XXV. Tavaszi Szél Konferencia

# TANULMÁNYKÖTET

## II. kötet

XXV. Tavaszi Szél Konferencia
2022. 05. 06-08. Pécsi Tudományegyetem

# XXV. Tavaszi Szél Konferencia 2022

# Tanulmánykötet II.

**Szerkesztette:**

**Molnár Dániel - Molnár Dóra - Dr. Nagy Adrián Szilárd**

**Kiadó:**

DOSZ doktoranduszok országos szövetsége

**Minden jog fenntartva.**

**Budapest**

**2022**

**ISBN 978-615-6457-13-4**

# XXV. Tavaszi Szél Konferencia 2022

# Tanulmánykötet II.

## Lektorálták

**Andras Lakatos**
**Balaton Károly**
**Bizzer István**
**Dr. Balázs Vehovszky**
**Dr. Bence Kővári**
**Dr. Buzási Attila**
**Dr. Csanád Bodó**
**Dr. Csonka Arnold**
**Dr. Fehér Krisztina**
**Dr. Fenyvesi Anna**
**Dr. Fodor Szabina**
**Dr. habil. Dr. István Kozmács**
**dr. habil. Molnár Gábor Péter**
**Dr. Horváth Ágnes**
**Dr. Ildikó Hortobágyi**
**Dr. Jálics Károly PhD**
**Dr. Kósi Kálmán**
**Dr. Mák Fruzsina**
**Dr. Mónika Hoschek**
**Dr. Nicholas Imbeah**
**Dr. Pogány Csilla PhD**
**Dr. Posza Alexandra**
**Dr. Raátz Judit**
**Dr. Sigér Fruzsina**
**Dr. Sipos Norbert**
**Dr. Strausz László**
**Dr. Szabolcs Gyimóthy**
**Dr. Szőke Brigitta**
**dr. Széles Zsuzsanna**
**Dr. Veres Laura**
**Dr. Zoltán Dudás**
**Éva Berde**
**Galambosné Dr. Tiszberger Mónika**
**Hasan Naeem Al-Saedi**
**Helga Kovacs**
**Keresztély Tibor**
**Korompai Attila**
**Papp Gábor György PhD**
**Pálosi Ildikó Veronika PhD**
**Prof. Dr. László Bejó**
**Prof. Dr. Meyer Dietmar**
**Prof. Dr. Vad János**
**Rozsnyai József PhD**
**Thomas A. Williams**
**Tianyu Zhao DLA**
**Vaszkun Balázs**
**Zsolt Kovács PhD**

ODOSZ doktoranduszok országos szövetsége

# XXV. Tavaszi Szél Konferencia 2022

# Tanulmánykötet II.

**Közgazdaságtudományi Szekció**

**MI Nemzeti Labor Matematikai és Informatikai Szekció**

**Körber Hungária Műszaki Szekció**

**Művészeti és Művészettudományi Szekció**

**Nyelvtudományi Szekció**

DOSZ doktoranduszok országos szövetsége

Lectori Salutem!
Kedves Olvasó!

A Doktoranduszok Országos Szövetsége nevében tisztelettel köszöntöm abból az alkalomból, hogy megjelent a XXV. Tavaszi Szél Konferencia tanulmánykötete.
Szervezetünk meghatározó pilléreit jelentik a tudományos rendezvények, melyek lehetőséget teremtenek a közösségszervezésre és közösségépítésre. 1997-ben, tehát negyed évszázada született meg az a gondolat, hogy a doktoranduszok és fiatal kutatók egy országosan is kiemelkedő multidiszciplináris tudományos konferencia keretében mutathassák be legújabb tudományos eredményeiket.

2022-ben nekünk, fiatal kutatóknak az a legfontosabb teendőnk, hogy hitet tegyünk az igaz tudomány művelése mellett. Kutassunk magunk is és eredményeinket osszuk meg a világgal. Az élet minden területe tartogat egy újabb kérdést, egy újabb témát, amelyet vizsgálni érdemes. Minden konferenciaelőadás hoz egy-egy olyan véleményt, kérdést vagy hozzászólást, amely segít bennünket előre lépni kutatásainkban, amely új nézőpontból világít meg egy fontos témát. Éppen ezek miatt a párbeszédek miatt fontos, hogy a Tavaszi Szél Konferenciát és minden más tudományos találkozót meg tudjunk tartani. A Tavaszi Szél Konferencia különlegessége sokszínűségében rejlik. Hány olyan tudományos rendezvény van, ahol a filozófusoknak csak egy teremmel kell arrébb menniük, ha meghallgatnának egy őket érdeklő orvostudományi előadást, vagy ahol egy villamosmérnöknek csak néhány lépést kell megtennie egy német irodalomról szóló prezentációig? Ez a multidiszciplináris jelleg olyan tudományterületek és tudományágak közötti együttműködéshez vezethet, amelynek kialakulására másutt sokkal kisebb az esély.

A konferenciára már a jelentkezési időszakban nagy érdeklődés mutatkozott, hiszen közel 700 előadói és vendég regisztráció érkezett be. Az előadásokat az absztraktok bírálatát követően 21 tudományos szekcióba, és mintegy 61 különböző alszekcióba soroltuk kutatási tématerületüknek megfelelően. A szóbeli szekcióink mellett 2 poszterszekciót hoztunk létre, melyet posztersétа keretében tekinthettek meg az érdeklődők. Az egyes alszekciók legjobbjait a szekciók vezetésére felkért szekcióelnökök egy előzetesen összeállított pontozási rendszer alapján választották ki, így az ünnepélyes díjátadó során kioszthattuk a legjobb előadóknak járó díjakat és a támogatóink által felajánlott különdíjakat (MILAB Különdíj, Hunexpert Különdíj).

Reméljük, hogy a 2022. évi Tavaszi Szél Konferencia is maradandó, pozitív emlékeket hagyott mindenkiben. További szakmai sikereket és kellemes olvasást kívánok minden kedves Érdeklődő számára!

Budapest, 2022. december 4.

Molnár Dániel
elnök
Doktoranduszok Országos Szövetsége

# TARTALOMJEGYZÉK

**KÖZGAZDASÁGTUDOMÁNYI SZEKCIÓ / ECONOMICS SECTION ..... 13**

A GAZDASÁGI SZEREPLŐK SZUBJEKTÍV MEGÍTÉLÉSÉNEK HATÁSA A VÁRT DEVIZAÁRFOLYAMRA – GAZDASÁGI SZEREPLŐK ÉS VÁRAKOZÁSOK ..... 14

*Tóth-Bozó Brigitta*

A MAGATARTÁSI ELEMEK MEGJELENÉSE A STRATÉGIAI MENEDZSMENTBEN ..... 30

*Fodor Péter Kristóf*

A MAGYAR INGATLANÁRAK TERÜLETI ALAPON TÖRTÉNŐ ÖSSZEHASONLÍTÁSA ..... 35

*Lipcsei Bence*

A MENNYISÉGI LAZÍTÁS SIKERESSÉGÉNEK VIZSGÁLATA AZ EURÓPAI UNIÓ TAGÁLLAMAIBAN ..... 51

*Takács Barnabás*

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA TÁRSADALMI PERCEPCIÓI A MUNKAERŐPIAC VONATKOZÁSÁBAN ..... 65

*Boncz Bettina*

A TURISZTIKAI ATTRAKCIÓK KAPCSOLATA AZ OVERTOURISM JELENSÉGGEL ..... 79

*Szőllős-Tóth Andrea*

AGRICULTURE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT EXAMPLE OF MOROCCO. A BRIEF REVIEW OF THE LITERATURE ..... 90

*Zouhair Samir*

ANALYSIS OF SOCIO-DEMOGRAPHIC TRENDS IN SUB-SAHARAN AFRICA: IMPACT ON FOOD SECURITY AND RURAL ECONOMIC DEVELOPMENT ..... 104

*Daniel Nyarko Ayisi, Barnabas Yakubu Nuhu*

AZ AGGREGÁCIÓ JELENTŐSÉGE A LAKOSSÁGI JÖVEDELEMRE HATÓ TÉNYEZŐK TERÜLETI VIZSGÁLATÁBAN ..... 111

*Bareith Tibor, Csizmadia Adrián*

ELTÉRÉSEK VIZSGÁLATA A KÜLÖNBÖZŐ FINANSZÍROZÁSI FORMÁJÚ ALAPKÉPZÉSBEN RÉSZT VETT FRISSDIPLOMÁSVÉGZETTEK ESETÉBEN ..... 125

*Szabó Dorottya Anna*

ENERGIAFÜGGŐSÉG AZ OROSZ-UKRÁN HÁBORÚ ÁRNYÉKÁBAN ..... 139

*Bihari Péter*

FINDING JUSTICE IN LOW-CARBON ENERGY TRANSITION INVESTMENT PROJECTS—CONTEXT OF DEVELOPING COUNTRIES ..... 150

*DaSeul Kim*

FINTECH VÁLLALATOK ÉRTÉKELÉSE – A VÁLLALATÉRTÉK ÉS A PIACI ÉRTÉK KÖZELÍTÉSE ..... 158

*Balogh Virgínia*

IRÁNYADÓ MAKROGAZDASÁGI MUTATÓK A SZÜRKEGAZDASÁG ÚTVESZTŐJÉBEN ..... 180

*Balázs Kitti*

JELLEGZETES INNOVÁCIÓS ÖKOSZISZTÉMÁK ÉS A LÉTREHOZÓK KAPCSOLATA ..... 195

*Tóth Csilla, Dr. Háry András*

MANAGEMENT WITHOUT BORDERS – NATIONAL MANAGEMENT SYSTEMS AS UNIT OF ANALYSIS. A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW ON CHINESE MANAGEMENT ..... 207

*Sara Koczkas*

MIKÉNT SEGÍTHET A JÁTÉKOSÍTÁS A TÁRSADALMI ÉRZÉKENYÍTÉSBEN? . 216

*Kiss Gergely*

PANDÉMIA ALATTI ONLINE OKTATÁS ÉS HATÁSA A KLÍMAVÁLTOZÁS OKTATÁSÁRA ..... 229

*Barna Orsolya, Szalmáné Csete Mária*

SOME IMPLICATIONS OF NON-ERGODICITY FOR INNOVATION POLICY ..... 245

*Veronika Poór, James King*

SZELLEMI TŐKEBEVONÁS A SMART MONEY KONCEPCIÓ JELENTŐSÉGE A MAGYARORSZÁGI STARTUP ÖKOSZISZTÉMÁBAN - KÜLÖNÖS TEKINTETTEL AZ ÁLLAMI ÖSZTÖNZŐKRE ..... 251

*Horváth András*

SZERVEZETI TUDÁSFENNTARTHATÓSÁG ..... 263

A SZERVEZETI BOLDOGSÁG MINT A HOSSZÚ TÁVÚ FENNMARADÁS ESZKÖZE ..... 263

*Vágner Vivien*

**MI NEMZETI LABOR MATEMATIKAI ÉS INFORMATIKAI SZEKCIÓ / ARTIFICIAL INTELLIGENCE NATIONAL LABORATORY (MILAB) MATHEMATICS AND INFORMATICS SECTION ..... 273**

MULTIGRANULÁRIS DURVA HALMAZOK HÁLÓSTRUKTÚRÁJÁNAK JELLEMZÉSE ..... 274

*Gégény Dávid*

STATE SPACE REDUCTION FOR AUTOMATED SCHEDULING PROBLEMS USING A GRAPH-BASED MODEL ..... 285

*László Kálmán Trautsch, Szilvia Erdős*

**KÖRBER HUNGÁRIA MŰSZAKI SZEKCIÓ / KÖRBER HUNGÁRIA TECHNICAL SECTION..... 296**

A KISMÉRETŰ MŰANYAG FOGASKEREKEK MELEGEDÉSÉNEK SZÁMÍTÁSÁRA SZOLGÁLÓ MÓDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSA ..... 297

*Marada Imre*

CARBONATE ROCK MATRIX ACIDIZING: A REVIEW OF ACID SYSTEMS AND REACTION MECHANISMS ..... 303

*Abdulameer Almalichy, Zoltan Turzo, Dr.Usama Alameedy*

CHARACTERIZATION OF ACOUSTICAL MATERIALS AND ELEMENTS ..... 314

*Attila Schweighardt*

FÖLDFIZIKAI JELENSÉGEK NUMERIKUS MODELLEZÉSE GÖRBEVONALÚ KOORDINÁTARENDSZEREKEN ..... 324

*Gilányi Gibárt*

HOW TO PROTECT WOODEN STRUCTURES FROM DAMAGES CAUSED BY WEATHER CHANGES - STUDY CASE..... 339

*Mohammad Kherais, Anikó Csébfalvi, Adél Len, Fülöp Attila*

INVESTIGATE AND IMPROVE THE ACCURACY ..... 351

*Daniel Ledenyák*

METHYLENE DIPHENYL DIISOCYANATE AND CEMENT-BONDED INSULATION PANELS REINFORCED WITH COCONUT FIBER AND ENERGY REED STRAW MEDIATED BY SEMI-DRY TECHNOLOGY..... 359

*Zsuzsanna Mária Mucsi, K. M. Faridul Hasan, Le Duong Hung Anh, Péter György Horváth*

PUBLIC PERCEPTIONS ON MOBILITY STATUS AND SUSTAINABLE MOBILITY DEVELOPMENT ..... 369

*Pires Abdullah, Tibor Sipos*

RESEARCH ON IDP-BASED GREEN BUILDING DESIGN STRATEGY OPTIMIZATION BASED ON ARCHITECTURAL PRACTICE ANALYSIS..... 377

*Xiaonan Li, Kósa Balázs dr.*

TARGET CLASSIFICATION BASED ON HISTOGRAM REPRESENTATION OF RADAR CROSS-SECTION ..... 384

*Aysu Coskun, Sándor Bilicz*

TÉRSZKENNER ALKALMAZÁSA 16-17. SZÁZADI GÓTIKUS BOLTOZATOK SZERKESZTÉS-ÉS ÉPÍTÉSTECHNIKAI VIZSGÁLATÁRA ..... 394

*Jobbik Eszter*

THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS OF NEAT HDPE, LDPE, PP, PS AND THEIR MIXTURES..... 411

*Montassar Ayari, Zsolt Dobó, Attila Garami*

TURBULENS ÁRAMLÁS NUMERIKUS SZIMULÁCIÓJA NÉGYZET KERESZTMETSZETŰ CSATORNÁBAN ..... 423

*Lukács Eszter*

**MŰVÉSZETI ÉS MŰVÉSZETTUDOMÁNYI SZEKCIÓ / MUSIC AND VISUAL ARTS SECTION..... 439**

A *FELDOBOTT KŐ* MINT A BILDUNG NARRATÍVA MODERNISTA MEGVALÓSULÁSA..... 440

*Milojev-Ferkó Zsanett*

A MAGYAR MODERN MŰVÉSZET MINT „PROMÓCIÓS TERMÉK" A FASISZTA ITÁLIÁBAN (1931–1937)..... 447

*Juhász Bálint*

A WAGRAMI ÉPÜLETKERÁMIÁK JELENTŐSÉGE A DUALIZMUS KORI ÉPÍTÉSZETBEN ..... 459

*Pintér Bálint*

EGY ÉPÍTÉSZ ÉS EGY SZOBRÁSZ ÉLETÚTJÁNAK KERESZTEZŐDÉSEI A DUALIZMUS KORI MAGYARORSZÁGON ..... 476

CZIGLER GYŐZŐ ÉS SZÉCSI ANTAL KÖZÖS MUNKÁI..... 476

*Tóth Enikő*

**NYELVTUDOMÁNYI SZEKCIÓ / LINGUISTICS..... 493**

A MŰÉRTELMEZŐ SZÖVEGEK ÉRTÉKELÉSÉNEK MEGBÍZHATÓSÁGA A MAGYAR NYELV ÉS IRODALOM KÖZÉPSZINTŰ ÍRÁSBELI ÉRETTSÉGI VIZSGÁN ..... 494

*Juhász Milán*

AZ INESSIVUSI ÉS ILLATIVUSI VÁLTOZÓK VIZSGÁLATA A SZLOVÁK KÖZMÉDIA MAGYAR NYELVŰ MŰSORAIBAN ..... 506

*Illés Dániel*

GENERÁCIÓS NYELVHASZNÁLATI KÜLÖNBSÉGEK AZ OROSZ RÖVID ALAKÚ MELLÉKNEVEK HANGSÚLYRENDSZERÉBEN ..... 515

*Dora János Balázs*

INTERACTIVE LISTENING IN L2 ARGUMENTATIVE DIALOGUES ..... 523

*Tamás Tamara*

LANGUAGE IDEOLOGIES OF LEARNING A DISTANT CENTRAL LANGUAGE: A STUDY ON KOREAN STUDENTS LEARNING HUNGARIAN LANGUAGE ..... 537

*Jeong Seong Eun*

METHODOLOGICAL APPROACHES AND PROCEDURES OF AN EMPIRICAL STUDY ON THE AUSTRIAN WESTERN BORDER IN HUNGARY: *LANGUAGE ATTITUDES TOWARDS DIALECTS IN HUNGARIAN GRAMMAR SCHOOLS IN WESTERN HUNGARY* ..... 548

*Izsák Bálint István*

NYELVVIZSGÁK ÉS NYELVVÁLTOZATOK: AZ ANGOL ÉS A NÉMET NYELV TÖBBKÖZPONTÚSÁGÁNAK SZEREPE A KÜLÖNBÖZŐ NYELVI VIZSGÁKON 557

*Huber Máté*

ONLINE EDUTAINMENT: A POSSIBLE CONGRUENCE BETWEEN EARLY LANGUAGE ACQUISITION WHILE PLAYING AND THE FLOW STATE IN VOCABULARY DEVELOPMENT DURING VIDEO GAMING ..... 569

*Robert Arnold-Stein*

# Közgazdaságtudományi Szekció / Economics Section

# A GAZDASÁGI SZEREPLŐK SZUBJEKTÍV MEGÍTÉLÉSÉNEK HATÁSA A VÁRT DEVIZAÁRFOLYAMRA – GAZDASÁGI SZEREPLŐK ÉS VÁRAKOZÁSOK

**Tóth-Bozó Brigitta**
*egyetemi tanársegéd, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,*
*toth-bozo.brigitta@gtk.bme.hu*

**Absztrakt**

Az elmúlt 150 év alatt a közgazdaságtani kutatások egyik legszembetűnőbb eredménye az a felismerés volt, hogy a gazdasági folyamatokban a gazdasági alanyok szubjektivitása fontos és nem elhanyagolható szerepet játszik. Ebben kulcsényező a gazdasági szereplők jövőképe, azaz a jelenben elérhető információk és ismeretek birtokában mire számítanak az őket körülvevő jelenségek jövőbeni alakulását illetően. Számtalan olyan területe van a közgazdaságtannak, amelynél effajta megítéléstől, az úgynevezett várakozásoktól függő tényezők megjelennek, amelyek komoly hatást gyakorolnak a szereplők viselkedésére, döntéshozatalára. Erre a nagyon komplex kérdéskörre fókuszál a következő néhány oldal.

E tanulmány középpontjában egy valutaárfolyam-modell szerepel, amely esetében a gazdasági szereplők várakozásának hatása van a modell kimenetelére, illetve stabilitási feltételeire. A kiindulást Rüdiger Dornbusch *Expectation and exchange rate dynamics* című tanulmányban felállított modell adja, amelynek diszkrét esetét vizsgálom. Az eredeti modellben a vizsgált nemzetgazdaság valutaárfolyamának túlzott, hirtelen emelkedése, azaz az „overshooting" jelensége a monetáris expanzió következménye. Ebben a tanulmányban figyelembe veszem a gazdaságpolitikai döntések, illetve bejelentések hatását a gazdasági szereplők devizaárfolyamra vonatkozó várakozásaira, amelynek közvetlen hatása van a gazdasági szereplők várakozásaira, további hatása pedig a valutaárfolyamra. E bejelentések hatását vizsgálom abban a kontextusban, hogy megjelenik-e hasonló túllövés jelenség a valutaárfolyam tekintetében, mint Dornbusch modelljében. A fő különbség Dornbusch modellje és az ebben a tanulmányban bemutatott között nem más, mint a valutaárfolyamra vonatkozó overshooting jelenség eltérő megközelítése: Dornbusch egy makro-intézkedés következtében mutatta ki a túlzott valutaárfolyam-emelkedést, ebben a tanulmányban viszont egy szubjektív tényező, egy puszta bejelentés vált ki hasonló hatást. Az eredeti modellben alkalmazott racionális várakozástípus használata mellett az adaptív várakozások megközelítését használom. Ezáltal a gazdasági szereplők tanulási folyamaton mennek keresztül a várt valutaárfolyam tekintetében. E témát is részletesebben kifejtem a dolgozatban.

A tanulmányban vizsgált gazdasági szereplők belföldi fogyasztók, akik számára akkor pozitív egy bejelentés a modellben, ha annak következményeként alacsonyabb valutaárfolyamot várnak a hazai fizetőeszközre vonatkozóan. Negatív bejelentés esetén az árfolyam emelkedésére számítanak, azaz több egység hazai valuta szükséges egy egység külföldi valuta megvásárlásához. A dolgozatban a politikai bejelentés hatását exogén módon építem be a modellbe. Ennek értelmében a bejelentés a várt árfolyam mértékére fog közvetlenül hatni[1]. Az általam felállított modell azt az eredményt mutatja, hogy egy politikai bejelentésnek hatása van a hazai fogyasztók várt árfolyamára. E mellett egy bejelentés következtében a gazdasági szereplők alacsonyabb, vagy éppen nagyobb valutaárfolyam leértékelődést, vagy éppen felértékelődést várnak, mint amennyit a valós folyamatok indokolnának. Azok az esetek

[1] Endogén módon történő beépítés azt eredményezi, hogy a bejelentés közvetlenül a tanulási folyamat alakulására hat.

okozhatnak tartós zavarokat, amikor a gazdasági szereplők túlzóan reagálnak a bejelentésre. Ebben viszont közre játszik az, hogy mekkora fokú bizalom van a szereplőkben a (gazdaság)politikai vezetés irányába.

***Kulcsszavak**: valutaárfolyam, várakozás, újklasszikus közgazdaságtan, gazdasági modellezés, stabilitás*

## 1. Bevezetés

A gazdasági modellezés egyik erősödő kihívása olyan szubjektív tényezők figyelembe vétele, amelyeknek hatása van a vizsgált folyamatokra. Az egyik ilyen tényező a különféle hírek és információk a médiában, függetlenül azok valóságtartalmától. A terjedés fő csatornája az egyes ismeretségi, illetve interakciós hálózatok, amelyek azonosítása és elemzése többek között a hálózatelmélet eredményeit felhasználva napjainkban már kivitelezhető. Ebben a kontextusban a hír nem más, mint információ: közgazdasági szempontból olyan képlékeny áru(csoport), amely nem tekinthető sem jószágnak sem szolgáltatásnak, mindezek mellett mindkettőnek tekinthető (*Freiden és szerzőtársai* [1998]).
Amennyiben a fókusz a társadalmi hálózatokon van, a hangulati jellemzők ezen közösségen belüli terjedése szubjektív, azaz egyedi megítélés alapján jellemzett tényező. A szakirodalomban is találunk számos effajta példát. A politikai és gazdasági események közhangulatra gyakorolt hatása kimutatható az egyes közösségi platformok adatainak elemzésével: a Twitter alkalmazás adatait alapul véve erős korreláció van a politikai és gazdasági események napvilágra kerülése és a társadalmi közhangulat között (*Bollen – Mao – Pepe* [2011]) . A várakozások figyelembe vételének, valamint modellekbe való beépítésének kísérlete több évtizedre visszanyúló problémája, illetve feladata a közgazdaságtannak. A gazdasági modellezésben legnagyobb gyakorisággal racionális várakozástípust alkalmaztak, viszont már évtizedekkel ezelőtt is empirikusan kimutatható volt, hogy a rövid-, és a stacioner állapothoz tartozó árfolyamok esetében a gazdasági szereplők várakozásai nem hozhatók párhuzamba a klasszikus racionális várakozások elméletével (*Takagi* [1991]). *Kanz – Perez-Truglia – Galashin* [2020] kimutatták, hogy a gazdasági szereplőknek nyújtott információk a szubjektív inflációs-, illetve árfolyamvárakozásokat befolyásolják, viszont a tényleges fogyasztói magatartásra nincsenek hatással.

## 2. Egy politikai bejelentés hatása a gazdasági szereplők várakozásaira a nemzetgazdaság valutaárfolyamát illetően

Amennyiben az elemzés egy nemzetgazdaság valutaárfolyamának alakulására irányul, akkor azt is figyelembe kell venni, hogy a gazdaságpolitikai szereplők, például az államot irányító intézmények az állampolgárok és a nemzetközi piac felé történő kommunikációval képesek azt befolyásolni.
A különféle hírekkel és eseményekkel kapcsolatos várakozások, mint speciális tényezők beépítése - amely egy közgazdaságtani modell megalkotása és működése során fontos befolyásoló erővel bír – több módon is történhet. Elméleti modellezés során többféle várakozástípus is használatos, jelen tanulmány az adaptív várakozásokra fókuszál. Ekkor a gazdasági szereplők tanulási folyamaton mennek keresztül, amely több időperiódusból áll. A szereplők figyelembe veszik az előző időszakra vonatkozó adatokat, mind várt, mind tényleges értékre vonatkozóan, és ebből képezik a következő időszakra vonatkozó várakozásukat (Nerlove [1958]). A szereplők az adott időszakra vonatkozó várakozásukat az előző időszakban képezik, azáltal például $x_t^{exp}$ a $(t-1)$ −ben a $t$-re képzett várakozást jelöli.

Azaz

$$x_t^{exp} = x_{t-1}^{exp} + \alpha(x_{t-1} - x_{t-1}^{exp}), \quad (1)$$

A szereplők múltbeli tévedésükből folyamatosan tanulnak, így a gazdasági szereplők várakozása a vizsgált változóra vonatkozóan a vizsgált változó stacionárius állapotához konvergál, $0 < \alpha < 1$. Az adaptív várakozások összefüggésébe többféle változó beilleszthető, valamint az visszavezethető az időben *(Pete [1996])*, azaz például egy időperiódussal korábbi időszakra vonatkozóan

$$x_{t-1}^{exp} = x_{t-2}^{exp} + \alpha(x_{t-2} - x_{t-2}^{exp}) \quad (2)$$

Ekkor:

$$x_t^{exp} = \alpha x_{t-1} + (1-\alpha)\alpha x_{t-2} + (1-\alpha)^2 x_{t-2}^{exp} \quad (3)$$

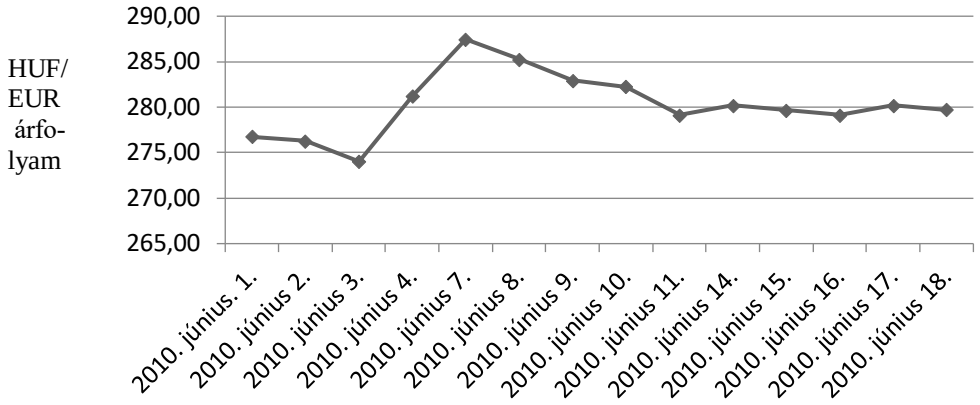
A jelen időszak várt értéke az összes múltbéli időszak értékeinek geometriai átlaga, ahol a súlyok az $\alpha$ paraméter értékétől függenek. A távolabbi múltból származó információ kisebb súllyal szerepel, mint a frissebb információ. Ebből adódik az α paraméter jelentése: minél nagyobb a várakozási paraméter értéke, annál nagyobb a közelmúltból származó információ súlya a régebbi értékek szerepéhez viszonyítva. Azaz ha $\alpha$ közel 1, akkor az előző időszak megfigyelt értéke szinte egyedül határozza meg a mostani időszak várakozását.

A várakozások mellett e tanulmány másik fókusza a devizaárfolyam alakulása. Az ezzel foglalkozó elméletek szakirodalma meglehetősen gazdag. A közgazdaságtani, valamint pénzügyi szakfolyóiratoknak alig jelenik meg olyan kiadása, amely ne foglalkozna az árfolyamok kérdésével. Ezen téma mind a 2008-as válság, mind a COVID-19 világjárvány következtében kialakult bizonytalan gazdasági helyzet miatt is reflektorfényben van, akkor is, ha az Euro bevezetésével számos ország egymás között már nem használja a valutaárfolyamot.

## 3. Devizaárfolyam-ingadozás és szubjektív tényező

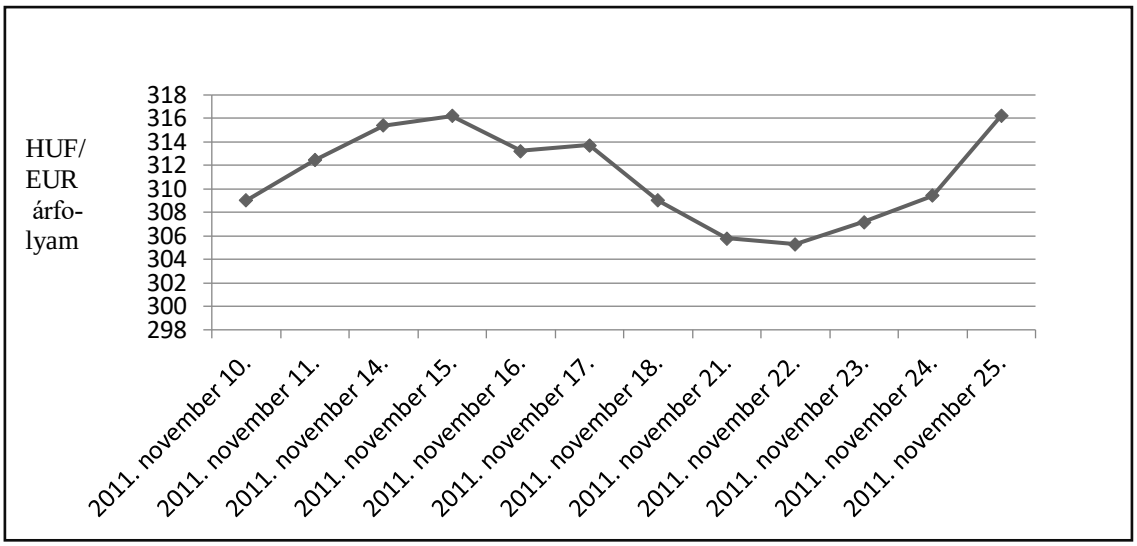
Egy nemzetgazdaság valutájának árfolyamát elvileg strukturális tényezők befolyásolják, példák mégis azt mutatják, hogy egy-egy, a médiában elhangzó információ, illetve a bejelentés hatással van az ország valutaárfolyamának alakulására. Példaként szolgál erre Magyarország tekintetében 2010 júniusa, amikor Kósa Lajos, Debrecen akkori polgármestere és egyben országgyűlési képviselő Magyarország államcsőd közeli helyzetről beszélt egy konferencián. A költségvetés katasztrofális állapotáról nyilatkozott, és Görögországhoz hasonlította Magyarországot likviditás szempontjából.[2] A bejelentés napján a HUF/EURO árfolyam 274 Ft körül mozgott. Kósa Lajos beszédének hatására az árfolyam rövid időn belül már 290 Ft magasságában járt az euróval szemben.

[2] A témával kapcsolatban kimerítő cikkeket találunk a következő internetes elérhetőségeken:
http://index.hu/gazdasag/magyar/2010/06/03/a_fidesz-ossztuz_kiutotte_a_piacokat/
http://index.hu/gazdasag/magyar/2010/06/03/kosa_allamcsod-kozeli_helyzetet_vizional_es_kriziskezelesrol_beszel/




**1. ábra:**
**A forint árfolyamának alakulása az euro-val szemben Kósa Lajos nyilatkozatának következtében**
Forrás: Saját készítés, adatforrás: http://www.mnb.hu

A következő példa szintén a magyar fizetőeszköz árfolyamában rövid időn belül történt nagymértékű változást szemléltet. 2011 novemberében a Nemzetgazdasági Minisztérium bejelentette, hogy Magyarország újra együttműködni kezd az IMF-fel, azaz nagy valószínűséggel a cMagyarország és az IMF közötti egyeztetéseknek nemsokára vége.[3] A bejelentés hatására hazai fizetőeszközünk tekintetében nagymértékű erősödés volt tapasztalható. A következő ábra mutatja a forint árfolyamának alakulását ebben az időszakban.[4]

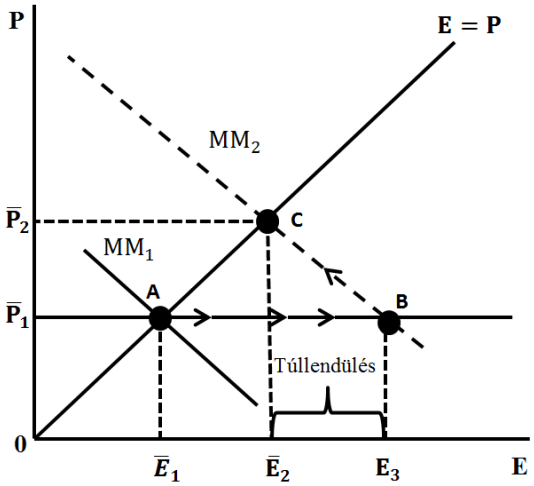



**2. ábra:**
**A forint árfolyamának alakulása az euróval szemben a NGM nyilatkozata idején**
Forrás: saját készítés, adatforrás: http://www.mnb.hu

[3] http://index.hu/gazdasag/magyar/2011/11/17/visszajott_hozzank_az_imf/
[4] A bejelentés 2011. november 17-én hangzott el.

A november 17-i bejelentés következtében a 313,71 HUF/EUR árfolyamról egészen 305,3 HUF-ra erősödött Magyarország hivatalos fizetőeszköze.
Hasonló jelenségként azonosítható a 2018-ban napvilágot látott Sargentini-jelentés[5], amely az EU-s alapértékek megsértésének lehetőségét tárta fel Magyarországon. A jelentés következtében néhány napon belül 324 – 330 – 322 HUF/EUR tengelyen mozgott az árfolyam. Legfrissebb példaként pedig ide sorolható az a 2022. májusi esemény is, amikor Magyarország miniszterelnöke, Orbán Viktor bejelentette a rezsivédelmi és honvédelmi alap létrehozását és annak potenciális forrásait. A fenti példák is mutatják, hogy az egyes bejelentéseknek (és itt ezen van a hangsúly: nem történt intézkedés, csupán a médiában jelent meg egy-egy hír, bejelentés) kimutatható hatása van rövid távon a valutaárfolyamra. A továbbiakban ennek részletesebb vizsgálata kerül elő.

Az 1971 utáni, azaz a Bretton-Woods-i rendszer megszüntetését követő időszakban a nagy, fejlett országokban jelentős devizaárfolyam-ingadozás volt megfigyelhető. Rüdiger Dornbusch 1976-ban megjelent tanulmánya adta (*Dornbusch* [1976]) az első magyarázatot a devizaárfolyamok hirtelen le-, illetve felértékelődésére. Modelljének elméleti magyarázatát a rugalmatlan monetáris árfolyammodell módosított változata adja: az árupiacon lassú alkalmazkodás megy végbe, szemben a tőkepiacok azonnali áralkalmazkodásával.
A gazdaság alkalmazkodási folyamata a modellben az 1. ábra segítségével szemléltethető, ahol a függőleges tengelyen az árszínvonal, vízszintes tengelyen a valutaárfolyam van.




**3. ábra**
**A gazdaság alkalmazkodási folyamata**
Forrás: Saját készítés
Eredeti forrás: Dornbusch (1976)

A modellben a gazdasági szereplők racionális várakozástípusát feltételezve az előre jelzett devizaárfolyam változó megegyezik a vizsgált változó hosszú távú egyensúlyi értékével. A 3. ábra *A* pontja szemlélteti a gazdaság egyensúlyi állapotát, $\bar{P}_1$árszínvonal és $\bar{E}_1$ árfolyam mellett. Az árszínvonal meghatározói a modellben a nominális pénzmennyiség, a reáljövedelem, valamint a kamatláb. A hosszú távú árfolyam a kereslettől és az árszínvonaltól függ. Az *MM1* egyenes a tőkepiaci egyenes, ekkor egyenlítődnek ki a pénzpiaci hozamok és a nettó várható hozamok, feltételezve az eredeti nominális pénzmennyiséget.
A nominális pénzmennyiség növelésének következtében tőkepiaci egyensúlytalanság alakul ki a kezdeti árszínvonal és árfolyam mellett. Ahhoz, hogy a tőkepiac újra egyensúlyi helyzetben legyen, vagy az árszínvonalnak kell emelkednie, vagy az árfolyamnak kell emelkednie. Mivel Dornbusch modellje rövid távon ragadós árakat feltételez, így az árfolyam emelkedése nem

[5] https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2018-0250_EN.html - 2022.06.09.

követi a monetáris expanziót rövid távon. Itt jelenik meg az *overshooting, azaz túllövés* jelensége. A monetáris expanzió következtében az $MM_1$ görbe kitolódik, új egyensúlyi pont alakul ki, ezt jelzi a *C* pont, amely a kiindulási helyzethez képest magasabb árszínvonallal, és magasabb árfolyam értékkel biztosítja az egyensúlyi helyzetet. Viszont a modellben szereplő nemzetgazdaság nem egy lépésben mozdul el *C* pont felé. A ragadós áraknak köszönhetően az árfolyam hirtelen megnő, az árszínvonal viszont nem változik. Ekkor gazdaságunk az ábrán *B*-vel jelölt pontban találja magát, azaz az árfolyam hirtelen, nagymértékű növekedését – azaz a hazai valuta leértékelődését – tapasztalhatjuk. Az ábra *B* pontjához tartozó árfolyam, valamint a monetáris expanzió után kialakuló egyensúlyi árfolyam közötti különbség az overshooting, azaz túllövés. Vizsgáljuk meg az alkalmazkodási folyamatot, azaz hogyan kerül a gazdaság *B* pontból az új egyensúlyi pontba, *C*-be. A monetáris expanzió csökkenti a kamatlábakat, valamint leértékelődési várakozásokhoz vezet. Így racionális feltételezés, hogy a nominális pénzmennyiség egyszeri, nagymértékű növelése a hazai valuta jelenlegi értékét tekintve leértékelődési várakozásokhoz vezet. Mind a kamatcsökkenés, mind a várható hosszú távú árfolyam emelkedése tőkekiáramláshoz vezet, így az azonnali árfolyam leértékelődik.[6] A túlzott leértékelés következtében felértékelődési várakozások alakulnak ki, oly mértékben, hogy ellensúlyozni tudják a csökkent hazai kamatlábakat. Tehát összefoglalva: A nominális pénzmennyiség egyszeri, nagymértékű növelésének azonnali hatása az azonnali árfolyam emelkedése, mégpedig oly mértékben, amely leértékelődés szignifikánsan nagyobb a monetáris expanzió következtében vártnál. Ennek magyarázata, hogy csak ilyen körülmények között alakulnak ki felértékelődési várakozások, valamint csak ilyen körülmények kompenzálják a hazai eszközök kamatlábainak csökkenését.

Az említett hirtelen mozgások magyarázata valóban a hazai fogyasztók valutaárfolyamra vonatkozó várakozásaiban keresendő[7], amelyet Dornbusch is kihangsúlyozott.

Egy nyitott nemzetgazdaság tekintetében a valutaárfolyam mozgása indikátor az országon belüli gazdasági, valamint politikai helyzet jelzésére. Nemcsak a kialakult helyzet hatását mutatja a valutaárfolyam ingadozása, hanem a nemzetgazdaságban uralkodó hangulat is reflektálódik ebben. Magas valutaárfolyam exportösztönző, míg alacsonyabb árfolyam importösztönző hatású. Mivel az árfolyam-várakozások hatnak a tényleges árfolyamra, akkor a várakozások alakításával lehetséges a tényleges árfolyamra is hatást gyakorolni.

## 4. Árfolyammodell diszkrét változókkal és adaptív várakozások bevezetésével

A modell kiinduló rendszere Rüdiger Dornbusch *Expectation and exchange rate dynamics* című tanulmányában publikált árfolyammodellje (Dornbusch [1976]). A modell változóit diszkrétnek tekintem, így matematikai szempontból egy differenciaegyenlet-rendszert vizsgálok. A diszkrét változókra való áttérés magyarázata a következő: általában egy nemzetgazdaságot jellemző gazdasági mutatószámok bizonyos időközönként kerülnek nyilvánosságra. A gazdasági szereplők, akik használják ezen adatokat, általában egy adott időpontban megfigyelt értékekkel fognak kalkulálni. A modellben megjelenő változók tekintetében is realitása van a diszkrét változók használatának.

Kiindulásképpen Dornbusch modelljét veszem alapul. A modellbe beépítem az adaptív várakozásokat, a devizaárfolyamra vonatkozóan. Ezáltal bekerül a modellbe egy tanulási folyamat, azaz a gazdasági szereplők a devizaárfolyamra vonatkozó várakozásaikat az előző

[6] Az ábrát tekintve most járunk a *B* pontban.

[7] Példaként említve, ha a gazdasági szereplők a valutaárfolyam emelkedésére számítanak, abban az esetben az adott deviza kereslete megnő, hiszen az információ birtokában lévő gazdasági szereplő valutát vásárol későbbi árfolyamnyereség realizálása céljából. Ellenkező esetben, ha az árfolyam csökkenésére, azaz a hazai valuta felértékelődésre számítanak a döntéshozók; ekkor a devizakínálat növekedése tapasztalható.

időszakban elkövetett becslési hibáikkal korrigálni képesek. Ebből következően Dornbusch racionális várakozás feltételezését elvetem. Az eredeti modell többi feltételezése továbbra is fennáll, azaz:

i. Kis nyitott gazdaság;
ii. Tökéletes tőkemobilitás;
iii. Az árupiacok lassabban alkalmazkodnak, mint a tőkepiacok;
iv. Az import világpiaci ára az árupiacon exogén változó;
v. Az abszolút és relatív árakat a hazai áruk aggregált kereslete határozza meg, így a belföldi termelés és az import tökéletlen helyettesítők;
vi. A gazdasági szereplők adaptív várakozásokkal élnek a valutaárfolyamra vonatkozóan.

A modell során endogén változó a várt árfolyam, $E^{exp}$, a tényleges devizaárfolyam, $E$, valamint az árszínvonal, $P$. Mindhárom endogén változó időtől függő. A változók alsó indexe a figyelembe vett időszakot jelzi. A többi, időtől függő tényező exogén, ilyen az $R^*$, M, illetve Y, azaz a külföldi kamatláb, a belföldi nominális pénzmennyiség, és a belföldi nemzeti jövedelem. Mindhárom tényező minden időszakban egy konstans növekedési rátával változik. A vizsgálati időszakot megelőző adatokat is kívülről kapjuk. A modell megoldása, valamint stabilitásvizsgálata során ezen változókat – Dornbusch modelljét követve – állandónak tekintem az egyszerűség kedvéért.

(4) $R_t^* = (1 + \Psi)R_{t-1}^*$ ahol $0 < \Psi < 1$

(5) $M_t = (1 + \mathrm{T})M_{t-1}$ ahol $0 < \mathrm{T} < 1$

(6) $Y_t = (1 + \mathrm{H})Y_{t-1}$ ahol $0 < \mathrm{H} < 1$

A modell összefüggéseinek logaritmizált formája kerül a továbbiakban bemutatásra. Ha a megfelelő kis betűt az eredeti változó logaritmizált változatának jelölése, akkor a (4), (5), és (6) összefüggések logaritmizált formája a következő:
A külföldi kamatlábra vonatkozó egyenlet

(7) $r_t^* = \varphi + r_{t-1}^*$ ahol $\varphi = ln(1 + \Psi)$

(8) $m_t = \tau + m_{t-1}$ ahol $\tau = ln(1 + T)$

(9) $y_t = \vartheta + y_{t-1}$ ahol $\vartheta = ln(1 + \mathrm{H})$

A vizsgált nemzetgazdaság kamatlábának természetes alapú logaritmusa $(r_t)$ a $t$-edik időpillanatban nem lesz más, mint a világpiaci kamatláb, $(r_t^*)$ és egy fel-, illetve leértékelődési ráta összege. Azaz

(10) $r_t = r_t^* + x_t,$

ahol

(11) $x_t = e_t^{exp} - e_{t-1}.$

Itt $e_t^{exp}$ a várt valutaárfolyam természetes alapú logaritmusának $t$-edik időszakra vonatkozó értéke, $e_{t-1}$ pedig a $(t-1)$-edik időpillanatban megfigyelt tényleges valutaárfolyam. Azaz a fel-, illetve leértékelődési ráta megegyezik a $t$-edik időszak várt árfolyamának, és az előző időszakban ténylegesen bekövetkezett árfolyamnak a különbségével. Ebből következően a fel-, illetve leértékelődési ráta függ a gazdasági szereplők árfolyamra vonatkozó várakozásától is,

így a belföldi kamatláb értéke függ egy egyfajta szubjektív értékeléstől, amely a gazdasági szereplők valutaárfolyamra vonatkozó várakozásaiban jelenik meg.
A következő összefüggés a várakozásokra vonatkozik. Az előző fejezetben bemutatott, Dornbusch által leírt modell egyik alapfeltevése volt a gazdasági szereplők racionális várakozásainak feltételezése. Ebben a modellben *a szereplők adaptív várakozásokkal élnek*. Ekkor a $t$-edik időszak várt árfolyama nem lesz más, mint az előző időszak várt és tényleges árfolyamának súlyozott összege. Azaz a $t$-edik időszakra vonatkozó árfolyam-várakozás a $(t-1)$-edik időszakra vonatkozó árfolyam-várakozás, korrigálva azzal a hibával, amelyet a gazdasági szereplők vétettek az előző időszakra vonatkozó árfolyam becslése esetén.[8] A $\beta$ paraméter ezen becslési hiba figyelembe vételének súlyát jelképezi, $0 < \beta < 1$.

$$e_t^{exp} = \beta e_{t-1}^{exp} + (1-\beta)e_{t-1} \tag{12}$$

Ezzel meghatározódott az az összefüggés, amely alapján az árfolyam-várakozás dinamikáját fejezi ki.[9]
A pénzpiac vizsgálatával folytatva, Cagan-féle pénzkeresleti függvényt feltételezve a pénzpiaci egyensúly a $t$-edik időszakra vonatkozóan:

$$\frac{M_t}{P_t} = Y_t^{\Phi}(\exp)^{-\lambda r_t} \tag{13}$$

Logaritmizált változata a következő alakot ölti:

$$-\lambda r_t + \Phi y_t = m_t - p_t \tag{14}$$

A következő, az eredeti modellből átvett összefüggés az árupiaci egyensúlyt mutatja:

$$\Delta p_t = p_t - p_{t-1} = \pi[u + \delta(e_{t-1} - p_{t-1}) + (\gamma - 1)y_{t-1} - \sigma r_{t-1}] \tag{15}$$

Átemelem modellembe, hogy a belföldi kamatláb a pénzpiacon határozódik meg. Mivel a pénzpiac egyensúlyát minden időben feltételezzük, érvényes, hogy

$$-\lambda r_{t-1} + \Phi y_{t-1} = m_{t-1} - p_{t-1} \tag{16}$$

Ebből következően a belföldi kamatláb a vizsgált időszakot megelőző időszakban:

$$r_{t-1} = \frac{-1}{\lambda} m_{t-1} + \frac{1}{\lambda} p_{t-1} + \frac{\Phi}{\lambda} y_{t-1} \tag{17}$$

A behelyettesítés elvégzését, valamint a változók csoportosítását követően a t-edik időszak árszínvonala a következőképpen alakul:

---

[8] A várakozásokra vonatkozó egyenlet nem logaritmizált formában $\frac{E_t^{exp}}{E_{t-1}} = \left(\frac{E_{t-1}^{exp}}{E_{t-1}}\right)^{\beta}$, ahol $E_t^{exp}$ a várt árfolyam a t-edik időszakban, $E_{t-1}^{exp}$ a várt árfolyam a (t-1)-edik időszakban, $E_{t-1}$ a (t-1)-edik időszak tényleges valutaárfolyama. Ennek alapján a t-edik időszakra várt árfolyam nem lesz más, mint az előző időszak ténylegesen bekövetkezett árfolyamának az előző időszak becslési hibájával súlyozott értéke. $\beta$ paraméterként funkcionál.

[9] Dornbusch, az eredeti modellben a fel-, illetve leértékelődési rátára vonatkozó összefüggés bevezetése esetén feltételezi, hogy $x = \theta(\bar{e} - e)$, azaz a hosszú távú – várt – árfolyam és a jelenlegi árfolyam különbsége (aránya) határozza meg a ráta értékét, ahol $\theta$ paraméter. Modellje további részében ezen paraméter vizsgálatával igyekszik magyarázni az árfolyam változását.

(18) $$p_t = \left(1 - \pi\delta - \frac{\sigma}{\lambda}\right) p_{t-1} + \pi\delta e_{t-1} + \left(\gamma - 1 - \frac{\varphi}{\lambda}\right) y_{t-1} + \frac{\sigma}{\lambda} m_{t-1} + \pi u$$

A modellben feltételezem, hogy a tényleges valutaárfolyam változását – a fizetési mérleg elméletének szellemében – a piacon a devizakereslet, illetve kínálat határozza meg. Az árfolyamváltozás a következőképpen írható fel:

(19) $$\Delta e_t = e_t - e_{t-1} = \mu(D_t^D - D_t^S)$$

Ahol $D_t^D$ a devizakereslet, $D_t^S$ a devizakínálatot jelöli, $0 < \mu < 1$
A $t$-edik időpontban kialakuló devizakereslet a $t$-edik időpont árfolyama, valamint a $t$-edik időpont nemzeti jövedelmének függvénye

(20) $$D_t^D = f(e_t, y_t) = -\kappa e_t + \zeta y_t$$

A $t$-edik időpontban kialakuló devizakínálat a $t$-edik időpont árfolyama, valamint a $t$-edik időpont külföldre vonatkozó nemzeti jövedelmének függvénye. Mindez formálisan:

(21) $$D_t^S = g(e_t, y^*) = \omega e_t + \xi y^*,$$

ahol $\kappa, \zeta, \omega, \xi, \mu > 0$ paraméterek.
Felhasználva (19), (20), (21)-et, először

(22) $$e_t - e_{t-1} = \mu(-\kappa e_t + \zeta y_t - \omega e_t - \xi y^*),$$

majd

(23) $$e_t = \frac{\mu}{1 + \mu(\kappa + \omega)} [\zeta y_t - \xi y^*] + \frac{1}{1 + \mu(\kappa + \omega)} e_{t-1}$$

adódik.

A teljes modell a következőképpen írható fel:

(24) $$\begin{bmatrix} e_t^{exp} \\ e_t \\ p_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta & 1-\beta & 0 \\ 0 & \frac{1}{1+\mu(\kappa+\omega)} & 0 \\ 0 & \pi\delta & 1 - \pi\delta - \frac{\sigma}{\lambda} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_{t-1}^{exp} \\ e_{t-1} \\ p_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{\mu}{1+\mu(\kappa+\omega)} [\zeta(y_{t-1} + \vartheta) - \xi y^*] \\ \left(\gamma - 1 - \frac{\varphi}{\lambda}\right) y_{t-1} + \frac{\sigma}{\lambda} m_{t-1} + \pi u \end{bmatrix}$$

A modell egyensúlyi állapotának meghatározása következik. Legyen a nominális pénzmennyiség, valamint a hazai jövedelem időtől függő konstans.

A differenciaegyenlet-rendszer egyensúlyi állapotának meghatározásához az együtthatómátrix egységmátrixból kivont alakjának inverzét kell a konstans exogén változókat tartalmazó vektorral megszoroznunk (Galor 2005), azaz

$$\bar{\mathcal{E}} := [I - A]^{-1} b \tag{25}$$

Ahol

$$A = \begin{bmatrix} \beta & 1-\beta & 0 \\ 0 & \frac{1}{1+\mu(\kappa+\omega)} & 0 \\ 0 & \pi\delta & 1-\pi\delta-\frac{\sigma}{\lambda} \end{bmatrix} \tag{26}$$

$$b = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{\mu}{1+\mu(\kappa+\omega)}[\zeta(y_{t-1}+\vartheta)-\xi y^*] \\ \left(\gamma - 1 - \frac{\varphi}{\lambda}\right) y_{t-1} + \frac{\sigma}{\lambda} m_{t-1} + \pi u \end{bmatrix} \tag{27}$$

$$[I-A]^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{[\zeta(y_{t-1}+\vartheta)-\xi y^*]}{\kappa+\omega} \\ \frac{[\zeta(y_{t-1}+\vartheta)-\xi y^*]}{\kappa+\omega} \\ \frac{[\zeta(y_{t-1}+\vartheta)-\xi y^*]\pi\delta}{(\kappa+\omega)\left(\pi\delta+\frac{\sigma}{\lambda}\right)} + \left[\left(\gamma-1-\frac{\varphi}{\lambda}\right)y_{t-1} + \frac{\sigma}{\lambda}m_{t-1} + \pi u\right]\frac{1}{\left(\pi\delta+\frac{\sigma}{\lambda}\right)} \end{bmatrix} \tag{28}$$

A stacionárius állapot vektorban szereplő értékeket tanulmányozva megállapítható, hogy *a hosszú távú egyensúlyi pontban a várt árfolyam és a tényleges árfolyam megegyeznek*. Ebből következően az adaptív várakozások bevezetésével a tanulási folyamat működik, a várt árfolyam a tényleges valutaárfolyam megegyezik, azaz a gazdasági szereplők folyamatosan korrigálják az árfolyamra vonatkozó tévedéseiket. Olyannyira korrigálnak, hogy a hosszú távú egyensúlyi pontban a tévedésük már zérus.

A rendszer egyensúlyi állapotát meghatározó vektor további vizsgálatra szorul. Látható, hogy a várt árfolyam, valamint a ténylegesen bekövetkező árfolyam a stacionárius pontban megegyezik. Mindkét árfolyamot a devizapiacon végbemenő folyamatok határozzák meg. Pontosabban a devizakereslet-, illetve devizakínálat alakulása befolyásolja az árfolyam kialakulását. Ezen belül a nemzeti jövedelem, illetve a külföldi jövedelemszint fontos befolyásoló tényező. Az árfolyamra vonatkozó várakozásoknak viszont nincsen befolyásoló ereje a tényleges árfolyam stacioner állapotának kialakulásában. Tehát azt a várakozások egyáltalán nem befolyásolják.[10]

Az árszínvonal stacionárius állapothoz tartozó szintjének meghatározása esetén a helyzet már egy kissé bonyolódik: a nemzeti jövedelem, a külföldi jövedelemszint, a külföldi kamatláb, az árupiac alkalmazkodási sebessége, a devizapiac alkalmazkodási sebessége, az árak relatív árának paramétere, valamint a belföldi kamatláb paramétere határozza meg. Ezáltal a mind a pénzpiac, mind a devizapiac, és – természetesen – az árupiac is szerepet játszik annak értékének meghatározódásakor. Ha a várakozások oldaláról vizsgáljuk a stacionárius állapotot, megállapítható, hogy nem befolyásol a várakozásoknál bevezetett β paraméter.

[10] Abban az esetben befolyásolná az árfolyamvárakozás a hosszú távú egyensúlyi valutaárfolyamot, ha a várakozásoknál szereplő β paraméter megjelenne a stacionárius állapotot meghatározó vektor árfolyamot jellemző tagjában.

A továbbiakban a stabilitásvizsgálat bemutatása következik. A differenciaegyenlet-rendszer stacionárius állapota akkor, és csak akkor stabil, ha $|I - A| \neq 0$, valamint az $A$ együtthatómátrix sajátértékei abszolút értékben 1-nél kisebbek. (Galor 2005)
Az egységmátrix és az együtthatókat tartalmazó mátrix különbségének determinánsa:

$$det|I - A| = (1 - \beta)\ \mu(\kappa + \omega)\left(\pi\delta + \frac{\sigma}{\lambda}\right)\frac{1}{1 + \mu(\kappa + \omega)} \tag{29}$$

Egy szorzat akkor lehet nulla, ha valamely tényezője nulla.

- $\beta$ értéke a várakozásokra vonatkozó egyenletben határozódott meg. Amennyiben $\beta$ étéke 1, ekkor a gazdasági szereplők árfolyamra vonatkozó várakozása megegyezne az előző időszakban várt értékkel, azaz $e_t^{exp} = \beta e_{t-1}^{exp}$. Ezáltal a tanulási folyamat nem játszana szerepet a várakozások tekintetében. Valamint a modell leírásának elején történt megkötés arra vonatkozóan, hogy $0 < \beta < 1$.
- $\mu$ értéke a (22) egyenletből következően nem lehet 0.
- $(\kappa + \omega)$ esetében a $(\kappa = -\omega)$ összefüggés érvényessége esetén lehetne ez a multiplikatív tényező 0. A devizakeresletet, illetve devizakínálatot leíró egyenletekből következően ez az eset nem állhat fenn, hiszen akkor a devizakeresletet, valamint a devizakínálatot ugyanabba az irányba befolyásolná az árfolyam értéke.
- $\pi\delta + \frac{\sigma}{\lambda}$ esetén a $\pi\delta = -\frac{\sigma}{\lambda}$ összefüggés fennállása eredményezné a tényező 0 voltát. $\pi$, az árupiac alkalmazkodási sebességének természetes alapú logaritmusa negatív szám, mert az ide tartozó egyenlet nem logaritmizált változatban ez az érték 0 és 1 közé esik, így a természetes alapú logaritmusa negatív. Ezáltal $\pi\delta > 0$ érvényben van. $\lambda$ és $\sigma$ is negatív számok, így hányadosuk pozitív. Ebből következően a $\pi\delta = -\frac{\sigma}{\lambda}$ összefüggés nem állhat fenn.
- $\frac{1}{1+\mu(\kappa+\omega)}$ összefüggés esetén is a már bemutatott gondolatmenetet vihetjük tovább. $\mu, \omega, \kappa$ negatív számok, hiszen mindegyik paraméter egy 0 és 1 közé eső paraméter természetes alapú logaritmusa. Ebből következően a nevező minden esetben pozitív.

A másik feltétel teljesülésének igazolásához ki kell számítani az együtthatómátrix sajátértékeit. A sajátértékek ekkor

$$\tau_1 = \beta \tag{30}$$

$$\tau_2 = \frac{1}{1 + \mu(\kappa + \omega)} \tag{31}$$

$$\tau_3 = 1 - \pi\delta - \frac{\sigma}{\lambda} \tag{32}$$

Belátható, hogy mindhárom sajátérték esetén teljesül a feltétel, hogy $|\tau_i| < 1,\ \ i \coloneqq 1,..,3$
Az első sajátérték nem más, mint az adaptív várakozásoknál meghatározott paraméter. Erről kikötöttük, hogy $0 < \beta < 1$. A második sajátérték szintén egy 1-nél kisebb számérték, hiszen egynél nagyobb szám áll a hányados nevezőjében. A harmadik sajátérték tekintetében is megállapítható, hogy $|1 - \pi\delta - \frac{\sigma}{\lambda}| < 1$. Ebből következően a modell stacioner állapota stabil, azaz akármilyen sokk éri a modellezett gazdaságot, a rendszer akár végtelen hosszú idő alatt visszatér stacioner állapotába, így a stacioner állapot a modell hosszú távú egyensúlyának is tekinthető.

A differenciaegyenlet-rendszer megoldását, és ezáltal a modell megoldását a következőkben határozzuk meg.

Jelölje $\bar{G}_0 := \begin{bmatrix} e_0^{exp} \\ e_0 \\ p_0 \end{bmatrix}$ a kezdeti értékek vektorát.

Ebben az esetben a differenciaegyenlet-rendszer megoldása:

(33)

$$\bar{G}_t = \begin{bmatrix} \beta & 1-\beta & 0 \\ 0 & \frac{1}{1+\mu(\kappa+\omega)} & 0 \\ 0 & \pi\delta & 1-\pi\delta-\frac{\sigma}{\lambda} \end{bmatrix}^t \left( \begin{bmatrix} e_0^{exp} \\ e_0 \\ p_0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \frac{[\zeta(y_{t-1}+\vartheta)-\xi y^*]}{\kappa+\omega} \\ \frac{[\zeta(y_{t-1}+\vartheta)-\xi y^*]}{\kappa+\omega} \\ \frac{[\zeta(y_{t-1}+\vartheta)-\xi y^*]\pi\delta}{(\kappa+\omega)\left(\pi\delta+\frac{\sigma}{\lambda}\right)} + \left[\left(\gamma-1-\frac{\varphi}{\lambda}\right)y_{t-1}+\frac{\sigma}{\lambda}m_{t-1}+\pi u\right]\frac{1}{\left(\pi\delta+\frac{\sigma}{\lambda}\right)} \end{bmatrix} \right) + \begin{bmatrix} \frac{[\zeta(y_{t-1}+\vartheta)-\xi y^*]}{\kappa+\omega} \\ \frac{[\zeta(y_{t-1}+\vartheta)-\xi y^*]}{\kappa+\omega} \\ \frac{[\zeta(y_{t-1}+\vartheta)-\xi y^*]\pi\delta}{(\kappa+\omega)\left(\pi\delta+\frac{\sigma}{\lambda}\right)} + \left[\left(\gamma-1-\frac{\varphi}{\lambda}\right)y_{t-1}+\frac{\sigma}{\lambda}m_{t-1}+\pi u\right]\frac{1}{\left(\pi\delta+\frac{\sigma}{\lambda}\right)} \end{bmatrix}$$

Az időtől függő tag a rendszer dinamikáját, azaz a konvergencia sebességét, illetve irányát és módját határozza meg.

Az egyensúlyi megoldást abban az esetben tekinthetjük stabilnak, ha az időtől függő tag – jelen esetben $\begin{bmatrix} \beta & 1-\beta & 0 \\ 0 & \frac{1}{1+\mu(\kappa+\omega)} & 0 \\ 0 & \pi\delta & 1-\pi\delta-\frac{\sigma}{\lambda} \end{bmatrix}^t$ - határértéke a végtelenben nulla. Ez a feltétel ekvivalens a korábban már levezetett feltétellel, amely szerint az egységmátrixból kivont együtthatómátrix sajátértékeinek abszolút értékben 1-nél kisebbnek kell lenniük (Galor 2005).

Összefoglalva, a hosszú távú egyensúlyi árfolyam nem függ a várakozásoktól, de az árszínvonaltól sem. A hosszú távú egyensúlyi pontban a várt árfolyam és a tényleges árfolyam megegyezik. Ezáltal a gazdasági szereplők tanulási folyamata 'hatásosnak bizonyul' abban az értelemben, hogy a valutaárfolyamra vonatkozó becsléseiket helyesen korrigálják időről-időre, így hosszú távon a várt árfolyam és a tényleges árfolyam megegyezik. A stacionárius állapot stabilnak tekinthető. A várakozások a rendszer stabilitási tulajdonságait közvetlenül nem változtatják.

Rövid távon tapasztalható a várt árfolyam és a tényleges árfolyam között eltérés, viszont hosszú távon ez nem tapasztalható.

## 5. Egy politikai bejelentés, illetve hír hatása a várt valutaárfolyamra

Egy nemzetgazdaság vezetői bejelentéseikkel akár befolyásolhatják is nemzeti valutájuk árfolyamát. Egy politikus bejelentése a befektetők hangulatán keresztül, közvetetten hat a várakozásokra. A befektetők 'hangulata' hat a vizsgált állam export, illetve import teljesítményére, ebből következően pedig hat a hazai jövedelemszintre és a hazai valuta árfolyamára.

Egy olyan nemzetgazdaságot vizsgálunk, amelyben egy apriori pozitív politikai bejelentés a valutaárfolyamot lefelé mozdítja, azaz felértékeli a hazai fizetőeszközt a külföldi fizetőeszközökkel szemben. Pontosabban a gazdasági szereplők nemzeti valutájuk árfolyamának csökkenésére számítanak. Ha negatív bejelentés történik, ekkor a szereplők a

valutaárfolyam emelkedésére, azaz a hazai fizetőeszköz leértékelődésére számítanak. Ebben a modellben a gazdasági szereplőknek általánosan az a kedvezőbb szituáció, amikor a valutaárfolyam alacsony. Gondoljunk itt hazai fogyasztókra.
Egy effajta politikai bejelentés háromféleképpen tud hatni gazdasági szereplők várakozásaira. Pozitívan, negatívan, illetve semlegesen. A szemüveg, amely mögül vizsgáljuk az esetet nem más, mint hogy a gazdasági szereplők számára az a kedvezőbb, minél alacsonyabb az árfolyam.

i. Amennyiben a bejelentés semleges, nem változtatja a gazdasági szereplők árfolyamra vonatkozó várakozását, azaz a következő időszak várt árfolyama a korábban bemutatott, árfolyamvárakozásokra vonatkozó összefüggés alapján kerül megállapításra.
ii. Ha a gazdasági szereplők valutaárfolyamra vonatkozó várakozásai szempontjából negatív bejelentés történt, ekkor saját valutájuk leértékelődésére számítanak, azaz az árfolyam emelkedni fog a külföldi valutához képest.
iii. Amennyiben egy olyan pozitív bejelentés történt, amely kedvezőbb befektetői hangulatot idéz elő, illetve a gazdasági szereplők árfolyamra vonatkozó várakozásait pozitív irányban befolyásolja, akkor a szereplők várt valutaárfolyama csökkenni fog.

Mindezen megállapításokat, feltételezéseket szemléltetni lehet az előző fejezetben megkonstruált modell felhasználásával. A politikai bejelentés a gazdasági szereplők árfolyamra vonatkozó várakozásait változtatja, mint külső tényező. Azaz a tanulási folyamatba nem épül be közvetlenül a politikai bejelentés súlya, hanem egyfajta exogén tényezőként változtatja a hazai fizetőeszköz árfolyamára vonatkozó várakozásokat.
A kiinduló modell a (24) rendszer. Módosítsuk a várakozásokra vonatkozó egyenletet a következők szerint: mivel a (12) egyenlet már az árfolyamvárakozásokra vonatkozó logaritmizált egyenlet, így az eredeti összefüggés a következő:

(34) $$\frac{E_t^{exp}}{E_{t-1}} = \left(\frac{E_{t-1}^{exp}}{E_{t-1}}\right)^{\beta},$$

Ebben az esetben a politikai bejelentést multiplikatív tényezőként épül be a modellbe. Ezáltal az előző időszak várt és tényleges árfolyamának hányadosát nemcsak $\beta$ súllyal vesszük figyelembe, hanem

(35) $$\frac{E_t^{exp}}{E_{t-1}} = \left[\left(\frac{E_{t-1}^{exp}}{E_{t-1}}\right)^{\beta}\right] J$$

Ahol $J$ jelképezi a politikai bejelentés 'súlyát'. $J$ egy pozitív várható értékű, véges szórású valószínűségi változó.

i. Amennyiben $J = 1$, a bejelentés nem befolyásolta a gazdasági szereplők döntéseit. Ha $J = 1$, a logaritmizált egyenlet sem változik, hiszen abban az esetben additív tagként jelenne meg $ln(1) = 0$.[11]
i. Amennyiben $J < 1$, ekkor a politikai bejelentés következtében a gazdasági szereplők a devizaárfolyam csökkenésére számítanak hazai valuta/külföldi valuta paritásban, azaz kevesebb hazai valutát kell adni egy egység külföldiért cserébe. Ekkor $ln(J) < 0$.
ii. Ha $J > 1$, ekkor a hazai valuta leértékelődésére számítanak a szereplők a politikai bejelentés hatására, azaz a valutaárfolyam várhatóan nőni fog a kedvezőtlenebb belpolitikai helyzet következtében, $ln(J) > 0$Ezáltal a logaritmizált egyenlet:

[11] Ebből következően az előző fejezetben bemutatott modell a most bemutatandónak egy olyan speciális esete, amikor $J = 1$.

(36) $$e_t^{exp} = \beta e_{t-1}^{exp} + (1-\beta)e_{t-1} + \rho$$

Ahol $\rho = ln(J)$

A modell többi egyenlete megegyezik az előző fejezetben bemutatottakkal. Ekkor az egyenletrendszer:

(37) $$\begin{bmatrix} e_t^{exp} \\ e_t \\ p_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta & 1-\beta & 0 \\ 0 & \frac{1}{1+\mu(\kappa+\omega)} & 0 \\ 0 & \pi\delta & 1-\pi\delta-\frac{\sigma}{\lambda} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_{t-1}^{exp} \\ e_{t-1} \\ p_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \rho \\ \frac{\mu}{1+\mu(\kappa+\omega)}[\zeta(y_{t-1}+\vartheta)-\xi y^*] \\ \left(\gamma - 1 - \frac{\varphi}{\lambda}\right) y_{t-1} + \frac{\sigma}{\lambda} m_{t-1} + \pi u \end{bmatrix}$$

A rendszer stacionárius állapotát leíró vektor a következőképpen módosul:

(38) $$\bar{\mathcal{E}} = \begin{bmatrix} \frac{\rho}{1-\beta} + \frac{[\zeta(y_{t-1}+\vartheta)-\xi y^*]}{\kappa+\omega} \\ \frac{[\zeta(y_{t-1}+\vartheta)-\xi y^*]}{\kappa+\omega} \\ \frac{[\zeta(y_{t-1}+\vartheta)-\xi y^*]\pi\delta}{(\kappa+\omega)\left(\pi\delta+\frac{\sigma}{\lambda}\right)} + \left[\left(\gamma - 1 - \frac{\varphi}{\lambda}\right) y_{t-1} + \frac{\sigma}{\lambda} m_{t-1} + \pi u\right] \frac{1}{\left(\pi\delta+\frac{\sigma}{\lambda}\right)} \end{bmatrix}$$

Amennyiben a politikai bejelentés várható következményét figyelembe vesszük, ebben az esetben a hosszú távú egyensúlyi állapot módosul. Ekkor a hosszú távú várt árfolyam abban az esetben fog megegyezni a tényleges árfolyammal, amikor $\rho = 0$, azaz J = 1. Tehát a releváns feltétel az, amikor vagy nem történik bejelentés, vagy semmilyen befolyással nincsen a várt árfolyamra.

Amennyiben történik bejelentés, $\rho$ értéke meghatározza a további hosszú távú egyensúlyi megoldást. Az, hogy a politikai bejelentés súlya felfelé vagy lefelé módosítja a hosszú távú várt árfolyamot a paraméterek tényleges értékétől függ.

- β-ról érvényben van az a kikötés, hogy 0 és 1 közé eső szám, ezáltal $\frac{\rho}{1-\beta}$ hányados nevezője 1-nél kisebb.
- Ha negatív bejelentés történt, a valutaárfolyam emelkedésére számítanak a gazdasági szereplők, azaz J > 1. Ebben az esetben $\rho$ értéke pozitív szám. Így a hányados előjele pozitív lesz, azaz a hosszú távú várt árfolyam magasabb lesz, mint a ténylegesen bekövetkező, a gazdasági szereplők a tényleges hosszú távú valutaárfolyam 'fölé' lövik azt az árfolyamot, amelyre számítanak, hosszú távon pesszimistábbá válnak, mint a bejelentés előtt.
- Ha pozitív bejelentés történt, a fent leírtakból következően $\rho < 0$, ezáltal $\frac{\rho}{1-\beta}$ hányados negatív előjelet kap. Ennek jelentése, hogy a gazdasági szereplők a hosszú távú

valutaárfolyam értékét alacsonyabbra várják, mint a tényleges hosszú távú árfolyamé. Így lefelé történik egy 'túllövés'. Tehát hosszú távon optimistábbá válnak.

Amikor a gazdasági szereplők figyelembe veszik a politikai bejelentéseket a valutaárfolyamra vonatkozó várakozásaik megállapításánál, módosítani fogja a bejelentés a várakozásaikat.

Párhuzamot vonva Dornbusch modelljével, a gazdasági szereplők valutaárfolyamra vonatkozó várakozásaik tekintetében megfigyelhető egy hasonló jelenség, mint az eredeti Dornbusch modellben: ez a jelenség megint az overshooting, azaz túllövés. Ha egy negatív bejelentés történik, a szereplők nagyobb mértékű valutaárfolyam-növekedést várnak, mint az aktuális. Ha pozitív bejelentés történik, akkor a szereplők alacsonyabb árfolyamra számítanak, mint az aktuális árfolyam. Ezáltal az árfolyamok várt értékeire vonatkozóan megfigyelhető az overshooting jelensége. Mindennek bizonyítéka, hogy pozitív bejelentések esetén a hosszú távú várt árfolyam a ténylegesen bekövetkező alatt van, negatív bejelentés esetén a várt érték a tényleges felett tapasztalható. A stacionárius állapothoz tartozó tényleges valutaárfolyam kialakulását viszont sem a valutaárfolyamra vonatkozó várakozások, sem semmiféle kívülről jövő információ nem befolyásolja, a hosszú távú, tényleges árfolyam pusztán a gazdaság tényleges teljesítményét tükröző változóktól függ, pusztán a reálváltozók alakulása alakítja ki a tényleges árfolyamot. Egy-egy politikai bejelentés, intézkedés, illetve a gazdasági szereplők várakozásai csak rövid távú sokkokat eredményezhetnek a valutaárfolyam alakulásának tekintetében. Egy-egy ilyen bejelentés rövid távon képes befolyásolni a szereplők várakozásait, viszont a hosszú távú, ténylegesen bekövetkező árfolyamot nem. Ebből következően, amennyiben egy nemzetgazdaság kormánya befolyásolni szeretné az állam fizetőeszközének a külföldi fizetőeszközökhöz viszonyított árát, a reálváltozókra érdemes koncentrálnia, olyan reformokat bevezetnie, amelyek a devizaárfolyamra közvetlen hatással vannak. Egy-egy bejelentés hatása rövid távon eredményezhet eltérést negatív és pozitív irányba is, viszont a hosszú távú egyensúlyi árfolyam befolyásolására nem alkalmas.

## Összefoglalás

A tanulmány egy empirikusan megfigyelhető jelenség vizsgálatának gondolatával kezdődött: egy politikai bejelentés módosítja a vizsgált nemzetgazdaság valutaárfolyamának értékét.

Kedvező bejelentés valutafelértékelődést eredményez, negatív bejelentés valutaleértékelődéssel jár.[12] Azaz egy politikus bejelentése módosítani tudja az adott ország nemzeti fizetőeszközének árát. Ennek magyarázata elsősorban a gazdasági szereplők várakozásaiban keresendő. Rüdiger Dornbusch 1976-ban publikálta tanulmányát, amelyben a valutaárfolyam változásának elemzésébe a gazdasági szereplők várakozásait is vette figyelembe. (Dornbusch [1976]). Ezt a modellt alapul véve, de a várakozástípust adaptívra cserélve és a diszkrét esetet vizsgálva alakítottam ki egy modellt, amely egy kis nyitott gazdaság valutaárfolyamának alakulását hivatott modellezni. A modellből következően a hosszú távú egyensúlyi árfolyam és a várt árfolyam megegyezik, ezáltal a modellbe beépített tanulási folyamat hatásosnak bizonyult. A hosszú távú egyensúlyi állapotot viszont csak reál tényezők alakítják, a várakozásoknak nincsen befolyásoló ereje.

Majd beépítésre került egy olyan tényező, amely jelezni képes egy politikai bejelentés következményét. Egy ilyen bejelentés a gazdasági szereplők árfolyamra vonatkozó várakozásait tudja befolyásolni. Ezáltal az árfolyamvárakozást meghatározó egyenletbe építendő be a bejelentés súlya. A politikai bejelentés közvetlenül a várt valutaárfolyam mértékét befolyásolta, a rendszer – mint ahogyan a kiinduló modell is – stabilnak bizonyult. Ekkor a

[12] A tanulmányban azt az esetet tekintem kedvezőbbnek a gazdasági szereplők részéről, amikor a valutaárfolyam alacsonyabb hazai valuta/külföldi valuta arányában.

politikai bejelentés súlya a hosszú távú várt árfolyamot befolyásolja, viszont a tényleges árfolyamot nem.

**Felhasznált irodalom**


[1.] Bollen, J. – Mao, H. – Pepe, A.: Modeling Public Mood and Emotion: Twitter Sentiment and Socio-Economic Phenomena. In The Fifth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media (p. 450-53). 2011

[2.] Dornbusch, R.: Expectations and exchange rate dynamics, Journal of Political Economy, Vol. 84, No. 6 (Dec., 1976), pp. 1161-1176.

[3.] Freiden, J. – Goldsmith, R. – Takacs, S. – Hofacker, C.: Information as a product: not goods, not services. Marketing Intelligence & Planning, 16(3), 210-220. 1998

[4.] Galashin, M., Kanz, M., & Perez-Truglia, R. Macroeconomic Expectations and Credit Card Spending (No. w28281). National Bureau of Economic Research 2020

[5.] Galor, O.: Discrete Dynamical Systems – 2005, Brown University

[6.] Nerlove, M.: Adaptive expectations and cobweb phenomena. The Quarterly Journal of Economics, 72(2), 227-240.1958

[7.] Pete Péter: Bevezetés a monetáris makroökonómiába – Osiris Kiadó Budapest, 1996

[8.] Takagi, S.: Exchange rate expectations: a survey of survey studies. Staff Papers, 1991, 38.1: 156-183



**Lektorálta:** Prof. Dr. Meyer Dietmar, Professor Emeritus, Andrássy Universität Budapest

# A MAGATARTÁSI ELEMEK MEGJELENÉSE A STRATÉGIAI MENEDZSMENTBEN

**Fodor Péter Kristóf**
*Miskolci Egyetem, PhD hallgató, peter.fodor@uni-miskolc.hu*

**Absztrakt**
A döntések vizsgálatát alapvetően meghatározta az operációkutatás fejlődése és eredményei a stratégiai döntéshozatalban. Az operációkutatás, mint téma az 1960-as években volt a legnépszerűbb. Ezen tudományterület kutatói azt a célt tűzték ki maguknak, hogy olyan módszereket dolgozzanak ki, amelyekkel nagy mennyiségű információt képesek feldolgozni és ezáltal optimális döntéseket tudjanak hozni. Ez a megközelítés viszonylag rövid ideig élt, már a 70-es évek közepén felismerésre kerültek korlátai. A racionalitás, és az optimális döntések vizsgálatának kritikájaként jelentek meg a magatartástudományra alapozott megközelítések. A magatartás-orientált megközelítést olyan kiemelt szereplők hangoztatták -többek közt- mint Herbert Simon, John Child, Philip Bromiley, Harold J. Leavitt vagy a magyarok közül Nemes Ferenc. Herbert Simon a korlátozott racionalitás elméletét -amiért Nobel díjat is kapott- a rosszul strukturált problémákra, -mint amilyenek a tipikus stratégiai döntések is-, dolgozta ki. Megközelítése szerint a döntéshozók nem az optimális, hanem csak a kielégítő megoldásokra törekszenek. Leavitt nagysikerű könyvében a Corporate Pathfinders-ben fejti ki nézeteit a vezetők magatartásáról, és ez alapján három típusú vezetőt állapít meg: az iránykijelölőt, a probléma megoldó továbbá a megvalósítót. Nemes Ferenc szociológus hasonlóan közelítette meg a témát, és az 1970-es években Magyarországon vizsgálta a vezetői magatartást. Ő kétféle vezetőt állapít meg: a kívülről, valamint a belülről irányított vezetőt. Philip Bromiley The behavioral foundations of strategic management című könyvében szembe állítja a magatartás orientált megközelítést további nézetekkel, illetve lefekteti a stratégiai menedzsment viselkedési megközelítésének alapjait.
Ezen tanulmány célja a szakirodalmi feldolgozáson keresztül, hogy feltárja a stratégiai menedzsment magatartásorientált megközelítéseit, és azok alaposabb vizsgálatával hozzájáruljon megértéséhez.

***Kulcsszavak**: stratégiai menedzsment, magatartás, döntéshozatal*

## 1. Bevezetés

A stratégiai menedzsment alapvetően azzal foglalkozik, hogy megértsük, miért teljesítenek egyes vállalatok jobban, mint mások. A magatartás-orientált elmélet célja, hogy a stratégiai menedzsmentet az emberi megismeréssel kapcsolatos reális feltételezésekre, a választás, az érzelmek és a társadalmi interakciók leíróan pontos mozgatórugóira alapozza. A viselkedési stratégia a pszichológia és a viselkedési közgazdaságtan meglátásainak a stratégiai menedzsment kutatásában és gyakorlatában való alkalmazására utal.

A terület egyik meghatározása szerint "a magatartási stratégia a kognitív és szociálpszichológiát ötvözi a stratégiai menedzsment elméletével és gyakorlatával. A magatartási stratégia célja, hogy az emberi megismeréssel, érzelmekkel és társas viselkedéssel kapcsolatos reális feltevéseket bevezesse a szervezetek stratégiai menedzsmentjébe, és ezáltal gazdagítsa a stratégiaelméletet, az empirikus kutatást és a valós gyakorlatot" (Powell, Lovallo, & Fox, 2011) Az ötlet, hogy a pszichológiának befolyásoló szerepe van az üzleti döntésekre, stratégiákra nem új keletű, már a hatvanas évektől kezdődően is megjelentek hasonló megközelítések például: Cyert és March 1963 (A behavioral theory of the Firm), Kahneman és Lovallo 1993 (Timid

choices and bold forecasts: a cognitive perspective on risk-taking.), Schwenk 1984 (Cognitive simplification processes in strategic decision-making) stb.

Jelen tanulmányban négy olyan művet dolgozok fel, amelyek nagy hatással voltak a tématerületre, és amelyeken keresztül könnyebben megérthető a magatartás orientált stratégiai menedzsment nézete.

## 2. Magatartási elmélet, mint a racionalitás kritikája

Ez a könyv amellett érvel, hogy a racionalitás és a piaci egyensúly feltételezései nincsenek összhangban a szigorú stratégiai menedzsmentkutatással, így a stratégiai menedzsmentnek viselkedési feltételezéseket kell elfogadnia.

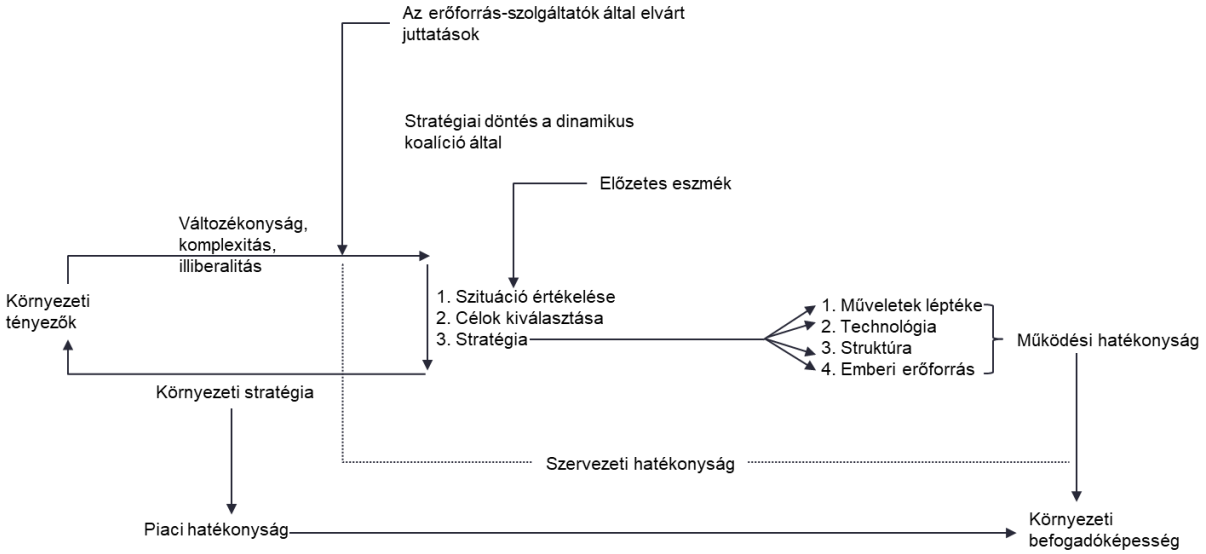
(Bromiley, 2005) abból indul ki, hogy amikor a kutatók feltételezik, hogy a cégek jobb vagy rosszabb döntéseket hozhatnak, akkor implicit módon viselkedési szemléletet fogadnak el. A racionalitás és az egyensúlyi feltételezések által okozott problémák vizsgálata után a szerző felvázolja a stratégiai menedzsment viselkedésalapú megközelítésének alapjait. A könyv foglalkozik azzal, hogy a viselkedésalapú megközelítés hogyan kapcsolódik a stratégiai menedzsmenttudomány több fő irányzatához, és feltárja a releváns módszertani kérdéseket. Összességében a könyv meggyőzően érvel amellett, hogy a viselkedési szemlélet a legjobb alapot kínálja a stratégiai menedzsment tudományának.

Bromiley felállít egy modellt is a magatartási alapokra építve. Kutatása alapján az e modell alapján működő cégek kölcsönhatásba léphetnek a piacokon. Az árak és a kibocsátás optimális megválasztása helyett a viselkedési modellek az alkalmazkodást szekvenciális visszacsatolással jelzik előre. Az ilyen visszacsatolás azt jelenti, hogy a cégek a legtöbb dologra értelmesen reagálnak. Ha a bérek emelkednek, a termelési költségek meghaladhatják a célkitűzések szintjét. Az ezt követő elemzés a termelésben kezdődik, és azt keresi, hogyan lehet a termelési költségeket elfogadhatóvá tenni. A munkaerő tőkével történő helyettesítése lehet az egyik megoldása. Azokban a modellekben, ahol a világ egyszerű, stabil és kellemes funkcionális formákat követ, az alkalmazkodás végül olyan eredményekhez vezethet, amelyek hasonlítanak az optimalizáló elméletek előrejelzéseire. Azonban, véleménye szerint, ez általában nem igaz. A világ összetett, nem teljesen stabil, és nem követ szép funkcionális formákat, így a vállalatok ritkán érnek el ilyen optimális értékeket. Ebben a modellben a cégek értelmesen viselkednek, de nem optimálisan.
A legtöbb cég nyereségre törekszik. Mivel a törekvések a múltbeli teljesítmény fölé emelkednek, a cégek keresik a nyereség növelésének módjait. Így a viselkedési modellek az ésszerű viselkedés logikáját követik - ha a cégek tudják, hogy valami növelné a profitot, akkor azt többnyire meg is teszik.
Ez két erős figyelmeztetéssel jár. Először is abban különbözik az optimális döntéshozataltól, hogy az optimális döntéshozatal azt mondja, hogy a cégek azonnal optimalizálják a teljesítményt, nem pedig azt, hogy a magasabb teljesítmény felé tendálnak. Másodszor, a nagyobb teljesítményre való hajlamot egy összetett folyamat részének tekinti, amelyben számos más tényező is befolyásolja a vállalatot.

## 3. Domináns koalíció

Child (1972) tanulmányában arra a következtetésre jut, hogy a szervezeti struktúra elméletével foglalkozó számos mű nem tartalmazza a formális struktúrák változatosságának közvetlen forrását, nevezetesen azoknak a stratégiai döntéseit, akik a szervezetben hatalmi befolyással

rendelkeznek. Ebben a tekintetben az általuk áttekintett elméleti modellek a szervezeti struktúrát távolabbról próbálják megmagyarázni. Az említett modellek felhívják a figyelmet a hatékony struktúrák kiválasztásának lehetséges korlátjaira, de nem veszik figyelembe magát a választási folyamatot, amelyben a gazdasági és adminisztratív követelményeket az érintett szereplők mérlegelik a saját és/vagy más szervezeti tagok által preferált struktúra működtetésének lehetőségeivel szemben.




**1. ábra: A stratégiai döntéshozatal szerepe a szervezetelméletben**
Forrás: *Child, (1972)* alapján saját szerkesztés

Child tanulmányában megalkot egy modellt is, amely összefoglalja a főbb feltételezéseit, összefüggéseket. Ebben az elméleti modellben a domináns koalíció stratégiai választásának gyakorlása egy olyan folyamatra utal, amelynek első szakaszában a koalíció tagjai értékelik szervezetük helyzetét - milyen elvárásokat támasztanak az erőforrás-szolgáltatók, például az üzleti részvényesek, milyen tendenciát mutatnak az események a környezetben, milyen volt a szervezet közelmúltbeli teljesítménye, mennyire megfelelő a jelenlegi belső konfiguráció és így tovább. A szervezet céljainak vagy célkitűzéseinek megválasztása ezen elemzésből következik, és tükröződik a stratégiai cselekvésben, amelyről döntés születik. A külső változók tekintetében a stratégiai cselekvés magában foglalhatja az adott piacokra vagy tevékenységi területekre való belépést vagy onnan való kilépést annak érdekében, hogy megpróbáljon kedvező keresletet vagy választ biztosítani, amely a szervezet termékeinek vagy szolgáltatásainak magas értékelésében nyilvánul meg.

A belső változók tekintetében a stratégiai fellépés a rendelkezésre állás és az oszthatatlanság korlátain belül kísérletet tesz arra, hogy a munkaerő, a technológia és a strukturális intézkedések olyan konfigurációját hozza létre, amely mind belsőleg konzisztens, mind pedig a tervezett műveletek nagyságrendjével és jellegével összhangban van. Az így elért "megfelelőség" határozza meg a biztosított hatékonyság szintjét, amelyet a költségekhez viszonyított teljesítmény fejez ki. A hatékonyság és a kereslet kapcsolata határozza meg a szervezet általános teljesítményszintjét. Az elért teljesítményt a domináns koalíció információs inputjának tekintik. A szervezeti folyamatok e sémáján belül helyezkedik el a szervezeti struktúra, a környezet és a teljesítmény elemzése.

## 4. A vezetők szerepe a stratégiai menedzsmentben

Harold Leavitt a Stanford Egyetem professzora 1986-ban publikálta nagyhatású könyvét Corporate Pathfinders címmel, melyben igen erősen mutatkoznak a magatartás-alapú stratégiai menedzsment alapjai. A mű alapvetően a vezetési folyamattal és a vezetők személyével foglalkozik. A vezetést, mint folyamatot három fázisra bontja: az iránykijelölés, a probléma megoldás és legvégül a megvalósítás. Az iránykijelölés (pathfinding) szakasz a vállalat hosszú távú terveinek, jövőképének kialakítását jelenti. A probléma megoldás (problem solving) az információk feldolgozását, elemzést, döntési alternatívák kialakítását foglalja magába. A megvalósítás (implementing) pedig az elfogadott stratégia realizálását jelenti, ahol a szerző kiemeli, hogy fontos szerepe van a vállalat tagjainak motiválásának, befolyásolásának, a kialakított irányvonal elfogadtatásának, hogy a szervezet tagjai magukénak érezzék, és elfogadják a vezetők által kialakított irányvonalat. Leavitt szerint ez a három feladat egy-egy vezetői stílust is jelent, így létezik iránykijelölő, probléma megoldó és megvalósító vezető. Fontos kiemelni, hogy ezen stílusok nem minden esetben jelennek meg tisztán elhatárolva, gyakran keveredve figyelhetjük meg őket. Leavitt professzor véleménye szerint mindhárom típusú vezető szükséges egy szervezet hosszú távon is hatékony működtetéséhez. Azonban vizsgálata alapján kijelenti, hogy a gyakorlatban (USA hetvenes-nyolcvanas éveire alapozva) probléma, hogy csak nagyon kevés számú iránykijelölő vezető található, akik karizmatikus egyének, képesek újszerű gondolkodásra és az innovációra. Ennek a problémának az egyik okát az oktatásban látja, mivelhogy az oktatási rendszer olyan szakembereket képez, akik kevésbé képesek a váratlan helyzetek kezelésére. A business school-okban oktatott tantárgyak főleg az elemzői feladatokra készítik fel a hallgatókat, mint például pénzügyi elemzés, piacelemzés, költségelemzés. A probléma ezzel az, hogy kevés hangsúly helyeződik az újszerű megoldások keresésére, az innovációkra, az egyedi gondolkodásmódra, amelyekre kifejezetten szükség van egy vállalat hatékony vezetéséhez.

## 5. Magatartási elemek megjelenése a hazai szakirodalomban

A hazai kutatók közül kevesen vizsgálták a területet, azonban Nemes Ferenc már az 1970-es években elkezdte kutatni a vezetői szerepfelfogást és magatartást. Leavitthez hasonlóan ő is különböző vezetői stílusokat, szerepfelfogásokat állapított meg. Kétféle típusú vezetői szerepet állapít meg tanulmányában: a kívülről és a belülről irányított vezetőt. (Nemes, 1981) A kívülről irányított vezetőre alapvetően kockázat és konfliktuskerülők, jól alkalmazkodnak a velük szemben támasztott elvárásokhoz, céljuk a jó kapcsolatok kialakítása, és ápolása. Ezzel szemben a belülről irányított vezetőkre jellemző a kezdeményezés, a kockázatvállalás, egy olyan felfogás, hogy a vezető feladata a szervezet előre mozdítása, a megújulás elérése. A belülről irányított vezetői típus esetén megfigyelhetünk valamilyen szintű párhuzamot Leavitt iránykijelölő vezetőjével. Tanulmányában empirikus kutatásra alapozva arra jutott, hogy jelentősen több kívülről irányított szerepfelfogású vezető található a magyar gazdaságban, mint ahány belülről irányított. Ennek okát egyrészt a politikai, gazdasági, társadalmi viszonyokkal magyarázza, másrészt pedig azzal, hogy a kívülről irányított vezetők kapnak nagyobb elismerést, jobb előmeneteli lehetőségeket. Ugyanakkor azt is megállapította, hogy azok a vállalatok, ahol az belülről irányított vezetők érvényesülnek, magasabb szintű gazdasági eredményeket érnek el.

## 6. Zárszó

A tanulmányban négy elismert szerző nézetét mutattam be, hogy véleményük szerint miért is fontos beépíteni a magatartási megközelítést a stratégiai menedzsmentbe. Bromiley alapvetően

arra helyezi a hangsúlyt, hogy miért is fontos ezen nézet alkalmazása, valamint egy modellt is alkot a magatartási alapokra építve. Child a domináns koalíció elméletét kifejtve hívja fel a figyelmet a magatartási elemek fontosságára. Leavitt és Nemes pedig az egyének, a vezetők szerepét hangsúlyozzák a stratégiai menedzsment folyamataiban.

Jelen rövid tanulmányban szándékom az volt, hogy szakirodalmi forrásokra támaszkodva feltárjam a magatartás alapú stratégiai menedzsment alapjait, a tématerület könnyebb megértése céljából.

**Irodalomjegyzék**


[1.] Balaton, K. (2021): A stratégai menedzsment magatartás-orientált megközelítése. In: *Köszöntők és tanulmányok Veresné Professzor Dr. Somosi Mariann 60. születésnapja tiszteletére.* Miskolc, Bíbor Kiadó 41-45.

[2.] Bromiley, P. (2005): *The behavioral foundations of strategic management.* Malden, MA: Blackwell Publishing.

[3.] Child, J. (1972): Organizational Structure, Environment and Performance: The Role of Strategic Choice. *Sociology,* (1) 1-22.

[4.] Leavitt, H. J. (1986): *Corporate Pathfinders.* Harmondsworth Middlesex, CA: Penguin Books.

[5.] Nemes, F. (1981): A vezetői szerepfelfogás és magatartás néhány problémája vállalatainknál. *Közgazdasági szemle,* (7-8) 796-806.

[6.] Powell, T. C., Lovallo, D., & Fox, C. R. (2011): Behavioral Strategy. *Strategic Management Journal,* 1369-1386.



**Lektorálta:** Balaton Károly, Professor Emeritus, Miskolci Egyetem

# A MAGYAR INGATLANÁRAK TERÜLETI ALAPON TÖRTÉNŐ ÖSSZEHASONLÍTÁSA

**Lipcsei Bence**
*Budapesti Corvinus Egyetem, Közgazdasági elemző mesterszakos hallgató,*
*bence.lipcsei@stud.uni-corvinus.hu*

**Absztrakt**
Kutatásom során a magyar ingatlanok árát vizsgáltam, a járások (Budapestre vonatkozóan a kerületek) szintjén lefolytatva az empirikus elemzést. A kutatás elsődleges célja az alábbi két kérdés megválaszolása volt: *Milyen tényezők alakítják az ingatlanárakat a területi kapcsolatokra való szűrést követően*, illetve *ezen tényezők közül melyek tekinthetők lokális (járási, illetve kerületi szintű) és melyek globális (országos) erővel bírónak*? A szakirodalom alapján a hedonikus árregressziók, illetve a Mixed Geographically Weighted Regression (a továbbiakban MGWR) modellek bizonyultak a vizsgálat legalkalmasabb eszközeinek.
Ennek megfelelően egy 96 912 megfigyelést tartalmazó adatbázis jelentette a kiindulást, amely az ingatlan.com oldal hirdetéseit tömörítette kilenc változó mentén. Ezen eladó ingatlanok egyedi tulajdonságait felhasználva számszerűsítettem a járásokat és kerületeket jellemző területi árindexet, mely az említett hedonikus módszertanon alapult. Következő lépésben a Központi Statisztikai Hivatal járási és kerületi szintekre rendelkezésre álló adatait használtam fel, hat kategória mentén. Demográfiai, gazdasági aktivitási, lakhatási, szociális, infrastrukturális és háztartási változókat gyűjtöttem össze, a korábbi elemzéseket alapul véve. A dimenziószám csökkentés céljából lefolytatott főkomponens elemzést követően a hat kategóriát felhasználva építettem egy benchmarkként funkcionáló OLS modellt. Ezt követően a térbeli kapcsolatok mérésére alkalmas tesztek eredményeit áttekintve arra a következtetésre jutottam, hogy releváns az MGWR modell alkalmazása. Ennek megfelelően ugyanazon hat kategóriára lefolytattam az MGWR elemzést, melynek eredményei alapján lehetőségem nyílt a két kezdeti kérdés megválaszolására.
Legfőbb megállapításom a következőképpen hangzott: *Az árak alakulását meghatározó legfontosabb változóknak a gazdasági aktivitás, a háztartás karakterisztikái, illetve a demográfiai mutatók bizonyultak, melyek közül az első kettő globális, a harmadik pedig lokális komponensnek mutatkozott.* Az alapvető célon, azaz a két kezdeti kérdés megválaszolásán túl további eredményekkel is szolgált a kutatás. Egyrészt megtörtént a szakirodalom összefoglalása révén az ingatlanárak elemzésére használt módszertanok horizontális – és a két alkalmazott eljárás esetében vertikális – bemutatása. Másrészt az árindex a korábban formalizált járási szintű mutatókkal összehasonlítható, így képet kaphatunk az időbeli dinamikákról is.

***Kulcsszavak:*** *Ingatlanárak, járások és kerületek, hedonikus regresszió, területi árindex, Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR)*

## 1. Bevezetés

**A lakóingatlan árak elemzésében két irányzat választható ketté**, melyek közül az első a **mikro**, míg a második a **makro** áralakító tényezőkre fektet hangsúlyt (Tomal, 2019). A valós hatást kifejtő tényezők azonosításakor a két megközelítést eltérő módszertan jellemzi. A mikro irányzat hedonikus modelleket alkalmaz, amelyekkel az egyes ingatlanok ára és tulajdonságai közötti kapcsolatot vizsgálja. A makro vonal pedig egy olyan megközelítés, amely a lakóingatlanok árai és egy adott területet leíró tényezők közötti összefüggéssel foglalkozik. Elemzésemben ezt a két irányzatot kombinálom egy hedonikus árindex megalkotásán, illetve

egy Mixed Geographically Weighted Regression (a továbbiakban MGWR) modell alkalmazásán keresztül. A területi árindex kiszámításához egy ingatlanokat hirdető weboldal adatait gyűjtöm le webscraping eljárással, majd hedonikus regressziós módszertant alalkalmazok. Ezt követően az eladó ingatlanokra előállított árindexet szerepeltetem a kapcsolatokat és magyarázóerőt feltáró MGWR modellemben, amellyel az áralakító tényezőket detektálom lokális (járási, illetve kerületi) és globális (országos) szinten.
A vizsgált téma szakirodalomba való illeszkedését mutatom be első lépésben, amely során az az ingatlanárakat potenciálisan magyarázó változók körét tárom fel. A következő lépésben ismertetem az alkalmazott módszerek elméleti és gyakorlati vonatkozásait, majd leírom az adatgyűjtés és -tisztítás folyamatát. Ennek bemutatásakor az árindex megalkotását helyezem először fókuszba, majd az MGWR modellezés következtetéseit ismertetem a benchmark modellek fényében az Eredmények fejezetben. Végezetül megfogalmazom az elemzés tanulságait. Dolgozatom egészét a két kutatási kérdésem megválaszolása köré építem fel, amelyek a következőképpen hangzanak

1. *Milyen tényezők alakítják az ingatlanárakat a területi kapcsolatokra való szűrést követően?*

2. *Ezen tényezők közül melyek tekinthetők lokális (járási, illetve kerületi szintű) és melyek globális (országos) erővel bírónak?*

## 2. A kapcsolódó szakirodalom áttekintése

Az elemzés első lépéseként áttekintettem a szakirodalmat, a feldolgozott tanulmányok alapján lehetőségem nyílt az ingatlanárakat potenciálisan magyarázó változók körének feltárására. A legnagyobb gyakorisággal megjelenő tényezőket a **demográfiai mutatók** jelentették. A legtöbb elemzésben a *migrációs index* jelent meg valamilyen formában, ez volt látható Tomal (2021), Cellmer et al. (2020), illetve Nistor és Reianu (2018) tanulmányában. Hasonlóan gyakori változónak minősült a *népsűrűség*, melyet Tripathi (2019), valamint Cellmer et al. (2020) is szerepeltetett az MGWR modelljében, illetve a *népességváltozás*, melyet Tomal (2019 és 2021), illetve Cellmer et al. (2020) alkalmazott.
A második tényezőcsoportot a **gazdasági aktivitást** leíró változók jelentették. A legbefolyásosabb változónak a *munkanélküliségi ráta* bizonyult, melyet Tomal (2019 és 2021), illetve Cellmer et al. (2020) is alkalmazott. Szintén fontos komponensnek mutatkozott a *regisztrált vállalkozások száma* (Cellmer et al., 2020), illetve a *munkavállalói jövedelem* (Nistor és Reianu, 2018).
A harmadik csoportba az alapvető **lakhatási** mutatók tartoztak, melyek az ingatlanpiac kínálati viszonyait tükrözik. Az *ingatlanok* és az *új építésű ingatlanok* száma (Tomal (2019 és 2021), valamint Nistor és Reianu (2018)) a leggyakrabban szerepeltett változók, melyek közel minden modellben relevánsnak bizonyultak. A *lakások alapterülete* ritkábban megjelenő adatsor (Cellmer et al., 2020), az MGWR modellekben viszont szignifikánsnak bizonyult.
A negyedik tényezőkategóriát a **szociális ellátási** változók jelentették. Ide sorolhatók az oktatáshoz, egyészségügyhöz, valamint az idősek ellátási rendszeréhez kapcsolódó mutatók. A tanulmányok többsége a hozzájuk köthető *intézményektől vett távolságok*kal számol, mint az Wu et al. (2019) munkájában is látható. Ezek mellett gyakori a *kórházak* (Belke és Keil, 2018), valamint a *kórházi ágyak* (Tomal, 2019 és 2021) számának szerepeltetése is a modellekben.
Az ötödik csoportba az **infrastruktúrát** jellemző adatsorok tartoztak. Ide sorolhatók a kiépített szolgáltató egységek, valamint a környezeti adottságok. A különösen nagy gyakorisággal megjelenő tényezők között a *parkolási lehetőségek* (Wu et al., 2019), illetve a *zöld területek* (Tomal (2021) és Cellmer et al., (2020)) nagysága szerepel.

Végezetül a **háztartásokra** jellemző adatok összegezhetők. A szakirodalom ezen vonatkozásban a *víz- és energiaellátási* tényezőkre, valamint a *fűtési* változókra tér ki részletesen (Tomal (2019 és 2021), valamint Helbich et al., (2014)).

## 3. Módszertan

### *3.1. Hedonikus regresszió*

Első lépésben az **ingatlanok szintjén rendelkezésre álló adatokat** aggregáltam a járási és kerületi egységekre. Ennek végrehajtásához árindexet képeztem, amely kiszámításához több módszer is rendelkezésre állt. A többszöri eladáson, illetve az értékelésen alapuló származtatott indexek felírását az adatok függvényében kizárni kényszerültem, így a hedonikus regresszió eljárását választottam eszközül. A módszerrel az adott jószág, az ingatlan sokféleségéből fakadó különbségek szűrhetők ki, hiszen azon alapszik, hogy egy tárgy haszna voltaképpen a tulajdonságaiból fakad (Horváth, 2007). A hedonikus árindex készítése során kihasználtam, hogy **az eltérő tulajdonságok hatásának kiszűrése után általános árszintet kaptam** az adott területre nézve. Tehát a hedonikus módszer során az ingatlanok árát a tulajdonságaikkal magyaráztam egy regressziós keretrendszerben az adott módon (Horváth, 2007):

$$p_j = b_0 + b_1 q_{1j} + b_2 q_{2j} + ... + b_p q_{pj} + u_j, \quad (1)$$

ahol $p_j$ a $j$-edik ingatlan árát jelöli, a $q_j$ pedig az adott tulajdonságot adja meg ugyanúgy a $j$-edik megfigyelésre. Az együtthatók az egyes tulajdonságok árnyékárainak tekinthetők (Horváth és Székely, 2009). Az árindex számításához egy átlagos ingatlant választottam, amely megfelelő súlyozással jeleníti meg a piacon levő ingatlanok sokaságát. A súlyozást illetően az egyes tulajdonságok móduszával dolgoztam, hiszen minden esetben kategorikus változóval rendelkeztem. Ezen leíróstatisztikai mutatókat az egyes almintákra számoltam ki, amelyek a járási és kerületi határok alapján lettek kijelölve.

A szakirodalom (Horváth, 2007 és Banai et al., 2014) kiterjedten tárgyalja az időbeli súlyok megválasztásának kérdését. Elemzésemben az időt, mint dimenziót nem használtam, hiszen egy pillanatnyi állapotot ábrázoló keresztmetszeti adatgyűjtéssel rendelkeztem. Így a koefficiensek, azaz az árnyékárak időbeli változását nem lehetett beépíteni a modellbe. Viszont a járásokat és kerületeket illetően külön-külön regressziókat becsültem, amely a rétegzett index-számítás – mint kiterjesztési lehetőség – megvalósítása.

### *3.2. A térbeli autokorreláció tesztelésének eszközei*

Az árindex kiszámolását követően elengedhetetlen a **térbeli autokorreláció tesztelése**, ugyanis fennállása esetén az OLS **torzított és inkonzisztens** becsléseket szolgáltat, amit kezelni szükséges. Az elfogadott definíció szerint a térbeli autokorreláció a korreláció egyéb formáitól eltérően nem változók közötti, hanem a változókon belüli, területi alapon értelmezett kapcsolatokra vonatkozik (Getis, 2008). A mérés vonatkozásában az 1950-es évek óta leggyakrabban alkalmazott módszernek a **Moran által implementált I** statisztika bizonyult (Moran, 1950). Ennek formalizált és standardizált alakja az alábbi módon írható fel (Bivand Wong, 2018):

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} W_{ij} z_i z_j}{S_0 \sum_{i=1}^{n} z_i^2}, \quad (2)$$

ahol $n$ a megfigyelések száma, $i = 1, ..., n$, a $W_{ij}$ tag reprezentálja a térbeli súlyokat, illetve $z_i = x_i - \bar{x}$, $\bar{x} = \sum_{i=1}^{n} x_i/n$ és $S_0$ jelenti valamennyi súly összegét. A súlyok meghatározásához inverz

távolságmátrixot használtam, amely a megfigyelések, azaz a járások és kerületek középpontjainak a koordinátáiból indul ki. A mátrix egy-egy eleme az *i* és *j* lokációk közötti távolság reciprokával egyenlő, segítségével meghatározható az I érték (Varga, 2002). A tesztstatisztika értékkészlete -1 és 1 közötti tartományon mozoghat, az értelmezés pedig a tradicionális kapcsolat szorosságát mérő korrelációs mutatóéval megegyező. A súlymátrix minden egyes elemének a saját sorában elhelyezkedő elemek összegével való osztása révén kapjuk az úgynevezett sorstandardizált súlymátrixot. Használata révén a kapott eredmények könnyebben értelmezhetők.
Az autokorreláció jelenlétének kimutatására a **Geary-féle C** érték is megfelelő eszköz. A mutató a Moran indexhez hasonló felépítésű, viszont érzékenyebb a lokális autokorrelációra (Geary, 1954). Az értékkészlete a 0 és egy 1-nél nagyobb, nem korlátos érték közötti intervallumot fedi le. 1-nél lényegesen alacsonyabb értékek növekvő pozitív térbeli autokorrelációt, míg 1-nél lényegesen magasabb értékek növekvő negatív térbeli autokorrelációt mutatnak. A mutató értéke az alábbi képlettel számszerűsíthető:

$$C = \frac{(N-1)\ \sum_i \sum_j w_{ij}(x_i - x_j)^2}{2W \sum_i (x_i - \bar{x})^2}, \tag{3}$$

ahol *N* az *i*-vel *j*-vel indexált területi egységek száma, *x* a kérdéses változó, ennek az átlaga az $\bar{x}$. Ezek mellett a $w_{ij}$ jelöli a súlymátrixot, melynek a főátlójában 0 elemek szerepelnek (hiszen ide a $w_{ii}$ értékek kerülnek be), a *W* pedig a $w_{ij}$-k összege. Mivel az elemzésem során mindkét mutató alapján detektáltam autokorreláció jelenlétét, így a modellezésbe beépítettem az adatok térbeliségét és MGWR modellt alkalmaztam.

### *3.3. MGWR modell*

Következő lépésként az árindex és a választott magyarázó változók közti kapcsolat feltárására **mixed geographically weighted regressiont (röviden MGWR)** alkalmaztam, amely lehetővé tette a **globális-lokális tényezők szétválasztását** (Mei, 2014). Az alapötlet szerint ugyanis egyes koefficiensek fixek, míg mások változnak a régiók között. Azáltal valósítjuk meg a térbeli kapcsolatok beemelését, hogy az egyes megfigyelésekhez az elhelyezkedéstől függően súlyokat rendelünk (Cellmer et al., 2020). Az MGWR a nem parametrikus regresszióból származik, és lényege a lokális lineáris regressziók felépítésében rejlik minden olyan ponton, ahol mérési adatok léteznek. A térbeli kapcsolatok bevonásával a torzítottság és az inkonzisztencia problematikája válik kezelhetővé (Anselin, 2003). Az eljárás alapegyenlete a következő (Mei, 2014; Cellmer et al., 2020; Zhang et al., 2019 és Chen et al., 2021):

$$y_i = \sum_{j=1}^{n} \alpha_j X_{ij} + \beta_0 (ui, vi) + \sum_{j=n+1}^{m} \beta_j (ui, vi) X_{ij} + \varepsilon_i, \qquad i = 1, 2 \ldots, n \tag{4}$$

ahol *(ui, vi)* az *i*-edig megfigyelés térbeli koordinátái, *j* a magyarázó változók száma, $\alpha_j$ a globális változók koefficiense, $\beta_j$ a lokális változók együtthatója és $\varepsilon_i$ egy véletlen tag. Az $y_i$ jelöli az eredményváltozót, az $X_{ij}$ pedig a *j*-edik változó *i*-edik pontban vett értékét reprezentálja. A *W(ui, vi)* súlymátrixszal kombinálva a paraméterek az alábbi módon kaphatók (Mei, 2014; Cellmer et al., 2020; Zhang et al., 2019 és Wei et al., 2012):

$$\hat{\beta}(ui, vi) = (X^T W(ui, vi) X)^{-1} X^T W(ui, vi)\, y \tag{5}$$

ahol a *W(ui, vi)* egy diagonális súlymátrix, ami az *(ui, vi)* koordináták által meghatározott pontok közti távolságok függvénye. A súlyok meghatározására általában a Gauss-görbéhez

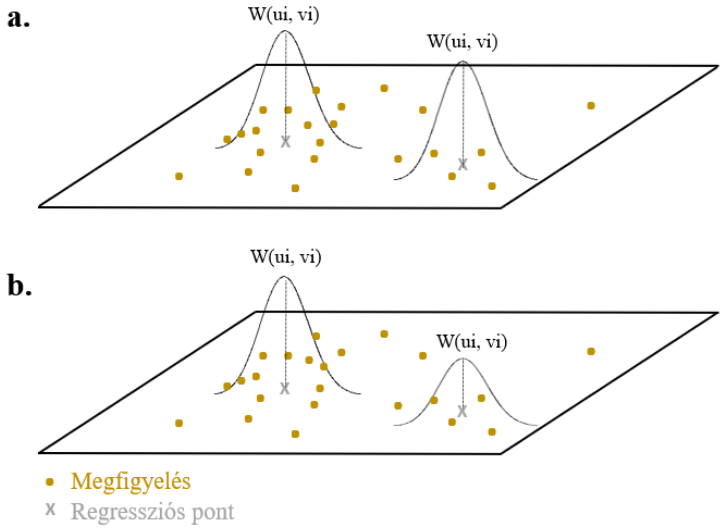
hasonló, szimmetrikus alakú függvényeket használnak, például a „bi-square kernel” függvényt, amely figyelembe veszi a paraméter sávszélességét (Cellmer et al., 2020). Jelen tanulmányban ez utóbbival dolgoztam, hiszen a megfigyelések eloszlása nem volt egyenletes. Egy szemléletes példán keresztül láthatjuk a választás indokoltságát az **1. ábrán**.
A modell és az adatok illeszkedését az *S* mátrix segítségével értékelhetjük, amely a magyarázó változók empirikus értékeivel megszorozva a következő elméleti értékeket adja meg (Cellmer et al., 2020 és Mei et al., 2006):

$$\hat{y} = Sy, \text{ ahol } S = X\,(X^T\,W(ui, vi)\,X)^{-1}\,X^T\,W(ui, vi) \tag{6}$$

Az *S* mátrix egyéb célokra is felhasználható, hiszen a mátrix „nyoma” (a főátlóban szereplő elemek összege) a modell paramétereinek számát adja meg (Cellmer et al., 2020). A paraméterek optimális számát az alábbi módon tudjuk meghatározni:

$$2tr(S) - tr(S^TS) \tag{7}$$

Az optimális paraméterszám megválasztáshoz vizsgálható a modell illeszkedésének értékelése, melyre általában a korrigált Akaike információs kritériumot (AIC) alkalmazzák. Különösen akkor, ha eltérő számú magyarázó változót tartalmazó modelleket hasonlítanak össze. Ez a kritérium nemcsak a modellek összehasonlítására, hanem az optimális sávszélesség (bandwith) meghatározására is használható (Mei et al., 2006). A sávszélesség a nemparametrikus simítás szempontjából lényeges érték, melyet az információs kritériumokon alapuló „aranymetszés” (Golden section) eljárással számoltam ki. Az alkalmazott elv filozófiáját követve a minimális IC értéket szolgáltató specifikációt kerestem (Zeng et al., 2019).




**1. ábra: A kernel választás indoklását szemléltető vizualizáció**
Forrás: Oshan et al. (2019) alapján saját szerkesztés

Végezetül az eljáráshoz tartozó teszteket tudjuk formalizálni. A paraméterek relevanciáját vizsgáló t-tesztek $H_0$ hipotézise a megszokott 0-val való egyezőséget tartalmazza a koefficiensekre vonatkozóan, parciális értelemben. Felírásban az OLS-hez hasonló alakot öltenek, viszont a nevezőben szereplő tagok kiszámítási módjában kisebb eltéréseket látunk (Cellmer et al., 2020):

$$T = \frac{\widehat{\beta_k}}{\hat{\sigma}\sqrt{c_{kk}}} \tag{8}$$

$$\text{ahol } \hat{\sigma}^2 = \frac{y^T (I - S)^T (I - S)\, y}{\delta_1} \tag{9}$$

$$\text{és } \delta_i = tr\left(\left[(I - S)^T (I - S)\right]^i\right),\ i = 1, 2, \ldots \tag{10}$$

A $c_{kk}$ pedig a $CC^T$ mátrix főátlójának $k$-adik eleme, ahol

$$C = (X^T W(ui, vi)\, X)^{-1} X^T W(ui, vi) \tag{11}$$

A tesztstatisztikákhoz tartozó kritikus értékeket pedig a szabadságfok alapján határozzuk meg, melyet a $df_1 = \delta_1^2 / \delta_2$ képlet alapján számolhatunk ki. Az elemzésem szempontjából utolsó releváns teszttel azt lehet megvizsgálni, hogy mely változók bírnak globális és melyek lokális jelentőséggel. Erre megoldás lehet egy lépésről-lépésre történő eljárás, amelyben a globális és lokális változók minden lehetséges kombinációját teszteljük, miközben az AIC-értékek minimalizálása alapján kiválasztjuk az optimális modellt (Cellmer et al., 2020). Ez egy átfogó, de számításigényes megközelítés, ezért létezik egy alternatív Monte Carlo módszer az egyes regressziós együtthatók szignifikáns térbeli változékonyságának tesztelésére (Kurji et al., 2021). Ez a megközelítés meghatározza a modell minden regressziós együtthatójának varianciáját, és összehasonlítja azt a randomizált adatsorokból származó varianciával. Ha az együttható valódi varianciája nem a sorbarendezett eredmények felső 5 százalékába tartozik, akkor a nullhipotézis (miszerint a függő és a magyarázó változó közötti kapcsolat globálisan állandó) 95 százalékos megbízhatósági szinten elfogadható, és a megfelelő kapcsolatot globálisan rögzíteni kell.

## 4. Adatok ismertetése

### *4.1. Az adatgyűjtés lépéseinek bemutatása*

A Bevezetésben ismertetett mikro és makro szemlélet kombinálásából fakadóan az adatgyűjtés folyamata is több lépésből állt. Kezdésként az ingatlan.com (2022) weboldal nyilvános hirdetéseit gyűjtöttem össze **webscraping** eljárással, a 2022. január 14-i állapot szerint. Alkalmazásakor a weblap hátterében található URL elemeket építettem be az R programcsomag segítségével formalizált kódomba. A webscraping során az **1. táblázatban** összefoglalt változók értékeit mentettem ki, amelyek birtokában strukturált táblákkal rendelkeztem az adott megfigyelések (azaz ingatlanok) mentén.

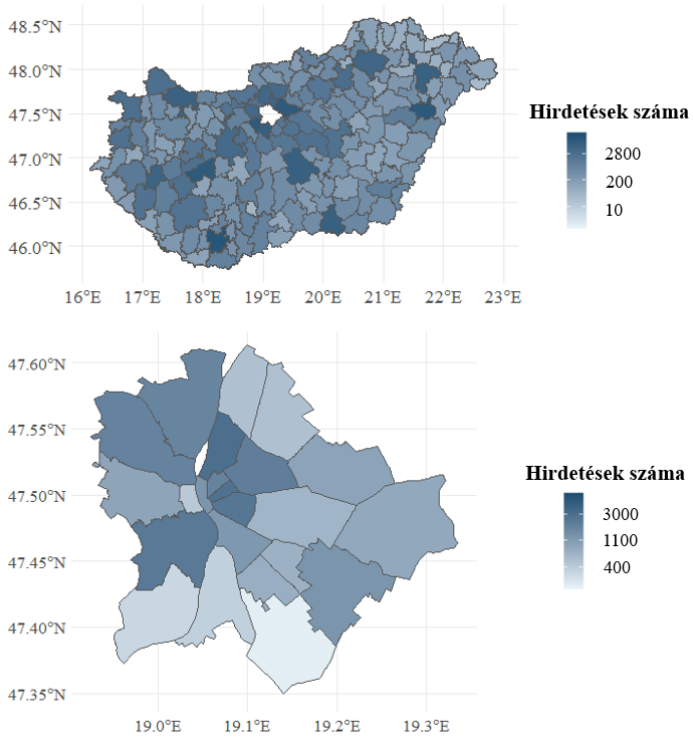
**1. táblázat: Az árindexhez használt változók, illetve azok eloszlása és kimenetei**

| A változó teljes neve | A változó fontosabb mutatói és kimenetei (ha kategorikus) |
|---|---|
| **Alapterülete** | Négyzetméterben megadva, átlaga: 126,99 |
| **Ára** | Millió forintban, átlaga: 56,73 |
| **A szobák száma*** | 1 vagy 2 (38%) – 3 vagy 4 (43%) – 4-nél több (19%) |
| **A félszobák száma*** | nincsen (79%) – 1 vagy 2 (19%) – 3-nál több (2%) |
| **Állapota*** | új (16%) – újított (43%) – újítandó (20%) – nincs megadva (21%) |
| **Építési éve*** | 1980 előtt (31%) – 1980 és 2010 között (22%) – 2010 után (24%) – nincs megadva (23%) |
| **Komfortfokozata*** | komfort nélküli (1%) – komfortos (73%) – luxus (3%) – nincs megadva (23%) |
| **Lift megléte*** | van (28%) – nincs (71%) – nincs megadva (1%) |
| **Típusa*** | lakás (43%) – ház (57%) |

Megjegyzés: A *-gal jelölt változók szerepeltek a hedonikus regresszióban mint tulajdonságok.

Forrás: Saját szerkesztés

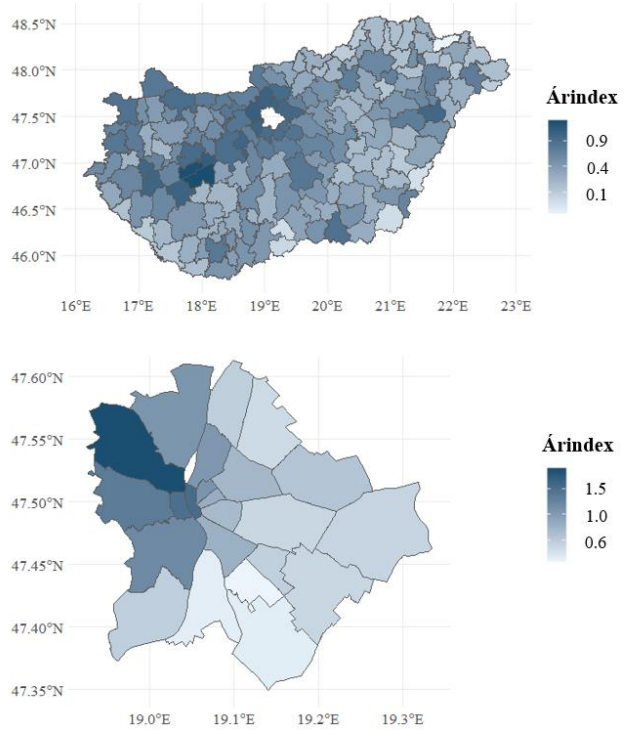
A tisztított adatbázis 96 912 eladó ingatlan adatait tartalmazta. A települések alapján járási (174), illetve Budapest esetén kerületi (23) egységekbe soroltam be az egyes adatpontokat, így összesen 197 területi egységre levetítve aggregáltam az egyedi ingatlanok árait.
A **2. ábrán** területi alapon vizualizáltam az eladó ingatlanok paramétereit tartalmazó hirdetések számát. A vizualizációt az **OpenStreetMap** (2022) oldalról legyűjtött koordináták segítségével hajtottam végre, szintén **R programcsomag** használatával. Általános tendenciaként figyelhető meg, hogy a budapesti kerületeket, illetve a megyeszékhelyeket tartalmazó járásokat magasabb hirdetésszám jellemzi, ami a magasabb népsűrűség és jobb beépítettség következménye. Azon járások és kerületek száma, amelyekben legalább 50 hirdetést tettek közzé 177, mindössze 20 területi egységre rendelkeztem ennél kevesebb megfigyeléssel.
Miután a járások és kerületek mentén csoportokba soroltam a megfigyeléseket, a hiányzó és hibásan megadott adatok problematikáját kezeltem. A hiányzó adatokat az adott területi egységet jellemző mutatóval, a módusszal pótoltam, hiszen minden problémás esetben kategorikus változóval rendelkeztem. Az egyes változókhoz tartozó kategóriákat és adathiányokat, illetve a folytonos változókat jellemző mutatókat szintén az **1. táblázatban** tüntettem fel. Törekedtem arra, hogy minél kevesebb kimenet tartozzon egy-egy változóhoz, ezzel biztosítva, hogy a megbecsülendő paraméterek száma alacsony maradjon. Az optimális kategória számokat végül ennek fényében úgy választottam meg, hogy az információ veszteség minimális legyen.




**2. ábra: A hirdetések számának eloszlása az eladó ingatlanokra**
Forrás: Saját szerkesztés

*4.2. A területi árindex kiszámolása*

Az index kiszámolásához regressziókat futtattam, minden egységre külön egyenletet felírva. Eredményváltozóként az egyes ingatlanokra az **Ár/Alapterület** képlet szerint kiszámolt négyzetméter árat szerepeltettem, míg a magyarázó változókat az **1. táblázatban** feltüntetett kategorikus változók jelentették. A megfigyelések alapján megbecsült koefficienseket vektorként mentettem ki, amelyet a területre jellemző átlagos lakás adataival szoroztam meg. Továbbra is a változókra jellemző móduszokat használtam, ezzel biztosítva, hogy átlagos (tipikus) árszínvonalat kapjak.
A **3. ábrán** vizualizáltam az így **kapott árindex területi eloszlását, amely a hirdetésszámok alakulásához hasonló képet mutat**. A fővárosi és megyeszékhelyi területek ennek megfelelően magasabb értékkel jellemezhetők, több esetben a kevésbé frekventált, népszerűtlenebb járások értékeinél nagyságrendileg magasabb árszintet elérve. A budapesti kerületek mellett hasonlóan magas árszint jellemzi a Balatonhoz közeli járásokat. A **2.** és a **3. ábrát** összevetve kirajzolódik, hogy az ingatlanpiaci aktivitás (amit a hirdetések száma jellemez) erősen korrelál az árindexszel.




**3. ábra: A hedonikus regressziók alapján kiszámolt területi árindex**
Forrás: Saját szerkesztés

*4.3. Az MGWR modellhez használt változók ismertetése*

A fentiekben ismertetett **árindex** alkalmas az **MGWR modellben az eredményváltozó** szerepének betöltésére. A szakirodalmat áttekintve kirajzolódik, hogy az azonos módszertanon alapuló elemzések hasonló mutatót használnak függő változóként. Cellmer et al. (2020) az egyes területi egységek **fajlagos (egy négyzetméterre vetített) árainak átlagát** alkalmazta, Zhang et al. (2019) elemzésével megegyező módon. Szintén hasonló mutatót használt tanulmányában Tomal (2021) is. A szakirodalmi tapasztalatok fényében tehát az ismertetett árindex alkalmasnak mutatkozik a további elemzéshez, hiszen szintén átlagos árszínvonalat ragad meg, a hedonikus módszertannak köszönhetően pedig az egyéb tényezők hatására való kontrollálással az egyszerű számtani átlagból képzett mutató pontossága növelhető. (Az átlagszámításon túlmutató regressziós eljárás továbbra is **összetételhatásból fakadó dilemmákat vethet fel**, melyet a tanulmány Összegzés című részében mint limitációt tárgyalok.)
Az elemzés második szakaszában tehát a bemutatott módon származtatott területi árindexet modelleztem **több makro (járási és kerületi) szintű változót** felhasználva. A szakirodalom alapján demográfiai, gazdasági aktivitási, lakhatási, szociális, infrastrukturális és háztartási változókat használtam magyarázó változókként az MGWR modellezési keretrendszeren belül. Adatforrásként a **Központi Statisztikai Hivatal 2019-es Tájékoztatási adatbázisát és Magyar statisztikai évkönyvét** használtam, amelyek az elemzés időszakában az elérhető legfrissebb teljes verziót jelentették. Mivel ekkorra a megfigyelések számát a járások és a budapesti kerületek számának összege adta, így 197 egységet tartalmazott az adatbázis.
Ennek fényében a magyarázó változók, illetve rajtuk keresztül a megbecsülendő paraméterek száma a szabadságfokok miatt erősen korlátos, melynek figyelembevétele elengedhetetlen. Így a **2. táblázatban** feltüntetett változókat aggregáltam az érintett 6 témát lefedve, ezen dimenziószám csökkentést **főkomponens elemzéssel** hajtottam végre. Minden csoportban az első két főkomponenst tartottam meg, amelyek a táblázatban látható módon az információ jelentős részét tömörítették. Az egyedi változók, illetve a főkomponensek közti korreláció

irányát szintén feltüntettem, amely az eredmények értelmezéséhez nyújt segítséget. Az eljárás tehát az információveszteség és a korlátos dimenziószám közti átváltás optimális megoldását adta.

**2. táblázat: Az MGWR modellhez használt változók**

| Kategória | A változó neve és mértékegysége | | Információ |
|---|---|---|---|
| Demográfia | Népsűrűség (fő/km²) | - + | 71,34 % |
| | Lakónépesség változása 2012-höz képest (%) | - + | |
| | Öregedési index (%) | + + | |
| | Természetes szaporodás, fogyás (ezer lakosra) | - - | |
| | Belföldi vándorlási különbözet (ezer lakosra) | - + | |
| Gazdasági aktivitás | Nyilvántartott álláskeresők (%) | + + | 74,18% |
| | Adózók száma (ezer lakosra) | + - | |
| | Regisztrált vállalkozások száma (ezer lakosra) | - + | |
| | Kiskereskedelmi üzletek száma (tízezer lakosra) | - + | |
| | Egy adózóra jutó jövedelem (ezer forint) | - - | |
| Lakhatás | Lakásállomány (ingatlanok száma) | + + | 74,32% |
| | Száz lakásra jutó lakos (fő) | - + | |
| | Épített lakások száma (ingatlanok száma) | + + | |
| | Épített lakások átlagos alapterülete (négyzetméter) | - - | |
| Szociális ellátás | Egy háziorvosra jutó lakos (fő) | + + | 61,66% |
| | Egy háziorvosra jutó betegforgalom (esetek száma) | + - | |
| | Foglalkoztatást helyettesítő támogatásban részesülők | - - | |
| | Oktatásban részesülők (ezer lakosra) | + - | |
| | Idősek nappali intézménye férőhelyei (ezer 65 éves és idősebb lakosra) | + - | |
| Infrastruktúra | Könyvtári egységek száma (ezer lakosra) | + + | 60,41% |
| | Vendéglátóhelyek száma (tízezer lakosra) | + + | |
| | Egy lakosra jutó zöldterület (négyzetméter) | + - | |
| | Nemzeti dohánybolt (egységek száma) | + - | |
| | Gyógyszertárak száma (egységek száma) | + - | |
| Háztartások | Személygépkocsik száma (ezer lakosra) | + + | 74,35% |
| | Bekapcsolt vezetékes fővonalak (ezer lakosra) | + + | |
| | Internet-előfizetések száma (ezer lakosra) | - + | |
| | Egy fogyasztóra jutó évi gázfogyasztás (köbméter) | - + | |
| | Egy fogyasztóra jutó évi energiafogyasztás (ua.) | - + | |

Megjegyzés: Az Információ oszlop az első két főkomponens által magyarázott variancia mértékét mutatja. A plusz és mínusz értékek pedig a változók és az első, illetve a második főkomponens közti korreláció irányát adják meg.

Forrás: A KSH (2019) változói alapján saját szerkesztés

Az adatok feldolgozásának folyamatában így eljutottunk a végleges adatbázishoz. A lépések során a kezdeti megfigyeléseket, azaz az ingatlan.com oldal hirdetéseit aggregáltam, megkapva a járási és kerületi szintre kiszámolt területi árindexet. Az adattisztítást és imputálást az egységekre külön-külön végeztem el, így az adottságokhoz mérten a legkevésbé torzított adatbázissal rendelkeztem. Az indexértékeket a kiszámolást követően járási és kerületi szintű KSH adatokkal fűztem össze, a továbbiakban ezt az adatbázist használtam az MGWR modell specifikálásához, melyet a következő, Eredmények fejezetben tárgyalok.

## 5. Eredmények

Az elemzés első lépéseként egy **benchmark modellt** futtattam, amely lehetővé tette, hogy az MGWR eredményei hasonlíthatók legyenek egy kiinduló referencia esethez. Ennek

megfelelően egy Ordinary Least Squares (OLS) modellt építettem, amelyben az adatok térbeliségére, azaz a járások és a kerületek térbeli elhelyezkedésére nem kontrolláltam. **Eredményváltozónak az árindexet** választottam, a magyarázó változók körét pedig a főkomponens elemzésből származó 12 adatsor jelentette. A magyarázó erő mérésére szolgáló $R^2$ 0,8132-es értéket vett fel, a korrigált $R^2$ szintén magas, 0,8010 értéket mutatott. A változók közül számos nem bizonyult relevánsnak a szokásos szignifikancia szinteken, összesen 5 változónál láthattunk szignifikáns hatásokat. Ezek **a Demográfia I., Gazdasági aktivitás I., Szociális ellátás II., Infrastruktúra I. és Háztartások I.** változók esetében voltak kimutathatók. Viszont a modell eredményeinek értékelésekor figyelembe kell venni, hogy a térbeli autokorreláció megléte mellett torzított és inkonzisztens becsléseket kaphatunk a paraméterekre (Varga, 2002).

A modell szerint szignifikáns magyarázó erővel nem bíró változók paramétereinek magas p-értéke előfeltételezés lehet arra, hogy nem gyakorolnak jelentős hatást a magyarázott változóra, azaz az árindexre. A modellből fakadóan ez nyilvánvalóan a globális kapcsolatra vonatkozik és nem zárja ki azt a helyzetet, hogy ezek a változók lokálisan szignifikánsnak bizonyulhatnak (Cellmer et al., 2020). A konzisztencia hiánya és a torzítottság mellett ez egy további problematika, amire hangsúlyt kell fektetni az értelmezéskor, illetve amit az MGWR modellel kezelni tudunk.

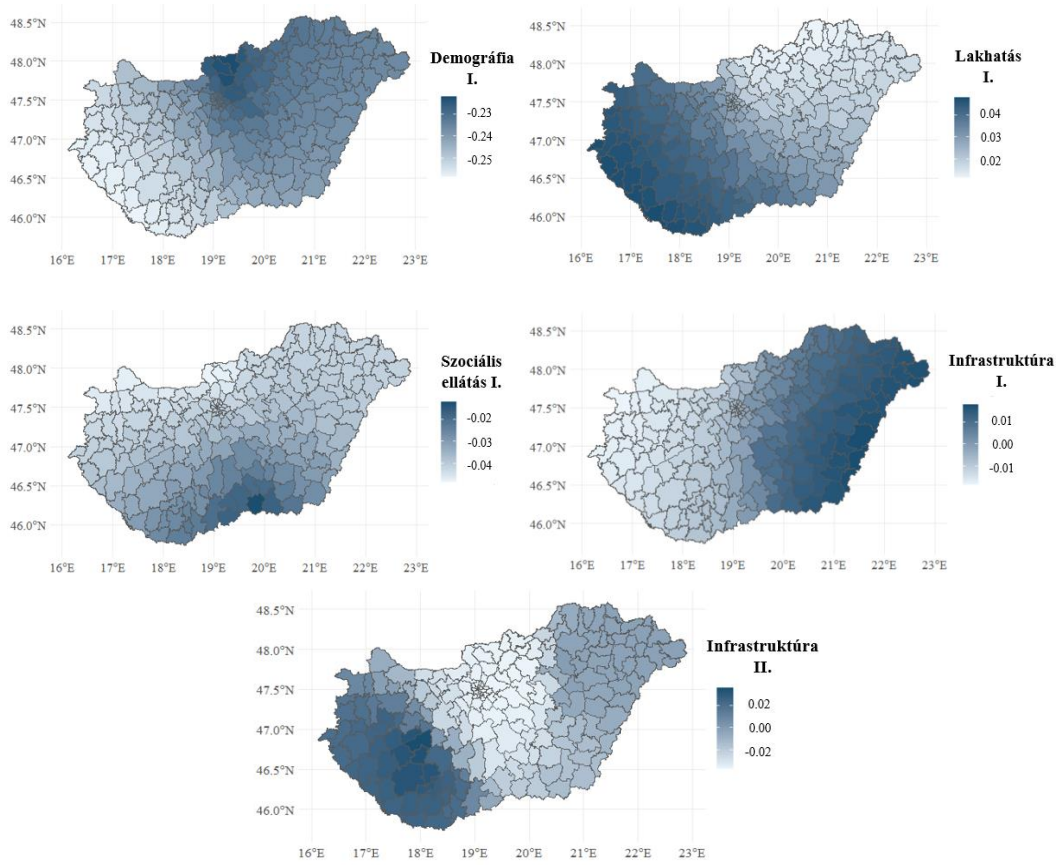
A következő lépésben azt teszteltem tehát, hogy fennáll-e **térbeli autokorreláció** a megfigyelések között. Amennyiben a tesztek segítségével kimutatható ennek megléte, a térbeli kapcsolatok bevétele tanácsossá válik, azaz indokolt az MGWR modell alkalmazása. A Módszertani részben ismertetett mutatókat használtam a mérés során, a kiszámolt Moran I és Geary-féle C értékeket azt mutatták, hogy **pozitív** autokorreláció tapasztalható minden változó esetében. Ez alapján a térben közelebbi egységek jobban hasonlítanak egymásra, emiatt releváns az MGWR modell használata.

Az **MGWR modellt** a Módszertan részben ismertetett specifikációk mentén építettem fel, így lehetőségem nyílt a globális és a lokális változók közti különbségtételre. A **globális változók** esetében mindössze a szignifikáns magyarázó erővel rendelkezőket érdemes értékelni, hiszen ezek fejtenek ki tényleges hatást a négyzetméterárak vonatkozásában. Ennek megfelelően a **Gazdasági aktivitás I., valamint Háztartás I.** elnevezésű főkomponensek globális hatását vizsgáltam meg részletesen. Kiindulásnak a **2. táblázatban** feltüntetett korrelációkat értékeltem, így azon információkat is be tudtam építeni az értelmezésbe, amelyeket a főkomponenseket adó egyedi adatsorok hordoztak magukban.

A Gazdasági aktivitás I. változó esetében az alábbi interpretáció fogalmazható meg: Azon járásokban és kerületekben, ahol a nyilvántartott álláskeresők száma (azaz a munkanélküliségi ráta) magas, az egy négyzetméterre jutó ingatlanárak alacsonyabbak. Megfigyelhető továbbá az a tendencia is, hogy a regisztrált vállalkozások, illetve a kiskereskedelmi üzletek számának alacsonyabb értékei szintén az alacsonyabb négyzetméterár irányába hatnak. További tényezőként az egy adózóra jutó jövedelem említhető meg, amelynek alacsonyabb szintje szintén alacsonyabb árakat indukál. Összességében elmondható, hogy a változó a gazdaságilag fejlettebb járásokra és kerületekre magasabb négyzetméter árat prediktál, azaz a gazdasági fejlettség és az ingatlanárak között egy pozitív kapcsolatot feltételez.

A Háztartás I. elnevezésű változó szintén globálisan szignifikánsnak bizonyult, a becsült paramétere alapján pedig az alábbiakat szemlélteti: A kevésbé sűrűn lakott járásokban található, magas fogyasztással jellemezhető háztartások ingatlanainak négyzetméterára magasabb értéket vesz fel. A személygépkocsik és bekapcsolt vezetékes fővonalak száma korábban a fejlettség proxyja volt, napjainkra viszont elvesztette ezt a szerepét. A hangsúly ezen paramétereket illetően áttevődött a beépítettség, sűrűn lakottság jellemzésére, amelynek magasabb foka (az élhetőség romlásán, valamint a zsúfoltságon keresztül) az árak csökkenését jelenti. A háztartások jövedelme és fogyasztása emelhető ki továbbá ezen változó értelmezésénél, hiszen

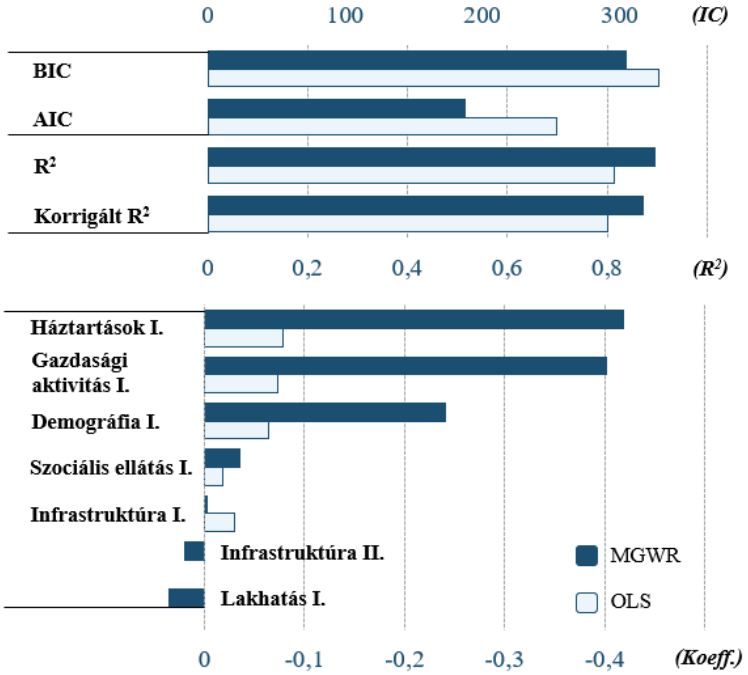
növekedésük a háztartás anyagi helyzetének javulását jelezve az ingatlanok négyzetméterárának emelkedését okozza.
A **lokális változók** hatását szemlélteti a **4. ábra**, amely a koefficiensek járások és kerületek szerinti eloszlását foglalja össze. A **Demográfia I. és a Szociális ellátás I.** változók esetében láthatunk negatív, árcsökkentő hatásokat, míg a **Lakhatás I.** esetében ezzel ellentétes előjelű folyamat detektálható. Az Infrastruktúra változók mind a két esetben vegyes képet mutatnak, nem írható le egyértelmű kapcsolati irány. Erőteljes kelet-nyugati differenciáltság mutatkozik meg minden változó esetében, egyetlen kivételt a Szociális ellátás I. adatsor jelent, amely esetében egy észak-déli eltérés rajzolódik ki. Mivel a változók standardizáltak, így a hatások mértéke összevethető. Legerősebb hatásúnak a Demográfia I. mutatkozik, amely jelentős árcsökkenést indukál, a többi koefficiens mértéke nagyságrendekkel kisebb.




**4. ábra: A lokális magyarázó változók koefficienseinek térbeli eloszlása**
Forrás: Saját szerkesztés

Összességében a kapcsolatok a következőképp értékelhetők: A Demográfia I. főkomponens mutatkozott a lokális változók közül a legnagyobb erővel bírónak, míg a többi változó csekély befolyással bírt. A demográfiai adatokat illetően az látható, hogy az elöregedő, negatív belföldi vándorlási különbözetet mutató járásokat alacsonyabb árindex érték jellemez. Ezen területek tulajdonsága továbbá az alacsonyabb népsűrűség, valamint a természetes fogyás. **Így három fő faktor emelhető ki az árak alakulását illetően: A globális tényezők közül a gazdasági aktivitás és a háztartás karakterisztikái, illetve a lokális komponensek közül a demográfiai mutatók.**
Következő lépésben az MGWR modell magyarázó ereje tárgyalható több szempont mentén. A lokális determinációs együtthatók, azaz a lokális $R^2$-ek a modell adott járás- és kerületbeli illeszkedését mutatják. Az együtthatók értékei alapján a modell az ország keleti járásaira, illetve a budapesti kerületekre illeszkedik a legjobban. Az alacsonyabb értékek az ország nyugati

részét jellemzik, fokozatosan egyre alacsonyabb szintre süllyedve. A teljes modell illeszkedését a 89,5 százalékot felvevő $R^2$ mutatja, amelyhez egy 87,2 százalékos korrigált $R^2$ társul. Ezen mutatókból kiindulva értékelhető válik a benchmark OLS modellhez viszonyított javulása, melyet az **5. ábra** foglal össze. **Egyértelmű előrelépést értünk el a térbeli kapcsolatok bevételével** mind a magyarázó erő, mind az információs kritériumok tekintetében, így releváns volt az MGWR modell alkalmazása. Az eredményeket tekintve nagyobb számú és erősebb áralakító hatások voltak kimutathatók, tehát a térbeliség beemelése minden szempontból javulást jelentett.




**5. ábra: Az OLS és az MGWR modell összehasonlítása**
Forrás: Saját szerkesztés

## 6. Összegzés

Tanulmányomban két kérdésre kerestem a választ. Egyrészt arra, hogy milyen tényezők alakítják az ingatlanárakat a területi kapcsolatokra való szűrést követően. Másrészt azt vizsgáltam, hogy ezen tényezők közül melyek tekinthetők lokális (járási, illetve kerületi szintű) és melyek globális (országos) erővel bírónak. Első lépésben a témához kapcsolódó, elsősorban empirikus megközelítéseket tartalmazó tanulmányokat tekintettem át. Szintén ebben a szekcióban részletesen feltártam a szekunder kutatásokban tényleges befolyásoló erővel bíró változókat, melyek a saját elemzéshez nyújtottak kiindulási pontot. Második lépésben az alkalmazott módszereket ismertettem, kifejtve a hedonikus regresszió és az MGWR modell elméleti keretrendszerét. A harmadik lépést a felhasznált adatok ismertetése jelentette. Az egyedi megfigyelések, azaz az ingatlanok tulajdonságiból felépítettem hedonikus eljárás segítségével a területi árindexet, melyet egy korábbi tanulmány eredményeivel is összevetettem. A járási és kerületi értékek vizsgálatakor kirajzolódott, hogy jelentős különbségek mutatkoznak az árakban területi alapon. Szintén ebben a részben bemutattam azon magyarázó változókat is, melyeket az MGWR modellben alkalmaztam. A negyedik lépésben ezen járási és kerületi szintű elemzés menetét ismertettem, ahol az árindex szerepelt függő változóként. A kapott eredmények fényében pedig lehetőségem nyílt a két kérdés megválaszolására.

1. *Három fő faktor emelhető ki az árak alakulását illetően: A gazdasági aktivitás, a háztartás jellemzői, illetve a demográfiai mutatók.*

2. *A releváns befolyásoló erővel bíró változók közül az első kettő globális, a harmadik pedig lokális komponensnek mutatkozott.*

**A tanulmány limitációja**, hogy a hedonikus módszer alapján származtatott árindex esetében az **összetételhatás** részletes tárgyalása nem történt meg, hiszen ennek beemelése túlmutat a jelenlegi elemzés keretein. A problematikát az jelenti, hogy a nem homogén ingatlanok megfigyelt átlagárát jelentősen befolyásolja a megfigyelésekben levő összetételhatás. Azonban megfogalmazhatók érvek, amelyek az eredmények relevanciáját ennek ellenére alátámasztják. Elsőként az a tényező emelhető ki, hogy habár az adatbázis az ingatlanoknak csak kevés jellemzőjét tartalmazta, a szekunder kutatások tapasztalatai alapján történt kiválasztás a valós hatások jelentős részét lefedte. Második releváns faktor, hogy időbeli dinamikák nem kerültek felhasználásra, így mindössze egyetlen dimenzió (területi elhelyezkedés) mentén állhatott elő dilemmaként az összetételhatás, amit a regressziós eljárás jelentős mértékben kezelt. A problémakör részletes tárgyalásának hiánya tehát a magyarázó változók körültekintő megválasztásának köszönhetően mindössze marginális torzításokat okozhatott. Összességében az mondható el, hogy a hedonikus módszer révén az egyszerű, átlagszámításon alapuló mutatóknál pontosabb indikátort jelentett az alkalmazott index, fejlesztési irányt további magyarázó változók bevonása jelenthet.

**Köszönetnyilvánítás**

*Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-2-I-CORVINUS-31 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.*







**Irodalomjegyzék**

[1.] Anselin, L. (2003): Spatial Econometrics. in *A Companion to Theoretical Econometrics, 7(1),* 311-327.

[2.] Banai, Á., Vágó, N., & Winkler, S. (2018). Measuring heterogeneity of house price developments in Hungary, 1990–2016. *Acta Oeconomica, 68*(3), 377-414.

[3.] Belke, A., & Keil, J. (2018). Fundamental determinants of real estate prices: A panel study of German regions. *International Advances in Economic Research*, *24*(1), 25-45.

[4.] Bivand, R. S., & Wong, D. W. (2018). Comparing implementations of global and local indicators of spatial association. Test, 27(3), 716-748.

[5.] Cellmer, R., Cichulska, A., & Bełej, M. (2020). Spatial analysis of housing prices and market activity with the geographically weighted regression. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *9*(6), 380.

[6.] Chen, Y., Zhu, M., Zhou, Q., & Qiao, Y. (2021). Research on spatiotemporal differentiation and influence mechanism of urban resilience in China based on MGWR model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(3), 1056.

[7.] Geary, R. C. (1954). The contiguity ratio and statistical mapping. *The incorporated statistician*, *5*(3), 115-146.

[8.] Getis, A. (2008). A history of the concept of spatial autocorrelation: A geographer's perspective. *Geographical analysis*, *40*(3), 297-309.

[9.] Helbich, M., Brunauer, W., Vaz, E., & Nijkamp, P. (2014). Spatial heterogeneity in hedonic house price models: The case of Austria. *Urban Studies*, *51*(2), 390-411.
[10.] Horváth, Á. (2007). Ingatlanár-indexek számításának módszertana. *Statisztikai Szemle*, *85*(3), 213-239.
[11.] Horváth, Á., & Székely, G. (2009). Hedonikus módszer alkalmazása a használt lakások áralakulásának megfigyelésében. *Statisztikai Szemle*, *87*(6), 594-607.
[12.] Kurji, J., Thickstun, C., Bulcha, G., Taljaard, M., Li, Z., & Kulkarni, M. A. (2021). Spatial variability in factors influencing maternal health service use in Jimma Zone, Ethiopia: a geographically-weighted regression analysis. *BMC health services research*, *21*(1), 1-14.
[13.] Mei, C. L., He, S. Y., & Fang, K. T. (2014). A note on the mixed geographically weighted regression model. *Journal of Regional Science*, *44*(1), 143-157.
[14.] Mei, C. L., Wang, N., & Zhang, W. X. (2006). Testing the importance of the explanatory variables in a mixed geographically weighted regression model. *Environment and Planning A*, *38*(3), 587-598.
[15.] Moran, P. A. (1950). A test for the serial independence of residuals. *Biometrika*, *37*(1/2), 178-181.
[16.] Nistor, A., & Reianu, D. (2018). Determinants of housing prices: evidence from Ontario cities, 2001-2011. *International Journal of Housing Markets and Analysis*.
[17.] Oshan, T. M., Li, Z., Kang, W., Wolf, L. J., & Fotheringham, A. S. (2019). mgwr: A Python implementation of multiscale geographically weighted regression for investigating process spatial heterogeneity and scale. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *8*(6), 269.
[18.] Tomal, M. (2021). Exploring the meso-determinants of apartment prices in Polish counties using spatial autoregressive multiscale geographically weighted regression. *Applied Economics Letters*, 1-9.
[19.] Tomal, M. (2019). The impact of macro factors on apartment prices in Polish counties: a two-stage quantile spatial regression approach. *Real Estate Manag. Valuat*, *27*, 1-14.
[20.] Tripathi, S. (2019). Macroeconomic Determinants of Housing Prices: A Cross Country Level Analysis.
[21.] Varga, A. (2002). Térökonometria. *Statisztikai Szemle*, *80*, 354-370.
[22.] Wei, C. H., & Qi, F. (2012). On the estimation and testing of mixed geographically weighted regression models. *Economic Modelling*, *29*(6), 2615-2620.
[23.] Wu, C., Ren, F., Hu, W., & Du, Q. (2019). Multiscale geographically and temporally weighted regression: exploring the spatiotemporal determinants of housing prices. *International Journal of Geographical Information Science*, *33*(3), 489-511.
[24.] Zeng, C., Yang, L., Zhu, A. X., Rossiter, D. G., Liu, J., Liu, J. & Wang, D. (2016). Mapping soil organic matter concentration at different scales using a mixed geographically weighted regression method. *Geoderma*, *281*, 69-82.
[25.] Zhang, S., Wang, L., & Lu, F. (2019). Exploring housing rent by mixed geographically weighted regression: A Case study in Nanjing. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *8*(10), 431.

**Az adatok és a koordináták forrásai**

[26.] ingatlan.com. (2022). Eladó ingatlanok hirdetési. Elérhető: https://ingatlan.com/ Letöltés dátuma: 2022. január 14.
[27.] Központi Statisztikai Hivatal. (2019). Magyar statisztikai évkönyv. Elérés dátuma: 2021. november 16.

[28.] Központi Statisztikai Hivatal. (2019). Tájékoztatási adatbázis Elérhető: https://statinfo.ksh.hu/Statinfo/themeSelector.jsp?lang=hu Letöltés dátuma: 2021. december 21.
[29.] OpenStreetMap. (2022). A szabad világtérkép. Elérhető: https://www.openstreetmap.hu/ Letöltés dátuma: 2022. január 28.

**Lektorálta:** Dr. Mák Fruzsina, egyetemi adjunktus, Budapesti Corvinus Egyetem

# A MENNYISÉGI LAZÍTÁS SIKERESSÉGÉNEK VIZSGÁLATA AZ EURÓPAI UNIÓTAGÁLLAMAIBAN

**Takács Barnabás**
*Budapesti Corvinus Egyetem, Közgazdasági elemző mesterszakos hallgató,barnabas.takacs@stud.uni-corvinus.hu*

**Absztrakt**
Tanulmányom az Európai Központi Bank mennyiségi lazítás keretében megvalósult eszközvásárlási programjainak sikerességét vizsgálja. Mivel a program elsődleges célja az aggregált kereslet növelése, és ezen keresztül az infláció megfelelő szintre hozatala volt, kutatásom az eszközvásárlási programok és infláció közötti kapcsolatra koncentrál.
Tanulmányom első felében a mennyiségi lazítás hatásmechanizmusát, illetve az eszköz európai megvalósulását tekintem át.
Kutatásom második felében a témában született kutatások bemutatását követően fix és dinamikus panel modellek segítségével térképezem fel a lehetséges hatásokat, kontrollálva az infláció szempontjából legfontosabb makrogazdasági változókra. Az empirikus elemzés alapját egy kiegyensúlyozott panel adatbázis adja, amely negyedéves szinten tartalmazza a harmonizált fogyasztóárindexet, az APP és PEPP programok keretében megvalósuló eszközvásárlásokat, illetve az elemzéshez szükséges kontrollváltozókat. Az adatbázis 2015 második negyedévétől 2021 második negyedévéig, 25 időszakon keresztül, az eurózónában lévő 19 ország adatait tartalmazza. A különböző panel modellek megbecslését követően az alábbi megállapításra jutok: *A mennyiségi lazítás keretében megvalósult programok a vizsgált időszakban azonnali, illetve rövid távú hatást nem fejtettek ki az inflációra, ugyanakkor hosszabb időtávlatban megfigyelhető a pozitív hatás, amely elősegítette a fogyasztóiárindex megfelelő irányba való elmozdulását.*
Az eredmények tükrében röviden kitekintek a koronavírus következtében kialakuló jelenleg is zajló válságra, indirekten pedig az eszköz kritikáira és veszélyeire, ezzel előrevetítve a monetáris politika lehetséges jövőbeli irányait.

***Kulcsszavak:*** *mennyiségi lazítás, QE, fix hatású panel modell, dinamikus panel modell, monetáris politika, infláció*

## 1. Bevezetés

A 2008-ban kirobbant gazdasági világválság végét követően a hagyományos jegybanki politika mellett felerősödtek az úgynevezett alternatív, nemkonvencionális eszközök, amelynek használata akkor tanácsos, amikor a hagyományos eszközökkel már nem lehet monetáris stimulust kiváltani. Makroökonómiai szempontból 2 tényező szükséges ahhoz, hogy a jegybank a kamatpolitikán keresztül már ne legyen képes reagálni egy-egy keresleti vagy kínálati sokkra: A reálkamatláb természetes rátája (amit a központi banknak le kellene követnie) negatívvá válik, illetve effektív a nominális kamat nulla alsó korlátja. Ezt nevezzük likviditási csapdának. Ebben a helyzetben a monetáris politika már nem tud kamatot csökkenteni, hiszen a készpénz, mint alternatíva kedvezőbb a fogyasztók számára. Elméleti szempontból ez történt a 2007-2008-as gazdasági világválság esetében is. A nominális kamat zéró alsó korlátjába való ütközésre Bernanke és Reinhart már 2004-ben tettek javaslatokat. Egyrészt hangsúlyozták a kommunikáció fontosságát, amely képes lehet befolyásolni a várakozásokat. Másrészt kijelölték a jegybanki mérleg változtatását, mint nemkonvencionális alternatívát. (Bernanke & Reinhart, 2004) Ez a változtatás kétfajta módon valósulhat meg: A jegybank növelheti mérlegét vagy megváltoztathatja annak összetételét. Előbbinél a forrásoldal mennyiségi növelésével

emeli a bankrendszer felhasználható tartalékait. (Ez a klasszikus mennyiségi lazítás.) Utóbbinál az eszközoldal összetételét változtatja meg, amelyet végrehajthat például hosszú lejáratú államkötvények vagy jelzálogkötvények vásárlásával. (Pál, 2018) Ezeket nevezhetjük tehát mennyiségi lazításnak, amelyre a legtöbb szakirodalomban a QE (Quantitative Easing) kifejezést használják, így tanulmányomban én is ezt fogom alkalmazni.
A jegybankok célja a nemkonvencionális eszközök, azaz a QE programok megvalósításával a válság után az volt, hogy kedvező pénzügyi feltételeket biztosítsanak a hosszú távú kamatlábak csökkentésével. (Fiebiger & Lavoie, 2021) A téma relevanciája a fentiekből adódóan tehát megkérdőjelezhetetlen, hiszen a válság utáni kilábalás egyik legfontosabb eszközéről beszélünk.
A bevezetést követően kutatásom 5 részre osztható: Először a szakirodalom alapján áttekintem, hogy milyen csatornákon keresztül hat a QE. Ezt követően kitérek az európai mennyiségi lazítás megvalósulására. Ezután áttekintem a témában készített releváns kutatásokat, valamint azok módszertanát. A dolgozat empirikus részében panel modelleket építek, és megvizsgálom az eszköz sikerességét. Végül pedig a hatásmechanizmusok és az európai eredmények fényében röviden elemzem a jelenlegi válságot, indirekten pedig kitérek az eszköz veszélyeire. A kutatás legfőbb kérdése, hogy *sikeresnek tekinthető-e a QE megvalósítása az eurózóna országaiban.*

## 2. A mennyiségi lazítás hatásmechanizmusa

A QE programok 3 alapvető csatornán fejtik ki élénkítő hatásukat a gazdaságra, amelyek a portfólió átrendezés, a fiskális és a várakozásokra gyakorolt hatások. (Bernanke et. al., 2004)
A portfólió átrendezésen keresztüli hatás úgy valósul meg, hogy a központi bank nagy mennyiségben vásárol értékpapírokat, ezzel egyszerre tisztítja a kereskedelmi bankok mérlegét, ugyanakkor keresletével képes felvinni a hosszú lejáratú kötvények árát, csökkentve hozamukat, így élénkítve a gazdaságot. (Németh, 2021) A folyamat további részeként a hatás átgyűrűzik más piacokra is, hiszen a befektetők átcsoportosítják vagyonukat egyéb pénzügyi eszközökbe, megnövelve azok árát, egyben csökkentve hozamukat. Ennek következtében egy általános kamatcsökkenés megy végbe, amely pozitív hatást fejt ki a gazdaságra. (Pál, 2018)
A fiskális hatás is a csökkenő hozamokon keresztül valósul meg, ugyanakkor ez a csatorna a kormányzati kiadásokkal van összefüggésben, az alacsonyabb hozamok ugyanis lehetőséget nyújtanak a kormányzatnak finanszírozásra. (Pál, 2018)
A harmadik csatorna a várakozásokra gyakorolt hatás, amelynek lényege, hogy a jegybank az eszközoldalon saját mérlegében hitelezőként lép fel, amely a gazdasági szereplők számára azt sugallhatja, hogy hosszú távon is laza monetáris politikát fog folytatni. A mögöttes gondolat, hogy likviditási csapdában a piaci szereplők nem érdekeltek a hitelezésben, illetve a különböző pénzügyi eszközök vásárlásában. Ugyanakkor, ha a jegybank nagy mennyiségben vásárol értékpapírokat, a korábban említett mechanizmusok miatt azok hozama csökkeni fog. Ebből következően a jegybank rövid távon nem érdekelt ezen eszközök eladásában, hiszen az komoly veszteségeket okozna neki. A szereplők így azt gondolhatják, hogy hosszú távon is fennmaradnak a laza kondíciók, ezért elkezdenek ők is eszközöket vásárolni, aminek gazdaság élénkítő hatása van, végül pedig a likviditási csapdahelyzet a várakozási csatornán keresztül megoldódik. (Pál, 2018)
A QE kívánt hatásmechanizmusának tárgyalása után azonban szót kell ejteni a metódus elméleti kritikáiról, arról, hogy több tanulmány is megállapította, hogy ellentmondásos, illetve piaci tökéletlenségeken alapul. (Pál, 2018) Figyelembe kell venni, hogy a jegybanknak adott esetben vesztesége is keletkezhet, amelyet, ha később adókból finanszíroz, akkor a QE akár fordítva is elsülhet. Továbbá, fontos kiemelni, hogy a módszer akkor is hatástalanná válhat, ha a gazdasági szereplők az eszközöket pusztán kockázat és hozam alapján ítélik meg, és ismét nem veszik figyelembe a jegybank által remélt várakozási csatornát. Ezen kívül, fontos, hogy a pénzügyi

piacok rendelkezzenek korláttal és kialakuljanak súrlódások is. A felsorolt esetekben tehát a QE hatástalannak bizonyul, a szakirodalomban pedig nagyjából konszenzus van abban, hogy egy olyan metódusról van szó, amely az elméletben nem, csak a gyakorlatban működik. (Woodford, 2012)

## 3. Az európai QE megvalósítása

Az EKB csak az amerikai mennyiségi lazítás után 6 évvel jelentette be első programjait, ugyanis a központi bank egészen 2014 legvégéig nem ütközött a zéró alsó korlátba az irányadó alapkamatot illetően (lásd 3. táblázat), sőt 2011-ben még kamatemeléseknek is tanúi lehettünk. Ezen időszakban tehát az EKB képes volt puszta kamatcsökkentésekkel operálni monetáris politika terén, ezzel próbálta meg elérni az árstabilitást, a nemkonvencionális eszközökre pedig csak kiegészítőként tekintett. Európa azonban nem volt képes kilábalni a válságból, ezért új eszközre volt szükség, aminek megvalósítását az Európai Központi Banktól várták a tagállamok. Így kezdődött el a mennyiségi lazítás korszaka, amelyet a 2015-ös év elején, egy januári sajtótájékoztatón jelentettek be. (Pál, 2018)

**1. táblázat: Az EKB kamatdöntései a QE programok bevezetéséig**

| Dátum | Csökkentés/emelés mértéke (bázispontban) | Az irányadó kamat értéke (%) |
|---|---|---|
| 2008. október 15. | +50 | 3,75 |
| 2008. november 12. | -50 | 3,25 |
| 2008. december 10. | -75 | 2,50 |
| 2009. január 21. | -50 | 2,00 |
| 2009. március 11. | -50 | 1,50 |
| 2009. április 8. | -25 | 1,25 |
| 2009. május 13. | -25 | 1,00 |
| 2011. április 13. | +25 | 1,25 |
| 2011. július 13. | +25 | 1,50 |
| 2011. november 9. | -25 | 1,25 |
| 2011. december 14. | -25 | 1,00 |
| 2012. július 11. | -25 | 0,75 |
| 2013. május 8. | -25 | 0,50 |
| 2013. november 13. | -25 | 0,25 |
| 2014. június 11. | -10 | 0,15 |
| 2014. szeptember 10. | -10 | 0,05 |

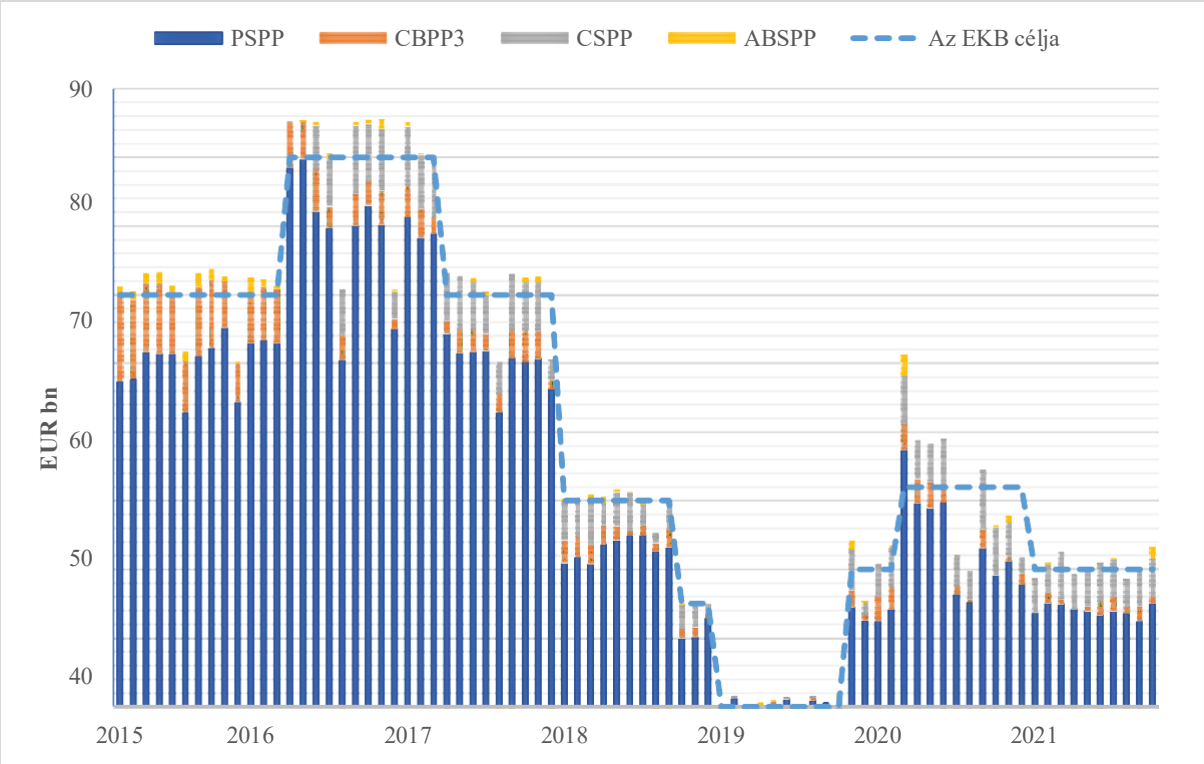
Forrás: EKB, saját szerkesztés

A QE európai bevezetését számos szakirodalom az alapkamat alakulása ellenére elkésettnek gondolja, hiszen míg az euróövezet nulla közeli inflációval küzdött, és a reálgazdaság növekedése jócskán elmaradt a válság előtti értékektől, addig az Egyesült Államokban már a monetáris szigorításon gondolkodtak.
A mennyiségi lazítás legfőbb célja tehát az infláció megfelelő szintre hozatala. Fontos azonban kiemelni, hogy az Európai Központi Bank sajátos helyzetben van más gazdaságok, országokhoz képest, hiszen 19 ország jegybankjaként működik. A különböző országok pedig eltérő

tulajdonsággal rendelkeznek, amely a mai napig az egyik legégetőbb problémaként jelentkezik az EU gazdasági életében. (Czeczeli, 2017)
Tanulmányomban alapvetően az EKB Eszközvásárlási programjával (későbbiekben APP), illetve a pandémia alatt bevezetett sürgősségi programjával (későbbiekben PEPP) foglalkozom. Az APP további 4 különböző eszközvásárlásra osztható:

- Vállalati eszközvásárlási program (CSPP)
- Közszférában történő eszközvásárlási program (PSPP)
- Eszközfedezetű értékpapír vásárlási program (ABSPP)
- Harmadik kötvényvásárlási program (CBPP3)

Az eszközvásárlások első időszaka 2015 márciusától 2018 decemberéig tartott, amelyen belül különböző célösszegeket állapított meg az EKB. Ez 2015 márciusa és 2016 márciusa között 60 milliárd, 2016 áprilisától 2017 márciusáig 80 milliárd, 2017 áprilistól 2017 decemberig 60 milliárd, 2018 januártól 2018 szeptemberig 30 milliárd és 2018 októbertől decemberig 15 milliárd Euró volt. Ezt követően az eszközvásárlási programok egészen 2019 novemberéig szüneteltek, majd 20 milliárd Eurós célösszeg meghatározása után újraindították őket. (EKB, 2021) Az 1. ábrán ezek a célösszegek láthatók, a tényleges havi vásárlásokkal kiegészítve programonként lebontva.




**1. ábra: Az APP program keretében megvalósult eszközvásárlások**
Forrás: EKB, saját szerkesztés

Az ábrán továbbá megfigyelhető, hogy messze a PSPP program keretében történik a legnagyobb értékű vásárlás, ezért ezt a programot érdemes részletesebben is áttekinteni. A PSPP keretében történő bruttó vásárlásoknak van egy újrabefektetési és egy nettó vásárlási összetevője. Az újrabefektetés a piacok rugalmasságát és folytonosságát teszi lehetővé, valamint biztosítja a piacok egyensúlyát. A nettó vásárlási összetevők láthatók az ábrán, ez a tényleges megvásárolt értékpapírok összegét mutatja. Ezeket a nettó vásárlásokat az EKB tőkejegyzési kulcsa határozza meg. Az EKB tőkéje az eurózóna tagállamainak nemzeti központi bankjaitól származik. Ezáltal mindegyik tagállam a tőkéjének megfelelő arányban vásárol értékpapírokat. Természetesen egyes szituációkban ettől lehetnek kisebb-nagyobb eltérések, de az alapvető iránymutatást ez a részesedés mutatja. (EKB, 2021)

## 4. A témában született kutatások, szakirodalom

Ahogy korábban már említettem a program célja egyértelműen az aggregált kereslet növelése volt, amely által a gazdaság képes inflációt gerjeszteni. Ezért tanulmányomban a QE programok sikerességét elsősorban az inflációra gyakorolt pozitív hatásként értelmezem, és azt vizsgálom, hogy észlelhető-e ez a hatás, és amennyiben igen, az egyes monetáris politikai döntéseket követően hány időszakkal jelentkezik.

A 2010-es évek elején, amikor a FED elkezdte alkalmazni az eszközt a szakirodalomban számos cikk kiemelte, hogy a laza kondíciók miatt akár fékezhetetlen infláció is kialakulhat. Ezt elsősorban a pénz mennyiségi elméletére alapozták, miszerint a túlzott pénzkínálat emelkedés nagy mértékű hatást gyakorol az árszínvonalra. Meltzer (2014) szerint a folyamat előbb-utóbb mindenképp jelentős inflációt gerjeszt, valamint kritikát is megfogalmazott a FED-del szemben a költségvetési hiány túlzott finanszírozása miatt. Thorthon (2010) cikkében a túlzott hitelezés veszélyeit ecsetelte. Ez a hiperinfláció azonban a 2010-es években elmaradt, sőt mivel a FED 2008-at követően magas kamatokat fizetett a kereskedelmi bankoknak abban az esetben, ha nála helyezik el tartalékjaikat, ezért a mennyiségi lazítás következtében a gazdaságba kerülő pénz nagy része csak a bankok mérlegét növelte. Ezáltal az infláció is sokáig viszonylag alacsony szinten maradt, annak ellenére, hogy az eszköz hatása az Amerikai Egyesült Államokban összességében sikeresnek tekinthető. (Feldstein, 2012)

Szintén az USA-nál maradva Weale és Wieladek (2016) Bayesi VAR modellekkel vizsgálták az eszközvásárlási programok sikerességét. Kutatásukban 2009 márciusa és 2014 májusa közötti időintervallummal dolgoztak és elsősorban a meglepetésszerű hatásokra koncentráltak a GDP és az infláció tekintetében. Összességében arra jutottak, hogy egy GDP 1%-át kitevő eszközvásárlási bejelentés reálértéken 0,58%-os statisztikailag minden szokásos szignifikanciaszinten szignifikáns emelkedést eredményez a GDP, és 0,32%-os növekedést okoz az infláció tekintetében.

Kapetanios és szerzőtársai (2012) Weale és Wieladek-hez hasonlóan Bayesi VAR modelleket alkalmazott, ugyanakkor elemzésükben a Bank of England eszközvásárlásait elemezték. Kutatásunkban a reál GDP esetében 2,5%-os, az infláció tekintetében 1,5%-os növekedést mutattak ki.

Annak ellenére, hogy ezen kutatások azt mutatják, hogy a QE és az infláció között pozitív kapcsolat figyelhető meg, a szakirodalomban találkozhatunk olyan elemzésekkel is, amik az ellenkezőjét bizonyították. Yue és szerzőtársai (2011) cikkükben ugyancsak az Amerikai Egyesült Államok QE programjait vizsgálták, és nem találtak direkt kapcsolatot az infláció és a mennyiségi lazítás között. Ezt azzal magyarázták, hogy a gazdaságba áramló pénzmennyiség nem volt képes megnövelni a magánszektornak nyújtott hitelezést, így a reálgazdaságra nem fejtette ki a hatását. Hasonló következtetésre jutottak tehát, mint Feldstein, miszerint a program csak a kereskedelmi bankok mérlegét növelte.

Európát tekintve ahogy korábban említettem jóval kevesebb kutatás született. Breuss (2017) elemzésében úgy fogalmaz, hogy a mennyiségi lazítás hatása hosszú távon hozhat eredményt. Akkori tanulmányában arra jutott, hogy a QE mindössze 0,1 százalékponttal lesz képes megnövelni az inflációt. Ez a szám lényegesen alacsonyabb, mint az Amerikai Egyesült Államok és Anglia QE programjait vizsgáló cikkekben. Természetesen európai tekintetben is megjelentek kritikus hangok, sokan nem gondolták, hogy a program megoldást nyújthat a 2010-es években kialakult alacsony inflációs környezetre. (Czeczeli, 2017)
Összességében tehát a szakirodalomban megjelent álláspontok rendkívül megosztóak. Az kijelenthető azonban, hogy az amerikai kontinensen értékelik pozitívabban az eszköz sikerességét.

## 5. Adatok és hipotézis

Ahogy a bevezetésben említettem az empirikus elemzés során panel modelleket építek, és megvizsgálom a QE programok sikerességét. Mivel a mennyiségi lazítás legfontosabb célja az infláció megemelése volt, ezért modelljeimben is ez az eredményváltozó. Az adatbázis kiegyensúlyozott az eurozóna 19 országával 25 időszakon (2015 Q2-2021 Q2) keresztül vizsgálom a különböző változók hatásait, így összesen 475 megfigyelés áll rendelkezésemre. Modelljeimben azokra a legfontosabb makroindikátorokra kontrollálok, amelyek a legnagyobb szereppel bírnak az árstabilitás elérése szempontjából. Ezen makrogazdasági változók forrása az Eurostat adatbázisai. A kiválasztás alapját a szakirodalmi ajánlások mellett az EKB havi rendszerességgel megjelenő jelentése adta a legfontosabb mutatókról. A változók között természetesen kiemelt jelentőséggel kezelem a QE programokat, amelyeket modelljeimben az APP és PEPP keretében lefolytatott eszközvásárlások fognak reprezentálni.
Magyarázóváltozóim a következők (zárójelben a mértékegység és a modellekben szereplő rövidítésük):

- QE programok (kiemelt változó, millió Euró, *QE*)
- Nettó hitelállomány (millió Euró, *Hitel*)
- Kibocsátás (millió Euró, *GDP*)
- GDP növekedés (%, *GDP növ*)
- Háztartások fogyasztása (millió Euró, *Cons*)
- Kormányzati kiadások (millió Euró, *Gov*)
- Export (millió Euró, *Exp*)
- Import (millió Euró, *Imp*)
- Nominális bér (Euró, *Wage*)
- Produktivitás (Az előző év azonos időszakához képesti változás, %. *Prod*)
- Munkanélküliség (%, *Unemp*)
- Beruházás (millió Euró, *Inv*)

Ahogy a bevezetésben már említettem, a kutatás legfontosabb kérdése, hogy sikeresnek tekinthető-e a mennyiségi lazítás megvalósítása az eurózóna országaiban. Ehhez kapcsolódóan fogalmaztam meg a hipotézisem, ami az alábbi:
*A QE jelentősen hozzájárult az Európai Központi Bank kizárólagos célja, vagyis az árstabilitás fenntartásához, és az inflációt megfelelő irányba terelte bevezetését követően.*
A hipotézis tekintetében fontos hangsúlyozni, hogy az infláció megfelelő irányba terelése a 2%-os célértéket jelenti. Ugyanis a válságot követő időszakban az egyik legnagyobb kihívásnak bizonyult a defláció veszélye a további gazdasági problémák mellett. A hipotézisemhez kapcsolódóan egyben azt is feltételezem, hogy a mennyiségi lazítás keretében megvalósuló

programok a monetáris politika általános eszközeivé váltak, és új irányokat jelöltek ki ezen a területen.

## 6. Módszertan

### *6.1 Fix és random hatású panel modellek*

Mielőtt részletesen bemutatnám a különböző modellek eredményeit rövid elméleti áttekintést nyújtok az egyes panel metódusokról, amelyeket én is alkalmazok kutatásomban. Az első ilyen típus a fix hatású modell (későbbiekben FE). A fix hatás a regresszióban külön tengelymetszetet jelent minden egyes keresztmetszeti egységre. Ez alapján a legegyszerűbb lineáris panel regresszió Békés és Kézdi (2021) alapján az alábbi formában írható fel:

$$y_{it}^{E} = \alpha_i + \beta x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

ahol $\alpha$ jelöli a rögzített fix hatásokat, y az eredményváltozó, x a magyarázó változó, $\varepsilon$ a hibatag, a $\beta$ pedig azt mutatja meg, hogy az y átlagosan mennyivel nagyobb a keresztmetszeti egységen belüli átlagához képest, ahol és amikor az x egy egységgel nagyobb a keresztmetszeti egységen belüli átlagához képest.

A fix hatások (vagyis külön tengelymetszetek minden egyes keresztmetszeti egységre) azért szükségesek, mert lehetséges, hogy az y eredményváltozó átlagosan magasabb értéket vesz fel valamilyen nem megfigyelt, úgynevezett „zavaró" változó miatt, amely az x-et is hajlamos befolyásolni. Ekkor egy közös tengelymetszet megbecsülése esetén a $\beta$ paramétert a kihagyott változók torzításával becsülnénk meg. (Békés & Kézdi, 2021) Ugyanakkor fontos azt is kiemelni, hogy a fix hatások nem oldják meg teljesen az endogenitás problémáját, hiszen az időben nem állandó meg nem figyelt hatások nem esnek ki a modellből. Erre kínál megoldást a dinamikus panel módszertan, amit dolgozatomban később én is alkalmazok. (Wooldridge, 2010)

A különböző panelregressziókban az idősoros elemzésekhez hasonlóan komoly problémát okozhatnak a trendek. Szerencsére az FE lehetővé teszi, hogy tudjunk kontrollálni az aggregált trendekre. Az aggregált trend az y vagy x változó olyan trendje, amely az adatok összes keresztmetszeti egységére kiterjed, illetve tartalmazhat ciklusokat is. A fogalom tehát tág értelemben használandó. Ahhoz, hogy kontrollálhassunk az aggregált trendek összes formájára, legyen az lineáris vagy nemlineáris, idő dummykat ($\delta_t$) szükséges beépíteni minden egyes időszakra. Ily módon az idő dummykkal kiegészített regresszió az alábbi formát veszi fel (Békés & Kézdi, 2021):

$$y_{it}^{E} = \alpha_i + \delta_t + \beta x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Természetesen az összes dummyváltozóhoz hasonlóan, itt is ki kell hagynunk egy referenciaidőszakot. Az ilyen regressziókban a $\beta$ paraméter értelmezése még nehezebbé válik. Ezekben az esetekben a $\beta$ azt mutatja meg, hogy y átlagosan mennyivel nagyobb, mint a keresztmetszeti egységen belüli átlaga, valamint az adott időszakban a keresztmetszeti egységek közötti átlaga, ahol és amikor x egy egységgel nagyobb, mint a keresztmetszeti egységen belüli átlaga és az adott időszakban az egységek közötti átlaga. Egyszerűbben fogalmazva arra utal, hogy a keresztmetszeti egységen belüli átlagához képest átlagosan mennyivel nagyobb y, amikor x egy egységgel nagyobb az átlagához képest, kontrollálva x és y összesített trendjére. (Békés & Kézdi, 2021)

A panel modelleknél továbbá nagyon fontos kérdés, hogy egy adott magyarázó változó korrelál-e a nem megfigyelhető hibataggal. Amennyiben igen akkor kell alkalmaznunk a fentiekben részletesen kifejtett FE modellt. Ha ez a korreláció nem áll fent, akkor a RE (véletlen hatású)

modell becslése szükséges, hiszen ebben az esetben bár mindkét modell konzisztens, az RE a hatásosabb, amely Wooldridge (2010) alapján (követve az eredeti jelölési rendszert) az alábbi módon írható fel:

$$\underset{it}{y^E} = \alpha_i + \beta x_{it} + (u_i + \varepsilon_{it}) \quad (3)$$

Ahol $u_i$ jelöli a nem megfigyelhető hibatagot.
A két becslési módszer közül a Hausman próba segítségével dönthetünk. A teszt nullhipotézise, hogy nincs kapcsolat a nem megfigyelhető hibatag és az adott magyarázó változó között. Ha ezt nem tudjuk elvetni ($p > 0{,}05$), akkor az RE modellt kell alkalmazni az FE becsléssel szemben. (Wooldridge, 2010)

### *6.2 Dinamikus panel modellek*

A fentiekben említett két típusú panel becslés a statikus modellek csoportjába tartozik. Míg a statikus modellek esetében feltételezzük, hogy a hatások időben állandóak, addig ez a korlátozás a dinamikus becslések esetében nem áll fent és ezen modellek lehetővé teszik az időben változó dinamika, illetve az endogenitás figyelembevételét. (Lillo & Torecillas, 2018)
Evolúciós szempontból Nelson és Winter (1982) és Dosi (1988) rámutatott, hogy az endogén modellek nagymértékben függenek a múlttól és annak felhalmozási folyamatától. A dinamikus panel becslések lehetővé teszik az endogén struktúra bevonását különböző instrumentális változókon keresztül. Ezt az endogenitás közgazdasági értelemben úgy értelmezhető, mint a múltnak a jelenre gyakorolt hatása mind a modellre (eredményváltozóra), mind a független változókra, vagy mint a regresszorok és a magyarázott változó közötti oksági kapcsolat az idő mentén.
Egy általánosított dinamikus panel modell Lilo és Torecillas (2018) alapján az alábbi módon írható fel:

$$Y_{it} = \alpha Y_{it-n} + \beta_i X_{it} + \omega_{it} \quad (4)$$

Ahol $Y_{it}$ az eredményváltozó, $Y_{it-n}$ az eredményváltozó késleltetése, $\alpha$ a konstans, $\beta_i$ az i változó koefficiense, $X_{it}$ a magyarázóváltozó, $\omega_{it} = \varepsilon_i + \mu_{it}$
Az egyenletből egyértelműen látszik, hogy az eredményváltozó és annak késleltetett értéke sem független a hibatagtól, így a több időszakkal késleltetett változó sem lehet instrumentuma az endogén magyarázó változónak. (Kőrösi, 2017)
Ha egy időszaki késleltetést választunk és differenciáljuk az egyenletet akkor az alábbi formulához jutunk:

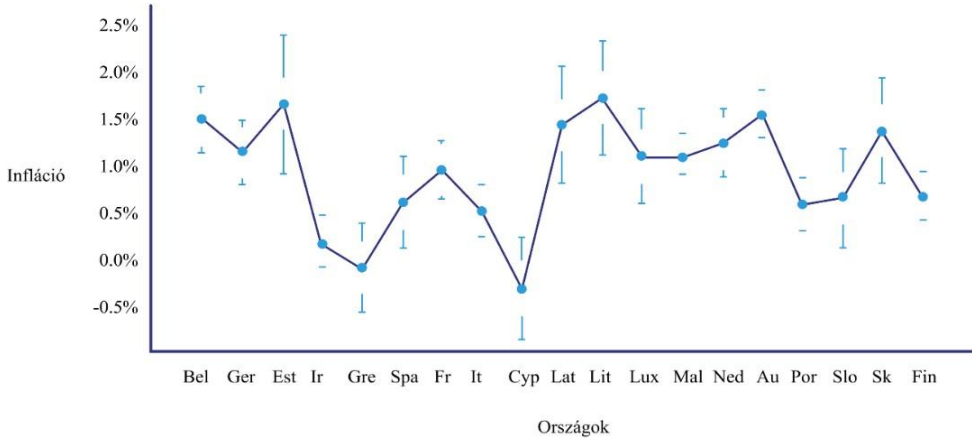
$$\Delta Y = \alpha \Delta y_{t-1} + \Delta X\beta + \Delta\omega = \alpha \Delta y_{t-1} + \Delta X\beta + \Delta\varepsilon \quad (5)$$

Jól látható, hogy a differenciálás után az együtthatók változatlanok, a hibatagból viszont eltűnik az egyedhatás, ugyanakkor autokorrelálttá válik, ezért nem független a magyarázó változótól. Ennél az esetnél azonban már lehet és tanácsos is instrumentumok használata. Két opció lehetséges: vagy az ideálisan késleltetett differenciálás nélküli változókat használjuk instrumentumnak, és differenciáljuk az egyenletet, vagy a differenciált változókat alkalmazzuk instrumentumként az eredeti egyenlettel. Mindkét esetben az egyedhatások kiesnek, és az instrumentumok függetlenné válnak a modell hibatagjaitól. (Kőrösi, 2017)
Arellano és Bond (1991) a fentebb említett két opcióból az elsőt javasolták, és két modell-diagnosztikai tesztet ajánlottak. Az egyik a Sargan-féle túlidentifikációs teszt, a másik pedig az Arrelano és Bond által meghonosított másodrendű autokorrelációra vonatkozó teszt. Az Arrelano és Bond féle becslésnek egyetlen problémája, hogy a differenciálás nagyon megnöveli

a zajt, és hiába konzisztens, nagyon nehéz szignifikáns együtthatót kapni. Ezért Blundell és Bond (1998) egy másik metódust javasoltak: Együtt becsülik meg az eredeti modellt a differenciált változó ideálisan késleltetett értékeivel, és a differenciált modellt az eredeti változó késleltetett értékeivel, mint instrumentumokkal. (Kőrösi, 2017)

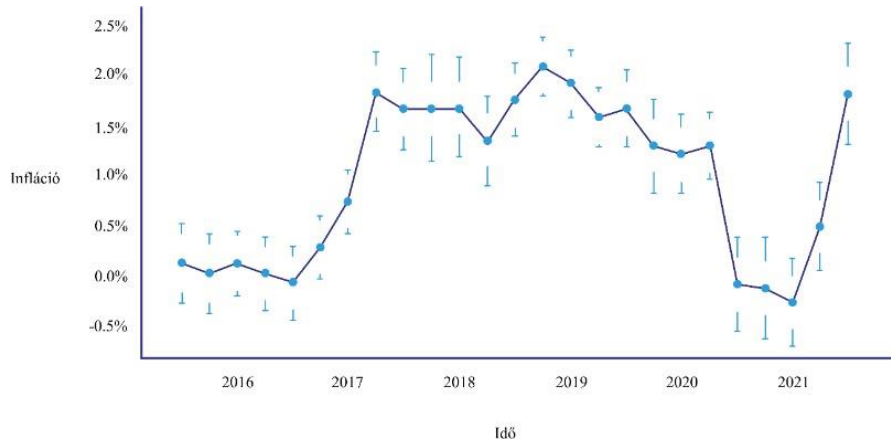
## 7. Eredmények

A modellezés előtt fontosnak bizonyult áttekinteni az eredményváltozó átlagát az országok között. Ha ugyanis feltételezhető az azonos átlag az összes országban, akkor az OLS becslés is megfelelő módszertani választás. A 2. ábrán azonban egyértelműen látszik, hogy az inflációs átlagok eltérnek egymástól, így nem alkalmazható ez a metódus.




**2. ábra: Heterogenitás a keresztmetszeti egységben**
Forrás: Saját szerkesztés

A modellek megbecslése előtt érdemes az eredményváltozó időbeli változását is ábrázolni:




**3. ábra: Az infláció alakulása a mennyiségi lazítás időszakában**
Forrás: Saját szerkesztés

A 3. ábrán jól látszik, hogy a fogyasztóiárindex a 2017-es időszak második negyedévében közelítette meg a 2%-os célértéket a QE programok bevezetését követően. Ez alapján előzetes várakozásom, hogy az eszközvásárlási programok azonnali hatást nem voltak képesek kifejteni, hosszabb távon azonban szükségesek voltak a célérték megközelítése szempontjából. További érdekesség, hogy a koronavírus első hullámában egy jelentősebb csökkenés volt tapasztalható, amire válaszként érkezett a PEPP program elindítása. Ennél a későbbi időszaknál is az ábra alapján hosszú távú hatás látszik kirajzolódni.

Az FE modellstruktúrával 3 különböző modellt építettem fel. Mindhárom esetben robusztus és ország szerint klaszterezett standard hibákkal és idő dummykkal dolgoztam, ezáltal kiszűrve az autokorrelációt és az aggregált trendet. Az első modellben nem kontrolláltam az egyes makrogazdasági változókra, a második modellben kizárólag a GDP növekedésre, a harmadikban pedig minden 3. fejezetben említett mutató szerepelt a becslésben. Az eredményeimet az alábbi táblázat foglalja össze:

**2. táblázat: Az FE modellek eredményei**

| **Az eredmény változó az összes modellben az infláció** | | | |
|---|---|---|---|
| | **Modell 1** | **Modell 2** | **Modell 3** |
| ***Log QE*** | -0,0005<br>(0,0004) | 0,0001<br>(0,0003) | 0,0004<br>(0,0004) |
| ***Log QE (t-1)*** | -0,0015***<br>(0,0002) | -0,0008*<br>(0,0004) | -0,0008*<br>(0,0004) |
| ***Log QE (t-2)*** | -0,0013***<br>(0,0004) | -0,0005<br>(0,0004) | -0,0004<br>(0,0005) |
| ***Log QE (t-3)*** | 0,0030***<br>(0,0004) | 0,0037***<br>(0,0008) | 0,0028***<br>(0,0008) |
| ***GDP növ (t-1)*** | | 0,04722***<br>(0,0105) | 0,0455**<br>(0,0099) |
| ***Log Hitel*** | | | 0,0922***<br>(0,0300) |
| ***Prod*** | | | 0,0585***<br>(0,0176) |
| ***Unemp*** | | | -0,2868***<br>(0,0979) |
| ***Log Wage (t-1)*** | | | 0,0371***<br>(0,0117) |
| ***Megfigyelések*** | 418 | 418 | 418 |
| ***Klaszterezett standard hiba*** | igen | igen | igen |
| ***R négyzet*** | 0,3025 | 0,4267 | 0,5806 |

Forrás: Saját szerkesztés, Megjegyzés: * p<0,1, ** p<0,05, *** p<0,01, a standard hibák zárójelben szerepelnek. Tanulmányomban az 5%-os szignifikanciaszintet tekintem határértéknek.

A Módszertan című fejezetben említett Hausman próba p értéke minden esetben a nullához közelített, ezért a fix hatású becslés bizonyult konzisztensnek.
A 2. táblázat első sorában látható, hogy azonnali hatás nem mutatható ki egyik modell esetében sem, az egy és két időszakkal késleltetett értékek pedig elvesztik szignifikanciájukat a 2. és 3. modellben, amikor kontrollváltozók is szerepelnek a becslésekben. A harmadik késleltetés együtthatója minden szokásos szignifikanciaszinten szignifikáns, ami azt jelenti, hogy minden más változatlansága a tárgyidőszakot 3 negyedévvel megelőző eszközvásárlásnak pozitív, szignifikáns hatása van a tárgyidőszaki inflációra. Ez azt jelenti, hogy az EKB a vizsgált időszakban meglepetésszerű hatást nem tudott kifejteni a QE programok segítségével, ugyanakkor hosszabb távon sikerült a célérték felé terelni az inflációt.

A kontrollváltozókat vizsgálva, a makroökonómiából már ismert összefüggések láthatók. A GDP növekedés és a nominális bér egy időszakkal késleltetett értéke is pozitív, szignifikáns hatást eredményez az inflációban. A produktivitás szintén logikusan megemeli a fogyasztóiárindexet, a munkanélküliség pedig a Phillips görbéből jól ismert összefüggésalapján negatív kapcsolatban áll az eredményváltozóval.
A makrogazdasági változók közül talán a legfontosabb szerepe a nettó hitelállománynak van, hiszen az eszközvásárlás célja többek között a hitelezés beindítása volt. A fix hatású modellben ennek a változónak is pozitív és szignifikáns az együtthatója, ami azt jelenti, hogy a hitelkereslet növekedése szintén árszínvonal emelkedéshez vezet. Ugyanakkor, a mennyiségi lazítás hosszabb távú hatása azzal is magyarázható, hogy a programok bevezetésekor (ahogy a 3. ábrán is látható) a gazdaságba kerülő nagy mennyiségű pénz csak a bankok mérlegét volt képes megnövelni, a nettó hitelállomány stagnált, így az infláció sem volt képes rövid időn belül a célérték irányába elmozdulni.
A fix hatású modellek becslését követően az időbeli dinamika figyelembevételére alkalmasabb, dinamikus panel modelleket építettem, amely során a 6. fejezetben kifejtett Arrelano és Bond féle GMM esztimátort alkalmaztam. Az FE modellekhez hasonló struktúrában 3 különböző becslést végeztem. Eredményeimet az alábbi táblázat tartalmazza:

**3. táblázat: A dinamikus panel modellek eredményei**

| **Az eredmény változó az összes modellben az infláció** | | | |
|---|---|---|---|
| | **Modell 4** | **Modell 5** | **Modell 6** |
| ***Infláció (t-1)*** | 0,1474<br>(0,1457) | 0,2333*<br>(0,1037) | 0,2042<br>(0,1265) |
| ***Log QE (t-1)*** | 0,0016*<br>(0,0009) | 0,0002<br>(0,0012) | 0,0028*<br>(0,0025) |
| ***Log QE (t-2)*** | -0,0051***<br>(0,0014) | -0,0025<br>(0,0016) | 0,0012<br>(0,0019) |
| ***Log QE (t-3)*** | 0,0031***<br>(0,0010) | 0,0043***<br>(0,0011) | 0,0069***<br>(0,0011) |
| ***GDP növ (t-1)*** | | 0,0725***<br>(0,0254) | 0,1395***<br>(0,0027) |
| ***Log Hitel*** | | | 0,0315**<br>(0,0149) |
| ***Prod*** | | | 0,0955***<br>(0,0195) |
| ***Unemp*** | | | -0,2451***<br>(0,0947) |
| ***Log Wage (t-1)*** | | | 0,0034<br>(0,0026) |
| ***Instrumentumok*** | 20 | 19 | 18 |
| ***Sargan – teszt (p-érték)*** | 0,5248 | 0,4568 | 0,3918 |
| ***Autokorrelációs teszt: AR (2) (p-érték)*** | 0,7074 | 0,5318 | 0,1382 |

Forrás: Saját szerkesztés, Megjegyzés: * p<0,1, ** p<0,05, *** p<0,01, a standard hibák zárójelben szerepelnek.

Összességében az eredmények hasonló képet mutatnak, mint a fix hatású panel modellek. A rövid távú hatás szignifikanciája eltűnik a kontrollváltozók bevonásával, a harmadik késleltetés azonban megőrzi a pozitív, szignifikáns együtthatóját. A szofisztikáltabb módszertan így egyfajta megerősítésre szolgál.
A kiemelt változó, a mennyiségi lazítás a modellek alapján így ismét hosszabb távon eredményez elmozdulást az árszínvonalban. A kontrollváltozók szintén ugyanazokat az összefüggéseket mutatják, mint a 2. táblázatban azzal a különbséggel, hogy a nominális bér elvesztette szignifikanciáját. Ezt többek között okozhatja a produktivitás vagy output per óra időbeli csökkenése, ami az adatsorokon meg is figyelhető, többek között a koronavírus járvány kitörése miatt.
Modelldiagnosztikai szempontból a túlidentifikációra vonatkozó Sargan – teszt nullhipotézisét, miszerint a modell nem túlidentifikált, tehát az instrumentumok száma megfelelő, mindegyik esetben el tudtam fogadni a magas p-értékeknek köszönhetően.
Ezen kívül a másodrendű autokorrelációra vonatkozó Arellano és Bond által kifejlesztett teszt p értékei is minden esetben magasabbak 5%-nál, így a modellekben másodrendű autokorreláció jelensége nem áll fent, így összességében stabilnak tekinthetők.

## 8. Következtetések, kitekintés a jelenlegi válságra

A panel modellek megbecslését követően az alábbi megállapításra jutottam: *A mennyiségi lazítás keretében megvalósult programok a vizsgált időszakban azonnali, illetve rövid távú hatást nem fejtettek ki az inflációra, ugyanakkor hosszabb időtávlatban megfigyelhető a pozitív hatás, amely elősegítette a fogyasztóiárindex megfelelő irányba való elmozdulását.*
Ez alapján hipotézisem beigazolódott, ugyanakkor a dolgozat legfőbb kérdésére, miszerint sikeres volt-e a mennyiségi lazítás az eurózóna országaiban kutatásom eredményei alapján a válasz nem egyértelmű. Nem lehet ugyanis sikerként elkönyvelni az eszközvásárlási programokat úgy, hogy az egyik legfontosabb cél, a meglepetésszerű, azonnali hatás nem jelentkezett az árszínvonalban. Következtetéseim összhangban vannak a legtöbb témában született szakirodalom eredményeivel, amelyek bizonyítják, hogy Európában az eszközvásárlási programok sikerességének értékelése jóval megosztóbb az Amerikai Egyesült Államokhoz képest. Ennek ellenére hangsúlyozni kell, hogy a nominális kamatláb zéró alsó korlátjába ütközését követően, 2015-től az EKB számára nélkülözhetetlenné vált az eszköz használata, és szükséges lépés volt az eurózónában kialakult válságból való kilábaláshoz.
A 2008-as válságot követően alig több, mint 10 évvel újabb krízis alakult ki Európában és az egész világon, amely azonban alapjaiban tér el a hagyományos makrogazdasági válságoktól**.** A legfontosabb eltérés talán, hogy a koronavírus következtében kialakult sokk szinte az összes gazdasági ágazatot egyszerre sújtotta. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy nemcsak a versenyképtelen vállalatok ütköztek komoly problémákba, hanem mivel egy elsősorban egészségügyi és nem gazdasági válságról van szó, minden vállalat kénytelen volt leállítani működését, beleértve ebbe a legerősebb cégeket is. Ennek következményeként pedig egyszerre jelentkezett keresleti és kínálati sokk, amely akár az alapvető bizalom hiányához, adott esetben piaci pánikhoz is vezethetett volna. További szempont, hogy mivel globális jelentőségű a probléma, ezért külföldről sem lehet pótolni a különböző országok keresleti hiányait. Ebben a szituációban felértékelődik az állam szerepe, hiszen egyetlen gazdasági szereplőként ő lehet képes arra, hogy valamilyen szinten orvosolja a problémát. Ehhez pedig erőteljes fiskális reakciók voltak szükségesek. (Lehmann, 2021)
A válságból való kilábalás eszközeként szolgáló jelentős mennyiségű fiskális reakció azonban növelte az államadósságot, (és az inflációt is) amelynek finanszírozásában nagy szerepet vállaltak az egyes központi bankok.

Az Európában 2021 végére kialakuló rég nem látott infláció következtében az EKB 2022 márciusi döntése szerint felgyorsította az APP keretében megvalósuló eszközvásárlási programok kivezetését, amely így 2022 harmadik negyedévére teljesen a végéhez érhet. Christine Lagarde, az EKB jelenlegi elnöke pedig a program lezárását követően kamatemelést is előrevetített, ami egyben azt is jelentheti, hogy a következő években a monetáris politika visszatérhet a konvencionális eszközeihez.

**Köszönetnyilvánítás**

*Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-2-I-CORVINUS-24 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.*

**Irodalomjegyzék**

[1.] Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The review of economic studies*, *58*(2), 277-297.
[2.] Bernanke, B. S., & Reinhart, V. R. (2004). Conducting monetary policy at very low short-term interest rates. *American Economic Review*, *94*(2), 85-90.
[3.] Bernanke, B., Reinhart, V., & Sack, B. (2004). Monetary policy alternatives at the zero bound: An empirical assessment. *Brookings papers on economic activity*, *2004*(2), 1-100.
[4.] Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of econometrics*, *87*(1), 115-143.
[5.] Breuss, F. (2017). The crisis management of the ECB. In *The Euro and the Crisis* (pp. 199-221). Springer, Cham.
[6.] ECB (2021): Asset purchases: from crisis to recovery, Elérhető: https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2021/html/ecb.sp210920~ae2c7412dc.en.html Letöltés dátuma: 2021.12.18.
[7.] Feldstein, M. (2012). Fed Policy and Inflation Risk. *Project Syndicate*, *April*, *4*.
[8.] Fiebiger, B., & Lavoie, M. (2021). Central bankers and the rationale for unconventional monetary policies: reasserting, renouncing or recasting monetarism?. Cambridge Journal of Economics, 45(1), 37-59.
[9.] Gábor Békés, G. K. (2021). Data Analysis For Business, Economics, And Policy. *Cambridge: Cambridge University Press.*, p. 649-681.
[10.] Kapetanios, G., Mumtaz, H., Stevens, I., & Theodoridis, K. (2012). Assessing the economy-wide effects of quantitative easing. *The Economic Journal*, *122*(564), F316-F347.
[11.] Kőrösi G. (2017): Panel adatok modellezése: alapok. in MTA Közgazdaságtudományi Intézet és PTE 17-19.p.
[12.] Lehmann, K. (2021). QE és Makrofinanszírozás: A jegybanki függetlenség vége?
[13.] Lillo, R. L., & Torrecillas, C. (2018). Estimating dynamic Panel data. A practical approach to perform long panels. *Revista Colombiana de Estadística*, *41*(1), 31-52.
[14.] Lundvall, B. A., Dosi, G., & Freeman, C. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. *1988*, *349*, 369.

[15.] Meltzer, A. H. (2014). Current lessons from the past: how the Fed repeats its history. *Cato J.*, *34*, 519.
[16.] Németh, K. (2021). Monetáris Politika. (Szakkollégiumi keretek között megrendezett kurzus)
[17.] Pál, T. (2018). Az európai mennyiségi lazítás jellemzői és perspektívái. *Köz-gazdaság-Review of Economic Theory and Policy*, *13*(4), 138-167.
[18.] Thornton, D. L. (2010). The downside of quantitative easing. *Economic Synopses*.
[19.] Vivien, C. (2017). Az EKB mennyiségi lazítási programjának tapasztalatai. *Európai tükör*, *20*(1), 103-126.
[20.] Weale, M., & Wieladek, T. (2016). What are the macroeconomic effects of asset purchases?. *Journal of monetary Economics*, *79*, 81-93.
[21.] Winter, S. G., & Nelson, R. R. (1982). An evolutionary theory of economic change. *University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship*.
[22.] Woodford, M. (2012). Methods of policy accommodation at the interest-rate lower bound. [23]: Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT press.
[23.] Yue, H. Y., & Leung, K. T. (2011). The effects of quantitative easing on inflation rate: A possible explanation on the phenomenon. *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences*, *41*(11), 34-40.

**Adatok forrása**

[1.] ECB (2021): Key ECB interest rates
Elérhető:
https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/key_ecb_interest_rates/html/index.en.html
Letöltés dátuma: 2021.12.18.
[2.] ECB (2022): Asset purchase programmes (APP)
Elérhető: https://www.ecb.europa.eu/mopo/implement/app/html/index.en.html
Letöltés dátuma: 2022.01.25.
[3.] ECB (2022): Pandemic emergency purchase programme (PEPP)
Elérhető:https://www.ecb.europa.eu/mopo/implement/pepp/html/index.en.html
Letöltés dátuma: 2022.01.25.
[4.] Eurostat (2021): GDP and main components
Elérhető: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMQ_10_GDP custom_1821802/default/table?lang=en
Letöltés dátuma: 2021.12.29

**Lektorálta:** Keresztély Tibor, egyetemi docens, Budapesti Corvinus Egyetem

# A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA TÁRSADALMI PERCEPCIÓI A MUNKAERŐPIAC VONATKOZÁSÁBAN

**Boncz Bettina**
*Budapesti Corvinus Egyetem, PhD hallgató, bettina.boncz@stud.uni-corvinus.hu*

**Absztrakt**
A mesterséges intelligencia munkaerőpiacra gyakorolt jövőbeli hatásait sokan sokféleképpen értékelik. A szakértői vélemények két polaritás között mozognak: a disztópikus teljes technológiai munkanélküliség, ahol az embernek nincs esélye a mesterséges intelligencia mellett a munkaerőpiacon, és az utópikus, ember-gép kollaboráció között, ahol az emberiségnek csupán olyan munkát kell már elvégeznie, amely számára kedves. Fontos viszont megismerni azt is, hogy mi a hétköznapi ember véleménye, hogy tisztában legyünk a társadalom percepciójával is, és képesek legyünk reagálni az reális és kevésbé reális félelmekre és várakozásra, hogy akármilyen jövőt is hozzon a mesterséges intelligencia, arra megfelelően fel legyen készülve társadalmunk.

***Kulcsszavak:*** *mesterséges intelligencia, munkaerőpiac, szövegbányászat*

## 1. Bevezetés

Az emberi elme képességeit elérő vagy akár meg is haladó mesterséges intelligencia (MI) (angolul artificial general intelligence, vagy AGI) (Kaplan & Haenlein, 2019) megjelenését évről évre egyre közelebbi időpontra hozzák a téma szakértői. Egy 2018-as kutatás szerint a mesterséges intelligencia (MI) legkésőbb az évszázad közepére eléri az emberi intelligencia szintjét, és a következő évszázad elején már szinte minden ember által végzett munkát képes lesz automatizálni (Grace et al., 2017). Más kutatások még közelebbi időpontokról beszélnek, egyesek szerint már a következő évtizedben (Baum et al., 2011; Müller & Bostrom, 2016) elérkezhet egy áttörés a mesterséges intelligencia területén, ami veszélyeztetheti az emberek szinte kizárólagos egyeduralmát a munkaerőpiacon.

Amióta az ember dolgozik – azaz a történelem kezdete óta – keresi azokat az eszközöket, amelyekkel képes gyorsabban, kényelmesebben, kevesebb erőfeszítés árán dolgozni, eredményeket elérni. A kerék feltalálásától a modern robotokig, minden technológiai innovációnak befolyása volt a munkaerőpiacra: munkánk tűntek el (pl. gyertyagyújtogató) és munkák jöttek létre (pl. mesterséges intelligencia szakértő) (Wilson et al., 2017). A technológiai fejlődés indukálta munkaerőpiaci változásokat már sokan vizsgáltak a múlt és lehetséges jövőképek tekintetében is (Acemoglu & Restrepo, 2018; Frey & Osborne, 2013; Garcia-Murilloa et al., 2018; Mitchell & Brynjolfsson, 2017; Titan et al., 2014). Általánosságban kijelenthető, hogy az új, modern technológiák mindig növelik a hatékonyságot, csökkentik a rutin, monoton feladatok mennyiségét (Atalay et al., 2018),lecsökkentik a közepesen képzett és közepesen fizetett emberek iránti munkaigényt (Acemoglu & Autor, 2010; Goos et al., 2014), megváltoztatják az emberi munkaerő felé támasztott képesség és készség igényeket, amik szükségszerűen növelik a technológiai munkanélküliség esélyét, hiszen az ember sokkal nehezebben „programozható át" más munka elvégzésére, mint a gép.

A mesterséges intelligencia lesz az első technológia, mely szinte minden területen versenyre kellhet velünk a munkaerőpiacon, azaz nem feltétlen tudjuk egy másik szakma, vagy készség elsajátításával visszanyerni munkaerőpiaci értékünket.

Az OECD 2021-es riportja alapján már a jelenlegi technológiai tudásunk mellett is (azaz MI nélkül) a munkahelyek átlagosan 14%-a (az arányok változóak országonként: pl. Norvégia 9%, ám Szlovákia közel 33%) volt kitett az automatizációnak csak az elmúlt évtizedben. A

közel egy évtizede veszélyeztetett kategóriába eső munkák, bár teljes egészükben nem szűntek meg, mára stabilitásuk, és növekedési ritmusok csökkent, a kevésbé veszélyeztett munkákéhoz képest (OECD, 2021), amit nagyban ellensúlyozott a veszélyeztetett munkák potenciális munkavállalóinak számának csökkenése is. Ezen tanulmány alanyai még nem a mesterséges intelligenciával versenyeztek a munkaerőpiacon, hanem annál sokkal fejletlenebbrobotokkal, gépekkel és szoftverekkel. Frey és Osborne (2017) szerint a munkanélküliség a technológiai fejlődés előrehaladtával a jövőben akár a 47%-ot is elérheti csak az USA-ban, de a világszintre kiterjedő becslések akár több milliárd megszűnő munkahelyről beszélnek (Winick, 2018).

Itt érdemes megjegyezni, hogy egyes kutatások szerint viszont a mesterséges intelligencia akár még növelni is tudja a foglalkoztatást (Mutascu, 2021), hiszen növeli a produktivitást, ami olcsóbbá teszi a termékeket, további pénzeszközöket felszabadítva a fogyasztás és befektetések növeléséhez (Allen, 2017; Gumbel, 2017; Makridakis, 2017; OECD, 2021; Pianta & Vivarelli, 2000).

Akármit is hoz a jövő, az MI egészen biztosan megváltoztatja életünket, és munkánkat, ezért fontos, hogy a világ országai felkészülten álljanak a kihívások előtt. Ehhez pedig nem csak átfogó átstrukturálásra van szükség az oktatás (Coates, 2016; Crawford & Calo, 2016; Kim et al., 2017), a gazdaságpolitika (David, 2017; Dirican, 2015; Harari, 2017) és azüzletvezetés (Allen, 2017; Garcia-Murilloa et al., 2018; Hughes, 2014) területén, hanem foglalkozni szükséges ezen változások legfőbb elszenvedőivel: magával az emberrel, és annak viszonyával a technológiához. A mesterséges intelligencia társadalmi percepciót folyamatosan figyelni kell (Schepman & Rodway, 2020), hogy képet kaphassunk az MI körüli félelmekről, és várakozásokról, hogy azokat a politika, üzletvezetés, és oktatás területén le tudjuk követni, megfelelő válaszokat legyünk képesek adni a társadalomnak. Ugyanis mind a az irreálisan optimista, várakozó elvárások, mind a szükségtelen félelmek és a technológiától való elzárkózás káros lehet hosszú távon, hiszen az MI életünk részét fogja képezni, ha akarjuk, ha nem.

Ezen gondolat mentén indultak el olyan mozgalmak, mint például az Explainable AI (XAI) (Gunning et al., 2019), melyek céljuknak tekintik, hogy megismerhetővé és megérthetővé tegyék a mesterséges intelligenciát, így építve bizalmat és reális elvárásokat.

Fel kell mérnünk azt is, milyen csatornákon keresztül jut az egyén információhoz, és kik befolyásolják leginkább a véleményét, hogy képesek legyünk megfelelő módon kommunikálni felé mire van szüksége az MI korban élete és munkája során az érvényesüléshez.

Az egyén percepcióinak megismeréséhez pedig a legjobb eszköz az internet, és a közösségi oldalak.

A mesterséges intelligencia diskurzus 2009 óta kezdett teret nyerni az internetes fórumokon, és ahogy egyre közelebb kerülünk a technológia álomból, valósággá válásához, úgy kezdtek el nőni a várakozások, és a félelmek is: hogy kontrollt vesztünk a technológiai felett, munkánk és megélhetésünk, akár egész létünk veszélybe kerül (Fast & Horvitz, 2017; Neri & Cozman, 2020).

A kutatás során a Reddit közösségi felületről létrehozott adatbázison keresztül vizsgáljuk szentimentanalízisen és szövegelemzésen keresztül a mesterséges intelligencia társadalmi percepcióit a munkaerőpiac vonatkozásában. A közösségi médiát, és ezen belül is a Reddit felületet már több kutatás során is használták általános percepciók mérésére a COVID-19 világjárvány (Lee et al., 2021; Melton et al., 2021), egészségügyi témák (Munawar & Prabhu, 2021; Sharma et al., 2016), termékhasználati jellemzők (Brett et al., 2019), és egyéb társadalmi (Aswath et al., 2020; Botzer et al., 2022; Proferes et al., 2021), vagy politikai (Heet al., 2020) kérdések vizsgálatához, sőt még a pénzügyi piaci kutatások is születtek (Long et al., 2021).

A munkaerőpiac vonatkozásában irodalomelemzésünk nem talált megegyező kutatást a Redditről származó adatokon, ám kapcsolódó elemzések már történtek más közösségi médiás felületeken (Sinha et al., 2020).

Jelen kutatásunk a témában folytatott két másik kutatásunk (Boncz & Szabó, 2021, 2022) kiterjesztésének tekinthető, melynek célja, hogy szövegelemzésen keresztül feltárjuk, hogy a népszerű Reddit közösségi oldalon nyilvánosan is elérhető fórumokon - melyek a mesterséges intelligencia jövőbeni munkaerőpiacra gyakorolt hatását feszegetik –a hozzászólóknak milyen az érzelmi viszonyulása az MI-hez, milyen témákkal foglalkoznak, és kik/mik befolyásolják leginkább a nézeteiket.

## 2. Módszertan

### *2.1 Szentimentelemzés*

A szentimentelemzés kedvelt eszköz mind az üzleti, mind a tudományos életben (Brett et al., 2019; Reis et al., 2015). Az interneten nagy mennyiségű adat áll rendelkezésre az érzelmek vizsgálatára, aminek köszönhetően egyre elterjedtebben kezdték el a módszert használni a marketing, társadalomtudományok, vagy akár a politika területén is (Zhang et al., 2018). Definíció szerint a szentimentelemzés, vagy véleménybányászat az érzelmek, attitűdök szövegben kifejezett vizsgálatával foglalkozik (Liu, 2015).

Szentimentelemzési alapként, adatforrásként, a kutatók és üzleti szakemberek egyre gyakrabban élnek a közösségi médiában felhalmozódó adatokkal, szövegekkel (Yadav & Vishwakarma, 2020), ugyanis a közösségi médiát már több milliárd ember használja a világon, osztja meg rajta keresztül napi szinten véleményét, érzelmeit. A Redditen perceként majdnem félmillió poszt jelenik meg, A világon internetet használók 63%-a hetente használja a Facebookot, 23%-a a Twittert[1], éppen ezért szinte határtalan mennyiségű információ érhető el rajtuk keresztül, mely megfelelő alapot adhat az elemzéseknek.

A felhasználók a különböző témákkal kapcsolatban megosztják véleményüket, érzéseiket, félelmeiket, az anonimitásnak köszönhetően őszintén (vagy legalábbis őszintébben) leírják véleményüket, amelyen keresztül tisztább képet kaphatunk a valós társadalmi percepciókról.

A szentimentelemzéssel kéz a kézben jár a szövegbányászat, vagy szövegelemzés, mely a szöveg érzelmi töltete helyett annak tartalmával foglalkozik. Ezen kutatás során néhány alapvető szövegelemzési technikát alkalmaztunk, mint a gyakori szavak, vagy tulajdon-, és köznevek kinyerése a szövegből (Name Entity Recognition) (Hassani et al., 2020).

### *2.2 Adatbázis*

A kutatás során a Reddit közösségi fórumról gyűjtöttünk a témához kapcsolódó posztokat. A Redditnek 2022-ben közel 430 millió felhasználója van, akiknek 47,1%-a az Amerikai Egyesült Államokból használja a platformot. A felhasználók 63%-a férfi, közel a fele 35 év alatti. Egy 2021-es felmérés szerint a redditelők nagy része rendelkezik valamiféle egyetemi végzettséggel. A Redditen gyülekeznek a technológia kedvelői. A honlap havonta átlagosan 1,7 milliárd látogatóval büszkélkedhet (*Reddit - Statistics & Facts*), melyből 27 millió a technológia rovat látogatója. A redditelők 38%-a tartja azt magáról, hogy komolyan érdeklődik a technológiai újdonságok iránt (*Technology on Reddit*).

Ezen felhasználói statisztikák alapján úgy véltük, hogy a platform megfelelő alapot tud nyújtani a kutatásunkhoz, ugyanis olyan felhasználók véleményét ismerhetjük meg, akik követik a mesterséges intelligencia fejlődését, főleg angol nyelven társalognak, és érdeklődnek a technológia hozta változások iránt.

Első lépésként kiválasztottuk azokat a fórumokat, amelyek a mesterséges intelligencia munkaerőpiaci vonatkozásával foglalkoznak. A keresés manuálisan történt, „AI", „artificial intelligence" és „job" vagy „employment" angol szavak különböző szinonimái

[1] Forrás: https://www.statista.com/topics/1164/social-networks/#dossierSummary

felhasználásával. Az eredmények között csak azokat vettük figyelembe, amelyeknél elegendő hozzászólás érkezett (legalább 40), és a témafelvetés beleillett a kutatás szűken vagy tágan vett kérdéskörébe. 73 különböző fórumot választottunk ki végül, amelyeket a Python PRAW csomagjával, API segítségével hívtunk le és rendeztünk adatbázisba.

Az adatbázis szentimentelemzéséhez 3 különböző szentimentelemzési módszert választottunk ki, melyek technológiai hátterükben viszonylag eltérőek, hogy tisztább képet kaphassunk a szöveg érzelmi töltetéről.

### *2.3 NRC Lex Library*

Az első elemzési technika, melyet kiválasztottunk, az NRC Lex Library lexikon-alapú szentimentelemzési módszere. Az NRC Lex szótár (Mohammad & Turney, 2010, 2013) képes a pozitív és negatív polaritásokon kívül további 8 érzelmet is kimutatni egy adott szövegből (név szerint: bizalom, várakozás, öröm, félelem, szomorúság, düh, meglepettség, undor, és ezen kívül pozitív és negatív skálán is képes elemezni). A szótár közel 10 000 szót tartalmaz, és azok érzelmi asszociációit angol nyelven. A szótárt nem kifejezetten a közösségi médiából származó adatok elemzésére hozták létre, ám ennek ellenére is jól alkalmazható az adatbázisunkon.

A lexikont az NRCLex nevű Python programcsomaggal használtuk. Ezen programcsomag az eredeti 10 000 szót kiegészíti 27 ezerrel a WordNetben található szinonimákkal (Bird et al., 2009), amivel pontosabb eredményt kaphatunk.

### *2.4 Vader*

A második elemzési technika a VADER (Valence Aware Dictionary for sEntiment Reasoning) csomagra alapult. A Vader szintén szótár alapú elemzési módszer, mely a LWIC szótár továbbfejlesztett változata, kiegészítve az érzelmi intenzitás mérésével, amely főleg közösségi médiából származó szövegek elemzésénél hasznos (Hutto & Gilbert, 2014). A szentimentelemzést azzal teszi eredményesebbé, hogy az interneten használatos rövidítéseket, szlenget, emotikonokat, néhány betűs kifejezéseket (pl. LOL) is értelmezni tudja, és az érzelmek intenzitását is mérni tudja. Amíg az NRCLex csupán megadja, hogy melyik szó pozitív vagy negatív, a VADER képes skálán is elhelyezni azok pozitív vagy negatív erősségét.

Végül, a VADER szótár figyelembe vesz bizonyos kontextuális elemeket is a szövegben, kifejezetten közösségi médiás kommunikációra hangolva, melyek befolyásolni tudják az érzelmi intenzitást pl. a központozás vagy a kis-, és nagybetűk használata.

A kutatásban a Python VaderSentiment csomagját használtuk. A csomag a polaritást normalizálva, -1 és +1 értékek között értékeli, ahol -1 a negatív szélsőség, +1 pedig a pozitív szélsőség. Az elemzést hozzászólásonként végeztük, a végső eredményt a hozzászólások érzelmi pontszámának (compound score) átlaga adja.

### *2.5 BERT és RoBERTa*

A harmadik választott elemzési technika a Google által kifejlesztett Transformers alapú (mély tanulás avagy deep learning) BERT (Bidirectional Encoder RepresentationsfromTransformers) algoritmus (Devlin et al., 2018), amit a Google fejlesztett ki kifejezetten természetes nyelvfeldolgozás céljára Az algoritmus specialitása, hogy a szövegeket nem csakegy irányból (pl. balról jobbra, vagy jobbról balra), hanem két irányból (bidirectional) értelmezi, ami lehetőséget ad a kontextus megértésére.

A mi elemzésünkhöz a BERT RoBERTa csomagját használtuk, melyet 58 millió tweeten (Twitter poszton) tanítottak be szentimentelemzés céljából (Barbieri et al., 2021). Azért esett a választásunk a RoBERTa pre-trained algoritmusra, mert egyrészt nem szükséges a

használatához felcímkézett tanító adatbázis létrehozása, másrészt pedig az algoritmus tanító adatbázisa közösségi médiából származó adatokat használ (tweeteket), amik jól használhatóak más közösségi médiából (esetünkben Reddit) származó adatok klasszifikálására.
A RoBERTa programcsomag negatív, pozitív és semleges érzelmi szinten ad százalékos értékelést a szöveg érzelmi töltetéről Alapvetően a magasabb pontszámot (azaz százalékot) kapó címke (pl. pozitív) határozza meg a szöveg érzelmi töltetét. Végső eredményünk az összes hozzászólás érzelmi töltetének átlagértékeiből adódik.

## 3. Eredmények

*3.1 Szentimentelemzés*

A három szentimentelemzési technika eredményeit az alábbi táblázatokban ismertetjük.

**1. táblázat NRCLex szentimentelemzés eredménye**

| **Érzelem** | **Szavak száma** |
|---|---|
| Bizalom | 144510 |
| Várakozás | 113046 |
| Öröm | 89134 |
| Félelem | 73956 |
| Szomorúság | 69859 |
| Düh | 62407 |
| Meglepettség | 44829 |
| Undor | 33211 |

**2. táblázat Vader szentimentelemzés eredménye**

| **Negatív** | **Semleges** | **Pozitív** | **Compound score** |
|---|---|---|---|
| 0,077371 | 0,808537 | 0,11403 | 0,142194 |

**3. táblázat BERT alapú RoBERTa szentimentelemzés eredménye**

| **Negatív** | **Semleges** | **Pozitív** |
|---|---|---|
| 0,43 | 0,39 | 0,16 |

Kezdve az NRCLex eredményeivel, láthatjuk, hogy alapvetően a pozitív érzelmek határozzák meg a beszélgetéseket, pontosabban a bizalom, várakozás, és öröm kategóriák, amelyek azt sugallják, hogy a szövegek nagy része pozitív várakozásokkal tekint a jövőbe, amikor a mesterséges intelligencia állandó munkatársunk lesz. A negatív érzelmek közül a legerősebb a „félelem” kategória.

A Vader elemzés annyiban finomította az eredményt, hogy 0,14-es compound score-ral a szöveg teljes egészét enyhén pozitív hangulatúnak értékelte, azaz még mindig a pozitív

várakozásokat tekinthetjük dominánsnak, de már sokkal kisebb mértékben, mint azt az NRCLex elemzés eredménye mutatta.

Végül a BERT algoritmus az eddigi elemzési technikákkal ellentétben a szöveget már túlnyomórészt negatívnak értékelte.

Az eredmény nem feltétlen ellentmondó. A szavaiban pozitívnak (NRCLex és részint Vader), de teljes kontextusában (BERT) negatívnak elemzett szöveg ugyanis az irónia erőteljes jelenlétét jelzi a szövegben.

A szentimentelemzés eredménye alapján tehát kijelenthetjük, hogy az általános percepciók inkább negatív, mint pozitív irányúak a munkaerőpiac jövőjét illetően. Az egyén fenntartásokkal él a mesterséges intelligencia – mint leendő kollégánk – irányában.

### *3.2 Gyakori szavak és kifejezések elemzése*

Annak érdekében, hogy mélyebb betekintést nyerjünk az érzelmek mögé, további három szövegbányászati technikát alkalmaztunk: leggyakoribb szavak kilistázása seaborn és spacy csomagok segítségével történt, végül pedig a spacy csomaggal kilistáztuk a leggyakoribb tulajdonneveket (Name Entity Recognition).

A leggyakoribb szavak elemzése után az eredmények azt mutatták meg, hogy a beszélgetés három fő téma körül alakul: rendszer megértése és preferált munkaerőpiaci jövőképek.

#### *3.2.1 A rendszer megértése*

A 4. táblázat mutatja a rendszer megértési kísérletek köré csoportosuló szavakat a szövegben lévő gyakoriságuk alapján sorrendben, négy kategóriában: gazdaság, munkaerőpiac, ökoszisztéma, technológia.

A gyakori szó elemzés kimutatja, hogy erőteljesen meghatározza a diskurzust a rendszer elemeinek megértése. A négy témakörön belül gyakran előforduló szavak arra utalnak, hogy a fórumozók nagy része a mesterséges intelligencia munkaerőpiaci hatásait szeretné megérteni először a gazdasági mechanizmusokon keresztül: ki fog adót fizetni („tax”), honnan lesz bevételünk („money”, „income”) , hogyan reagálnak a vállalkozások („resource”, „company”, „cost”, „industry”) kik lesznek a gazdasági nyertesei és vesztesei a változásoknak („rich”, „wealth”, „free”, „basic income”/”ubi”, „poor”). Ezen kívül magának a jövőbeni munkavégzésnek a körülményeit is megpróbálják feltérképezni a fizetéstől („pay”, „wage”), a munkaórákig („hour”, „day”).

Ugyanígy törekszenek a fórumozók a mesterséges intelligencia hatásait megismerni a teljes emberiség ökoszisztémájába helyezve. Mi lesz az emberekkel („human”), társadalmunkkal („society”, „country”, „government”), világunkkal („Earth”, „world”, „system”), milyen kihívásoknak fogunk elébe nézni („food”, „life”/”live”, „end”, „population”).

**4. táblázat Leggyakoribb szavak a fórumokon**

| **Gazdaság típusú szavak** | **Gyakoriság** |
|---|---|
| money | 9755 |
| automation | 8905 |
| income | 5725 |
| company | 5238 |
| free | 4815 |
| cost | 4563 |
| tax | 4523 |
| rich | 4476 |
| ubi | 4305 |
| basic | 4105 |
| economy | 4036 |
| business | 3689 |
| market | 3246 |
| wealth | 3238 |
| capitalism | 3128 |
| industry | 2927 |
| poor | 2887 |
| resource | 2879 |
| **Munkaerőpiac típusú szavak** | |
| labor | 5029 |
| pay | 4957 |
| car | 4816 |
| automated | 4766 |
| working | 4732 |
| worker | 4560 |
| day | 4084 |
| wage | 3417 |
| hour | 3366 |
| **Ökoszisztéma típusú szavak** | |
| world | 6730 |
| system | 6174 |
| problem | 6065 |
| right | 5957 |
| life | 5943 |
| human | 5935 |
| society | 5611 |
| future | 4511 |
| government | 4289 |
| live | 3536 |
| food | 3460 |
| country | 3453 |
| population | 3180 |
| end | 3119 |
| **Technológia típusú szavak** | |
| robot | 11641 |
| machine | 6155 |
| technology | 4654 |
| computer | 3170 |

Összességében tehát megállapítható, hogy a fórumozókat a téma nem csupán felszínesen érdekli, hanem annak rendszerbe helyezett megértése is fontos számukra (gazdasági, társadalmi környezet) és nem csupán az egyén, hanem akár a teljes társadalom, az emberiség szintjén megjelenő kihívások is érdeklik őket.

*3.3 Gyakori tulajdonnevek*

Végül a szövegben előforduló gyakori közneveket, tulajdonneveket is megvizsgáltuk, amik rá tudnak mutatni arra, hogy ki vagy mi határozza meg a beszélgetést, ki vagy mi felé irányulnak az érzelmek.

A leggyakoribb cégnevek között természetesen megjelentek a technológiai óriások, mint a Google, Amazon, Apple és Tesla, ezen kívül pedig néhány olyan cég, melynek munkaerőpiaci vonatkozása meghatározó pl. Ford, az első automatizált gyártósor alkalmazója, vagy a McDonalds, melynek megjelenése a szövegben nagyrészt az alacsony hozzáadottértékű munka analógiájaként jelenik meg.

A földrajzi nevek között azt látjuk, hogy a technológia terén versengő két nagy fél, az Amerikai Egyesült Államok, és Kína dominál. Lévén, hogy a fórumozók többsége az USA-ban él, ezeket az eredményeket inkább erőteljesen amerikai perspektívából kell értékelni.

A munkaerőpiaci vonatkozást a feltétel nélküli lapjövedelem, és a 40 óra vagy 4 (feltehetően munkanap), amely a munkaszervezésre utal, uralja. Ezen kívül a Luddita mozgalom, mely egy gépromboló mozgalom az emberi munkaerő védelme érdekében. Az ökoszisztéma alatt az 1% - 99% ellentét, mely a társadalmi egyenlőtlenségek megfelelője jelenik meg.

**5. táblázat Leggyakoribb tulajdon-, és köznevek a szövegben**

| Nevek | Megjelenés | Nevek | Megjelenés |
|---|---|---|---|
| Cégek | | Technológia | |
| Amazon | 303 | A.I | 10402 |
| Reddit | 278 | Robot | 149 |
| Google | 99 | AGI | 121 |
| McDonald's | 98 | ML | 59 |
| Tesla | 89 | Watson | 49 |
| Uber | 72 | Alice | 46 |
| Apple | 30 | NP | 39 |
| Sophotech | 28 | ATM | 35 |
| Ford | 24 | Személyek | |
| Földrajzi helyek | | Bill Gates | 328 |
| US | 2563 | Donald Trump | 195 |
| America | 1709 | Karl Marx | 189 |
| China | 676 | Andrew Yang | 150 |
| Earth | 341 | Barack Obama | 120 |
| EU | 244 | Elon Musk | 111 |
| USSR | 71 | Culture | 94 |
| India | 70 | Lebron James | 63 |
| Russia | 45 | Stephen Hawking | 61 |
| Munkaerőpiac | | Bernie Sanders | 58 |
| UBI | 4305 | George(főleg Orwell) | 45 |
| hours | 222 | Democrats | 26 |
| 4 | 214 | Republicans | 25 |
| 40 hours | 25 | Adolf Hitler | 24 |
| Luddites | 25 | Clinton | 22 |
| Ökoszisztéma | | Watson | 49 |
| 1% | 391 | Alice | 46 |
| the 1% | 146 | NP | 39 |
| the 99% | 26 | ATM | 35 |

A technológiai kifejezések között megtaláljuk a mesterséges intelligenciát, mint gyűjtőfogalmat, és annak alterületeit, mint az artificial general intelligence (AGI), robotok, machine learning (ML), azaz gépi tanulás, NP (non-deterministic polynomial time), és olyan úttörő technológiákat, mint a Watson vagy az Alice, a 3D, vagy az ATM-ek, amely az ismert anekdota szerint az elsők között okozott a múltban technológiai munkanélküliséget(Acemoglu & Restrepo, 2018; Frank et al., 2019). Mindez arra utal, hogy a közönség az átlagosnál mélyebb tudással rendelkezik a mesterséges intelligenciáról, mint technológiáról.

A diskurzust befolyásoló személyek között nem meglepő módon az Egyesült Államok vezető politikusai jelennek meg, mint Trump[2], Obama, Sanders, vagy a Demokrata és Republikánus párt, de a „versenyt" mégis Bill Gates nyeri, aki jelenkorunk egyik legmeghatározóbb technológiához köthető személyisége.

[2] Az adatbázis nagy része Trump kormányzása idejéből származik

A lista egyetlen tudósa Stephen Hawking, akit még a sportoló Lebron James is megelőzött a listán.
Alapvetően kijelenthető tehát, hogy a közvéleményt nagyban befolyásolják az „influenszerek", akik főleg üzletemberek és politikusok, akiknek a hangja sok emberhez elér és hátra sorolódnak a prioritási listán a technológia, és a közgazdaságtan tudósai, egyetemi professzorok és gondolkodók, akik szűkebb közösséghez szólnak, de nem kevésbé releváns üzenetekkel.

Érdekes módon előkelő helyet foglal el egy ún. Culture a személyek között. A Kultúra egy sci-fi könyvsorozat, melyet Iain Banks írt, és amelyben központi szerepet kap a mesterséges intelligencia, ami arra utal, hogy a sci-fi irodalom is nagyban befolyásolja a mesterséges intelligenciáról alkotott véleményeket.

## 4. Összefoglalás

A mesterséges intelligencia munkaerőpiaci hatásait taglaló 73 Reddit fórum, ~80 000 hozzászólás végzett szentimentelemzés és szövegbányászat eredményei kimutatják, hogy az emberek általános hozzáállása a témához alapvetően negatív, ironikus hangvételű. A szövegbányászati eredmények felfedték, hogy a fórumozók többsége a technológiát az átlagnál jobban ismerheti, arra alapozva, hogy milyen szakszavak jelennek meg a szövegben. Az eredmények erőteljesen amerikai perspektívából közelítik meg a témát, ugyanis a hozzászólók többsége az Egyesült Államokban lakik.

A beszélgetések során a fórumozók erőfeszítéseket tesznek a mesterséges intelligencia munkaerőpiaci hatásainak megértéséhez, és azokat megpróbálják a gazdasági, társadalmi és humán ökoszisztémába elhelyezni.

A gyakori tulajdon,-, és köznevek elemzése során felismertük, hogy a hozzászólók Amerika és Kína harcának tekintik a mesterséges intelligenciát, és sokkal nagyobb eséllyel figyelnek fel „influenszer" üzletemberek (pl. Bill Gates), vagy politikusok (Trump, Obama, Andrew Yang) véleményére, mint vezető tudósokéra. Ezen kívül a sci-fi irodalomnak és filmeknek is nagy befolyásolóerejük van.

A munkaerőpiaci vonatkozásokat tekintve elsöprő többségben uralta a beszélgetést a feltétel nélküli alapjövedelem kérdése, és a munkahét lerövidítésének lehetősége (4 nap, 40 óra, stb.), ami azt mutatja, hogy az alapvető várakozások, legyenek azok negatívak vagy pozitívok, főleg afelé mutatnak, hogy a munkánk a mesterséges intelligenciával az oldalunkon könnyebb, és kényelmesebb lesz.

Az eredmények alapján fontos, hogy lehetőséget adjunk a nagy nyilvánosság előtt megszólalni a téma komoly szakértőinek, hogy ne csak az „influenszerek" uralják a közvéleményt, és választ adjunk a sci-fi irodalomban megjelenő kérdésekre, melyek vagy nagyon negatív vagy nagyon pozitív képet festenek le a technológiáról, ritkábban mutatják be a kettő közötti szürke zónát, a reális elképzeléseket a közeljövőre nézve.

Láthatóan igény van arra, hogy az eljövendő változásokat komplexitásában megértsék az emberek, felismerjék, hogyan fog a jövő gazdasága működni, és hogyan tudnak ők beleilleszkedni az új struktúrába. A feltétel nélküli alapjövedelem (Bergman, 2003; Berman, 2018; Kangas et al., 2019; Pateman, 2003) vagy a 4 napos munkahét (Delaney & Casey, 2022) kérdését is érdemes körültekintőbben bemutatni, és megismertetni, hiszen jelenleg kevés empirikus adatunk áll rendelkezésre azok pozitív és negatív hatásait felmérni, és szükséges, hogy a munkavállalóknak reális elképzelésük legyen arról, mi a science fiction és mi a valóság.

**Irodalomjegyzék**


[1.] Acemoglu, D., & Autor, D. (2010). Skills, tasks and technologies: implications for employment and earnings. *National Bureau of Economic Research*, *NBER Worki*. https://doi.org/10.3386/w16082

[2.] Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). *Artificial Intelligence, Automation and Work* (No. 24196; National Bureau of Economic Research). http://www.nber.org/papers/w24196

[3.] Allen, R. C. (2017). Lessons from history for the future of work. *Nature*, *550*, 321– 324. https://doi.org/10.1038/550321a

[4.] Aswath, S., Godavarthi, D., & Das, B. (2020). Analysing Conflicts in Online Football Communities of Reddit. *International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering, Ic-ETITE 2020*. https://doi.org/10.1109/IC-ETITE47903.2020.386

[5.] Atalay, E., Phongthiengtham, P., Sotelo, S., & Tannenbaum, D. (2018). New technologies and the labor market. *Journal of Monetary Economics*, *97*, 48–67. https://doi.org/10.1016/J.JMONECO.2018.05.008

[6.] Barbieri, F., Anke, L. E., & Camacho-Collados, J. (2021). *XLM-T: A Multilingual Language Model Toolkit for Twitter*. https://doi.org/10.48550/arxiv.2104.12250

[7.] Baum, S. D., Goertzel, B., & Goertzel, T. G. (2011). How long until human-level AI? Results from an expert assessment. *Technological Forecasting and Social Change*, *78*, 185–195. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.09.006

[8.] Bergman, B. (2003). A Swedish-Style Welfare State or Basic Income? In E. O. Wright (Ed.), *Redesigning Distribution: basic income and stakeholder grants as alternative cornerstones for a more egalitarian capitalism* (Vol. 5).

[9.] Berman, M. (2018). Resource rents, universal basic income, and poverty among Alaska's Indigenous peoples. *World Development*, *106*, 161–172. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.01.014

[10.] Bird, S., Klein, E., & Loper, E. (2009). *Natural Language Processing with Python*. O'Reilly Media, Inc.

[11.] Boncz, B., & Szabó, R. Z. (2021). ETIKUS ÉS BIZTONSÁGOS MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ETHICAL AND SAFE ARTIFICIAL INTELLIGENCE MIT IS ÉRTÜNK MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ALATT? *Magyar Tudomány*, *182*, 1203–1209. https://doi.org/10.1556/2065.182.2021.9.5

[12.] Boncz, B., & Szabó, R. Z. (2022). A mesterséges intelligencia munkaerő-piaci hatásai. *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, *53*(2), 68–80. https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2022.02.06

[13.] Botzer, N., Gu, S., & Weninger, T. (2022). Analysis of Moral Judgement on Reddit. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*. https://doi.org/10.1109/TCSS.2022.3160677

[14.] Brett, E. I., Stevens, E. M., Wagener, T. L., Leavens, E. L. S., Morgan, T. L., Cotton, W. D., & Hébert, E. T. (2019). A content analysis of JUUL discussions on social media: Using Reddit to understand patterns and perceptions of JUUL use. *Drug and Alcohol Dependence*, *194*, 358–362. https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2018.10.014

[15.] Coates, J. F. (2016). Readying children for the future. *Technological Forecasting and Social Change*, *113*, 89–93. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.10.041

[16.] Crawford, K., & Calo, R. (2016). There is a blind spot in AI research. *Nature*, *538*, 311–313. https://doi.org/10.1038/538311a

[17.] David, B. (2017). Computer technology and probable job destructions in Japan: An evaluation. *Journal of the Japanese and International Economies*, *43*, 77–87. https://doi.org/10.1016/j.jjie.2017.01.001

[18.] Delaney, H., & Casey, C. (2022). The promise of a four-day week? A critical appraisalof a management-led initiative. *Employee Relations*, *44*(1), 176–190. https://doi.org/10.1108/ER-02-2021-0056/FULL/PDF

[19.] Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2018). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. *NAACL HLT 2019 - 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies - Proceedings of the Conference*, *1*, 4171–4186. https://doi.org/10.48550/arxiv.1810.04805

[20.] Dirican, C. (2015). The Impacts of Robotics, Artificial Intelligence On Business and Economics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *195*, 564–573. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.134

[21.] Fast, E., & Horvitz, E. (2017). Long-Term Trends in the Public Perception of Artificial Intelligence | Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 963–969. https://ojs.aaai.org/index.php/AAAI/article/view/10635

[22.] Frank, M. R., Autor, D., Bessen, J. E., Brynjolfsson, E., Cebrian, M., Deming, D. J., Feldman, M., Groh, M., Lobo, J., Moro, E., Wang, D., Youn, H., & Rahwan, I. (2019). Toward understanding the impact of artificial intelligence on labor. In *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (Vol. 116, Issue 14, pp. 6531–6539). National Academy of Sciences. https://doi.org/10.1073/pnas.1900949116

[23.] Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, *114*. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019

[24.] Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, *114*, 254–280. https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2016.08.019

[25.] Garcia-Murilloa, M., MacInnes, I., & Bauer, J. M. (2018). Techno-unemployment: A framework for assessing the effects of information and communication technologies on work. *Telematics and Informatics*, *35*. https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.05.013

[26.] Goos, M., Manning, A., & Salomons, A. (2014). Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring. *American Economic Review*, *104(8)*, 2509–2526. https://doi.org/10.1257/aer.104.8.2509

[27.] Grace, K., Salvatier, J., Dafoe, A., Zhang, B., & Evans, O. (2017). When Will AI Exceed Human Performance? Evidence from AI Experts. *Journal of the American Society of Echocardiography*, *30*, A26–A27.https://doi.org/10.48550/arxiv.1705.08807

[28.] Gumbel, P. (2017). *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation*. McKinsey Global Institute. https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/featured insights/Future of Organizations/What the future of work will mean for jobs skills and wages/MGI-Jobs-Lost-Jobs-Gained-Report-December-6-2017.ashx

[29.] Gunning, D., Stefik, M., Choi, J., Miller, T., Stumpf, S., & Yang, G. Z. (2019). XAI—Explainable artificial intelligence. *Science Robotics*, *4*(37). https://doi.org/10.1126/SCIROBOTICS.AAY7120

[30.] Harari, Y. N. (2017). Reboot for the AI revolution. *Nature*, *550*, 324–327. https://doi.org/10.1038/550324a

[31.] Hassani, H., Beneki, C., Unger, S., Mazinani, M. T., & Yeganegi, M. R. (2020). Text Mining in Big Data Analytics. *Big Data and Cognitive Computing 2020, Vol. 4, Page 1*, *4*(1), 1. https://doi.org/10.3390/BDCC4010001

[32.] He, L., Yin, M., & Shi, Y. (2020). Love, Hate Thy Neighbour? Or Just Don't Care Much about Them: A Sentiment Analysis of China-Related Posts and Comments on Reddit.Com: *Https://Doi.Org/10.1177/0009445520916874*, *56*(2), 204–220. https://doi.org/10.1177/0009445520916874

[33.] Hughes, J. (2014). A Strategic Opening for a Basic Income Guarantee in the Global Crisis Being Created by AI, Robots, Desktop Manufacturing and BioMedicine. *Little BIG Conference Paper*.

[34.] Hutto, C. J., & Gilbert, E. (2014). VADER: A Parsimonious Rule-Based Model for Sentiment Analysis of Social Media Text. *Proceedings of the Eighth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media216*, 216–225. https://ojs.aaai.org/index.php/ICWSM/article/view/14550/14399

[35.] Kangas, O., Jauhiainen, S., Simanainen, M., & Ylikännö, M. (2019). *The Basic Income Experiment 2017–2018 in Finland. Preliminary results*. http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161361

[36.] Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, *62*(1), 15–25. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004

[37.] Kim, Y. J., Kim, K., & Lee, S. (2017). The rise of technological unemployment and its implications on the future macroeconomic landscape. *Futures*, *87*, 1–9. https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.01.003

[38.] Lee, J. Y., Chang, O. D., & Ammari, T. (2021). Using social media Reddit data to examine foster families' concerns and needs during COVID-19. *Child Abuse & Neglect*, *121*, 105262. https://doi.org/10.1016/J.CHIABU.2021.105262

[39.] Liu, B. (2015). Sentiment analysis: Mining opinions, sentiments, and emotions. In *Sentiment Analysis: Mining Opinions, Sentiments, and Emotions*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139084789

[40.] Long, C., Lucey, B. M., & Yarovaya, L. (2021). "I Just Like the Stock" versus 'Fear and Loathing on Main Street' : The Role of Reddit Sentiment in the GameStop Short Squeeze. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/SSRN.3822315

[41.] Makridakis, S. (2017). The Forthcoming Artificial Intelligence (AI) Revolution: Its Impact on Society and Firms. *Futures*, *90*, 46–60. https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.03.006

[42.] Melton, C. A., Olusanya, O. A., Ammar, N., & Shaban-Nejad, A. (2021). Public sentiment analysis and topic modeling regarding COVID-19 vaccines on the Reddit social media platform: A call to action for strengthening vaccine confidence. *Journal of Infection and Public Health*, *14*(10),1505–1512. https://doi.org/10.1016/J.JIPH.2021.08.010

[43.] Mitchell, T., & Brynjolfsson, E. (2017). Track how technology is transforming work. *Nature*, *544*, 290–292. https://doi.org/10.1038/544290a

[44.] Mohammad, S. M., & Turney, P. D. (2010). Emotions Evoked by Common Words and Phrases: Using Mechanical Turk to Create an Emotion Lexicon. *Roceedings of the NAACL-HLT 2010 Workshop on Computational Approaches to Analysis andGeneration of Emotion in Text*. http://www.wjh.harvard.edu/

[45.] Mohammad, S. M., & Turney, P. D. (2013). Crowdsourcing a Word-Emotion Association Lexicon. *Computational Intelligence*, *29*(3), 436–465. http://crowdsourcing.typepad.com/cs/2006/06

[46.] Müller, V. C., & Bostrom, N. (2016). Future Progress in Artificial Intelligence: A Survey of Expert Opinion. In Müller C. Vincent (Ed.), *Fundamental Issues of Artificial Intelligence* (p. 571). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26485-1_33

[47.] Munawar, K., & Prabhu, V. (2021). Radiology on Reddit: A Content Analysis and Opportunity for Radiologist Engagement and Education. *Current Problems in Diagnostic Radiology*, *50*(3), 362–368.https://doi.org/10.1067/J.CPRADIOL.2021.02.001
[48.] Mutascu, M. (2021). Artificial intelligence and unemployment: New insights. *Economic Analysis and Policy*, *69*, 653–667. https://doi.org/10.1016/J.EAP.2021.01.012
[49.] Neri, H., & Cozman, F. (2020). The role of experts in the public perception of risk of artificial intelligence. *AI and Society*, *35*(3), 663–673. https://doi.org/10.1007/S00146-019-00924-9/FIGURES/4
[50.] OECD. (2021). *POLICY BRIEF ON THE FUTURE OF WORK What happened to jobsat high risk of automation?* http://www.oecd.org/future-of-work/
[51.] Pateman, C. (2003). Democratizing Citizenship: some advantages to Basic Income. In E. O. Wright (Ed.), *Redesigning Distribution: basic income and stakeholder grants as alternative cornerstones for a more egalitarian capitalism* (Vol. 5).
[52.] Pianta, M., & Vivarelli, M. (2000). *Unemployment, Structural Change and Globalization. International Labour Organization*.
[53.] Proferes, N., Jones, N., Gilbert, S., Fiesler, C., & Zimmer, M. (2021). Studying Reddit: A Systematic Overview of Disciplines, Approaches, Methods, and Ethics: *Https://Doi.Org/10.1177/20563051211019004*, *7*(2). https://doi.org/10.1177/20563051211019004
[54.] *Reddit - Statistics & Facts | Statista*. (n.d.). Retrieved May 9, 2022, from https://www.statista.com/topics/5672/reddit/#dossierKeyfigures
[55.] Reis, J., Benevenuto, F., de Melo, P. O. S. V., Prates, R., Kwak, H., & An, J. (2015, March 26). Breaking the News: First Impressions Matter on Online News. *The International AAAI Conference on Web and Social Media (ICWSM)*. http://arxiv.org/abs/1503.07921
[56.] Schepman, A., & Rodway, P. (2020). Initial validation of the general attitudes towards Artificial Intelligence Scale. *Computers in Human Behavior Reports*, *1*, 100014. https://doi.org/10.1016/J.CHBR.2020.100014
[57.] Sharma, R., Wigginton, B., Meurk, C., Ford, P., & Gartner, C. E. (2016). Motivations and Limitations Associated with Vaping among People with Mental Illness: A Qualitative Analysis of Reddit Discussions. *International Journal of Environmental Research and Public Health 2017, Vol. 14, Page 7*, *14*(1), 7. https://doi.org/10.3390/IJERPH14010007
[58.] Sinha, N., Singh, P., Gupta, M., & Singh, P. (2020). Robotics at workplace: An integrated Twitter analytics – SEM based approach for behavioral intention to accept. *International Journal of Information Management*, *55*, 102210. https://doi.org/10.1016/J.IJINFOMGT.2020.102210
[59.] *Technology on Reddit - Upvoted*. (n.d.). Retrieved May 9, 2022, from https://www.redditinc.com/blog/technology-on-reddit/
[60.] Titan, E., Burciua, A., Manea, D., & Ardelean, A. (2014). From traditional to digital: the labour market demands and education expectations in an EU context. *Procedia Economics and Finance*, *10*, 269 – 274. https://doi.org/10.1016/S2212- 5671(14)00302-5
[61.] Wilson, J., Daugherty, P., & Morini-Bianzino, N. (2017). The Jobs That Artificial Intelligence Will Create: A global study finds several new categories of human jobs emerging, requiring skills and training that will take many companies by surprise. *MIT Sloan Management Review*, *58*, 14–16.

[62.] Winick, E. (2018). Every study we could find on what automation will do to jobs, in one chart. *MIT Technology Review*. https://www.technologyreview.com/s/610005/every-study-we-could-find-on-what-automation-will-do-to-jobs-in-one-chart/
[63.] Yadav, A., & Vishwakarma, D. K. (2020). Sentiment analysis using deep learning architectures: a review. *Artificial Intelligence Review*, *53*(6), 4335–4385. https://doi.org/10.1007/S10462-019-09794-5/TABLES/11
[64.] Zhang, L., Wang, S., & Liu, B. (2018). Deep learning for sentiment analysis: A survey. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, *8*(4), e1253. https://doi.org/10.1002/WIDM.1253

**Lektorálta:** Dr. Fodor Szabina, egyetemi docens, Budapesti Corvinus Egyetem

Új Nemzeti Kiválóság Program

# A TURISZTIKAI ATTRAKCIÓK KAPCSOLATA AZ OVERTOURISM JELENSÉGGEL

**Szőllős-Tóth Andrea**
*Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Közgazdaságtan és Világgazdaságtan Intézet, PhD hallgató, toth.andrea@econ.unideb.hu, szollostothandrea@gmail.com*

**Absztrakt**
Az overtourism jelenség – vagyis a túlzott mértékű turizmus – a COVID-19 járványt megelőző években a turisztikai szakemberek sokaságát foglalkoztató problémává nőte ki magát. A világjárvány hatására ugyan időszakosan megszűnni látszott a probléma forrása, azonban a járványhelyzet miatt bevezetett korlátozások feloldását követően újra turisták ezrei rohamozták meg a népszerű látványosságokat. Mindez hatalmas terhelést ró a természeti környezetre (pl. növény- és állatvilág, víz- és levegőszennyezés), az épített örökségekre (pl. vandalizmus, romboló tevékenység) valamint a helyi lakosság számára is sok hátránnyal jár (pl. közlekedés túlzsúfolttá válása, tömeg, fény- és zajszennyezés).
Jelen kutatásom középpontjában a turisztikai attrakciók állnak, melyek nem csupán a turisták számára biztosítanak szórakozási lehetőséget, de a helyi lakosság köréből is csábítanak érdeklődőket. Így a népszerűbb attrakciók környezetében látogatók sokasága tartózkodik egyszerre, mely során a túlzott mértékű turizmus jelei, jellemzői kerülhetnek azonosításra.
A vizsgálat központi kérdéskörét az a tény adja, hogy az attrakciók térbeli elhelyezkedése nem mutat egyenletes képet. Az egyes területeken megtalálható vonzerők más hasonló méretű vidékek attrakcióinak többszörösének adnak otthont. Így azok a térségek, melyek több turisztikai vonzerővel bírnak, rendszerint nagyobb turistaforgalommal számolhatnak, s ezek a desztinációk fokozottan vannak kitéve a túlzott mértékű turizmus veszélyeinek.
A turisztikai vonzerők köre igen sokszínű, s ezek közül nem minden típust egyszerű nyilvántartásba venni (pl. egyes természeti vonzerők). Így kutatásomban főként a kulturális attrakciók (pl. múzeumok) és az UNESCO világörökségi helyszínek adatainak prezentálására helyeződik a fókusz. A tanulmány kitér továbbá a tengerpartok szerepének fontosságára a turisztikai attrakciók között, valamint a turisták által kedvelt világvárosok attrakcióinak városon belül megfigyelhető térbeli egyenlőtlen eloszlására is.

***Kulcsszavak**: fenntartható turizmus, attrakció, turisztikai vonzerő, overtourism, túlzott mértékű turizmus*

## 1. Bevezetés

Az idegenforgalom térnyerését számos adatsor támasztja alá. A turisztikai bevételek nagysága, az ágazatban való foglalkoztatottság, a nemzetközi turistaérkezések száma, a vendégéjszakák számának alakulása csak néhány olyan jól ismert mérőszám a sok közül, melyek alkalmasak arra, hogy az ágazat súlyát tudjuk prezentálni.
Mint a legtöbb gazdasági tevékenység, úgy az idegenforgalom sem csak előnyökkel jár, hanem megjelennek a turizmusnak a negatív hatásai is. Ilyen jól ismert negatív hatás például a társadalom számára a bűnözés erősödése, a biztonságérzet gyengülése, a vendégszeretet kommercializálódása, a sztereotípiák erősödése, a tömeg és a zsúfoltság érzékelése a kedvelt turista célpontok esetében. A környezet esetében gyakori a turizmus erősödése által okozott szennyezés, szemetelés, az élővilág pusztulása, a rongálás. A turizmus által okozott gazdasági hátrányok között ismert az áremelkedés, infláció, a hagyományos szektorokban tapasztalható munkaerőhiány, a szezonális munkahelyek számának növekedése, a turizmustól való függőség

kialakulása, a fokozódó gazdasági egyenlőtlenség. Ezen hatások közül több részletesen kerül bemutatásra a tanulmányban.
A túlzott mértékű turizmus (overtourism jelenség) kialakulásának és létezésének egyik oka lehet a turisták által legnépszerűbbnek tartott attrakciók koncentrált lehelyezkedése a térben. Bizonyítható, hogy a turisztikai attrakciók térbeli elhelyezkedése nem szabályos rendet követ, így a turisztikai bevételekből való részesülés is rendkívül differenciált a világ országait tekintve és az egyes országokon belül. Léteznek olyan desztinációk, ahová egyszerre túl sok turista érkezik, és vannak olyan helyszínek is, amelyek több látogató fogadására lennének képesek és hajlandóak is. Egyes régiókban a turizmus az egyetlen ágazat, amire a gazdaság támaszkodik, s ez a függés nem csak az ország, régió gazdasága számára jelent veszélyes elköteleződést.
Munkám során számos elismert szerző által publikált külföldi és hazai szakirodalmi forrást használtam fel a kutatás témájának megalapozása okán. A kutatást nagy mértékben segítették a nemzetközi adatbázisok, melyek a világgazdaság adatait tartalmazzák különböző témák és szempontok szerint. A világ különböző pontjain tapasztaltakat több helyen térképekkel szemléltetem. Ezek között megtalálhatók a saját készítésűek és az online interaktív térképek által bemutatottak is.

## 2. Attrakciók

A turisztikai attrakciók definiálása során az egyes szakértők más-más megfogalmazást tartanak helyesnek. Néhány változatot bemutatok ezek közül:

- Az UNWTO (2022) honlapján található információk alapján a turisztikai attrakció egy adott hely fizikai vagy kulturális jellemzője, amelyet az egyes utazók vagy turisták úgy érzékelnek, mint ami alkalmas egy vagy több, a szabadidővel kapcsolatos különleges igényük kielégítésére.
- A Cambridge Dictionary (2022) megfogalmazásában a turisztikai attrakció olyan hely, amelyet az emberek kedvtelésből és érdeklődésből látogatnak meg, általában nyaralás, vakáció közben.
- A Magyar Turisztikai Ügynökséghez tartozó Nemzeti Turisztikai Adatszolgáltató Központ weboldalán így fogalmazzák meg az attrakciót: „A turisztikai attrakció olyan turisztikai céllal hasznosított és működtetett természeti vagy ember alkotta vonzerő, illetve földrajzi terület, amely a látogatók számára élmény-, szabadidős, utazási szolgáltatásokkal, kínálati palettával, vagy szórakoztatási funkcióval rendelkezik (NTAK, 2022).”

Puczkó és Rátz (2017) felhívják a figyelmet arra, hogy míg az attrakció és a vonzerő szinonimák, tehát használhatók egymás helyett, addig a látnivaló vagy látványosság kifejezések jelentése valamelyest eltér a fentiektől. Az attrakciók tulajdonságait a szerzők Walsh-Heron és Stevens (1990) munkája nyomán foglalták össze (1. ábra).

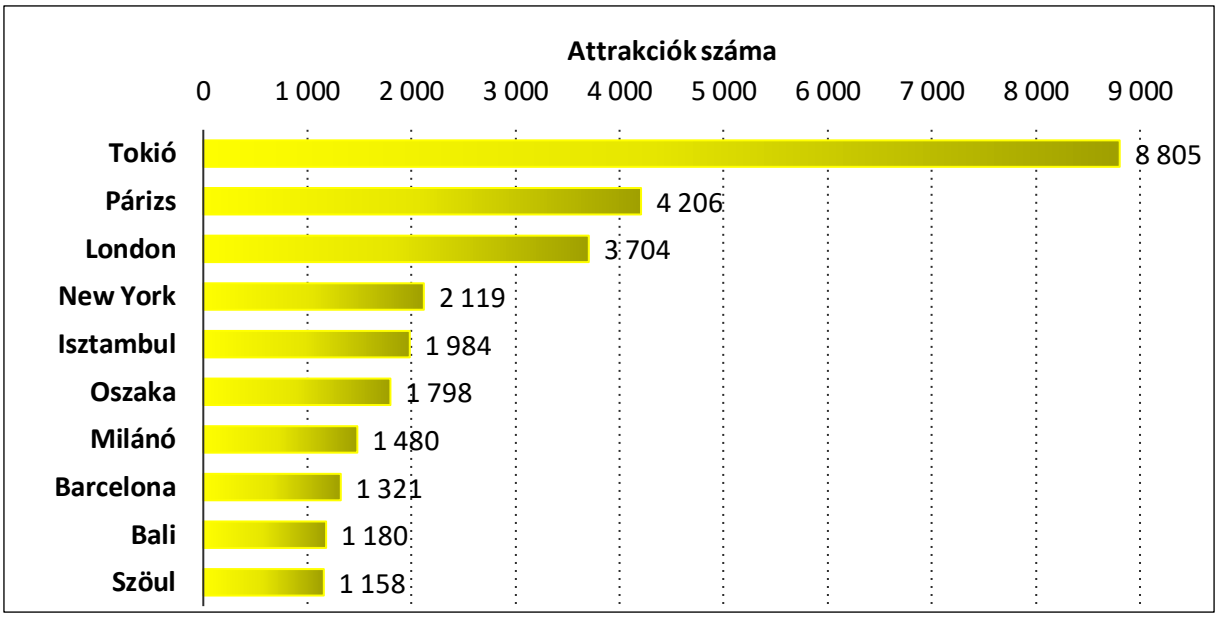
| |
|---|
| Adottságaikkal és menedzsmentjük segítségével látogatókat vonzanak a helyi lakosság és a turisták köréből. |
| Kikapcsolódási és szórakozási lehetőséget kínálnak a látogatóknak szabadidejük élvezetes eltöltésére. |
| Adottságaik kihasználása érdekében fejlesztésre kerültek. |
| Attrakcióként menedzselik őket a látogatók igényeinek kielégítése érdekében. |
| A látogatók elvárásainak, szükségleteinek kielégítésére megfelelő színvonalú szolgáltatáscsomagot kínálnak. |
| Ingyenesek, avagy belépődíj ellenében megtekinthetők |

**1. ábra: Az attrakciók tulajdonságai**
Forrás: saját szerkesztés Puczkó – Rátz (2017) alapján

Az attrakciók tulajdonságai között szerepel, hogy azok nem csak a turisták számára nyújtanak érdekességet, hanem a helyi lakosságot is képesek vonzani az általuk nyújtott kikapcsolódási és szórakozási lehetőségekkel. Az attrakciók rendelkeznek menedzsmenttel, melynek tagjai az adottságokat kihasználva folyamatosan fejlesztik és menedzselik a vonzerőket a látogatók szükségleteinek megfelelően, azok igényeihez igazodva.
Abban azonban egyetértenek a szakmabeliek, hogy az attrakciók csoportosítási lehetőségei közül a leghétköznapibb a kialakulás szerinti kategorizálás, mely alapján megkülönböztetjük az ember alkotta attrakciók és a természetes vonzerők csoportját. Az ember alkotta vonzerők közé soroljuk az építészeti remekműveket, történelmi épületeket, szobrokat, szökőkutakat, múzeumokat, tematikus parkokat, vidámparkokat, rendezvényeket és fesztiválokat stb. A természetes attrakciók csoportjába tartoznak a nemzeti parkok és rezervátumok, vízesések, tavak, strandok és tengerpartok, barlangok, sziklaképződmények, lenyűgöző természeti szépségű területek, állatvilág, növényvilág stb.
A vonzerők jellege alapján elkülönítjük egymástól az eseményeket és a helyeket. Míg az események kötött periódusban látogathatók, addig a helyek általában rendelkezésre állnak az odaérkezők számára. Az események között előfordulnak mesterségesek, mint például a koncertek, sportmeccsek, gasztronómiai rendezvények; valamint léteznek természetes események is, amelyek felkeltik a látogatók érdeklődését, mint például egy látványos naplemente, szakadó hóesés, vulkánkitörés.

*2.1 Kulturális attrakciók*

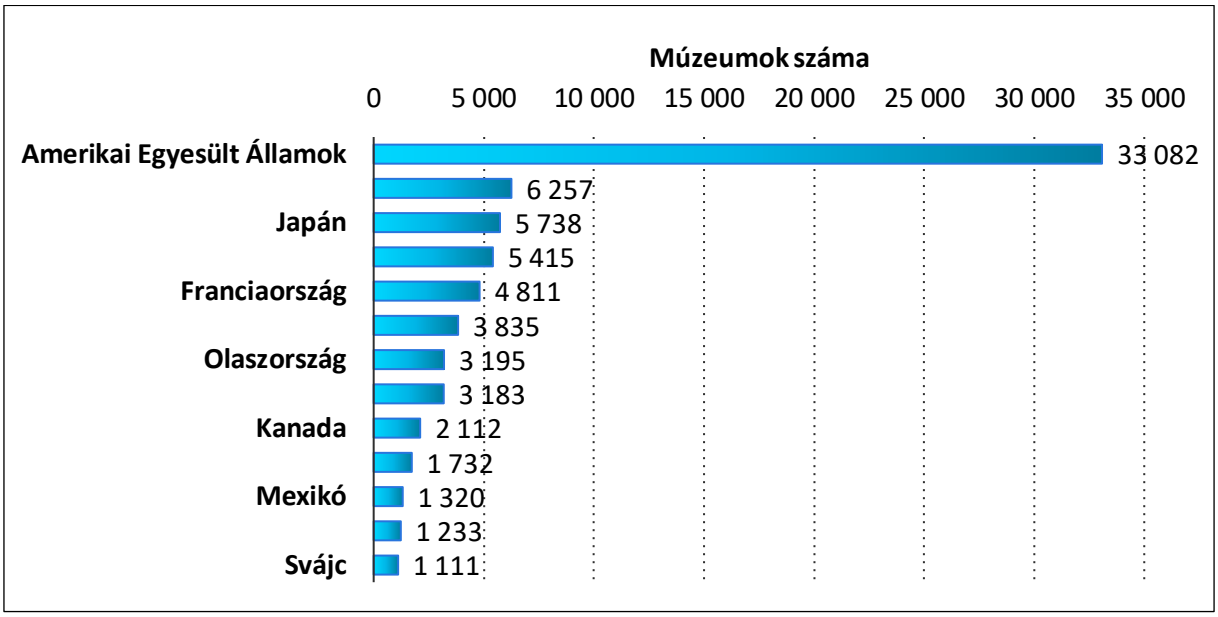
A kulturális attrakciók nyilvántartása jellegük miatt könnyebb feladat, mint a természeti értékek listázása. Így elérhető egy adatsor, mely a kulturális attrakciók számát mutatja be. Mindezt egy sávdiagramon (2. ábra) szemléltetem.




**2. ábra: A legtöbb kulturális attrakcióval rendelkező városok (2021 június)**
Forrás: saját szerkesztés LuggageHero (2021) alapján

Látható, hogy a kulturális attrakciókban leginkább bővelkedő város 2021 júniusában Tokió volt (8 805 db), de egy másik japán világváros is felkerült a rangsor hatodik helyére: Oszaka (1 798 db). A listában második és harmadik helyen egyarán európai nagyváros áll: Párizsban összesen 4 206 kulturális attrakciót tartanak nyilván, Londonban pedig 3 704-et (LuggageHero, 2021).

Egy másik összeállítás azokat az országokat listázza, melyek a legtöbb múzeummal rendelkeznek világszerte. Az adatsorok illusztrációját sávdiagram segíti (3. ábra).

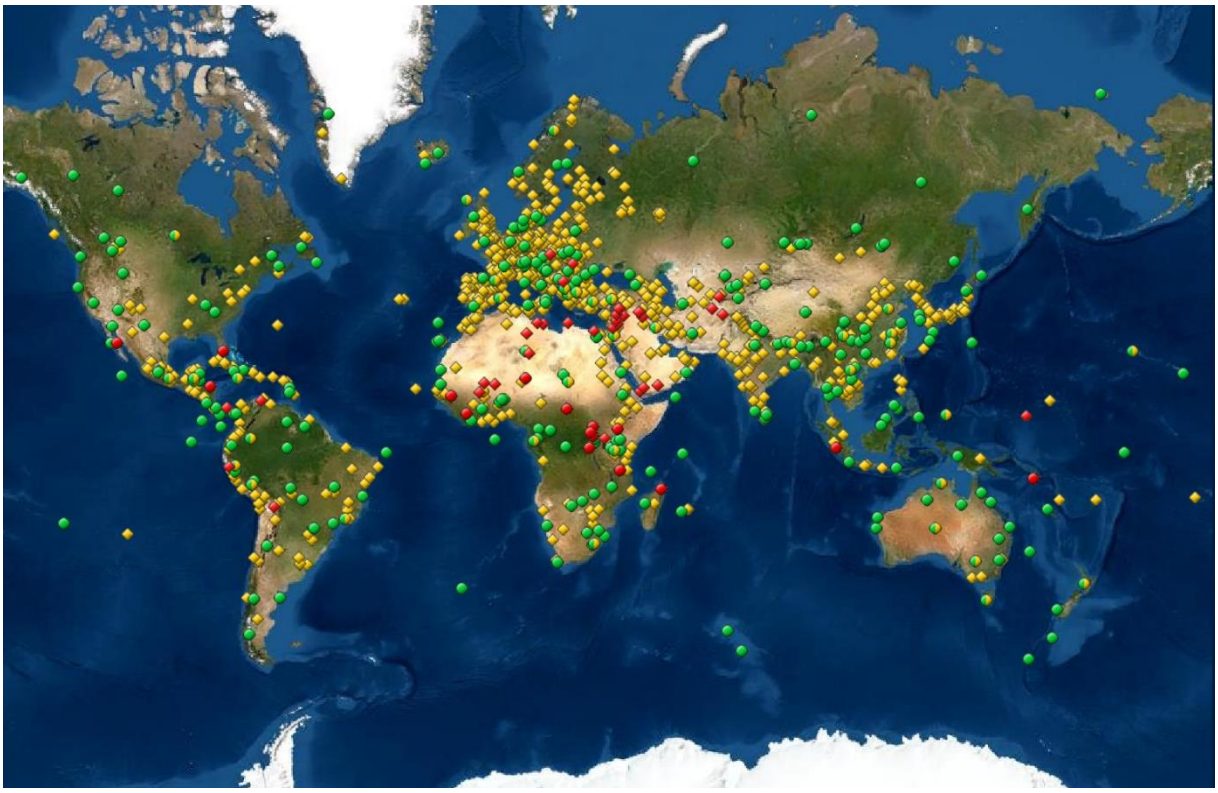



**3. ábra: A legtöbb múzeummal rendelkező országok (2020 május)**
Forrás: saját szerkesztés UNESCO (2020) alapján

2020 májusában felmérésre került a múzeumok száma az UNESCO (2020) által. Az adatsort és az annak szemléltetéséül készített diagramot megvizsgálva kiderül, hogy a legtöbb múzeum az Amerikai Egyesült Államokban található (33 082 db). Németország 6 257 múzeumnak ad otthont, ami a második a világon. Németországot Japán követi a listában (5 738 db), majd Oroszország (5 415) és Franciaország következik (4 811).

*2.2 UNESCO világörökségi helyszínek*

Ugyan a világ attrakcióinak térbeli elhelyezkedéséről nem található megfelelő térképes összeállítás online, de az UNESCO – az Egyesült Nemzetek Nevelésügyi, Tudományos és Kulturális Szervezete – interaktív térképen mutatja be a világörökségi helyszíneket a világban (4. ábra), mely egyfajta kiindulópontot jelenthet a kutatásban. A térképen sárga színnel jelölve a kulturális világörökségi helyszíneket láthatjuk, zöld színnel a természeti világörökségi helyszíneket, zöld és sárga színnel megosztva pedig a vegyes helyszíneket, melyek a kulturális és a természeti világörökség részei is egyben. Piros jelzést kaptak azok a világörökségi helyszínek, melyek veszélyben vannak.



**4. ábra: Az UNESCO világörökségi helyszínek térképen**
Forrás: UNESCO (2022a)

Az interaktív térképen ábrázoltak alapján szembetűnő, hogy a legtöbb világörökségi helyszín Európában található. A térképen jól látható, mely területek rendelkeznek még kirívóan sok világörökséget jelölő szimbólummal: Közép-Amerika és az Andok vonulatai, Dél-Ázsia és Kelet-Ázsia (UNESCO, 2022a).
Jelenleg összesen 1154 világörökségi helyszínt tartanak számon, melyek közül 897 kulturális, 218 természeti, 39 pedig kulturális és természeti világörökség is egyben (UNESCO, 2022b). Az 1. táblázatban foglaltam össze az UNESCO által nyilvántartott világörökségi helyszínek számát régiónként és típusonként.

**1. táblázat: Az UNESCO világörökségi helyszínek száma**

| Régió | Kulturális | Természeti | Vegyes | Összesen | % |
|---|---|---|---|---|---|
| **Európa és Észak-Amerika** | 468 | 66 | 11 | 545 | 47,23% |
| **Ázsiai és Csendes-óceáni térség** | 195 | 70 | 12 | 277 | 24,00% |
| **Latin-Amerika** | 100 | 38 | 8 | 146 | 12,65% |
| **Afrika** | 54 | 39 | 5 | 98 | 8,49% |
| **Arab államok** | 80 | 5 | 3 | 88 | 7,63% |
| **Összesen** | 897 | 218 | 39 | 1154 | 100% |

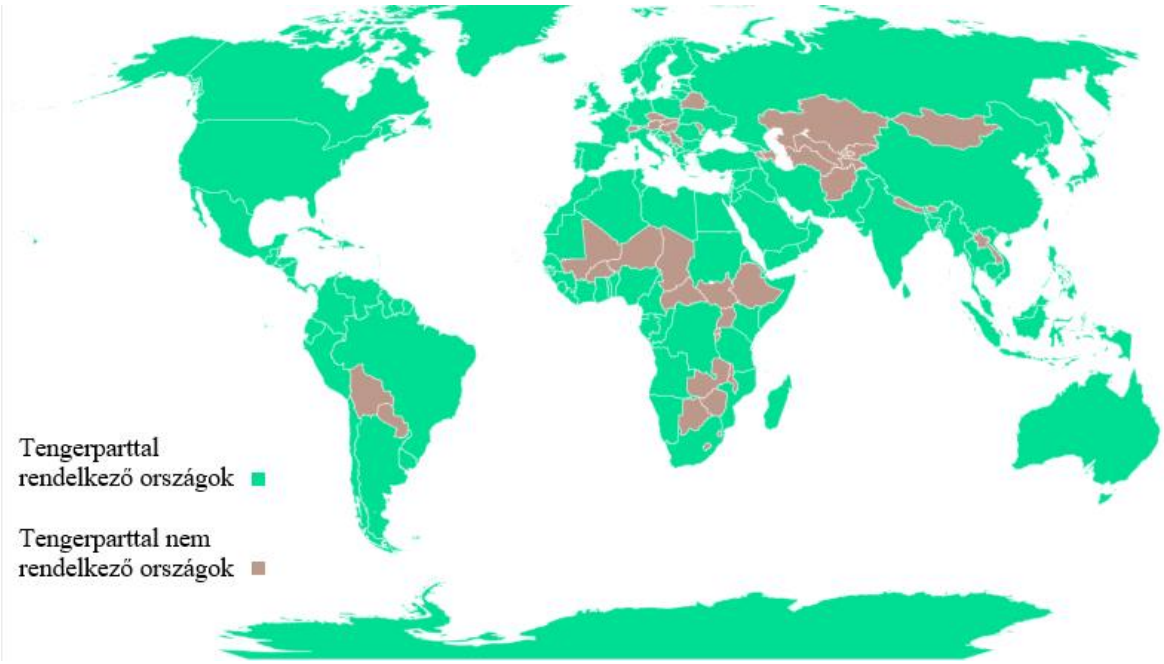
Forrás: saját szerkesztés UNESCO (2022b) alapján

Ugyan az UNESCO világörökségi helyszínek nem minden ország értékeit listázza, de a 167 résztvevő ország esetében kirajzolódni látszik néhány érdekesség. Összesen 35 olyan ország ismert, ahol csak egyetlen világörökségi helyszínt tartanak számon; 26 olyan, ahol kettőt; míg 21 olyan ország ismert, ahol három regisztrált világörökség található. A 167 ország 80,84%-ában tíznél kevesebb a világörökségi helyszín megnevezéssel rendelkező attrakció. A legtöbb világörökség-helyszín Olaszországban található (58 helyszín), a második a rangsorban Kína (56

helyszín), a lista harmadik helyén Németország áll (51 helyszín). Őket követi Spanyolország és Franciaország (egyaránt 49-49 helyszín), majd India (41 helyszín) és Mexikó (35 helyszín). Évről évre kerülnek új helyszínek a listán szereplők mellé, az eddigi legtöbb helyszín felvétele egy év alatt 2000-ben történt, amikor összesen 61 új világörökség került a nyilvántartásba, míg az azt megelőző évben 48 új listázottat mutattak be (UNESCO, 2022b).

### *2.3 A tengerpartok turisztikai szerepe*

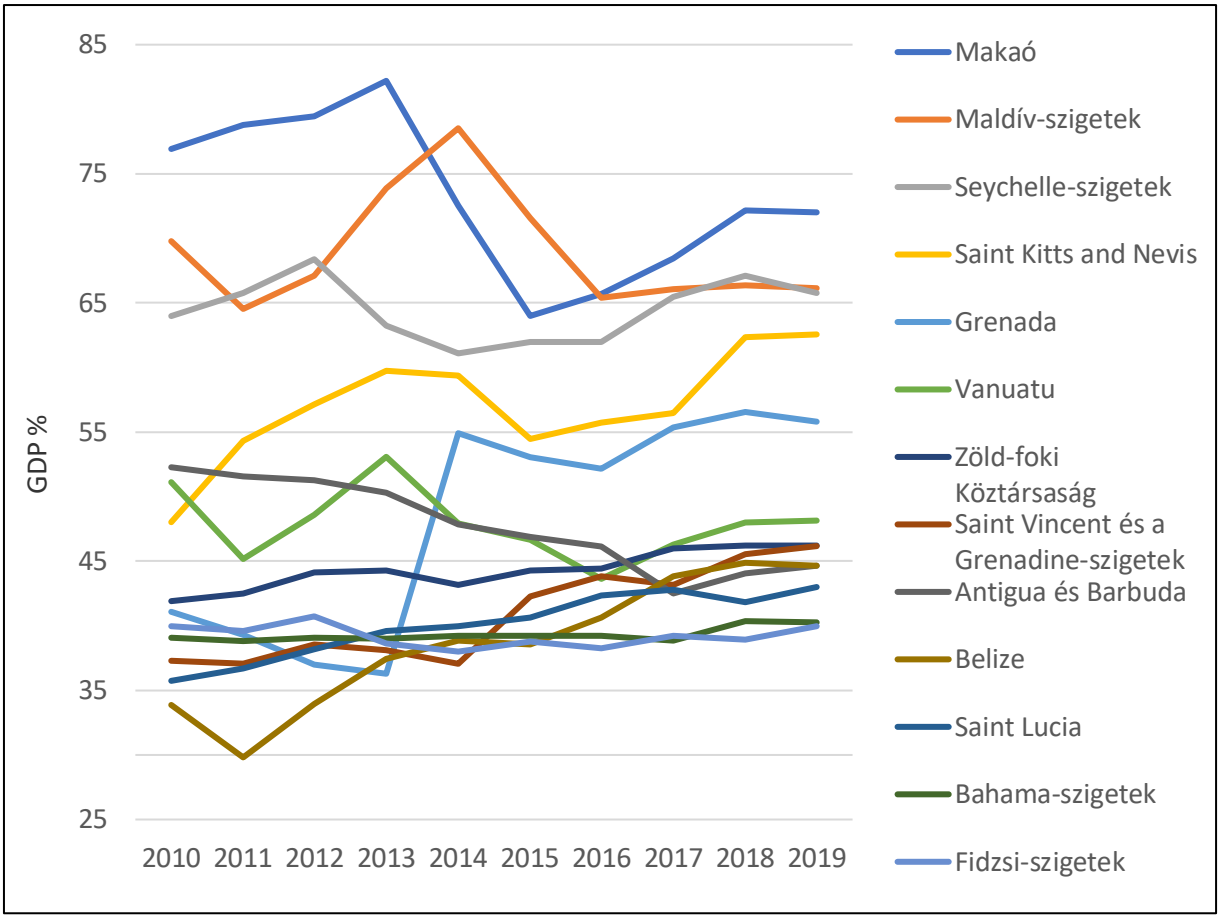
Az attrakciók térbeli elhelyezkedése nem szabályszerű rendszert követ, hiszen azok között sok természetesen kialakult vonzerőt is számontartunk, melyek elhelyezkedését nem lehet befolyásolni. Ilyen például a tengerpartok vonzerője, mely az országok esetében egyfajta adottságként van jelen. Jellemző trend, hogy a turisták nagy hányada kifejezetten tengerparti úti célt választ. A napfény, a homokos strandok, a sziklás partok, a meleg óceánvíz vagy tengervíz sok turista számára alapkövetelménnyé vált a desztináció kiválasztásakor (Miller – Hadley, 2005).
A történelem során a tengerpartok szerepe folyamatosan jelentős volt, azonban az elmúlt évtizedekben ez a jelentőség megtöbbszöröződött, és mint elsődleges utazási motiváció jelent meg a piacon (Orams, 2003). Ebből adódik az az egyenlőtlenség, melynek hatására egyes gazdaságok nagyobb mértékben képesek támaszkodni a turisztikai bevételekre, mint mások.
A legtöbb ország számára alapvető, hogy rendelkezik tengerparttal, azonban a Föld országai közül körülbelül 20% nem rendelkezik óceánparttal vagy tengerparttal (5. ábra). A tengertől elzárt országok nem tudnak élni azokkal a lehetőségekkel, mint a parttal rendelkezők, például a tengeri halászatból származó haszon, a kikötők használata, szállítási és tranzakciós költségek csökkentése, a tengereken és óceánokon zajló világkereskedelemben való részvétel, vagy a tengerparti turizmus biztosította bevételi forrás.




**5. ábra: Tengertől elzárt országok**
Forrás: saját szerkesztés, 2022

A tengerparti turizmus meghatározó a világ turistaforgalmában, hiszen elsődleges motivációt jelent az utazók számára a tenger (Miller et al., 2002). A tengerparttal nem rendelkező országok nem tudnak élni a népszerű 3S (sun, sea and sand) turizmus által nyújtott előnyökkel, mint

fogadóország. Világszerte példa nélküli a tengerparti turistadesztinációk sikere, jellemzően ezek a célpontok fogadják a legtöbb turistát, valamint ezek a helyek részesülnek a legnagyobb mértékben a turisztikai bevételekből.
Megfigyelhető, hogy azok az országok, melyekben a turizmus az az ágazat, mely legnagyobb mértékben járul hozzá a GDP-hez, főként kisebb területű tengerparti országok, melyek nagy mértékben kihasználják az úgynevezett 3S turizmus előnyeit. A 7. ábra diagramján mutatom be azokat az országokat, melyek esetében a turizmus GDP-hez való hozzájárulása a legtöbb volt az elmúlt évtizedben.




**6. ábra: Az utazás és az idegenforgalom hozzájárulása a GDP-hez a GDP arányában (%) azokban az országokban, ahol az arány a legmagasabb volt 2019-ben (2010-2019)**
Forrás: saját szerkesztés Knoema (2022) alapján

A 6. ábrán látható, hogy a világjárványt megelőző utolsó évben Makaó GDP-jét határozta meg legnagyobb mértékben az idegenforgalom és az utazás, az abból származó bevételek nagysága elérte a GDP 72%-át. 2019-ben a második a listában a Maldív-szigetek, ahol a GDP 66,1%-a származott a turizmusból. Harmadik helyen a Seychelle-szigetek állt, melynek esetében a GDP 65,8%-a származott a turisztikai bevételekből. A világjárvány előtti utolsó évből öt olyan országot tartunk számon, amelyek estében az utazás és az idegenforgalom hozzájárulása a GDP-hez a teljes GDP több, mint fele volt: a fent bemutatott Makaón, Maldív-szigeteken és Seychelle-szigeteken kívül Saint Kitts and Nevis és Grenada. Valamint még további nyolc olyan országról van tudomásunk, ahol pedig 40 és 50% közötti a turizmus által generált bevételek hozzájárulása a teljes GDP-hez (Knoema, 2022).
Azok az országok, melyek GDP-jéhez legalább 40%-ban járul hozzá a turizmus, mind tengerparttal rendelkező országok, ahol az idegenforgalom nagy mértékben alapoz erre a

vonzerőre. Azt a 13 országot, melynek GDP-jéhez 2019-ben több, mint 40%-ban járult hozzá a turizmus, a 7. ábrán térképen is jelöltem piros színnel.



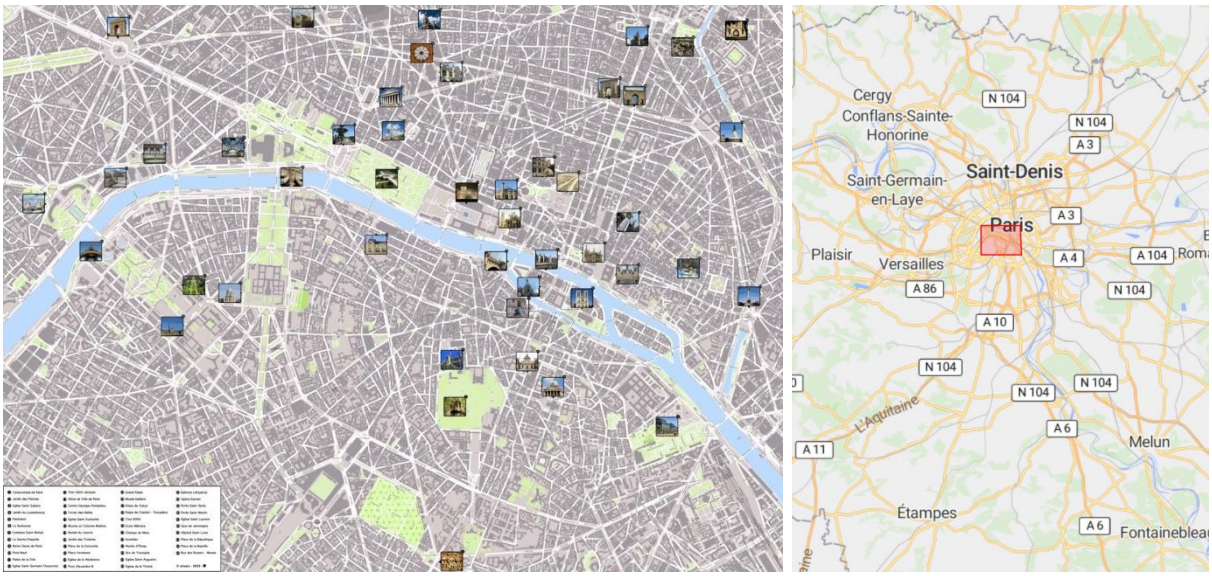
**7. ábra: Azon országok jelölése térképen, melyek GDP-jéhez legalább 40%-ban járult hozzá a turizmus 2019-ben**

Forrás: saját szerkesztés MapChart (2022) segítségével Knoema (2022) adatai alapján

Waters (2001) felmérése szerint a Karib-térségbe látogatók 49%-a a strandok miatt választja az úti célt, míg 28%-uk elsősorban a városnézés miatt, 17%-uk pedig a vízi sportok iránti érdeklődés végett.
Gormsen (1997) felhívja a figyelmet arra, hogy a tengerparti turizmus gyakran káros következményekkel is járhat az érzékeny tengerparti tájakra, azonban, ha a turizmusnak minden résztvevője hatékonyan együttműködik az ökológiailag fenntartható fejlődés közös felfogása alapján, akkor a turizmus pozitívan járulhat hozzá a tengerparti területek jövőjéhez.

*2.4 Attrakciók a városokon belül*

Ahogyan az előző alfejezetben taglaltam, a természeti vonzerők elhelyezkedése a térben a legkevésbé sem mutat szabályosságot, rendszert. Azonban a mesterségesen kialakult, ember alkotta vonzerők elhelyezkedése is inkább koncentrált képet mutat.
Számos ország esetében figyelhető meg az, hogy a legkeresettebb látnivalók a világvárosok köré csoportosulnak. Ezen belül is gyakori a koncentráció, hiszen a városon belül is jellemző egy óvárosi, történelmi belvárosi rész, mely zsúfolva van a turisztikai látványosságokkal, attrakciókkal. Kiváló példa erre a franciaországi Párizs (8. ábra).




**8. ábra: Párizsi attrakciók és a vizsgált terület jelölése**
Forrás: Avenza Maps (2015)

Párizs példáján keresztül jól vizsgálható, hogy a legfontosabb attrakciókat bemutató térkép a város központjára fókuszál, mely egy természetes vonzerő – a Szajna – körül terül el. A látnivalók elhelyezkedése a központon belül jellemzőbben a folyóparti területre csoportosul. A jobb oldali térképrészlet azt mutatja, hogy a turistatérkép a város mely részét ábrázolja. Itt látható, hogy a városba látogatók számára készített térkép Párizsnak csak egy kisebb területét mutatja be, melyen a főbb vonzerők csoportosulnak. Ahogyan Franciaországon belül sem helyezkednek el szabályos rendben a turisztikai attrakciók, úgy a fővároson belüli térbeli elhelyezkedés sem szabályosa a látnivalókat figyelembe véve.

## 3. Következtetések

A turisztikai attrakciók által okozott egyenlőtlenség egy olyan terület, mely számos aspektusból érdemes lehet a vizsgálatra. A kulturális attrakciók nyilvántartása és az UNESCO világörökségi helyszínek térképes ábrázolása során látható volt, hogy azok a térben egyenlőtlen eloszlást mutatnak, így egyes desztinációk jóval több figyelmet kaphatnak az érdeklődő turistáktól.
A legfontosabb turisztikai vonzerők közé sorolhatjuk a tengerpartokat, melyek a 3S turizmus elemeinek elengedhetetlen részei. Azok a területek lehetnek haszonélvezői a 3S turizmusnak, melyek rendelkeznek tengerparttal vagy óceánparttal, hiszen ezeket az úti célokat keresik fel a turisták, akik homokos vagy sziklás tengerpartokon szeretnének feltöltődni. Mivel a 3S turizmus szerepe igen súlyos, így ezek turisták köre is kiemelkedően nagynak mondható. Ezáltal azok a desztinációk, melyek tengertől elzártak, más turisztikai vonzerővel kell, hogy csábítsák a potenciális látogatókat.
A nagy látogatószámmal bíró világvárosok és nagyvárosok esetében jellemzően a belvárosban található a legtöbb vonzerő, így ezek a területek a turisták által gyakrabban látogatottak, mint a külvárosi részek. Azok a vállalkozások, melyek kiszorulnak a belvárosból, kisebb mértékben részesülhetnek a nemzetközi turistaforgalom által generált bevételekből.

## 4. Összegzés

Az utazás egyre népszerűbbé és elérhetőbbé válása az elmúlt évek turisztikai trendjeit erősítik. A globalizáció hatására a légi közlekedés is nagy tömegek számára a mindennapok részévé vált.

Mindez hozzájárul ahhoz, hogy a turizmus egyre többek életében tölt be meghatározó szerepet, mint egy társadalmi-gazdasági jelenség.
Az egyenlőtlenségek leküzdésének valóban jó eszköze lehet a turizmus és a vendéglátás fejlődése, azonban nem szabad figyelmen kívül hagyni az idegenforgalom által okozott különbözőségeket sem. Míg egyes desztinációk – például Berlin, Párizs, Barcelona, Amszterdam, Velence – túlzottan nagy számú látogatót fogadnak, addig számos olyan település és régió ismert, melyek szívesen nyitnának a turisták felé.
A turizmusban tapasztalható attrakciók eloszlásának egyenlőtlensége elleni küzdelem során a desztinációk menedzsmentjei számos új ötlettel állnak elő. Az innovatív megoldások közé tartozik például a szezonnyújtó rendezvények szervezése vagy az új attrakciók létesítése. A turisztikai szezon nyújtására kiválóan alkalmasak a kisebb-nagyobb zenei, képzőművészeti, gasztronómiai fesztiválok vagy olyan vonzerők, melyek egész évben látogathatók, például termálfürdők vagy tematikus parkok. Azok a desztinációk, melyek új attrakciók létesítését tervezik, gyakran választják az élményparkok, vidámparkok, tematikus parkok létrehozását, de hagyományteremtő rendezvények is képesek turisztikai motivációt jelenteni.
A turizmus célja a turisták menedzselése abba az irányba, mely egy fenntarthatóbb jellegű turizmust tesz lehetővé a jövőben. Ehhez nem csak a turisták számának ellenőrzése és kontrollálása tartozik hozzá, hanem például a turisztikai imázsformálás, a látogatók szemléletformálása és a turisták környezettudatosabbá válása is.

**Irodalomjegyzék**


[1.] Avenza Maps: Paris Picture Map. https://www.avenzamaps.com/maps/191252/paris-picture-map 2015 Letöltve: 2022. 01. 06.
[2.] Cambridge Dictionary: Tourist attraction. 2022 https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/tourist-attraction Letöltve: 2022. 01. 04.
[3.] Gormsen, E.: The impact of tourism on coastal areas. GeoJournal, 2017 42(1), 39-54. https://doi.org/10.1023/A:1006840622450
[4.] Knoema: Contribution of travel and tourism to GDP as a share of GDP (%). 2022 https://knoema.com/atlas/topics/Tourism/Travel-and-Tourism-Total-Contribution-to-GDP/Contribution-of-travel-and-tourism-to-GDP-percent-of-GDP?action=export&gadget=tranking-container Letöltve: 2022. 01. 08.
[5.] LuggageHero: Selected leading cities ranked by number of cultural attractions worldwide as of June 2021. 2022 https://www.statista.com/statistics/1123614/most-cultural-cities-worldwide/ Letöltve: 2022. 01. 19.
[6.] MapChart: World Map: Microstates. 2022 https://mapchart.net/detworld.html Letöltve: 2022. 01. 07.
[7.] Miller M. L. – Hadley N.P.: Tourism and Coastal Development. In: Schwartz M.L. (eds) Encyclopedia of Coastal Science. Encyclopedia of Earth Science Series. Springer, Dordrecht. 2005 https://doi.org/10.1007/1-4020-3880-1_328
[8.] Miller, M. L. – Auyong, J. – Hadley, N. P.: Sustainable coastal tourism: challenges for management, planning, and education. Environmental Science. 2002
[9.] NTAK: Általános információk a turisztikai attrakciók üzemeltetőinek. Magyar Turisztikai Ügynökség Zrt. Nemzeti Turisztikai Adatszolgáltató Központ. 2022 https://info.ntak.hu/attrakcio Letöltve: 2022. 01. 03.
[10.] Orams, M. B.: Sandy beaches as a tourism attraction: a management challenge for the 21 st century. Journal of Coastal Research, 74-84. 2003 http://www.jstor.org/stable/40928751

[11.] Puczkó L. – Rátz T.: Az attrakciótól az élményig. Budapest. Akadémiai Kiadó. 2017 ISBN 978 963 05 9883 5
[12.] UNESCO: Leading countries worldwide ranked by estimated number of museums as of May 2020. 2020 https://www.statista.com/statistics/1201825/top-countries-by-number-of-museums-worldwide/ Letöltve: 2022. 01. 20.
[13.] UNESCO: Interactive Map. 2022a https://whc.unesco.org/en/interactive-map/ Letöltve: 2022. 01. 07.
[14.] UNESCO: World Heritage List Statistics. 2022b http://whc.unesco.org/en/list/stat Letöltve: 2022. 01. 07.
[15.] UNWTO: What is a tourist attraction? / What is a tourist destination? 2022 https://www.e-unwto.org/doi/abs/10.18111/9789284407101.4 Letöltve: 2022. 01. 05.
[16.] Walsh-Heron, J.–Stevens, T.: The Management of Visitor Attractions & Events. Prentice Hall, Englewood Cliffs. 1990 ISBN: 0135522099 9780135522097
[17.] Waters, S.: Travel Industry World Yearbook—The Big Picture 2001. Vol. 44. Spencertown, NY: Travel Industry Publishing Inc.

**Lektorálta:** Dr. Sigér Fruzsina, egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Közgazdaságtan és Világgazdaságtan Intézet

# AGRICULTURE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT EXAMPLE OF MOROCCO. A BRIEF REVIEW OF THE LITERATURE

**Zouhair Samir**
*Department: Institute for Ecological Economics, Alexandre Lamfalussy Faculty of Economics, University of Sopron; zouhair.samir@phd.uni-sopron.hu*

**Abstract**
Morocco, the 5th largest African economy by GDP, largely depends on agriculture. It accounts for 13% of the total GDP and represents about 35% of all employment with 72% of rural employment, where the majority of the rural population still depends on agriculture for their livelihood. As the irrigated land occupies only 18% of the cultivated area, representing 1,6 million ha, the crop production that's primarily rainfed 82% is highly vulnerable to increased rainfall variability, particularly barley and wheat. Morocco has considered sustainability a path for its agricultural development mainly via Green Morocco Plan (2008-2020), followed by Green Generation Strategy (2020-2030). This paper conducted a literature overview on agriculture and sustainable development-related opportunities and challenges in Morocco, resulting in an exploratory review of agricultural development underlying its sustainability. The main theoretical contribution of the review was to explore the productivity, sustainability, challenges, and opportunities at a qualitative and quantitative exploratory level regarding the development of agriculture with a focus on the crop production context. Specifically, the objectives of the study were to answer the following questions: What are the past trends and prospects for agricultural development in Morocco with emphasis on the current situation? What are the challenges that hinder the sustainability of this sector to deliver sustainable development? What are the challenges and opportunities to highlight? What are the applied and required adaptation actions, policies, and measures? To achieve the aim, it was important to analyze the existing literature in order to track, explore, and provide up-to-date information about the recent changes and trends of sustainability in agricultural development and issues in Morocco. The results were that the agriculture development strategy in Morocco was economically successful since the GDP from agriculture average annual rate of growth has doubled reaching +5.25% (2008-2018) compared to the previous decade +2.5% (1997-2007). Mainly by fostering the development of modern agriculture through private investment. And providing support to small-scale agriculture. Environmentally, Morocco holding 8th rank in Climate Change Performance Index (2022) has promoted sustainable practices in agriculture including the wise use of water resources for irrigation, soil preservation, and the use of renewable energy. Nevertheless, this year the country has marked the worst drought in decades, with annual rain deficits experienced since 2015. These successive drought years have caused chronic shortages leading to a reduction in the water supply to dams, with dwindling groundwater reserves. Since Morocco ranked 22nd as a high water-stressed country by World Resources Institute in 2019, a National Water Plan (2020-2027) was implemented to cope with these circumstances. Socially, given the high illiteracy rate of 50.9% (2014) and low adoption of technologies, the rural population is unprepared to contribute to the modernization of the sector. Additionally, smallholders that represent 70% of farms are often unable to implement new practices and technologies resulting in a low adaptive and productive capacity. As a result, sustainable development in agriculture cannot be achieved without its social and environmental dimensions.

***Keywords**: Agriculture, sustainable development, crop production, climate change, Morocco*

JEL classification: Q01, Q10, Q20

## 1. Introduction

The economic situation of Morocco as a developing country still depends to an inordinate degree on agriculture (1). As agriculture is extremely vulnerable to changes in temperature, humidity, wind speed, and climate variation (2). One of the main issues facing Morocco is the impact of climate change and the rise in the prevalence of drought (3). While the temperatures will increase about 1–1.5°C by 2050 (4), higher temperatures will eventually reduce yields of desirable crops while encouraging weed and pest proliferation (5). Furthermore, changes in precipitation patterns increase the likelihood of short-run crop failures and long-run production declines (Jang et al., 2016)

### *1.1 The actuality of the research topic*

The agricultural sector is of strategic importance in Morocco. It accounts for 13% of the national GDP (7), and represents about 35% of all employment with 72% of rural employment (8), where the majority of the rural population still depends on agriculture for their livelihood (9). Furthermore, close to 10 million people are involved, to varying degrees, in agricultural activities (8). As the irrigated land occupies only 18% of the cultivated area, representing 1,6 million ha, the crop production that's primarily rainfed 82% is highly vulnerable to increased rainfall variability, particularly barley and wheat (8). As a result, the unirrigated areas are the dominant cultivated lands. There is no denying the fact that sustainable development is the key factor for climate adaptation and mitigation (10,11). Therefore, Morocco has considered sustainability a path for its agricultural development mainly first via Green Morocco Plan (2008-2020), followed by Green Generation Strategy (2020-2030) (Elalaoui et al., 2021).

### *1.2 The aim of the review*

The paper conducted a literature overview on agriculture and sustainable development-related opportunities and challenges in Morocco, resulting in an exploratory review of agricultural development underlying its sustainability.
The overall objectives were: to explore and study the development of agriculture specifically crop production in Morocco and its sustainability. More specifically, the study addressed the following research questions: What are the past trends and prospects for agricultural development in Morocco with emphasis on the current situation? What are the challenges that hinder the sustainability of this sector to deliver sustainable development? What are the challenges and opportunities to highlight? What are the applied and required adaptation actions, policies, and measures?
To address these questions, the existing literature had to be relied upon to provide a comparative analysis of the past and the current trends, as well as the evolution of the agricultural development sector in Morocco. Furthermore, under the context of the sustainable development of the sector, the results were organized under the three main areas of sustainability which are the economic, environmental, and social pillars (12).

## 2. Materials and Methods

The main theoretical contribution of the review is to explore the productivity, sustainability, challenges, and opportunities at a qualitative and quantitative exploratory level regarding the development of agriculture with a focus on the crop production context. The academic journal

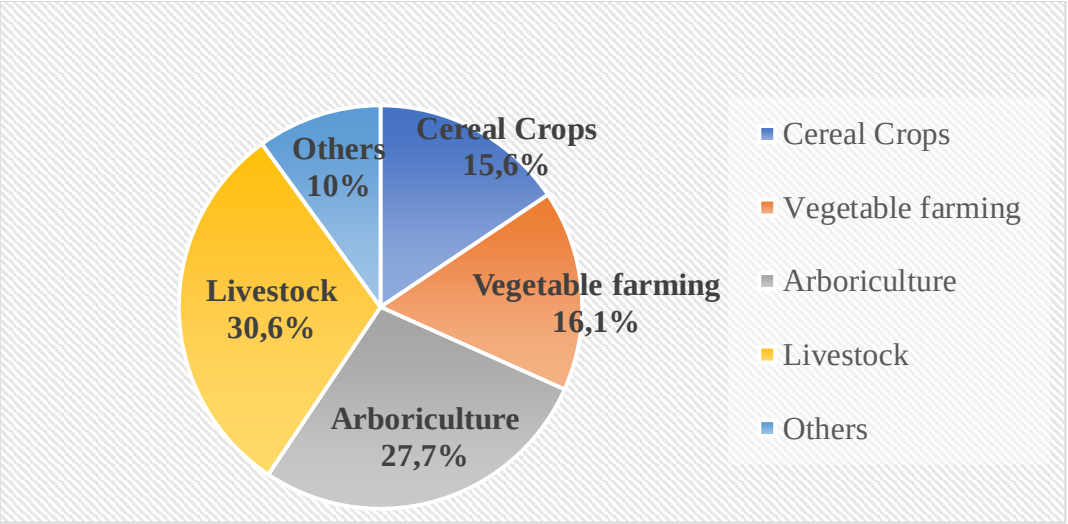
articles related to this field of research mentioned in this paper are from various sources and web search engines such as Google Scholar, and ScienceDirect,. including scientific papers that are deemed to bring clarity and a new perspective on the topic tackled. Given the nature of the topic, it was necessary to rely not only on the scientific articles that were published on the topic, but also, on official documents and reports that were released by different renowned sources such as the World Bank Group, Food and Agriculture Organization (FAO), The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), and World Resources Institute (WRI). In addition, the official documents, reports, and censuses provided by the state and government institutions are mainly included for their relevant information and statistics to help understand the current and past trends in agricultural sustainability and development prospects. Another reason is the government's policy perspective for a better understanding of the topic. Furthermore, it should be mentioned that the literature examined comes from three different languages: English, French, and Arabic. In terms of the methodological approach used to review the previous studies, this paper can be categorized as a narrative review. Selected previous studies and findings are contrasted, summarized, and organized under the three pillars of sustainable development to provide a clear view of the state of agricultural development in terms of sustainability in the light of changes, past and current trends.

## 3. Results and interpretation

Morocco is generally considered a country undergoing demographic, economic, and political transformation. Since it has made important efforts to promote its agricultural development; the sector has become essential to the economic and social development of the country. In addition, agriculture is crucial for the rural population who depend on it, its strategic dimension in terms of food security, and lastly its contribution to the regulation of the trade balance (13). In the following, the results of the agricultural sustainable development review were organized into the three fundamental pillars: economic, environmental, and social dimensions.

### *3.1 Economic dimension*

The agriculture development strategy in Morocco was successful since the GDP from agriculture average annual rate of growth has doubled reaching +5.25% (2008-2018) compared to the previous decade +2.5% (1997-2007)(8). And was achieved primarily by fostering the development of modern agriculture with high productivity and added value in the irrigated and relatively prosperous unirrigated areas, that meet the market requirement, through private investment (14). And secondly, by providing support to small-scale agriculture and improving the incomes of the most vulnerable farmers, particularly in landlocked areas (15–17).




**Fiure 1: Structure of Value-added agriculture over the period 2008-2018 (in %)**
Source:(18)

Since 2000, the new agricultural strategies towards a better adaptation of agricultural production to the agroclimatic context, have changed the structure of the Value-added agriculture and were further emphasized within the framework of the Green Morocco Plan (2008-2020), to support high value-added agricultural production, such as arboriculture (27,7%), livestock (30,6%), and vegetable farming (16,1%)(18). In addition, fostering the most resilient crops to climatic hazards Has reduced the volatility of value-added agriculture, measured by the standard deviation of agricultural growth, with significant attenuation between the two periods 1990-1999 and 2000-2018 by 61.8% (18). Moreover, promoting the conversion of cereal crops in areas of unfavorable conditions to other high value-added agriculture, intensification of production, and diversification of agricultural activities for more resiliency (8).

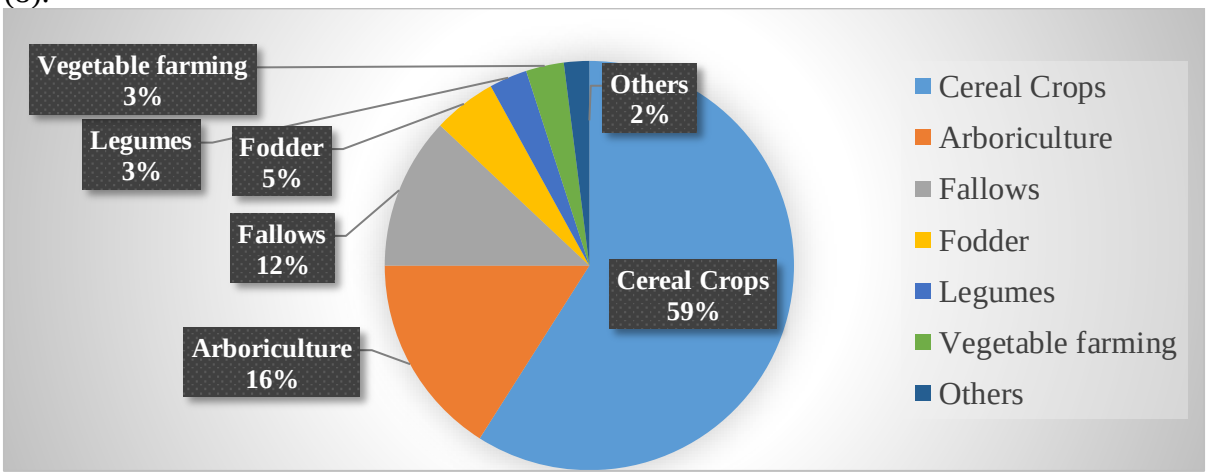



**Figure 2: Structure of agricultural lands in Morocco**
Source: (18,19)

Over the period 2008-2018, cereal production fluctuated between 33.5 million quintals recorded in 2016 and 114.7 million quintals in 2015 (18). These variations led to a significant change in the share of the cereal in agricultural value-added, which fluctuated between 7.4% in 2016 and 21.4% in 2009 (18,19). Cereal crops, which occupy almost 60% of the total agricultural lands, are 90% practiced in rainfed areas. This concentration in the rainfed areas, especially at the level of the unfavorable rainfed areas, makes them more vulnerable to climatic hazards (18).

For instance, the 2020 harvest is the third-lowest one on record in the last 20 years as it was characterized by poor rainfall, both in terms of amount and distribution. The cereal production decreased about 60 percent compared to the previous five-year average and 38 percent decrease compared to 2019 harvest (FAO, 2020; OECD, 2021). In contrast, the 2021 cereal production exceeded the five-year average by over 60 percent (FAO, 2021). The season was characterized by a favorable rainfall, the precipitations were adequately distributed over time and space to facilitate sowing and early crop development (FAO, 2021)

**Table 1: Cereal Production in Morocco**

| | 2015-2019 average | 2019 | 2020 estimate | Change 2020/2019 | 2016-2020 average | 2020 | 2021 estimate | Change 2021/2020 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Metric ton | | | Percentage | Metric ton | | | Percentage |
| Wheat | 5868 | 4100 | 2560 | -37,6% | 4765 | 2560 | 7160 | 179,7% |
| Barley | 2099 | 1161 | 640 | -44,9% | 1548 | 640 | 2600 | 306,3% |
| Maize | 101 | 41 | 50 | 22,0% | 92 | 50 | 100 | 100% |
| Others | 99 | 95 | 74 | -22,4% | 99 | 105 | 103 | -1,9% |
| Total | 8167 | 5397 | 3324 | -38,4% | 6504 | 3355 | 9963 | 197% |

**Percentage Change: % Increase = Increase / Original Number × 100**

Source: (20–22)

Due to the COVID-19 pandemic, travel restrictions imposed to contain the spread of the virus in the country. Hence, preventing the Ministry of Agriculture from carrying out field assessments. For this reason, the production estimates were based on a telephone survey of grain yields (FAO, 2020). In terms of wheat production, wheat harvest in 2020 was about 2.56 million metric tons, approximately 40 percent below than the previous year's harvest and less than half of the five-year average (FAO, 2020, OECD, 2021). In 2021 wheat production is estimated at about 7.2 million metric tons, about 50 percent above the average and almost three times more than the drought-stricken harvest in 2020 (FAO, 2021). Regarding barley production in 2020, it reached 640 000 metric tons, nearly 45 percent less than the previous year and less than one-third of the five-year average (FAO, 2020). In 2021 barley production is estimated at 2.6 million metric tons, almost four times the amount harvested in the previous year and over 60 percent above the five-year average (FAO, 2021). It is noteworthy that the Government supports wheat production by providing a storage premium to store wheat in licensed facilities and via establishing a reference price for purchasing local wheat, which maintained since 2017 at MAD 2 800 per metric ton, equivalent to USD 280 or 266 Euro per metric ton (FAO, 2021) .

However, it has been shown that the conversion of rainfed land from cereal crops sensitive to climatic variability to arboriculture enhances climate resilience and improves productivity, especially arboriculture of fruit trees (8). Whereas in the field, farmers' practices show that it is the production systems that have evolved to combine arboriculture with cereals as an intercropping agriculture system which is considered a sustainable farming practice (8).

*3.2 Environmental dimension*

Morocco holding 8th rank in Climate Change Performance Index (2022) has promoted sustainable practices in agriculture including the wise use of water resources for irrigation, soil conservation, and the use of renewable energy (23,24). Smallholders that represent 70% of farms still rely on traditional agricultural practices which are proven to be sustainable for soil conservation such as natural fertilizer (e.g.: manure), crop rotation, and agricultural water reuse

(18,25). These traditional sustainable practices gained the support of the state (8). In addition, the agriculture development strategy in Morocco has promoted other sustainable practices such as crop diversification, drip irrigation over traditional surface irrigation for more efficiency with the aim to convert 710 000 ha to drip irrigation by the end of 2022 (26), and the conversion to agriculture that are resilient to climate hazards (Mengoub et al., 2021; Toujgani et al., 2021).

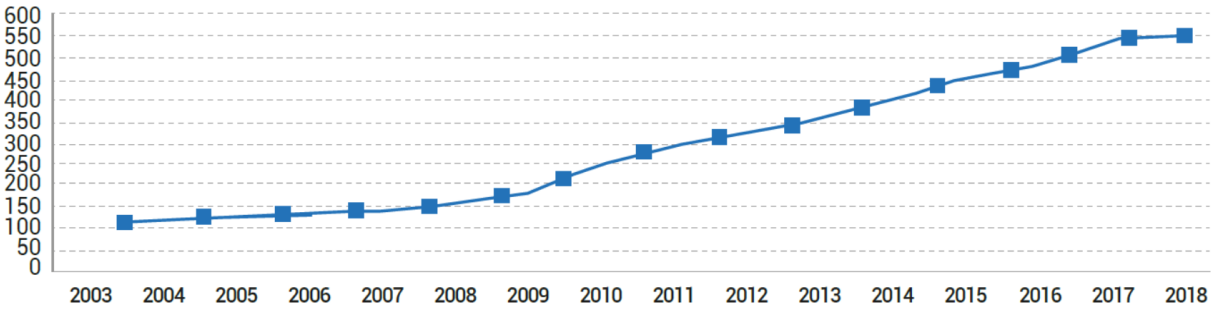



**Figure 3: The evolution of the drip-irrigated area (Kha)**
Source: (19)

The Green Morocco Plan (2008-2020) fostered the conversion of irrigated land to the drip-irrigating reaching nearly 560,000 ha and increasing from 9% in 2008 to 36 % of the share of the irrigated land at the end of 2018. irrigated areas remain primarily surface irrigation areas with low efficiency (about 50% less efficient). Drip irrigation has enabled 80% of farmers with wells to reduce groundwater pumping and 50% of them have abandoned irrigation from the wells. As a result, farmers were able to produce more with less water. These statistics on the evolution of drip irrigation were published in the latest report on agriculture in Morocco in 2020 and made available online in July 2021 (8,19).

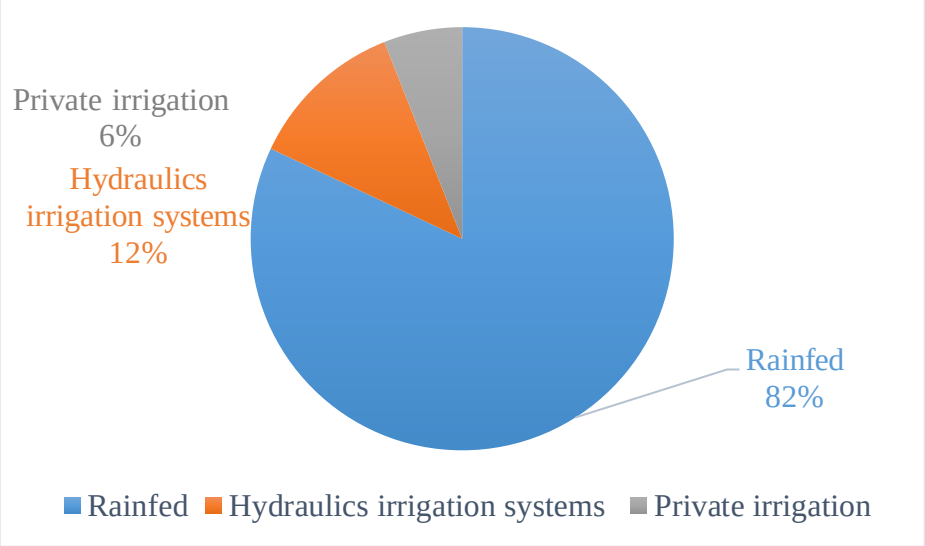



**Figure 4: Distribution of agricultural land depending on the type of irrigation (2019-2020)**
Source: (8,19)

Climate variability and change are putting increased pressure on agriculture. a strong decline in rainfall since 1980 (-15% to -20%) with a decrease in river runoff (-30% to -40%), water resources availability is already under severe pressure with experienced rain deficits since 2015 (28–30). As the irrigated land occupies only 18% of the cultivated area, representing 1,6 million ha, the crop production that's primarily rainfed 82% is highly vulnerable to increased rainfall

variability, particularly barley and wheat (8). As a result, the unirrigated areas are the dominant cultivated lands. This predominance of rainfed land makes the agricultural sector more vulnerable to climate change and variations negatively affecting crop yields (31). In addition, irrigated agriculture is also impacted as the water needs for these crops can increase from 7% to 12% due to rising temperatures and evapotranspiration (17,31).

Given the serious and negative impacts of future climate change, the country could fall far below the "extreme level of water scarcity" in the coming decades. Since the sudden change in precipitation occurred around 1980, annual surface water availability has already been substantially less (30,32). This year the country has marked the worst drought in decades, with annual rain deficits experienced since 2015 (33). These successive drought years have caused chronic shortages leading to a reduction in the water supply to dams, with dwindling groundwater reserves (29–31,33–35). The groundwater is extracted well beyond the level of sustainable abstraction. In this regard, the World Resources Institute has categorized Morocco as a country with high water stress in 2010 and extremely high water stress in 2040 (36). The ongoing decline in available water resources is exacerbated by the deterioration in water quality as a result of improper wastewater treatment, diffuse agricultural pollution, and the loss of regulated reservoirs volumes caused by sedimentation (30,32). Since Morocco ranked 22nd as a high water-stressed country by the World Resources Institute (2019) a National Program for Drinking and Irrigation Water Supply (2020-2027) was implemented to cope with these circumstances, by building new dams and increasing the volume of wastewater collection, treatment, and reuse (37–39).The wastewater treatment rate reached 56% in 2020 compared to 7% in 2006 (33). As the volume of wastewater collected has increased sharply in recent decades, the National Plan for Shared Sanitation and Reuse of Treated Wastewater was launched in 2018 to replace the National Sanitation Program (2005), National Program for the Reuse of Sewage, and the National Rural Sanitation Program (2013)(40,41). Thus, the annual volume of waste water produced is projected to reach 900 million m3 per year by 2030 (42). It is also worth mentioning that Morocco currently has 149 dams, totaling 19.3 billion cubic meters, and five under construction via the National Program for Drinking and Irrigation Water Supply 2020-2027 (17,33,43).

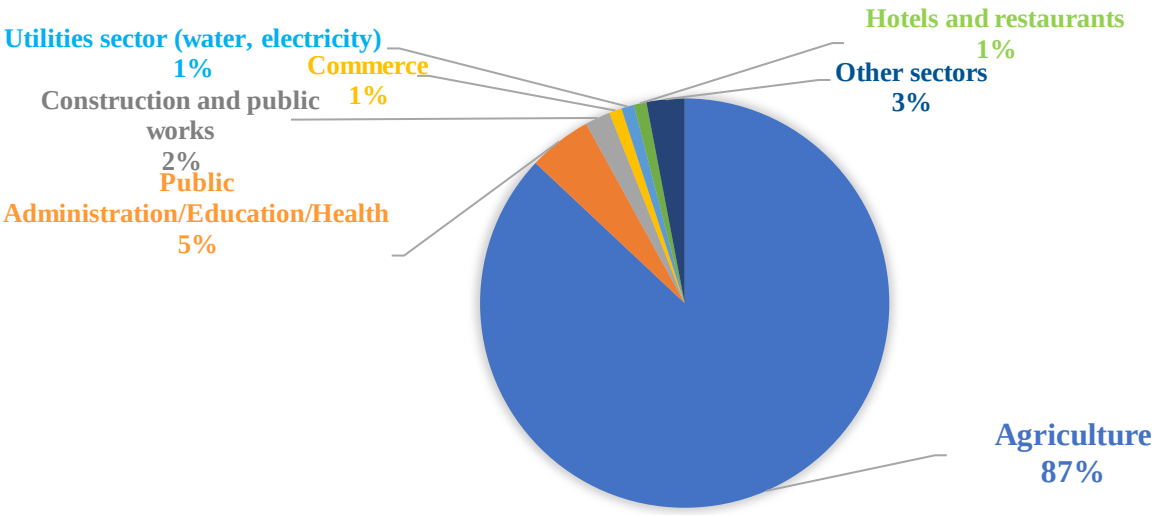


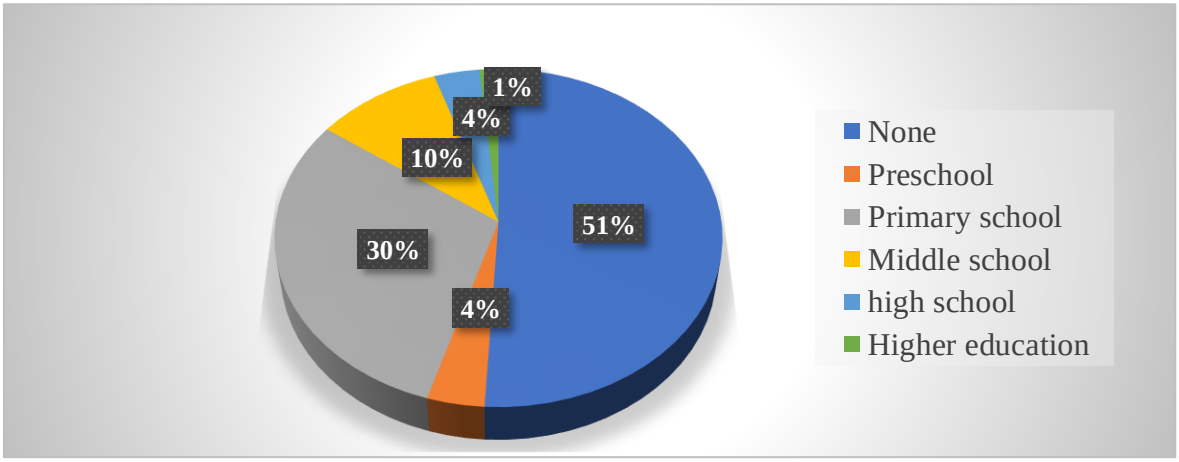

**Figure 5: Distribution of annual direct water consumption by sector (2020)**
Source:(44)

Data on direct water consumption revealed that the amount of water consumed by the primary sector, for the most part, the agriculture sector (87%), is much greater than that consumed by the industrial and service sectors. As the water consumption is about 9 billion cubic meters per

year, the subsequent sectors consume only a fraction limited to about 1.28 billion cubic meters. These statistics show that agriculture is the main user of water resources in Morocco (up to 87.8% of total water consumption)(44).

*3.3 Social dimension*

Socially, given the high illiteracy rate of 50.9% (2014) and low adoption of technologies, the rural population is unprepared to contribute to the modernization of the sector (18,45). Despite the fact that agriculture still plays a major role in the socioeconomic development of rural Morocco, smallholders that represent 70% of farms are often unable to implement new practices and technologies resulting in management of water resources that is insufficiently rationalized, low irrigation efficiency, and low adaptive, productive capacity. Thus, sustainable development in agriculture is impeded by its social dimension (18,45–49).




**Figures 6: Rural Level of education 2014 census [%]**
Source: (45,48,49)

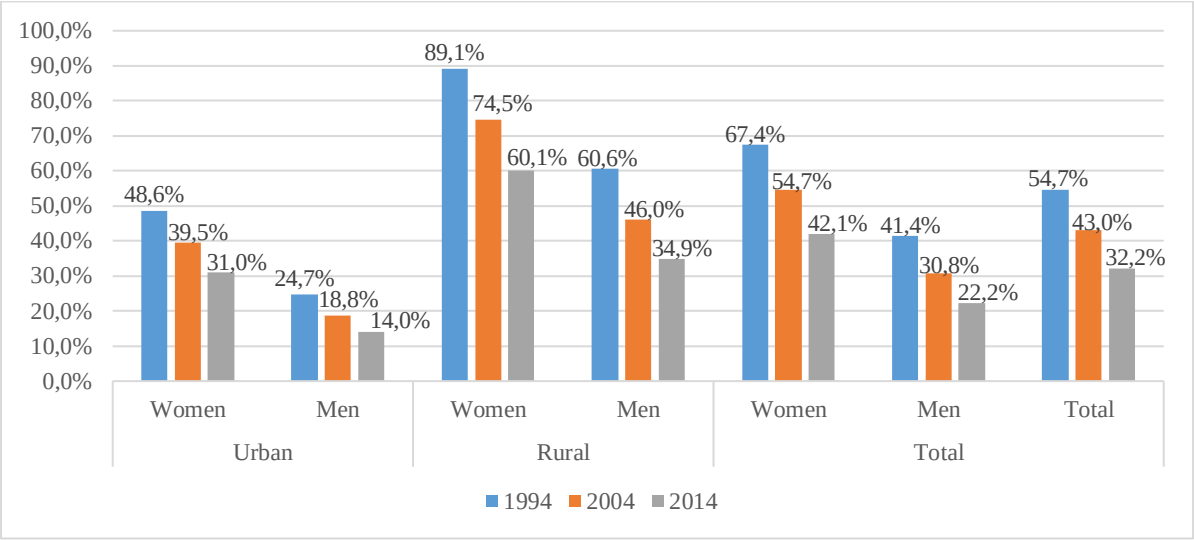
**Table 2: Education level based on 2014 population census**

| | Urban | Rural | Total |
|---|---|---|---|
| None | 27,7% | 50,9% | 36,9% |
| Preschool | 05,2% | 03,8% | 04,7% |
| Primary school | 26,6% | 30,2% | 28,0% |
| Middle school | 17,2% | 10,0% | 14,3% |
| high school | 14,2% | 03,6% | 10,0% |
| Higher education | 09,1% | 01,5% | 06,1% |
| Total | 100% | 100% | 100% |

Source:(45,48,49)

The official figure for the country's illiteracy rate is 32.2% (2014) instead of 36,9%, this difference is due to the fact that government institutions distinguish between those who have attended primary school (for children between seven and thirteen years of age) but didn't graduate or simply quit with those who have never been in school. Thus, the rate drops from 36.9% to 32.2% of the total illiteracy in the country (45,48,49). It is noteworthy to underline

the fact that education is compulsory for Moroccan children of both sexes (since 1963) from the age of seven until they reach the age of thirteen, Under the law No. 1-63-071 in 1963 (50).




**Figures 8: Illiteracy rates based on gender and place of residence in (%) (Population aged 10+)**

Source: (45,48,49)

**Table 3: Illiteracy rates based on gender and place of residence in (%) (Population aged 10+)**

| | Urban | | Rural | | Total | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Women | Men | Women | Men | Women | Men | Total |
| 1994 | 48,6% | 24,7% | 89,1% | 60,6% | 67,4% | 41,4% | 54,7% |
| 2004 | 39,5% | 18,8% | 74,5% | 46,0% | 54,7% | 30,8% | 43,0% |
| 2014 | 31,0% | 14,0% | 60,1% | 34,9% | 42,1% | 22,2% | 32,2% |

Source: (45,48,49)

The graph that was developed from the last three government census results shows that the illiteracy rate is much higher in rural areas than in urban regions for both genders. For instance, the men illiteracy rate in rural areas was 34.9% in 2014, almost double and a half compared to 14% in urban regions for the same year. The same observation can be made for rural women (60.1% in 2014) compared to their urban counterparts (31% in 2014). This disparity can be explained by the limited access to the institutions such as schools in rural areas. Furthermore, the women's illiteracy rate is the highest, regardless of the place of residence. However, based on the previous decades' censuses the illiteracy rate is substantially decreasing, and it is expected to decrease even more in the current decade. Also, it is worth mentioning that in Morocco, the population censuses are conducted every decade, the next census will be in 2024 (45,48,49).

## 4. Conclusion and discussion

This review provides an overview of the current state of agricultural development of Africa's fifth-largest economy in the context of sustainable development with a comparative analysis of past and recent trends. The agriculture sector is still prominent for the country's economic growth as a developing country (13% of total GDP). The economic growth in the agricultural sector will reduce the poverty in rural areas allowing a new middle class of farmers to emerge.

However, the sector has long remained little diversified with a strong predominance of cereal crops (about 60% of the total agricultural lands), which makes it less resilient to climate change, exposes it to high volatility of growth, and negatively impacts the growth of the economy. Environmentally, the national program promotes the wise use of water and sustainable practices including the traditional ones for soil conservation. Nevertheless, water shortage is still a threat to the future. Socially, the high illiteracy rate and low adaption of technologies make it difficult to implement new practices and technologies resulting in low irrigation efficiency, and low adaptive, productive capacity. Under a high emissions scenario, the mean annual temperature is projected to rise about 5.5°C on average by the end of this century (51). Morocco's low adaptive capacity in agriculture due to its social dimension needs to be addressed. Otherwise, the water resources that are in jeopardy will cause a breakdown in the food systems. And even if the emissions decrease rapidly, the temperature will still rise about 1.6°C in this century, thus negatively impacting the agricultural yield in Morocco (51). As a result, sustainable development in agriculture cannot be achieved without its social and environmental dimensions.

**Acknowledgment**

The author thanks the High Commission for Planning (HCP, Haut Commissariat au Plan) which represents the Moroccan national office of statistical data for granting access to their database, and their open access policy to their official reports and documents.

**Bibliography**

[1.] Amiri N, Lahlali R, Amiri S, EL Jarroudi M, Khebiza MY, Messouli M. Development of an Integrated Model to Assess the Impact of Agricultural Practices and Land Use on Agricultural Production in Morocco under Climate Stress over the Next Twenty Years. Sustainability. 2021 Jan.
Downloaded: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/21/11943

[2.] Zhang P, Zhang J, Chen M. Economic impacts of climate change on agriculture: The importance of additional climatic variables other than temperature and precipitation. Journal of Environmental Economics and Management. 2017 May1.
Downloaded: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0095069616304910

[3.] Meliho M, Khattabi A, Jobbins G, Sghir F. Impact of meteorological drought on agriculture in the Tensift watershed of Morocco. Journal of Water and Climate Change. 2019 Aug 19.
Downloaded: https://doi.org/10.2166/wcc.2019.279

[4.] Dwivedi YK, Hughes L, Kar AK, Baabdullah AM, Grover P, Abbas R, et al. Climate change and COP26: Are digital technologies and information management part of the problem or the solution? An editorial reflection and call to action. International Journal of Information Management. 2022 April.
Downloaded: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401221001493

[5.] Adeyinka AA, Kath J, Nguyen-Huy T, Mushtaq S, Souvignet M, Range M, et al. Global disparities in agricultural climate index-based insurance research. Climate Risk Management. 2022 Jan 10.
Downloaded: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212096322000018

[6.] Jang D, Park H, Choi J. Development of Future Precipitation Forecasting Program Using Probability Forecast and Climate Change Scenario. Procedia Engineering. 2016 Jan 1.
Downloaded: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816319531

[7.] Elalaoui O, Fadlaoui A, Maatala N, Ibrahimy A. Agriculture and GDP Causality Nexus in Morocco: Empirical Evidence from a VAR Approach. International Journal of Agricultural Economics. 2021 Aug 7.
Downloaded: http://www.ijoae.org/article/232/10.11648.j.ijae.20210604.17
[8.] MAFM. Le Plan Maroc Vert Bilan Et Impacts 2 0 0 8 - 2 0 1 8. Ministry of Agriculture, Maritime Fisheries, Rural Development and Water and Forests of Morocco; 2021.
Downloaded:https://www.agriculture.gov.ma/sites/default/files/2021-08/20-00529-MA_Plaquette_Bilan%20PMV_VF%286-7-21%29-compresse%CC%81.pdf
[9.] Jihad MDE. Changement climatique et développement rural dans les montagnes du Moyen-Atlas et leurs bordures (Maroc). Journal of Alpine Research . 2016 Jul 17.
Downloaded: https://journals.openedition.org/rga/3373
[10.] El Chami D, Daccache A, El Moujabber M. How Can Sustainable Agriculture Increase Climate Resilience? A Systematic Review. Sustainability. 2020 Jan.
Downloaded: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/8/3119
[11.] Visseren-Hamakers IJ. The 18th Sustainable Development Goal. Earth System Governance. 2020 Mar 1.
Downloaded: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589811620300069
[12.] Mensah J. Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. Ricart Casadevall S, editor. Cogent Social Sciences. 2019 Jan 1.
Downloaded: https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531
[13.] HCPM. Agriculture 2030 : quels avenirs pour le Maroc ?. The independent government statistical institution The High Commission for Planning of Morocco; 2011.
Downloaded: https://www.hcp.ma/file/104422/
[14.] Najib Akesbi. Une nouvelle stratégie pour l'agriculture marocaine: Le «Plan Maroc Vert». New Medit, Vol 11, nn. 2, June 2012, pp. 12–23.
Downloaded: https://newmedit.iamb.it/2012/04/10/une-nouvelle-strategie-pour-lagriculture-marocaine-plan-maroc-vert/
[15.] Abdellaoui El Hassane, Chloé VITRY, Eduardo CHIA, Patric DUGUÉ. Apprendre à coopérer: un défi pour l'adhésion des agriculteurs au Plan Maroc Vert. New Medit. 2015 Jun 8, Vol 14, nn. 2, pp. 13–21.
Downloaded: https://newmedit.iamb.it/2015/06/08/apprendre-a-cooperer-un-defi-pour-ladhesion-des-agriculteurs-au-plan-maroc-vert/
[16.] Mengoub FE, Lejars C, Doukkali MR. Evaluation de la contribution de l'irrigation à la croissance économique et agricole : cas du Maroc. European Scientific Journal. 2021 Aug 31.
Downloaded: https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/14614
[17.] HCPM. Morocco's 2020 Voluntary National Review on the implementation of the Sustainable Development Goals . The independent government statistical institution The High Commission for Planning of Morocco; 2020.
Downloaded: https://www.hcp.ma/Rapport-National-2020-sur-la-mise-en-oeuvre-par-le-Royaume-du-Maroc-des-Objectifs-de-Developpement-Durable_a2592.html
[18.] MEFM. Le secteur agricole Marocain: Tendances structurelles, enjeux et perspectives de développement Royaume Du Maroc Ministère De L'économie Et Des Finances. Ministry of Economy and Finance of Morocco: Department of Studies and Financial Forecasts; 2019.
Downloaded: depf.finances.gov.ma

[19.] MAFM. Agriculture En Chiffres 2018 Édition 2019. Ministry of Agriculture, Maritime Fisheries, Rural Development and Water and Forests of Morocco; 2019.
Downloaded: https://www.agriculture.gov.ma/sites/default/files/19-00145-book_agricultures_en_chiffres_def.pdf
[20.] FAO. Global Information and Early Warning System on Food and Agriculture - GIEWS Country Briefs Morocco 2010-2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2020.
Downloaded:
https://www.fao.org/giews/countrybrief/country/MAR/pdf_archive/MAR_Archive.pdf
[21.] FAO. Global Information and Early Warning System on Food and Agriculture - GIEWS Country Briefs Morocco 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2021.
Downloaded: https://www.fao.org/giews/countrybrief/country/MAR/pdf/MAR.pdf
[22.] OECD. Promouvoir les réformes du climat de l'investissement dans le secteur agroalimentaire au Maroc. Organisation for Economic Co-operation and Development. 2021.
Downloaded: https://www.oecd.org/fr/sites/mena/eu-oecd-mediterranean-investment/EU-Issues-paper-agri-food-Morocco-FR.pdf
[23.] Jan Burck, Thea Uhlich, Christoph Bals, Niklas Höhne, Leonardo Nascimento, Jamie Wong. The Climate Change Performance Index 2022: Results. Climate Action Network, Germanwatch e.V., NewClimate Institute. 2021.
Downloaded: https://ccpi.org/download/climate-change-performance-index-2022-2/
[24.] Maatala N, Bekkar Y, Hassnaoui OE, Lebailly P. Technical and Economic Efficiency of Irrigation Water Use for the Farms of Blueberry and Raspberry in the Loukkos Area in Morocco. International Journal of Agricultural Economics. 2020 Jan 7.
Downloaded:
https://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=232&doi=10.11648/j.ijae.20200501.11
[25.] Lachheb A, Idrissi YA, Zouhri N, Belhamidi S, Taky M, Amrani ME, et al. Application of Activated Sludge for Urban Wastewater Treatment and Reuse for Irrigation in Kenitra, Morocco. American Journal of Applied Chemistry. 2016 Mar 12.
Downloaded:
https://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=227&doi=10.11648/j.ajac.20160402.11
[26.] Boularbah S, Hammani A, Bouarfa S, Kuper M. Analyse de la première expérience de reconversion collective vers l'irrigation localisée: cas du secteur pilote de Tadla. Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires. 2017.
Downloaded: https://www.agrimaroc.org/index.php/Actes_IAVH2/article/view/471
[27.] Toujgani I, El Fatehi S, Elmaraghi H, Ater M, Hmimsa Y. Traditional knowledge and use value for sustainability: "Castanea sativa Mill.' as a model of socio-economic recovery in northern Morocco. Current Research in Environmental Sustainability. 2021 Jan 1.
Downloaded: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666049021000517
[28.] Hadria R, Boudhar A, Ouatiki H, Lebrini Y, Elmansouri L, Gadouali F, et al. Combining Use of TRMM and Ground Observations of Annual Precipitations for Meteorological Drought Trends Monitoring in Morocco. American Journal of Remote Sensing. 2019 Oct 10.
Downloaded:
https://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=138&doi=10.11648/j.ajrs.20190702.11

[29.] Mohamed Alaoui. Water Sector in Morocco: Situation and Perspectives. Journal of Water Resources and Ocean Science. 2013 Oct 30.
Downloaded:
https://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=166&doi=10.11648/j.wros.20130205.18
[30.] WBG. Managing Urban Water Scarcity in Morocco. Washington, DC: World Bank. 2017 . Downloaded: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29190
[31.] Aziz Fadlaoui, Fouad Elame, Mohammed Rachid Doukkali. Modélisation économique de l'impact des changements climatiques sur les ressources en eau: cas du bassin de Souss-Massa (Maroc). New Medit, A Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment, Vol 15, nn. 3, September 2016. pp. 10–18.
Downloaded: https://newmedit.iamb.it/2016/09/08/modelisation-economique-de-limpact-des-changements-climatiques-sur-les-ressources-en-eau-cas-du-bassin-de-souss-massa-maroc/
[32.] Bouslihim A, Torra M. Problématique des ressources en eau au Maroc. Journal d'Economie, de Management, d'Environnement et de Droit. 2020.
Downloaded: https://revues.imist.ma/index.php/JEMED/article/view/25037
[33.] HCPM. The High Commission for Planning of Morocco, the online statistical database of the agriculture sector 2022. The independent government statistical institution The High Commission for Planning of Morocco; 2022.
Downloaded: http://bds.hcp.ma/sectors
[34.] Sraïri MT. Repenser le modèle de développement agricole du Maroc pour l'ère post Covid-19. Cahiers Agricultures. 2021. Downloaded: https://www.cahiersagricultures.fr/articles/cagri/abs/2021/01/cagri200218/cagri200218.html
[35.] WBG. Climate Risk Country Profile Morocco. World Bank Group. 2021.
Downloaded: https://climateknowledgeportal.worldbank.org/sites/default/files/2021-09/15725-WB_Morocco%20Country%20Profile-WEB.pdf
[36.] Luo T, Young RS, Reig P. Aqueduct Projected Water Stress Country Rankings. 2015 Aug 26.
Downloaded: https://www.wri.org/research/aqueduct-projected-water-stress-country-rankings
[37.] Hofste RW, Reig P, Schleifer L. 17 Countries, Home to One-Quarter of the World's Population, Face Extremely High Water Stress. 2019 Aug 6.
Downloaded: https://www.wri.org/insights/17-countries-home-one-quarter-worlds-population-face-extremely-high-water-stress
[38.] Ministry of Equipment and Water of Morocco. Approvisionnement en eau potable et l'irrigation (2020-2027) – Direction Générale de l'Eau. Ministry of Equipment and Water of Morocco Directorate General of Hydraulics. 2019.
Downloaded: http://81.192.10.228/ressources-en-eau/lapprovisionnement-en-eau-potable-et-lirrigation/
[39.] Sinan M, Belhouji A. Impact du changement climatique sur le climat et les ressources en eau du Maroc aux horizons 2020, 2050 et 2080 et mesures d'adaptation. La Houille Blanche. 2016 Aug 1. Downloaded: https://www.shf-lhb.org/articles/lhb/abs/2016/04/lhb2016037/lhb2016037.html
[40.] Belloulid MO. National Program of Sanitation and Wastewater Treatment in Morocco: Objectives, Achievements and Challenges. Environmental and Water Sciences, public Health and Territorial Intelligence Journal. 2018 Mar 31.pp.67–76.
Downloaded: https://revues.imist.ma/index.php/ewash-ti/article/view/10956

[41.] Latrach L. Rural sanitation in Morocco : Situation, realizations and perspectives. Environmental and Water Sciences, public Health and Territorial Intelligence Journal. 2018 Oct 23.pp.63–72.
Downloaded: https://revues.imist.ma/index.php/ewash-ti/article/view/13051
[42.] Netherlands enterprise government agency. Ministry of foreign affairs Netherlands. Business Opportunities Report for Reuse of Wastewater in Morocco. Commissioned by the Netherlands Enterprise Agency. 2018 Mar. p. 98.
Downloaded: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/06/Business-opportunities-report-for-reuse-of-wastewater-in-morocco.pdf
[43.] MCCM. Le Maroc dispose de 149 grands barrages d'une capacité dépassant 19 milliards m3. Ministry of Culture and Communication of Morocco; 2021.
Downloaded: https://www.maroc.ma/fr/actualites/le-maroc-dispose-de-149-grands-barrages-dune-capacite-depassant-19-milliards-m3
[44.] Sahim Ikram. Les Brefs du Plan: Modélisation de la consommation en eau intersectorielle dans l'économie marocaine. The independent government statistical institution The High Commission for Planning of Morocco. 2020.
Downloaded: https://www.hcp.ma/file/217869/
[45.] HCPM. Haut-Commissariat Au Plan Les indicateurs Sociaux Du Maroc Éditions 2018. The independent government statistical institution The High Commission for Planning of Morocco. 2018.
Downloaded: https://www.hcp.ma/file/200737/
[46.] El Bilali H, Berjan S, Driouech N, Ahouate L, Abouabdillah A, Najid A, et al. Agricultural and rural development governance in Morocco. Conference: Third International Scientific Symposium "Agrosym 2012"At: Jahorina (East Sarajevo), Bosnia and Herzegovina Volume: Book of proceedings. 2012.
Downloaded: https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35533.64485
[47.] Malhi GS, Kaur M, Kaushik P. Impact of Climate Change on Agriculture and Its Mitigation Strategies: A Review. Sustainability. 2021 Jan.
Downloaded: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/3/1318
[48.] HCPM. Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2014 : Caractéristiques Démographiques et Socio-Economiques de la Population - Rapport National. The independent government statistical institution The High Commission for Planning of Morocco; 2018. Downloaded: https://www.hcp.ma/file/205145/
[49.] HCPM. Données du Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2014 - Niveau national. The independent government statistical institution The High Commission for Planning of Morocco. 2018.
Downloaded: https://www.hcp.ma/file/205334/
[50.] Koehler-Derrick G. Who Counts? Colonialism, Information, and Mass Education in Morocco. Brown University. 2021.
Downloaded: https://www.gabrielkd.com/s/Who_Counts_feb2022.pdf.
[51.] Unfccc, WHO. Health and climate change: country profile 2015: Morocco. United Nations Framework Convention on Climate Change and World Health Organization of the United Nations. 2016 Dec, p. 8. Downloaded: https://www.who.int/publications-detail-redirect/WHO-FWC-PHE-EPE-15.10

**Lecturer**: Dr. Mónika Hoschek, University of Sopron, Alexandre Lamfalussy Faculty of Economics, Institution Economics and International Relations

# ANALYSIS OF SOCIO-DEMOGRAPHIC TRENDS IN SUB-SAHARAN AFRICA: IMPACT ON FOOD SECURITY AND RURAL ECONOMIC DEVELOPMENT

**Daniel Nyarko Ayisi**[1]
*Economics and Regional Sciences, Hungarian University of Agricultural and Life Sciences, Godollo. e-mail: ayisi.nyarkodan@gmail.com*

**Barnabas Yakubu Nuhu**
*Economics and Regional Sciences, Hungarian University of Agricultural and Life Sciences, Godollo. e-mail:ynuhub@yahoo.com*

**Abstract**
Whilst Socioeconomic development has increased fertility rate, decreased mortality rate, resulting in increasing total population growth in Sub-Saharan Africa, rural population and agricultural labour force continue to experience steady decline. The main objective of this study was to analyse the impact of socio-demographic changes in rural areas in Sub-Saharan Africa on future food access and economic activities. Secondary data were obtained from the World Bank's database; Microsoft Excel was used to analyse the data and descriptive statistics were employed to display results. The results showed a common trend of rural population decreasing among all the SSA countries under study; agricultural labour also followed a similar trend, with the highest decrease occurring in the least developed regions. It was therefore concluded that if the current trend of demographic changes continues without policies adjustment, the rural areas cannot be the main driving force to support the regions with constant food supply, which may result in food shortage, increased food price in urban areas, collapse of the rural economies, increased unemployment, and hunger in the rural areas. It was recommended that strategic rural development policies be implemented in countries that lack rural development policies while those who have rural development policies but not well implemented redesigned to ensure their effective implementation.

***Keywords:*** *Population: Agriculture: Ghana: Nigeria; Economic growth: Age structure; Employment*

## 1. Introduction

The pace of population growth in Africa has accelerated tremendously over the past century. Currently, Africa contributes a very significant rate to the annual growth rate of the world population. For instance, in 1950, Africa's population was 228.7 million (Kaba, 2020; United Nations, 2019), by October, 2021, the figure has increased to 1.373 billion (Statistics Time, 2021; United Nations, 2019). Also, while the world population increased by a factor of 2.5 since 1950, Africa's population increased at 4.3 at the same period (Weil, 2008 in Kaba, 2020). Presently, Africa's population is projected to reach 2.489 billion by 2050 (Statistics Time, 2021). This dramatic growth has been largely attributed to the persistent development in the continent's economy and health systems, which have improved maternal health, increased fertility rate, increased life expectancy rates, declined maternal mortality, and decreased infant mortality rates (UN, 2020). Meanwhile, Matthews (2018) observed that in recent times life expectancy of males and females has increased by more than six years between 1990 and 2016, and that the increase was more significant in the least developed countries such as Asia and

Africa. The study further argued that infant mortality in Africa also decreased considerably from 17% in 1990 to 8% in 2015 especially in the urban areas.
The population dynamics in Africa have been accompanied by rural-urban transition. Globally, there is high levels of urbanization and accelerating migration. More than 50 percent of the world population is accounted to live in the urban areas, and this figure is predicted to reach about 75% by 2050 (Saghir & Santoro, 2018; Zhang, 2016). Africa is considered as the world's fastest urbanising continent, currently, there are more than 472 million people living in the urban area (Saghir & Santoro, 2018). Between 2010 and 2015, the least developed economies (most especially Africa) had an annual urban growth rate of 2.56% (Lamara, & Rabier, 2021). The share of African urban population has been projected to grow from11.3% in 2010 to 20.2% by 2050 (Saghir & Santoro, 2018; Awumbila, 2017). While total population and urban population keep expanding in Africa, rural areas are experiencing a massive population decline (Hove et al., 2013)
The Sub-Saharan Africa (SSA) region is considered as one of the fastest developing economy in recent times, however, the contribution of its economic sector to employment and its impact on food access and rural development is least assessed.

*1.1 Objectives*

The main objective of this study was to analyse the impact of socio-demographic changes in rural areas in Sub-Saharan Africa on future food access and economic activities.
Specifically,

1. Assessing the demographic transition in the selected countries.
2. Examining rural and urban population dynamics
3. Analysing the trend of agricultural contribution to employment in the national economy

## 2. Materials and methods

The study covered three countries in Sub-Saharan Africa (Ghana, Nigeria, and South Africa). These countries were selected based on their impact on the SSA economy; Ghana is one of the fastest developing economy in the SSA region; while Nigeria is the most populated and has the largest economy in the region. South Africa on the other hand is the most developed country in SSA Africa. Therefore, any changes that occur in these three countries have significant influence on the economy of the entire SSA region.
The study used time series data from secondary source. The data were obtained from the World Bank's database. Microsoft Excel was used to analyse the data and descriptive statistics were employed to display results.

## 3. Results and discussion

*3.1 Trend of sectorial contribution to employment in the national economies*

Economic growth and development of every country is centred on the contribution of each sector to the national economy. Fig. 1 displays the share of each sector (Agriculture, Industry, and Service) to employment in the selected SSA countries. And among the three main sectors under consideration, the service sector's share in employment in the three SSA countries increased across all the three countries. South Africa had the highest share of increase, its service sector share in employment increased from 62.82 percent in 2000 to 72.72 percent in 2019, Nigeria also service sector share in employment increased from 38.89 percent in 2000 to 52.46 percent while Ghana's service share increased from 30.97 percent from 2000 to 48.48 percent in 2019. Industry and agriculture share in employment on the other side decreased in

all the three countries under study. While industry share in employment decreased at a lower rate, agriculture share decreased at a higher rate in all the three countries. With this Cheong et al. (2013) stated that the changes in the world economic trend causes a shift from agricultural labour to the industry and service sector, as well as the increased in productivity in agricultural labour, caused by increased inputs and technologies.

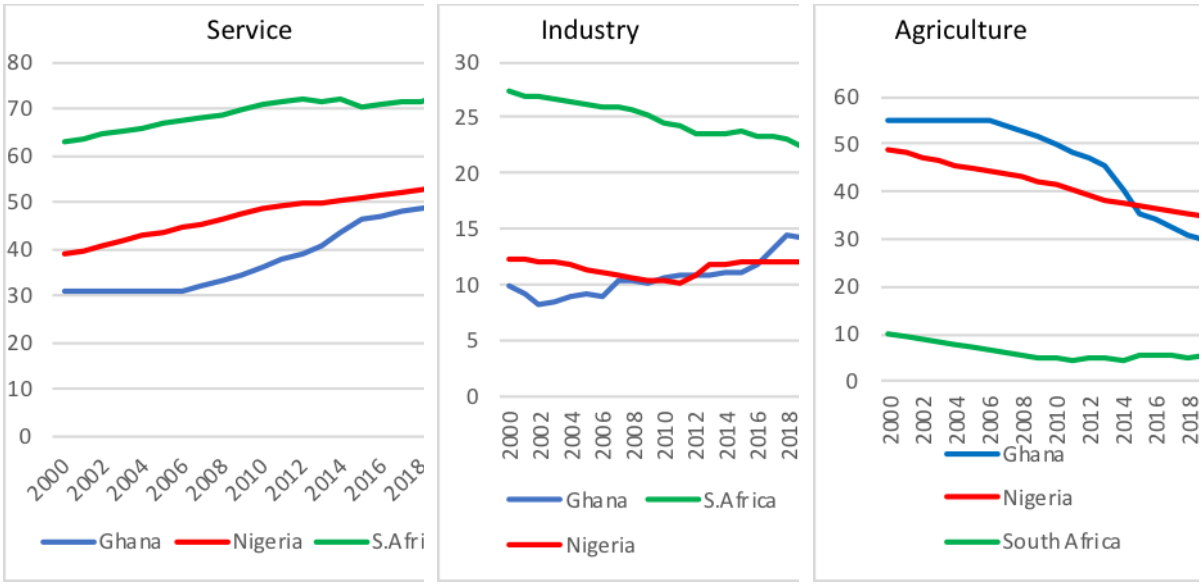



**Figure 1: The Trend of sectorial contribution to employment in the national economies.**
Source: World Bank, 2021

However, the highest reduction in agriculture was observed in South Africa; by the year 2000, agriculture employed 9.9 percent of the working population, nevertheless, at the end of 2019, the population employed in the agricultural sector has dropped to 5.3 percent, which represents 46.46 percent reduction. Ghana also experienced a sharp drop in the number of people employed by agriculture. The value dropped from 55 in 2000 to 29.8 in 2019, representing 45.82 percent reduction. Nigeria on the other hand, experienced the lowest reduction, from 48.75 percent in 2000 to 34.97 percent in 2019, accounting for a 28.27 percent lost in population working in the agricultural sector. Comparing these three SSA countries in terms of their Human Development Index (HDI) as ranked by the United Nations (South Africa 119$^{th}$, Ghana 139$^{th}$, Nigeria 152$^{nd}$) UNDP, 2020). Considering the countries HDI and the results from this study, it could be deduced that the countries in SSA with higher HDI have the least employed people in agriculture as compared to those with lower HDI. This suggests that agriculture forms a key component of the economy of the least developed economies in SSA. This observation validates an assertion by the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2016) and Briones (2013) that agriculture forms the key source of employment in developing economies. Also, the fast-developing economies in SSA experienced sharp annual reduction in agricultural employment than the developed and the least developed economies. This means that fast developing economies direct their development agenda towards the service sector more than agricultural. Similar observation was made by Lerman (2017) in his study of agricultural employment in transition economies in Europe and Asia. Lerman stated that the growth in the non-agricultural sectors of economy creates alternative jobs which result in pulling labour from the agricultural sector. However, Hill (1977) cautioned that the service-led economic growth is an optical illusion which cannot stimulate a continuous growth of an economy or further the development of other economic sectors (Norton et al., 2014). The sharp changes in agricultural labour to the service sector have significant ramifications for food

availability, cost, accessibility, and quality in the rural and urban areas in SSA. Agricultural growth has the tendency to stimulate non-agricultural sector growth by contributing raw materials to industries, which in turn increase food production, employment, and reduce poverty.

*3.2 Rural Population*

Across the Sub-Saharan African region, urbanization, urban growth, and urbanism is taking place at a faster pace, shrinking the rural areas and their population. Country by country analysis shows that the rate of population reduction in rural areas varies from country to country. For instance, in Ghana, the rural population in the year 2000 was 56.1 percent of the total population, however, by the end of 2019 the rate dropped to 43.3 percent, indicating a percentage change of 12.8. Similarly, South Africa had 43.1 percent of its total population living in the rural areas in the base year (2000), the value however dropped to 33.3 percent in 2019, representing 9.8 percent lost in rural population. Nigeria on the other hand had a percentage drop from 68.2 in 2000 to 48.4 in 2019, indicating a decline of 19.8 percent.

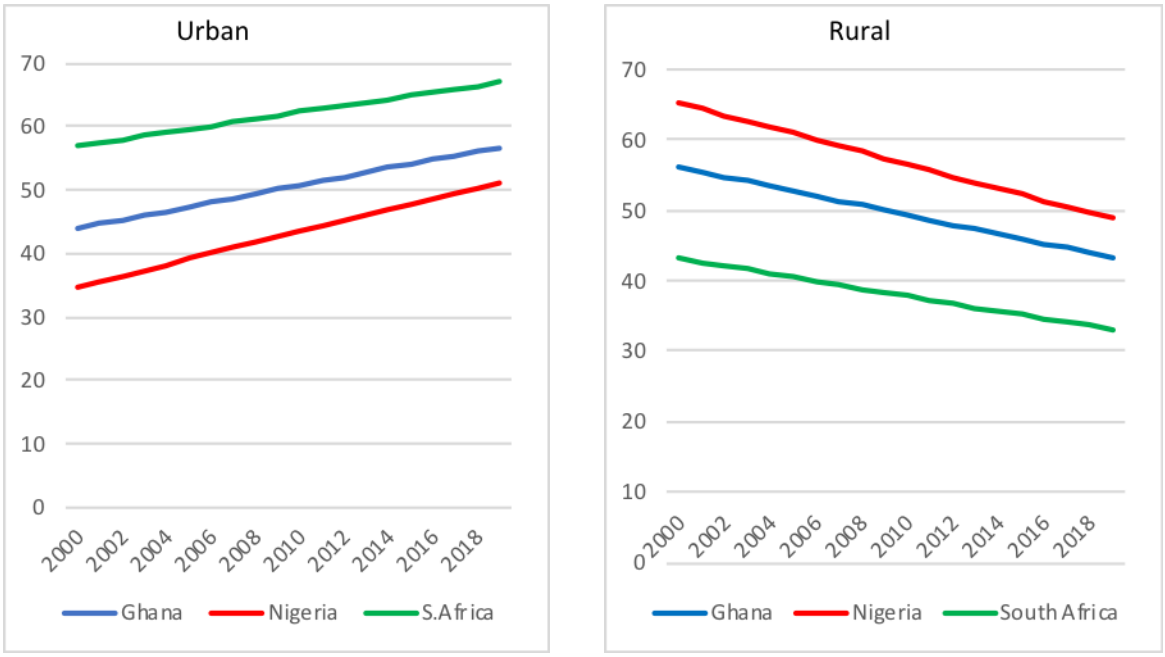



**Figure 1: Trend of Rural and Urban.**
Source: World Bank, 2021.

Furthermore, among the countries under study, while South Africa has the lowest rural population rate, Ghana's rate of annual reduction was the highest among all the tree countries. In total, between 2000 and 2019, the three SSA countries under study lost a total of 42.4% of their rural population. The reason for the reduction could be the concentration of major economic activities (Pull-factor) in the urban areas attracting the active working group to seek for jobs and better opportunities. De Brauw et al., (2014) posited that the reason many people leave the rural to the urban areas in SSA is due to the perceived higher wages in the urban areas. Similarly, Davies (2008) noted that the rural population reduced due to the exodus of the young and energetic labour force to the urban areas in search for social opportunities such as better education, employment and others that are not available in the rural areas. However, the United Nations Population Fund (2017) stated that this population dynamics affect economic development, income distribution, poverty and social protection.

Low productivity and lack of investment in agriculture could also be caused factors. Agriculture is the main occupation in the rural areas therefore if the sector fails to yield the needed productivity workers may be forced to opt out for better jobs.
Furthermore, Fig. 2 shows that the urban population in South Africa, Ghana, and Nigeria experienced a consistent growth from the year 2000 through 2019. The rate of growth however increased more in Ghana and Nigeria than in South Africa. The possible cause of this could be the rapid economic growth in transition in those two countries as compared to South Africa. That is among the developing economies, the faster developing economy turn to have higher rate of population than the least developed or more developed economies.

*3.3 Population pyramid of selected SSA countries*

Fig. 3 shows the trend of age-gender structure in the three main SSA countries (South Africa, Ghana, and Nigeria) under study. The structure of the age-gender pyramid shows the level of fertility in each country in relation to their sex and age. It can be observed that the age-gender structure in South Africa shows a four-step-shape, i.e, it is larger at the base, narrow towards the middle, expand largely in the middle and finally narrows gradually towards the top. This implies that SA have a constant fertility and low mortality rate, resulting in a more under 15 years and more youthful population between 25 and 34 years than the rest of the age groups. Ghana also shows expansive age structure shape at the base, and as the age increases, the structure keeps curving inward, which implies a higher fertility rate in Ghana resulting in much younger population than the aged. Similarly, Nigeria, shows a very expansive structure at the base and narrows deep inward towards the middle and further upwards. This indicates that Nigeria has a very high fertility rate and high mortality rate, creating much younger population than the aged.
Comparing fig. 2 and fig. 3, the large youthful population of SA could explain why it has smaller rural population, aside its economic prospect. In rural-urban migration, it is mostly the youth that moves from the rural areas to the urban areas in search for better opportunities leaving children, elderly, and sometimes women behind. And since SA has a higher male to female ratio, adding to its higher youthful population, it could justify its high urban population compared to the rural area. Ghana also have less aged population compared to the youthful population; this could also explain why its rural population reduced rapidly annually. Nigeria on the other side, have more than 50% of its population under the migration age (24-45 years), that explains its high rural population compared to Ghana and South Africa.
The three SSA countries showed a triangular age-gender structure, however, the structure of the pyramids vary from one county to another. Also, the pyramids of the three countries have shown that there is a higher fertility rate in SSA giving rise to high birth rate, which is resulting in high population growth rate. This indicates that SSA will need more food to feed its teaming population in the coming years.

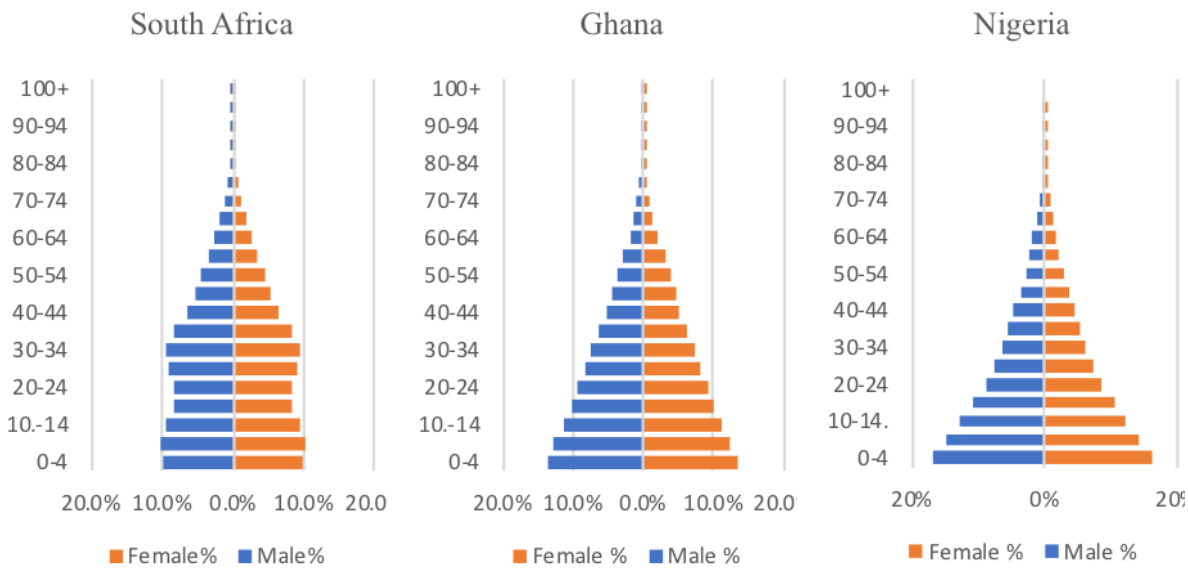



**Figure 3: Population pyramid of selected SSA countries.**
Sources: Population Pyramid.net, 2019

*3.4 Conclusions and recommendations*

The main objective of this study was to analyse the impact of socio-demographic changes in rural areas in Sub-Saharan Africa on future food access and economic activities.

The study found a higher fertility rate leading to booming population in all the SSA countries studied. However, the rural areas in the countries have had a huge population reduction, causing agricultural labour force shrink at a higher rate annually. The current demographic changes in the rural areas in the SSA sub-region threatens its food security and sustainable development, since large majority of the people and industries in the urban and the rural areas depend on the rural areas for food and raw materials.

The least developed regions in SSA are at higher risk of food insecurity than the developed regions, since they have higher fertility rate leading to booming young population growth rate, accompanied with high annual rural population reduction.

The rural areas in SSA serve as the main sources of agricultural labour, therefore rural population growth increases the supply of agricultural labour force, while increase in agricultural labour force increase productivity, resulting in increased food supply, and industrial raw materials for economic growth. Therefore, pipeline drain of rural population indicates a future with less farmers to feed the teaming youthful population in SSA. This coupled with increasing issues of climate change, civil wars, and the global COVID-19 pandemic put the SSA region in an obscure condition of food insecurity and poverty if necessary action is not taken to avert the current demographic trend.

It is therefore recommended that rural development policy should be at the forefront rather than periphery of national development agenda. The local government should also support farmers by giving them soft loans and subsidies to reduce their operational cost.

Furthermore, training programmes and other support services should be given to rural entrepreneurs to establish rural enterprises and to increase their competitiveness and outputs.

Finally, future research should increase the number of countries and explore the age pattern of rural population.

## Bibliography


[1.] Kaba, A. J.: Explaining Africa's rapid population growth, 1950 to 2020: Trends, factors, implications, and recommendations. Sociology Mind, 2020. Vol.10(4), pp.226-268.

[2.] United Nations.: World Population Prospects 2019 Highlights Downloaded: https://www.unfpa.org/world-population-trends#readmore-expand

[3.] Statistics Times.: Population of Africa. October 2021. Downloaded: https://statisticstimes.com/demographics/africa-population.php

[4.] Weil, D. N.: Is It Africa's Turn? Rapid Population Growth Raises the Stakes for African Governments. Boston Review, 2008. Vol. 33, pp.16-17.

[5.] UN.: GLOBAL ISSUES. Population; The world in 2100. 2020. Downloaded: https://www.un.org/en/global-issues/population

[6.] Matrhews, D.: 23 charts and maps that show the world is getting much, much better. Vox publication Oct. 2018. Downloaded: https://www.vox.com/2014/11/24/7272929/global-poverty-health-crime-literacy-good-news

[7.] Saghir, J., & Santoro, J.: Urbanization in Sub-Saharan Africa Meeting Challenges by Bridging Stakeholders. 2018.

[8.] Zhang, X. Q.: The trends, promises and challenges of urbanisation in the world. Habitat international. 2016. Vol.54, pp.241-252.

[9.] Lamara, F., & Rabier, S.: Population dynamics in the South: how will cities change? 2021.

[10.] Awumbila, M.: Drivers of migration and urbanization in Africa: Key trends and issues. International Migration. 2017. Vol. 7(8).

[11.] Hove, M., Ngwerume, E. T., & Muchemwa, C.: The urban crisis in Sub-Saharan Africa: A threat to human security and sustainable development. 2013.

[12.] Cheong, D., Jansen, M., & Peters, R.: Employment, productivity and trade in developing-country agriculture. ShaRED haRvEStS: agriculture, trade, and Employment, 2013. Pp. 31-71.

[13.] World Bank.: World Bank data estimates based on the United Nations Population Division's World Urbanization Prospects: 2018 Revision. 2021. License : CC B 4.0. Downloaded: https://data.worldbank.org/indicator/SP.RUR.TOTL

[14.] UNDP.: Hunman Development Index Report 2020. Downloaded: https://hdr.undp.org/en/2020-report

[15.] OECD, F.: Agriculture in sub-Saharan Africa: prospects and challenges for the next decade. OECD-FAO Agricultural Outlook. 2014 vol. 2025(181), pp.1-39.

[16.] Briones, R. M.: Agriculture, rural employment, and inclusive growth. No. 2013-39. PIDS Discussion Paper Series. 2013.

[17.] Lerman, Z. (2017). Should agricultural employment in transition economies be encouraged? 2021. IZA World of Labor, (328).

[18.] Norton, G. W., Alwang, J., & Masters, W. A.: Economics of agricultural development: world food systems and resource use. Routledge. 2014.

[19.] De Brauw, A., Mueller, V., & Lee, H. L.: The role of rural–urban migration in the structural transformation of Sub-Saharan Africa. World Development, 2014. Vol. 63, pp. 33-42.

[20.] Davies, A.: Declining youth in-migration in rural Western Australia: the role of perceptions of rural employment and lifestyle opportunities. Geographical Research. 2008. 46(2), 162-171.

[21.] PopulationPyramid.net.: Population Pyramids of the World from 1950 to 2100. 2019. Creative Commons license CC BY 3.0 IGO. Downloaded: https://www.populationpyramid.net/ghana/2019.



**Lecturer**: Dr. Nicholas Imbeah, Head of Department/Senior Lecturer, Tourism Management, Faculty of Applied Sciences; Takoradi Technical University, Ghana

# AZ AGGREGÁCIÓ JELENTŐSÉGE A LAKOSSÁGI JÖVEDELEMRE HATÓ TÉNYEZŐK TERÜLETI VIZSGÁLATÁBAN

**Bareith Tibor**
*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Vidékfejlesztés és Fenntartható Gazdaság Intézet (Kaposvári Campus), egyetemi adjunktus, bareith.tibor@uni-mate.hu*

**Csizmadia Adrián**
*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola (Kaposvári Campus), csizmadia.adrian@gmail.com*

**Absztrakt**
A jövedelem a regionális fejlettség egyik fontos mutatószáma, amely biztosítja az egyes területi egységek lakossági jólétének összehasonlítását. Mivel területi adatokkal végzett elemzések eredménye függ az aggregálás módjától, az eltérő aggregációs szinteken lefolytatott vizsgálatok eltérő eredményekhez vezethetnek, így befolyásolhatják a területfejlesztési vagy egyéb támogatások szétosztását.
A szakirodalom a térbeli összesítés problémáját a „módosítható területegység problémájaként" (Modifiable Areal Unit Problem, MAUP) említi. A MAUP hatása a többváltozós módszereknél csak egyedileg, empirikus vizsgálatokkal azonosítható. A MAUP két fontos összetevője, a skálaprobléma és a zónaprobléma közül, előbbi hatását kívánjuk bemutatni a többváltozós, szomszédsági viszonyokat is figyelembe vevő regressziós modellek eredményére egy konkrét esettanulmányon keresztül települési, járási és megyei szinten.
Vizsgálatunk eredményváltozója az egy munkaképes korú (15–64 éves) állandó lakosra jutó összes belföldi jövedelem a 2019-es évre vonatkozóan. A magyarázóváltozókat fontos gazdasági és társadalmi változók alkotják (vállalkozói jelenlét, népességszám, munkanélküliség, foglalkoztatási szerkezet FEOR-számok alapján).
A spatial lag és spatial error modellek eredményeit jelentős mértékben befolyásolja a változók aggregálásának szintje. A magasabb aggregációs szinteken (járási illetve megyei) kevesebb a szignifikáns magyarázóváltozó a települési szinthez képest. Egyes változók esetében a változók együtthatójának előjele is változik a területi összesítés módosításával. Az eredmények alapján a vállalkozások száma és mérete, valamint a foglalkoztatási szerkezet befolyásolja leginkább a lakosság jövedelmi helyzetét, az uniós támogatások hatása nem jelentős.
Mindhárom aggregációs szinten megfigyelhető a lakosság jövedelmi helyzetében a térbeli autokorreláció. Települési és járási szinten a kapcsolat erőssége szinte azonos, míg megyei szinten alacsonyabb autokorrelációs érték mutatható ki.

***Kulcsszavak**: jövedelem, aggregáció, területi autokorreláció, spatial lag, spatial error*

## 1. Bevezetés

Az aggregáció kérdésével azért fontos foglalkozni, mert a területi vizsgálatok eredményeit közigazgatási, területfejlesztési, gazdaságpolitikai döntéshozatal során is felhasználják, és az eltérő aggregációs szinteken lefolytatott vizsgálatok eltérő eredményekhez vezethetnek, amelyek befolyással lehetnek például a területfejlesztési vagy egyéb támogatások szétosztására.
A szakirodalom a térbeli összesítés problémáját a „módosítható területegységi problémájaként" (Modifiable Areal Unit Problem, továbbiakban: MAUP) említi. Ebbe beletartozik többek között a terület lehatárolása, a zónarendszer tervezésének és a zóna meghatározásának problémája, és

a térbeli aggregáció is. A MAUP-nak tehát két kapcsolódó, de egymástól eltérő összetevője van: a skálaprobléma és a zónaprobléma. A skálázás során ugyanazokat a területi adatokat egyre nagyobb területi elemzési egységekből álló halmazokba összesítjük. A zónázás pedig az a területrendezési mód, amikor állandó számú területi egységet alternatív, eltérő elhelyezkedésű elemzési zónákba kombinálunk (Openshaw – Taylor, 1979).
Tanulmányunkban a skálahatás kérdésével foglalkozunk, tehát azt vizsgáljuk, hogy a különböző területi egységekbe összesített társadalmi és gazdasági változók az egyes ökonometriai modellek esetében eltérő eredményre vezetnek-e.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

A MAUP-ot vizsgáló kutatók szerint a skálahatás és a zónahatás jelentős információveszteséget okoz az adatok nagy földrajzi egységekben történő aggregálásakor (Prouse et al., 2014). Dusek (2003) példákkal is alátámasztja, hogy a területi szintek növekedésével a korreláció szorosabbá válik, mivel a változók szórása csökken. A maximális és minimális értékek hányadosa az aggregáció hatására csökken, mert az átlagolódás következtében a maximális értékek csökkennek, a minimális értékek növekednek. A súlyozott relatív szórás az aggregáció hatására csökken (telefonvonal/fő, személyi jövedelemadó/fő, gépkocsi/fő), például a megyék régiókká történő összevonása esetén az azonos régiókba összevont megyék eltérései eltűnnek.
A korrelációs együtthatók általános növekedésének oka, hogy a térbeli adatok aggregálásának módszerétől függetlenül a folyamat „simító hatással" jár, így az aggregáció növekedésével a változó szórása csökken. Kutatók ezt matematikai és nem matematikai úton is bizonyították (Robinson, 1950; Fotheringham – Wong, 1991). A korrelációs együtthatók eziránytú változása azonban nem minden aggregáció esetében történik meg automatikusan. Kétváltozós regressziós modellekben a korrelációs együttható és a becsült koefficiens nem feltétlenül nő monoton módon az egyre magasabb szintű aggregációval (Clark – Avery, 1976).
A MAUP hatását a többváltozós statisztikai elemzésekre vizsgáló kutatások többségében arra a következtetésre jutottak, hogy a módosítható területegységi probléma hatása kiszámíthatatlan, ezért nagy a szerepe hárul az aggregáció jelentőségének bemutatásában az empirikus munkákra (Dusek 2001, 2004).
A területi autokorrelációt mérő indexek értékére is hatással van a területi aggregáció. Jelinski és Wu (1996), valamint Dusek (2004) is azt állapította meg empirikus vizsgálatok alapján, hogy a területi összesítés hatására a Moran I értéke csökkent. Ez azzal magyarázható, hogy ha kisebb területegységeken végezzük az elemzést, akkor a területegységeken belüli autokorrelációk is kimutathatók, nem úgy, mint egy magasabb szintű aggregálás esetén, ahol ezek az autokorrelációk eltűnnek. Openshaw és Taylor (1979) eredményei szerint egyértelmű kapcsolat a MAUP és a térbeli autokorreláció között nem mutatható ki).
Qi és Wu (1996) növényközösségek elemzésével kapcsolatos empirikus munkája arra az eredményre jut, hogy a térbeli lépték változása jelentősen befolyásolja három autokorrelációs index (Moran-koefficiens, a Geary-arány és a Cliff-Ord-statisztika) értékét is. Megállapításaik szerint a térbeli autokorreláció mértéke általában csökken a térbeli lépték növekedésével.
Fotheringham és Wong (1991) megállapították, hogy a többváltozós modellek rendkívül érzékenyek az aggregációs szintekre és zónázási módokra (lásd még: Dusek, 2001). Szerintük szinte lehetetlen analitikusan előre jelezni a skálaváltozás vagy a zónarendszer változásának hatását a többváltozós elemzésben a paraméterbecslésekre.
Pietrzak (2014) tanulmányában a vállalkozások egy főre jutó beruházási kiadásainak szintje és a nemzetgazdasági egységek egy főre jutó száma közötti ok-okozati összefüggést, valamint a regisztrált munkanélküliségi ráta és az egy főre jutó beruházási kiadások szintje közötti kapcsolatot vizsgálja Lengyelországban. Adatait NUTS 4 és NUTS 3 szinten összesítette.

Általánosságban azt mondható el a számításai alapján, hogy a korrelációelemzés és a regresszióelemzés az aggregáció szintjétől függően eltérő következtetésekhez vezethet.
A regresszióelemzéshez csak a relatív mennyiségekben kifejezett változókat használta fel Pietrzak (2014). Az aggregációs folyamat hatására a regressziós paraméter és a determinációs együttható esetében is növekedtek a standard eltérés értékei. Ez a regressziós paraméter standard hibáját is jelentősen megnövelte.
Prouse et al. (2014) többváltozós regressziós modell segítségével vizsgálják, hogy az alacsony jövedelműnek minősített lakosok százalékos arányát mely tényezők határozzák meg Halifax (Kanada) városában két aggregációs szinten (CT – Census Tracts; DA – Dissemination Areas; utóbbi a kisebb léptékű egység). Eredményeik szerint a MAUP nem változtatja meg a társadalmi-gazdasági eredmények fő tényezőire vonatkozó általános következtetéseket. A változók közötti kapcsolatok iránya nem változik a különböző földrajzi skálákon, a kapcsolatok mértéke viszont igen: a CT-k tisztább képet adnak az alacsony jövedelműek arányáról, jobb a modellek illeszkedése, kevesebb a statisztikailag szignifikáns változó. A DA-k gyengébb modellilleszkedést mutatnak, de az eredmények szerint ezen a szinten több tényező befolyásolja szignifikáns módon a LICO (Low Income Cut Off) mutatót.

## 3. Célkitűzés

A fentiek alapján összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a MAUP hatása a többváltozós módszereknél csak egyedileg, empirikus vizsgálatokkal azonosítható, és célszerű elvégezni az elemzést több aggregációs szinten az összehasonlítás végett. Emiatt vizsgáljuk, hogy az eltérő aggregációs szinten lefuttatott térökonometriai modellek esetében az egy főre jutó jövedelemnek melyek a meghatározó tényezői Magyarországon. Az egyes változók stabilitására tudunk következtetni abból, ha az eredményeket eltérő lehatárolással számítjuk ki (Fotheringham–Wong, 1991). Az adatokat települési, járási és megyei, valamint régiós szinten is elemezzük. Bemutatjuk a modellek közti legfontosabb különbségeket és ezeknek az okait.

## 4. Anyag és módszer

A jövedelem a regionális fejlettség egyik fontos mutatószáma, amely biztosítja az egyes területi egységek lakossági jólétének összehasonlítását. Ez annak köszönhető, hogy a jövedelmi adatok könnyen hozzáférhetők, részletes forrásokkal rendelkezünk velük kapcsolatban (Pénzes, 2011). A jövedelmi mutatók előnye, hogy földrajzilag a lakóhely alapján szerepelnek a statisztikai kimutatásokban, nem pedig a munkavégzés helye szerint (McCann, 2020).
Az elemzésünkhöz szükséges adatok a TEIR-ből származnak, a 2019-es esztendőre vonatkoznak. Az eredményváltozó az egy munkaképes korú (15–64 éves) állandó lakosra jutó összes belföldi jövedelem. Ez a jövedelemkategória nem tartalmazza a társadalmi és egyéb jövedelmeket, csak az szja-köteles jövedelmet foglalja magában. A magyarázóváltozóinkat fontos gazdasági és társadalmi változók alkotják. A változók leírása az 1. mellékletben található.
A globális autokorrelációs tesztek közül a Moran-féle I-próbát, míg a térbeli autokorreláció a helyi tendenciáinak megismerésére, a térbeli csoportosulás, klaszteresedés feltárására a lokális Moran-próbát és a lokális Geary C indexet alkalmazzuk (Moran, 1948; Cliff–Ord, 1981; Geary, 1954).
Vizsgálatunkhoz a területi autokorreláció jelenléte okán térbeli regressziós modelleket alkalmazunk. Ezen modellekben egy változó bizonyos pontban mért értékét ugyanezen változónak a tér más pontjain mért értékeivel hozzuk összefüggésbe súlymátrixok használatával. A *spatial lag* modell alkalmazása során az adott szomszédsági fokba tartozó megfigyelési egységekben mért értékek súlyozott átlagát vesszük figyelembe. A *spatial error*

modell a magyarázó változók és a független változó térbeli autokorrelációs hatásait is kiszűri, a hibatagok között jelentkező térbeli autokorreláció korrekcióját szolgálja (Varga, 2002).
A spatial lag modellben a ρ (rho) egy skaláris paraméter, amely a szomszédos területek függő változójának hatását jelzi a vizsgált terület függő változójának értékében. A spatial error modellben a λ (lambda) a hibatagok közötti területi korrelációt jelzi. (Drukker et al., 2013). Amennyiben ρ és/vagy λ értéke nem 0, úgy a területi autokorrekációt is figyelembe vevő modellek pontosabb becslésre képesek az OLS modellnél (Tsionas, 2019).

## 5. Eredmények

*5.1 Az egy munkaképes korú lakosra jutó belföldi jövedelem területi autokorrelációja*

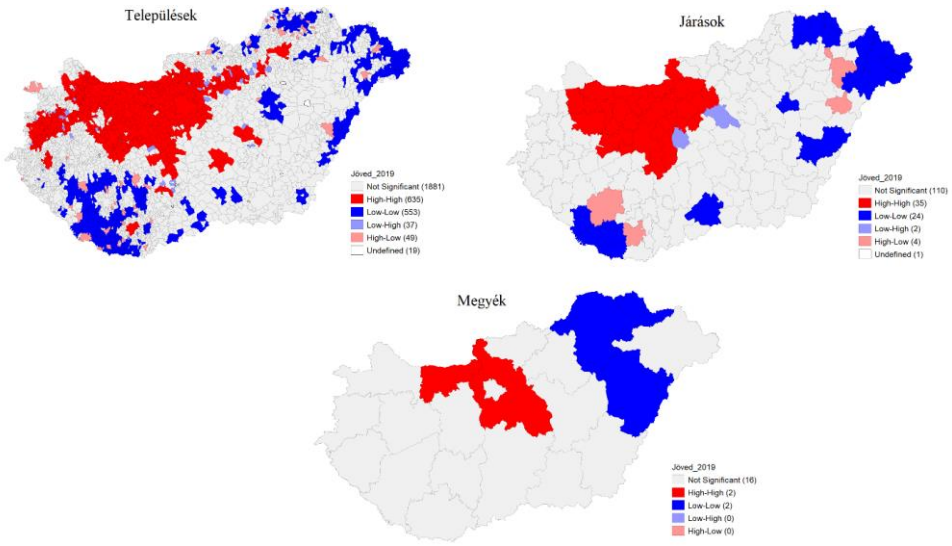
Az aggregáció (skálázás) hatása a területi autokorrelációra empirikus vizsgálatok lefolytatásával igazolható, legyen szó akár a Moran I vagy a Geary-féle c mutatóról (Dusek, 2004). Vizsgálatunkban mindkét mutató segítségével vizsgáltuk a területi autokorrelációt, három különböző aggregációs szinten: település, járás és megye.
A globális Moran I értéke tulajdonképpen változatlan marad, ha település szinthez képest járási szinten aggregálunk, ellentmondva a szakirodalom többségének megállapításával, miszerint magasabb skálázási szinten a területi autokorrelációs érték csökken. Mind települési, mind pedig járási szinten az autokorreláció mértéke közepesen erősnek mondható. Azonban ha még magasabb szinten összesítjük az egy munkaképes korú lakosra jutó belföldi jövedelmi mutatót, akkor már szakirodalom feltevéseivel egybevágó eredményt kapunk, hiszen a Moran I értéke jelentős csökkenést mutat.

**1. táblázat: A Moran I értékei különböző aggregációs szinteken**

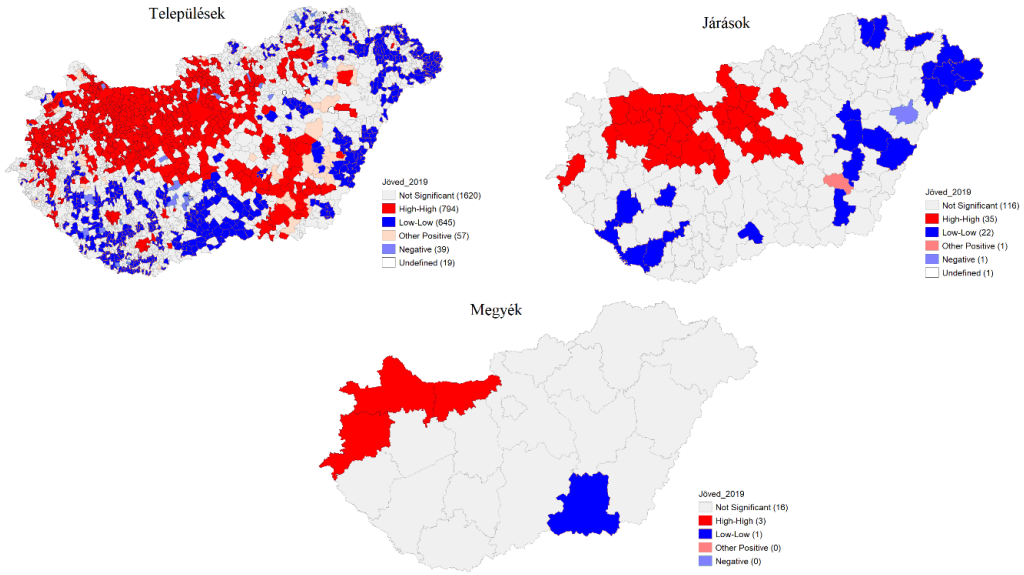
| **Aggregálás szintje** | **Település** | **Járás** | **Megye** |
|---|---|---|---|
| **Moran I értéke** | 0,611 | 0,612 | 0,449 |

Forrás: saját szerkesztés GeoDa alapján

A lokális autokorrelációs tesztek alkalmasak arra, hogy leírják a térbeli mintázat szerkezetét (klaszterezettség) (1. és 2. ábra). A lokális Moran I és Geary C segítségével kimutathatjuk, hogy az ugyanazon jelenség szomszédos megfigyelései korrelálnak-e egymással, amely révén láthatóvá válnak azok a területi egységek, ahol az egyik helyen mért értékeket részben a szomszédos helyeken mért értékek határozzák meg.




**1. ábra: LISA klaszter térképek a Local Moran I kimutatásához**
Forrás: Saját szerkesztés GeoDa alapján




**2. ábra: Klasztertérképek a Local Geary C kimutatásához**
Forrás: Saját szerkesztés GeoDa alapján

A Moran I és a Geary C mutatóval végzett vizsgálatok hasonló klaszterezettséget mutatnak település és járás szinten, viszont megyei szinten az eltérés jelentős.
Az aggregálás hatására a magas-magas és az alacsony-alacsony klaszterek kiterjedése is csökken. Csak azokat a területeket jelzik a térképek, ahol a kapcsolat igazán erősnek mutatkozik a szomszédos települések között. Járási szinten mindkét mutató esetében leginkább a nyugati határszél és az ország középső részeinek klaszterei tűnnek el a települési térképekhez képest.
A megyei szintű térképek azonban nagy eltérést mutatnak a helyi Moran I és Geary C értékei között. Például míg előbbi esetében a magas-magas klaszterezettség Komárom-Esztergom és Pest megye esetében figyelhető meg, utóbbinál Vas, Győr-Moson-Sopron és Komárom-Esztergom alkot olyan csoportot, ahol a megye lakosságának kedvező jövedelmi helyzete javítja egyes szomszédjai jövedelmi helyzetét.

*5.2 A regressziós modellek specifikációja*

Regressziós modelljeink eredményváltozója az egy munkaképes korú (15-64 éves) lakosra jutó összes belföldi jövedelem. Összesen tizenhét magyarázóváltozót használtunk ökonometriai modelljeink építéséhez. Ezeket három csoportba lehet sorolni.
A *társadalmi típusú változók* közé tartozik az munkaképes korú (15-64 éves) állandó népesség száma (X1), a nyilvántartott álláskeresők száma (X5) és a települési könyvtárakból kölcsönzött könyvtári egységek száma (X7). A népességszám és a jövedelemszint közötti kapcsolat vizsgálata ez egyes kutatásokban eltérő eredményre vezet: egyes kutatók szerint a településnagyság és a jövedelemszint között szoros kapcsolat mutatható ki (Molnár–Ilk, 2010), más vizsgálatok azonban árnyalják (Turczak–Zwiech, 2014) a fenti megállapítást. Az álláskeresők száma és az egy főre jutó jövedelem közti negatív kapcsolat jóval egyértelműbb.
A népesség iskolai végzettége a jövedelmi helyzetre vonatkozó legtöbb kutatásban szerepel az ökonometriai modellekben. Azonban az iskolai végzettségre vonatkozó adatok csak a legutóbbi népszámlálás idejéről (2011) állnak rendelkezésre. Így mi ezt a változót a települési könyvtárakból kölcsönzött könyvtári egységek számával próbáltuk helyettesíteni, azt feltételezve, hogy várhatóan minél több könyvet kölcsönöznek az emberek, annál nagyobb eséllyel végeznek szellemi munkát, és emiatt a jövedelmük is magasabb.
A *gazdasági jellegű változók* között szerepel az egyéni és társas vállalkozások száma lakosságarányosan (X2 és X3), azt feltételezve, hogy a vállalkozói lét az átlagnál magasabb

jövedelmet biztosíthat a vállalkozónak, másrészt munkahelyek létrehozásán keresztül is növelheti az adott településen az átlagjövedelmet. A vállalkozások lakosságarányos mérlegfőösszegénél (X4) az a megfontolás állt előttünk, hogy minél nagyobb méretű vállalkozások működnek egy településen, azok annál inkább versenyképesek és magasabb jövedelmet biztosítanak a település lakosságának.
A szakirodalom (pl. Fertő–Varga, 2015) alapján azt valószínűsítjük, hogy az európai uniós támogatások (X6) nem befolyásolják a lakossági jövedelmeket. Ezen magyarázóváltozóba bevont támogatások tartalmazzák az Európai Uniótól 2015 és 2019 között operatív programok keretében érkező támogatásokat a megvalósulás helye szerint, beleértve az önkormányzat és versenyszféra által elnyert forrásokat egyaránt. A TEIR-ben egyedül a Vidékfejlesztési Program támogatásai nem elérhetők. Az a feltételezésünk, hogy az uniós támogatások nincsenek (jelentős) hatással a helyi jövedelmekre. A településeken hasznosuló támogatások egy része a helyi gazdaságot és várhatóan a helyi béreket növeli, viszont az önkormányzatokat és a versenyszférát célzó források másik része nem (feltétlenül) jelenik meg a helyi munkajövedelmekben.
A *foglalkoztatottsági szerkezetre* vonatkozó változók (X8-X17) alkotják ökonometriai modelljeink magyarázóváltozóinak harmadik csoportját. Mindegyik területi egység esetében megállapítottuk, hogy az ott élő összes alkalmazott mekkora hányada tartozik a Foglalkozások Egységes Osztályozási Rendszerének (FEOR-08) egyes foglalkozási osztályába. A foglalkoztatottsági szerkezet várhatóan befolyásolja a lakosság jövedelmi helyzetét, hiszen az egyes foglalkoztatási osztályok között nyilvánvaló bérkülönbségek állnak fent.
A regressziós modellekben a változók természetes alapú logaritmusát használtuk.

*5.3 A regressziós modellek eredményei*

A változók közötti autokorrelációs hatás miatt indokolt, hogy a regressziós elemzésünkbe is beépítsük a szomszédsági hatásokat. A lagrange multiplier diagnosztika segítségével tudunk arról dönteni, hogy az OLS, a spatial lag vagy a spatial error modell alkalmazása vezet-e pontosabb eredményre az egyes területi szinteken. (Anselin 2005, idézi Szendi, 2017). Települési szinten a spatial error, járási szinten a spatial lag modell adja a pontosabb eredményt. A megyei szint esetén az OLS modell megtartása indokolt.

Az OLS modell esetében (1. melléklet) település szinten a kereskedelmi és szolgáltatási foglalkozásokban alkalmazottak arányán kívül az összes többi változó szignifikáns módon befolyásolja a jövedelmet. A jövedelemre pozitív hatással van a település népessége, az egyéni és társas vállalkozások száma, a kölcsönzött könyvtári egységek száma, illetve a mezőgazdaságban és erdőgazdálkodásokban foglalkoztatottak arányán és a fent említett nem szignifikáns változón kívül az összes többi foglalkoztatási kategória. Az OLS modell szerint negatív irányba befolyásolja a jövedelmeket az álláskeresők száma, az uniós támogatás és a vállalkozások minél nagyobb mérlegfőösszege.
Járás szinten mindössze 8 változó van hatással az eredményváltozó alakulására. Kedvező irányba az egyes foglalkoztatási kategóriákba (fegyveres szervek alkalmazottai, felsőfokú képzettséget igénylő munkakörök betöltői, irodai és ügyviteli foglalkozásban alkalmazottak, gépkezelők, járművezetők, összeszerelők) tartozók nagyobb aránya befolyásolja a jövedelmet. Kedvezőtlen módon pedig a munkanélküliség, illetve a kereskedelmi és szolgáltatási foglalkozásokban alkalmazottak aránya hat a keresetre.
Megyei szinten az OLS modell szerint egyik változó sem szignifikáns. A lagrange multiplier diagnosztika alapján megyei aggregációs szinten az OLS modell a célravezetőbb a területi modellek helyett. Itt azonban meg kell jegyezni, hogy a megyei modellek eredményei pontatlanok lehetnek, mert mindössze 20 megfigyelést tartalmaznak.

A spatial lag modell (2. melléklet) települési szinten nagyfokú egyezést mutat az OLS modell eredményeivel. A különbség, hogy a kereskedelmi és szolgáltatási foglalkozásokban alkalmazottak aránya mellett a mezőgazdaságban és erdőgazdálkodásban foglalkoztatottak aránya és az uniós támogatás mértéke sem szignifikáns tényező. Az összes többi változó előjele megegyezik az OLS modell előjeleivel.
Járás szinten a lagrange multiplier diagnosztika alapján a spatial lag modell használata javasolt. 8 szignifikáns változó van a modellben: a kereskedelmi és szolgáltatási foglalkozásokban alkalmazottak aránya valamint a munkanélküliség csökkenti a jövedelmet, míg kedvező hatással van a lakosság keresetére az egyéni vállalkozók aránya, a vállalkozások mérlegfőösszege, a fegyveres szervek, a felsőfokú végzettséget igénylő munkakört betöltők, az irodai és ügyviteli foglalkozásban alkalmazottak, valamint gépkezelők, járművezetők, összeszerelők nagyobb aránya az alkalmazottak körében.
Megyei szinten a spatial lag modell szerint két foglalkoztatási kategória befolyásolja pozitív irányba a jövedelmek alakulását (az egyéb felsőfokú vagy középfokú képzettséget igénylő foglalkozásokban alkalmazottak és az irodai és ügyviteli (ügyfélkapcsolati) foglalkozásokban alkalmazottak aránya)). Az összes többi magyarázóváltozó nem okoz szignifikáns hatást, azonban felhívjuk a figyelmet a megfigyelések alacsony számából adódó torzított becslésre.

A spatial error modell (3. melléklet) adja a lagrange multiplier diagnosztika alapján a legpontosabb eredményt a települési aggregációs szinten. Három kivételével (társas vállalkozások száma, lakosságarányos mérlegfőösszeg, mezőgazdaságban és erdőgazdálkodásban foglalkoztatottak aránya) az összes többi magyarázóváltozó szignifikáns. A befolyásoló hatással bíró foglalkoztatási kategóriák mindegyike növeli a jövedelmet, csakúgy mint a népességszám, a társas vállalkozások száma és a települési könyvtárakból kölcsönzött könyvtári egységek száma. A munkanélküliség és az uniós támogatás viszont a jövedelmek csökkenését okozza a modell szerint, bár utóbbi hatása inkább elhanyagolhatónak mondható.
Járási szinten 7 szignifikáns változót eredményez a modell. Ezek közül a munkanélküliség és a kereskedelmi és szolgáltatási foglalkozásokban alkalmazottak aránya negatív, míg a lakosságarányos mérlegfőösszeg nagysága, a fegyveres szervek foglalkozásaiban, a felsőfokú képzettség önálló alkalmazását igénylő foglalkozásokban, az irodai és ügyviteli foglalkozásokban, valamint a gépkezelők, összeszerelők, járművezetők körében foglalkoztatottak változók pozitív kapcsolatban állnak a jövedelemmel.
A megyei eredmények szerint a társas vállalkozások száma és a kereskedelmi és szolgáltatási foglalkozásokban alkalmazottak aránya csökkentő hatással bírnak a jövedelemre. Azokban a megyékben viszont ahol magasabb az egyéni vállalkozók aránya, a települési könyvtárakból kölcsönzött könyvtári egységek száma, az irodai és ügyviteli foglalkozásokban alkalmazottak, valamint a gépkezelők, összeszerelők, járművezetők aránya, ott magasabb a jövedelem.

### *5.4 A regressziós modellek eredményeinek értelmezése*

A továbbiakban csak a települési és járási szint eredményeit értelmezzük, mert a megyei szint vizsgálata a megfigyelések alacsony száma miatt torzított becsléshez vezethet.
A munkaképes korú lakosság (X1) mindhárom típusú modellben csak településszinten szignifikáns tényező, és ott minden esetben pozitív kapcsolatban áll a jövedelemmel.
A regisztrált egyéni és társas vállalkozások száma (X2 és X3) a modellek többségében növelő hatással vannak az adott területegység lakosságának jövedelmére. A lakosságarányos mérlegfőösszeg változó (X4) nagyon vegyes eredményeket mutat a különböző modellekben. Ebből arra tudunk következtetni, hogy nem a vállalkozások mérete, hanem azok száma és jelenléte határozza meg inkább a jövedelmi helyzetet.

Az álláskeresők száma (X5) a várakozásoknak megfelelően negatívan hat a jövedelmekre, azaz a nagyobb munkanélküliség kisebb jövedelmet eredményez.
Az Európai Uniótól érkező 2015-2019 közötti támogatásokra vonatkozó változó (X6) a települési és járási szintű modellekben hat esetből csupán kettő esetben szignifikáns, de ebben a kettő esetben is nagyon közel áll az együttható értéke a 0-hoz. Így azt a következtetést vonhatjuk le, hogy ezek a források nincsenek hatással a lakossági jövedelmekre, nincs a magánszektorra átgyűrűző hatásuk, miközben jelentős szerepet játszottak a magyar gazdaság növekedési teljesítményében.
Az iskolai végzettség helyettesítő változójaként a települési könyvtárakból kölcsönzött könyvtári egységek számát (X7) használtuk fel. A változó települési szinten mindegyik típusú modellben szignifikáns módon pozitív kapcsolatban áll a jövedelemmel, járási szinten viszont nem szignifikáns.
Az iskolai végzettség és a jövedelem közti pozitív kapcsolatot megerősítik a foglalkoztatási szerkezetre vonatkozó mutatók eredményei (X8-X16). A felsőfokú képzettség önálló alkalmazását igénylő foglalkozásokban és az egyéb felsőfokú vagy középfokú képzettséget igénylő foglalkozásokban alkalmazottak arányára vonatkozó változók a települési és járási modellek szinte mindegyikében szignifikáns tényezők, és pozitív irányba befolyásolják a jövedelmet. Az eredmények alapján szintén növeli a jövedelmet mind települési, mind pedig járási szinten, ha az adott területen az alkalmazottak között minél nagyobb a fegyveres szervek foglalkozásaiban, az irodai és ügyviteli (ügyfélkapcsolati) foglalkozásokban, valamint a gépkezelők, összeszerelők, járművezetők körében dolgozók száma. Csak települési szinten eredményez magasabb átlagjövedelmet az, ha többen dolgoznak gazdasági, igazgatási, érdekképviseleti vezetőként, törvényhozóként, valamint ipari és építőipari foglalkozásokban.
Az eredmények azt mutatják, hogy azokon a településeken és járásokban, ahol több a kereskedelmi és szolgáltatási, továbbá a mezőgazdasági és erdőgazdálkodási foglalkozásokban alkalmazottak aránya, ott alacsonyabb a munkaképes korú lakosság jövedelme.

Az ökonometriai modellek eredményeit abból a szempontból is összehasonlíthatjuk, hogy a különböző aggregációs szinteken, hogyan változik a szignifikáns magyarázóváltozók száma és azok együtthatójának előjele.
A 2. táblázatból azt láthatjuk, hogy a szignifikáns magyarázóváltozók száma mindhárom modellben csökken a településszinthez képest az aggregálás hatására. Az adatok összesítésével egyfajta kiegyenlítődés megy végbe, ennek köszönhetően eltűnnek a kisebb területi egységek esetében megfigyelhető különbségek, ez pedig befolyásolja a regressziós modellek eredményeit is. Az is megfigyelhető, hogy minél magasabb szinten aggregáljuk adatainkat a modellek standard hibája annál magasabb lesz. A magasabb standard hiba bizonytalanságot visz a modellekbe, ennek is köszönhető, hogy a szignifikáns változók száma csökken. Ez megfelel a szakirodalomban leírtaknak (pl. Pietrzak, 2014). Ezek az eredmények arra hívják fel a figyelmet, hogy a területi elemzéseket érdemes minél kisebb területi szinten lefolytatni ahhoz, hogy a legpontosabb modellbecslésekhez jussunk.
Ha a települési és járási szinten modellenként összehasonlítjuk azokat a magyarázóváltozókat, amelyek mindkét szinten szignifikánsak, akkor azt is láthatjuk, hogy a változók előjele az aggregáció hatására csupán négy esetben változik meg, tehát koefficiensek előjelét az aggregáció nem befolyásolja jelentősen.

**2. táblázat: Szignifikáns magyarázóváltozók száma**

| Modell | Területi szint | Szignifikáns magyarázóváltozók száma |
|---|---|---|
| **OLS** | Település | 15 |
| | Járás | 8 |
| | *Megye* | *0* |
| **Spatial lag** | Település | 13 |
| | *Járás* | *8* |
| | Megye | 2 |
| **Spatial error** | *Település* | *13* |
| | Járás | 7 |
| | Megye | 6 |

Forrás: saját szerkesztés GeoDa alapján (Dőlt betűvel szedve, hogy a lagrange multiplier teszt alapján melyik területi szinten javasolt az adott modell alkalmazása.)

Eredményeink megfelelnek a szakirodalomban leírt jelenségeknek. Az adatok aggreglásának hatására a többváltozós modellek illeszkedésének jósága, a determinációs együtthatói, valamint a korrelációs együtthatók az úgynevezett simító hatás miatt növekednek, ez az egy változón belüli variancia csökkenésének köszönhető (Fotheringham–Wong, 1991). A regressziós paraméter standard hibájának értéke is növekedett a modellekben az aggregáció hatására, így a szignifikáns magyarázóváltozók száma csökken magasabb aggregációs szinten (Pietrzak, 2014). Ez annak köszönhető, hogy a standard hiba részben a modellekben használt megfigyelések számától függ (Fotheringham–Wong, 1991).

## 6. Összegzés

Vizsgálatunk egyrészt meghatároz fontos magyarázóváltozókat, amelyek az ökonometriai modellek alapján hatással vannak a lakosság jövedelmi helyzetére, másrészt rávilágít arra, hogy az aggregáció miképpen befolyásolja az előbbi modellek eredményeit.
Az egy munkaképes korú lakosra jutó belföldi jövedelem meghatározó tényezőire irányuló vizsgálatunk eredményei azt mutatják, hogy az aggregációs szint növelésével csökken a szignifikáns változók száma. A magasabb szintű aggregáció elrejti az alacsonyabb szintű területi egységekben található változékonyságot és részleteket (Prouse et al., 2014).
A területi autokorreláció jellemzően csökken az aggregáció növelésével (Qi – Wu, 1996), a globális és lokális Moran I és Geary C segítsével végzett vizsgálataink ezt megerősítik az egy munkaképes korú lakosra jutó belföldi jövedelem esetében, főleg a megyei aggregációs szinten látványos az autokorreláció mérséklődése.
Vizsgálatunk legfontosabb tanulsága, hogy a település szint a legfontosabb a jövedelemre ható tényezők vizsgálatánál, ez a leginkább használható aggregációs szint a területi vizsgálatok lefolytatásához. Ez összhangban van a szakirodalom azon megállapításával, hogy minél kisebb a földrajzi egység, annál homogénebb tulajdonságokkal rendelkezik a lakosság, így a kisebb földrajzi egységek jobb mérőszámokat biztosítanak és erősebb bizonyítékot szolgálatatnak a szomszédsági hatásokra (Prouse et al., 2014). A járási vagy megyei aggregálás hatására a legszegényebb települések „eltűnhetnek" a térképről, és olybá tűnhet, hogy azokban a járásokban vagy megyékben nincsenek is szegény települések, ahol gazdagabb települések is megtalálhatók. Ez pedig hatással lehet a szakpolitikai döntéshozatalra.

**Köszönetnyilvánítás**

„Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-3-I-(II)-MATE-20 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.”




**Irodalomjegyzék**

[1.] Anselin, L.: Exploring Spatial Data with GeoDa: A Workbook. Urbana. University of Illinois, Urbana-Champaign. 2005.
[2.] Clark W.A.V.–Avery K. L.: The Effects of Data Aggregation In Statistical Analysis. *Geographical Analysis* 8 (4) 1976. pp. 428-438. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1976.tb00549.x
[3.] Cliff, A.–Ord, J.: Spatial Processes, Models And Applications. Pion, London. 1981.
[4.] Drukker, D. M.–Prucha, I. R.–Raciborski, R: A Command for Estimating Spatial-Autoregressive Models with Spatial-Autoregressive Disturbances and Additional Endogenous Variables. *The Stata Journal* 13 (2) 2013. pp. 287-301. DOI: https://doi.org/10.1177/1536867X1301300203
[5.] Dusek, T.: A területi lehatárolások statisztikai következményei. Magyar Földrajzi Konferencia tudományos közleményei (CD), Szeged, 2001.
[6.] Dusek, T.: A statisztikai adatok területi aggregálásának kérdései. *Statisztikai Szemle* 81 (2) 2003. pp. 127-147.
[7.] Dusek, T.: Spatially aggregated data and variables in empirical analysis and model building for economics. *Cybergeo: European Journal of Geography*. 2004. DOI: https://doi.org/10.4000/cybergeo.2654
[8.] Fertő, I.–Varga, Á.: Az európai uniós támogatások hatása a kistérségek helyzetére. *Tér és Társadalom* 29 (1) 2015. pp. 116-131. DOI: https://doi.org/10.17649/TET.29.1.2667
[9.] Fotheringham, A. S.–Wong, D. W. S.: The Modifiable Areal Unit Problem In Multivariate Statistical Analysis. *Environment and Planning A: Economy and Space* 23 (11) 1991. pp. 1025–1044. DOI: https://doi.org/10.1068/a231025
[10.] Geary. R. C.: The Contiguity Ratio and Statistical Mapping. *The Incorporated Statistician* 5 (3) 1954. pp. 115-127., 129-146. DOI: https://doi.org/10.2307/2986645
[11.] Jelinski, D. E.–Wu, J.: The Modifiable Areal Unit Problem and Implications for Landscape Ecology. *Landscape Ecology* 11 (3) 1996. pp. 129-140. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/BF02447512
[12.] McCann, P.: Perceptions of regional inequality and the geography of discontent: insights from the UK. Regional Studies 54 (2) 2020 pp. 256–267. DOI: https://doi.org/10.1080/00343404.2019.1619928
[13.] Molnár, T.–Ilk, B. F.: A települések fejlettségének alakulása a Dél-Dunántúli Régióban. *Acta Scientiarum Socialium* 32 (1) 2010. pp. 29–38. Letöltve 2022. január 8-án az Acta Scientiarum Socialium weboldaláról: https://journal.ke.hu/index.php/asc/article/view/206
[14.] Moran, P.: *The Interpretation of Statistical Maps. Journal of The Royal Statistical Society B* 10 (2) 1948. pp. 243-251. DOI: https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1948.tb00012.x

[15.] Openshaw, S.–Taylor, P.: A Million or So Correlation Coefficients: Three Experiments On The Modifiable Areal Unit Problem. *In* N. Wrigley (ed.): *Statistical Applications in the Spatial Sciences*. Pion. London.1979. pp. 127-144.
[16.] Pietrzak, M. B.: The Modifiable Areal Unit Problem – Analysis of Correlation and Regression. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy* 9 (3) 2014. pp. 113-131.
DOI: http://dx.doi.org/10.12775/EQUIL.2014.028
[17.] Prouse, V.–Ramos, H.–Grant, J.–L. Radice, M.: How and when Scale Matters: The Modifiable Areal Unit Problem and Income Inequality in Halifax. *Canadian Journal of Urban Research* 23 (1) 2014. pp. 61-82.
[18.] Qi, Y. –Wu, J.: Effects of Changing Spatial Resolution on the Results of Landscape Pattern Analysis Using Spatial Autocorrelation Indices. *Landscape Ecology* 11 (1) 1996. pp. 39-49.
DOI: https://doi.org/10.1007/BF02087112
[19.] Pénzes, J. (2011) A jövedelmi szempontból elmaradott települések területi átrendeződése a rendszerváltozás után. *Földrajzi Közlemények* 135 (1) 2011. pp. 59–69. Letöltve 2022. január 10-én a Magyar Földrajzi Társaság weboldaláról: https://foldrajzitarsasag.hu/downloads/foldrajzi_kozlemenyek_2011_135_evf_1_pp_059.pdf
[20.] Robinson, W. S.: Ecological Correlations and the Behavior of Individuals. *American Sociological Review* 15 (3) 1950. pp. 351–357.
DOI: https://doi.org/10.2307/2087176
[21.] Szendi, D.: Települési jövedelmek térbeli kölcsönhatása: felzárkózás vs. tartós különbségek? In: Gelei, A. (szerk): *Sokszínű gazdálkodástudomány*. MTA IX. Osztály, Gazdálkodástudományi Bizottság. Budapest. 2017. pp. 141–174.
[22.] Tsionas, M.: *Panel Data Econometrics - Empirical Applications.* Academic Press. London. 2019.
[23.] Turczak, A.–Zwiech, P.: Variability of Household Disposable Income Per Capita by Types of Residence in Poland. *Statistics in transition New Series* 15 (4) 2014. pp. 573–590. Letöltve 2022. január 4-én a Central and Eastern European Online Library weboldaláról: https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=442146
[24.] Varga, A.: Térökonometria. *Statisztikai Szemle* 80 (4) 2002. pp. 354–370. Letöltve 2021. december 10-én a Központi Statisztikai hivatal honlapjáról: https://www.ksh.hu/statszemle_archive/2002/2002_04/2002_04_354.pdf

**Lektorálta**: Dr. Csonka Arnold, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Agrár- és Élelmiszergazdasági Intézet (Kaposvári Campus)

## Mellékletek

### 1. melléklet: OLS-modell

| Y – Egy munkaképes korú lakosra jutó összes belföldi jövedelem (Ft) | OLS | | |
|---|---|---|---|
| | Település | Járás | Megye |
| Konstans | 12,635*** (0,108) | 12,821*** (0,526) | **8,691 (7,288)** |
| X1 – Munkaképes korú (15-64 év) állandó népesség (dec. 31.) (fő) | 0,023*** (0,003) | -0,012 (0,015) | **-0,011 (0,100)** |
| X2 –1000 fő munkaképes korú lakosra jutó regisztrált egyéni vállalkozások (db/1000 fő) | 0,043*** (0,011) | 0,085 (0,067) | **0,900 (0,607)** |
| X3 – 1000 fő munkaképes korú lakosra jutó regisztrált társas vállalkozások (db/1000 fő) | 0,028*** (0,008) | 0,039 (0,043) | **-0,485 (0,454)** |
| X4 –1000 fő munkaképes korú lakosra jutó mérlegfőösszeg (Ft/1000 fő) | -0,006*** (0,001) | 0,018* (0,009) | **0,049 (0,149)** |
| X5 – 1000 fő munkaképes korú lakosra jutó álláskeresők száma (fő/1000 fő) | -0,112*** (0,006) | -0,080*** (0,021) | **0,094 (0,165)** |
| X6 – 1000 fő munkaképes korú lakosra jutó uniós támogatás 2015-2019 (Ft) | -0,001* (0,001) | -0,011 (0,009) | **-0,026 (0,130)** |
| X7 – 1000 fő munkaképes korú lakosra jutó települési könyvtárakból kölcsönzött könyvtári egységek száma (db/1000 fő) | 0,008*** (0,003) | -0,010 (0,013) | **0,095 (0,124)** |
| X8 – FEOR-08-0 (1000 fő alkalmazottra jutó Fegyveres szervek foglalkozásaiban alkalmazott) (fő/1000fő) | 0,025*** (0,003) | 0,035*** (0,013) | **0,002 (0,048)** |
| X9 – FEOR-08-1 (1000 fő alkalmazottra jutó Gazdasági, igazgatási, érdekképviseleti vezetők, törvényhozók) (fő/1000fő) | 0,033*** (0,007) | 0,033 (0,059) | **0,268 (0,461)** |
| X10 – FEOR-08-2 (1000 fő alkalmazottra jutó Felsőfokú képzettség önálló alkalmazását igénylő foglalkozásokban alkalmazott) (fő/1000fő) | 0,057*** (0,007) | 0,200*** (0,059) | **-0,138 (0,919)** |
| X11 – FEOR-08-3 (1000 fő alkalmazottra jutó Egyéb felsőfokú vagy középfokú képzettséget igénylő foglalkozásokban alkalmazott) (fő/1000fő) | 0,063*** (0,011) | 0,032 (0,087) | **0,685 (1,394)** |
| X12 – FEOR-08-4 (1000 fő alkalmazottra jutó Irodai és ügyviteli (ügyfélkapcsolati) foglalkozásokban alkalmazott) (fő/1000fő) | 0,050*** (0,008) | 0,190** (0,080) | **1,130 (0,968)** |
| X13 – FEOR-08-5 (1000 fő alkalmazottra jutó Kereskedelmi és szolgáltatási foglalkozásokban alkalmazott) (fő/1000fő) | 0,006 (0,013) | -0,302*** (0,059) | **-1,281 (0,911)** |
| X14 – FEOR-08-6 (1000 fő alkalmazottra jutó Mezőgazdasági és erdőgazdálkodási foglalkozásokban alkalmazott) (fő/1000fő) | -0,008*** (0,003) | -0,025* (0,013) | **-0,037 (0,074)** |
| X15 – FEOR-08-7 (1000 fő alkalmazottra jutó Ipari és építőipari foglalkozásokban alkalmazott) (fő/1000fő) | 0,063*** (0,011) | 0,008 (0,046) | **-0,192 (0,380)** |
| X16 – FEOR-08-8 (1000 fő alkalmazottra jutó Gépkezelők, összeszerelők, járművezetők) (fő/1000fő) | 0,136*** (0,012) | 0,189*** (0,027) | **0,166 (0,198)** |
| $R^2$ | *0,6667* | *0,8398* | ***0,9539*** |
| *Módosított $R^2$* | *0,6650* | *0,8236* | ***0,7081*** |
| *Prob (F-statistic)* | *0,0000* | *0,0000* | ***0,1452*** |
| *Megfigyelések száma* | *3155* | *175* | ***20*** |

Forrás: Saját szerkesztés a GeoDa alapján (*** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,1) (zárójelben a White-standard hiba)

## 2. melléklet: Spatial lag modell

| Y – Egy munkaképes korú lakosra jutó összes belföldi jövedelem (Ft) | Spatial lag | | |
|---|---|---|---|
| | **Település** | **Járás** | **Megye** |
| Konstans | 8,344*** (0,370) | **7,196*** (1,056)** | 2,757 (51,633) |
| X1 | 0,012*** (0,003) | **-0,004 (0,011)** | 0,043 (0,167) |
| X2 | 0,039*** (0,010) | **0,099* (0,055)** | 0,762 (2,663) |
| X3 | 0,015** (0,007) | **0,026 (0,032)** | 1,091 (3,744) |
| X4 | -0,003*** (0,001) | **0,018** (0,008)** | -0,258 (0,0,605) |
| X5 | -0,080*** (0,006) | **-0,035* (0,020)** | -0,144 (0,526) |
| X6 | 0,000 (0,000) | **-0,005 (0,007)** | 0,291 (0,0,559) |
| X7 | 0,010*** (0,002) | **-0,002 (0,011)** | 0,156 (0,363) |
| X8 | 0,024*** (0,003) | **0,033*** (0,011)** | 0,103 (0,218) |
| X9 | 0,030*** (0,006) | **-0,051 (0,056)** | -1,042 (2,475) |
| X10 | 0,051*** (0,004) | **0,229*** (0,052)** | -2,427 (2,349) |
| X11 | 0,065*** (0,010) | **0,096 (0,069)** | 2,714* (1,494) |
| X12 | 0,043*** (0,007) | **0,176*** (0,066)** | 2,448* (1,359) |
| X13 | 0,008 (0,013) | **-0,246*** (0,047)** | -1,785 (2,182) |
| X14 | -0,003 (0,003) | **-0,016 (0,010)** | -0,061 (0,181) |
| X15 | 0,050*** (0,010) | **0,034 (0,036)** | 0,820 (3,163) |
| X16 | 0,102*** (0,010) | **0,137*** (0,024)** | -0,224 (1,000) |
| *ρ (rho)* | 0,313 (0,026)*** | **0,341*** (0,060)** | 0,047 (3,672) |
| *Pszeudo-$R^2$* | *0,7335* | ***0,8844*** | *0,7557* |
| *Területi pszeudo-$R^2$* | *0,6763* | ***0,8595*** | *0,7592* |
| *Megfigyelések száma* | *3155* | ***175*** | *20* |

Forrás: Saját szerkesztés a GeoDa alapján (*** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,1) (zárójelben a White-standard hiba)

**3. melléklet: Spatial error modell**

| Y – Egy munkaképes korú lakosra jutó összes belföldi jövedelem (Ft) | | Spatial error | | |
|---|---|---|---|---|
| | Település | Járás | Megye | |
| Konstans | 12,797*** (0,099) | 12,557*** (0,495) | 8,853*** (2,884) | |
| X1 | 0,017*** (0,003) | -0,016 (0,011) | -0,018 (0,040) | |
| X2 | 0,041*** (0,010) | 0,052 (0,057) | 0,884*** (0,238) | |
| X3 | 0,006 (0,007) | 0,032 (0,030) | -0,489*** (0,168) | |
| X4 | -0,002 (0,001) | 0,017** (0,007) | 0,050 (0,058) | |
| X5 | -0,101*** (0,007) | -0,079*** (0,022) | 0,094 (0,063) | |
| X6 | -0,001* (0,000) | -0,003 (0,007) | -0,029 (0,049) | |
| X7 | 0,007*** (0,002) | 0,000 (0,011) | 0,095* (0,052) | |
| X8 | 0,022*** (0,003) | 0,034*** (0,012) | 0,005 (0,019) | |
| X9 | 0,032*** (0,006) | -0,036 (0,054) | 0,272 (0,189) | |
| X10 | 0,057*** (0,006) | 0,240*** (0,052) | -0,133 (0,370) | |
| X11 | 0,067*** (0,010) | 0,095 (0,077) | 0,664 (0,554) | |
| X12 | 0,043*** (0,007) | 0,178*** (0,062) | 1,164*** (0,375) | |
| X13 | 0,025** (0,012) | -0,272*** (0,048) | -1,275*** (0,383) | |
| X14 | 0,001 (0,003) | -0,010 (0,013) | -0,034 (0,030) | |
| X15 | 0,057***( 0,010) | 0,025 (0,037) | -0,199 (0,155) | |
| X16 | 0,091*** (0,011) | 0,151*** (0,025) | 0,160** (0,080) | |
| *λ (lambda)* | 0,645*** (0,015) | 0,705*** (0,072) | -0,241 (0,401) | |
| *Pszeudo-$R^2$* | *0,6582* | *0,8295* | *0,9535* | |

Forrás: Saját szerkesztés a GeoDa alapján (*** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,1) ) (zárójelben a Kelejian-Prucha-féle standard hiba)

# ELTÉRÉSEK VIZSGÁLATA A KÜLÖNBÖZŐFINANSZÍROZÁSI FORMÁJÚ ALAPKÉPZÉSBEN RÉSZT VETT FRISSDIPLOMÁS VÉGZETTEK ESETÉBEN

**Szabó Dorottya Anna**
*Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar,*
*hallgató, szabodotti@gmail.com*

**Absztrakt**
Az emberi tőke értéke definiálható az egyének termelőképességeként, tudásaként, tehetségeként, és a rendelkezésre álló humán tőke mennyisége mind az egyének, mind pedig egy adott ország társadalmi, gazdasági fejlettségét képes meghatározni. A humán tőkébe való befektetés legáltalánosabb módja az oktatásban való részvétel, amelyet a potenciálisan magasabb jövedelem, a jobb életminőség, esetlegesen a vágyott munkakör betöltése érdekében sokan meg is tesznek. A felsőoktatás finanszírozása egyrészről állami feladat, a finanszírozás alapja lehet a hallgatói létszám, vagy a tudományos teljesítmény is. A jelenleg zajló egyetemi modellváltások egyik kiemelt célja, hogy a felsőoktatási intézmények életében hangsúlyosabb szerepet kapjon az önálló gazdálkodási tevékenység végzése is, jobban bekapcsolódhassanak a gazdasági életbe, ám ez mellett az állam továbbra is megjelenik, mint finanszírozó. Másrészről a hallgatók is fizetnek az oktatásban való részvételért. A két legjelentősebb nagyságú költség a szállás (lakhelytől távol tanulva), illetve a tandíj lehet, amennyiben nem állami ösztöndíjas, hanem önköltséges képzésben vesz részt. Így tehát a humán tőkébe való beruházás költsége nagymértékben eltér a két finanszírozási forma esetén.
Ebből kiindulva vizsgáltam meg Diplomás Pályakövetési Rendszer 2011-2018-as adatai alapján, hogy tanulmányaik során, és továbbtanulási döntéseikre nézve vannak-e különbségek az eltérő finanszírozási formában tanult alapszakos hallgatók között. A kereszttábla-elemzés alapján gyenge, de szignifikáns kapcsolat mutatható ki a finanszírozási forma és a hallgatók külföldön töltött félévekre, a diákhitel felvételi szokásaikra, valamint arra nézve, hogy azadott személy inkább főállású hallgatónak, vagy dolgozónak tekintette magát az egyetemiévek alatt.
A bináris logisztikus regresszió módszerének segítségével kettő három lépcsős regressziós modellt hoztam létre, függő változóként használva elsőként a mesterképzés tervezését (M1), majd a mesterképzés megvalósulását (M2). A mesterképzés tervezésére nézve modellbe elsőként kizárólag a kiválasztott tanulmányi tényezőket vontam be (M1a), majd szociodemográfiai (M1b), és végül a munkaerőpiaci változókat (M1c). Ez 6%-ban magyarázta, hogy valaki tervezi-e a mesterképzésben való részvételt. A finanszírozási forma akét kibővített modell esetében bizonyult szignifikánsnak. Az M2a modell esetében a tanulmányi változók 29,9%-ban tudták magyarázni a mesterképzés megvalósulását, a modellbe bevonva a kiválasztott szociodemográfiai változókat (M2b), a magyarázóerő 34,5%-ra nőtt, majd az M2c modell magyarázóereje a munkaerőpiaci változók bevonásával 60,9%-os lett. A képzés finanszírozási formája az M2 modellek mindegyikében szignifikáns volt, és bár az egyre több tényező bevonásával egyre inkább csökkent hatása, elmondható, hogy az esélyhányados értéke alapján az állami ösztöndíjas alapképzésen végzett hallgatók 1,648- 1,364-szeres eséllyel folytatják tanulmányaikat mesterképzésen (a végzést követő egy éven belül).
A továbbiakban terveim között szerepel az elemzések elvégzése külön-külön az egyes tudományterületekre nézve, majd összehasonlítani az ilyen formán keletkező eredményeket olyan területek között, amelyeken tipikusan alacsonyabb/magasabb az önköltséges finanszírozású hallgatók aránya a teljes átlaghoz képest. Emellett érdemes lehet megvizsgálnia levelezőképzés sajátosságait is, hiszen ott jóval magasabb arányban vannak jelenköltségtérítéses hallgatók, akik sok esetben főállásban dolgoznak a képzés elvégzése mellett.

***Kulcsszavak**: felsőoktatás finanszírozása, továbbtanulás, mesterképzés, humán tőke, Diplomás Pályakövetési Rendszer*

## 1. Bevezetés

Kutatásom során megvizsgálom a különböző finanszírozási formájú alapképzésen (BA, BSc) résztvevő hallgatók közötti különbségeket az alapképzés ideje alatt, majd pedig, hogy aképzés finanszírozási formája hatással van-e a továbbtanulási döntések meghozatalára.
Az emberi tőke definiálható az egyének termelőképességeként, tudásaként, tehetségeként, és a rendelkezésre álló humán tőke mennyisége mind az egyének, mind pedig egy adott ország társadalmi, gazdasági fejlettségét képes meghatározni. A humán tőkébe való befektetés legáltalánosabb módja az oktatásban való részvétel, amelyet a potenciálisan magasabb jövedelem, a jobb életminőség, esetlegesen a vágyott munkakör betöltése érdekében sokan meg is tesznek. A beruházás azonban az időn, energián kívül pénzügyi befektetést is igényel, mind az egyes országok (vagy más képzési intézmény fenntartók), mind a saját magukba befektetni kívánó személyek részéről. Különösen igaz ez utóbbi a felsőoktatásra, hiszen ezen képzési szinten jelenik meg legnagyobb mértékben az egyéni kiadások jelenősége (például lakhatás, tandíj). Mivel az eltérő finanszírozási formában tanuló hallgatók kiadásai nagymértékben eltérnek, ezért merült fel ennek hatásának kérdése a tanulmányok során és a továbbtanulási döntés meghozatalakor.
A kutatás megkezdésekor kettő fő- és három alhipotézist fogalmaztam meg.

*H1: Különbségek vannak az állami finanszírozású és önköltséges formában tanult hallgatók jellemzői között a külföldi tanulás, a munkavállalás és a diákhiteligénylés alapján.*

Az állami ösztöndíjas és önköltséges képzésre járó hallgatók esetében erősen eltér az az összeg, amely humán tőkéjükbe való befektetésük költsége. Ez alapján feltételezem, hogy egyes szokásaik szignifikánsan eltérhetnek egymástól. A H1 hipotézist elfogadom, amennyiben a megfogalmazott alhipotézisek közül legalább kettő esetében legalább közepesen erős kapcsolat figyelhető meg a képzési forma és a feltett állítás között.

*H1a: Az állami finanszírozási formában tanuló hallgatók szignifikánsan nagyobb arányban töltenek legalább egy félévet külföldön alapképzéses tanulmányaik során.*
*H1b: Az önköltséges formában tanuló alapképzéses hallgatók szignifikánsan nagyobb arányban tekintették magukat főállású dolgozónak (főállású tanuló helyett) abban az esetben is, ha nappali rendszerű képzésen vettek részt.*
*H1c: Az önköltséges képzésen alapképzésen tanuló hallgatók szabad felhasználású diákhiteltis szignifikánsan gyakrabban vesznek fel, mint azok, akik állami finanszírozási formában tanulnak.*
*H2: Azok a hallgatók, akik önköltséges formában végezték az alapképzést, ritkábban dönteneka mesterképzésen való továbbtanulás mellett, az egyéb tényezők hatásainak kiszűrésével.*

Úgy vélem a mesterképzésről való döntést számos személyes, szociodemográfiai, tanulmányi és munkaerőpiaci tényező befolyásolhatja, az alapképzésen végzett hallgatók körében. A finanszírozási forma hatásának erősségét (a többi modellbe bevont tényező mellett) bináris regressziós módszerrel fogom megvizsgálni, és a H2 hipotézist elfogadom, amennyiben a finanszírozási forma tekintetében (állami ösztöndíjas vagy költségtérítéses) szignifikáns eltérés tapasztalható a mesterképzésben való részvétel tervezésére és/vagy tényleges megvalósulására nézve.

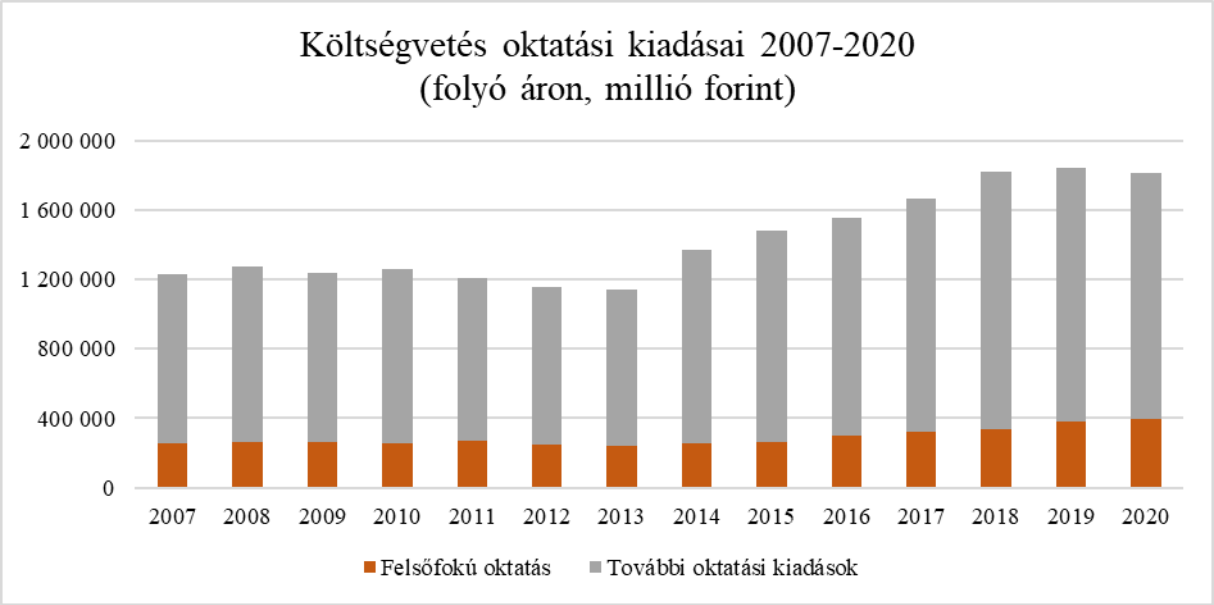
## 2. Szakirodalmi áttekintés

A humán tőke alatt az egyén termelőképességét, tudását és tehetségét értjük, mértéke pedig megadható azon termékek és szolgáltatások értékeinek összességével, amelyeket a humán tőkével állítottak elő közvetett vagy közvetlen módon [19];[20]. Thurow az emberi tőke jelentőségét a

termelés irányából közelítette meg. Az 2001-ben készült OECD által kiadott tanulmányban a humán tőkére a következő definíciót adták: „Az egyénben megtestesült tudás, készségek, kompetenciák és sajátosságok, amelyek megkönnyítik a személyes, a társadalmi ésa gazdasági jólét megteremtését.” [9];[19];[20]. A humán tőke sajátosságai közé tartozik, hogynem adható vagy ajándékozható el, azaz elválaszthatatlan attól az egyéntől, aki birtokolja (illikvid), az élettartama maximum a tulajdonosának élettartamával lehet egyenlő és a tőke megszerzéséhez az egyéneknek más erőforrásaik mellet az idejüket is fel kell használniuk [16];[22]. Az 1960-as években került kidolgozásra az emberitőke-elmélet, valamint az emberitőke-beruházási döntéseket vizsgáló modell. A humán tőke elmélete szerint az emberekaz oktatásban, képzésben való részvétellel végeznek beruházásokat sajáttermelőképességükbe, annak érdekében, hogy munkájuk piaci értékét növelve magasabb legyen jövőbeli keresetük is. Schultz öt kategóriába sorolta azokat a tényezőket, amelyek meghatározhatják egyének humán tőkéjének értéke. Ide tartozik a bármilyen szintű formális oktatában való részvétel, a munka közbeni képzésben való részvétel mellett az egészséget, vagy élettartamot növelő egészségügyi szolgáltatások igénybevétele, és a munkalehetőségekért történő helyváltoztatásra való hajlandóság is [15];[16]. Eszerint tehát az oktatásban való részvétellel növelhetjük saját humán tőként értéket, ami így felfogható egyfajta befektetésként is. Azonban, mint a befektetéseknek általában, az emberi tőkébe való befektetésnek is ára van, amelyet a felsőoktatásra koncentrálva szeretnék fogok bemutatni a következő alfejezetben.

### *2.1 Hazai felsőoktatási kiadások*

Az oktatás kapcsán felmerülő költségeket alapvetően két típusra bonthatjuk, részben az adott személy (vagy szülei) részben pedig az állam kiadásaként jelentkeznek.
Az európai országokban 1960-tól vált igazán általánossá az, hogy a felsőoktatás finanszírozásának jelentős részét állami költségvetési forrásokból fedezik, vannak azonban olyan országok, ahol jóval jelentősebb a magán, az egyéni (vagy családi) finanszírozás szerepe az egyetemeken/főiskolákon [21]. Hazánkban a normatív finanszírozás került kialakításra, alapvetően létszám és teljesítményalapú normatívákkal [12]. A magyar költségvetés oktatási kiadásainak összege folyó áron 2001 és 2020 között közel 2,5-szeresére növekedett, a kezdeti 771 milliárd forintról 1 841 milliárd forintra. 2001-től 2008-ig stabilan növekedtek az állami oktatási kiadások, majd 2008-2013 között stagnálás/lassú csökkenésvolt megfigyelhető. 2013 után mind az alap- és középfokú oktatás, mind pedig az egyéb oktatással összefüggő kiadások összege megugrott, de a felsőfokú oktatásra, illetve az óvodára fordított összegek is, bár lassabban, de stabilan növekednek az említett év óta. A költségvetésben szereplő oktatási kiadásokon belül a felsőoktatásra fordított kiadások aránya az elmúlt évek során 21-28% között mozgott, a 2014-ben a többi oktatással kapcsolatos keret növekedése miatt az arány lecsökkent, azóta viszont növekedést mutat, és 2019-ben a költségvetés oktatási kiadásainak 26,03%-át tette ki [7]. Ezen adatokat mutatja be az 1. számú ábra is.




**1. ábra: Költségvetés oktatási kiadásai 2007-2020**
Forrás: KSH, 2022; saját szerkesztés

A 2022-es évi költségvetés főösszegei alapján az oktatási kiadásokra tervezett összeg nagymértékben csökkent a 2021-es évre tervezetthez képest, 2 180 milliárd forintra, ezen belül a felsőoktatási támogatások 598 milliárdról 453 milliárd forintra módosultak a tervekben. Mivel azonban számos egyetem másfajta finanszírozási formába került a modellváltás miatt a tavalyi évben, így ez nem feltétlenül jelent kevesebb pénzt a felsőoktatás számára [10]. Az elmúlt években zajló egyetemi modellváltás során ugyanis fenntartóvá az állami szervek helyett az erre létrehozott alapítványok váltak. Célja, hogy az egyetemek a helyi gazdasági életbe erősebben bekapcsolódjanak, a gazdaságfejlesztés központi szereplői legyenek és gyorsabban, rugalmasabban reagálhassanak a környezeti kihívásokra. Célként fogalmazzák meg emellett az oktatók, kutatók tudományos teljesítményének növelését is. A kormány az alapítványokkal stratégiai megállapodásokat (15-25 éves) és finanszírozási szerződéseket (3-6 éves) is kötött a kiszámítható működés érdekében, amellett, hogy cél, hogyaz egyetemek emellett saját gazdasági tevékenységet is végezzenek [4];[13]. A tervek szerint a modellváltással kezdődő egyetemfejlesztési program kapcsán 1 500 milliárd forintot fektetnekmajd be a hazai felsőoktatási intézményekbe [2].
Az egyéni (vagy családi) kiadások tekintetében a felsőoktatásban való részvétel során megjelennek olyan költségek, mint a lakhatás (amennyiben a hallgató nem otthon, hanem albérletben/kollégiumban él a tanulmányai ideje alatt), a tankönyvek, írószerek díja, valamint amennyiben valaki nem állami ösztöndíjjal támogatott, hanem önköltséges képzésre kerül be, akkor ezen képzési díj. A lakhatással összefüggő költségek tekintetében elmondható, hogy mind a kollégiumi, mind pedig az albérletárak esetében nagy különbségek vannak az egyes egyetemeken/városokban, de a kollégiumi díjakat a képzés finanszírozási formája is befolyásolja, hiszen az önköltséges formában lévő hallgatók számára ez is többe kerül. Az albérletek árai 2021-ben egy lakásra nézve Budapesten átlagosan 140 ezer forintot, míg, Pécsett, vagy Miskolcon 85 – 100 ezer forint között összeget jelent havonta [8]. Az önköltséges képzésben résztvevő hallgatók esetében jóval magasabb az az összeg, amelyet a humán tőkéjükbe történő beruházásra kell fordítaniuk, azonban ezek a díjak is jelentősen változnak attól függően, hogy valaki milyen szakon, illetve melyik egyetemen tanul.
A hallgatóknak tehát számos termékért, szolgáltatásért, kell fizetniük, amelyek az oktatással kapcsolatban merülnek fel. Ezeket a költségeket általában nem egyedül, hanem családjuktól kapott kiegészítések segítségével fedezik. Ezen kiadások vagy fogyasztási kiadások (a jelenlegi szükségletek kielégítésére), vagy pedig beruházáshoz kapcsolódó költségek (melyeket a jelenben vállalnak a jövőbeli magasabb haszon érdekében) [1];[6];[11];[23]. A megélhetési költségek

magukba foglalják többek között az étkezés, közlekedés, kommunikáció díjait és egyéb rendszeres költségeket. A tanulmányokkal kapcsolatos költségek három kategóriába sorolhatóak: az elsőbe tartoznak a tandíjak, beiratkozási és további adminisztrációs költségek, a második csoportba a különböző diákaszervezetekhez, egyesületekhez való tartozás díjai, illetve a biztosítási költségek tartoznak. A harmadik kategóriába az olyan egyéb tanulmánnyal kapcsolatos költségek sorolhatóak, mint például a tankönyvek, korrepetálások, tanulmányi kirándulások árai. 2016 és 2018 között Európában átlagosan a hallgatók költségeinek 89%-a volt megélhetési, 11%-a pedig oktatással kapcsolatos költség, 2018 és 2021 között ezen arányok 87% és 13%-ra módosultak [6].

## 3. Adatok és módszertan

Az adatelemzés a Diplomás Pályakövetési Rendszer (DPR) Frissdiplomások adatbázisának 2011-2018 közötti adatainak felhasználásával készült. A DPR a magyar felsőoktatásban részt vevő és végzett hallgatók életéről hivatott információt szolgáltatni, négy kutatási modulja közül a Frissdiplomás adatbázis az, amely az egy, három (korábban), illetve öt éve végzett hallgatók tanulmányi, munkaerőpiaci és szociodemográfiai helyzetéről kíván információt szolgáltatni. A végzettek esetében a válaszadók aránya a 2011-2015 között években 15-19% között mozgott, és 34 intézmény végzettjeinek adati találhatók meg a felmérésben [3];[24].
A kereszttábla-elemzés módszerével arra a kérdésre kapható válasz, hogy van-e kapcsolat kettő nominális vagy ordinális változó között. Amennyiben az összefüggés létezik, úgy vizsgálhatjuk a két változó között lévő kapcsolat erősségét, melyre a legelfogadottabb mutató a Cramer V [5];[14]. Amennyiben ennek értéke 0, úgy függetlenség, ha 0,01-0,30 közéesik úgy gyenge, 0,31-0,70 között közepesen erős, 0,71 felett pedig erős kapcsolat áll fenn a vizsgált változók között. Az 1-es érték esetében nagyon erős kapcsolatról beszélhetünk [17]. Ezen módszert az első hipotézisem alhipotéziseinek tesztelésére használtam.
Annak vizsgálatára, hogy a képzés finanszírozási formája, valamint további tanulmányi, szociodemográfiai és munkaerőpiaci tényezők hatással vannak-e a mesterképzésen történő továbbtanulás tervezésére és tényleges megvalósítására, a bináris logisztikus regresszió módszerét fogom használni. A regresszióelemzés egy olyan módszer, amelynek segítségével egy metrikus függő és egy vagy több független változó közötti összefüggés elemezhető. A logisztikus regressziónak három típusa van, melyek a következők: bináris, multinomiális, illetve az ordinális. A logisztikus regresszió előfeltételei, hogy a változók között ne legyen multikollinearitás, és a független változók lineárisan utaljanak a függő változóra, viszont nem követeli meg a normális eloszlást, és linearitást sem feltételez a függő és a független változók között [14];[18]. Kutatásomban a bináris logisztikus regresszió segítségével vizsgáltam meg a második hipotézist. A függő és független változók közötti kapcsolatot a B, illetve az exp.(B) (azaz esélyhányados) értéke alapján lehet értelmezni.

## 4. Eredmények

A Diplomás Pályakövetési Rendszer 2011 és 2018 közötti Frissdiplomások felmérései nyomán összesen 170 089 adatsor jött létre. Annak érdekében, hogy csak a kutatás szempontjából releváns adatok kerüljenek be az elemzésbe, és egy homogén csoport adatait vizsgálhassam meg, több szűrést is végrehajtottam az adatbázison. A dolgozat központi kérdése a felsőoktatás finanszírozása, a különböző finanszírozási formájú képzésen résztvevő hallgatók közötti különbségek, és esetleges hatások. Az eredeti 170 089 adatsort tartalmazó adatbázisban 167 433 fő esetében szerepel az egyének által végzett képzés finanszírozási formája. Az elemzésbe kizárólag azok a nappali tagozaton BA/BSc vagy hagyományos főiskolai képzésen végzett hallgatók adatai kerültek be, akik megadták, hogy milyen finanszírozási formában végezték el a képzést. Ezen szűrési feltételek beállítása után 63 943 adatsoron végeztem el a szükséges elemzéseket a második hipotézisem, és az ahhoz tartozó alhipotézisek esetében. A harmadik hipotézis vizsgálatát kizárólag az egy évvel a végzés éve után készült felmérések adati segítségével

valósítottam meg, így biztosítva azt, hogy egy személy válasza ne kerülhessen be többször az elemzésbe. Ezen szűrési feltétel beállításával(a végzés óta eltelt idő egy év) 29 624 adatsor maradt az elemzésben.

*4.1 Kereszttábla-elemzés eredményei*

Az első hipotézis, illetve az ahhoz tartozó alhipotézisek (H1; H1a, H1b, H1c) tesztelésére a kereszttábla-elemzés módszerét használtam.
Elsőként a külföldön történő tanulás, valamint a képzés finanszírozási formája közötti kapcsolatot vizsgáltam meg, három kategóriára (nem tanult külföldön, kevesebb mint egy szemesztert, vagy minimum egy szemesztert tanult külföldön) bontva a külföldi tanulás választlehetőségeit. A Khi-négyzet-próba alapján elmondható, mivel a p értéke 0,000, van kapcsolat a két változó között, a robosztus felételek teljesülése mellett. A kapcsolat erőssége azonban a Cramer V mutató alapján nagyon gyenge, 0,028-as értéket vesz fel.
A H1b alhipotézis esetében azt vizsgáltam meg, hogy van-e kapcsolat a finanszírozási forma és aközött, hogy egy hallgató inkább főállású tanulónak, vagy pedig főállású dolgozónak tekinti magát, aki közben tanul is. A Pearson-féle Khi-négyzet-próba alapján a kapcsolat ebben az esetben is szignifikáns a p érték alapján, a robosztus feltételek teljesülnek az elemzés szerint. A Cramer V mutató szerint a kapcsolat erőssége 0,112, amely gyenge kapcsolatot jelent.
A diákhitel felvétele, és a finanszírozási forma közötti kapcsolat létezésére nézve elmondható, hogy a Khi-négyzet-próba szignifikancia szintje alapján a kapcsolat létezik,viszont bár a másik két alhipotézis eredményeinél valamivel erősebb, még mindig gyenge kapcsolatnak minősülő Cramer V értékkel rendelkezik (0,162). A robosztus felételek a H1c alhipotézis esetében is megvalósulnak.
A külföldön töltött idő esetében külön vizsgálva az állami ösztöndíjas, valamint az önköltséges képzésben részt vett hallgatókat 0,1-1,3%-os eltérés tapasztalható a különböző válaszok megoszlását tekintve (nem tanult külföldön, kevesebb mint egy félévet vagy minimum egy szemesztert tanult külföldön), az alapsokaság megválaszainak megoszlásához képest. A költségtérítéses finanszírozási formában tanulók 15,9%-a, míg az állami ösztöndíjasképzésben részt vevők 8,0%-a tekintette magát főfoglalkozású dolgozónak a vizsgált időszakban. Az önköltséges képzésben hallgatók 34,9%-a, míg az állami ösztöndíjas képzésben részt vett hallgatók 19,3%-a válaszolt igennel arra a kérdésre, hogy vettek-e fel diákhitelt a képzés ideje alatt.
A H1a, H1b, H1c alhipotézisekhez tartozó kereszttábla-elemzések eredményeit az 1. számú táblázat tartalmazza összefoglalva.

**1. táblázat: Kereszttábla-elemzések**

| | **H1a** | **H1b** | **H1c** |
|---|---|---|---|
| **Elemszám** | 62 689 | 62 205 | 31 384[a] |
| **$\chi 2$** | 49,50 | 783,50 | 822,16 |
| **Sig.** | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| **5-nél kevesebb várható értékű cellák aránya** | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| **Elvárt érték** | 255,40 | 1397,67 | 1879,59 |
| **Phi** | 0,028 | 0,112 | -0,162 |
| **Cramer V** | 0,028 | 0,112 | 0,162 |

a. A Diákhitel felvételére vonatkozóan 2015 óta állnak rendelkezésre adatok a DPR Frissdiplomások felmérésben, ez okozza az elemszám nagymértékű eltérését a másik két vizsgálathoz képest.
Forrás: DPR Frissdiplomások 2011-2018 adatbázison végzett számítások alapján saját szerkesztés

*4.2 Regressziós modellek eredményei*

Ebben az alfejezetben a kutatás megkezdésekor feltett másodi hipotézisre (H2) keresem a választ, a bináris logisztikus regresszió módszerét használva. Az adatokat két lépésben elemeztem, elsőként a mesterképzés tervezésére (M1a-M1c modellek), majd pedig tényleges elkezdésére/befejezésére (M2a-M2c modellek) nézve. Mindkét esetben összesen három lépésben vonva be az egyes tanulmányi (pl. tanulmányi eredmény, tudományterület, végzés éve), szociodemográfiai (pl. nem, életkor, szüők végzettsége) és munkaerőpiaci (dolgozik-e jelenleg, munkaerőpiaci státusz) változókat, különös tekintettel a finanszírozási forma szignifikanciájára és hatásának erősségére.

A mesterképzés tervezésére irányuló modellek (M1a-M1c) magyarázóereje a Nagelkerke $R^2$ alapján igen alacsony, csupán 2,9-6%-os. A kutatás témájának középpontjába helyezett finanszírozási forma, tehát hogy egy hallgató állami ösztöndíjas vagy önköltséges képzésen vesz-e részt, az első (M1a) modellben, kizárólag a tanulmányi tényezők bevonásával nem lett szignifikáns, azonban mind az M1b, mind pedig az M1c modell esetében szignifikáns tényezőként szerepel. Mindkét modell esetében az látható, hogy a költségtérítéses finanszírozású hallgatók nagyobb eséllyel tervezik a mesterképzésben való részvételt.

A mesterképzésen való tanulás tényleges megvalósulását vizsgáló modellek (M2a-M2c) esetében a képzés finanszírozási formája minden esetben szignifikáns, a magyarázó erő az egyre több tényező bevonásával 29,9%-ról 60,9%-ra nő. A kizárólag tanulmányi tényezőket tartalmazó modell szerint az állami ösztöndíjas képzésben részt vett frissdiplomások jóval magasabb valószínűséggel (exp.B=1,648) lépnek át mesterképzésre, és ugyan ezen tényező jelentősége valamelyest csökken, de a szociodemográfiai tényezőkkel bővített M2b modellben (exp.B=1,472), és a végső, néhány munkaerőpiaci változót tartalmazó modellbenis jelentős tud maradni (exp.B=1,364), bár nem tartozik a legmeghatározóbb tényezők (munkaerőpiaci státusz, tanulmányi eredmény, életkor, családi állapot, végzés éve) közé.

A bináris logisztikus regresszióelemzés eredményeit mindhárom modellre nézve a 2. számú táblázat tartalmazza.

**2. táblázat: Bináris logisztikus regressziós modell a mesterképzés végzésére, elvégzésére**

| | M2a | M2b | M2c |
|---|---|---|---|
| | Tanulmányok | Tanulmányok és Szociodemográfia | Tanulmányok, Szociodemográfia és Munkaerőpiac |
| Nagelkerke $R^2$ | 0,299 | 0,345 | 0,609 |
| Cox&Snell $R^2$ | 0,211 | 0,245 | 0,433 |
| Sig. | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Igen - jó % | 43,41% | 51,27% | 69,79% |
| Nem - jó % | 87,59% | 87,60% | 95,32% |
| Elemszám | 29 624 | 26 102 | 25 261 |

| | M2a | | M2b | | M2c | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tanulmányok | | Szociodemográfia | | Munkaerőpiac alapváltozók | |
| | Exp.(B) | Sig. | Exp.(B) | Sig. | Exp.(B) | Sig. |
| Végzés éve 2010 (2017) | *1,521* | *0,000* | *1,421* | *0,000* | *1,404* | *0,000* |
| Végzés éve 2011 (2017) | *2,042* | *0,000* | *2,053* | *0,000* | *1,979* | *0,000* |
| Végzés éve 2012 (2017) | *1,576* | *0,000* | *1,626* | *0,000* | *1,651* | *0,000* |
| Végzés éve 2013 (2017) | *1,495* | *0,000* | *1,563* | *0,000* | *1,610* | *0,000* |
| Végzés éve 2014 (2017) | *1,337* | *0,000* | *1,448* | *0,000* | *1,583* | *0,000* |
| Végzés éve 2015 (2017) | *1,479* | *0,000* | *1,498* | *0,000* | *1,518* | *0,000* |
| Végzés éve 2016 (2017) | *1,326* | *0,000* | *1,326* | *0,000* | *1,286* | *0,004* |
| Agrártudományi terület (Gazdaságtudományi) | 1,071 | 0,315 | 1,136 | 0,085 | 0,983 | 0,860 |
| Bölcsészettudományi terület (Gazdaságtudományi) | *1,301* | *0,000* | *1,301* | *0,000* | *0,588* | *0,000* |
| Informatikai terület (Gazdaságtudományi) | *0,841* | *0,007* | 0,932 | 0,326 | 0,961 | 0,648 |
| Jogi terület (Gazdaságtudományi) | 0,915 | 0,500 | 0,953 | 0,732 | 0,716 | 0,069 |
| Műszaki terület (Gazdaságtudományi) | *1,251* | *0,000* | *1,490* | *0,000* | *1,324* | *0,000* |
| Művészeti terület (Gazdaságtudományi) | *0,748* | *0,035* | 0,867 | 0,330 | *0,671* | *0,034* |
| Művészetközvetítési terület (Gazdaságtudományi) | 0,815 | 0,236 | 0,819 | 0,294 | 0,680 | 0,112 |
| Közigazgatási, rendészeti és katonai/államtudományi terület (Gazdaságtudományi) | 0,853 | 0,158 | 0,870 | 0,267 | 0,757 | 0,085 |
| Orvos-és egészségtudományi terület (Gazdaságtudományi) | *0,199* | *0,000* | *0,258* | *0,000* | *0,341* | *0,000* |
| Pedagógusképzési terület (Gazdaságtudományi) | *0,144* | *0,000* | *0,171* | *0,000* | *0,216* | *0,000* |
| Sporttudományi terület (Gazdaságtudományi) | *0,593* | *0,001* | *0,594* | *0,001* | *0,523* | *0,001* |

| | M2a Tanulmányok | | M2b Szociodemográfia | | M2c Munkaerőpiac alapváltozók | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Exp.(B) | Sig. | Exp.(B) | Sig. | Exp.(B) | Sig. |
| Társadalomtudományi terület (Gazdaságtudományi) | 1,096 | 0,092 | ***1,129*** | ***0,039*** | ***0,708*** | ***0,000*** |
| Természettudományi terület (Gazdaságtudományi) | ***2,650*** | ***0,000*** | ***2,774*** | ***0,000*** | 1,126 | 0,201 |
| Hitéleti terület (Gazdaságtudományi) | 0,000 | 0,999 | 0,000 | 0,999 | 0,000 | 0,999 |
| Állami ösztöndíjas finanszírozású képzés (Költségtérítéses) | ***1,648*** | ***0,000*** | ***1,472*** | ***0,000*** | ***1,364*** | ***0,000*** |
| Tanulmányi eredmény elégséges (Közepes) | 0,718 | 0,162 | 0,807 | 0,379 | 0,880 | 0,644 |
| Tanulmányi eredmény jó (Közepes) | ***1,758*** | ***0,000*** | ***1,709*** | ***0,000*** | ***1,619*** | ***0,000*** |
| Tanulmányi eredmény jeles, kiváló (Közepes) | ***2,653*** | ***0,000*** | ***2,501*** | ***0,000*** | ***2,255*** | ***0,000*** |
| Tanulmányi eredmény sokkal rosszabb volt, mint a többieké (Ugyanolyan) | ***1,753*** | ***0,017*** | ***2,210*** | ***0,002*** | ***2,290*** | ***0,003*** |
| Tanulmányi eredmény valamivel rosszabb volt, mint a többieké (Ugyanolyan) | ***1,252*** | ***0,003*** | ***1,207*** | ***0,022*** | 1,072 | 0,499 |
| Tanulmányi eredmény valamivel jobb volt, mint a többieké (Ugyanolyan) | ***1,268*** | ***0,000*** | ***1,200*** | ***0,000*** | ***1,155*** | ***0,003*** |
| Tanulmányi eredmény sokkal jobb volt, mint a többieké (Ugyanolyan) | ***1,379*** | ***0,000*** | ***1,285*** | ***0,000*** | ***1,250*** | ***0,002*** |
| Abszolutórium után nem szerzett közvetlenül diplomát (Szerzett) | ***0,107*** | ***0,000*** | ***0,115*** | ***0,000*** | ***0,139*** | ***0,000*** |
| Végzés előtt nem tanult külföldön (Tanult) | ***0,729*** | ***0,000*** | ***0,786*** | ***0,000*** | ***0,775*** | ***0,000*** |
| Nem volt felsőfokú végzettsége a képzés kezdetekor (Volt) | ***2,294*** | ***0,000*** | ***1,535*** | ***0,000*** | ***1,430*** | ***0,001*** |
| Tanulmány ideje alatt főfoglalkozású dolgozó, aki tanul is (Főfoglalkozású tanuló) | ***0,517*** | ***0,000*** | ***0,652*** | ***0,000*** | 1,064 | 0,381 |
| Neme férfi (Nő) | | | ***1,135*** | ***0,001*** | ***1,196*** | ***0,000*** |
| Van 18 év alatti gyermeke (Nincs) | | | 0,961 | 0,792 | 0,888 | 0,549 |
| Apa alapfokú végzettséggel rendelkezik (Felsőfokúval) | | | ***0,658*** | ***0,000*** | ***0,749*** | ***0,038*** |
| Apa középfokú végzettséggel rendelkezik (Felsőfokúval) | | | ***0,702*** | ***0,000*** | ***0,789*** | ***0,000*** |
| Apa végzettségét nem tudja/nem ismeri/nem élt (Felsőfokúval) | | | ***0,725*** | ***0,005*** | ***0,680*** | ***0,008*** |
| Anya alapfokú végzettséggel rendelkezik (Felsőfokúval) | | | ***0,623*** | ***0,000*** | ***0,739*** | ***0,019*** |
| Anya középfokú végzettséggel rendelkezik (Felsőfokúval) | | | ***0,740*** | ***0,000*** | ***0,867*** | ***0,002*** |
| Anya végzettségét nem tudja/nem ismeri/nem élt (Felsőfokúval) | | | 1,139 | 0,570 | 1,269 | 0,390 |
| Családi állapota házas, vagy tartós kapcsolatban élő (Egyedülálló) | | | ***0,713*** | ***0,000*** | 0,935 | 0,142 |
| Családi állapota elvált, vagy özvegy (Egyedülálló) | | | ***2,874*** | ***0,031*** | ***3,185*** | ***0,007*** |
| Család anyagi helyzete 14évesen az átlagosnál sokkal jobb (Nagyjából átlagos) | | | 0,989 | 0,874 | 0,996 | 0,961 |
| Család anyagi helyzete 14évesen az átlagosnál valamivel jobb (Nagyjából átlagos) | | | 1,054 | 0,161 | 1,039 | 0,422 |
| Család anyagi helyzete 14évesen az átlagosnál valamivel rosszabb (Nagyjából átlagos) | | | 1,015 | 0,756 | 1,077 | 0,206 |

| | M2a | | M2b | | M2c | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tanulmányok | | Szociodemográfia | | Munkaerőpiac alapváltozók | |
| | Exp.(B) | Sig. | Exp.(B) | Sig. | Exp.(B) | Sig. |
| Család anyagi helyzete 14évesen az átlagosnál sokkal rosszabb (Nagyjából átlagos) | | | 1,023 | 0,812 | 1,033 | 0,783 |
| LN Életkor | | | *0,000* | *0,000* | *0,039* | *0,000* |
| Sose dolgozott (Jelenleg dolgozik) | | | | | 0,911 | 0,300 |
| Most nem dolgozik, de már volt munkahelye (Jelenleg dolgozik) | | | | | 1,062 | 0,488 |
| Önfoglalkoztató (Alkalmazott) | | | | | *1,545* | *0,001* |
| Vállalkozó (Alkalmazott) | | | | | 1,244 | 0,244 |
| Munkanélküli (Alkalmazott) | | | | | *0,558* | *0,000* |
| Nappali tagozatos diák (Alkalmazott) | | | | | *30,558* | *0,000* |
| GYES-en, GYED-en, vagy GYET-en van (Alkalmazott) | | | | | *1,936* | *0,017* |
| Háztartásbeli, egyéb inaktív (Alkalmazott) | | | | | 1,103 | 0,564 |

Forrás: DPR Frissdiplomások 2011-2018 adatbázison végzett számítások alapján saját szerkesztés

A két regressziós elemzésből kiderült, hogy bár a mesterképzésen történő továbbtanulás tervezésére kismértékben vannak csak hatással a bevont tanulmányi, szociodemográfiai és munkaerőpiaci változók (az M1c modell magyarázóereje 6,0%), ugyanezen változók jóval nagyobb arányban bizonyulnak szignifikánsnak arra nézve, hogy a frissdiplomások ténylegesen elkezdenek-e mesterképzésben tanulni/megszerzik ezen szintű diplomájukat, hiszen erre a kérdésre nézve egy 60,9%-os magyarázóerejű modell jött létre az egy évvel a végzést követően megkérdezettek adatait elemezve.
A képzés finanszírozási formája az elemzés során mindvégig szignifikáns maradt, az esélyhányados az M2a modellben 1,648, a tanulmányi változók mellett szociodemográfiai adatokat is tartalmazó modellben 1,472, majd a végső, munkaerőpiaci változókat is tartalmazó M2c modellben 1,346-os értéket vett fel. Eszerint tehát a képzés finanszírozási formájának jelentősége valamelyest csökkent az egyre több tényező bevonásával, azonban mindvégig jelentős maradt, és elmondható, hogy az állami ösztöndíjas képzésben részt vett hallgatók nagyobb valószínűséggel kezdik meg mesterképzéses tanulmányaikat, az önköltséges képzésben részt vettekhez képest.
A H2 hipotézist elfogadom, hiszen a képzés finanszírozási formájának hatása a bináris regressziós modellben további tanulmányi, szociodemográfiai és munkaerőpiaci változók bevonása mellett is szignifikáns maradt (60,9%-os magyarázóerejű modellben), arra nézve, hogy a felmérést megelőző egy évben végzett frissdiplomások az alapképzés után elkezdték mesterképzéses tanulmányaikat, vagy esetleg már meg is szerezték ilyen szintű diplomájukat a kérdőív kitöltésekor. A mesterképzés megkezdésének tervezésére nézve a kizárólag tanulmányi tényezőket tartalmazó elemzésben (M1a) nem, azonban a további változók bevonásával ezen (alacsony magyarázóerejű) modellekben is szignifikáns elemnek bizonyult a finanszírozási forma.

## 5. Értékelés és összegzés

Az adatelemzést a Diplomás Pályakövetési Rendszer Frissdiplomások adatbázisának 2011-2018 közötti adatbázisán végeztem el.
Annak érdekében, hogy kiderüljön van-e eltérés az állami ösztöndíjas és önköltséges hallgatók szokásaiban (H1) a külföldön töltött félévekre, a diákhitel felvételi szokásokra, valamint arra nézve, hogy az adott személy inkább főállású hallgatónak, vagy dolgozónak tekintette magát az egyetemi évek alatt, a kereszttábla-elemzés módszerét használtam. Összességében elmondható, hogy mindhárom tényező szignifikáns kapcsolatot mutat a finanszírozási formával, ám a kapcsolatok erőssége a Cramer V féle mutató alapján mindhárom esetben gyenge (0,028-as, 0,162-es és 0,112-es) értéket vett fel.
Arra a kérdésre nézve (H2), hogy a finanszírozási forma további tanulmányi, szociodemográfiai és munkaerőpiaci tényezők mellett milyen mértékben hat az egyének továbbtanulási döntésére, a bináris logisztikus regressziós módszert alkalmaztam. Két tényezőt vizsgáltam: a frissen végzett hallgató tervezi-e a mesterképzésben való részvételt (függő változóként a mesterképzés megkezdésének tervezése szerepel), illetve, hogy már el is kezdte, vagy esetleg be is fejezte mesterképzéses tanulmányait (függő változóként a mesterképzésben való tényleges részvétel szerepel).
A mesterképzés tervezésére nézve létrehozott több lépcsős regressziós modellbe elsőként kizárólag a kiválasztott tanulmányi tényezőket vontam be (M1a) és egy 2,9%-os magyarázóerejű modell jött létre. Ez a modell kibővítve szociodemográfiai (M1b), és munkaerőpiaci változókkal (M1c) végül 6%-ban tudta magyarázni, hogy valaki tervezi-e a mesterképzésben való részvételt. A finanszírozási forma a két kibővített modell esetében bizonyult szignifikánsnak és a modell szerint az állami finanszírozású hallgatók 0,9-szeres eséllyel tervezik a továbbtanulást, az önköltségesekhez képest.

Az M2a modell esetében a tanulmányi változók 29,9%-ban tudták magyarázni a mesterképzés megvalósulását, a legjelentősebb különbségek a végzés éve esetében, egyes tudományterületek között, az átlagosnál jobb tanulmányi eredmények esetében, a finanszírozási forma kapcsán, valamint a korábbi felsőfokú végzettség megléte/hiánya esetében merültek fel. A modellbe bevonva a kiválasztott szociodemográfiai változókat (M2b), a magyarázóerő 34,5%-ra nő, szignifikáns tényezőnek bizonyult a továbbtanulásidöntésekre nézve a nem, a legtöbb esetben a szülők végzettsége, és az életkor is. Az M2c modell magyarázóereje a munkaerőpiaci változók bevonásával 60,9%-os lett, a munkaerőpiaci státusz meghatározó. A képzés finanszírozási formája az M2 modellek mindegyikében szignifikáns volt, és bár az egyre több tényező bevonásával egyre inkább csökkent hatása, elmondható, hogy az esélyhányados értéke alapján az állami ösztöndíjas alapképzésen végzett hallgatók 1,648-1,364-szeres eséllyel folytatják tanulmányaikat mesterképzésen (a végzést követő egy éven belül).
Az eredmények alapján a hipotézisek értékelését összegezve a 3. számú táblázat tartalmazza.

**3. táblázat: Hipotézisek értékelése**

| | **Hipotézis** | | **Eredmény** |
|---|---|---|---|
| **H1** | Különbségek vannak az állami finanszírozású és önköltséges formában tanult hallgatók szokásai között tanulmányaik során. | | Elutasítva |
| | **H1a** | Az állami finanszírozási formában tanuló hallgatók szignifikánsan nagyobb arányban töltenek legalább egy félévet külföldön alapképzéses tanulmányaik során. | Elutasítva |
| | **H1b** | Az önköltséges formában tanuló alapképzéses hallgatók szignifikánsan nagyobb arányban tekintették magukat főállású dolgozónak (főállású tanuló helyett) abban az esetben is, ha nappali rendszerű képzésen vettek részt. | Elutasítva |
| | **H1c** | Az önköltséges képzésen tanuló hallgatók szabad felhasználású diákhitelt is gyakrabbanvesznek fel, mint azok, akik állami finanszírozási formában tanulnak. | Elutasítva |
| **H2** | Azok a hallgatók, akik önköltséges formában végeztékaz alapképzést, ritkábban döntenek a mesterképzésen való továbbtanulás mellett, az egyéb tényezők hatásainak kiszűrésével. | | Elfogadva |

A fent leírtak alapján a következő téziseket fogalmaztam meg:

*T1: Az állami finanszírozású és önköltséges formában tanult hallgatók szokásai között tanulmányaik során nincsenek meghatározó mértékű különbségek a kiválasztott tényezők mentén.*

Az esetleges különbségek meglétét a kereszttábla-elemzéssel vizsgáltam meg, a hallgatók külföldi tanulási, diákhitel felvételi szokásaik mentén, valamint arra nézve, hogy inkább főállású dolgozónak, vagy tanulónak tekintik-e magukat. Az állami ösztöndíjas és önköltséges finanszírozási formájú képzésben részt vett hallgatók esetében ugyan mindhárom esetben

szignifikáns kapcsolat volt tapasztalható, ám a kapcsolat erőssége mindegyik tényezőre nézve gyenge erősségű volt (Cramer V= 0,028-0,162).

*T2: Az önköltséges finanszírozású alapképzésen végzett hallgatók kisebb eséllyel döntenek a mesterképzésen való továbbtanulás mellett.*
A képzés finanszírozási formája a mesterképzésen történő továbbtanulás vizsgálata során a modell létrehozásának mindhárom lépésében (M2a, M2b, M2c) szignifikáns tényező volt, ez alapján elmondható, hogy hatással van a mesterképzéssel kapcsolatban meghozott döntésekre. Az végső, minden bevonni kívánt tanulmányi, szociodemográfiai és munkaerőpiaci tényezőt tartalmazó 60,9%-os magyarázóerejű modell esélyhányadosa alapján az állami ösztöndíjas alapképzést végzett hallgatók 1,364-szer nagyobb eséllyel választják a mesterképzésen történő továbbtanulást, mint azok, akik költségtérítéses formában szerezték meg alapképzéses diplomájukat.

*5.1 Hasznosíthatóság, kutatás korlátai*

Úgy vélem a kutatás eredményei elsősorban az országos és egyetemi szintű oktatási döntéshozók számára lehetnek hasznosak, az állami finanszírozott és önköltséges hallgatók létszámának meghatározásakor, valamint a szakkínálat, vagy az intézményben elérhető ösztöndíjak rendszerének kialakításakor, hiszen ezek mentén (is) alakítható az alapképzést végzettek továbbtanulási aránya, és így az országosan vagy adott intézményben mesterképzést végzők száma. Emellett úgy vélem a hallgatók számára is lényeges lehet, hogy a továbbtanulás és munkaerőpiaci kilépés közötti döntés során végig gondolják és azonosítsák azokat a tényezőket, amelyek lényegesek a döntés kimenetele szempontjából.
Jelen kutatás korlátját képezi, hogy a Frissdiplomások adatbázis egy 15-20%-os válaszadási arányú adatbázis, tehát a végzett hallgatók 15-20%-a került be az elemzésbe, érdemes lehet ugyanezen kérdéseket megvizsgálni egy magasabb találati arányú adatbázis adatain keresztül is, valamint akár tudományterületenkénti, vagy munkarend szerinti bontásban.

**Irodalomjegyzék**


[1.] Becker G. S. Human capital A theoretical and empirical analysis, with special reference toeducation (3rd ed.). The University of Chicago Press. 1993
[2.] Csik V.: Orbán Viktor: olyan egyetemfejlesztési program indul, mint még soha. 2021 Letöltve 2021 október 24-én, az Eduline weboldalról: https://eduline.hu/felsooktatas/20210129_orban_viktor_egyetemi_tamogatasok
[3.] Diplomántúl.hu: Frissdiplomás kutatás. 2021 Letöltve 2021. október 29-én a Diplomántúl weboldalról: https://www.diplomantul.hu/frissdiplomas-kutatas
[4.] Germán Gy.: Pro és kontra a magyar felsőoktatás modellváltásáról. 2021 Letöltve 2021. november 18-án: https://www.goethe.de/ins/hu/hu/kul/mag/22117713.html
[5.] Gyulavári T.–Mitev A. Z.–Neulinger Á.–Neumann-Bódi E.–Simon J.–Szűcs K.: A marketingkutatás alapjai. 2017 Budapest, Akadémiai Kiadó.
[6.] Hauschildt K. - Gwosc C. – Schimrer H. – Froukje W.: Social and Economic Conditions of Student Life in Europe, EUROSTUDENT VII Synopsis of Indicators 2018–2021. 2021 Letöltve 2021 november 20-án, az Eurostudent weboldaláról: https://www.eurostudent.eu/download_files/documents/EUROSTUDENT_VII_Synopsis_of_Indicators.pdf
[7.] KSH: A költségvetési intézmények oktatási kiadásai [folyó áron, millió forint]. 2022 Letöltve 2022. június 20-án a KSH weboldaláról: https://www.ksh.hu/stadat_files/okt/hu/okt0002.html

[8.] Komócsin S.: Itt vannak az idei albérletárak. 2021 Letöltve 2021. január 3-án: https://www.napi.hu/ingatlan/alberleti-arak-ingatlan-2021-budapest-videk.733140.html
[9.] OECD: The Well-being of Nations: *The Role of Human and Social Capital*, 2001. Paris.
[10.] Papp Zs.: Ezermilliárdok a gazdaság újraindítására – vagy szavazatvásárlásra. 2021 Letöltve 2021. október 31-én a Népszava weboldaláról: https://nepszava.hu/3118581_ezermilliardok-a-gazdasag-ujrainditasara--vagy-szavazatvasarlasra
[11.] Pindyck, R. S., - Rubinfeld, D. L.: Microeconomics (9th). 2018 Pearson.
[12.] Polónyi I. (2012): A hazai felsőoktatás állami finanszírozásának története, 1990-2011 InTemesi József (szerk.) Felsőoktatás-finanszírozás, 199-249. o.
[13.] Portfolio: Újabb 10 egyetemen indulhat a modellváltás, az összes hallgató 70%-át érintik szeptembertől a változások. 2021 Letöltve 2021. november 18-án a Portfolio weboldalról: https://www.portfolio.hu/gazdasag/20210401/ujabb-10-egyetemen-indulhat-a-modellvaltas-az-osszes-hallgato-70-at-erintik-szeptembertol-a-valtozasok-476768#
[14.] Sajtos L. – Mitev A.: SPSS kutatási és adatelemzési kézikönyv. Budapest, Alinea Kiadó. 2007
[15.] Schultz T. W.: Investment in Human Capital. The American Economic Review, Vol. 51. 1961
[16.] Schultz, W. T.: Beruházás az emberi tőkébe. Budapest, KJK. 1983
[17.] SPSSABC.hu: Khi négyzet próba jelentése és alkalmazása az SPSS-ben. 2021 Letöltve 2021. november 1-én az SPSSABC weboldalról: https://spssabc.hu/ketvaltozos-elemzes/khi-negyzet-proba/ 2021.11.01.
[18.] SPSSABC.hu: Logisztikus regresszió. 2021 Letöltve 2021. november 1-én az SPSSABC weboldalról: https://spssabc.hu/tobbvaltozos-elemzes/regresszio/logisztikus-regresszio/
[19.] Thurow L. C.: Investment in Human Capital, Wadsworth Publishing Company, Belmont 1970
[20.] T. Kiss J.: A humán tőke statisztikai mérhetősége, Statisztikai Szemle, 90. évfolyam 1. szám 2012
[21.] Török Imre: Finanszírozás a felsőoktatásban, Educatio 1998/1, pp. 90-95. 1998
[22.] Varga J.: Oktatás-gazdaságtan, Budapest, Közgazdasági Szemle Alapítvány 1998
[23.] Varian, H. R.: Intermediate microeconomics: A modern approach / Hal R. Varian, University of California at Berkley (Ninth edition, International students edition). W.W.
[24.] Norton & Company. 2014
[25.] Veroszta Zs.: A magyarországi diplomás pályakövetési rendszer kiépülése és eredményei In: Kováts G.-Temesi J. A magyar felsőoktatás egy évtizede, NFKK Kötetek 2. pp. 202-212. 2018

**Lektorálta:** Dr. Sipos Norbert, adjunktus, Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar

# ENERGIAFÜGGŐSÉG AZ OROSZ-UKRÁN HÁBORÚ ÁRNYÉKÁBAN

**Bihari Péter**
*Miskolci Egyetem, doktorandusz, bpeti7@gmail.com*

**Absztrakt**
Dolgozatom aktualitását a jelenleg kialakult nemzetközi helyzet, az orosz-ukrán konfliktus adja, melynek következtében az EU és a NATO tagállamok több szankciós csomaggal is büntették Oroszországot. Az eddig meghozott intézkedések mellett napi szinten felmerül a kérdés a döntéshozók körében, hogy szankcionálják-e, és ha igen, akkor milyen mértékben, az Oroszországból importált energiahordozókat, ezek közül is főleg a földgázt és a kőolajat. Az Egyesült Államok viszonylag gyors döntést hozott a téma kapcsán, hiszen március 8-án bejelentették, hogy megszűntetik a fent említett termékek importját Oroszországból, ez azonban nem fog jelentős gazdasági sokkot okozni számukra, hiszen ezeknek a nyersanyagoknak a nagy részét más országokból szerzik be (főleg Kanadából). Ezzel szemben az egységes EU-s álláspont kialakítása, már jóval komolyabb feladatnak tűnik, ami főleg annak köszönhető, hogy ez EU gázfogyasztásának nagyrészét, körülbelül 90 %-át importálja, melynek 40%-át Oroszországból szerzi be, de hasonlóan magas arányokat láthatunk az olaj (27%) és a szénimport (46%) tekintetében is.
Hasonló arányokat láthatunk Magyarország kapcsán is, hiszen a 2016-2020-as időszakot vizsgálva azt láthatjuk, hogy a földgáz felhasználás 55%-a érkezett Oroszországból, melynek megszűnése jelentősen érintené az ország gazdasági eredményeit. Természetesen egy ilyen helyzetben célszerű lehet alternatív megoldások keresése, azonban az infrastrukturális követelmények miatt a lehetőségek köre viszonylag korlátozottnak mondható rövidtávon.
Kutatásomban főleg szekunder adatok felhasználásával szeretném részletesen bemutatni, hogy milyen mértékben épül az európai országok és ezen belül is főleg Magyarország gazdasága a keletről importált földgázra, milyen infrastrukturális hiányosságok tapasztalhatóak, amelyek miatt az alternatív beszerzési források nem jelenthetnek rövidtávú megoldást, illetve hogy hosszú távon milyen lehetőségek kínálkoznak a függőség csökkentésére.

***Kulcsszavak**: fosszilis energiahordozók, energiafüggőség, orosz-ukrán konfliktus, szankciók*

## 1. Miért kell a gazdaságnak kőolaj, földgáz és szén

Fosszilis tüzelőanyagoknak nevezzük azokat a természetes energiahordozókat (bányászott szenet, ként, kőolajat és földgázt), amelyek, állati vagy növényi maradványok bomlási folyamatának eredményeként jöttek létre. Felhasználásuk első sorban az ipar és az erőművek területén jelentős, ugyanis elégetésükkel energiát tudunk generálni [1]. Ezek az anyagok láthatatlanul férkőztek be a mindennapjainkba és mára már a közlekedésünk 90%-át is ezek az energiahordozók hajtják. Tekintettel arra, hogy kialakulásukhoz évmilliókra és speciális geológiai körülményekre van szükség, belátható, hogy csak korlátozott mennyiségben állnak rendelkezésre. Ezeknek a nyersanyagoknak a kitermelése általában harang alakú görbét szokott leírni, ami azt jelenti, hogy ha egyszer elértük a tetőzést, akkor onnantól már nagyon nehéz megfordítani a trendet, már csak azért is, mert egyre nehezebben tudunk hozzáférni a megmaradt készletekhez [2]. A szakemberek szerint a kőolaj kitermelés a csúcspontját 2015-ben érte el, a földgáz termelés 2035-ben, míg a szénkitermelés esetén a jelenlegi trendeket figyelembe véve 2052-ben érjük majd el a tetőzést [3]. További problémát jelent, hogy a rendelkezésre álló készletek nagy részét, már a 20. század elején felfedeztük, ezáltal kicsi a valószínűsége annak, hogy valahol jelentős, új készletekre bukkanjunk. Ennek megfelelően a

jelenlegi készleteket és fogyasztási adatokat figyelembe véve megállapíthatjuk, hogy néhány évtizeden belül ki fognak merülni ezek az erőforrások.

**1. táblázat: Jelenlegi ismereteink alapján rendelkezésre álló fosszilis készletek [4]**

| | Kőolaj | Földgáz | Szén |
|---|---|---|---|
| **Rendelkezésre álló készletek** | 1 650 585 140 000 (hordó) | 1 153 820 000 000 (BOE)[1] | 5 458 633 478 739 (BOE) |
| **Éves fogyasztás** | 35 442 913 090 (hordó) | 22 048 000 000 (BOE) | 41 015 519 747 (BOE) |
| **Napi fogyasztás** | 97 103 871 (hordó) | 60 000 000 (BOE) | 112 371 287 (BOE) |
| **Kifogyásának várható időpontja** | **2069** | **2074** | **2155** |

Forrás: Saját szerkesztés Worldometers (2022) adatai alapján

Tovább nehezíti a helyzetet, hogy ezek a nyersanyagok nem egyenlő mértékben érhetőek el a világ minden pontján, hanem a készletek nagyrészével mindössze néhány ország rendelkezik.

**2. táblázat: A legnagyobb fosszilis készletekkel rendelkező országok részesedése a világ összes készletének százalékában 2020 [5]**

| Legnagyobb készletekkel rendelkező országok | Kőolaj (total készlet százalékában) | Földgáz (total készlet százalékában) | Szén (total készlet százalékában) |
|---|---|---|---|
| **1.** | Venezuela 17,5% | Oroszország 19,9% | USA 23,2% |
| **2.** | Szaúd-Arábia 17,2% | Irán 17,1% | Oroszország 15,1% |
| **3.** | Kanada 9,7% | Qatar 13,1% | Ausztrália 14,0% |
| **4.** | Irán 9,1% | Türkmenisztán 7,2% | Kína 13,3% |
| **5.** | Irak 8,4% | USA 6,7% | India 10,3% |

Forrás: Saját szerkesztés Brithish Petroleum (2021) alapján

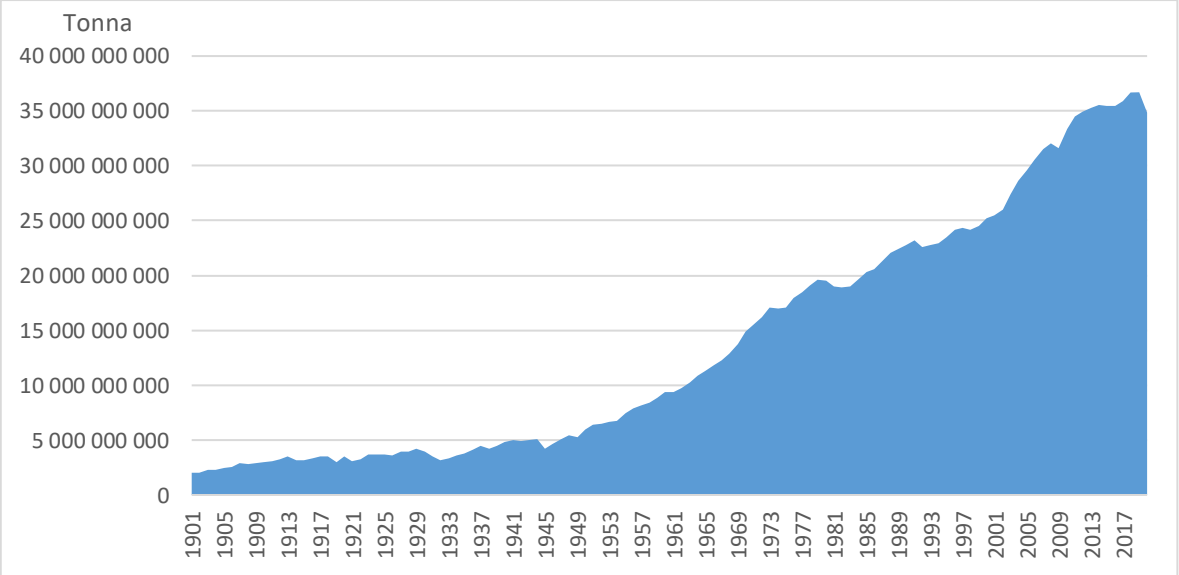
A 2. táblázatban látható, hogy az 5 legnagyobb készletekkel rendelkező ország a világ kőolaj készletének 61,9%-át, földgáz készletének 64%-át, szén készletének pedig 75,9%-át birtokolja. Ebből adódóan a készletekkel nem rendelkező országoknak (például EU) importból kell fedezniük a gazdaság működtetéséhez nélkülözhetetlen igényeiket.
Ez alapján belátható, hogy néhány évtized múlva el fog fogyni a jelenlegi gazdaságot működtető üzemanyag nagyrésze, amikor is az emberiség végképp kényszerhelyzetbe kerül majd, hogy valamilyen alternatív erőforrást találjon.

[1] Barrel of oil equivalent – hordóban kifejezett olajegyenérték.

Azonban a fosszilis üzemanyagoknak egy másik nagy hátránya is van, méghozzá az, hogy elégetésükkel szén-dioxid kerül a légkörbe. Ennek az a jelentősége, hogy a szén-dioxid a légkörbe kerülve, a napból érkező hőt átereszti, a Föld felszínéről visszaverődő hőt viszont a légkörben tartja, ezáltal üvegházhatást okoz.

Sajnálatos módon az utóbbi 250 évben a levegő szén-dioxid szintje mintegy 50%-kal nőtt az atmoszférában, ami az átlaghőmérséklet 1°C-os növekedését eredményezte, ám a trend továbbra is töretlen maradt. Bolygónk 4,5 milliárd éves története során többször is előfordult már, hogy az átlaghőmérséklet hosszabb-rövidebb időre kismértékben megváltozott, azonban néhány év, vagy évtized alatt ez mindig visszakonvergált az eredeti állapotra, szemben a mostani esettel.

Tudósok becslése alapján a 21. század végére (jelenlegi kibocsátási tendenciákat alapul véve), akár 3-5°C-kal is növekedhet a Föld átlaghőmérséklete, ami beláthatatlan következményekkel járna. Megolvadnának az északi- és déli sarki jégtakarók, megemelkedne a tengerszint és a kiszámíthatatlan, zord időjárási viszonyok mindennapossá válnának [6].

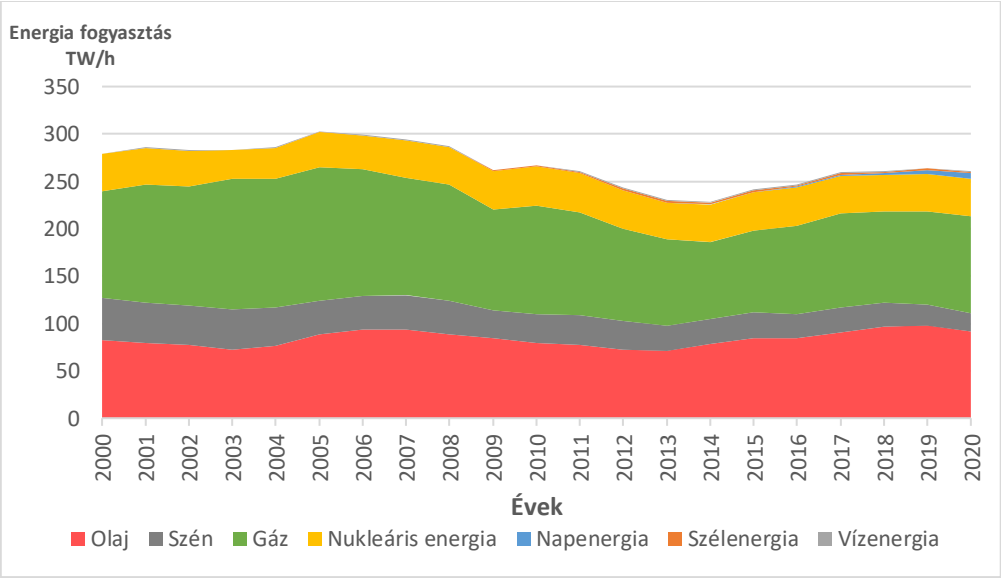



**1. ábra: Évenkénti szén-dioxid kibocsátás mértéke 1900-2017 [7]**
Forrás: Saját szerkesztés OurWorldinData(2022) adatai alapján

Ahogy az 1. ábrán is láthatjuk, az elmúlt 120 évben mintegy hússzorosára nőt a fosszilis nyersanyagok elégetése következtében az évente a légkörbe kerülő szén-dioxid mennyisége. Ez egyrészt annak köszönhető, hogy a világ szinten minden országában az tapasztalható, hogy egyre nagyobb a gazdaság és a lakosság energia igénye, másrészt pedig annak, hogy a fejlődő országok számára egyszerű és relatíve olcsó megoldást kínálnak ezek az erőforrások.

## 2. Az EU és Magyarország energia-mixe

Az Európai Unió, hasonlóan a Föld többi országához, energiafelhasználásának jelentős részét fosszilis energiahordozók elégetésével állítja elő. Habár az elmúlt 20 évben jelentős figyelmet szentelt a megújuló energiaforrások elterjedésének, jól látható, hogy a közösség energiaigényének nagy részét továbbra is fosszilis energiahordozók adják.

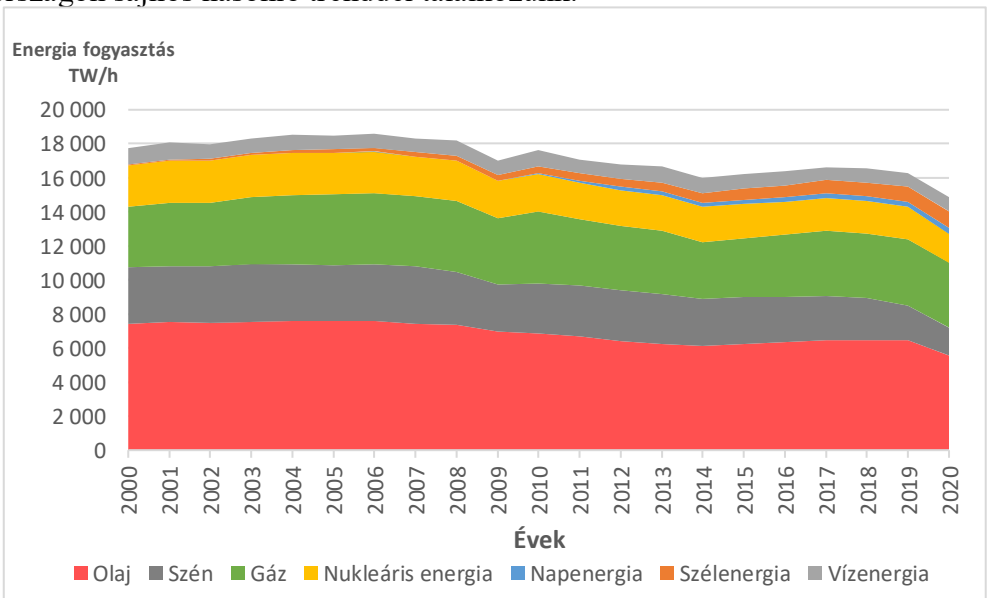



**2. ábra: Az Európai Unió energia fogyasztása a felhasznált energiahordozók alapján 2000-2020 [8]**

Forrás: Saját szerkesztés OurWorldInData (2022) adatai alapján

A kőolaj aránya, habár csökkenni tudott 5%-kal, továbbra is jelentős maradt, és a maga 37%-val továbbra is piacvezető. Ami arányaiban a legnagyobb csökkenést mutatja, az a szénből nyert energia volt, ugyanis ennek részaránya 18%-ról 11%-ra esett vissza, köszönhetően a szénerőművek bezárásának [9]. Ahol pozitív elmozdulás tapasztalható, az a földgáz volt (20%-ról 25%-ra) illetve a szélenergia (0%-ról 6%-ra). Ezzel egyidőben a napenergia és a biomasszából előállított energia aránya is nagyobb lett, azonban a 20 év alatti 2%-os változás nem tekinthető jelentősnek.

Természetesen ez az arány akár jelentősen eltérhet az egyes tagállamok között, azonban Magyarországon sajnos hasonló trenddel találkozunk.



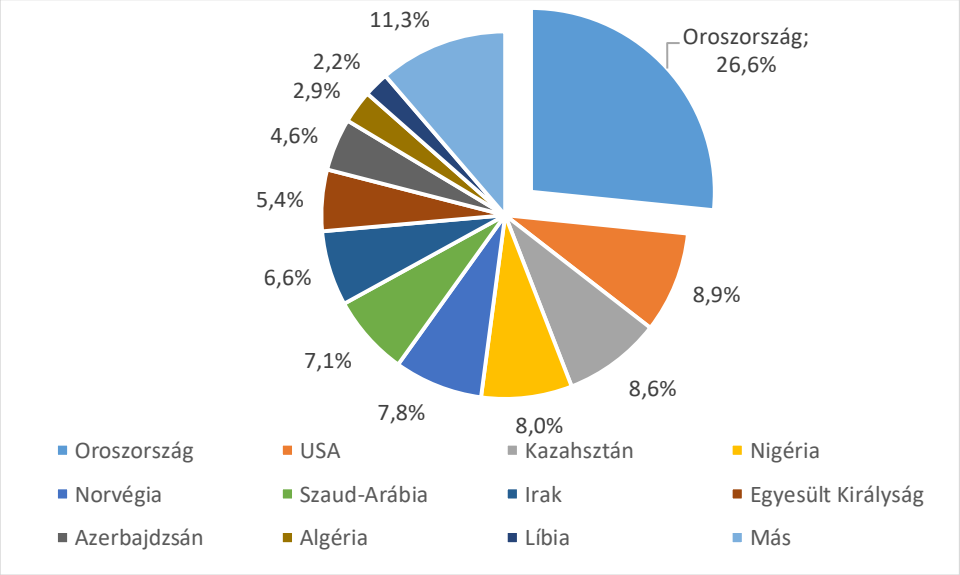

**3. ábra: Magyarország energiafogyasztása a felhasznált energiahordozók alapján 2000-2020 [8]**

Forrás: Saját szerkesztés OurWorldInData (2022) adatai alapján

Ahogy az a 3. ábrán látható, a szénfelhasználás aránya mutat egy jelentősebb visszaesést, 16%-ról 8%-ra, azonban az itt megnyert energiának csak egy minimális része az, ami megújuló energiaforrásokra tevődött át (napenergia 0%-ról 2%-ra, illetve szélenergia és biomassza 0%-ról 1%-ra). Ezzel szemben növekedni tudott a kőolaj részaránya 29%-ról 35%-ra, illetve továbbra is kimagasló a földgáz részaránya, ami az energia-mix 39%-át jelenti.

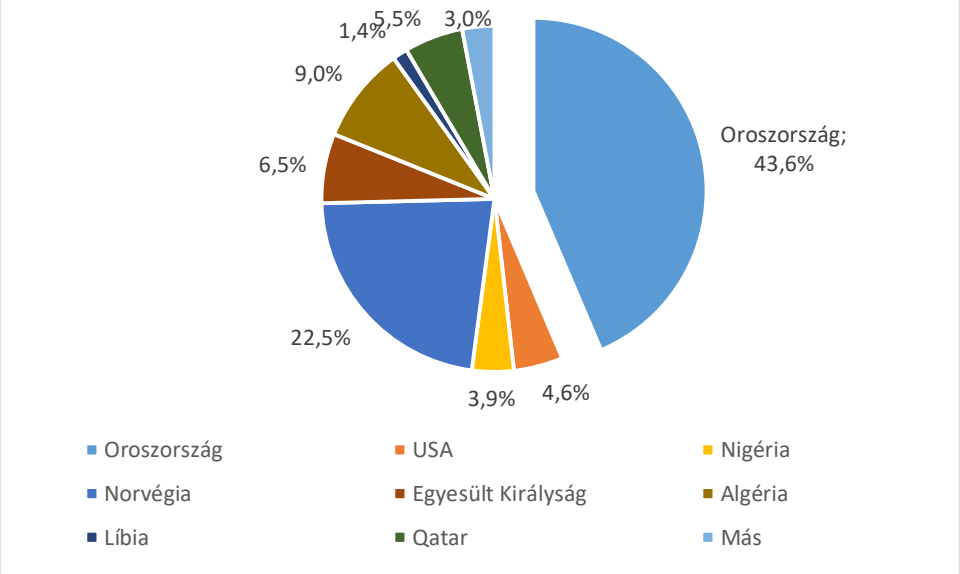
## 3. Orosz energiafüggőség és lehetséges alternatívák

Az energiakereskedelem, egy a hidegháború időszaka óta fennálló partnerségi viszony az EU és Oroszország között. A fejlődő nyugat számára kiemelt fontosságú volt a gazdaság és a lakosság energiaellátásának a biztosítása, míg Oroszország oldaláról pedig a rendelkezésre álló hatalmas fosszilis készletekben rejlő potenciál kiaknázása volt a cél, amely a 2000-es évek közepéig egy jólműködő, pozitív példa volt az együttműködésre. A tendencia a 2006 és 2009-es orosz-ukrán gáz tranzit válság kapcsán kezdett megfordulni, amikor néhány napra átmenetileg le is állt a teljes szállítás orosz részről [10].
A partnerségi viszony az utolsó évtizedben már nem volt zökkenőmentes, ennek megfelelően az EU igyekezett kitettségét csökkenteni az orosz kőolajjal és földgázzal szemben, azonban ahogy az alábbi ábrán is látható, jelentős sikereket nem sikerült elérni a téma kapcsán.




**4. ábra: Kőolaj import megoszlása az EU-ban a beszállító partnerek alapján 2020-ban [11]**

Forrás: Saját szerkesztés Eurostat (2021) adatok alapján




**5. ábra: Földgáz import megoszlása az EU-ban a beszállító partnerek alapján 2020-ban [11]**

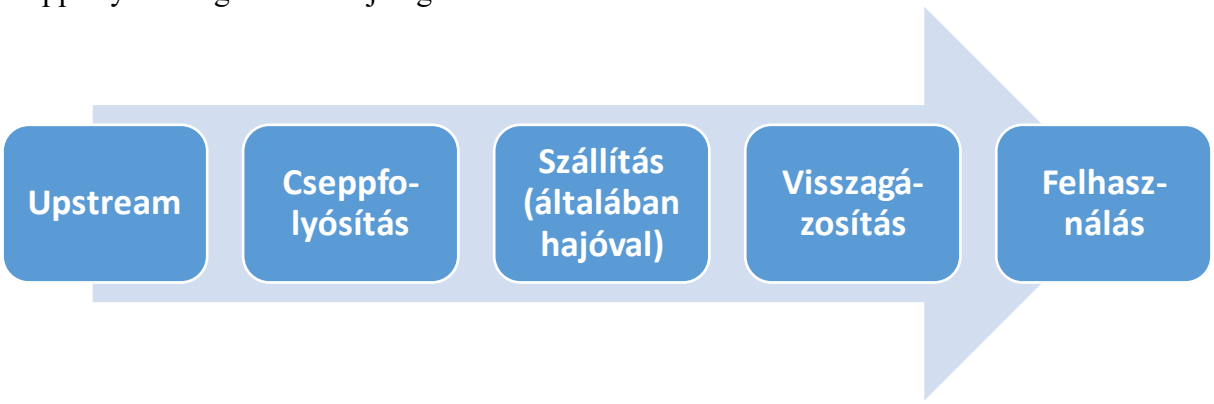
Forrás: Saját szerkesztés Eurostat (2021) adatok alapján

Ahogy az a 4. és 5. ábrán is látható, az EU importjának 2020-ban még mindig több mint 40%-át tette ki az Oroszországból érkező földgáz, és 26%-át a kőolaj. Jelentősen az elmúlt évben sem csökkentek ezek az arányok és becslések szerint a fosszilis nyersanyagok értékesítéséből az orosz gazdaságnak tavaly 150 milliárd dollár bevétele származott [12].
Az orosz-ukrán háború következtében az EU álláspontja nem változott, sőt méginkább felerősödtek azok a hangok, amelyek szerint csökkenteni kell a gazdaság kitettségét az Oroszországból érkező fosszilis energiahordozókkal szemben. Már csak azért is szükség lenne erre, mert több szankciós csomag is életbe lépett Oroszország ellen, ami hosszútávon éreztetni fogja a hatását az ország fejlődését illetően, rövidtávon viszont nem bizonyultak elégségesnek ahhoz, hogy az orosz gazdaságot összeroppantsák és ezáltal finanszírozhatatlanná váljon a háború. Fontos kiemelni azt is, hogy míg a háború előtt 44 dolláros hordónkénti olaj árral számolhatott az eurázsiai ország, addig most, május végén már 120 dollár feletti az árfolyam [13].

A kőolaj tekintetében hosszú egyeztetéseket követően végül május 30-án sikerült az EU-nak egyezségre jutnia a szankciók kapcsán. Ennek megfelelően a cél az, hogy 2022 év végére leállítsák az Oroszországból az Unióba érkező kőolaj importot, mely alól egyelőre csak a csővezetéken keresztül érkező olaj jelent kivételt, ami főleg Magyarországot, Szlovákiát és Csehországot érinti. A jelenlegi korlátozások az orosz kőolaj import 90%-ra terjednek ki, azonban fontos látni, hogy az előbb említett országok nem határosak tengerrel, így amennyiben a vezetékes kőolajra is korlátozásokat, vagy emelt adót vezetnének be, úgy roppant körülményes lenne számukra a kieső mennyiségek pótlása [14].

A földgáz tekintetében sokkal nagyobb az EU kiszolgáltatottsága Oroszország felé, mint a kőolaj esetében, ennek ellenére a szankcionálás kérdése szinte nap mint nap felmerül a döntéshozók körében. Éppen ezért, a rendelkezésre álló limitált beszerzési források miatt, egy esetleges import szabályozás és a kieső mennyiségek pótlása sokkal nagyobb terhet róna a tagállamokra, mint más energiahordozók esetében. Mivel a földgázszállítási lehetőségek sokkal kevésbé diverzek a földrajzi és technikai adottságoknak köszönhetően, illetve mivel az országok politikai érdekei is jelentősen eltérhetnek, emiatt egy újabb szankciós csomag bevezetése eltérő hatással lenne a különböző tagállamokra [15] [16] [17].

Az Ibériai-félszigeten találhatóak például az EU legnagyobb LNG termináljai, ahol a beérkező cseppfolyós földgázt átalakítják gázneműre.




**6. ábra: LNG ellátási lánc [18]**
Forrás: Saját szerkesztés McWilliams (2022) alapján

Jelenleg átlagosan havi 40 TWh az import mennyiség, amelyből a régió körülbelül 30 TWh-át fel is használ, de a legnagyobb problémát a többlet gáz továbbítása jelenti, hiszen a jelenlegi gázvezetékekkel mindössze havi 5 TWh szállítása megoldható, ami EU szinten nem tekinthető jelentős mennyiségnek. Természetesen az igény már jóval korábban megjelent (Madrid Declaration, 2015), hogy az országok kezdjék el az elektromos hálózataik összekapcsolását, amivel kapcsolatban az EU-s irányelv a kapacitások 15%-ának lefedése lenne, de ez csak ajánlásként fogalmazódott meg és csak az elektromos hálózatokra vonatkozik a földgáz vezetékekre nem. [20]
A Franciaországba érkező földgáz ugyan gáznemű, azonban minőségében eltér az Oroszországból érkező gáztól (alacsonyabb a fűtőértéke), ami miatt más infrastrukturális követelményeknek kell a gázrendszernek megfelelnie. További probléma még, hogy a Közép- és Kelet-Európát behálózó vezetékek arra lettek tervezve, hogy importot fogadjanak, azaz a gáz keletről nyugatra áramoljon rajta, nem pedig fordítva, így jelentős átalakítások nélkül nincsen lehetőség arra, hogy ez megváltozzon.
Azonban a gazdasági és technikai különbözőségek mellett nem szabad figyelmen kívül hagynunk a politikai érdekeket sem. Még ha technikailag meg is lehetne oldani az országok hálózatainak teljes összekapcsolását, ha összességében nem lenne elengedő az import energiahordozók mennyisége az egész közösség igényeinek a lefedésére, akkor egyes országok csakugyan kiszolgáltatottá válnának, hiszen a nemzeti érdek nagy valószínűséggel felülírná az egyenlő osztozkodás elvét.
Jelenleg Oroszországból éves szinten mintegy 1700 TWh földgáz import érkezik, egy esetleges szankcionálás esetén ezt a mennyiséget kellene pótolniuk a tagállamoknak. Technikailag ez nem tűnik lehetetlennek. A jelenlegi LNG kapacitásoknak körülbelül mintegy 40%-át használja ki az EU, így itt lehetőség lenne 1100 TWh-val (ez a szám a valóságban valószínűleg egy kicsit alacsonyabb lenne, hiszen technológiailag nem célszerű folyamatosan 100%-on működtetni az infrastruktúrát), növelni az importot, ha az ellátási lánc többi szereplője is alkalmas kapacitásainak a bővítésére. Ezen kívül gázvezetékeken keresztül egyéb országokból további 650 TWh-val (Észak-Afrika 400 TWh, Azerbajdzsán 50 TWh, Norvégia 200 TWh,) kellene növelni a behozott mennyiségeket, annak érdekében, hogy teljes mértékben ki tudjuk váltani az orosz importot [20].
Ennek a szcenáriónak azonban kicsi a valószínűsége az alábbi problémák miatt:

- Az LNG ellátási lánc folyamatában már most is vannak olyan területek, ahol a jelenlegi kapacitások 100%-a ki van használva, emiatt nincs lehetőség az áteresztőképesség

növelésére (ilyen például a termelés upstream része, a földgáz cseppfolyósítása, valamint szállítása Európába).

- A világ LNG kapacitásainak nagyrésze hosszútávú szerződések keretében le van kötve főleg ázsiai és amerikai országok számára, így nem érdeke az előállítóknak sem felrúgni ezeket a szerződéseket azért, hogy rövidtávon kisegítsék Európát. (20-25 éves szerződések számítanak standardnek az LNG piacon, hiszen csak így éri meg a beruházási költségeket befektetni.)
- A megnövekedett LNG kereslet hatására az árak drasztikus emelkedésnek indulnának, ami rontaná az Unió versenyképességét.
- Illetve, ahogy korábban kiemeltem, az infrastrukturális adottságok nem arra lettek kialakítva, hogy egész Közép- és Kelet-Európát nyugatról érkező gázzal lássák el [20].

A kínálati oldal lehetőségeinek feltárása után, természetesen érdemes néhány szót ejteni a keresleti oldalról is.

**3. táblázat: A földgáz felhasználás lehetséges módjai és a kereslet rövidtávú csökkentésének a lehetőségei [20]**

| Mire használjuk a földgázt? | Hogyan lehetséges a földgáz iránti kereslet csökkentése rövidtávon? |
|---|---|
| **Elektromosság előállításához** | A gázellátású erőművek átállításával kőolaj tüzelésűre<br><br>A szénerőművek újbóli beindításával<br><br>A megújuló energiaforrások terjedésének gyorsításával |
| **Ipari termeléshez** | Rövidtávú megoldásként itt egyedül a kereslet csökkenése lehet opció, amelynek jelei már mutatkoznak is az energiaintenzív iparágakban a magas ár miatt (alumínium gyártás, szilikon gyártás, műtrágya előállítás, vegyipar) |
| **Lakossági fűtés biztosítására** | Ezen a területen az energiahatékonyság javítása lehetne reális opció (nyílászárók cseréje, szigetelés), azonban a beruházási költségek és a rendelkezésre álló szakember állomány miatt, itt rövidtávon nem lehet jelentős változásokat elérni.<br><br>Illetve mérlegelendő a lakosság ösztönzése arra, hogy az előző évekhez képest kevesebbet fogyasszanak, csavarják egy picivel lentebb a termosztátokat, vagy DIY módszerekkel javítsák az ajtók, ablakok hatékonyságát. |

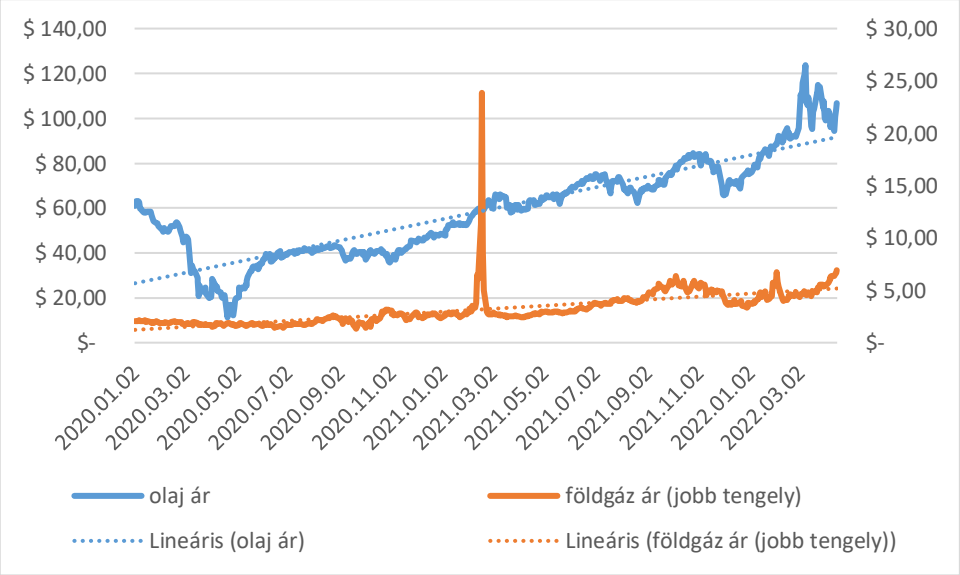
Forrás: Saját szerkesztés McWilliams et. al. (2022) adatai alapján

A 3. táblázatból látható, hogy a fent említett 3 felhasználási mód mindegyikénél csökkenthető a kereslet, amennyiben megtörténik a politikai, gazdasági elköteleződés az adott pont iránt, azonban érdemes átgondolni, hogy az egyes pontok kapcsán milyen élettani, vagy környezeti hatásokat fogunk majd tapasztalni (megfázások számának esetleges növekedése a lakosság

körében az alacsonyabb hőmérséklet miatt, vagy esetleg az üvegházhatás folyamatának felgyorsulása a széntüzelésű erőművek újraindítása miatt).
Ami viszont biztosan kiszámíthatatlan és jelentősen befolyásolja a kereslet alakulását az időjárás, amely hidegebb tél esetén akár 30%-kal is növelheti a földgáz iránti keresletet [18].

## 4. A világpiaci ár alakulása

Az elmúlt hónapok eseményei jelentős hatással volt a világpiaci árak alakulására.




5. **ábra: Az olaj és a földgáz árának alakulása 2020-2022 [21]**
Forrás: Saját szerkesztés Macrotrends (2022) adatai alapján

Jelenleg mind a kőolaj, mind pedig a földgáz piacon az árak emelkedő tendenciát mutatnak az orosz-ukrán konfliktus miatt. Ennek hatására egy patthelyzet alakul ki a földgáz piacon, hiszen Európának már nyáron el kellene kezdenie feltöltenie a tárolóit a 2022-es télre, ha azonban ezt nem tesszük meg, akkor nem biztos, hogy ki fogjuk tudni szolgálni a fogyasztókat a hideg idő beköszöntével. Viszont a kapacitások feltöltésének is megvannak a hátulütői, hiszen ha esetleg ősszel Oroszország elárasztja a világpiacot a plusz készletekkel és beszakad az ár, akkor óriási összegeket fognak veszíteni a szolgáltatók. A jelenlegi világpiaci árakat figyelembe véve 700 TWh tárolókapacitás feltöltéséhez, 70 milliárd euróra lenne szükség a tavalyi hasonló időszaki 12 milliárd eurónyi árhoz képest [20].
Ráadásul az EU-s szankciókra reagálva, Oroszország az, aki elkezdte több Európai ország felé csökkenteni az exportot, még azelőtt, hogy esetleg a közösség kitalált volna valamilyen alternatív megoldást az igények kielégítésére [22].

## 6. Összefoglalás

Az elmúlt hónapok háborús eseményei jelentősen átalakították az energiaszektor működését, ami nagymértékben hatott a gazdaság működésére is (pl: energiaigényes szektorok leállása, vagy az infláció emelkedése az EU tagállamaiban). A jelenlegi helyzet lehetőséget biztosít arra, hogy hosszútávon felgyorsítsa a megújuló energiaforrások elterjedését, azonban rövidtávon komoly kihívásokat jelentenek a társadalom széles rétegei számára. A külpolitikai helyzetet figyelemmel kísérve biztosak lehetünk abban, hogy a következő hónapokban nem számíthatunk sem a háború befejezésére, sem pedig az energiahordozók árainak a mérséklődésére, így olyan

stratégiákat kell kidolgozni, melynek hatására a lehető legkisebb mértékben sérül a gazdaság működése és ezáltal a közösség versenyképessége.

## 7. Hivatkozások


[1.] Magyar Nemzeti Bank, 2022: Tüzelőanyagok a háztartásban, Letöltve: 2022.04.24 https://www.mnb.hu/fogyasztovedelem/csaladi-zold-penzugyek/zold-gazdalkodas-otthon/haztartas/tuzeloanyagok-a-haztartasban

[2.] Leggett, J. 2008: A fele elfogyott: Olaj, gáz, forró levegő és a globális energiaválság, Typotex Kiadó, Budapest

[3.] Sovacool, B. K. 2016: How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions, Energy Research and Social Science, Vol 13. p. 202-215

[4.] Worldometers honlap, 2022: Fossil fuels left on the world, Letöltve: 2022.05.03. https://www.worldometers.info/energy/

[5.] British Petroleum, 2021: Statistical Review of World Energy, 70th edition, Letöltve: 2022.05.03. https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf

[6.] Föld Napja Alapítvány, 2021: Éghajlatváltozás VS Klímaválság Letöltve: 2022.05.03. http://fna.hu/vilagfigyelo/eghajlatvaltozas

[7.] Our World in Data, 2022: $CO_2$ and Greenhouse Gas Emissions, Letöltve: 2022.05.02 https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions

[8.] Our World in Data, 2022: Hungary: Energy Country Profile, Letöltve: 2022.05.02 https://ourworldindata.org/energy/country/hungary

[9.] Horváth, Á. – Takácsné Papp, A. – Bihari, P. 2022: Coal-fired Power Plants in the Crossfire of the European Union's Energy and Climate Policy, Taylor and Francis Group, Vol. 1, p. 147-158

[10.] Siddi, M. 2020: EU-Russia Energy Relations, Handbook of Energy Governance in Europe Letöltve: 2022.04.24. https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-73526-9_54-1

[11.] Eurostat, 2021: EU imports of energy products - recent developments Letöltve: 2022.04.24. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=EU_imports_of_energy_products_-_recent_developments#Overview

[12.] Miniszewski, M. 2022: Could the EU survive without Russian energy imports? Letöltve: 2022.04.25. https://blogs.lse.ac.uk/europpblog/2022/04/13/could-the-eu-survive-without-russian-energy-imports/

[13.] Guntram, W. B. 2022: The EU without Russian oil and gas Letöltve: 2022.04.25. https://www.bruegel.org/2022/04/the-eu-without-russian-oil-and-gas/

[14.] BBC, 2022: Russian oil: EU agrees compromise deal on banning imports, Letöltve: 2022.06.12 https://www.bbc.com/news/world-europe-61638860

[15.] Zachmann, G. – Sgaravatti, G. – McWilliams, B. 2021: European natural gas imports Letöltve: 2022.04.26. https://www.bruegel.org/publications/datasets/european-natural-gas-imports/

[16.] Horton, J. – Palumbo, D. – Bowler, T. 2022: How reliant is the world on Russia for oil and gas?
Letöltve: 2022.04.25. https://www.bbc.com/news/58888451
[17.] Krukowska, E. 2022: Europe Can Endure Painful Transition to Live Without Russian Oil
Letöltve: 2022.04.25. https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-03-16/europe-can-endure-painful-transition-to-live-without-russian-oil
[18.] McWilliams, B. – Sgaravatti, G. – Tagliapietra, S. - Zachmann, G. 2022: Preparing for the first winter without Russian gas,
Letöltve: 2022.04.25. https://www.bruegel.org/2022/02/preparing-for-the-first-winter-without-russian-gas/
[19.] Európai Bizottság, 2018: Integration of the Iberian Peninsula into the internal energy market, Memo, Brüsszel,
Letöltve: 2022.04.24. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_18_4622
[20.] McWilliams, B. – Sgaravatti, G. – Tagliapietra, S. - Zachmann, G. 2022a: Can Europe survive painlessly without Russian gas?
Letöltve: 2022.04.25
https://www.bruegel.org/2022/01/can-europe-survive-painlessly-without-russian-gas/
[21.] Macrotrends honlap, 2022: Natural Gas Prices - Historical Chart https://www.macrotrends.net/2478/natural-gas-prices-historical-chart
[22.] Wehrmann, B. 2022: What happens if Russia's gas supplies to Germany are cut? Letöltve: 2022.06.18. https://www.cleanenergywire.org/factsheets/what-happens-if-russias-gas-supplies-germany-are-cut

**Lektorálta:** Dr. Horváth Ágnes, Egyetemi docens, Miskolci Egyetem

# FINDING JUSTICE IN LOW-CARBON ENERGY TRANSITION INVESTMENT PROJECTS—CONTEXT OF DEVELOPING COUNTRIES

**DaSeul Kim**
*Corvinus University of Budapest, PhD Student in Geopolitics and Sustainable Development, da.kim@stud.uni-corvinus.hu*

**Abstract**
As the world is undergoing contentious environmental and socio-economic crisis—climate change and intensifying social inequality—the low-carbon energy transition has been at the center of the international climate agenda which is believed to deliver cleaner energy with low to zero greenhouse gas emissions and economic benefit through innovation and job creation. The developing regions face challenges such as low rural electrification rates and lack of energy source variety in their energy mix while being underfinanced for capital-intensive energy transition projects. There are two challenges this literature review tries to shed a light on the framework of energy transition: 1. To evenly finance the costly energy transition projects throughout the world and 2. To evenly distribute the benefit to the people and the environment in the affected region. In doing so, this review provides a thematic analysis on the notion of fair energy transition in developing economies by reviewing the concept of energy justice and its implication in recent energy transition investment projects in developing countries. The analysis shows that to achieve the global climate goals in the next two- or three-decades countries and businesses must come together to secure the financial strategy in energy transition especially in developing countries where the investors perceive higher investment risks due to the economies' weak financial and institutional capacity and high vulnerability to the negative impacts of climate change. With the role of private capital being increasingly vital in making the transition which tends to prioritize profit maximization and neglects common benefit, it will be crucially necessary for the major sustainable finance policy frameworks to address the notion of energy justice in their policy guidance and joint investment projects. For this, several researchers emphasize how the notion of energy justice need to be utilized with context by acknowledging different historical, cultural, political, economic, and environmental backdrop, yet endorsing equality as a central common root.

***Keywords****: energy justice, low-carbon energy transition, climate finance, sustainable finance, developing countries*

## 1. Introduction

The use of energy has been closely linked to human and economic development in which the type and the extent of usage have been evolving through history [1]. With the Industrial Revolution and capitalism, the surge of energy demand has allowed mankind to achieve immense technological as well as economic advancement through increased efficiency of fossil fuel energy, yet, at the expense of social and environmental crisis. Since the late 19$^{th}$ century, high greenhouse gas emissions from human activities have led the earth's average temperature to rise more than 1.2 degrees Celsius leading to sea-level rise, natural habitat alterations, and extreme weather patterns [2]. Among people, reliance on fossil fuels brought revolutionary productivity but also have attributed to the "internal contradictions of fossil capitalism" such as war over natural resources (i.e., mainly oil and gas), local socioecological degradation, global climate change, and intensified social inequality [3].

In response to this multi-dimension socioeconomic and ecological crisis, decarbonizing the energy sector has been at the core of the international climate change agenda with the energy sector being responsible for more than 70 percent of global greenhouse gas emissions [4]. Fundamentally, mitigating climate change is not a mere problem of reducing greenhouse gas emissions. Instead, it involves a change in the current economic system—to produce economic goods and services in ways that are the least destructive to the well-being of people and the environment.

While there has been a growing consensus on transitioning to a low-carbon economy (i.e., an economic system that delivers cleaner energy with low to zero greenhouse gas emissions and economic benefit through innovation and job creation), it is becoming imperative to question the fairness of the transition process as there exists an uneven distribution of the investments and the associated benefits. In sustainable finance, investors impose high climate-related financial risks in regions that are highly exposed to the physical impacts of climate change and reliant on carbon-intensive fuels—in which most developing economies fall into these conditions [5], [6]. Additionally, the developing regions face challenges such as low rural electrification rate and lack of energy source variety in their energy mix while being underfinanced for capital-intensive energy transition projects [7]–[9].

To shed a light on the above-mentioned challenges, this literature review provides a thematic analysis on the notion of fair energy transition in developing economies by reviewing the concept of energy justice and its implication in recent energy transition investment projects in developing countries. The first part of the thematic analysis investigates different definitions of energy justice, how the concept is being employed in low-carbon energy transition projects, and the challenges of the concept. The second part then discusses the current state of climate finance activities in energy transitions and how the energy justice concept has been addressed in actual energy transition projects in developing economies. The review concludes with a discussion of major findings and some perceived research gaps.

## 2. Thematic Analysis

### *2.1 Energy Transitions and Energy Justice*

The low-carbon energy transition requires complex social, technological, and economic shifts which will entail a significant social impact among the energy industry workers, energy end-users, and residents [10]. In this context, many scholars have addressed the necessity to prioritize the prevention of environmental and socio-economic injustices and inequalities (e.g., exploitation of natural resources, environmental pollution, public health risks, energy poverty, and uneven access to clean and affordable energy) that are present in the energy sector to this date because a failure to do so could exacerbate the existing social inequality [10]–[15]. Subsequently, to delineate the concept of just energy transition it is essential to explore the concept of energy justice.

#### *2.1.1 Defining Energy Justice*

Energy justice is a fast-emerging research and policy tool that tries to capture the human and nature injustices across the energy life cycle, which has been applied to the context of low-carbon energy transition [16]. The delicate theorization of energy justice has been taking place over the last decade whilst the environmental activists have been shaping the idea of energy justice in the environmental justice movements for several decades [13]. To this date, there is no single definition of energy justice.

A general notion of energy justice suggested by McCauley et al. [13] is that the new policies and projects emerging from the low carbon energy transitions must provide the affected

area with fair and equal access to resources and technologies. In the same study, the authors suggest three central tenets of energy justice—distributional, recognition, and procedural—arguing that an interdisciplinary approach is essential to be used in ongoing and future energy transition projects. According to McCauley et al. [13], distributional justice considers the dissemination of the key impacts when the existing infrastructures are dismantled, and new low-carbon energy technologies are installed. For instance, it is important to regard the residents' health issues during the oil and nuclear energy systems decommissioning where leakage of toxic materials and wastes is likely to happen [17]. Additionally, the distributional justice concept help to identify any possible exploitation of cheap land and in areas of social deprivation or protected indigenous land which is found to be commonplace in South America [18]. McCauley et al. [13] define recognition justice as post-distributional justice. The authors state that recognition justice can be used to closely identify the potential victims of the energy transition especially in the neglected parts of society (e.g., indigenous, elderly, student, and disabled population), for example, having access to affordable heating and cooling. Procedural justice emphasizes the importance of participation and transparency in the formal and informal decision-making process [13]. For instance, it has been found that in sub-Saharan Africa, local communities are being underrepresented to organize and administer their energy transition projects leading to inefficient distribution of benefits and possible discrimination and marginalization [19], [20].

*2.1.2 Energy Justice in Energy Transition Process*

Similarly, X. Wang and Lo [10] provide a set of interrelated approaches that describe just transition: labor-oriented, socio-technical transition, governance strategy, and public perception. According to the authors, the labor-oriented concept emphasizes labor protection against unemployment in the fossil fuel sector, which portrays the inherent linkage between energy transition and economic transition. X. Wang and Lo [10] further describe the socio-technical transition approach which stresses how the shifts in society's structure, values, and technology usage could ignore issues related to social benefits and burdens. The governance strategies have their importance in pursuing public or individual interests within the intricate institutional, political, and social relations [21]. One representative example is how governments are setting forward a holistic climate policy approach such as the Green New Deal aiming for job creation and infrastructure advancement through low-carbon energy transitions. Such a trend is believed to emerge as governments acknowledge that the marginalized population is bearing more environmental and economic costs of the capitalistic economy while receiving few benefits from it [22]. The public perception approach (i.e., the role of public attitudes in clean energy transition) is shaped by the issue of unemployment and the individuals' environmental sensitivity which can be a determinant factor in the success of the government strategies in just transition (e.g., the Green New Deal) [10], [22].

*2.1.3 Challenges in Energy Justice*

Several literature suggest the need to incorporate non-Western interpretations of energy justice such as those from the Global South, and postcolonial regions (i.e., through Buddhism, Biocentrism, postcolonial perspective, etc.) [13], [14], [23]. The concept of energy justice originates from Anglophone philosophy [13] rooted in the desire to modernize [23]. Castán Broto et al. [23] argue that while energy justice debates are distinctly relevant in countries with stagnant rates of energy access like sub-Saharan Africa, the world operates in "fundamentally unjust systems of knowledge production, whose logic of operation responds to the values and perspectives of elites in the West and reproduces unequal power relations" (p. 647). In contrast

to modernization, the colonial perspective [23] and Kantian ethics [20] suggest that people can decide for themselves how they will use energy resources within the ecological constraint given with the technological availabilities. Castán Broto et al. [23] stress that it is imperative not to universalize the concept of energy justice but consider the contextual context of energy justice.

Additionally, several studies emphasize the need to make the concept of energy justice practical for it to be widely employed as a policy and management tool in energy transitions [10], [13], [24]. To do so, Pellegrini-Masini et al. [24] argue that energy justice should not be regarded as a concept with varying interpretations, but it should rather be described as a concept that has multiple definitions which share equality as a common conceptual root. Pellegrini-Masini et al. [24] believe that—because the concept of equality has been the basis of democratic political theories and social policies that address poverty, gender, and race—benchmarking equality as the common root of energy justice could help the concept to be utilized in policy design and policy evaluation and be recognized by the public. In parallel, X. Wang and Lo [10] point out that the current interpretations of energy justice are normative and theoretical, but there is a lack of research on finding the challenges of practically applying the concept of energy justice in real settings.

### *2.2 Climate Finance in Developing Countries*

The International Energy Agency [25] estimates that the current global clean energy investment amount (USD 750 billion) would need to be doubled during this decade to keep the global temperature rising well below 2 degrees Celsius. However, the geographical distribution of low-carbon finance has been highly uneven. To this date, only one-fifth of clean energy investment is going to emerging markets and developing economies (EMDEs) except China while EMDEs account for roughly two-thirds of the global population [25]. This imbalance of capital flows occurs due to several factors. Investment risks are usually perceived by the possibility of the occurrence of a negative event and its potential financial impact (e.g., construction delays, expropriation, or default in payment) and low-carbon technologies tend to pose more investment risks due to their capital-intensive nature compared to other high-carbon technologies whose costs are dependent on the price of fuels [26], [27]. In most developing countries, their financial markets are still immature—lacking capital stock and establishment—which makes it even more difficult to access and secure finance for already costly and risky low-carbon projects [28].

Although Ameli et al. [26] do not incorporate the concept of energy justice in their analysis on climate finance—such as fairly distributing the benefits of the invested capital in the affected region—they provide sound empirical evidence on the injustices found in the low-carbon transition investment arena. The authors suggest that currently the different financing conditions in developed and developing economies are not properly reflected in most decarbonization pathway scenarios. Ameli et al. [26] show that in the investment models, a quasi-fixed cost of capital is assumed whereas, in reality, the energy transition cost is more expensive in developing economies than is usually assumed in developed economies and the cost is cheaper than is assumed in developed economies. And it is worrisome that such phenomena create a climate investment trap—a "discouraged" investment—in developing countries and vulnerable groups when high investment needs are combined with high project costs [11], [26]. To address this issue, several scholars suggest that substantial finance will need to be directed in developing regions as a means to long-term sustainable investing with the joint work of public and private capital through new actions and policies endorsed at the major sustainable finance policy frameworks [26], [29]–[31].

*2.2.1 Energy Justice in Climate Finance and Energy Transition Projects—Case Studies*

Several case studies show how energy justice issues are not being properly addressed in low-carbon energy transition projects and climate finance structure in developing economies [7], [23], [32]. Cholibois [7] depicts the varying characteristics of different financing types—grants or subsidies versus private capital—by comparing rural electrification projects in Madagascar where it has an overall electrification rate of 25% and rural electrification rate of 6.5% [33]. Cholibois [7] finds that privately financed electrification projects often neglect important social and developmental benefits (e.g., complementary services and social infrastructure) among the residents but rather focus on the scale and speed of the project. In comparison, subsidy or grant-based electrification projects usually provide complementary services such as informing the less educated population about the potential uses of electricity [34]. Similarly, in Mozambique, profit-oriented energy transition projects are creating so-called 'deserving recipients' of energy expansion where the benefit is being offered to consumers and businesses who can manage debt [23]. Castán Broto et al. [23] stress that this is largely due to the complex relationships of domination over resources and institutions which are rooted in postcolonial influences.

According to Niles and Lloyd [32], small island developing states (SIDS) in the Caribbean and Pacific became increasingly focused on the mass production of agricultural products during colonialism when foreign control took over the ownership of plantations. Subsequently, SIDS became heavily reliant on imported fossil energy to keep up with the production demand and domestic energy usage, which is making the economies vulnerable to fluctuating oil prices and supply shortages [32]. Additionally, although SIDS and other developing economies such as sub-Saharan African countries [35] have been enhancing their energy technologies and policies with the help of Official Development Assistance (ODA) in loans and grants, Niles and Lloyd [32] worry that their dependence on external financial aid might lead to debt accumulation. To ameliorate reliance on imported fossil fuels and external capital, researchers argue that local capacity building, training, and institutional strengthening towards energy transition will be vital to make an economy more resilient against the negative impacts of climate change [32], [36].

## 3. Conclusion

This literature review attempts to advance the knowledge and discussion on deploying the concept of energy justice in low-carbon energy transition investment projects in developing countries. Although energy justice is rapidly emerging as a policy and research tool in the low-carbon energy transitions it remains unclear how different perspectives of energy justice can practically be applied to evaluate the ongoing energy transition projects. Scholars suggest that the various definitions of energy justice will need to be utilized contextually depending on the different historical, cultural, political, economic, and environmental backdrop while endorsing equality as a central common root. Additionally, sourcing and justly distributing the finance in the energy transition is becoming a common challenge for both developed and developing economies [37]. However, to achieve the global climate goals in the next two or three decades many efforts are in need to balance the uneven distribution of climate finance—countries and businesses must come together to secure the financial strategy in energy transition especially in developing countries where the investors perceive higher investment risks due to the economies' weak financial and institutional capacity and high vulnerability to the negative impacts of climate change. To maximize the common benefit from energy transition and bring catalytic reforms, it will be crucially necessary for the major sustainable finance policy

frameworks to address the notion of energy justice in their policy guidance and joint investment projects.

This review shows that currently there are rich theoretical and empirical insights on the concept of energy justice, but there has been no clear guidance on how the concept could be used in different research settings. As the current energy transition research mostly relies on historic case studies of the developed countries, future studies could take an empirical approach on how different forms of financing (e.g., public, private, grants, or loans) distribute the clean energy access and prices and recognize the potential victims during as well as after the transition process in developing countries. Moreover, researchers should pay attention to the power dynamics in just transitions in developing countries, to consider the different political and historical environments that might affect the process and outcome of the energy transition. Lastly, creating a matrix that can measure various aspects of energy justice (e.g., impact on the employment, public health, habitat loss, greenhouse gas emissions, energy price, and economy) based on the quantitative and qualitative in-depth analysis of energy transition projects in both developed and developing economies could provide a practical research and policy tool that can be employed contextually.

**Acknowledgments**

I would like to thank my colleagues, professors, and my beloved ones who have inspired and helped me to create this work. Especially, I thank Dr. Vinicius Gorczeski and Dr. Attila Korompai for providing me a thoughtful guidance and support.

**Biliography**

[1.] Pain, "Power through the ages," *Nature*, vol. 551, pp. S134–S137, Nov. 2017, doi: 10.1038/d41586-017-07506-z.

[2.] K. Brown, "2020 Tied for warmest year on record, NASA analysis shows," *NASA*, Jan. 14, 2021. https://www.nasa.gov/press-release/2020-tied-for-warmest-year-on-record-nasa-analysis-shows

[3.] M. T. Huber, "Energizing historical materialism: Fossil fuels, space and the capitalist mode of production," *Geoforum*, vol. 40, no. 1, pp. 105–115, Jan. 2009, doi: 10.1016/j.geoforum.2008.08.004.

[4.] H. Ritchie and M. Roser, "$CO_2$ and greenhouse gas emissions," *Our World in Data*, 2020. https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions (accessed Nov. 24, 2021).

[5.] H. Chenet, J. Ryan-Collins, and F. van Lerven, "Finance, climate-change and radical uncertainty: Towards a precautionary approach to financial policy," *Ecol. Econ.*, vol. 183, May 2021, doi: 10.1016/j.ecolecon.2021.106957.

[6.] U. Volz *et al.*, "Climate change and sovereign risk," SOAS University of London, Asian Development Bank Institute, World Wide Fund for Nature Singapore, & Four Twenty Seven, 2020. [Online]. Available: https://eprints.soas.ac.uk/id/eprint/33524

[7.] T. Cholibois, "Electrifying the 'eighth continent': Exploring the role of climate finance and its impact on energy justice and equality in Madagascar's planned energy transition," *Clim. Change*, vol. 161, pp. 345–364, Jul. 2020, doi: 10.1007/s10584-019-02644-x.

[8.] D. R. Dorman and D. Ciplet, "Sustainable Energy for All? Assessing Global Distributive Justice in the Green Climate Fund's Energy Finance," *Glob. Environ. Polit.*, vol. 22, no. 1, pp. 94–116, Feb. 2022, doi: 10.1162/glep_a_00621.

[9.] A. B. Setyowati, "Mitigating energy poverty: Mobilizing climate finance to manage the energy trilemma in Indonesia," *Sustainability*, vol. 12, no. 4, p. 1603, Feb. 2020, doi: 10.3390/su12041603.
[10.] X. Wang and K. Lo, "Just transition: A conceptual review," *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 82, p. 102291, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.erss.2021.102291.
[11.] D. Damigos, C. Kaliampakou, A. Balaskas, and L. Papada, "Does energy poverty affect energy efficiency investment decisions? First evidence from a stated choice experiment," *Energies*, vol. 14, no. 6, Art. no. 6, Jan. 2021, doi: 10.3390/en14061698.
[12.] S. Jasanoff, "Just transitions: A humble approach to global energy futures," *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 35, pp. 11–14, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.erss.2017.11.025.
[13.] D. McCauley, V. Ramasar, R. J. Heffron, B. K. Sovacool, D. Mebratu, and L. Mundaca, "Energy justice in the transition to low carbon energy systems: Exploring key themes in interdisciplinary research," *Appl. Energy*, vol. 233–234, pp. 916–921, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.apenergy.2018.10.005.
[14.] B. K. Sovacool, M. Burke, L. Baker, C. K. Kotikalapudi, and H. Wlokas, "New frontiers and conceptual frameworks for energy justice," *Energy Policy*, vol. 105, pp. 677–691, Jun. 2017, doi: 10.1016/j.enpol.2017.03.005.
[15.] S. Xu and T. Wang, "On energy equity and China's policy choices," *Energy Environ.*, vol. 28, no. 3, pp. 288–301, May 2017, doi: 10.1177/0958305X16684011.
[16.] R. J. Heffron, D. McCauley, and G. Z. de Rubens, "Balancing the energy trilemma through the energy justice metric," *Appl. Energy*, vol. 229, pp. 1191–1201, Nov. 2018, doi: 10.1016/j.apenergy.2018.08.073.
[17.] M.-F. Fan, "Environmental justice and nuclear waste conflicts in Taiwan," *Environ. Polit.*, vol. 15, no. 3, pp. 417–434, Jun. 2006, doi: 10.1080/09644010600627683.
[18.] F. Lessa, "Justice beyond borders: The operation condor trial and accountability for transnational crimes in South America," *Int. J. Transitional Justice*, vol. 9, pp. 494–506, Nov. 2015, doi: 10.1093/ijtj/ijv016.
[19.] A. Ambole, K. Koranteng, P. Njoroge, and D. L. Luhangala, "A review of energy communities in sub-Saharan Africa as a transition pathway to energy democracy," *Sustainability*, vol. 13, Art. no. 4, Jan. 2021, doi: 10.3390/su13042128.
[20.] B. K. Sovacool and M. H. Dworkin, "Energy justice: Conceptual insights and practical applications," *Appl. Energy*, vol. 142, pp. 435–444, Mar. 2015, doi: 10.1016/j.apenergy.2015.01.002.
[21.] T. Moss, "Intermediaries and the governance of sociotechnical networks in transition," *Environ. Plan. Econ. Space*, vol. 41, pp. 1480–1495, Jun. 2009, doi: 10.1068/a4116.
[22.] M. Cha, M. Wander, and M. Pastor, "Environmental Justice, just transition, and a low-carbon future for California," *Environ. Law Report.*, Mar. 2020.
[23.] V. Castán Broto, I. Baptista, J. Kirshner, S. Smith, and S. Neves Alves, "Energy justice and sustainability transitions in Mozambique," *Appl. Energy*, vol. 228, pp. 645–655, Oct. 2018, doi: 10.1016/j.apenergy.2018.06.057.
[24.] G. Pellegrini-Masini, A. Pirni, and S. Maran, "Energy justice revisited: A critical review on the philosophical and political origins of equality," *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 59, p. 101310, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.erss.2019.101310.
[25.] International Energy Agency, "World energy investment," France, 2021. [Online]. Available: https://iea.blob.core.windows.net/assets/5e6b3821-bb8f-4df4-a88b-e891cd8251e3/WorldEnergyInvestment2021.pdf
[26.] N. Ameli *et al.*, "Higher cost of finance exacerbates a climate investment trap in developing economies," *Nat. Commun.*, vol. 12, p. Article 4046, Jun. 2021, doi: 10.1038/s41467-021-24305-3.

[27.] T. S. Schmidt, “Low-carbon investment risks and de-risking,” *Nat. Clim. Change*, vol. 4, pp. 237–239, Apr. 2014, doi: 10.1038/nclimate2112.
[28.] J. Donaubauer, E. Neumayer, and P. Nunnenkamp, “Financial market development in host and source countries and their effects on bilateral foreign direct investment,” *World Econ.*, vol. 43, pp. 534–556, 2020, doi: 10.1111/twec.12884.
[29.] N. Ameli, P. Drummond, A. Bisaro, M. Grubb, and H. Chenet, “Climate finance and disclosure for institutional investors: Why transparency is not enough,” *Clim. Change*, vol. 160, pp. 565–589, Jun. 2020, doi: 10.1007/s10584-019-02542-2.
[30.] C. Arndt and F. Tarp, “Aid, environment and climate change,” *Rev. Dev. Econ.*, vol. 21, pp. 285–303, May 2017, doi: 10.1111/rode.12291.
[31.] A. Sarkar and J. Singh, “Financing energy efficiency in developing countries—Lessons learned and remaining challenges,” *Energy Policy*, vol. 38, pp. 5560–5571, Oct. 2010, doi: 10.1016/j.enpol.2010.05.001.
[32.] K. Niles and B. Lloyd, “Small Island Developing States (SIDS) & energy aid: Impacts on the energy sector in the Caribbean and Pacific,” *Energy Sustain. Dev.*, vol. 17, no. 5, pp. 521–530, Oct. 2013, doi: 10.1016/j.esd.2013.07.004.
[33.] USAID, “Madagascar power Africa fact sheet,” Oct. 05, 2021. https://www.usaid.gov/powerafrica/madagascar
[34.] P. Cook, “Infrastructure, rural electrification and development,” *Energy Sustain. Dev.*, vol. 15, pp. 304–313, Sep. 2011, doi: 10.1016/j.esd.2011.07.008.
[35.] Q. Wang, J. Guo, and Z. Dong, “The positive impact of official development assistance (ODA) on renewable energy development: Evidence from 34 sub-Saharan Africa countries,” *Sustain. Prod. Consum.*, vol. 28, pp. 532–542, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.spc.2021.06.007.
[36.] D. D. Li, M. Rishi, and J. H. Bae, “Green official development aid and carbon emissions: Do institutions matter?,” *Environ. Dev. Econ.*, vol. 26, no. 1, pp. 88–107, 2020, doi: 10.1017/S1355770X20000170.
[37.] S. Hall, K. E. Roelich, M. E. Davis, and L. Holstenkamp, “Finance and justice in low-carbon energy transitions,” *Appl. Energy*, vol. 222, pp. 772–780, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.apenergy.2018.04.007.

**Lecturer:** Korompai Attila, CSc, nyugdíjas egyetemi docens, Budapesti Corvinus Egyetem

# FINTECH VÁLLALATOK ÉRTÉKELÉSE – A VÁLLALATÉRTÉK ÉS A PIACI ÉRTÉK KÖZELÍTÉSE

**Balogh Virgínia**
*Pécsi Tudományegyetem, PhD hallgató, balogh.virginia@ktk.pte.hu*

**Absztrakt**
Jelen tanulmány célja, hogy ismertesse a digitális transzformáción átesett iparágakban, ezen belül is a pénzügyi szolgáltató szektorban alkalmazott hagyományos értékelési módszertanokat, valamint rávilágítson az esetleges hiányosságokra. Ezeken felül pedig a vállalatértékelésben eddig egy nem túl széles körben elterjedt, alternatív módszertant javasoljon. Az alap feltételezés ezen modern módszertan alkalmazása kapcsán az, hogy a piaci értéket és a vállalatértéket a lehető legjobb módon tudja közelíteni egymáshoz. A tanulmányban egy FinTech vállalati esettanulmány keretein belül kerülnek ismertetésre a különféle módszertanok és a belőlük származtatott eredmények. Eddigi kutatásaim során a reálopciós értékelési módszertanra, valamint a digitális üzleti modellekre fókuszáltam, így ezen tapasztalattal és tudással vizsgálom meg jelen tanulmányban egy választott FinTech vállalat értékelésérére alkalmazható módszertanokat, köztük a reálopciós módszertant is egyben, mint kiegészítő alternatíva. Ezen túl azt is vizsgálom, hogy az alkalmazott módszertannal kapott vállalatérték hogyan viszonyul a piaci értékhez. Az alapfeltevés az, hogy az általánosan használt tradicionális értékelési modellek korlátozottan használhatók a FinTech vállalkozások értékelésére. Ezenkívül bemutatom, miképp alkalmazható egy reálopciós értékelési modell, hogyan becsülhetők meg az alkalmazáshoz szükséges paraméterek, és mekkora eltérés mutatkozik a kapott eredményekben. Az értékelés során több paraméter előrejelzése történik meg, valamint a reálopciós módszertan kapcsán egy folyamatos időbeli sztochasztikus folyamat diszkrét közelítéseként becsülöm meg a kívánt paramétereket. Célom bebizonyítani, hogy hogy az alkalmazott modern értékelési modell a FinTech cég értékét közelebb becsüli a piaci értékhez, mely az IPO időpontjában meghatározásra került, mint a hagyományos diszkontált cash flow modell, mivel a hagyományos módszertanok figyelmen kívül hagyják a rugalmassági opcióból származó értéket. Alapvetően azért nem elterjedt módszertan a reálopciós értékelés, mert komplex matematikai háttérrel rendelkezik, viszont ezzel párhuzamosan szélesebbkörű paramétervizsgálatot enged meg, és a bizonytalansági, valamint a flexibilitási faktorokat is képes kezelni többek között. A kutatás jövőbeni irányvonala további modern értékelési módszertan vizsgálata, valamint a vállalatérték értékmozgatóinak feltérképezése különféle digitális üzleti modellekkel rendelkező cégek kapcsán.

***Kulcsszavak**: vállalatértékelés, reálopció, digitalizáció, fintech, diszkontált cash flow, relatív értékelés*

## 1. Bevezetés

A hagyományos banki tevékenység az elmúlt évtizedek során egyre nagyobb lendületet vett és egyre nagyobb bizalmat kapott, túllendülve a 2008-as pénzügyi világválságon. Így folyamatos fejlesztésekkel és egyre szélesebb szolgáltatásokkal vannak jelen a piacon. A bankok vezető szerepet töltenek be a gazdaságokban, és a legtöbb globális pénzügyi rendszerben monopóliumot élveztek. Sikeres pénzügyi közvetítőknek bizonyultak; vonzották a megtakarításokat és jövedelmező befektetésekbe konvertálták azokat. Mindazonáltal az elmúlt évtizedben a globalizáció és a technológia észveszejtő ütemben gyorsult fel, így a hagyományos banki tevékenység elé is nagy kihívásokat állított. Ráadásul a technológia forradalmasítja a pénzügyi és banki rendszereket, az internet és a mobileszközök az emberek életmódjának

központi elemeivé váltak. Ezek a hirtelen változások az összes üzleti ágazatot érintették és érinteni is fogják, legyen szó akár fejlett, akár fejlődő országokról. Ez alól a pénzügyi szolgáltatási ágazat sem kivétel; a digitális forradalom átalakítja az ügyfelek pénzügyi termékekhez és szolgáltatásokhoz való hozzáférésének módját. A technológia a pénzügyi szektorban lassan és folyamatosan haladt az internettől a mobilbankolás felé, és most az e-kereskedelmi platformok és számos más forma megjelenése mellett az internetes bankolás felé veszi az útját. Következésképpen a pénzügy és a technológia e metszéspontjában a mai globalizált világban egy olyan jelenség található, amely felgyorsult és átformálja az iparág status quóját - ezt FinTech-nek nevezik.

Az elmúlt évtizedben a digitális forradalom hatására a pénzügyi szektorba új, technológiai irányultságú vállalatok - pénzügyi technológiai (FinTech) startupok - törtek be, amelyek a különböző szolgáltatásokra specializálódva szétválasztották az értékláncot. Jelenleg ritkán telik el úgy nap, hogy ne hallanánk egy FinTech startup vállalkozás sikeréről szóló hírt bármely médiafelületen. Ezek az induló vállalkozások gyors ütemben fejlődnek, amit alacsony költségű struktúrájuk, technológiai fejlődésük és kedvező szabályozásuk hajt, s lehetővé teszi számukra, hogy a hagyományos pénzügyi szolgáltatóknál vonzóbb feltételekkel kínáljanak pénzügyi szolgáltatásokat [1].

A pénzügyi intézmények és szolgáltatások, különösen a FinTech vállalatok és annak réspiacai értékelése nagyon bonyolult, nehéz és minden eddiginél nagyobb igény lehet rá a jelenlegi befektetői kedvet és piacot tekintve, ami nagyban köszönhető az innovációk megjelenésének és azok felgyorsult változásainak. Az iparág több évtized alatt nagy változásokon ment keresztül, olyan területeken, mint a működésirányítás, az ügyfélszolgálat, a szabályozás, az innováció és a digitalizáció. Az utolsó két terület állítólag az utóbbi években a pénzügyi intézmények hatékonyságát és jövedelmezőségét tekintve is sokat számított [2].

Innovációnak nevezhetjük az új termékek kifejlesztését vagy a meglévő technológiák, folyamatok, tervek és akár a marketingtevékenység javítását a felmerülő problémák megoldása, a hatékonyság növelése, új ügyfelek elérése és végső soron a nyereség növelése érdekében. Vagy pedig olyan bomlasztó vagy lépcsőzetes változások, amelyek valamilyen jelentős módon átalakítják az üzletet. A digitalizációt viszont úgy határozzák meg, hogy egy analóg folyamatot digitális formára változtatnak anélkül, hogy magát a folyamatot más-más természetű változtatásokkal módosítanák [3].

Az innováció és a digitalizáció kombinációjának a pénzügyi szektoron belül saját neve van, ez a FinTech, ami a pénzügyi technológiára utal. Gomber, Koch és Siering [4] a következőképpen írja le a FinTech-et, mint fogalmat:

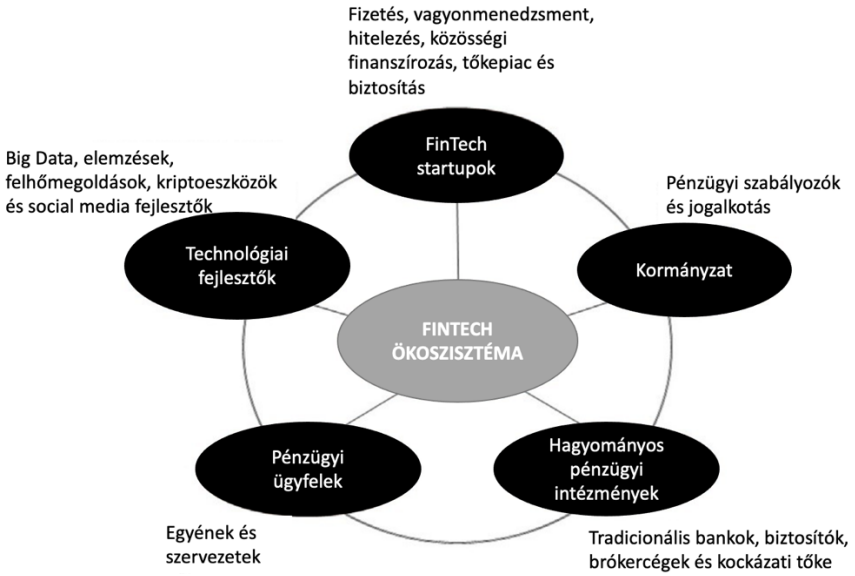
- "(...) a modern és főként az internethez kapcsolódó technológiák (pl. felhőalapú számítástechnika, mobilinternet) összekapcsolása a pénzügyi szolgáltatási ágazat bevett üzleti tevékenységeivel (pl. pénzkölcsönzés, tranzakciós banki tevékenység)." [4]

A KPMG egyik állásfoglalása talán még jobban megfogalmazza, hogy mi is az a FinTech:

- "A FinTech-et gyakran - és véleményünk szerint tévesen - a pénzügyi szolgáltatásoktól elkülönítve értelmezik. Valójában úgy véljük, hogy a FinTech a pénzügyi szolgáltatások evolúciója, és az ágazat minden vállalkozásának foglalkoznia kell vele, ha fenn akar maradni. (...) egyszerűen fogalmazva, egy olyan újdonság, mellyel a pénzügyi szolgáltatások képesek lesznek jobban megfelelni az üzleti, lakossági és intézményi ügyfelek igényeinek." [5]

A FinTech-re összpontosító cégek alapvető fenyegetést és kihívást jelentenek a már meglévő, inkumbens bankokra és más pénzügyi intézményekre nézve, mivel megkérdőjelezik a hagyományos pénzügyi szolgáltatás-nyújtás módját. Ugyanakkor a FinTech új lehetőségeket, új termékeket, új piacokat és folyamatfejlesztéseket tár fel, melyek bevezetésével a hatékonyság is növelhető. Ez kérdéseket vet fel a FinTech vállalatok értékelését illetően, mivel ezek az inkumbens bankok számára felvásárlási célpontokká válnak, amelyek tőzsdei bevezetésre törekszenek, vagy a tőzsdén FinTech-részvényekkel kereskedő befektetők érdeklődésére tartanak számot [4].

A hagyományos pénzügyi szolgáltatásokat a FinTech-ek kihívás elé állítják. Lee és Shin öt elemet azonosított a fintech ökoszisztémában [6], amelyeket az 1. ábra mutat be.




**1. ábra: A fintech ökoszisztéma öt eleme**

Forrás: Saját szerkesztés Lee és Shin [6] alapján, 2022.

A FinTech vállalatok a megfizethető és költséghatékony internetalapú üzleti modellekre összpontosítanak, a szolgáltatások szétválasztására való képességük a szektor növekedésének egyik fő hajtóereje, mivel a hagyományos pénzintézetek hátrányos helyzetben vannak ebben a szituációban[6]. Lee és Shin hat FinTech üzleti modellt azonosított:

- a fizetési,
- a vagyonkezelési,
- a közösségi finanszírozás (crowdfunding),
- a hitelezési,
- a tőkepiaci és a
- biztosítási modelleket [6].

Ezek a FinTech-ek és üzleti modelljeik újradefiniálják mindazt, hogy társadalom hogyan tárolja vagyonát, milyen módon takarékoskodjon, mi legyen a kölcsönfelvétel folyamata, hogyan fektessen be [7]. A FinTech cégek személyre szabott, hiánypótló szolgáltatásokkal, adatvezérelt megoldásokkal, innovatív kultúrával különböztették meg magukat a hagyományos pénzügyi cégektől [6]. Buchak és szerzőtársainak eredményei alapján mind a megnövekedett szabályozási terhek, mind a technológiai fejlesztések hozzájárultak a hagyományos bankok piaci részesedésének csökkenéséhez. A szabályozási különbségek az árnyékbankok

növekedésének mintegy 60%-át magyarázzák [8]. Jelenleg a piacon az inkumbens pénzügyi szolgáltatók sok esetben már együttműködnek a FinTech cégekkel, viszont a verseny fokozott továbbra is, csak részben születnek közös projektek, együttműködések.

## 2. Értékelési módszertanok

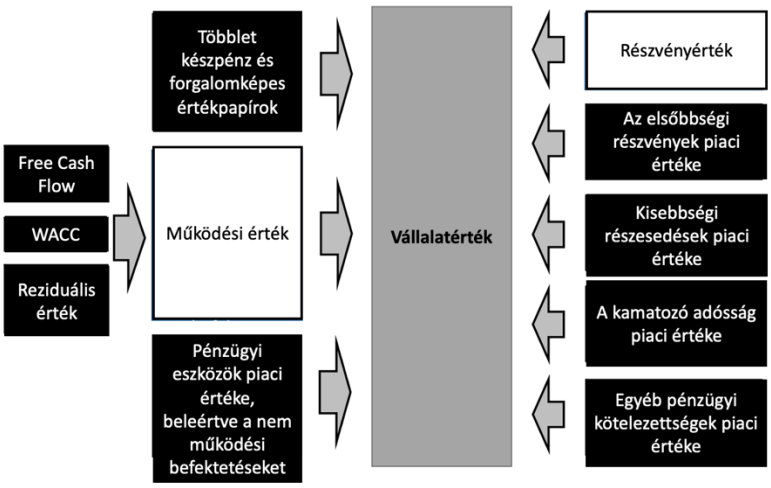
### *2.1. Hagyományos értékelési módszertan – Diszkontált Cash Flow modell*

A diszkontált cash flow módszertan feltételezi, hogy a vállalat értékelési időpontra vonatkozó jelenlegi értéktartománya megegyezik a vállalat részvényesei számára elérhető jövőbeni cash flow-k jelenértékével. A pénzügyi előrejelzések időszakának korlátozása miatt a vállalat értéke két tényező összege:

- a pénzáramlások jelenértéke (azon osztalékok jelenértékének összege, amelyeket a vállalat megengedhet magának, hogy a részvényeseknek fizessen és/vagy a részvényesek által végrehajtott további tőkeinjekciók),
- a vállalat maradványértéke, amely a vállalatnak az előrejelzési időszakot követően a vállalat által generált pénzáramlásokból eredő diszkontált értéke.

A pénzáramlások a feltételezéseknek megfelelően összeállított pénzügyi előrejelzésekből származnak. Attól függően, hogy a vállalatra jutó szabad cash flow (FCFF) vagy a saját tőkére jutó szabad cash flow (FCFE) számítást használják-e. Valamint a DCF-értékelésben a tőkeköltséget vagy az értékelt vállalat saját tőkéjének költségét kell diszkontrátaként használni [9].

A 2. ábra a DCF-megközelítés foglalja össze, és kiemeli a következő három tényezőt: a szabad pénzáramlásokat, a diszkontrátát és a maradványértéket, melyeket a módszertan figyelembe vesz a vállalat működéséhez szükséges eszközeinek (pénzáramot generáló eszközök) értékeléséhez. Ez az érték a nem működéshez felhasznált eszközök (nem pénzáramot generáló eszközök, melyek a következő csoportokra bonthatók: többlet készpénz, forgalomképes értékpapírok és egyéb nem működési eszközök) értékével együtt alkotja a vállalatértéket.

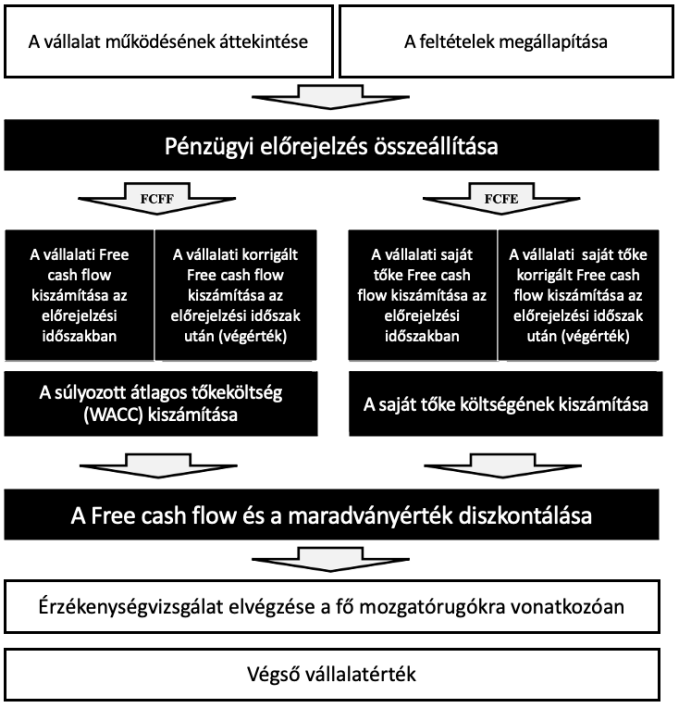



**2. ábra: A DCF értékelési módszertan**

Forrás: Saját szerkesztés Damodaran [11] alapján, 2022.

A diszkontált cash flow értékelés összegezve úgy definiálható, mint egy befektetés értékelése a jövőbeli cash flow-k jelen időre való diszkontálásával. A 3. ábra szemlélteti a modellhez kapcsolódó lépéseket.

**3. ábra: Diszkontált cash flow módszertan lépései**




Forrás: Saját szerkesztés Damodaran [11] alapján, 2022.

Tekintettel arra, hogy egy induló vállalkozás életciklusának korai szakaszában van, magától értetődő, hogy a belátható jövőben valószínűleg nem fogja tevékenységét megszakítani, ha egyéb körülmények nem kényszerítik erre [10]. Így az alábbi (1) képlet a DCF-megközelítést a kifejezett előrejelzés időszaka előtti és utáni időszakra egyaránt ábrázolja:

$$V = \sum_{i=1}^{n} \frac{E(FC)_{előrejelzés}}{(1+k)^n} + \frac{E(FC)_{múltbeli-előrejelzés}}{k-g} \quad (1)$$

Ahol
- E(FC) a cash flow ekvivalens,
- k a tőkeköltség, és
- g a növekedési ráta.

Ez alapján elmondható, hogy a DCF módszertan három alapvető paraméteren nyugszik:
- a várható cash flow előrejelzés E(FC);
- a becsült diszkontráta vagy tőkeköltség, amely tükrözi a cash flow birtokosa által vállalt kockázatot (K) és
- a várható növekedési ráta (g) [10].

*2.2. Hagyományos értékelési módszertan – Relatív értékelés*

A diszkontált cash flow értékelés során a cél az eszközök értékének meghatározása, figyelembe véve azok cash flow, növekedési és kockázati jellemzőit. Ezzel szemben a relatív értékelés során a cél az eszközök értékelése az alapján, hogy a hasonló eszközök jelenleg milyen árat kapnak a piacon.

A relatív értékelésnek két összetevője van. Az első az, hogy az eszközök relatív alapon történő értékeléséhez az árakat standardizálni kell, általában az áraknak a nyereség, a könyv szerinti érték vagy az értékesítés szorzatává történő átalakításával. A második az, hogy hasonló cégeket kell találni, ami nehéz feladat, mivel nincs két egyforma cég, és az azonos üzletágban működő cégek még mindig különbözhetnek egymástól a kockázat, a növekedési potenciál és a pénzáramlás tekintetében. Kulcsfontosságú kérdéssé válik, hogy hogyan lehet ezeket a különbségeket ellenőrizni, amikor több vállalat többszörösét hasonlítjuk össze [11].

A legfőbb ok, amiért elterjedt ez a módszertan, hogy a többszörösön és összehasonlítható cégeken alapuló értékelés sokkal kevesebb feltételezéssel és sokkal gyorsabban elvégezhető, mint például a diszkontált cash flow értékelés. Másodszor, egy relatív értékelés egyszerűbben érthető és könnyebben bemutatható az ügyfeleknek és a vevőknek, mint a diszkontált cash flow értékelés. Végül, a relatív értékelés sokkal inkább tükrözi a piac aktuális hangulatát, mivel a relatív és nem a belső érték mérésére tesz kísérletet. Vegyük például a technológiai befektetési alapok vezetőit. Ezeket az alapkezelőket az alapján ítélik meg, hogy az alapjuk hogyan teljesít más technológiai alapokhoz képest. Következésképpen jutalmazzák őket, ha olyan technológiai részvényeket választanak, amelyek más technológiai részvényekhez képest alulértékeltek, még akkor is, ha az egész ágazat túlértékelt [11].

*2.3. Modern értékelési módszertan – Reál opciós modell*

A reálopciós értékelés egyik fő előnye, hogy figyelembe veszi az olyan tényezőket, mint a volatilitás, a beruházás időzítése és a menedzsment rugalmassága, amelyek gyakoriak számos projekt esetében [12]. A reálopciós értékelés (Real Options Valuation, ROV) a pénzügyi opciók elméletéből [13] származik, és hasonló mechanikát mutat be, bár célja a vállalatok üzleti lehetőségeinek (esetlegesen projektjeinek) értékelése [14], és ami a legfontosabb, a ROV nem utasítja el a DCF-et, hanem kiegészíti azt az opciók értékének hozzáadásával. Ezért Trigeorgis szerint ez a komplementaritás megköveteli a kibővített nettó jelenérték (NPV) szabályát, amely mindkét komponenst tükrözi: a hagyományos (passzív vagy statikus) NPV-t és az opció értékét [15].

$$Kiterjesztett\ NPV = Statikus\ (passziv) NPV + Opciós\ érték \tag{2}$$

A reálopciók számítási módszerei közül kettő emelkedik ki: Black és Scholes [16] javaslata, valamint Cox, Ross és Rubinstein [13] javaslata, amely egy binomiális döntési fa segítségével történő értékelést alkalmaz. A Black és Scholes által javasolt módszertan arra a következtetésre jutott, hogy a statikus NPV-t a DCF segítségével kell kalkulálni, míg az opció értékét a következő képletek alapján kell kiszámítani, mely a (3), (4) és (5) képletekkel írható le:

$$C = S\phi(d_1) - Xe^{-rT}\phi(d_2) \tag{3}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \tag{4}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \tag{5}$$

Ahol
S = a várható jövőbeli pénzáramlások jelenértéke;
K = induló tőke;

r = kockázatmentes kamatláb (alternatív költség);
t = a projekthez kapcsolódó jogok megtartásának időszaka;
φ = kumulatív normális eloszlásfüggvény;
σ = a projekt volatilitása [16].

A Cox, Ross és Rubinstein által javasolt módszertan magában foglalja a döntési faelemzést. A döntési fa lépésében a felfelé irányuló számítást a (6) egyenlet, a lefelé irányuló számítást pedig a (7) egyenlet adja, ahol $\vartheta_0$ az eszköz aktuális értéke; a σ volatilitást, és t pedig az időintervallumot jelenti [13]:

$$\vartheta_u = \vartheta_0 e^{\sigma\sqrt{dt}} \quad (6)$$

$$\vartheta_d = \vartheta_0 e^{-\sigma\sqrt{dt}} \quad (7)$$

Napjainkban a pénzügyi opciókból származtatott reálopciókat egyre gyakrabban használják az eszközárazásban. A vállalatok eltérő üzleti modelljei miatt azonban a meglévő reálopciós árazási modelleket nem lehet általánosan elfogadni. A tanulmány célja a reálopciók eszközárazásra való gyakorlati felhasználásának, árazási módszerének feltárása. A szakirodalomól ismert eredmények rávilágítanak arra, hogy a DCF-módszerrel összehasonlítva a reálopciós árazási módszertan pontosabb és gyakorlatiasabb vállalati értékelést biztosít [11].

Myers úgy véli, hogy a hagyományos NPV-módszer nem képes pontosan kiszámítani egy eszköz vagy projekt jelenértékét, mivel az érték nagy része a jövőbeli opciók jelenértékéből származik [17]. Az ilyen opciókat reálopcióknak nevezzük. Ha az értékelő még mindig a hagyományos NPV-módszert használja a projektek vagy vállalatok elemzésére, amikor egy vagy több opció létezik, akkor az opciós értékeket figyelmen kívül hagyja, azaz alulbecsülheti a projekt vagy vállalat teljes értékét. A reálopciós módszer figyelembe veszi a jövőbeli opciós értékeket, és pontosabb becslést ad a jelenlegi beruházási döntésekhez. Ezért a reálopciók nagyobb figyelmet kaptak, és széles körben alkalmazzák őket a projektdöntési módszertanban. A vállalatértékelés alapvető célja az összes releváns gazdasági tényezőre vonatkozó ésszerű becslés elkészítése, majd a beruházási döntések igazságosabb, objektívebb és pontosabb megítélésen alapuló meghozatala, mely az adott döntés sikerének kulcsává válik. A fő gondolat az opcióértékelés mögött a bizonytalanság értékének pontos mérése volt a költségek csökkentése érdekében. Mivel a bizonytalanság minden gazdasági döntés elkerülhetetlen tényezője, a pénzügyi opciók értékelési módszere a reálopciók értékelésében is alkalmazható, mely komplex módszertan alkalmazhatóvá válik a vállalatértékelés területén is [18].

## 3. Alkalmazott módszertan – egy új, modern értékelési módszertan bevezetése

### *3.1. A reálopciós módszertan alkalmazhatósága*

A reálopciós módszer alkalmazhatóságának kutatásakor annak előnyeit tárták fel a reálopció és a hagyományos értékelési módszer összehasonlításával. Banerjee [19] a reálopciós módszertant használta például az indiai gyógyszeripari vállalatok értékének meghatározására. Az elemzés alapján a hagyományos DCF-módszerrel történő becsléssel a vállalat piaci értékének 39%-át nehéz volt megmagyarázni. Konkrétan a gyógyszeripari vállalatok piaci értékét leginkább a kutatásban elért technológiai mérföldkövek, azaz a szellemi tulajdon értéke határozta meg. Ezeket az értékeket a DCF-modell nem tudta megragadni. Zhang, Nieto és Kleit [20] ásványi nyersanyagokkal foglalkozó vállalatok értékelését tanulmányozta. Úgy vélték, hogy a hagyományos diszkontált cash flow módszer pontosabb értékelési módszer, ha az ásványi anyagok ára stabil. Amikor azonban viszonylag nagy áringadozások voltak az ásványi nyersanyagok árában, a vállalatok megváltoztatták üzleti döntéseiket, mivel a hagyományos

diszkontált cash flow módszerek nehezen tudták megragadni ezeket a változásokat. Ezért sok kutató úgy vélte, hogy a hagyományos DCF alkalmazása a vállalatértékelésben különböző típusú vállalatok, pl. bányavállalatok és technológiai vállalatok esetében korlátokba ütközik, és a vállalat teljes értékének tükrözése kihívást jelent.

A DCF-módszerrel összehasonlítva a reálopciós módszertan nagyon eltérő. Az egyik eltérés az, hogy a DCF azt feltételezi, hogy a jövőbeli cash flow nagyobb volatilitása csökkenti a jelenértéket. A reálopciós modell szempontjából azonban a volatilitás nem feltétlenül negatív tényező. A jövőbeli pénzáramlások nagyobb bizonytalansága sem eredményez nagyobb veszteséget, mert a veszteség gyakran a kezdeti befektetés nagy összege miatt következik be, és a reálopciók jellemzői lehetővé teszik, hogy a bizonytalanság számunkra előnyös részét válasszuk. Például, ha a feltételek jók, akkor választható a projekt folytatása, vagy akár egy új projektbe is belevághatunk. Ha a feltételek rosszak, az dönthetünk úgy, hogy nem fektetünk be, vagy leállítjuk a veszteséges projekteket. A második különbség pedig, hogy a lehívási idő meghosszabbítása növelheti a projekt értékét, mert kedvezőtlen helyzet esetén szüneteltethető a projekt, és akár egy hosszabb várakozás is elég ahhoz, hogy adott feltételek mellett megérje a folytatás [11].

### *3.2. Értékelési modell*

A Black és Scholes [16] által levezetett Black-Scholes pénzügyi opcióértékelési modell (BS-modell) nagy szerepet játszik a későbbi reálopció-értékelési modellek fejlődésének előmozdításában. A mögöttes eszköz árváltozásának szempontjából a reálopciók két típusba sorolhatók: diszkrét és folytonos opciók. A diszkrét opciók jelenlegi árazási modelljei közé tartoznak a bináris fa és a trinomiális fa modellek. A folytonos reálopciók árazási modelljei közé tartozik a BS-modell, a Geske-modell, a sztochasztikus differenciálegyenlet-módszer, a Monte Carlo szimulációs módszer. A bináris fa modellt Cox, Ross és Rubinstein javasolta. A modell röviden azt feltételezte, hogy a részvények árfolyama csak emelkedhet és eshet egy bizonyos időszakon belül, erre épült fel a döntési fa módszertana [11].

#### *3.2.1. Paraméterbecslés: a mögöttes eszköz értéke (S)*

A pénzügyi opciókban a mögöttes eszköz ára közvetlenül adott, és láthatjuk az opció mögöttes eszközének dinamikus árát. A reálopciók esetében azonban ez az ár gyakran nem áll rendelkezésre, azaz meg kell becsülni a reálopció mögöttes eszközének értékét. A pénzügyi opciókban az S az eszköz aktuális árára utal, és hasonlóképpen a reálopciós modellben is a kínált eszköz jelenlegi értékére. Általában a mögöttes eszköz belső értékére utal, miután levonták belőle a reálopció értékét az értékelési bázisnapon. Ezért a céleszköz (S) értékének becslésekor ki kell számítani a céleszköz belső értékét [21]

#### *3.2.2. Paraméterbecslés: a kötési ár értéke (X)*

A pénzügyi opciókban az X, vagyis az X, vagyis a kötési ár gyakran a vételi árra utal. Hasonlóképpen, a reálopciós módszertanban is, a kötési ár általában a mögöttes eszköz beruházási költségére utal. Black és Scholes [16] úgy vélte, hogy a részvényösztönzőkben az opció lehívási ára gyakran a részvényopció nyújtásának napján érvényes tőzsdei ár volt, így a lehívási ár az opció érvényességi ideje alatt fix volt. Majewska [23] bevezette az úgynevezett „lehívási árképletet”, és úgy vélte, hogy a változó lehívási árú részvényopciók jobb ösztönző hatással vannak a menedzsmentre. Hasonlóképpen, a valós opciók esetében a mögöttes eszközök eltérőek voltak, így a befektetési költségek is eltérőek ennek megfelelően [21].

### *3.2.3. Paraméterbecslés: a lehívási időszak (T)*

A hagyományos BS modell azt feltételezi, hogy az opciót csak a lejárat napján hívják le, ami az európai opciók kategóriájába tartozik. Ennélfogva a lehívási időszak az értékelési bázisdátumtól az opció tényleges lehívási időpontjáig terjedő időintervallum. Mindazonáltal. a pénzügyi opciókhoz hasonlóan a reálopciókat is lehet „idő előtt" lehívni. Tekintettel arra, hogy a BS modell levezetése a sztochasztikus differenciálmódszerből származik, ezt a tényezőt figyelembe lehet venni a sztochasztikus differenciálegyenlet megalkotásakor. Az egyenletben szereplő időparaméterekre vonatkozó néhány feltételezés módosításával az egyenlet eredménye analitikus megoldás helyett numerikus megoldással vezethető le. Egyébként a probléma megoldására használhatjuk a bináris fa modellt, mivel az amerikai és az európai opciókra egyaránt alkalmazható [21].

### *3.2.4. Paraméterbecslés: a volatilitás (σ)*

A volatilitás egy reálopciós modellben általában a mögöttes eszköz árának vagy várható hozamának standard eltérése az értékelési bázisdátumtól a lehívás napjáig bezárólag. A tényleges megvalósítás során a projektérték volatilitását lehetetlen megbecsülni. A volatilitás becslésénél nemcsak a becsült eredmények megbízhatóságát és relevanciáját kell figyelembe venni, hanem a volatilitás kiszámításához szükséges adatok rendelkezésre állását is [21].

### *3.2.5. Paraméterbecslés: a kockázatmentes kamatláb (r)*

Más paraméterekkel összehasonlítva a kockázatmentes kamatláb a BS árazási modellben könnyebben becsülhető paraméter. A reálopciók árazási folyamatában és pénzügyi opciók diszkontráta-elméleten alapuló folyamatában általában a kockázatmentes államkötvény kamatlábát használják diszkontrátaként, amelyről feltételezik, hogy állandó. A szakirodalomban különböző modelleket használtak a kamatlábak véletlenszerű viselkedésének leírására: Black és Scholes [16] bevezette a kamatlábak geometriai Brown-mozgás folyamatát; Vasicek [24] az Ornstein-Uhlenbeck-mozgásból vezette le a kamatlábakat, mely a diszkontált kötvényár egyensúlyi modelljévé vált. Ezt követően a kamatláb-eloszlás viselkedését széles körben használják a származtatott pénzügyi eszközök, például az opciók, határidős ügyletek és határidős opciók értékbecslési modelljében [21].

## 4. Esettanulmány – 2021 legnagyobb FinTech IPO-jának az értékelése

### *4.1. A Coinbase vállalat*

Rövid idő alatt a kriptopénz egy kis, alternatív befektetésből több százmilliárd dollárt érő befektetéssé vált a világon. Akár kriptovalutába szeretne befektetni, akár fizetési formaként szeretné használni azt valaki, valószínűleg hallott már a Coinbase-ről. Elvégre több tízmillió felhasználójával ez az egyik legnépszerűbb online kriptopénz tőzsde. Emellett az egyik legegyszerűbb módja a kriptopénz vásárlásának, ami hozzájárult a népszerűség robbanásszerű növekedéséhez. A vállalat mára több tucat egyedi kriptovalutát támogat, és világszerte több mint 4900 alkalmazottat foglalkoztat. A Coinbase egy decentralizált vállalat, több, mint 100 országban van jelen, és a felhasználók negyedévente körülbelül 309 milliárd dollár értékben kereskednek. A vállalat egy robusztus kriptopénz-ökoszisztémát kezel, amely 13 000 pénzügyi intézményt támogat. Két különálló kereskedési platformot üzemeltet egy önálló kriptopénz-tárca szolgáltatás mellett. Termékcsomagja között valószínűleg minden megtalálható, amire szüksége van egy befektetőnek a kriptopénz-portfóliójának vagy kereskedési tervének elindításához és kezeléséhez.

2021. április 14-én tőzsdére lépett a cég, és ebben az időpontban megállapított értékét 85 milliárd dollárra becsülték, mellyel ebben az évben világszinten a legmagasabb értékű IPO-ja volt. Emiatt választottam ki ezt céget a vállalatértékelési esettanulmány alapjául. A következőkben több módszertannal határozom meg a vállalat értékét, és hasonlítom össze a különböző módszertanok eredményeit mind egymással, mind pedig a tőzsdére lépéskor meghatározott értékkel.

*4.2. Hagyományos értékelési módszertan alkalmazása (DCF)*

A korábban ismertetésre került diszkontált cash flow módszertan alkalmaztam elsőként a vállalat értékelésére. Alapvetően az adatgyűjtés két platformhoz kötődik, az éves pénzügyi jelentések a választott cég saját honlapjáról letölthetőek voltak, ezen felül pedig Damodaran által létrehozott online adatbázisból kerültek legyűjtésre piaci és szektorális paraméterek, melyeket majd később jelezni is fogok az aktuális lépéseknél.
A hagyományos értékelési módszertanok közül a legtöbbet használt metódust alkalmaztam, mely a Free Cash Flow számítási eljárás. Röviden ennek menetét már korábban felvázoltam, ennek megfelelően haladok a lépésekkel, melynek a végén egy vállalati érték lesz az értékelés végeredménye. Az adataim minden esetben millió dollárban vannak megadva, mint a táblázatoknál is jelzem. Alapvetően szükséges volt egy előrejelzés elkészítése is, mely múltbeli adatokon, illetve piaci információkon nyugszik, és ez az előrejelzési periódus jelen vállalati eset kapcsán 2040-ig került kiszámításra. Az 1. táblázatban a pénzáramlások jelenértékszámítása látható. Kiszámításra kerültek az évenkénti Free Cash Flow értékek, valamint a belőlük származtatható végérték is. A táblázat nagy mérete miatt a mellékletekben kapott helyet (1. melléklet).

Ezt követően a diszkontált cash flow számításhoz elengedhetetlen, súlyozott átlagos tőkeköltség (weighted average cost of capital) került kiszámításra, azaz röviden a WACC. Ehhez kötődően a részvénykockázati prémium érték, valamint a piaci béta Damodaran online adatbázisából[1] került meghatározásra, a kockázatmentes rátát pedig az IPO értékeléskor érvényes USA 10 éves lejáratú kincstárjegyének kamatlába adta. A tőkestruktúrára vonatkozó adatokat a pénzügyi jelentésekből származtattam. A WACC kiszámítását a (8) képlet mutatja be:

$$\mathrm{WACC} = \mathrm{w_e}\,\mathrm{R_e} + \mathrm{w_d}\mathrm{R_d}\,(1 - \mathrm{T}) \qquad (8)$$

Ahol

- $w_e$ jelöli a saját tőke súlyát
- $w_d$ jelöli az idegen tőke súlyát
- $R_e$ jelöli a saját tőke megkövetelt megtérülését
- $R_d$ jelöli az idegen tőke megkövetelt megtérülését
- T jelöli az adórátát

A 2. táblázat pedig részletesen bemutatja a számítás folyamatát, melynek eredménye a WACC értéke, mely ebben az esetben egy megközelítőleg 10,65 %-os érték.

**1. táblázat: WACC számítása**

[1] https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/

| WACC -hoz input adatok (adatok millió dollárban) | |
|---|---|
| **Saját tőke költsége és idegen tőke költsége** | |
| **Kockázatmentes ráta** | 0,0173 |
| **Béta** | 1,9 |
| **Részvény kockázati prémium** | 0,0472 |
| **Saját tőke költsége** | 0,10698 |
| **Végső növekedési ráta** | 0,035 |
| **A saját tőke piaci értéke** | |
| **Aktuális részvényárfolyam** | 228,79 |
| **Jelenleg forgalomban lévő részvények** | 261,3 |
| **Opciók/warrantok** | - |
| **Teljesen átváltott részvények** | - |
| **Teljesen átváltott saját tőke értéke** | 59782,827 |
| **Az adósság könyv szerinti értékének kiszámítása** | |
| **Rövid lejáratú adósság** | 296,573 |
| **Hosszú lejáratú adósság** | 82,508 |
| **Az adósság értéke** | 379,081 |
| **Az adósság/saját tőke arány kiszámítása** | |
| **A saját tőke aránya a tőkeszerkezetben** | 0,993698986 |
| **Az adósság aránya a tőkeszerkezetben** | 0,006301014 |
| **Adósság-saját tőke arány** | 0,006340968 |
| **WACC számítások** | |
| **Kockázatmentes ráta** | 0,0173 |
| **Piaci kockázati prémium** | 0,0472 |
| **A vállalat tőkeáttételes bétája** | 1,9 |
| **Saját tőke költség** | 0,10698 |
| **Adózás előtti adósságköltség** | 0,0462 |
| **Adó** | 0,269554507 |
| **Adózás utáni adósságköltség** | 0,033746582 |
| **WACC** | **0,106518555** |

Forrás: Saját szerkesztés, 2022.

Az így kapott százalékos érték a következő lépéseknél diszkontrátaként fog megjelenni. Ezt követően a következő szakaszban a végérték nettó jelenértékének kiszámítása történik, örökjáradékot feltételezve. A részletes számítást a 3. táblázat mutatja be, mely szintén a mellékletek részét képezi nagy mérete miatt (2. melléklet). Az itt kiszámított explicit időszak végértékének nettó jelenértéke, valamint az örökjáradékhoz kapcsolódó végérték nettó jelenértéke szükséges információk a végső vállalati érték kiszámításához. A diszkontált cash flow számítás utolsó lépéseit pedig a 4. táblázat szemlélteti:

**2. táblázat: A vállalatérték meghatározása**

| DCF értékelés összefoglalás (adatok millió dollárban) | | |
|---|---|---|
| **DCF számítás, mint** | **Értékelés** | **Célérték (év vége)** |
| **Az explicit időszak nettó jelenértéke (NPV)** | 23905,52893 | 26137,56638 |
| **A végérték nettó jelenértéke (NPV)** | 10769,13355 | 12981,43165 |
| **Vállalatérték** | 34674,66248 | 39118,99803 |
| **+ Cash** | 1061,85 | 3986,544683 |
| **- Adósság** | -379,081 | -52,949 |
| **Saját tőke értéke** | 35357,43148 | 45052,59371 |
| **+ Forgalomképes értékpapírok, korlátozott cash** | 4159,211 | 365,032 |
| **Saját tőke korrigált értéke** | 39516,64248 | 45417,62571 |
| **Részvényár** | 227,7713069 | 250,3544803 |

Forrás: Saját szerkesztés, 2022.

Itt látható – kijelölésre is került -, hogy az IPO értékeléskor meghatározható vállalatérték 54.674.663.480 dollár, vagyis közelítőlegesen 34,7 milliárd dollár. Így már most látható, hogy jóval el van maradva ez az érték az IPO-kor meghatározott 85 milliárd dolláros értéktől.

A következőkben még két módszertant alkalmazva – melyek korábban ismertetve lettek – számítok még lehetséges vállalatértékeket, és ezeket fogom összevetni egymással az értékelések után. A relatív értékeléssel folytatom, mely egy összehasonlító módszertan, és a különféle versenytársak adataiból építkezik.

*4.3. Hagyományos értékelési módszertan alkalmazása (Relatív értékelés)*

A relatív értékelés kapcsán, ahogy már korábban is hangsúlyozva volt, egy összehasonlító elemzést végzünk el, melyhez hasonló profillal rendelkező cégeket kell gyűjteni. Mivel a Coinbase alapvetően egy FinTech vállalat így ebből a csoportból is legyűjtésre kerültek cégek, ezen felül pedig egy kereskedési platform is egyben, így a vizsgálatba mindenképp erről az oldalról is fontosnak tartottam bevonni vállalatokat. A teljes táblázat a részletes számításról szintén a mellékletekben található (5. táblázat), viszont a 6. táblázat a választott vállalatra vonatkozó adatokat és eredményeket szemlélteti. Ehhez az értékeléshez a DCF értékelés részeredményeit, valamint a pénzügyi beszámolók adatait használtam fel.

**3. táblázat: A Coinbase értéke relatív értékeléssel**

| Adatok millió dollárban, ahol releváns | Coinbase adatai |
|---|---|
| **Részvényár (dollár)** | 228,79 |
| **Részvény (db)** | 261,3 |
| **Adósság** | 379,081 |
| **Cash** | 1061,85 |
| **Piaci kapitalizáció** | 39782,827 |
| **Vállalatérték** | **39100,085** |
| **EBITDA** | 439,91 |
| **Nettó bevétel** | 322,317 |
| **EPS 2020** | 1,58 |

| | |
|---|---|
| **EPS 2021** | 10,326 |
| **EPS 2022** | 9,15 |
| **P/E (x) 2020** | 144,8 |
| **P/E (x) 2021** | 22,158 |
| **P/E (x) 2022** | 25,003 |
| **EV/EBITDA (x) 2020** | 112,07 |
| **EV/EBITDA (x) 2021** | 22,14 |
| **EV/EBITDA (x) 2022** | 24,98 |

Forrás: Saját szerkesztés, 2022.

A számunkra lényeges vállalati értéke ebben az esetben megközelítőleg 39 milliárdos értéket vett fel, mely szintén az IPO értékelés alatt helyezkedik el. A 4.3. szakaszban a modern vállalatértékelési módszertanok közül a reálopciós megközelítés került kiválasztásra, ezen belül is a Black-Scholes modell alapú értékelési metódus.

*4.3. Modern értékelési módszertan alkalmazása (ROV)*

A választott modern módszertan szintén a korábbiakban részletesen kifejtésre került, így alapvetően az itt meghatározott feltevésem ismertetném a számítások bemutatása előtt, miszerint a reálopciós vállalati érték a hagyományos módszertanok alkalmazásával kapott értékek felett fog elhelyezkedni, mivel a választott cég kapcsán képes ezen módszertan a digitális üzleti modellben rejlő flexibilitást, valamint a növekedési lehetőségeket „beárazni" bizonytalan piaci környezetben. Ezáltal az extra információfeldolgozási és értékelési képessége által a modell képes sajátos módon a vállalati értéket maximalizálni a korábban említett paraméterek értékelésbe való bevonásával. A 7. táblázatban látható a számítás menete a reálopciós érték kapcsán.

**4. táblázat: Black-Scholes modell alkalmazása**

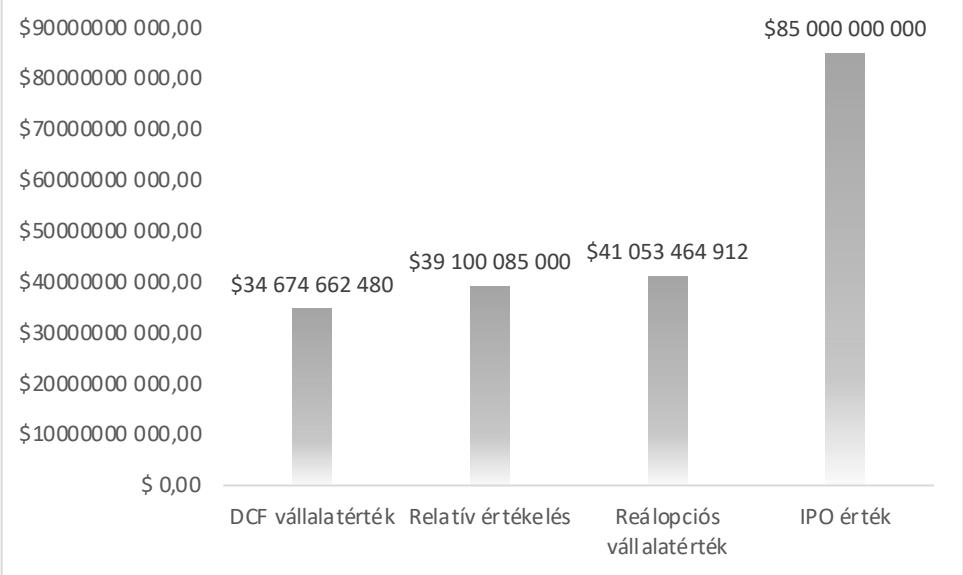
| **Coinbase reálopciós modell** | **(adatok millió dollárban, ahol releváns)** |
|---|---|
| **S** | 41.274,425 |
| **X** | 3.491,239 |
| **Volatilitás** | 71,75% |
| **Lejárati idő** | 36,47 |
| **Kockázatmentes ráta** | 1,73% |
| **$d_1$ paraméter** | 2,80935 |
| **$d_2$ paraméter** | -1,52366 |
| **c (opciós érték = vállalatérték)** | 41.053,465 |

Forrás: Saját szerkesztés, 2022.

Az elvégzett kalkulációk alapján látható a 7. táblázatban, hogy a vállalati érték a reálopciós módszertannak kalkulálva az IPO idejében egy közel 41,1 milliárd dolláros érték lett, mely szintén a meghatározott 85 milliárdos értékelés alatt helyezkedik el.

## 5. Eredmények és következtetések

A különféle értékelési módszerekkel kapott vállalatértékeket a 4. ábrán prezentálom, így összehasonlíthatóvá válnak egymással a kapott értékek.




**4. ábra: A különféle értékelési módszerek által kapott vállalatértékek**
Forrás: Saját szerkesztés, 2022.

Elmondható, hogy a legnagyobb különbség a tőzsdére lépéskor meghatározott érték és a számítások között érzékelhető. Az a hipotézisem, mely szerint a reálopciós modellel kalkulált érték a hagyományos értékelési módszerek eredményei felett helyezkedik el, bizonyításra került. Viszont az IPO értékhez képest körülbelül fele akkora értéket kaptunk ezzel a modern módszertannal. Összességében ennek oka a piac túlárazása lehet, hiszen tőzsdére hasonló profillal és üzleti modellel rendelkező vállalat még nem lépett a Coinbase előtt, ezáltal egy exkluzivitás jelenik meg, mely miatt a befektetők – ezáltal a piac - jóval magasabb értéket társítottak az elemzéshez választott vállalathoz. Úgy gondolom, ahogy egyre több hasonló kritopénz-kereskedésre alkalmas platform jelenik meg mind a piacon, mind pedig a tőzsdén, úgy fog konvergálni a helyes vállalati érték a mindenkori opciós értékhez, hiszen ezáltal a piac már pontosabban képes lesz beárazni, az addig a tőzsdén „monopól” helyzetben lévő Coinbase vállalatot.

## 6. Konklúzió

Összefoglalva kijelenthető a korábban bemutatott vállalati esettanulmány kapcsán – valamint más hasonló jellegű kutatási eredményeim és a szakirodalmi eredmények kapcsán is -, hogy a reálopciós módszertan által a vállalathoz kötődő jövőbeni teljesítmény beárazhatóvá válik, és ezáltal vállalatértékbe beépíthető ez a komponens, mely a skálázhatóságot és a rugalmasságot képes megragadni. Ezentúl pedig ezen modern értékelési módszertan képes kezelni és a modellbe beépíteni a piaci bizonytalanságot, mint tényező. Emiatt a hagyományos értékelési módszertanokhoz képest magasabb érték generálódik a reálopciós modell alkalmazásakor, mely a reális vállalatértéket hivatott megragadni, így egy pontosabb értékelési módszertan adható a tulajdonosok vagy épp a befektetők kezébe, amely által jobb jövőbeli menedzsment döntések hozhatók meg.

Ahhoz, hogy a döntéseket a lehető legjobb módon legyen képes meghozni a menedzsment, fontos a vállalat által alkalmazott üzleti modell részletes vizsgálata is, és ehhez kapcsolódóan a vállalati érték mozgatórugóinak vizsgálata. Ezt jövőbeni kutatási irányként jelöltem ki,

valamint ezen felül a digitális üzleti modellek vonatkozásában egy másik irány is meghatározható. A digitális üzleti modellekkel rendelkező vállalatok kapcsán a legfőbb értéket a különféle felhasználói csoportok generálják, így a vállalatérték meghatározáskor fontos lesz figyelembe venni ezek felhasználói csoportok tevékenységét, valamint az általuk generált extra értéket, mellyel a vállalatérték még pontosabban meghatározhatóvá válik. Ezt az elemzést és új megközelítés alkalmazását szektorálisan lesz érdekes elvégezni, hiszen más és más értékmozgató, valamint felhasználó aktivitásból származtatható értéktöbbleteket eredményezhet ez a vizsgálódás.

**Irodalomjegyzék**


[1.] Desmet, D., Duncan, E., Scanlan, J., & Singer, M.: Six building blocks for creating a high-performing digital enterprise. 2015 Letöltve 2022. június 6-án, a McKinsey weboldalról: https://www.mckinsey.com/business-functions/organization/our-insights/six-building-blocks-for-creating-a-high-performing-digital-enterprise

[2.] Wilson, J. D.: How to value InsurTech Company. 2018. Letöltve 2022. június 7-én a Mercer Capital weboldalról: https://mercercapital.com/assets/Mercer-Capital_FinTech_18Q4.pdf

[3.] Christensen, C. M., Raynor, M. and McDonald, R.: 'What is disruptive innovation? 2015 Harvard Business Review, 93, 44–53.

[4.] Gomber, P., Koch, J-A. and Siering, M.: Digital Finance and FinTech: current research and future research directions. 2017 Journal of Business Economics, 2017, vol. 87, issue 5, No 2, 537-580

[5.] KPMG, C. M.: Value of Fintech. 2017 Letöltve 2022. június 1-jén a KPMG weboldalról: https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/uk/pdf/2017/10/value-of-fintech.pdf

[6.] Lee, I., & Shin, Y. J.: Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges. 2018 Business Horizons, 61(1), 35-46.

[7.] Accenture: Global FinTech investment growth continues in 2016 driven by Europe and Asia, Accenture study finds. 2016. Letöltve 2022. június 1-jén az Accenture weboldalról: https://newsroom.accenture.com/news/global-FinTech-investment-growth-continues-in-2016-driven-by-europe-and-asia-accenture-study-finds.htm

[8.] Buchak, G., Matvos, G., Piskorski, T. and Seru, A.: Fintech, regulatory arbitrage, and the rise of shadow banks. 2018 Journal of Financial Economics, Volume 130, Issue 3, December 2018, Pages 453-483.

[9.] Fernandez P.: Valuation Methods and Shareholder Value Creation. 2002 Academic Press, San Diego.

[10.] Kaplan, S. N.; Ruback, R. S.: The Valuation of Cash Flow Forecasts An Empirical Analysis. 2012 V. 50, p. 1059–1093.

[11.] Damodaran, A.: Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset, 3rd Edition. 2021 Wiley Finance, ISBN: 978-1-118-01152-2.

[12.] Luehrman, T. A.: Investment opportunities as real options: getting started on the numbers. 1998 Harvard Business Review, Cambridge, p. 3-15, July/Aug.

[13.] Cox, J. C.; Ross, S. and Rubinstein, M.: Two-State Option Pricing. 1979 Journal of Finance v. 24: p. 1093-1110.

[14.] Schwartz, E. S., & Moon, M.: Rational pricing of internet companies revisited. 2001 Financial Review, 36(4), 7-26.

[15.] Trigeorgis, L.: Real options in capital investment: models, strategies and applications. 1995 Westport: Praeger.

[16.] Black, F.; Scholes, M.:The pricing of options and corporate liabilities. 1973 Journal of Political Economy: p. 637-659.

[17.] Myers Stewart C.: Determinants of corporate borrowing. 1977 doi:10.1016/0304-405X(77)90015-0
[18.] Kellogg, D. and Charnes, J. M.: Real-Options Valuation for a Biotechnology Company. 2000 Financial Analysts Journal. doi: 10.2469/faj.v56.n3.2362
[19.] Banerjee, A.: Real Option Valuation of a Pharmaceutical Company. 2003 The Journal for Decision Makers doi:10.1177/0256090920030205
[20.] Zhang, K., Nieto, A. and Kleit, A. N.: The real option value of mining operations using mean-reverting commodity prices. 2015 Mineral Economics doi:10.1007/s13563-014-0048-6
[21.] Mun, J.: Real Options Analysis (Third Edition): Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions with Integrated Risk Management and Advanced Quantitative Decision Analytics. 2016 CreateSpace Independent Publishing Platform, ISBN 9781530075119.
[22.] Hall, B. J. and Murphy, K. J.: Optimal Exercise Prices for Executive Stock Options. 2000 American Economic Review doi:10.1257/aer.90.2.209
[23.] Majewska, A.: The formula of exercise price in employee stock options–testing of the proposed approach. 2015 Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, (381), 211-221. doi: 10.15611/pn.2015.381.16
[24.] Vasicek, O.: An equilibrium characterization of the term structure. 1977 doi:10.1016/0304-405X(77)90016-2

**Lektorálta:** Dr. Posza Alexandra, adjunktus, Pécsi Tudományegyetem

**Mellékletek**

**1. táblázat: Free Cash Flow számítás (1. melléklet)**

| Adatok millió dollárban | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EBIT | | | 2293,53 | 2023,95 | 2165,27 | 2712,98 | 3903,01 | | | |
| Free Cash Flow számítás | | | | | | | | | | |
| EBIT x (1-t) | | | 1811,89 | 1598,92 | 1710,65 | 2143,26 | 3038,38 | | | |
| +Értékcsökkenés és amortizáció | | | 48,26 | 63,75 | 81,48 | 94,75 | 109,41 | | | |
| +Részvényalapú kompenzáció | | | 327,65 | 278,29 | 283,55 | 325,38 | 357,78 | | | |
| - Capex | | | -357,43 | -303,59 | -309,32 | -353,87 | -390,3 | | | |
| +Működő tőke változása | | | -450,83 | 52,56 | -9,94 | -158,03 | -160,6 | | | |
| FCFF | | | 1379,53 | 1689,92 | 1756,32 | 2050,49 | 2999,65 | 3359,61 | 3762,76 | 4217,29 |
| évenkénti % (FCFF) | | | | 0,225 | 0,039 | 0,167 | 0,463 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| Végérték | | | | | | | | | | |

| 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 4720,01 | 5286,41 | 5815,05 | 6396,56 | 7036,21 | 7739,83 | 8513,82 | 8939,51 | 9386,48 | 9855,81 | 10348,61 | 10866,02 | 157250,63 |
| 0,12 | 0,12 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | |
| | | | | | | | | | | | | |

Forrás: Saját szerkesztés, 2022.

**2. táblázat: Free Cash Flow számítás (2. melléklet)**

| **Adatok millió dollárban** | | **2021** | **2022** | **2023** | **2024** | **2025** | **2026** | **2027** | **2028** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Free Cash Flow (2021-2040)** | | | | | | | | | |
| **Cash Flow-k** | | 1379,53 | 1689,92 | 1756,32 | 2050,49 | 2999,65 | 3359,61 | 3762,76 | 4214,29 |
| **Explicit időszak nettó jelenértéke (NPV)** | 23905,53 | | | | | | | | |
| **Végérték számítása (örökjáradék)** | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Végérték** | | | | | | | | | |
| **Végérték nettó jelenértéke (NPV)** | 10769,13 | | | | | | | | |

| 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | |
| 4720,01 | 5286,41 | 5815,05 | 6396,57 | 7036,21 | 7739,83 | 8513,82 | 8939,51 | 9386,48 | 9855,81 | 10348,61 | 10866,03 |
| | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 157250,63 |
| | | | | | | | | | | | |

Forrás: Saját szerkesztés, 2022.

**5. táblázat: Relatív értékelés számítás a 2021-es évre vonatkozóan (3. melléklet)**

| Összehasonlítható cégek (adatok millió dollárban) | Részvényár | Részvény (db) | Adósság | Cash | Piaci kapitalizáció | Vállalat érték | EBITDA | Nettó bevétel | EPS 2020 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PayPal** | 263,04 | 1175 | 8939 | 4794 | 309072 | 313217 | 6463 | 4202 | 3,58 |
| **Square** | 213,69 | 455,37 | 3493,427 | 3158 | 97308,02 | 97643,44 | 357,12 | 213,1 | 0,48 |
| **NASDAQ** | 170,23 | 164,09 | 5930 | 2645 | 27933,04 | 31118,04 | 1507 | 933 | 5,67 |
| **ICE** | 112,18 | 562,77 | 15954 | 583 | 63131,54 | 78502,54 | 3874 | 2089 | 3,79 |
| **Schwab** | 75,72 | 1886 | 371654 | 40348 | 142807,92 | 474113,92 | 5346 | 3299 | 2,13 |
| **Átlag** | | | | | | | | | 3,13 |
| **Medián** | | | | | | | | | 3,58 |
| **Coinbase** | 228,79 | 261,3 | 379,081 | 1061,85 | 39782,827 | 39100,06 | 439,91 | 322,317 | 1,58 |

| | EPS 2021 | EPS 2022 | P/E (x) 2020 | P/E (x) 2021 | P/E (x) 2022 | EV/EBITDA (x) 2020 | EV/EBITDA (x) 2021 | EV/EBITDA (x) 2022 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4,74 | 5,89 | 73,48 | 55,49 | 44,66 | 48,46 | 40,61 | 33,35 |
| | 1,5 | 2,102 | 455,19 | 142,46 | 101,66 | 273,42 | 112,1 | 101,68 |
| | 6,857 | 7,157 | 30,02 | 24,83 | 23,78 | 20,65 | 17,52 | 16,79 |
| | 4,924 | 5,227 | 29,6 | 22,78 | - | 20,26 | 17,64 | 17,02 |
| | 3,188 | 3,422 | 35,55 | 23,75 | 22,13 | 88,69 | 51,6 | 49,8 |
| | 4,24 | 4,76 | 122,77 | 53,86 | 48,06 | 91,3 | 47,9 | 43,73 |
| | 4,74 | 5,23 | 35,55 | 24,83 | 34,22 | 48,46 | 40,6 | 33,35 |
| | 10,326 | 9,15 | 144,8 | 22,16 | 25,003 | 112,07 | 22,14 | 24,98 |

Forrás: Saját szerkesztés, 2022.

# IRÁNYADÓ MAKROGAZDASÁGI MUTATÓK A SZÜRKEGAZDASÁG ÚTVESZTŐJÉBEN

**Balázs Kitti**
*Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar, BA hallgató,*
*balazs.kitti001@gmail.com*

**Absztrakt**
Jelen tanulmányban olyan szürkegazdasággal kapcsolatban álló változók keresése volt a célom többváltozós regresszióanalízis útján két időszakra (2009 és 2017), melyek együtt mozoghatnak a rejtett gazdaság nagyságával. Kutatási kérdéseimet a két időszak szignifikáns kapcsolataiban történő eltérés és a kiválasztott magyarázó változók szignifikáns volta képezte. A tanulmány szakirodalmi megalapozását a regresszióanalízishez szükséges eredményváltozó és magyarázó változók kiválasztása követi. 13 magyarázó változót választottam ki, melyek egy része szakirodalom által gyakran alkalmazott, másik része pedig a szakirodalmi háttér alapján nem, vagy ritkán vizsgált mivoltuk alapján kerültek be a modellbe a The World Bank, United Nations Development Programme és Gapminder adatállományaiból. Az adatgyűjtés és adat-imputálás, illetve a regresszióanalízis feltételeinek részletes vizsgálata után végül négy magyarázó változó kerülhetett be a 155 országot felölelő elemzésbe. Az eredmények érdekesen alakultak, a materiális lábnyom tonnában mért fejenkénti értékének növekedésével a rejtett gazdaság százalékos nagysága csökken mindkét vizsgált évben ceteris paribus. A teljes foglalkoztatottsághoz viszonyított agrárszektorban dolgozók arányának növekedésével a szürkegazdaság százalékos nagysága is emelkedik ceteris paribus mindkét évben. Az egy vállalkozás elindításához szükséges regisztrációs eljárások 9-nél magasabb száma mellett a szürkegazdaság növekedése tapasztalható ceteris paribus, azonban 2017-ben ez a változó már nem mutatott szignifikáns kapcsolatot a rejtett gazdasággal. A HDI (human development index, emberi fejlettségi mutató) nem áll szignifikáns kapcsolatban a rejtett gazdasággal a modell alapján egyik évben sem. Az eredményeket nagyban befolyásolta a 155 ország különböző gazdasági fejlettsége, így a jövőben érdemes lehet a mutatókat egy-egy adott országra, régióra is megvizsgálni.

***Kulcsszavak**: gazdasági-társadalmi hatások, szürkegazdaság, fejlettség, regresszióanalízis, makrogazdasági mutatók*

## 1. Bevetetés

A szürkegazdaság jelensége a világban szinte mindenütt jelen van, s bár értelmezhetik a fogalmat különbözőképp, abban talán konszenzus van, hogy a rejtett gazdaság megléte meglehetősen negatív hatással van mind egy adott ország gazdaságára, mind az adott államban élő egyének életére. A kutatásban Schneider [1] definícióját veszem alapul. E szerint az árnyékgazdaság magában foglalja minden piaci alapon működő, legális áru és szolgáltatás előállítását, melyet szándékosan eltitkolnak az állami hatóságok elől. Továbbá a fogalom jelenti még a jövedelem-, vagy egyéb adók megfizetésének elkerülését, bizonyos törvényes munkaerő-piaci normák (például bejelentett munkavállalás) nem teljesítését, illetve adminisztratív kötelezettségek megszegését (például számlák kiállítása nélküli ügyletek). Az illegális tevékenységek, valamint a háztáji gazdálkodás nem képezi részét a definíciónak [1]. A jelenségre a továbbiakban használt különböző elnevezések egymás szinonimáiként értendőek.
A rejtett gazdaság nagy gazdasági-társadalmi jelentősége miatt érdemes vizsgálni azon tényezőket, melyek befolyásolhatják a rejtett gazdaság nagyságát. Jelen kutatás célja, hogy olyan változókat találjak többváltozós lineáris regressziós modellezéssel, melyek együtt

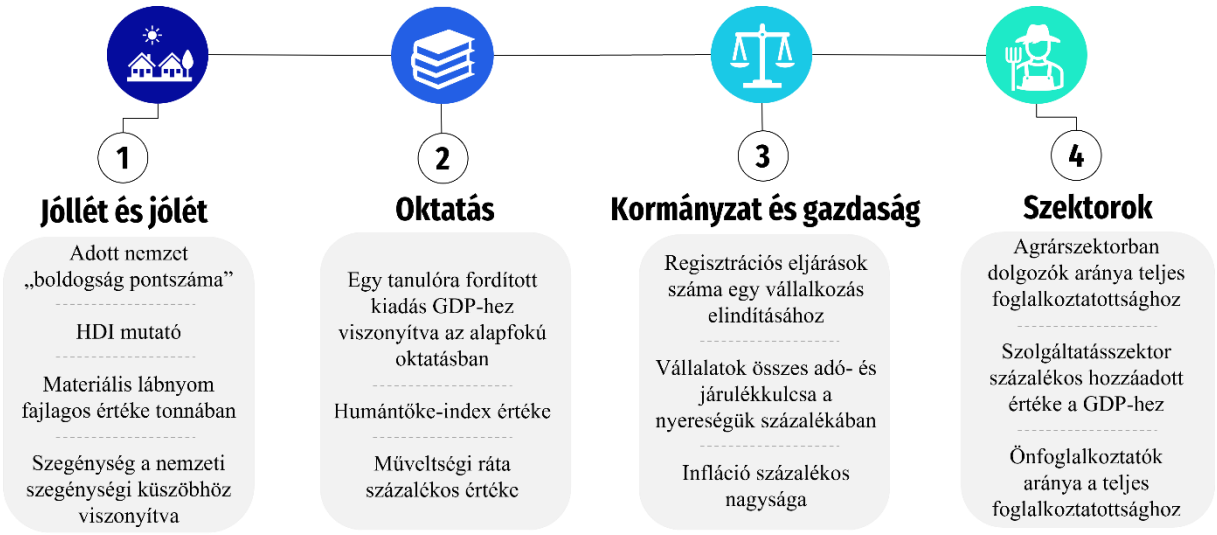
mozognak a szürkegazdasággal. Amennyiben tudjuk, hogy milyen jelenségek állnak kapcsolatban a hivatalos szervek megkerülésével, úgy azokra nagyobb figyelmet lehet fordítani, s a területekre specifikusan rejtett gazdaság csökkentő intézkedéseket hozni. Jelen kutatás a módszertani korlátozottságból bár ok-okozati kapcsolatokat nem is, de együttmozgásokat képes feltárni. Habár a szürkegazdaságra ható tényezők keresésével kapcsolatban számos külföldi kutatás készült, ez a terület még hagy nyitott lehetőségeket. Jelen vizsgálat újszerűségét tehát nem a témafelvetés, hanem a meghatározott magyarázó tényezők kombinációja adja, valamint az, hogy a dolgozatban a szürkegazdaságra elérhető legfrissebb rendelkezésre álló nemzetközi adatok kerülnek feldolgozásra. Ez két időszakot ölel fel, 2009-et a 2008-as gazdasági válság változókban megmutatkozó hatását feltételezve és 2017-et, mely a nagymintás szürkegazdaság becslések legfrissebb elérhető adatának évét jelenti. A kutatás eredményét egy nemzetközi mintán alapuló adatállomány összeállítása, valamint az azokból készült, lineáris regresszióanalízis feltételeinek megfelelő modell létrehozása, továbbá az adatok időszakos és régiós bontásban vett eredményeinek kiértékelése adja.
Célom elsősorban olyan mutatókat alkalmazni, melyeket eddig nem vagy alig vizsgáltak kutatók. Ugyanakkor az eddig készült kutatások széles köre és online elérhető adatok korlátozottsága miatt olyan indikátorokat is célszerűnek látok alkalmazni, melyeket már többször is vizsgáltak, ám ezen mintán viszonylag friss adatokkal érdekes eredményeket mutathatnak. Ezt követően a regresszióanalízis részletes feltételeit vizsgálom a kiválasztott magyarázó változók és az eredményváltozó vonatkozásában, hogy a modell statisztikai értelemben megfelelő eredményeket mutasson. A megfogalmazott céllal kapcsolatban két kutatási kérdést állítottam fel, melyek a következők:
K1: A mintába bevont változók közül mely változók esetében található szignifikáns kapcsolat a szürkegazdasággal?
K2: Van-e különbség a 2009-ben és 2017-ben szignifikánsan ható mutatókban és a paraméterbecslések között?
Előbbit indokolja, hogy az elérhető adatokból megalkotott mintára vonatkozó regressziós feltételek mennyiben zárják majd ki a tervezett magyarázó változók körét, melyek minőségét az adatok elérhetősége befolyásolja, mennyiségét az adatok elérhetőségén túl pedig a mintaelemszám, hiszen ennek egy nagyságrenddel meg kell haladni a magyarázó változók számát. Utóbbi kutatási kérdés pedig a 2009 és 2017 között a kiválasztott indikátorokban történő változás miatt releváns.

## 2. Modell megalkotása

### *2.1. Eredményváltozó és magyarázóváltozók*

A szürkegazdaság becslések egyik fajtája a MIMIC-modelleken (multiple causes and multiple indicators) alapuló eljárás, melyet gyakran alkalmaznak, hiszen a rejtett gazdaságot számos olyan tényező befolyásolhatja, mely alapvetően nem mérhető. Medina és Schneider [2] eljárása kiemelendő, hiszen 157 ország rejtett gazdaságára végeztek becslést az 1991 és 2017 közötti időszakra. A vizsgálatban hét változóra vonatkozóan kerestek szignifikáns kapcsolatot, a szerzők ugyanakkor megjegyzik, hogy nem létezik olyan eljárás, mely tökéletes becslést adhatna a szürkegazdaság mértékre, így ez sem az. Az árnyékgazdaság nagyságára vonatkozó becslés az idősor egészen kismértékű változására is érzékenyen reagál, valamint itt is kell egy kiinduló becslés a szürkegazdaságra, melyek leggyakrabban a készpénzkeresleten alapuló becslésekből származnak [2], [3], [4], [5]. Bár a szürkegazdaság mérésére vonatkozóan számos eljárás elérhető, ezek tanulmányozása és előnyeik-hátrányaik megvizsgálása után a modell eredményváltozóját a Medina és Schneider [2] MIMIC eredményei adják, melyet az indokolt más módszerekkel szemben, hogy ezen módszer többféle változó alapján képes mérni a jelenség időbeli változásának mértékét, hosszú idősorok elemzései állnak rendelkezésre,

valamint ezzel a módszerrel készültek a legtöbb országra kiterjedő becslések, mely nagy előnyt jelent majd az összevetések során.
A szürkegazdaságot számos indikátorral hozzák kapcsolatba kutatók, azonban a rejtett gazdaság vizsgálata még hagy nyitott lehetőségeket. Mindezek alapján szakirodalmi megalapozásként négy dimenzióban vizsgáltam meg az eddig folytatott vizsgálatok egy részét annak érdekében, hogy megalkossam a regresszióanalízishez szükséges magyarázó változóim körét. A témakörök a következők: adott nemzet jóllétével kapcsolatos mutatók; egyes szektor dolgozóinak aránya a teljes foglalkoztatottsághoz viszonyítva; egy adott ország gazdasági teljesítményére és kormányára vonatkozó mérőszámok; oktatás minősége. A keresett magyarázó változók kapcsán elvárás volt, hogy az előzőekben meghatározott eredményváltozót adó szürkegazdaság nagyságához elérhető országokhoz a lehető legtöbb adat álljon rendelkezésre a vizsgált időszakokra vonatkozóan. Elsősorban olyan magyarázó változókat kerestem, melyeket nem, vagy csak kis mintán, kevés esetben vizsgáltak kutatók. Természetesen kizárólag új mutatók vizsgálata nem megvalósítható ezen keretek között, így olyan változók bevonása is indokolt volt, melyekkel ugyan modelleztek már számos esetben, de egy ekkora, viszonylag friss mintán alapuló adatállományban mutathatnak hasznos eredményeket, s összevethetőek korábbi összefüggésekkel. Ami még fontos kritérium volt, az az, hogy az eredményváltozót adó MIMIC eljárásban ne szerepeljenek a kutatni kívánt változók, hiszen akkor biztosan mutatkozna kapcsolat, s az az eredmények torzítottságát eredményezné. Mindezek alapján kiválasztottam 13 magyarázó változót, melyek a tanulmány terjedelmi kereteire való tekintettel felsorolásszerűen olvashatóak az 1. ábrán:

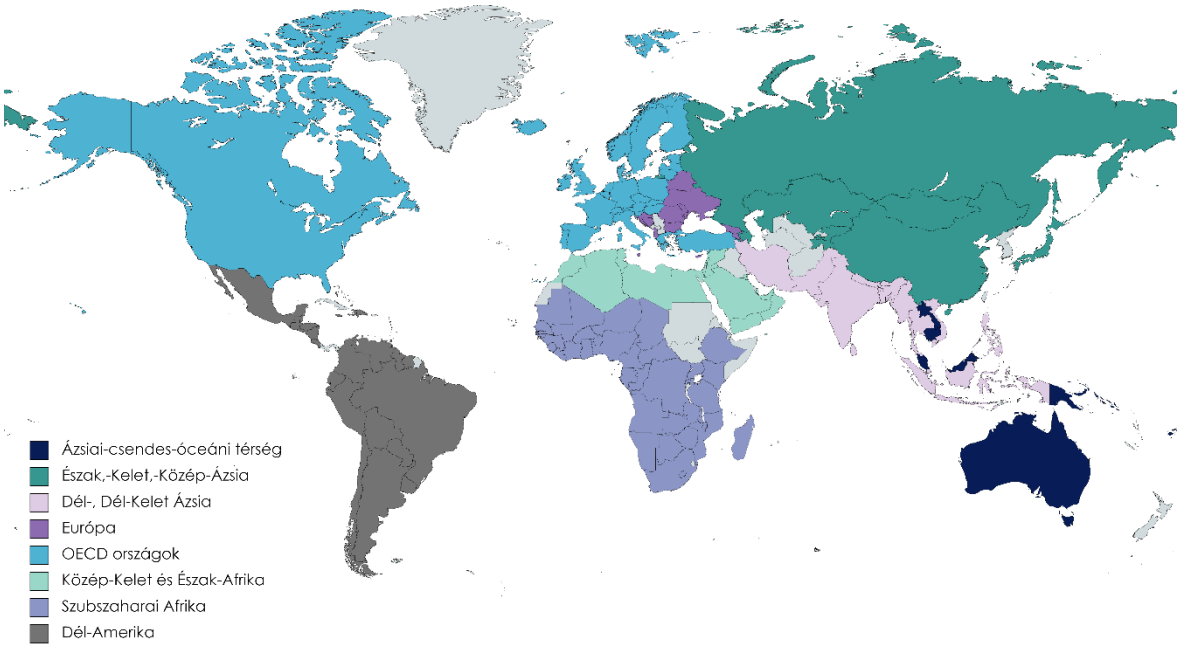



**1. ábra: Magyarázó változók**
Forrás: saját szerkesztés

*2.2. Modell létrehozása*

A kutatás alapját képező szürkegazdaság és a különböző változók közötti szignifikáns kapcsolatok többváltozós lineáris regresszióval kerültek modellezésre. A módszer lényege, hogy egy vagy több független változónak vizsgálhatjuk a függő változóra vonatkozó hatását [6]. A regressziós együtthatók kiszámítása végeredményképp a legkisebb négyzetek módszerével valósult meg, valamint a teljes vizsgálatban 5%-os szignifikancia szintet használtam. Az adatgyűjtés kapcsán az eredményváltozóként alkalmazott Medina és Schneider [2] szürkegazdaság becslésében résztvevő 157 ország jelentett kiindulópontot, melyből a 2. ábrán látható, színesen jelölt 155 ország került be a kutatásba. A vizsgált országokat 8 régióra

bontottam, mely lépésnek az eredmények kiértékelésénél volt jelentősége, illetve az adatgyűjtésnél felmerülő hiányosságok pótlásánál.




**2. ábra: Kutatásban résztvevő országok**
Forrás: saját szerkesztés

Az előző gondolattal felvezetve a hiányzó adatoknál fellépő imputálási eljárást a 3. ábra szemlélteti.




**3. ábra: Adatgyűjtés folyamatának levezetése**
Forrás: saját szerkesztés

Az adat-imputálási eljárással kapcsolatban fontos megjegyezni, hogy az adatpótlás nagy hatással lehet az eredmények alakulására. Ez érintheti egyrészt a kiugró értékeket, ugyanis, ha egy adott ország kapcsán az imputált adat eredetileg kiugró érték lett volna, akkor az átlagolással ezt a jellemzőt gyakorlatilag elfedjük. A régiós bontásokban az adatok torzítása kisebb mértékű lehet, azonban az átlaggal való adatpótlás következményeként mindenképpen megjelenik a standard hibák alulbecslése. Szisztematikus adathiány nem lépett fel, vagyis a hiányzó adatok véletlenszerűen alakultak az országok körében.
Az adatállomány elkészülte után a magyarázó változók körének leszűkítése következett. A vizsgált 155 ország esetében azokat a független változókat, ahol az utólag pótolt értékek

meghaladták a 15 országot, kizártam. Ez 2 változót érintett. A következő vizsgálati szempont az volt, hogy a változók értékei mutatnak-e valamilyen kapcsolatot az árnyékgazdasággal. Ezt grafikus ábrázolás segítségével, valamint korrelációanalízissel vizsgáltam mind 2009-re, mind 2017-re vonatkozóan. 8 tényezőváltozó semmilyen kapcsolatot nem mutatott a szürkegazdasággal különböző transzformációs eljárások után sem, ezért ezeket is kizártam a modellből. Végeredményképpen a megmaradt változókkal folytattam a modellezést, illetve készítettem egy dummy változót, melyet az előzőekben kizárt vállalkozás regisztrálásához szükséges regisztrációs eljárások számából képeztem. A vizsgált országokra vonatkozóan kiszámítottam az átlagos eljárási indítások számát, mely mindkét vizsgált évben 9 körüli értéket vett fel. Ez alapján a 9 alatti értékeket 1-essel, míg a 9 feletti értékeket 0-val jelöltem. A vizsgálat kapcsán végül lin-log modellt alkalmaztam, azaz a tényezőváltozóknak vettem a természetes alapú logaritmusát (kivéve a dummy változó esetében). A vizsgálatba bekerülő magyarázó és magyarázott tényezők között volt kapcsolat, ezzel a lépéssel azonban linearizáltam azt, valamint feltételeztem, hogy a későbbiekben előállt modell magyarázóerejét is pozitívan befolyásolhatja majd a művelet. Az előbbiek összefoglalását a 4. ábra mutatja.




**4. ábra: Regresszióanalízisbe bevont változók köre**
Forrás: saját szerkesztés

A változók konkretizálása után elsőként a 2009-re vonatkozó regresszióanalízishez szükséges modell megalkotását kezdtem meg. Mindenekelőtt a kiugró értékek vizsgálata következett, a Cook's távolság alapján, majd a multikollinearitás ellenőrzése a VIF mutató segítségével. Megvizsgáltam a hibatagok varianciájának állandóságát grafikus úton, valamint a Breusch-Pagan teszt alapján. Ezt követően a hibatagok normális eloszlásának tesztelése következett, ahol az ellenőrzést itt is grafikusan, valamint a Kolmogorov-Smirnov teszt alapján végeztem.
Feltételezéssel éltem arról, hogy az adatok mérési hibát nem tartalmaznak, valamint a legkisebb négyzetek módszerére alapozva a maradéktag átlaga nulla.
A 2009-es modell elkészülte után annak mintájára a 2017-es időszak vizsgálatának előkészítése következett. Az időszakok közötti összehasonlíthatóság érdekében a 2009-es vizsgálathoz felhasznált változók körét alkalmaztam. A modell tehát minden szükséges kritériumnak megfelelt mindkét évre vonatkozóan.

## 3. Eredmények értékelése

### *3.1. Regresszióanalízis eredményei*

Az előző fejezetben megalkotott regressziós modellek alapján a globális és a parciális tesztek vizsgálatával folytattam az elemzést. A modell létezik, illetve három tényező hat szignifikánsan

a szürkegazdaság nagyságára a 2009-es modell alapján. Ezek a logaritmizált materiális lábnyom fejenkénti értéke tonnában mérve, a logaritmizált agrárszektorban dolgozók aránya a teljes foglalkoztatottsághoz viszonyítva, valamint a regisztrációs eljárásokból képezett dummy változó. A modell eredményeit az 1. táblázat tartalmazza, az egyenlet 2009-ben pedig a következőképp alakult:

$$y = 33{,}310 - 3{,}76 \times \log(\text{materiális lábnyom}) - {,}70 \times \log(\text{HDI}) + 2{,}92 \times \log(\text{agrárszektor}) - 3{,}0 \times \text{regisztráció dummy} \quad (1)$$

**1. táblázat: 2009-es modellen alapuló regresszióanalízis eredmények[1]**

| 2009-es modell | Nem standardizált együtthatók | | Standardizált együtthatók | t-érték | p-érték | Multikollinearitás | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | B | Std. hiba | B | | | Toleranci a | VIF |
| **Tengelymetszet** | 33,310 | 3,471 | | 9,597 | <,001 | | |
| **Log (materiális lábnyom)** | **3,763*** ** | ,924 | -,361 | -4,073 | **<,001** | ,440 | 2,275 |
| **Log (HDI)** | -,700 | 5,036 | -,015 | -,139 | ,890 | ,315 | 3,174 |
| **Log (agrárszektor)** | **2,924** ** | ,849 | ,331 | 3,446 | **,001** | ,375 | 2,667 |
| **Regisztráció dummy** | **-3,033*** | 1,531 | -,123 | -1,981 | **,049** | ,894 | 1,119 |
| **F (emp)** | 34,721 | | | | | | |
| **p-érték** | <0,001 | | | | | | |
| **$R^2$** | 0,481 | | | | | | |
| **Korrigált $R^2$** | 0,467 | | | | | | |

Forrás: saját szerkesztés

A 2017-es modell elemzésében a 2009-es modellhez képest történtek változások, ugyanis a regisztrációs eljárásokból képzett dummy nem szignifikáns ezen verzióban. Ezt a 2. tálázat foglalja össze. A regressziós egyenlet a következőképp alakult:

$$y = 33{,}986 - 4{,}73 \times \log(\text{materiális lábnyom}) - 1{,}48 \times \log(\text{HDI}) + 2{,}14 \times \log(\text{agrárszektor}) - 1{,}18 \times \text{regisztráció dummy} \quad (2)$$

[1] Jelölések: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

**2. táblázat: 2017-es modellen alapuló regresszióanalízis eredmények**

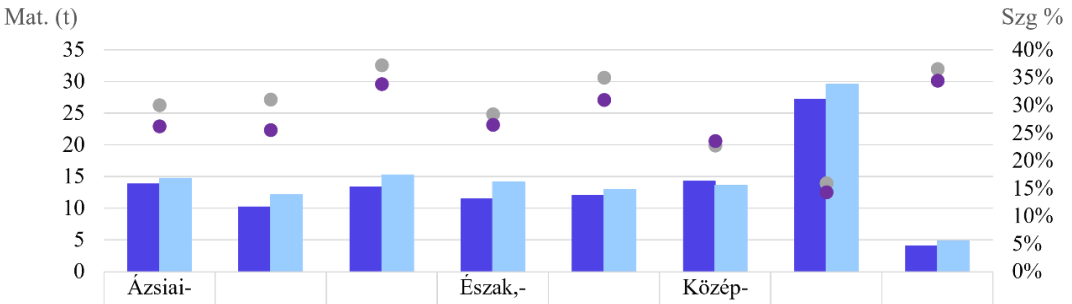
| 2017-es modell | Nem standardizált együtthatók | | Standardizált együtthatók | t-érték | p-érték | Multikollinearitás | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | B | Std. hiba | B | | | Tolerancia | VIF |
| **Tengelymetszet** | 33,986 | 3,361 | | 10,113 | <,001 | | |
| **Log (materiális lábnyom)** | **4,727*** ** | ,891 | -,457 | -5,308 | **<,001** | ,495 | 2,019 |
| **Log (HDI)** | -1,478 | 2,940 | -,031 | -,503 | ,616 | ,971 | 1,030 |
| **Log (agrárszektor)** | **2,144** ** | ,729 | ,252 | 2,940 | **,004** | ,498 | 2,007 |
| **Regisztráció dummy** | -1,183 | 1,533 | -,049 | -,772 | ,442 | ,926 | 1,079 |
| **F (emp)** | 30,676 | | | | | | |
| **p-érték** | <0,001 | | | | | | |
| **$R^2$** | 0,450 | | | | | | |
| **Korrigált $R^2$** | 0,435 | | | | | | |

Forrás: saját szerkesztés

Látható, hogy a logaritmizált HDI a modellek alapján nem áll kapcsolatban a szürkegazdaság nagyságával egyik évben sem, míg a regisztrációs eljárásokból képzett dummy változó csak 2009-ben mutat szignifikáns kapcsolatot. Mivel a két modell azonos mintaelemszámmal rendelkezik, így a magyarázóerőt az $R^2$ (többszörös determinációs együttható) jelzi, mely 2009 esetén 48%, míg 2017-ben 45%. Alapvetően ezen értékek jónak tekinthetőek, és bár nincs nagy különbség a két év között, a 2017-es modell 3 százalékpontos eltérését okozhatja a regisztrációs eljárások dummy változó nem szignifikáns volta. A következőkben részletesen megvizsgálom a modellben szereplő változók alakulását, a két vizsgált időszak közötti értékekben megmutatkozó változásokat, illetve ezek alapján a modellek közötti különbségek okát.

*3.2. Materiális lábnyom*

A materiális lábnyom változó kapcsán látható volt a modellek eredményeit összesítő táblázatokban, hogy mindkét évben szignifikáns kapcsolatot mutatott a szürkegazdasággal, méghozzá negatív irányút. A negatív kapcsolat oka az 5. ábra alapján magyarázható.




| | Ázsiai-csendes-óceáni térség | Dél-, Dél-Kelet Ázsia | Dél-Amerika | Észak,-Kelet,-Közép-Ázsia | Európa | Közép-Kelet és Észak-Afrika | OECD országok | Szubszaharai Afrika |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mat. láb. (t) 2009 | 14 | 10 | 13 | 11 | 12 | 14 | 27 | 4 |
| Mat. láb. (t) 2017 | 15 | 12 | 15 | 14 | 13 | 14 | 30 | 5 |
| Szg. (%) 2009 | 30% | 31% | 37% | 28% | 35% | 23% | 16% | 37% |
| Szg. (%) 2017 | 26% | 26% | 34% | 27% | 31% | 24% | 14% | 34% |

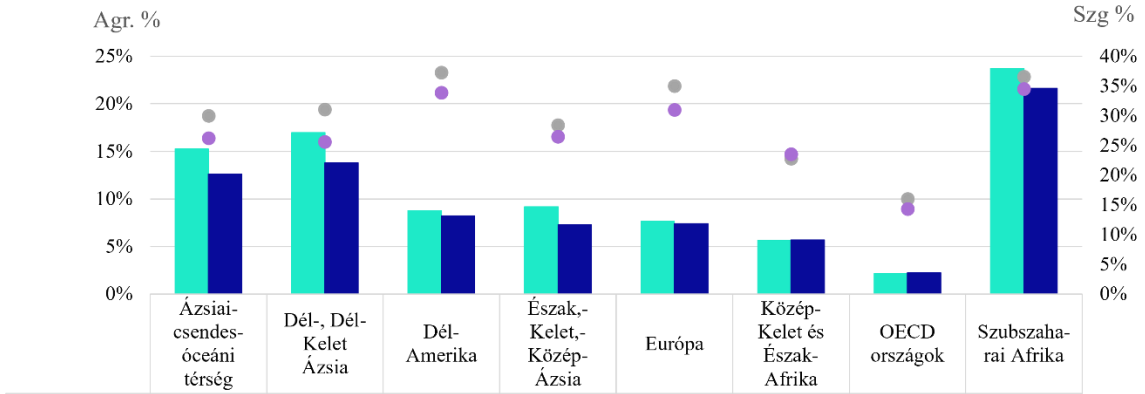
**5. ábra: Materiális lábnyom fejenkénti nagysága régiónként tonnában mérve**
Forrás: [2] [7], saját szerkesztés

Számos kutatás bizonyította, hogy a szürkegazdaság a szegényebb, elmaradottabb régiókban ölt magasabb értéket [8]. Ezen térségekről elmondható általánosságban az is, hogy az emberek jóval alacsonyabb életszínvonalon élnek a fejlettebb országokhoz képest. Mindezek alapján a negatív irányú kapcsolat adódhat ezen tények OECD és Szubszaharai Afrika régiókban való erőteljes kirajzolódása miatt. A mintában az OECD országokban élő személyek életszínvonalához meglehetősen magas nyersanyagkitermelés szükséges, 2009-ben átlagosan 27 tonna kitermelt nyersanyag jutott egy főre éves szinten, míg 2017-ben ez már 30 tonna nagyságra növekedett. Ehhez persze az is hozzájárul, hogy 2008-ban a válság hatására jelentősen visszaesett a termelés, így ez nagyban érinthette ezen mutató alakulását is, azonban az regenerálódott később [9]. Az is látható, hogy ezen mutató az OECD országokban produkálta a legnagyobb növekedést. Jól kirajzolódik az eddigi kutatásokban már megfogalmazódott tény is, miszerint a fejlett országok kisebb szürkegazdasággal rendelkeznek, hiszen a mintában ezen térségben tapasztalható 2009-ben 16%-os és 2017-ben 14%-os átlagos szürkegazdaság kitűnik a többi régió közül. A szubszaharai régió az OECD országokban tapasztalható értékek teljes ellentétét igazolja, a materiális lábnyom értéke fejletlen térség révén nagyon alacsony, 2009-ben pusztán 4 tonna egy főre jutó nyersanyag kitermelését láthatjuk, és ez 2017-re csak 1 tonnával növekedett, ami az ott élők nagyon alacsony életszínvonalának változatlanságát jelzi. Kirajzolódik továbbá a szegény nemzetek esetében tapasztalható nagyon magas szürkegazdaság értéke is. Az eddig tárgyalt két régión láthatóak tehát a szélsőségek, melyek nagyban befolyásolták az eredményeket. Jóllehet, Dél-Amerika ugyanakkora szürkegazdasággal rendelkezik, mint Szubszaharai Afrika, azonban a nyersanyagszükséglete a háromszorosát teszi ki az utóbbi régiónak bár tény, hogy fejlettebb térségről beszélünk. Hasonlóan alakult a mintában az európai régió is, a maradék régiók pedig megközelítőleg ugyanekkora nyersanyagszükséglet mellett mutatnak kisebb rejtett gazdaságot.
Látható, hogy a nyersanyag szükséglet összességében minden térségben növekedett, a szürkegazdaság pedig csökkent. Ez magyarázható a fentebb említett érveléssel, azaz minél fejlettebb egy ország, annál magasabb a materiális lábnyom (az ott élők magasabb életszínvonala miatt), s annál kisebb a szürkegazdaság mértéke. Megfigyelhető továbbá, hogy a regressziós modell szerint a materiális lábnyom növekedésével a szürkegazdaság 2017-ben nagyobb mértékben csökken 2009-hez képest, mivel az előzőekben foglaltak szerint a materiális lábnyom minden régióban nőtt. Mindezek alapján a mintát tekintve akkor csökkenne a nagyon szegény régiókban a rejtett gazdaság jelentősebb mértékben, amennyiben azok fejlődnének, ami miatt ezzel egyidejűleg a nyersanyagfogyasztás is megnövekedne a modell alapján. Ez természetesen negatív hatással lenne a bolygónkra, főleg annak tekintetében, hogy

az árnyékgazdaság így is számos különösképpen szennyező tevékenységet foglal magában leginkább a szegény térségekben, mint például a bőrcserzés, a téglagyártás, a fémmegmunkálás, a régi járművekkel történő városi közlekedés vagy családi üzemekben történő termelés [10]. Általában ezek a cégek nem követik a környezetvédelmi előírásokat, míg a fejlett országokban sokkal környezetkímélőbbek a termelőberendezések, gyárak zöme a fejlettlen országoktól [10]. A fejlődés nyilvánvalóan nem történik nagy ütemben rövid időn belül, így rövidtávon elképzelhető a megnövekedett nagyobb mértékű nyersanyag-forgalom informális gazdaságba való beépülése, bár az első fejezetekben bemutatott fehérítő intézkedések mellett hosszútávon a környezetkímélést figyelembe vevő nyersanyagfogyasztás növeléssel fejlődhetne az adott térség és csökkenhetne egyben az informális gazdaság.
Ugyan ebben a témakörben eddig csak a környezetszennyezés szempontjából vizsgálták kutatók a rejtett gazdaságot, jellemzően $CO_2$ kibocsátás [10] vagy ritkább esetben ökológiai lábnyom alapján [11], a materiális lábnyom vizsgálatával még nem találkoztam. Ezen indikátor újszerűségét tekintve számos későbbi kutatás alapja lehet, ha figyelembe vesszük az egyes területeken fellelhető nyersanyagok jellegét, az azokban bekövetkező változások hatását, export-importszerkezet alakulását, a nyersanyagok árának változását, s ezeket valamilyen formában bevonjuk a vizsgálatba.

### *3.3. Agrárszektorban dolgozók aránya*

Szakirodalmi kutatás alapján elmondható, hogy kutatások már bizonyították, hogy a szürkegazdaság és agrárszektor GDP-hez hozzáadott értéke vagy agrárszektorban dolgozók aránya között van kapcsolat, jellemzően pozitív irányú. Ezen vizsgálati eredményeket jelen kutatás is alátámasztotta, hiszen mindkét évre vonatkozóan szignifikáns kapcsolat látható. Érdemes itt is megfigyelni ezen mutatóból is a régiós bontásokat, amit a 6. ábra mutat.




| | Ázsiai-csendes-óceáni térség | Dél-, Dél-Kelet Ázsia | Dél-Amerika | Észak,-Kelet,-Közép-Ázsia | Európa | Közép-Kelet és Észak-Afrika | OECD országok | Szubszaha-rai Afrika |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agr. (%) 2009 | 15% | 17% | 9% | 9% | 8% | 6% | 2% | 24% |
| Agr. (%) 2017 | 13% | 14% | 8% | 7% | 7% | 6% | 2% | 22% |
| Szg. (%) 2009 | 30% | 31% | 37% | 28% | 35% | 23% | 16% | 37% |
| Szg. (%) 2017 | 26% | 26% | 34% | 27% | 31% | 24% | 14% | 34% |

**6. ábra: Agrárszektorban dolgozók aránya teljes foglalkoztatottsághoz %-ban kifejezve régiónként**
Forrás: [2] [12] saját szerkesztés

Az eredményeket ismét befolyásolta az OECD és szubszaharai régió, látható, hogy a minta legfejlettebb részét alkotó országokban nincs nagy jelentősége a mezőgazdaságban dolgozók arányának, míg a nagyon szegény térségeknél nagyon meghatározó szektorról van szó. Megfigyelhető továbbá, hogy az ázsiai térségek esetén is jelentős e szektorban dolgozók aránya, ahogyan a szürkegazdaság megléte is kiemelkedő. A modell alapján láthattuk, hogy a mutató értékében bekövetkezett növekedéssel 2009-ben nagyobb mértékben nő a szürkegazdaság

nagysága, míg 2017-ben kisebb elmozdulás látszik a rejtett gazdaság értékében. Mindez magyarázható azzal, hogy jellemzően stagnál vagy csökken a mezőgazdaságban dolgozók aránya a régiókban a szürkegazdaság értékével együtt. Pontosabban az agrárszektorban dolgozók aránya minden régióban csökkenő tendenciát mutat, ahol meghatározó jelentőségű szektorként van jelen, azaz az OECD országok, illetve Közép-Kelet és Észak-Afrika kivételével mindenhol. Ebben közrejátszik a szektor kevésbé hatékony termelékenysége; a vidékről elvándorló népesség; valamint az egyre nagyobb igény más termékek, szolgáltatások és gépesítés iránt [13] [14].

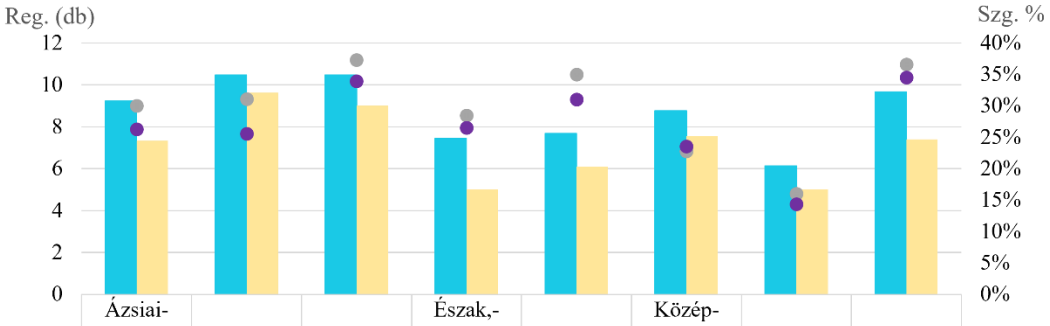
Természetesen ezen együttmozgás nem jelenti azt, hogy az agrárszektorban dolgozók nagyarányú csökkentésével a szürkegazdaság problémája megoldódna. Sőt, számos indok van, ami miatt a kormánynak nem is érdeke lépni az agrárszektor fehérítésében. A fejlődő országokban még ha szürkén is, de munkalehetőséget biztosít ez az ágazat, ezáltal elfedi a munkanélküliséget, illetve társadalmi problémákat, továbbá lassítja a vidékről való elvándorlást és hozzájárul az élelmiszerellátás fenntartásához [15]. Williams és Horodnic [16] azonban összegyűjtött néhány speciálisan agrárszektor fehérítő intézkedést. Ilyen például a büntetések kirovása (mellyel ugyan csak elfedésre kerülne a probléma átmenetileg), annak ellenőrzése a hatóságok által, hogy a munkavállaló már az első napján megkapta-e munkaszerződését; a be nem jelentett mezőgazdasági termékek ellen hitelesített pénztárgépek bevezetésének, terminálok használatának szorgalmazása; a készpénz helyett bankkártyával történő tranzakciók kedvezményekkel való támogatása; a gyanúsnak tűnő vállaltok monitorozása vagy a vidéki polgárok által bejelentett szürkevállalatok felkutatása. A szerzőpáros kutatásából összességében látható, hogy az adminisztratív kötelezettségek betartásának ellenőrzésével lehetne küzdeni ezen szektor fehérítésével, bár nyilvánvalóan a nagyon szegény országok esetében kétséges ezen intézkedésekhez szükséges erőforrások, technológiai adottságok és képzett munkaerőforrás megléte.

Összességében a modell alátámasztotta más kutatások eredményeit, miszerint pozitív kapcsolat található a szürkegazdaság és az agrárszektorban dolgozók aránya között, a mintát tekintve pedig nagy jelentősége volt az együttmozgás felderítésében a különböző fejlettségű területek bevonásának, jól kirajzolódott, mely területek érintettek egyszerre magas informális gazdasággal és nagy mezőgazdasági dolgozói aránnyal. Habár az agrárszektor nagy jelentőségű megélhetési forrás a fejletlenebb területeken még akár informális tevékenységként is, fontos lenne ezen szektor fehérítése akár a fentebb említett intézkedések egy részével, hiszen a szürkén történő megélhetés biztosítása csupán a problémákat fedi el. A valódi okok feltérképezése és kezelése hosszadalmas és erőforrásigényes folyamat, viszont enélkül valódi előrelépés a szürkegazdaság visszaszorításában aligha elképzelhető.

### *3.4. Regisztrációs eljárások*

Habár a bürokráciát sokszor hozzák kapcsolatba a szürkegazdasággal azzal a következtetéssel, miszerint a bürokrácia magas szintje hozzájárul az adóelkerülők számának növekedéséhez a regisztrációs eljárások számáról kevés kutatást olvashatunk e tekintetben. Ahogyan azt a 7. ábra mutatja, itt már kevésbé a szubszaharai és OECD régiók közötti jelentős különbség befolyásolja a modell eredményeit, jól látszik, hogy a legtöbb regisztrációs eljárással a magas szürkegazdasággal rendelkező országok bírnak. Ugyan az OECD térség rendelkezik a legkevesebb adminisztrációs eljárással, Észak-, Kelet-, Közép-Ázsiában 2009-ről 2017-re akkora csökkenés mutatkozik ezen mutató értékében, hogy az OECD országokkal megegyező értéket láthatunk, ugyanakkor a szürkegazdaság tekintetében természetesen jókora szakadék maradt a két térség között. Összességében minden térségben csökkenést tapasztalhatunk, ami nagyban magyarázhatja a regresszióanalízis eredményeit. 2009-ben ezen indikátor még éppen szignifikáns kapcsolatot mutatott az informális gazdasággal, vagyis amennyiben a regisztrációs

eljárások száma 9-nél kevesebb, úgy a szürkegazdaság negatív irányban változik. 2017-ben már nincs kapcsolat a két mutató között, ami köszönhető az indikátor minden térségben bekövetkező nagymértékű csökkenésnek.




| | Ázsiai-csendes-óceáni térség | Dél-, Dél-Kelet Ázsia | Dél-Amerika | Észak,-Kelet,-Közép-Ázsia | Európa | Közép-Kelet és Észak-Afrika | OECD országok | Szubszaha-rai Afrika |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Reg. (db) 2009 | 9,2 | 10,5 | 10,5 | 7,4 | 7,7 | 8,8 | 6,1 | 9,7 |
| Reg. (db) 2017 | 7,3 | 9,6 | 9,0 | 5,0 | 6,1 | 7,6 | 5,0 | 7,4 |
| Szg. (%) 2009 | 30% | 31% | 37% | 28% | 35% | 23% | 16% | 37% |
| Szg. (%) 2017 | 26% | 26% | 34% | 27% | 31% | 24% | 14% | 34% |

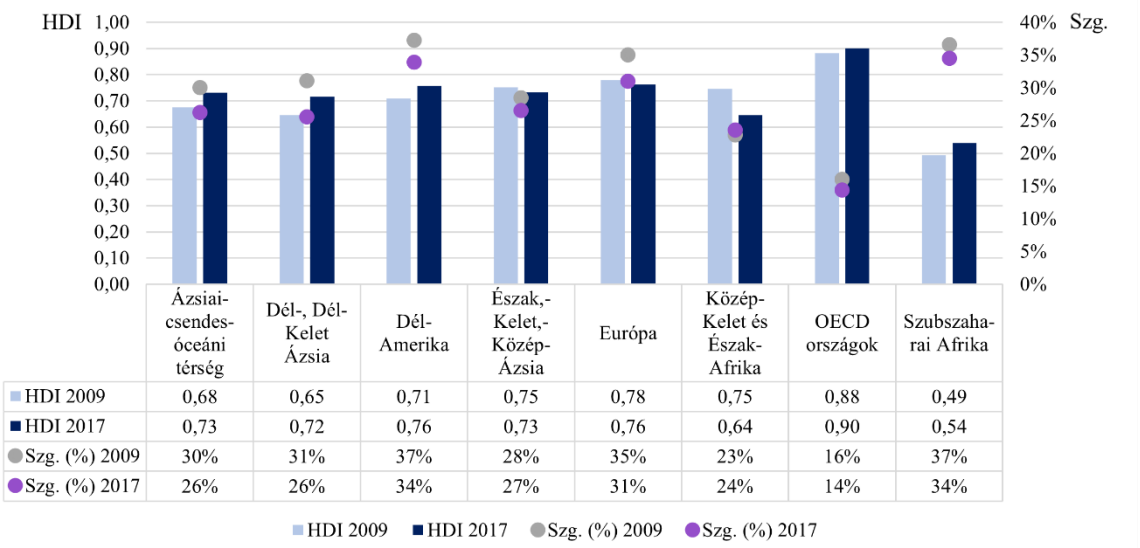
**7. ábra: Regisztrációs eljárások száma egy vállalkozás indításához régiónként**
Forrás: [2] [17], saját szerkesztés

A bonyolult, költséges regisztrációs eljárások zöme nagy visszatartó erő lehet a frissen megalakult vállalkozások számára, a 2017-es modell alapján is látunk olyan régiókat, ahol legalább 9 eljáráson kellene átesni. Ugyan a modell alapján már a 2017-es állapot mellett nem mutatkozik szignifikáns kapcsolat, minden bizonnyal a regisztrációs intézkedések tovább csökkenése sem mozogna együtt a rejtett gazdasággal. Ugyan a szakirodalom nem taglalja a regisztrációs eljárások csökkenésének ilyen nagyarányú változásának okát, de nagy szerepe lehet ebben a digitalizációnak. Amennyiben az elektronikus ügyintéző felületek képesek tárolni, továbbítani adatokat, úgy csökkenhet a regisztrációs eljárások száma, nem beszélve a ráfordított időről. Ezen időszak alatt nagy jelentősége volt ugyanis a különböző ügyintézésekkel kapcsolatos elektronikus felületek kiépülésének. Az elektronikus felületek nem csak a vállalatoknak nyújtanak gyorsabb ügyintézést, hiszen a hivatalos szervek számára is egyszerűsödik a cégnyilvántartás, az adatok egyeztetése és ellenőrzése stb. Azonban ezen lehetőség nem minden esetben lehet adott, számos kritériumnak kell megfelelni ezzel kapcsolatban, például a minősített elektronikus aláírás meglétével, az elektronikus fizetési képességgel, az adott program telepítésének, zökkenőmentes használatának lehetőségével. Áttörést hozott a koronavírus járvány is az ügyintézések digitalizációjában, bár a minta ezt persze már nem tükrözheti [18]. Ezek alapján az eljárások további csökkenése várható, illetve remélhetőleg a költségek visszaszorulása is.

### *3.5. HDI*

A fejlettség és boldogság, fejlettség kapcsolatát nem vizsgálják gyakran kutatók, A HDI és szürkegazdaság kapcsolatáról készült kutatások száma is csekély, leginkább kontrollváltozóként alkalmazzák a mutatót. A HDI három dimenzió alapján mér, melyek a hosszú és egészséges élet (születéskor várható élettartam alapján); tudáshoz való hozzáférés (melyet az iskolás korba lépő gyermekek oktatásban töltött éveinek anticipált nagyságán, valamint a legalább 25 éves korúak oktatásban töltött éveinek átlagán mérnek); illetve a megfelelő életszínvonal témaköre (ezt az egy főre jutó GNI (Gross National Income -bruttó nemzeti jövedelem) természetes alapú logaritmusa adja). A kapott adatok transzformálása után

0 és 1 közé eső értékként kapjuk a HDI-t [19]. Ezen mutatóról elmondható, hogy egyik évben sem mutatott szignifikáns kapcsolatot a rejtett gazdasággal. Az előzőekben látott régiós bontást ebben az esetben is megvizsgálni a 8. ábra alapján.




| | Ázsiai-csendes-óceáni térség | Dél-, Dél-Kelet Ázsia | Dél-Amerika | Észak,-Kelet,-Közép-Ázsia | Európa | Közép-Kelet és Észak-Afrika | OECD országok | Szubszaharai Afrika |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HDI 2009 | 0,68 | 0,65 | 0,71 | 0,75 | 0,78 | 0,75 | 0,88 | 0,49 |
| HDI 2017 | 0,73 | 0,72 | 0,76 | 0,73 | 0,76 | 0,64 | 0,90 | 0,54 |
| Szg. (%) 2009 | 30% | 31% | 37% | 28% | 35% | 23% | 16% | 37% |
| Szg. (%) 2017 | 26% | 26% | 34% | 27% | 31% | 24% | 14% | 34% |

**8. ábra: HDI alakulása régiónként**
Forrás: [2] [20], saját szerkesztés

Ugyan ezen mutató kapcsán is nagy a különbség az OECD és szubszaharai régió között, ám más térségeket is megfigyelve nem feltétlenül igaz, hogy a magas szürkegazdasággal rendelkező országok alacsony HDI-vel rendelkeznének. Ez minden bizonnyal annak köszönhető, hogy a mutató egyik alkotóeleme az ökológiai lábnyom, mely gazdaságilag fejletlenebb térségekben alulmarad, amivel nő a HDI értéke, s ezzel ellensúlyozható az oktatás vagy várható élettartam elmaradottsága. Ennek köszönhető az is, hogy utóbbi indikátorok esetében hiába teljesítenek legjobban az OECD országok, ezen térség nagyon magas ökológiai lábnyomot tudhat magáénak. A modell eredményeit továbbá az is befolyásolhatta, hogy bár a legtöbb esetben 2009-ről 2017-re növekedést láthatunk a HDI értékekben, Dél-, Dél-Kelet Ázsiában, Közép-Kelet és Észak-Afrikában például 0,07 és 0,09 értékű növekedést produkált, azonban van két régió, Észak-, Kelet-, Közép-Ázsia és Európa, ahol csökkent a HDI. Összességében ezen kutatás nem tudott szignifikáns kapcsolatot bizonyítani a fejlettség ezen formája és a szürkegazdaság között, azonban szűkebben vett mintával érdemes lehet még kutatásokat folytatni, hiszen ezen indikátor sem túl elterjedt vizsgálódási alap a rejtett gazdaság vonatkozásában. Megfontolandó azonban az is, hogy a fejlettség mérésére további indikátorok kerüljenek bevonásra akár kontrollváltozóként, azonban annak megállapítása, hogy mivel mérhető a fejlettség, nem egyszerű kérdés.

## 4. Összegzés

Összességében a rejtett gazdaság meglehetősen komplex jelenség, létezését számos tényező képes befolyásolni. Az eredményváltozó kiválasztása, majd a négy választott dimenzió szakirodalmi áttekintése alapján magyarázó tényezőket adó makrogazdasági indikátorokat kerestem, melyek együtt mozoghatnak a rejtett gazdasággal. Miután előkészítettem a mintát, s a regresszióanalízis feltételeinek teljesüléséről meggyőződtem, négy változóval folytattam a modellezést. Ezek kapcsán az első kutatási kérdésemre válaszként kaptam, hogy sikerült a modell alapján találni 3 változót, melyek szignifikáns kapcsolatot mutattak a rejtett gazdasággal a 2009-es modell szerint, a 2017-es modell szerint két változó mutatott kapcsolatot. Második

kutatási kérdésem, melyet az alkalmazott indikátorok időbeli alakulásából feltételezett regressziós modell 2009-re és 2017-re vonatkozó eredményeinek különbözősége miatt tettem fel, igennel válaszolható meg, hiszen a regisztrációs eljárásokból képzett dummy változó csak 2009-ben volt szignifikáns, vagyis volt különbség a két modell között.
Bár összességében sikerült előállítani egy viszonylag nagy elemszámból álló mintát, azonban mint a legtöbb kutatásnak, ennek is akad sebezhető pontja. Ugyan Medina és Schneider [2] becslése nagyon sokat hivatkozott és elismert eljárás, ez mégiscsak egy becslés, ami természetesen eltérhet az általunk nem ismert rejtett gazdaság valódi mértékétől. Továbbá fenntartással kell kezelnünk, hogy a választott magyarázó változók ugyan az elérhető lehető legmegbízhatóbb forrásokból kerültek kiválasztásra, ezeken belül többnyire minden ország maga szolgáltatja az adatokat, így számításba kell venni esetleg azt is, hogy más-más nemzeteknél eltérő eljárással készültek a felmérések. A vizsgált változó adatainál maradva érdemes megemlíteni az adat-imputálás szerepét is, mely ugyancsak torzíthatott az eredményen. Az említettek miatt tehát felmerülhet az eredmények némi torzítottságának lehetősége, azonban a regresszióanalízis feltételeinek részletes vizsgálatával biztosítottam a modell nagy pontossággal történő előállítását, az elemzés tehát a lehetőségekhez mérten a lehető legnagyobb alapossággal készült.
Ugyan egy nagymintás adatállomány és a valóban létező modell létrehozása sikerrel járt, a vizsgálat eredményeit nagyban befolyásolta az országok köre. Az eredmények értékeléséből látható volt, hogy az OECD és szubszaharai térség nagy hatást gyakorolt a modellekre. Az elemzéssel azonban sikerült felhívni a figyelmet néhány érdekes, eddig nem vagy alig vizsgált mutatóra. Ilyen volt a regisztrációs eljárások száma, mellyel kapcsolatban nagyon kevés kutatást találtam, továbbá a materiális lábnyom, melynek vizsgálatával egyáltalán nem találkoztam a tanulmány készültekor. Bár az agrárszektor gyakrabban vizsgált mutató, ennek vizsgálata igazolta a szakirodalomban olvasható eddigi eredményeket. Összességében a kutatás hozzásegített a szürkegazdaság jelenségének jobb megértéséhez.
Jelen tanulmány a jövőben számos vizsgálódási lehetőséget vethet fel, hiszen a materiális lábnyom helyzetével mindenképp érdemes lehet részletesebben foglalkozni. Noha egy ilyen mértékben vizsgált téma esetében nehéz nem kutatott területeket találni, a materiális lábnyom helyzete emiatt is izgalmas lehetőségeket rejt. Ugyan a minta miatt nagy szerepe volt a fejlettségnek, emiatt egy-egy régió, vagy egy-egy adott ország helyzetének részletes vizsgálata érdekes eredményekkel szolgálhat. Ebben az esetben elképzelhető, hogy az addig lineáris kapcsolatot még különféle transzformációkkal sem mutató indikátorok megfelelnének a regresszióanalízis feltételeinek, így további kapcsolatokat lehetne találni. Az adatokkal kapcsolatban kézenfekvő továbbá annak lehetősége, hogy az újabb szürkegazdaságbecslések megjelenésekor a friss adatokkal is elvégezzem a vizsgálatot.

**Köszönetnyilvánítás**

Köszönet illeti Galambosné Dr. Tiszberger Mónika tanárnőt, aki hasznos meglátásaival, módszertani segítségnyújtásával, javítási lehetőségek feltárásával és lektorálásával segítette a tanulmány létrejöttét, továbbá köszönet a Kriszbacher Ildikó Tehetséggondozó Programnak a kutatás támogatásáért.

**Irodalomjegyzék**

[1.] Schneider, F.: The Shadow Economy and Shadow Economy Labor Force: What Do We (Not) Know? Johannes Kepler University of Linz and IZA. IZA, 2011. https://ftp.iza.org/dp5769.pdf (letöltve: 2021. 09. 03.)

[2.] Medina, L. – Schneider, F.: Shedding Light on the Shadow Economy: A Global Database and the Interaction with the Official One. CESifo Working Paper. Econstor, 2019. No. 7981. https://www.econstor.eu/handle/10419/214983 (letöltve: 2021. 05. 27.)
[3.] Murai B. – Ritzlné Kazmir I.: A nem megfigyelt gazdaság mérésének lehetőségei. Statisztikai Szemle, 89. évfolyam 5. szám. KSH, 2011, pp. 501-522. https://www.ksh.hu/statszemle_archive/2011/2011_05/2011_05_501.pdf (letöltve: 2021. 07. 14.)
[4.] Medina, L. – Schneider, F.: Shadow Economies Around the World: What Did We Learn Over the Last 20 Years? IMF, 2018. https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2018/01/25/Shadow-Economies-Around-the-World-What-Did-We-Learn-Over-the-Last-20-Years-45583 (letöltve: 2021. 09. 07.)
[5.] Breusch, T.: Estimating the Underground Economy using MIMIC Model. University Library of Munich, Germany. 2005. https://econwpa.ub.uni-muenchen.de/econ-wp/em/papers/0507/0507003.pdf (letöltve: 2021.09. 09.)
[6.] Pintér J.– Rappai G.: Statisztika. Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar, Pécs. 2007, pp. 433-486.
[7.] Gapminder: Material footprint Dataset. Gapminder, 2017. https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ejPicX82zfoi7T6SOm7C7EDj6dENDyCOUsEvmLhwPyc/edit#gid=501532268 (letöltve: 2021. 10. 04.)
[8.] Shao, J. et. al: Environmental Impact of the Shadow Economy, Globalisation, Trade and Market Size: Evidence Using Linear and Non-Linear Methods. Sustainability, 2021. vol. 13, no. 12: 6539. https://doi.org/10.3390/su13126539 (letöltve: 2021. 09. 12.)
[9.] Calatayud, S. - Mohkam, S.: Material Footprint: an indicator reflecting actual consumption of raw materials. Ministry for an ecological and solidary transition, Public Statistics, Bialec, Nancy. 2018. https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-10/datalab-essentiel-142-empreinte-matiere-eng-avril2018b.pdf (letöltve: 2021. 11. 04.)
[10.] Biswas, K. et al.: Pollution, shadow economy and corruption: Theory and evidence. Ecological Economics, 2012. Vol. 75, pp. 114-125. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.01.007 (letöltve: 2021. 09. 15.)
[11.] Köksal, C. et al.: The role of shadow economies in ecological footprint quality: empirical evidence from Turkey. Environ Sci Pollut Res Int. NH, 2020. Vol. 27(12) pp. 13457-13466. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32026361/ (letöltve: 2021. 09. 20.)
[12.] The World Bank: Employment in agriculture (% of total employment) (modeled ILO estimate). Social Protection & Labor: Economic activity. The World Bank, 2021a. https://data.worldbank.org/indicator/SL.AGR.EMPL.ZS (letöltve: 2021. 10. 06.)
[13.] Satyal, V.: Agriculture in decline. Economic Journal of Development, Academia, 2010, vol. 11., no. 1-2. https://www.academia.edu/28653246/Agriculture_in_decline (letöltve: 2021. 10. 19.)
[14.] Martin, W. - Warr, P.: The Declining Economic Importance of Agriculture, 1990 Australian Agricultural and Resource Economics Society. IDEAS, 1990. https://ideas.repec.org/p/ags/aare90/145213.html (letöltve: 2021. 10. 19.)
[15.] Schneider, F. et al.: Measuring the Immeasurable: The Evolution of the Size of Informal Economy in the Agricultural Sector in the EU-15 up to 2019. CESifo, 2021, no. 8937 https://www.cesifo.org/en/publikationen/2021/working-paper/measuring-immeasurable-evolution-size-informal-economy (letöltve: 2021. 10. 12.)

[16.] Williams, C. - Horodnic, A.: Tackling Undeclared Work in the Agricultural Sector. European Platform Undeclared Work. Data Lab, 2018. https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-10/datalab-essentiel-142-empreinte-matiere-eng-avril2018b.pdf (letöltve: 2021. 11. 04.)
[17.] The World Bank: Start-up procedures to register a business (number). Private Sector & Trade, Business environment. The Wolrd Bank, 2021d. https://data.worldbank.org/indicator/IC.REG.PROC?name_desc=false&view=chart (letöltve: 2021. 10. 06.)
[18.] Škorić, S.: The application of digital technology in business registration. Pravo - teorija i praksa. Researchgate, 2020, vol. 37., no. 4., pp. 1-12. https://www.researchgate.net/publication/349116329_The_application_of_digital_technology_in_business_registration (letöltve: 2021. 10. 19.)
[19.] Galambosné Tiszberger M.: A gazdaság és a társadalom statisztikája. Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar, Pécs. 2019, pp.139-149., pp. 177-182.
[20.] United Nations Development Programme: Human Development Index. UNDP, 2019. https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI (letöltve: 2021. 10. 01.)

**Lektorálta:** Galambosné Dr. Tiszberger Mónika; adjunktus; Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar

# JELLEGZETES INNOVÁCIÓS ÖKOSZISZTÉMÁK ÉS A LÉTREHOZÓK KAPCSOLATA

**Tóth Csilla**
*projekt koordinátor, PhD kutató*
*ZalaZONE Ipari Park Zrt.*
*csilla.toth@zalazonepark.hu*

**Dr. Háry András**
*vezérigazgató*
*ZalaZONE Ipari Park Zrt.*
*andras.hary@apnb.hu*

**Absztrakt**
Az innovációs ökoszisztémák a kutatás-fejlesztési és innovációs tevékenységek fontos katalizátorai. Napjaink jelentősen átalakuló technológiai környezetében kiemelt jelentőségük van az olyan együttműködésekre épülő rendszereknek, amelyek egyúttal képesek a nagy hozzáadott értékű tevékenységek erősödéséhez is hozzájárulni. Bár az innovációs ökoszisztémáknak már több évtizedes múltjuk van, a jelenleg aktuális kutatás-fejlesztési kihívások kapcsán egyes aspektusokat érdemes új megvilágításba helyezni. A témához kapcsolódó kutatások alapján kimondható, hogy az innovációs ökoszisztéma nem egy abszolút fogalom, hiszen a gyakorlatban többféle megjelenési formája is elterjedt. Az adott ökoszisztéma jellege, felépítése, működése számos tényezőtől függ; eltérő formái jelenhetnek meg, függően az adott térségek, iparág, együttműködési rendszer és kultúra sajátosságaitól. A szerzők korábbi kutatásaik során már foglalkoztak az eltérő sajátosságú innovációs ökoszisztémák klasszifikációjával. A jelen vizsgálat épít a kapcsolódó kutatási eredményekre, ugyanakkor a fókuszba az innovációs ökoszisztémák alapítási viszonyait helyezi. Vannak arra utaló jelek, hogy az alapításban érintett szereplők jellemzői és a később kialakuló innovációs ökoszisztéma típusa között sajátos és megfigyelhető összefüggések vannak.
A kutatás célja megvizsgálni, hogy az innovációs ökoszisztémák öt típusa és az alapítók köre viszonylatában milyen tipikus mintázatok figyelhetők meg. Ennek érdekében a szerzők 93 európai innovációs és tudományos park adatait vizsgálták. A kutatás során a triple-helix modellből származtatott alapítói formák és azok kombinációinak tükrében került sor a különböző ökoszisztéma típusok értékelésére. Az elemzés megállapításokat tesz az alapítási körülmények és a későbbi ökoszisztéma forma közötti lehetséges összefüggésekre vonatkozóan. Végül, a szerzők javaslatokat tesznek a lehetséges következő kutatási irányokra és a témakör további feldolgozási lehetőségeire.

***Kulcsszavak**: innovációs ökoszisztéma, tudományos park, innovációs park, triple helix*

## 1. Bevezetés

Az elmúlt években megnőtt az érdeklődés az ökoszisztémák témája iránt, amit úgy is ismernek, mint az innovációs és üzleti környezet leírásának egyik formája. A kifejezés nemcsak a high-tech cégek, hanem egyes ágazatok és térségek fejlesztésének fókuszába is bekerült. Az ökoszisztémák rendszerét, módszerét mind a gazdaságfejlesztés, mind az innovációs rendszerek körében alkalmazzák stratégiai területeken is, fogalma segít az innováció-fókuszú stratégiai elemzések elvégzésében. Az ökoszisztémák nem illeszkednek a klasszikus, Porter-féle modellből következő vevő-beszállító viszonyrendszerbe, és nem is tekinthetők a megszokott hierarchikus rendszernek.

Az innovációs rendszerfogalom mellett az innovációs ökoszisztémák fogalma is kifejezetten népszerűvé vált a kapcsolódó kutatások körében, jellemzően üzleti és stratégiai eredettel és fókusszal [1]. Ez eltér az innovációs rendszerek szakirodalmában korábban domináns politikai és intézményi fókusztól. Az *innovációs ökoszisztéma* fogalmának értelmezése így elválik az *innovációs rendszer* korábbi koncepcionális megközelítésétől. Az innovációs ökoszisztéma fogalom intenzívebb használata Adner Harvard Business Review cikkének közzététele után gyorsult fel, amely az innovációs ökoszisztémák valószínűleg legszélesebb körben használt definícióját tartalmazza [2]. Az innovációs ökoszisztémát „együttműködési megállapodásokként határozza meg, amelyek révén a vállalkozások egyesítik kínálatukat koherens, ügyfélorientált megoldások érdekében".
Jackson [3] az innovációs ökoszisztémát összetett kapcsolatok rendszereként fogalmazza meg, nézőpontja szerint olyan szereplők vagy entitások között jön létre, amelyek funkcionális célja a technológiai fejlődés és az innováció elősegítése.
Carayannis és Campbell [4] szerint a 21. századi innovációs ökoszisztéma egy többszintű, multimodális, több csomópontos és multiagens rendszer. Az innovációs architektúrát az emberi, a társadalmi, a szellemi és a pénzügyi tőke állományainak és áramlásainak, valamint a kulturális és technológiai tárgyaknak és módozatoknak az agglomerációi alkotják, folyamatosan együtt fejlődve és együttműködve.
Still et.al. [5] irodalmi áttekintésében az innovációs ökoszisztémákat, amelyeket általában szervezetekből és a közöttük lévő kapcsolatokból álló entitásokként tekintenek, olyan emberi hálózatokként határozták meg, amelyek fenntartható alapon rendkívüli kreativitást és kimenetet generálnak, valamint olyan egymástól függő cégekből állnak, amelyek szimbiotikus kapcsolatokat alakítanak ki termékek és szolgáltatások létrehozása és szállítása céljából.
Walrave et.al. [6] ehhez hasonlóan közelítette meg az innovációs ökoszisztémák fogalmát, miszerint olyan, egymásra épülő szereplők hálózataként lehet meghatározni, amelyek speciális, ugyanakkor kiegészítő erőforrásokat és/vagy képességeket ötvöznek annak érdekében, hogy létrehozzák és átfogó értékajánlatot teremtsenek a végfelhasználók számára.

Az egyes definíciókból is jól látszik az innovációs ökoszisztémák fogalmának összetettsége, amely egyszerre tartalmazza a különböző szereplőket (aktorok), azok együttműködésének fontosságát, az ökoszisztéma speciális tevékenységi és értékteremtési jellemzőit, a közös fejlődés, a ko-evolúció szerepét, ugyanakkor az innovációalapú eredményközpontúságot (kimeneti termékek és szolgáltatások), valamint a versenyhelyzet és a kutatás-fejlesztés kettősségét.

## 2. Irodalmi kitekintés

Az innovációs ökoszisztéma koncepció fő gyökerei Moore [7] és több más szerző értelmezésében az üzleti ökoszisztémák kapcsolódó koncepciójához köthetők.
Oh et.al. [8] írásukban rámutatnak, hogy az innovációs ökoszisztéma két különálló, jól elkülönülő gazdasághoz köthető, az egyik a kutatógazdaság, amelynek hajtóereje az alapkutatás, a másik a kereskedelmi gazdaság, amelynek mozgatója a piac. A szerzők szerint e két gazdaság közötti együttműködés és viszonyrendszer határozza meg az innovációs ökoszisztémák kereteit.
Az innovációs ökoszisztéma Westhead & Batstone [9] szerinti megközelítése szerint a kutatógazdaság rendelkezésére álló erőforrások a kereskedelmi gazdaság által termelt erőforrásokhoz kapcsolódnak. Fontos jellemző, hogy az ökoszisztémán belüli egységek vagy földrajzilag lokalizáltak, vagy stratégiailag összekapcsolódnak, hogy egy adott technológiai terület köré összpontosítsanak.

Granstrand & Holgersson [10] szerint az innovációs ökoszisztéma a szereplők, tevékenységek és termékek, valamint az intézmények és kapcsolatok összessége, beleértve a kiegészítő és helyettesítő kapcsolatokat is, amelyek fontosak a szereplők innovatív teljesítménye szempontjából.

Egy innovációs ökoszisztéma ezért mindig különböző típusú szereplők összessége, akik eltérő célrendszerekkel, különböző működési sajátosságokkal rendelkeznek. Teljesen más egy kutatóintézeti működési kultúra és egy piaci alapon működő vállalkozás működési környezete. Éppen emiatt, egy innovációs ökoszisztéma egyben a különböző szereplők között hidat is kell képezzen. A szereplők közötti különbözőségek adják a komplementer együttműködések alapját, ugyanakkor ezek menedzsment kihívásokat is jelentenek. A különböző innovációs ökoszisztémák elemzéséből látszik, hogy nincs egyetlen alkalmazott modell, számos eltérő megvalósítási forma létezik. Egy-egy innovációs ökoszisztéma jelenlegi felépítése, működése számos tényezőtől függ, befolyásoló faktor az elhelyezkedés, a környezeti adottság, a létrehozás formája és körülményei. A jelen elemzés kifejezetten az innovációs ökoszisztémák alapítási körülményeivel foglalkozik, az eltérő ökoszisztémák tükrében.

Az innovációs ökoszisztémák elméletéhez kapcsolódik a tudományos és innovációs parkok fogalmi megalapozása. A „Triple Helix" tudásmodell, amelyet Etzkowitz és Leydesdorff [11] fejlesztett ki, három „hélixet" hangsúlyoz, amelyek összefonódnak az innovációs rendszerben: akadémia/egyetemek, ipar és állam/kormányzat. A szerzők az egyetemek, az ipar és a kormányzat közötti kapcsolatokról és hálózatokról beszélnek, különös hangsúlyt fektetve a a hibrid hálózatokra is, ahol az egyes hélixek átfedik egymást. A modell a tudományos élet, az állam és az ipar közötti kölcsönhatást hangsúlyozza, és rámutat a háromféle érdekelt szereplő közös fellépésében rejlő lehetőségekre. Etzkowitz [12] egy másik, kapcsolódó publikációjában "vállalkozói egyetemre" hivatkozik, mint az akadémiai és a piaci szféra közelebb hozásának egyik formája. Az egyetemi kutatás és a vállalati K+F hatékony összekapcsolása megköveteli továbbá a „vállalkozói egyetemek" és "akadémiai cégek" egymást kiegészítő létrehozását [13]. Anbari és Umpleby [14] azt állítják, hogy a kutatási hálózatok létrehozásának egyik oka éppen abban rejlik, hogy a kiegészítő (komplementer) készségekkel rendelkező tudásgazdákat és gyakorlati szakembereket össze kell hozni. Galvao et.al. [15] áttekintő kutatása vizsgálta a triple-helix modellel kapcsolatos kutatási trendeket, és rámutatott, hogy az egyik értelmezési megközelítés az egyes stakeholderek eltérő szemszögéből eredő előnyök kiaknázása.
Etzkowitz és Klofsten [15] a triple helix gyakorlati alkalmazásaként regionális tudásalapú fejlesztési modellt javasol, amely alternatív technológiai paradigmákon alapuló „multilineáris dinamika" halmazaként fogható fel. Az innovációs hatás alulról-felfelé jön létre a „kollektív vállalkozások" eredményeként, amely vállalatok, kormányok és akadémikusok együttműködésén keresztül realizálódnak.
Leydesdorff et al. [17] szerint a gazdasági növekedés nem csak az innovációs újdonságoktól függ, hanem az innováció struktúrájától is, amelyben egyre inkább összekapcsolódik alap- és alkalmazott kutatás. Míg az egyetemek a szellemi tőkét képviselik és feladatuk a tudományos ismeretek létrehozása, az iparágak a gazdasági jólét megteremtését szolgálják, és tükrözik a vállalati stratégiákat. Az állami intézmények pedig az ellenőrzési és jogi mechanizmusokkal képviselik a szabályozásokat, politikákat, iparági stratégiákat és cselekvéseket, döntéshozókat. A három különböző ágens reflexszerűen reagál egymás akcióira. Az innovációs rendszerek e cselekvések és kölcsönösség függvényében fejlődnek és tesznek szükségessé átalakításokat, illetve kiigazításokat.
De Fuentes és Dutrénit [18] következtetései alapján a használt tudáscsatornák kapcsán figyelembe kell venni a különböző hélix modellek eltérő érdekelt felei közötti kölcsönhatásokat

az interakciók földrajzi szempontjainak elemzésekor. Ez különösen fontos az érintett tudásáramlási módok eltérő természetéből adódóan.
Elfogadva a triple helix modell alapvető hármasát, a jelen kutatás során az innovációs ökoszisztémák alapítási körét az 1. táblázat szerinti felosztás alapján vizsgáljuk.

**3. táblázat: Az innovációs ökoszisztémák alapítói köre**

| **Triple helix aspektusok** | **Szereplők** |
|---|---|
| **Kormányzat** | Helyi (város) |
| | Régió |
| | Állam |
| **Akadémia** | Egyetem(ek) |
| **Üzleti szféra** | Magánszemély |
| | Piaci szereplők |

Forrás: saját szerkesztés

## 3. A kutatás célja és módszere

A kutatás célja megvizsgálni, hogy az innovációs ökoszisztémák típusai és az alapítók köre viszonylatában milyen tipikus mintázatok figyelhetők meg.

Ennek érdekében a szerzők 93 európai innovációs és tudományos park adatait vizsgálták. A vizsgálat alapját a Nemzetközi Science Parkok Szövetsége (IASP-International Association of Science Parks and Areas of Innovation, www.iasp.ws) adatbázisa adta. Az IASP küldetése, hogy az Európában megtalálható tudományos parkok és innovációs területek részvételével egy olyan hálózatot alakítsanak ki, ami előre lendíti a tagok növekedési potenciálját és segíti őket a nemzetközivé válásban és a működési hatékonyságuk növelésében. Ez az adatbázis oly módon segíti a jelen kutatást, hogy a szövetség tagjai hasonló működési modellel és jellemzőkkel rendelkeznek, mint a kutatás tárgyát képező innovációs ökoszisztémák. Az IASP egy platformon koordinálja ezen parkok hálózatát és képes arra, hogy új üzleti lehetőségeket teremtsen a tagjai számára (a globális kapcsolatokat képesek megsokszorozni) nemzetközi fórumokon való részvétel biztosításával és így az innováció – mint a parkok fő jellemzője – fejlesztésével. Ahhoz, hogy a jelen kutatás feltételezéseit igazolni lehessen, a szövetség nyilvános adatbázisát használtuk fel, illetve a parkok weboldalain hozzáférhető adatokból kinyert információk segítségével állapítottunk meg következtetéseket.

Az innovációs ökoszisztéma megközelítése vezet el a tudományos és innovációs parkok fogalmi megalapozásához. A „Triple Helix" tudásmodell, amelyet Etzkowitz és Leydesdorff [19] fejlesztett ki, három „hélixet", három területet hangsúlyoz, amelyek összefonódnak az innovációs rendszerben: akadémia/egyetemek, ipar és állam/kormányzat. Etzkowitz és Leydesdorff az „egyetem, az ipar és a kormány közötti kapcsolatokról" és hálózatokról beszél, különös hangsúlyt fektetve a háromoldalú és a hibrid hálózatokra is, ahol ezek a hélixek átfedik egymást. A Triple Helix modell kiterjesztéseként egyes szerzők (Carayannis & Campbell, [20]) javasolták a „Quadruple Helix" modellt, amely a „Triple Helix" egyfajta kiegészítése egy negyedik szereplővel.
Mivel a kutatás szoros összefüggésben áll a „Triple Helix" tudásháromszög modellel, (ezért a kutatás során a triple-helix modellből származtatott alapítói formák és azok kombinációinak tükrében került sor a különböző ökoszisztéma típusok értékelésére.

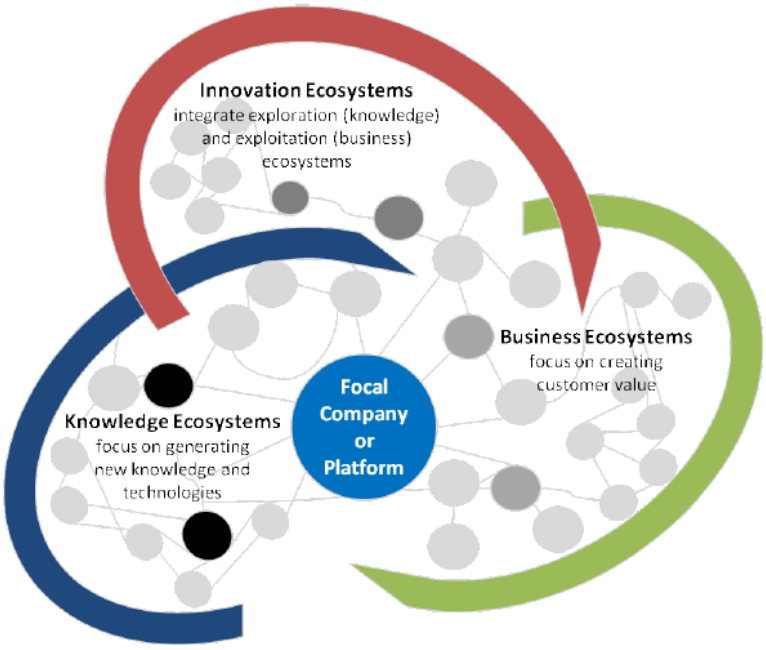
## 4. Innovációs ökoszisztéma típusok

Jacobides et.al [21] cikke az ökoszisztémák három fő irányzatát mutatja be részletesen: az „üzleti ökoszisztéma" irányzat, amelynek középpontjában egy cég és környezete áll; az „innovációs ökoszisztéma" fogalomkör, amely egy adott innováció vagy új értékajánlat és az azt támogató szereplők köré összpontosul, és a „platform ökoszisztéma", amely figyelembe veszi, hogy a szereplők hogyan szerveződnek valamely platform köré.
Az üzleti ökoszisztémák egy adott cégre vagy új vállalkozásra összpontosítanak, és az ökoszisztémát úgy tekintik, mint szervezetek, intézmények és egyének közössége, amelyek hatással vannak a vállalatra és annak eredményességére (Teece, [22]). Ez a fogalom az ökoszisztémát egymással kölcsönhatásban álló szereplők gazdasági közösségeként határozza meg, amely szereplők tevékenységükön keresztül mind hatással vannak egymásra, miközben az érintettek nem csak egyetlen iparágból származnak. Ebben a megközelítésben az ökoszisztéma azt a környezetet képviseli, amelyet a vállalatnak figyelnie kell és amely befolyásolja dinamikus képességeit, ezáltal fenntartható versenyelőny kiépítésére való képességét.
Dhanaraj és Parkhe [23] amellett érvelnek, hogy az üzleti ökoszisztémákban a központ cégek irányítják a tudásmobilitást, az innováció megfelelőségét és a hálózat stabilitását.
Az innovációs ökoszisztémákban a fókusz innovációra és az összetevők (components), illetve kiegészítők (complements) halmazára irányul. Ez a megközelítés az ökoszisztémát úgy tekinti, mint „együttműködési megállapodásokat", amelyeken keresztül a cégek egyéni kínálatukat koherens, vevőközpontú megoldássá egyesítik" (Adner, [24]). A hangsúly azon van, hogy megértsük, hogyan hatnak egymásra az egymásra utalt szereplők olyan innovációk létrehozása és kereskedelmi forgalomba hozatala céljából, amelyek a végső ügyfelek javát szolgálják. Amennyiben az ökoszisztémán belüli koordináció nem megfelelő, az innovációk kudarcot vallanak (lásd Adner és Kapoor, [25]; Kapoor és Lee, [26]). Az innovációs ökoszisztéma-koncepció lényege az alapvető termék, annak összetevői és kiegészítő termékei/szolgáltatásai közötti kapcsolat megragadása, amelyek együttesen jelentenek hozzáadott értéket az ügyfelek számára.
A fókusz innovációt előállító cég(ek) kapcsolódhatnak közvetlenül a kiegészítő szolgáltatókhoz (complementors) (Brandenburger és Nalebuff, [27]). Ez a fajta ökoszisztéma lényegében egy háló a „virtuális hálózat(ok)" (Iyer, Lee és Venkatraman, [28]) vagy a „csoporthoz kapcsolódó szereplők összetett entitásai" (Brusoni és Prencipe, [29]) körül, amelyek fókuszált és kiegészítő innovációkat kínálnak. Ezen sajátosságokat valószínűleg nagymértékben befolyásolják az innovációs ökoszisztéma alapítási viszonyai.

A platform alapú ökoszisztémák valamely technológiai platform körül szerveződnek. Ezen megközelítés szerint az ökoszisztéma a szponzor cégekből és az ő tevékenységüket kiegészítő szereplőkből áll, akik együtt hozzák létre a végső ügyfél számára az értéket. A platformhoz csatlakozva a komplementerek nemcsak kiegészítő innovációt generálhatnak, hanem közvetlenül vagy közvetve hozzáférést is kaphatnak a platform ügyfelei. Ezáltal a platform jellegű ökoszisztémákat „részben szabályozott piactereknek" tekinthetjük, amelyek a platform szponzor koordinációja és irányítása alatt ösztönzik a vállalkozói fellépést (Wareham et.al, [30]), vagy „többoldalú piacként" működnek, amely lehetővé teszi a különböző felhasználói csoportok közötti tranzakciókat (Cennamo és Santaló, [31]).

Katri [32] jó áttekintést ad az üzleti, innovációs és tudás-ökoszisztémák eltérő megközelítéseiről (lásd 1. ábra). Ezt azért lényeges érteni, mert egy ökoszisztéma pozícionálása, tartalmi megvalósítása általában nem egyetlen színtiszta modell alapján történik, hanem a különböző innovációs ökoszisztéma típusok eltérő sajátosságait is hordozhatja. Katri

szerint három különböző gazdasági ökoszisztéma-típust különböztetünk meg. Az üzleti ökoszisztémák, valamint a szolgáltatási vagy ipari ökoszisztémák irodalmában kiemelik a gazdasági eredményeket és a szereplők közötti üzleti kapcsolatokat. Az innovációs (öko) rendszerek és a regionális klaszterek tárgyalása olyan mechanizmusokra és politikákra összpontosít, amelyek elősegítik az innovatív startupok létrehozását a regionális központok vagy klaszterek körül. A tudásökoszisztémák legfőbb érdeke és eredménye az új tudás létrehozása közös kutatási munka, együttműködés vagy a tudásbázis fejlesztése révén.




**1. ábra: Az ökoszisztéma típusok**
Forrás: Katri [32]

Gomes et.al [33] azzal érvelnek, hogy az innovációs ökoszisztéma koncepciója részben a korábban létező, túlzottan az érték felhalmozásra és a versenyképességre fókuszáló üzleti ökoszisztémára adott válaszként jött létre, és hogy az innovációs ökoszisztéma koncepciója már nagyobb hangsúlyt fektet az értékteremtésre és az együttműködésre.
Az üzleti ökoszisztémák egyik leggyakrabban használt hivatkozásában azonban Moore (1993) valójában egyenlő hangsúlyt fektet az együttműködésre és a versenyre: „Az üzleti ökoszisztémában a vállalatok egy új innováció körül fejlesztik a képességeket: együttműködve és versenyképesen dolgoznak az új termékek létrehozásán, kielégítik a vásárlói igényeket, és végül beépítik az újítások következő körét".
Úgy tűnik, hogy az üzleti ökoszisztémák fogalmáról az innovációs ökoszisztémákra való áttérés túlzottan áthelyezhette a hangsúlyt a versenyről az együttműködésre. Sőt, a termékek és az erőforrások helyettesítése, ideértve az innovatív technológiákat is, többé-kevésbé kimarad a kapott definíciókból, annak ellenére, hogy ezek kifejezetten relevánsak a természetes és a mesterséges ökoszisztémákban.

A szerzők a jelen vizsgálat során a fent részletezett elméleti megfontolások figyelembevételével, építve a szerzők korábbi kutatásaira is, öt különböző típusú innovációs ökoszisztémát különböztetnek meg. Ezek a típusok összhangban vannak a szerzők korábbi publikációiban bemutatott innovációs ökoszisztéma modell fő elemeivel is, amelyek a

tudományos és innovációs parkok lehetséges funkcionális területeit jelenítik meg. Az egyes innovációs ökoszisztéma típusok és ezek fő jellemzői:

- Business park: domináns a piaci alapú szolgáltatási, ipari és kutatás-fejlesztési tevékenység,
- Innovation hub: domináns a KKV-kkel kapcsolatos tevékenység, illetve a start-up szolgáltatások,
- Technology park: domináns a technológiai, illetve szakmai fókusz, a tudásháttér (helyi, ipari, tudományos, illetve innovációs képességek),
- University park: domináns az egyetemi jelenlét, és a nemzetközi kutatások, valamint az oktatási tevékenység,
- Általános science park: az előzőekben felsorolt négy jellemző mindegyike jelen van, kiegyensúlyozott formában.

## 5. A kutatási eredmények

A korábban említett IASP adatbázisát felhasználva az alábbi eredmények születtek a kutatás során. A „Triple Helix" háromszög három szereplője mentén kialakításra került három Science Park alapítói kategória: kormányzati alapítói kör, ipari alapítói kör és egyetemi alapítói kör. A kutatás során a szerzők ebbe a három csoportba sorolták be azokat a szervezeteket, amelyek a 93 európai innovációs ökoszisztéma vizsgálata során felmerültek, mint alapító.

1. egyetemi alapítói kör alatt olyan science parkokat értünk, amelyek egy egyetem köré épültek fel és az egyetem fő tudásforrását használják fel további tudás-kiterjesztési folyamatokban,
2. állami alapítói kör esetén az adott science parkot valamilyen állami szereplő, minisztérium hozta létre,
3. a helyi kormányzati alapítói körben a helyi, városi szereplőket, a regionális kormányzat szereplőit szerepeltették a szerzők,
4. piaci körben pedig gazdasági szereplők jelennek meg alapítóként vagy cégek, vállalkozások, akik olyan science parkot alapítottak, amely az ipar valamely ágán alapszik.

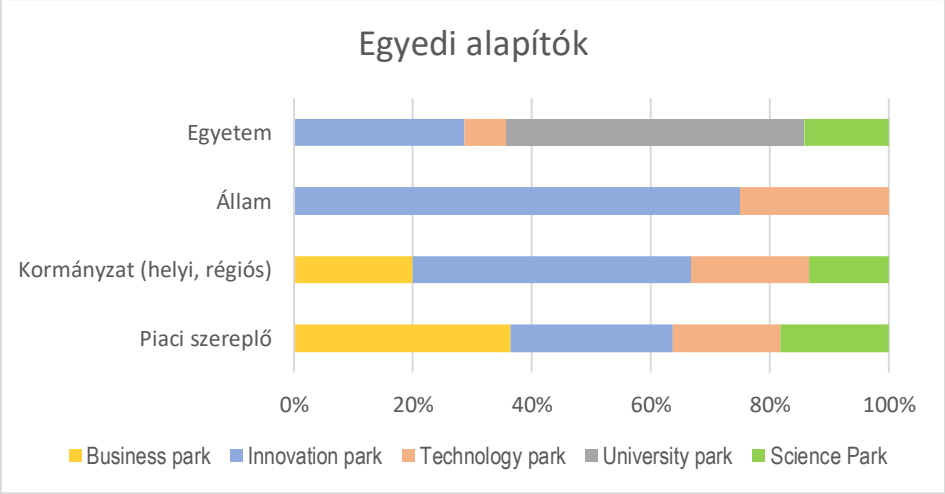
A vizsgálat során megállapítást nyert, hogy nem lehet tisztán elkülöníteni e három típusú alapítói kört, mert nagyon sok esetben a nyilvános adatok alapján megállapítható, hogy több innovációs ökoszisztéma esetében nem csak egyetlen típusú alapító szervezet volt jelen az adott park elindításánál, hanem vegyesen, akár mindhárom típusú alapítói kör is megjelenik. Tehát egy-egy parkot alapíthatott közösen kormányzati szereplő, piaci szereplő és egyetemi szintű intézmény is (lásd a triple helix modell magyarázatát az előző fejezetben). A gyakorlatban a háromféle alapítói körnek több kombinációja is megjelenik, a talált formákat a 2. ábra mutatja. Az adatok feldolgozásában a jelen írásban nem szerepeltetjük a magánszemély alapítói kört, azok speciális sajátosságai alapján (öt ilyen park volt).

| | | Business park | Innovation park | Technology park | University park | Science Park |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Piaci szereplő | 2 | 4 | 3 | 2 | 0 | 2 |
| Kormányzat (helyi, régiós) | 3 | 3 | 7 | 3 | 0 | 2 |
| Állam | 4 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| Egyetem | 5 | 0 | 4 | 1 | 7 | 2 |
| Piaci szereplő + Kormányzat (helyi, régiós) | 6 | 1 | 4 | 1 | 0 | 1 |
| Piaci szereplő + Állam | 8 | 3 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| Kormányzat (helyi, régiós) + Egyetem | 7 | 7 | 7 | 3 | 2 | 4 |
| Piaci szereplő + Kormányzat (helyi, régiós) + Egyetem | 9 | 1 | 2 | 1 | 0 | 3 |
| | | 21 | 33 | 18 | 13 | 23 |

**2. ábra A kutatás eredményei, az alapítók köre az öt kategória tükrében a találati számokkal**

Forrás: saját szerkesztés

A kék színnel jelölt csoportok a tisztán elkülöníthető egyéni alapítók, a zöld színnel jelölt csoport vagy piaci szereplő + kormányzati szereplő, vagy pedig piaci szereplő, aki valamilyen állami szereplővel közösen hozott létre innovációs ökoszisztémát. A sárga csoportosítás valamilyen kormányzati szereplőt takar, aki nem állami, hanem egyetemi szférából származó szervezettel közösen hozott létre innovációs ökoszisztémát. Az utolsó csoportosítás pedig a háromszereplős alapítás, amely azt tükrözi, hogy piaci szereplő kormányzati szereplővel és egyetemi szereplővel közösen alapított parkot, a klasszikus triple helix modellnek megfelelően. A fenti eredményeket külön-külön szerepeltetve az alábbi 3-4-5. ábrákat kapjuk. Az ábrák azt mutatják, hogy milyen típusú alapító milyen típusú science parkot hozott létre a jelen kutatás alapján.




**3. ábra – Az egyedi alapítói kör lehetséges formái**

Forrás: saját szerkesztés

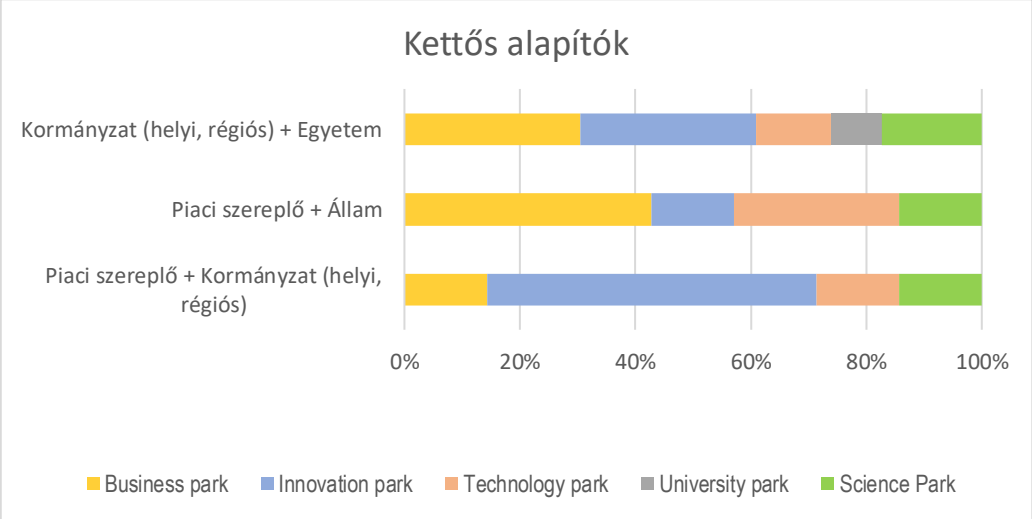
Látható, hogy egyetemi szereplők legfőképpen ún. „university parkot” hoztak létre, amely mondhatni egyértelmű következtetés és magától értetődő is lehet, mivel az egyetemi park lényege, hogy egy egyetem köré épül, az egyetem tudásbázisát felhasználva, és azt bővítve, megnyitva további felhasználásra. Ezt követően az egyetemi szereplők legfőképpen innovációs típusú parkokat alapítottak, majd általános science típusú parkokat és legkevésbé technológiai parkokat. A technológiai parkok általában valamilyen ipari technológiára, mint platformra épülnek.

Állami szereplők főként innovációs parkot hoztak létre, amely lehet egy-egy ország valamilyen központi kezdeményezésének következménye, több helyen valamilyen országos projekt keretében alakítottak ki országszerte hasonló jellegű innovációs parkot. Az állami szereplők ezt

követően a leggyakrabban technológiai parkot hoztak létre, ami pedig azt tükrözi, hogy egy-egy állam az ipari szereplők igényeit kielégítve hozott létre olyan típusú parkokat, ahol a technológiai fejlődés áll a középpontban.

Helyi kormányzati szereplők (azaz valamilyen városi vagy régiós kezdményezés) főként innovációs parkot hoztak létre, ennek összefüggése lehet az állami szereplők esetében is említett hasonló sajátossággal. Az is megfigyelhető, hogy a helyi kormányzatok második leggyakrabban egyaránt hoznak létre üzleti parkot és technológiai parkot, aminek az lehet a magyarázata, hogy egy térségben ezen típusú parkok jelentik a nagyobb gazdasági lehetőséget és a nagyobb bevételi forrást egy-egy helyi, városi vagy régiós kezdeményezés kapcsán. A helyi kormányzati érdekeltek a legkevésbé általános science parkot hoznak létre, inkább fókuszálnak a jobb üzleti bevételeket biztosító specifikusabb parkok irányába.

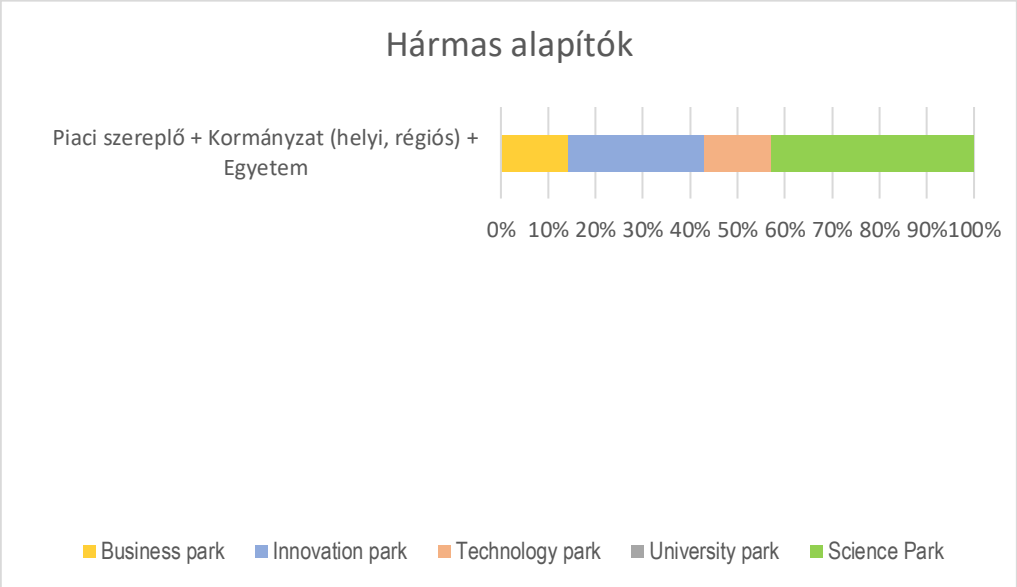
A kutatás eredményei azt is mutatják, hogy piaci szereplők a leggyakrabban üzleti típusú parkokat hoztak létre, amelyekből realizálható gazdasági haszon. Ezen túl, nagyjából egyenlő arányban hoztak létre innovációs, technológiai és klasszikus tudományos típusú parkot. Az egyetemi parkok létrehozása egyértelműen nem tartozik az ipari és piaci szereplők alapítási céljai közé.




**4. ábra A kettős típusú alapítói kör lehetséges formái**
Forrás: saját szerkesztés

A 4. ábra a kettős alapítói kör lehetséges formáit mutatja, ez azt jelenti, hogy általában valamilyen kormányzati szereplő egyetemmel közösen készült park alapításra, vagy állami szereplő piaci szereplővel, esetlegesen a kettő keverékeként piaci szereplő valamilyen kormányzati szereplővel hozott létre valamilyen típusú innovációs ökoszisztémát. Természtesen az alapítók körének összetétele is függ a külső szempontoktól, általában a kormányzati szabályozásoktól, illetve az alapítást segítő, kezdeti pályázati lehetőségektől.
Amikor valamilyen helyi kezdeményezésről beszélük, amelynek nyomán egyetemmel közösen jött létre valamilyen innovácós ökoszisztéma, az figyelhető meg, hogy nem feltétlenül egyetemi park lesz az alapított park, sőt legkevésbé ez figyelhető meg. Inkább üzleti parkot vagy innovációs parkot hoztak létre a szereplők. Ezek a típusú parkok tudnak építeni az egyetemek start-up vagy spin-off típusú kezdeményezéseire, amikor például az egyetemi hallgatók start-up ötleteiből születnek a saját, illetve az egyetem által is támogatott éles projekt kezdeményezések, amiket az egyetem esetleg tanácsadói vagy mentori köre segít a fejlődés során.

Piaci szereplő állami szereplővel való kooperáció eredményeként főként üzleti parkot hoztak létre, ezután technológiai parkot. Az egyetemi park értelemszerűen nem tartozik a fókuszterületek közé ebben az esetben sem. Azért lehet valószínűbb az üzleti park létrehozása ebben az esetben, mert a piaci szereplő általában üzleti típusú ügyekre fókszálva látja a lehetőséget a továbblépésben. Piaci szereplő valamilyen kormányzati típusú szereplővel való park alapítási céljai közé pedig főként az innovációs parkok tartoznak.




**5. ábra A hármas típusú alapítói kör lehetséges formái**
Forrás: saját szerkesztés

Abban az esetben, amikor három szereplő (piaci, kormányzati, egyetemi) hoznak létre innovációs ökoszisztémát, jó eséllyel az valamilyen általános tudományos típusú park lesz, amely legfőképpen a vegyes cégek működtetését tükrözi. Az általános science parkok esetében érvényes legfőképpen a „triple helix" megközelítés, amelyet az ilyen típusú parkok működési modellje is jól tükröz.

## 6. Konklúziók

A kutatási eredmények alapján következtetések tehetők az alapítói kör és az innovációs ökoszisztémák sajátos típusai közötti összefüggések kapcsán.

Egyedi alapítású park esetén, az esetek nagy részében jól behatárolható, hogy ki milyen jellegű parkot hoz létre. Kettős alapítású park esetén árnyaltabb a kép, például egyetem piaci szereplővel ritkán hoz létre közös innovációs ökoszisztémát. Piaci szereplő rendszerint valamilyen szintű (nemzeti, régiós vagy helyi) kormányzattal hoz létre közös parkot; az állammal inkább business parkot, a helyi kormányzattal pedig innovációs parkot. A Triple Helix alapján, a klasszikus hármas alapítási módban jön létre a legtöbbször a klasszikus általános science park modell, esetleg innovációs park.

Ezek alapján megállapítható, hogy az alapítói kör és a létrejött park típus között bizonyos mértékű összefüggés figyelhető meg. Az innovációs ökoszisztémák bemutatott öt típusra történő felosztása láthatóvá teszi ezeket az összefüggéseket. Ennek egy park alapítási stratégiájának kialakításakor lehet jelentősége, mivel vannak arra utaló jelek, hogy egyes parkok csak meghatározott alapítói körrel tudnak létrejönni. Az összefüggések pontosítása, illetve az ökoszisztémák típusainak felosztása további kutatások tárgya lehet.

**Irodalomjegyzék**


[1.] Gomes, Augusto de Vasconcelos, Leonardo, Lucia Figueiredo Facin, Ana, Sergio Salerno, Mario, Ikenami, Rodrigo Kazuo, 2018. Unpacking the innovation ecosystem construct: evolution, gaps and trends. Technol. Forecast. Soc. Chang. 136, 30–48.

[2.] Adner, R., 2006. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. Harvard Business Review, 84(4), pp. 2; 98-107.

[3.] Jackson, D.J., 2011. What is an innovation ecosystem. National Science Foundation, Arlington, VA., https ://erc-assoc.org/sites/default/files/topics/policy_studies/DJackson_Innovation%20Ecosystem_03-15-11.pdf

[4.] Carayannis, E. G. & Campbell, D. F. J., 2009. 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem. International Journal Technology Management, 46(3-4), pp. 201-234.

[5.] Still, Kaisa, Huhtamäki, Jukka, Russell, Martha G., Rubens, Neil, 2014. Insights for orchestrating innovation ecosystems: the case of EIT ICT Labs and data-driven network visualisations. Int. J. Technol. Manag. 66 (2/3), 243–265.

[6.] Walrave, Bob, Talmar, Madis, Podoynitsyna, Ksenia S., Georges, A., Romme, L., Verbong, Geert P.J., 2018. A multi-level perspective on innovation ecosystems for pathbreaking innovation. Technol. Forecast. Soc. Chang. 136, 103–113. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.04.011.

[7.] Moore, J. F., 1993. Predators and prey: a new ecology of competition. Harvard Business Review, 71(3), pp. 75-86.

[8.] Oh, Deog-Seong, Phillips, Fred, Park, Sehee, Lee, Eunghyun, 2016. Innovation ecosystems: a critical examination. Technovation 54, 1–6. https://doi.org/10.1016/j.technovation. 2016.02.004.

[9.] Westhead, P. & Batstone, S., 1998. Independent Technology-based Firms: The Perceived Benefits of a Science Park Location. Urban Studies, Vol. 35(No. 12), pp. 2197 - 2219.

[10.] Granstrand, O. & Holgersson, M., 2020. Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. Technovation, 90-91. kötet, p. 201098.

[11.] Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L. (2000) 'The dynamics of innovation: from national systems and 'mode 2' to a triple helix of university-industry-government relations', Research Policy, Vol. 29, pp.109–123.

[12.] Etzkowitz, H. (2003) 'Research groups as 'quasi-firms': the invention of the entrepreneurial university', Research Policy, Vol. 32, pp.109–121.

[13.] Campbell, D.F.J. and Güttel, W.H. (2005) 'Knowledge production of firms: research networks and the 'scientification' of business R&D', International Journal of Technology Management, Vol. 31, Nos. 1–2, pp.152–175.

[14.] Anbari, F.T. and Umpleby, S.A. (2006) 'Productive research teams and knowledge generation', in Carayannis, E.G. and Campbell, D.F.J. (Eds.): Knowledge Creation, Diffusion, and Use in Innovation Networks and Knowledge Clusters, A Comparative Systems Approach across the United States, Europe and Asia, Westport, Connecticut, Praeger, pp.26–38.

[15.] Galvao A.; Mascarenhas, C.; Marques, C.; Ferreira, J.; Ratten. F. (2019): Triple helix and its evolution: a systematic literature review, Journal of Science and Technology Policy Management, Vol. 10 No. 3, 2019, pp. 812-833, Emerald Publishing Limited 2053-4620, DOI 10.1108/JSTPM-10-2018-0103

[16.] Etzkowitz, H. and Klofsten, M. (2005), "The innovating region: toward a theory of knowledge-based regional development", R& D Management, Vol. 35 No. 3, pp. 243-255

[17.] Leydesdorff, L., Dolfsma, W. and Van der Panne, G. (2006), “Measuring the knowledge base of an economy in terms of triple-helix relations among ‘technology, organization, and territory’”, Research Policy, Vol. 35 No. 2, pp. 181-199.
[18.] De Fuentes, C. and Dutrénit, G. (2016), “Geographic proximity and university-industry interaction: the case ofMexico”, The Journal of Technology Transfer, Vol. 41 No. 2, pp. 329-348.
[19.] Carayannis, E. G. & Campbell, D. F. J., 2009. 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem. International Journal Technology Management, 46(3-4), pp. 201-234.
[20.] Jacobides, M. G.; Cennamo, C.; Gawer, A., 2018. Toward a theory of ecosystems, Strategic Management Journal, 2018;39:2255–2276.
[21.] Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. Strategic Management Journal, 28(13), 1319–1350.
[22.] Dhanaraj, C., & Parkhe, A. (2006). Orchestrating innovation networks. Academy of Management Review, 31(3), 659–669.
[23.] Adner, R. (2006). Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. Harvard Business Review, 84(4), 98–107.
[24.] Adner, R., & Kapoor, R. (2010). Value creation in innovation ecosystems: How the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations. Strategic Management Journal, 31(3), 306–333.
[25.] Kapoor, R., & Lee, J. M. (2013). Coordinating and competing in ecosystems: How organizational forms shape new technology investments. Strategic Management Journal, 34(3), 274–296.
[26.] Brandenburger, A. M., & Nalebuff, B. J. (1996). Co-opetition: A revolutionary mindset that combines competition and cooperation in the marketplace. Boston, MA: Harvard Business School Press.
[27.] Lee, C. H., Venkatraman, N., Tanriverdi, H., & Iyer, B. (2010). Complementarity-based hypercompetition in the software industry: Theory and empirical test, 1990–2002. Strategic Management Journal, 31(13), 1431–1456.
[28.] Brusoni, S., & Prencipe, A. (2013). The organization of innovation in ecosystems: Problem framing, problem solving, and patterns of coupling. Advances in Strategic Management, 30, 167–194.
[29.] Wareham, J., Fox, P. B., & Cano Giner, J. L. (2014). Technology ecosystem governance. Organization Science, 25(4), 1195–1215
[30.] Cennamo, C., & Santaló, J. (2013). Platform competition: Strategic trade-offs in platform markets. Strategic Management Journal, 34(11), 1331–1350.
[31.] Katri, V.: Business, Innovation, and Knowledge Ecosystems: How They Differ and How to Survive and Thrive within Tem, Technolgy Innovation Management Review 2015, 17-24, 5/8.
[32.] Gomes, Augusto de Vasconcelos, Leonardo, Lucia Figueiredo Facin, Ana, Sergio Salerno, Mario, Ikenami, Rodrigo Kazuo, 2018. Unpacking the innovation ecosystem construct: evolution, gaps and trends. Technol. Forecast. Soc. Chang. 136, 30–48.

**Lektorálta:** Dr. Kósi Kálmán, címzetes egyetemi tanár, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Környezetgazdaságtan és Fenntartható Fejlődés Tanszék

# MANAGEMENT WITHOUT BORDERS – NATIONAL MANAGEMENT SYSTEMS AS UNIT OF ANALYSIS. A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW ON CHINESE MANAGEMENT

**Sara Koczkas**
*Corvinus University of Budapest*
*PhD Student*
*sara.koczkas@uni-corvinus.hu*

**Abstract**
Proponents of indigenous management research often argue that mainstream management theories were developed and tested predominantly in North America and Western Europe, thus impeding their explanatory power outside the Western cultural hemisphere. Many argue that Western theories are less useful in management systems operating in contexts fundamentally different from the birthplaces of the major management theories, such as in Asian or African countries. Even though this issue is often addressed in academic management literature, mostly concerning a specific management dilemma of a certain region, there is no comprehensive overview on the "geography of management" and its determinants. As the biggest economy among developing countries, China is undoubtedly a major power in the global economy, and as such, an interesting research target for management scholars. In this paper, we are addressing an unresolved phenomenon of Chinese management research through a systematic literature review of the empirical studies conducted in Chinese organizations, published in the past 5 years. We assess the variables used in the studies, and the connections between them, based on the management sub-systems defined by contingency theory (external environment, intra-organizational context, organizational strategy, structure, organizational behaviour and performance), and propose a framework of management with Chinese characteristics.

***Keywords:*** *comparative management; indigenous management, national management systems*

## 1. Introduction and purpose of the paper

With the rapid development of Chinese management research in the last decade, the number of Chinese and Western scholars interested and actively engaged in the development of research methods and theoretical approaches of Chinese management is growing. An important characteristic of the empirical studies addressing Chinese organizations is that the methodologies and measurements they build on are often borrowed from a geographically and culturally distant context – the Western hemisphere [1], sometimes with this tools adapted to reach a better fit with Eastern context [2].
Even though there are significant differences among contextual factors between the Western birthplaces of these theories and the new locations of their application, such as China, the most common choice for conducting empirical research on Chinese management is still the contextualization of established Western paradigms, as opposed to developing indigenous theories [3]–[6]. At the same time, the number of articles encouraging indigenous Chinese management research – research that is based on paradigms developed for Chinese context, specifically to assess Chinese organizations in a context-sensitive manner – is on the rise [4], [7]–[9].
The trends in this field of research, the attempt to promote indigenous research in Chinese organizations, and the frequent use of the term "Chinese management" in general all suggest

that there is something unique to the practices of Chinese businesses, other than their geographical location. Yet, 1) there is no comprehensive review of the literature about Chinese management, only its sub-themes [10]–[12], and 2) there is no description of the characteristics of Chinese management, even though the term is widely accepted and discussed.
Therefore, the goal of this review is to collect the major findings of the international literature and summarize the most important characteristics of Chinese management in a comprehensive framework, as well as to highlight the possible future research directions based on these findings.

## 2. Conceptual framework

In the theoretical approach our goal is delineate a theoretical framework which can be applied to depict the unique characteristics of Chinese management from a system-perspective, in a way which also allows comparison across different environmental contexts. Many management theories focus on a specific subfield, or a narrow area of corporate management – our goal is to take a more holistic view of organizations and address the interdependencies of the sub-systems, and their interaction with the environment of the organization. Therefore, we build on contingency theory and institutional theory, because both 1) consider the whole organizational system, not just a management subfield within, and 2) take the organization's environment into consideration.
Both contingency theory approach [13]–[15] and institutional theory [16] are useful in providing a comprehensive picture of organizations and their environment, as well as to map the relationships between the organizational sub-systems and their environment. As institutional theory suggests, social values, explicit rules and implicit norms play a significant role in the functions and practices of organizations, therefore, organizations with similar institutional pressures would develop to be more similar to each other. Therefore, we not only consider environmental uncertainty and dynamism, which is the major predictor of organizational characteristics according to contingency theory, but we also consider the elements of formal and informal institutions. Next to the three basic environmental sub-systems depicted by Lawrence & Lorsch (1967), i.e. market-, technical-economic-, and scientific environment, the external environment of the organization also includes cultural [17] and other formal and informal institutional [18], [19] factors external to and existing independently from the organization. This can include both objective factors as well as perceptions of the members of the organization.
To assess the inner dynamics of organizations, we build on the main contingencies suggested by different authors of contingency theory. This includes a contextual factor: the intra-organizational context of the organizations. The remaining sub-systems are the main aspects of corporate management, along the classical management functions [20]: corporate strategy (planning), organizational structure (organizing), leadership and organizational behaviour (commanding), and organizational performance (controlling).
Intra-organizational context incorporates basic traits of the organizations which are not possible to alter in the short run, such as size, age, origin, location of the company, the applied technology, the available material resources, and the nature, skills and competences of the workforce [21].
Organizational strategy includes organizational characteristics resulting from strategic decisions and goals, such as the business in which the organization operates, how the company can differentiate itself and create competitive advantage, and how these decisions are present in the daily operations of the company [22]. We will also include here strategic resources and related issues of the organization [23].

Organizational structure refers to aspects of the organization with pre-defined programs or controls, such as the formal structure, the system of hierarchy, the decision making rights, the span of control, or established communication channels and the direction of communication [15], [24].
Organizational behaviour refers mainly to factors concerning the workforce of the organization, such as the motivation and the general behaviour of employees, the leadership styles of the top management members and their different roles in the organization, as well as various other aspects of human behaviour and interaction within the organization [24].
We will interpret organizational performance as an evaluation of organizational effectiveness – be it on the aggregated level, such as profit, sales, market share, debt ratio or various other financial indicators, or at a disaggregated level, such as the production costs or market performance of a certain product or service, efficient task performance, or various other indicators of overall or partial organizational effectiveness [25].
We also accept the premise that these organizational subsystems are in constant interactions with each other, therefore, if a change occurs in any of them, at least some of the others will also have to adapt. Based on this assumption, we would like to discover the interrelationships between management subsystems in Chinese organizations discovered by empirical research results.

## 3. Methodology – systematic literature review

Our goal with the literature review is to collect the knowledge on management in Chinese organizations, based on the above summarized management subsystems. To this end, a systematic literature review [26], [27] approach will be taken. Following the steps of systematic literature review defined by Bryman (2012), the review agenda will comprise of four main stages introduced below.

### *3.1. Defining inclusion and exclusion criteria*

Building on the goals of this paper, we are looking for empirical (quantitative) studies dealing with issues and phenomena of Chinese organizations. For the selected articles, the spectrum was limited to managerial and organizational practices of Chinese owned companies located within the People's Republic of China. The included topics should be specific to any sub-system of general corporate management in Chinese context. Consequently, we excluded studies specifically addressing organizational issues of companies originating from outside the People's Republic of China, and studies dealing with phenomena specific to Chinese-foreign joint ventures, MNEs, as well as public management issues (eg. waste- or risk management).

### *3.2. Selecting the relevant articles based on the inclusion/exclusion criteria*

The selection of articles was based on search results from the Web of Science core collection, with a date range of the past 5 years. The initial search was conducted based on the following query: *TS=(chin* AND management NOT "waste management" NOT "quality management" NOT "knowledge management" NOT "management consulting" NOT "project management")*. In order to narrow down the search results more specifically to Chinese management, journals not dealing with corporate management (topics related to the above listed subsystems) were excluded, and the People's Republic of China was selected as target region for the search.

*3.3. Evaluation of the selected studies*

The initial selection resulted in 742 articles, from which 157 were shortlisted as relevant for the research based on the one-by-one review of their title, keywords and abstract. During the one-by-one screening process, the inclusion and exclusion criteria served as guidance whether to include each article in the final sample. However, since in this phase the whole articles were not yet studied, the possibility remained that some of the items would not fulfil the criteria after more in-depth examination – these studies (about 5%) were eliminated from the sample during the 4th phase.

*3.4. Analysis of the final pool of studies*

The analysis of the final pool of selected studies is an iterative process. The studies were organized in batches of 50 articles, and after data was collected from a batch, the authors conducted the analysis phase. The results of the analysis were than assessed, and building on the experiences, modifications were made in the data collection and organization process for the next round.
We have collected predefined data from each article into standardized tables. The collected data includes the main and control variables used in the research, their short descriptions, mean and standard deviation values, certain characteristics of the sample (mostly the specific region and industry of the focal firm, if applicable), as well as the discovered connections between the variables (the results of the research hypotheses). Before each analysis phase, the standardized tables were aggregated.
The analysis phase comprised of three main steps. Step 1 meant the initial coding of the variables – for this step, a deductive approach was used based on a predefined set of categories: the six elements of the conceptual framework of the organizational sub-systems and the contextual factors. Table 1 summarizes the conceptual framework which provided the basis of the initial coding. It contains the categories for deductive coding and their description, based on which we decided where each variable belongs. This step also included the validation of the initial coding – two researchers conducted the coding separately, then the results were compared, which showed an approximately 80% consistency. The differing results were discussed and decided with the involvement of a third researcher.
In Step 2, a second level code (keyword) was assigned to each variable, this time in an inductive way, to grasp the main idea, the main organizational issue, which the variable describes. Step 3 was to summarize the results of the first two steps – we calculated the number of each first level code as dependent and independent variables, we then calculated how many times and in which direction they are connected to each other.

**Table 1. Summary of the conceptual framework**

| **Organizational sub-systems and contextual factors (1st level deductive categories)** | **Main dimensions** |
|---|---|
| ***External environment of the organization*** | • market environment<br>• technical and economic environment<br>• scientific environment<br>• cultural environment<br>• institutional environment (e.g. politics) |
| ***Intra-organizational context*** | • firm size, age, origin, location<br>• applied technology |

| | |
|---|---|
| | • available material resources<br>• characteristics of the workforce |
| ***Organizational strategy*** | • core business of the organization<br>• firm differentiation and competitive advantage<br>• strategic resources and related issues |
| ***Organizational structure*** | • formal structure<br>• the system of hierarchy<br>• decision making rights<br>• span of control<br>• established communication channels |
| ***Organizational behaviour*** | • motivation of employees<br>• the leadership styles and roles of the top management members<br>• various issues of human behaviour and interaction |
| ***Organizational performance*** | • indicators of overall or partial organizational effectiveness |

Source: Author

## 4. Main findings

In the following, we highlight the main findings of the analysis. First, we calculated the frequency of each category in general, and as independent and dependent variables. As shown in Table 2 below, the least researched aspect of organizations in China is organizational structure, while the most researched categories are organizational behaviour and strategy.

**Table 2. Frequency of the variables as level 1 categories**

| | **% of all** | **As independent variable – % of all** | **As dependent variable – % of all** | **As independent variable – % of itself** | **As dependent variable – % of itself** |
|---|---|---|---|---|---|
| **External environment** | 6% | 6% | 0% | 100% | 0% |
| **Intra-organizational context** | 16 % | 11% | 5% | 70% | 30% |
| **Strategy** | 25 % | 9% | 16% | 36% | 64% |
| **Organizational behaviour** | 40 % | 21% | 19% | 45% | 55% |
| **Structure** | 2% | 2% | 0% | 100% | 0% |
| **Performance** | 13 % | 1% | 11% | 8% | 92% |

Source: Author

Then, the frequency of connection between the categories was calculated. Figure 1 below depicts the most frequently discovered connections between the organizational subsystems. The arrows not only indicate the direction of the relationships, but also the frequency of the given

relationship in the empirical studies of our sample – the width of the arrow indicates how often certain relationships were proven in the studies.

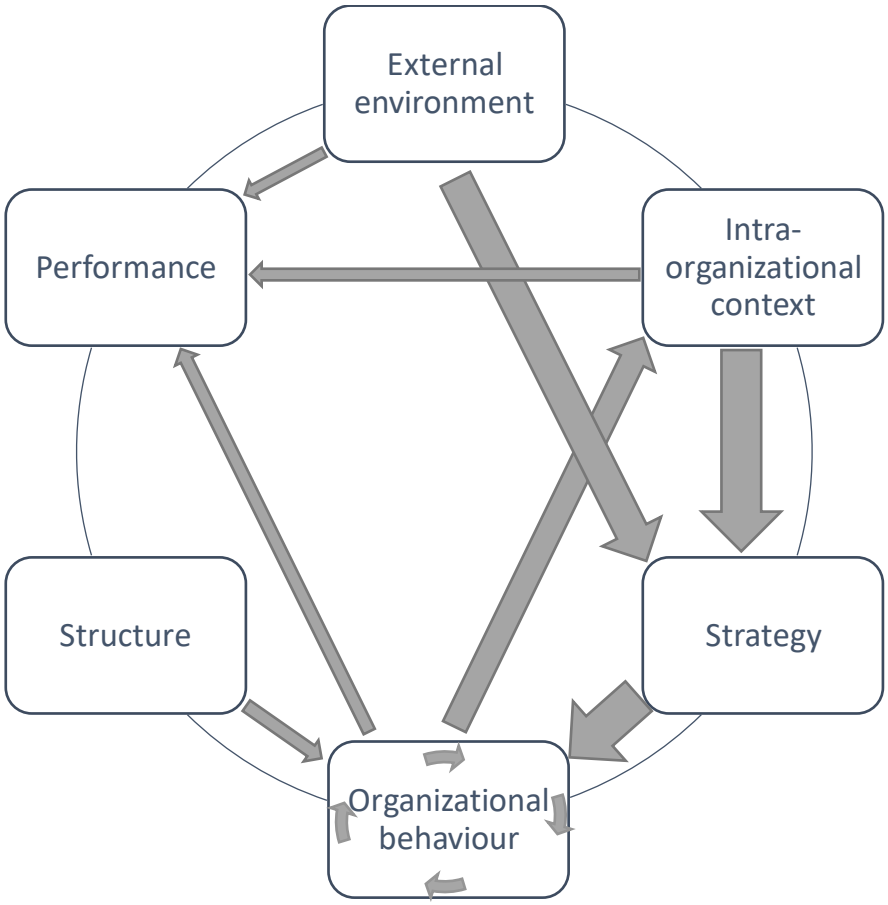



**Figure 1. Main connections between the variable categories**
Source: Author

In our sample, external environment is fairly underrepresented, and it serves exclusively as independent variable. The most influence it proved to have is on the strategy of organizations, with the influence on performance also present, but less dominantly. The external environment variables mostly represent some kind of external pressure, such as market competition, customer, competitor, or governmental pressure (mostly in the form of regulatory pressures).
Intra-organizational context is the third most frequent category as main variable (as control variable, however, it is the most frequent one, with most of the studies controlling for variables such as firm size and age). It has some proven influence on organizational behaviour and performance, but it has the most influence on strategy, according to the proven connections of our sample. Intra-organizational context mainly serves as independent variable, and dominantly, it addresses the traits of leaders (such as gender or educational and work background).
Strategy of organizations was one of the main interest of researches addressing Chinese organizational issues in the past five years – a quarter of our sample has this category as main variable – mostly as dependent variable, but numerous studies also take it as independent variable. It is interesting to note that the dominant dependent variable of strategy as independent is organizational behaviour – every other category has much less proven connection to strategy, compared to OB. The variables in the strategy subsystem have two major themes: innovation and environmental (sustainability) issues, majority of the variables are concerned with one of these topics.

Researchers in Chinese organizational context were overwhelmingly interested in issues of organizational behaviour – this category emerged in 40% of the sample articles. It is also the most balanced category in terms of serving as independent (45%) and dependent (55%) variables. It is also the category with proven connections to the most other subsystems – while it is mostly associated with strategy, it has connections to all the other subsystems (except for the external environment). Naturally, the biggest category comes with the biggest number and diversity of subcategories – the most frequent themes within its subcategories are employee behaviour, leader behaviour and HRM issues.
Organizational structure is barely present in our sample – only 2% of the studies address a structural issue, all of these influencing organizational behaviour. The variables of this category address issues of decision-making power and autonomy, and established communication (information-sharing) channels of the organizations.
The performance of the organizations is the second least addressed phenomenon of the sample – it is present in 6% of the articles, exclusively as dependent variable, influenced by the external environment, intra-organizational context and organizational behaviour. Organizational performance dominantly refers to financial performance of the company.

## 6. Future research directions

We believe that this integrative review could possibly highlight numerous opportunities for further research by identifying the aspect of Chinese management currently underrepresented in the literature. In the followings, we will focus on three main ideas.

1. *Digitalization*. Even though digitalization is clearly a global phenomenon in almost every aspect of life, and it is certainly an important trend in Chinese organizations as well, this is yet to be reflected in Chinese management research. Out of the 150 examined articles only 2 addresses digitalization issues – both from 2021 – so this might be an upcoming trend of the near future.
2. *Corporate structure*. Since corporate structure is barely present in the studies about Chinese firms in the past five years, even if there are research results preceding this period, almost any aspect of corporate structure would be worth to deal with.
3. *Other aspects of corporate performance*. Currently, financial performance dominates research about Chinese organizations' performance – we can see a trend of environmental performance also gaining ground, but individual or product performance could be just as interesting, as well as looking at this aspect of the firm from a different angle – as dependent variable.

## 7. Summary and conclusion

The goal of this paper was to provide a comprehensive overview of the knowledge on management in Chinese organizations published in international management journals. To this end, the authors have conducted an extensive systematic literature review of the quantitative research papers published in the last 5 years, with research conducted in the People's Republic China. We have examined the variables used in the 375 selected research papers, and the connections which were proven between them by these empirical studies. We categorized the variables first into 6 main predefined categories: external environment, intra-organizational context, organizational behaviour, strategy, structure, and performance. Then, we added second level, inductive categories to each variable to gain more specific insight into the underlying phenomena.

We have found that organizational behaviour and strategy are the mostly addressed subsystems of Chinese management, while organizational structure was heavily underrepresented in the past 5 years. Topics related to this sub-system would be certainly worth addressing in future research, just like taking a different angle in the research of some of the better studied areas – such as examining organizational performance as an independent variable in Chinese organizations, for which there are no examples from the examined period. The most frequent topics addressed in the sample, similar to global trends, are the role of women in organizations, innovative solutions for more environmentally friendly and sustainable operations, and innovation in general. While it is certainly a global trend and an issue with utmost importance in China too, digitalization is not yet represented in the field of Chinese management research, but it is certainly one of the topics which will quickly gain ground in this field soon.

**Bibliography**


[1.] A. S. Tsui, 'Contextualization in Chinese Management Research', *Manag. Organ. Rev.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–13, Mar. 2006, doi: 10.1111/j.1740-8784.2006.00033.x.

[2.] J.-L. Farh, A. A. Cannella, and C. Lee, 'Approaches to Scale Development in Chinese Management Research', *Manag. Organ. Rev.*, vol. 2, no. 3, pp. 301–318, Nov. 2006, doi: 10.1111/j.1740-8784.2006.00055.x.

[3.] J. B. Barney and S. Zhang, 'The Future of Chinese Management Research: A Theory of Chinese Management versus A Chinese Theory of Management', *Manag. Organ. Rev.*, vol. 5, no. 1, pp. 15–28, Mar. 2009, doi: 10.1111/j.1740-8784.2008.00102.x.

[4.] B.-S. Cheng, A.-C. Wang, and M.-P. Huang, 'The Road More Popular versus the Road Less Travelled: An "Insider's" Perspective of Advancing Chinese Management Research', *Manag. Organ. Rev.*, vol. 5, no. 1, pp. 91–105, Mar. 2009, doi: 10.1111/j.1740-8784.2008.00133.x.

[5.] X. Li and L. Ma, 'Chinese management research needs self-confidence but not over-confidence', *Asia Pac J Manag*, Feb. 2018, doi: 10.1007/s10490-018-9562-3.

[6.] D. A. Whetten, 'An Examination of the Interface between Context and Theory Applied to the Study of Chinese Organizations', *Manag. Organ. Rev.*, vol. 5, no. 1, pp. 29–56, Mar. 2009, doi: 10.1111/j.1740-8784.2008.00132.x.

[7.] K. Leung, 'Indigenous Chinese Management Research Like It or Not, We Need It', *Manag. Organ. Rev.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–5, Mar. 2012, doi: 10.1111/j.1740-8784.2012.00288.x.

[8.] P. P. Li, K. Leung, C. C. Chen, and J.-D. Luo, 'Indigenous Research on Chinese Management: *What* and *How*', *Manag. Organ. Rev.*, vol. 8, no. 1, pp. 7–24, Mar. 2012, doi: 10.1111/j.1740-8784.2012.00292.x.

[9.] A. S. Tsui, 'Contributing to Global Management Knowledge: A Case for High Quality Indigenous Research', *Asia Pacific Journal of Management*, vol. 21, no. 4, pp. 491–513, Dec. 2004, doi: 10.1023/B:APJM.0000048715.35108.a7.

[10.] C. C. Chen, A. F. Unal, K. Leung, and K. R. Xin, 'Group harmony in the workplace: Conception, measurement, and validation', *ASIA PACIFIC JOURNAL OF MANAGEMENT*, vol. 33, no. 4, pp. 903–934, Dec. 2016, doi: 10.1007/s10490-016-9457-0.

[11.] M. Sardy, J. M. Munoz, J. Jianmin Sun, and I. Alon, 'Dimensionality of business ethics in China', *Competitiveness Review*, vol. 20, no. 1, pp. 6–30, Jan. 2010, doi: 10.1108/10595421011019948.

[12.] K. Z. Zhou and C. B. Li, 'How does strategic orientation matter in Chinese firms?', *Asia Pacific J Manage*, vol. 24, no. 4, pp. 447–466, Aug. 2007, doi: 10.1007/s10490-007-9048-1.

[13.] L. Donaldson, ‘Strategy and Structural Adjustment to Regain Fit and Performance: in Defence of Contingency Theory’, *J Management Studies*, vol. 24, no. 1, pp. 1–24, Jan. 1987, doi: 10.1111/j.1467-6486.1987.tb00444.x.
[14.] L. Donaldson, *The Contingency Theory of Organizations*. 2455 Teller Road, Thousand Oaks California 91320 United States: SAGE Publications, Inc., 2001. doi: 10.4135/9781452229249.
[15.] P. R. Lawrence and J. W. Lorsch, ‘Differentiation and Integration in Complex Organizations’, *Administrative Science Quarterly*, vol. 12, no. 1, p. 1, Jun. 1967, doi: 10.2307/2391211.
[16.] P. J. DiMaggio and W. W. Powell, ‘The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields’, *American Sociological Review*, vol. 48, no. 2, p. 147, Apr. 1983, doi: 10.2307/2095101.
[17.] L. Kelley and R. Worthley, ‘The Role of Culture in Comparative Management: A Cross-Cultural Perspective’, *The Academy of Management Journal*, vol. 24, no. 1, pp. 164–173, 1981, doi: 10.2307/255831.
[18.] C. Cunningham and S. Dibooglu, ‘Engines of Growth in China: The Limits of Informal Institutions’, *Journal of Economic Issues*, vol. 54, no. 1, pp. 252–275, Jan. 2020, doi: 10.1080/00213624.2020.1721978.
[19.] M. W. Peng, ‘Towards an Institution-Based View of Business Strategy’, *Asia Pacific Journal of Management*, vol. 19, no. 2/3, pp. 251–267, 2002, doi: 10.1023/A:1016291702714.
[20.] S. J. Carroll and D. J. Gillen, ‘Are the Classical Management Functions Useful in Describing Managerial Work?’, *The Academy of Management Review*, vol. 12, no. 1, p. 38, Jan. 1987, doi: 10.2307/257992.
[21.] B. Vaszkun, ‘One Hundred Years of Management American Paradigms and the Japanese Management “Reloaded”’, Corvinus University of Budapest Management and Business Administration Doctoral School, Budapest, 2012.
[22.] M. Porter, ‘From Competitive Advantage to Corporate Strategy’, *Harvard Business Review*, vol. 65, no. 3, pp. 43–59, 1987.
[23.] A. M. Rugman and A. Verbeke, ‘Edith Penrose’s contribution to the resource-based view of strategic management’, *Strategic Management Journal*, vol. 23, no. 8, pp. 769–780, 2002, doi: 10.1002/smj.240.
[24.] S. P. Robbins, M. Coulter, and E. Leach Kilfoil, Mary, *Management*. Pearson, 2017.
[25.] J. G. March and R. I. Sutton, ‘Crossroads—Organizational Performance as a Dependent Variable’, *Organization Science*, vol. 8, no. 6, pp. 698–706, Dec. 1997, doi: 10.1287/orsc.8.6.698.
[26.] M. M. Crossan and M. Apaydin, ‘A Multi-Dimensional Framework of Organizational Innovation: A Systematic Review of the Literature: A Framework of Organizational Innovation’, *Journal of Management Studies*, vol. 47, no. 6, pp. 1154–1191, Sep. 2010, doi: 10.1111/j.1467-6486.2009.00880.x.
[27.] D. Tranfield, D. Denyer, and P. Smart, ‘Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review’, *Br J Management*, vol. 14, no. 3, pp. 207–222, Sep. 2003, doi: 10.1111/1467-8551.00375.
[28.] A. Bryman, *Social research methods*, 4th ed. Oxford ; New York: Oxford University Press, 2012.

**Lekturer:** Vaszkun Balázs, Associate Professor, Corvinus University of Budapest, Institute of Management

# MIKÉNT SEGÍTHET A JÁTÉKOSÍTÁS A TÁRSADALMI ÉRZÉKENYÍTÉSBEN?

**Kiss Gergely**
*Miskolci Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Gazdálkodástani Intézet,*
*PhD-hallgató, tanársegéd, kiss.gergely@uni-miskolc.hu*

**Absztrakt**
Az emberiségnek számos társadalmi kihívással kell szembenéznie, melyek közül az egyik legégetőbb probléma a mélyszegénység. Az elmúlt két-három esztendőben még inkább súlyosbodott a kérdés. A Covid-19 világjárvány következtében többen veszítették el megélhetésüket jelentő munkahelyüket, az energia- és üzemanyagárak növekedése és a magas infláció miatt a helyzet várhatóan még tovább romlik. Ehhez hozzájárulhat még a növekvő népességszám, a klímaváltozás és a folyamatosan növekvő igényeink. Ezen problémák kezelésében elengedhetetlen a társadalmi összefogás, a rászorulók megsegítése és az együttes cselekvés, a jó ügyért való tenni akarás előremozdítása. Ehhez azonban az szükséges, hogy a társadalom felismerje és kezelje a problémát, ehhez pedig kulcsfontosságú a társadalom érzékenyítése.
Jelen cikkben azt vizsgálom, milyen szerepe lehet a gamifikációnak a társadalmi érzékenyítésben. A gamifikáció a játékokra építkezik, hiszen a játék során felszabadultan és önfeledten tudunk kikapcsolódni, élményeket, tapasztalatokat szerezni, továbbá társas készségeinket és szociális kompetenciáinkat fejleszteni. A játék élményeket okozhat a fárasztó mindennapokban, az örömmel végzett munka pedig pozitív hatást válthat ki az emberekből. Kutatási kérdésem: hogyan tud egy játékosított program hozzájárulni ahhoz, hogy az emberek bele tudjanak helyezkedni a hátrányos helyzetű embertársaik helyzetébe, és ezáltal érzékennyé tudjanak válni a problémájukra. Vajon elindíthat -e egy ilyen program a valódi segítségnyújtás irányába, ösztönözhet-e valós cselekvésre. Kutatásomban egy érzékenyítő program tapasztalatait vizsgálom a résztvevők bevonásával. A vizsgálódás módszere megfigyelés és strukturált kérdőíves felmérés. A folyamat során a résztvevőkkel szakmai kerekasztalbeszélgetés keretében a tanulságokat is összefoglalom.
A publikációmat azzal a céllal készítem el, hogy az elért eredmények segítséget nyújtsanak a helyi kisközösségek, civil szervezetek mellett újonnan létrejövő vagy már korábban működő szervezetek számára, továbbá sarkallja a társadalmat a problémák hatékony kezelésére.

***Kulcsszavak**: játékosítás, gamifikáció, gamification, mélyszegénység, érzékenyítés, szemléletformálás*

## 1. A társadalmi problémákról

Az emberiség fejlődésével az új technológiák térnyerése folyamatosan megjelenik, melyekkel elértük azt, hogy a barlangokból kényelmes lakásokba, házakba költöztünk. Ezalatt pedig folyamatossá vált, hogy nap mint nap számos problémával, gonddal kell szembenéznünk, melyek emberfeletti társadalmi munkát és összefogást várnak el mindannyiunktól. A fejlődést támogató *„…technológiai és gazdasági innovációk nem tudnak választ adni minden társadalmi kihívásra. A természeti, anyagi erőforrások egyre szűkebben állnak rendelkezésre, így szükségessé válik a befektethető javak minél észszerűbb, minél nagyobb társadalmi és gazdasági hatékonyságot elérő felhasználása. A hosszú távú megoldásokat igénylő társadalmi kihívások (például munkanélküliség, migráció, hátrányos helyzetű térségek) újszerű társadalmi együttműködéseket követelnek meg."* [1] 2017-ben a Világgazdasági Fórum (World Economic

Forum, továbbiakban röviden WEF) a 18-35 év közötti korosztályba tartozó fiataloknál mérte fel a világ legnagyobb gondjait, írja a Business Insider (2017). A kutatás során 186 országban, mintegy 31 ezer válasz alapján az első ábrán szereplő legégetőbb problémákat nevezték meg. A válaszadók szerint első helyre - akkor már harmadik éve töretlenül - a klímaváltozás került. Ezt a 31 ezer kitöltő 48,8 százaléka nevezte meg legfontosabbnak. Ezt követte az országok és az emberek közöti konfliktusok egyik eszköze, a háború (38,9 százalék), majd az egyének közötti jövedelmi egyenlőtlenségek következnek (30,8 százalék). A többi társadalmi probléma közül a szegénység, élelmiszer- és vízbiztonság, az oktatás, a biztonság és jólét hiánya mellett a munkanélküliség és a gazdasági lehetőségek hiánya mind az alapvető emberi működésünkkel kapcsolatosak, míg a vallási és a politikai konfrontációk egy magasabb szintű, főként a társadalmi berendezkedésekhez és a társadalmi normákhoz kötődő tényező [2].




**1. ábra: A világ tíz legnagyobb problémája 2017-ben a WEF felmérése alapján**
Forrás: Saját szerkesztés [3] adatai alapján

A 2017. évben az Európai Unió 30 milliárd euróval hozta létre a „Horizont 2020" kutatási és innovációs keretprogramját, melynek egyik pillére a társadalmi kihívások, ami a probléma-alapú megközelítést a különböző technológiai és tudományterületek tudásának és erőforrásainak együttes alkalmazásával valósította meg [4]. A támogatás alá eső területek között az alábbiak kaptak helyet:

1. *„Egészségügy, demográfiai változás és jólét;*
2. *Élelmezésbiztonság, fenntartható mezőgazdaság és erdőgazdálkodás, tengerkutatás, tenger- és belvíz hasznosítási célú kutatás, valamint a biogazdaság;*
3. *Biztonságos, tiszta és hatékony energia;*
4. *Intelligens, környezetkímélő és integrált közlekedés;*
5. *Éghajlatváltozás, környezetvédelem, erőforrás-hatékonyság és nyersanyagok;*
6. *Európa a változó világban - Inkluzív, innovatív és reflektív társadalmak;*
7. *Biztonságos társadalmak – Európa és az állampolgárok szabadságának és biztonságának védelme."* [5]

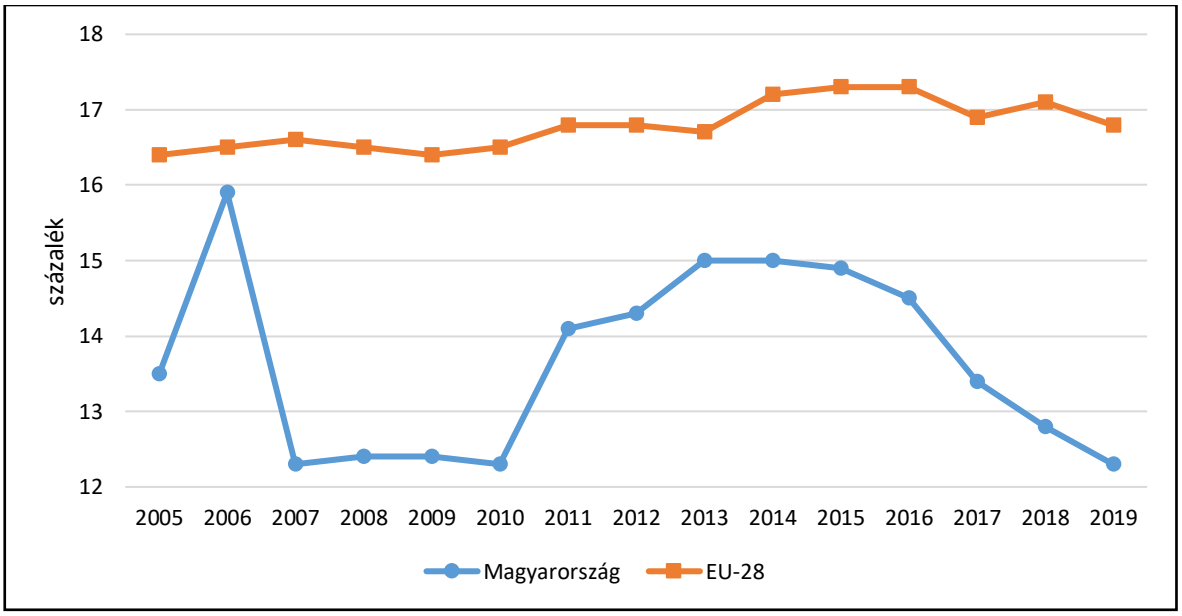
A felsorolt elemek az említett 2017-es WEF kutatáshoz, illetve az Egyesült Nemzetek Szervezete Millenniumi Fejlesztési Céljaihoz (Millennium Development Goals, röviden: MDG) is kapcsolódnak. Utóbbi célok között, - melyek a második ábrán láthatóak és 2000-ben fogadták el őket -, 8 elemet szerepeltettek. Ezen célkitűzések az idő múltával 17 Fenntartható Fejlődési Célra (Sustainable Development Goals, röviden SDG) nőtték ki magukat, amelyeket további 169 alcélra tagoltak. A célrendszert 193 ország fogadta el 2015-ben azért, hogy 2030-

ig *„…véget vessenek a szegénységnek, kezeljék az egyenlőtlenségeket és megbirkózzanak a klímaváltozással”*. [6] A célok teljesülését folyamatos riportálás és beszámolás övezi, valamint hazai szinten is megtörténik a nyomonkövetés, így kap szerepet a Központi Statisztikai Hivatal, valamint az Országgyűlés tanácsadó, érdekegyeztető szerveként működő Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács, ami már 2013-ban kidolgozta a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégiát.



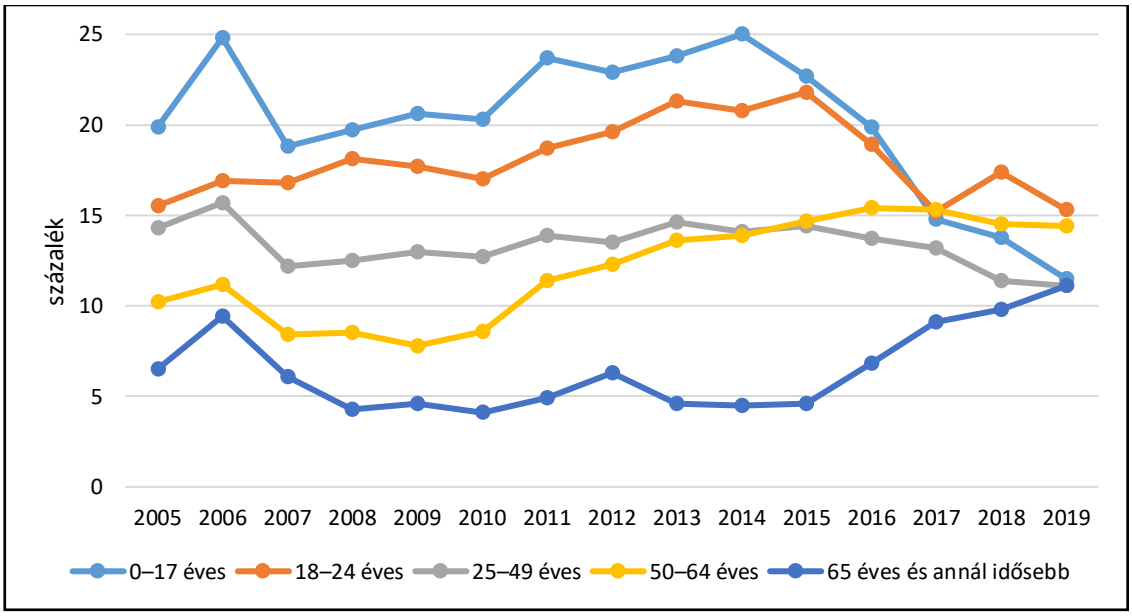

**2. ábra: A Millenniumi Fejlesztési Célok**
Forrás: United Nations Information Service (UNIS) [7]

A társadalmi kihívások közül az egyik legégetőbb probléma a mélyszegénység. Ahogy láthatjuk, több listán is az élen jár. Ezért megnéztem, hogy milyen adatok, információk lelhetőek fel a szegénységgel kapcsolatosan. A szegénységnek többféle definíciója is létezik [8, 9, 10]. Az egyik legismertebb: *„A szegénység a megfelelő életszínvonal fenntartásához és más – polgári, kulturális, gazdasági, politikai és szociális – jogok érvényesítéséhez szükséges erőforrások, képességek, választási és érdekérvényesítési lehetőségek és a biztonság tartós vagy krónikus hiányát jelenti.”* [11] Az irodalmi meghatározáson túl a szegénység megállapításához kapcsolódó módszertant és a szegénységi küszöböt is figyelembe kell venni. Meg kell említeni az abszolút (a jövedelem alapján nem éri el a megfelelő életszínvonalhoz elegendő minimális értékeket) és a relatív (*„…az egyének vagy háztartások tekintendők szegénynek, amelyek jövedelme és anyagi forrásai elmaradnak az adott társadalmi környezetben elfogadottnak, megfelelőnek tekintett szinttől”*) szegénységet. Ezek közül utóbbit értik Európában a szegénység meghatározása alatt [12]. Jelenleg a Világbank által közreadott értéket fogadják el sokan, ami az 1,90 dollár/nap alatti jövedelmet tekinti az abszolút szegénység határértékének, ez közel napi 7-800 forintot jelent [13].
A KSH a szegénységi küszöb értékére vonatkozó adatsoraiban az alábbi meghatározással él: *„az egy fogyasztási egységre jutó (ekvivalens) jövedelem mediánjának 60 százaléka vásárlóerő-paritáson, euróban és nemzeti valutában kifejezve.”* A szegénységi küszöb értéke az egy személyes háztartás esetén 2019-ben 1 119 752 forint (azaz 3 511 euró) volt, ami 2009-hez viszonyítva 57 (az euró esetében 23) százalékkal nőtt [14].
A szegénység további elemzéséhez a szegénységi arány változása ad támpontot, ami meghatározza az adott ország lakói közül a *„…mediánjövedelem 60%-ánál kevesebb jövedelemmel rendelkező háztartásokban élők arányát a teljes népességre vetítve. A mediánjövedelmet úgy kapjuk meg, hogy jövedelmük alapján sorba rendezzük a személyeket, és az az összeg lesz a mediánjövedelem, amely alatt és fölött a sorba rendezés után ugyanannyi személy található.”* [15]




**3. ábra: A szegénységi arány alakulása százalékban 2005-2019 között Magyarországon és az Európai Unió 28 tagállamában**
Forrás: saját szerkesztés [15] adatai alapján

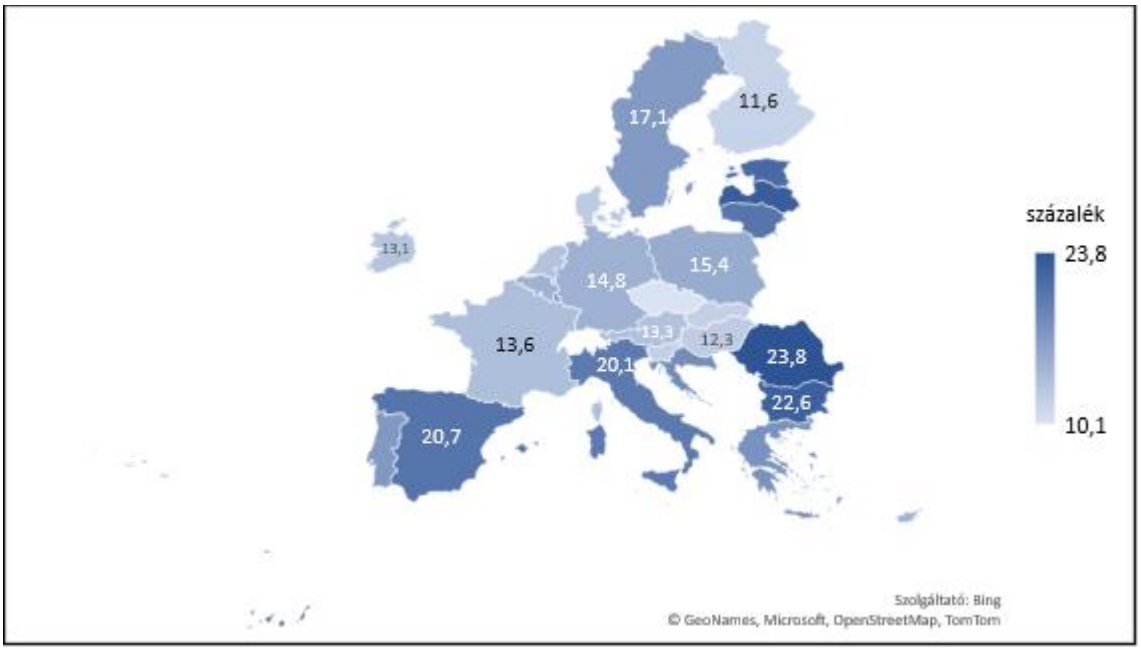
Az 1990-ben világszerte a mélyszegénységben élők száma 36 százalékról 2015-re 10 százalékra csökkent. A változás üteme most lassul, amit a koronavírus által előidézett válság, az orosz-ukrán konfliktus befolyásol, és félő, hogy megfordítja a szegénység elleni küzdelem több évtizedes előrehaladását. Ezt erősiti meg Sumner és szerzőtársai (2020) az UNU World Institute for Development Economics Research által 2020-ban publikált kutatása is, amiben arra hívják fel a figyelmet, hogy a világjárvány gazdasági következményei akár félmilliárd emberrel, vagyis a teljes emberiség nyolc százalékával növelhetik a globális szegénységet [16]. Ez az érték azt jelenti, hogy az elmúlt közel harminc év után először most nőne a világ szegényeinek száma [17]. Az adatok alapján a világ népességének tíz százaléka (körülbelül 700 millió ember) él ma szegénységben, legjelentősebb részük a szubszaharai Afrikában (38 százalék), majd Óceánia (20 százalék), Közép- és Dél-Ázsia (12 százalék) következik. Észak-Afrikában és Nyugat-Ázsiában 3, Latin-Amerikában és a Karib-térségben 2,2, Kelet- és Délkelet-Ázsiában 1,7 százalék volt 2019-ben a szegények száma. A megnevezett területek közül egynél történt a publikált adatokban kedvezőtlen változás: Észak-Afrika és Nyugat-Ázsia adatai közel megduplázódtak 2010 és 2018 között - 1,6 százalékról 3 százalékra változtak az értékek [18].
A hazai és Európai Uniós értékeket tekintve a harmadik ábrán láthatjuk az adatsorok tendenciáját. Ezen mutatószám szerint Magyarországon a vizsgált időszak tizenöt évében a szegényebb polgárok száma alacsonyabb volt az uniós átlagnál. A 2008-as gazdasági válság hatása a diagramon kirajzolódik, aminek következtében főként a magyar adatok nőttek 2-3 százalékkal, azonban a 2015. évtől kezdődő értékek már csökkenést mutatnak.
Az adatokat korosztályi összetétel bontásban a negyedik számú ábra mutatja be, amin a legfiatalabb korcsoport, a 0-17 évesek aránya volt a legmeghatározóbb a vizsgált időszak 2005-2016 éveiben. Három korcsoportban (0-17, 18-24, 25-29 év) 2015-től csökkenés tapasztalható, míg az 50-64 éves korosztály tekintetében a 2009-es minimumponttól (7,8 százalék) kezdve folyamatos növekedés tapasztalható 2016. évig. A 65 évesek és annál idősebbek adatainál is lassú növekedés tapasztalható. A már rendelkezésre álló 2021. évi adatok esetében (rendre a korcsoportoknál 9,5; 12,9; 10; 14,8; 15 százalék) a három fiatalabb korosztály értéke tovább csökkent, míg az 50 évesek vagy annál idősebbek helyezte romlott.




**4. ábra: A magyarországi szegénységi arány alakulása 2005-2019. években százalékban kifejezve**
Forrás: saját szerkesztés [15] adatai alapján

Az ötödik számú ábrán az Európai Uniós 2019. évi adatok tekinthetőek meg. Ezek alapján az Európai Unió lakosságának 16,8 százaléka élt a relatív jövedelmi szegénységi küszöb alatt. *„A szegénységi arány meglehetősen stabil volt 2005 és 2010 között, 16,4, illetve 16,5%, 2011 óta azonban kismértékben növekedett. 2019-ben a szegénység tekintetében az Európai Unió országai közül Románia (23,8 %), Lettország (22,9%) és Bulgária (22,6%), voltak a legkedvezőtlenebb helyzetben."* A térképdiagramról látható, hogy a Visegrádi országok (V4) közül egyik tag sem éri el az uniós 17,2 százalék értékét: Szlovákia 11,9 százalékértékkel a második, Magyarország 12,3 százalékkal a harmadik legjobban teljesítő ezen országok között. A teljes összehasonlításban a legkisebb értéket a Cseh Köztársaság érte el 10,1 százalékkal, dobogós még Finnország 11,6 százalékos eredményével. A magyar adat a nemzetközi összehasonlításban az átlag alatt és az öt legkisebb értékkel rendelkező ország között lehető fel [15].

Joggal merül fel bennünk, hogy miért fontos a szegénységgel foglalkozunk. Ahogy olvashattuk, a világ népességének tíz százaléka él szegényként. A szegénység negatív érzettel társul és gyakran magával hozza a tehetetlenség és kirekesztettség érzetét, hátrányos megkülönböztetést, elszigetelődést okoz a családtól, a barátoktól, a közösségektől. Az alapvető szükségletek, például fiziológiai szükségletek, tanulás, egészségügyi (gyógyszervásárlási, orvosi, fogorvosi) szolgáltatások kielégítése nehézséget okoz. Tartozások, fizetési nehézségek állhatnak fent a közüzemi díjak, banki követelések esetében, uzsora- vagy más bűncselekmény áldozatává is válhat a szegénységben érintett. A tudás- és ismerethiányból eredően fennáll az információk elmaradása is akár a segítség, akár a támogatások kérése terén [19].
Véleményem szerint a szegénység problémájának kezelésében elengedhetetlen a társadalmi összefogás, a rászorulók megsegítése és az együttes cselekvés előremozdítása. Ehhez szükséges, hogy a társadalom felismerje és kezelje a problémát, amihez pedig kulcsfontosságú annak érzékenyítése.



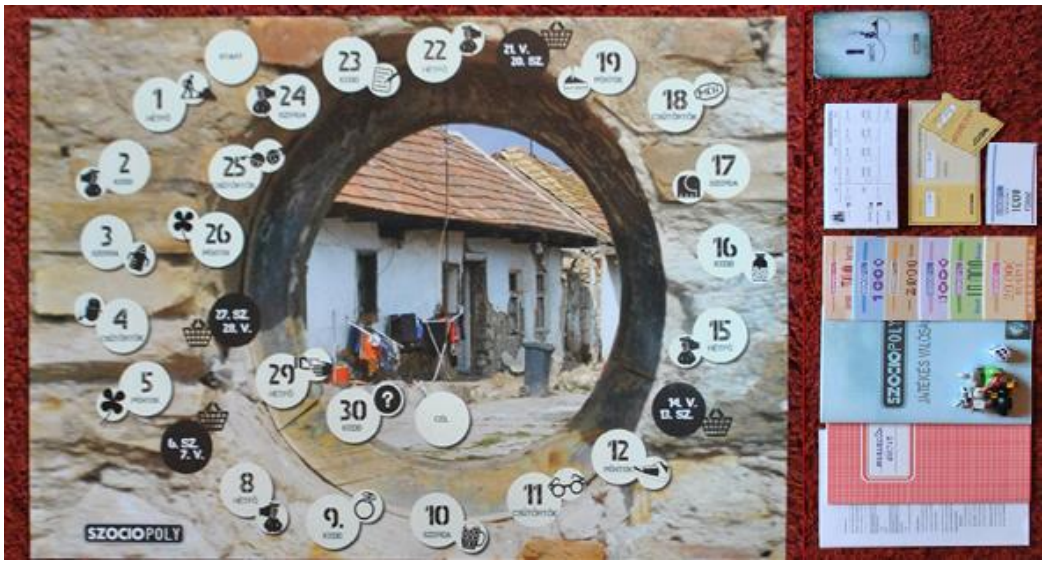

**5. ábra: A szegénységi arány Európai Uniósban 2019-ben százalékban kifejezve**
Forrás: saját szerkesztés [15] adatai alapján

## 2. A gamifikáció szemléletének ismertetése

A gamifikáció a játékokból indul ki, hisz ezáltal önfeledten tudunk élményeket, tapasztalatokat szerezni, sőt társas készségeinket és szociális kompetenciáinkat fejleszteni. A játék élményekhez juttathat minket a fárasztó hétköznapokon, a szívesen végzett munka pedig pozitív hatást válthat ki az érintettekből.
Az angol kifejezés a világ több nyelvén eltérő fordítással épült be a köztudatba. Az angol gamification kifejezést Magyarországon a legelterjedtebben a játékosítás szónak feleltetjük meg. A gamifikáció az elmúlt közel húsz esztendőben sok mindent átélt, számos területen alkalmazták sikerrel, például az egészséges életmód, az emberi erőforrások (HR), a közlekedés terén, a tantermi vagy vállalati oktatások, tréningek során, a vásárlások ösztönzése, visszajelzések adása kapcsán [20]. Továbbá kutatásaim alapján arra az eredményre jutottam, hogy a társadalmi kihívások kezelésében is segítségünkre lehet a gamifikáció [21]. Az idők során több definíciót is alkottak a kutatók, viszont ezt a sokszínűséget árnyalja, hogy jelenleg nincs egységes gamifikáció fogalommeghatározás. Kapp (2012) definíciója a játékalapú működésre, elvekre és gondolkodásra épít, ahol a játék esztétikai és tervezői sajátosságok is megjelennek, hogy az emberek megoldjanak egy problémát, valamint tanuljanak a cselekvéssorozatukból [22]. A játéktervezés fontosságát [23, 24, 25] munkáiban is láthatjuk. Gondolkodásom középpontjában a Gartner (2014) vállalat fogalmi meghatározása áll. Ez a fogalom a játékmechanizmusokból és a játéktervezésből indul ki figyelve arra, hogy a játékosítás folyamatában résztvevő elkötelezettsége, motivációja növekedni tudjon [26].
A gamifikáció relevanciáját az élet több területén is felfedezhetjük, hiszen ez egy szemlélet, amely a motiváción alapszik és hajtóerőként működik. Azt is kimondhatjuk, hogy nem minden játékmechanizmus szórakoztató, de ha jól kombináljuk a megismert folyamatokat és megfelelően tervezünk, azzá tehető. A játék nem attól szórakoztató, hogy minden eleme ilyen, hanem attól, hogy a részek összessége alakít ki bennünk élményt [27, 28].

## 3. A Szociopoly - játék és valóság

A szegénység, mint fontos társadalmi probléma kezeléséhez a játékosítás hozzájárulhat. Korábban az Emberi Erőforrások Minisztériuma (EMMI), majd a Családokért felelős tárca nélküli miniszter hatásköréhez tartozóan, jelenleg a Belügyminisztériumban tartja fenn a kormány a Család, Esélyteremtő és Önkéntes Házak (CSEÖH) országos hálózatát. A hálózat kiemelt feladata a társadalmi attitűdformálás, a meglévő előítéletek leküzdése, az előítéletesség kialakulásának megakadályozása az ifjúság körében. Emellett a megyei irodák szerepet vállalnak az esélyteremtés területén tevékenykedő civil és egyéb szervezetek, valamint az önkormányzatok és munkáltatók közötti partnerség-építésben, pályázati programok generálásában, szakmai műhelyek, képzések, konferenciák, tréningek, családi életre nevelő programok, gyakorlati családsegítő szolgáltatások szervezésében. A hálózat tagjai évente megújuló kínálattal nyitnak az állampolgárok felé, fő célcsoportjuk a fiatalság. Több éve használják a magyar fejlesztésű Szocipolyt, ami egy olyan interaktív társasjáték, melynek során a szegénységgel, mélyszegénységgel kapcsolatos kérdések megfogalmazására, az ezekre adott sztereotip válaszok átértékelésére kínálkozik tapasztalati lehetőség. A negyedik ábrán a játékhoz használt játékfelületet és a szükséges kiegészítőket láthatjuk.




**6. ábra: A Szocipoly játék**
Forrás: http://www.szociopoly.hu/ [29]

A játékot ajánlott négy-hat fős csapatokkal (a játékban családokkal) játszani, akik valós anyagi helyzetből kiindulva (például családi pótlék, közmunka, alkalmi munkavállalásból származó jövedelem) élik át egy kis faluban egy szegényebb sorsú család egy hónapját. A játék során cél a résztvevők érzékenyítése, és hogy könnyebben tudjanak az érintettekkel kapcsolatot kialakítani. A nevezett gamifikációs példa kulcsa abban rejlik, hogy a játék valóságos eseteket mutat be, és valódi helyzetek elé állítja a résztvevőket (például választás a feketemunka vagy a bejelentett munka között, megkeres-e uzsorást kölcsönfelvétel céljából stb.). Első kézből a szegénység megtapasztalásának élményét nyújtja, a felelősségteljes gazdálkodás fontosságát mutatja meg és kiemeli, hogy a segítség nyújtása mennyit jelent a rászorulóknak. A játék utólagos hatásának tudható be, ha helyi összefogások alakulnak, melyek enyhíthetik és hosszabb távon akár meg is szüntethetik a szegénységet.
A társadalmi problémák további innovatív megoldásaira számos példa hozható fel, amit [30, 31] munkáiban is olvashatunk. Amennyiben ezen gamifikációs jó gyakorlatok akár egyénileg,

vagy csoportosan még jobban el fognak terjedni, segítségükkel egyre több társadalmi problémát tudunk rendezni, valamint ezáltal tudásra szert tenni, hogy így tegyük jobbá a világunkat.

## 4. A felmérés módszertanának ismertetése

Vizsgálatom során arra a kérdésre kerestem a választ, hogy hogyan tud egy játékosított program hozzájárulni ahhoz, hogy az emberek bele tudjanak helyezkedni a hátrányos helyzetű embertársaik helyzetébe, és ezáltal érzékennyé tudjanak válni a problémájukra. További kutatási feltevésem volt, hogy vajon elindíthat -e egy ilyen program a valódi segítségnyújtás irányába, ösztönözhet-e valós cselekvésre.
A vizsgálódás módszere megfigyelés és strukturált kérdőíves felmérés formájában valósult meg, továbbá a folyamat során a résztvevőkkel szakmai kerekasztalbeszélgetés keretében a tanulságokat is összefoglaltam. Egy háromrészes saját összeállítású, önkitöltős, anonim, negyvenöt kérdéses kérdőívet készítettem, melyben a demográfiai kérdésekre az adatok elemzése céljából kérdeztem rá, majd az előismeretek felmérése történt meg. A játék után a tanulságok, a javaslatok megértése végett tettem fel kérdéseket. A kérdőívben többféle kérdéstípussal mértem fel a résztvevők gondolatait, így alkalmaztam dichotóm eldöntendő, egy- és több kimenetelű zárt, nyitott kérdéseket, valamint 1-6 közötti Likert skálát is. A felmérés célja az volt, hogy egy társadalmi kihívást kezelő eszköz tesztelése történjen meg, a résztvevők érzékenyítése a témában megvalósuljon és érzéseik, gondolataik rögzítésre kerüljenek. Másodlagos célkitűzés volt, hogy a felmérés kisebb körben történő kipróbálására sor kerüljön, azzal a céllal, hogy a jövőben nagyobb csoportoknál is alkalmazhassuk a mérést és az összehasonlítást.

## 5. A felmérés eredményeinek bemutatása

A vizsgálat nem volt reprezentatív, a megállapítások a megkérdezettek álláspontját képviselik. A felmérés tényleges lefolytatása előtt öt fős próbatesztelés történt meg, hogy a szükséges részek pontosításra kerülhessenek. A demográfiai adatokat tekintve a résztvevőkről azt kell tudni, hogy egy tizenegy fős közösség, akik hátrányos helyzetű térségben élők és a közoktatás területéhez kötődnek. 82 százalékuk ismer mélyszegénységben élő embert. Iskolai végzettségüket tekintve a résztvevők közül három főnek érettségi, négy főnek technikumi, szakmai bizonyítványa van, alapképzési/főiskolai vagy posztgraduális szakirányú oklevéllel pedig szintén négy fő rendelkezik. Korosztályi összetételt tekintve 28-59 év közöttiek voltak a kitöltők, az átlagéletkor 44 év. A válaszadók a felmérés kitöltése során mindannyian alkalmazásban álltak, közülük heten voltak már munkanélküliek életük során.

A játék előtti kérdéssor első kérdésében a WEF (2017) kutatásában megjelölt problémák közül jelölhették meg a válaszadók a legégetőbbeket [3]. A válaszadás során több választ is megadhattak a kitöltők, ezeket az első számú táblázat szemlélteti. A rangsor megállapításában az előfordulások száma volt a döntő, a klímaváltozás, a háborúk és a jövedelmi egyenlőtlenségek az első három helyre került mindkét rangsorban. A legnagyobb rangsorbeli különbség a vallási konfliktusok esetén látható (öt hellyel került hátrébb a kitöltők döntése alapján), míg a szegénységet négy hellyel kevésbé égetőnek neveztek meg az érintettek. Az „egyiket sem” és az „egyéb” válaszokat senki nem jelölte meg.

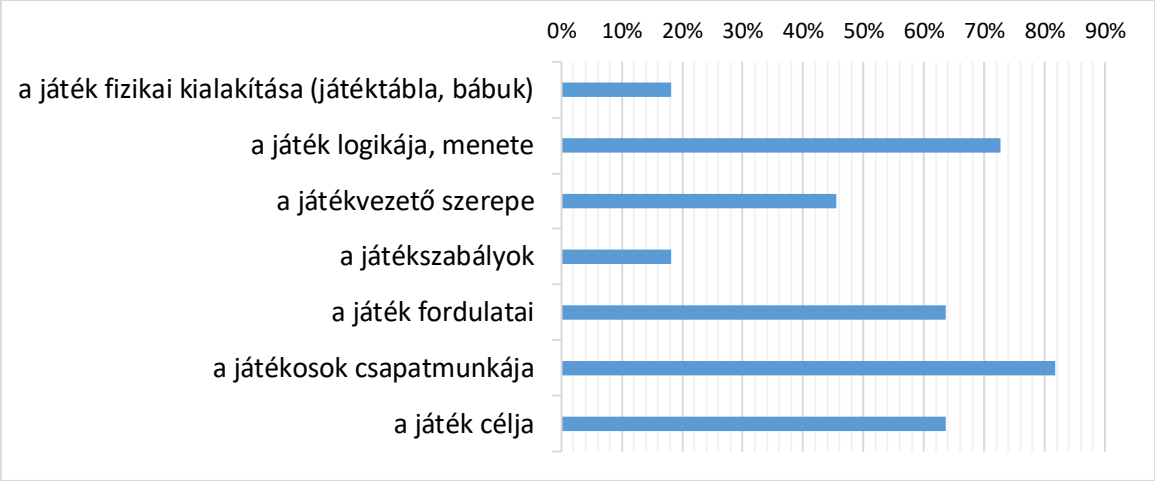
**4. táblázat: A világ problémáinak rangsorolása**

| Rangsor | | Probléma megnevezése | Megjelölések száma összesen (darab) |
|---|---|---|---|
| a WEF (2017) alapján | a kitöltők alapján | | |
| 1 | 1 | Klímaváltozás | 8 |
| 2 | 2 | Háborúk | 7 |
| 3 | 3 | Jövedelmi egyenlőtlenségek | 6 |
| 6 | 4 | Kormányzati korrupció | 4 |
| 10 | 5 | Munkanélküliség és a gazdasági lehetőségek hiánya | 4 |
| 8 | 6 | Az oktatás hiánya | 3 |
| 9 | 7 | Biztonság és jólét hiánya | 3 |
| 4 | 8 | Szegénység | 3 |
| 7 | 9 | Élelmiszer- és vízbiztonság hiánya | 2 |
| 5 | 10 | Vallási konfliktusok | 2 |

Forrás: saját szerkesztés

Ezt követően arra kértem a válaszadókat, hogy Magyarország vonatkozásában jelöljék meg, hogy mi a három legnagyobb probléma. Az első helyen a munkanélküliség és a gazdasági lehetőségek hiányát jelölték meg a válaszadók, míg a második dobogós helyre az oktatás hiánya, végül a harmadikra a klímaváltozás gondja került. A résztvevők jelentős többsége (kilenc fő) nagyon súlyos gondnak, égető társadalmi problémának tartja a mélyszegénységet, valamint maguk is találkoztak mélyszegénységgel érintettekkel. Kérdésként szerepelt, hogy *„Véleménye szerint kinek a feladata megoldani a mélyszegénység kérdését?”*. A megjelenített válaszlehetőségeket 1-6 értékű Likert skálán értékelhették, ahol az egyes érték a kevésbé, míg a hatos érték a nagyon jelentős minősítést jelentette. A válaszok közül kitűnik, hogy a megkérdezettek nagy része (hat fő) 6 értékkel az állam, kormány feladatának tartja a megoldást megtalálni a mélyszegénység problémájára.
Az egyénnek, illetve az egyén családjának feladatát a válaszadók az 5 medián értékben állapították meg. Az önkormányzatok feladatának 4 értéket adtak a leggyakrabban, az átlagos pont 3,5 lett. Kevésbé tartották feladatmegoldónak a válaszadók a helyi közösségeket és a munkahelyeket.
A játékosítást többen ismerik, de a Szociopolyval még nem találkoztak. A gamifikáció oktatási formájával (játékosított tanulási lehetőség iskolai és nem iskolai környezetben) találkoztak a legtöbben.
A játék normál menetrend szerint zajlott le. Kirívó esemény, vita nem volt. A játékszabályokat a létrehozott családok megértették, közösen hoztak döntéseket, egymást meghallgatták. Egy-egy játékkártya hangos örömet, némelyik szomorúságot váltott ki az érintettekből. A résztvevőkkel egy hónapot sikerült végigjátszani a másfél órás rendelkezésre álló időkeret kihasználásával.
A Szociopoly után a kérdőív harmadik részét is kitöltötték a résztvevők. Arra a kérdésre, hogy mennyire fontos a mélyszegénységgel foglalkozni átlagosan 5,1 értéket adtak (a 1-6 értékű skálán az egy a legkevésbé, míg a hat a nagyon értéket jelentette). A játék segítségével a résztvevők látásmódja formálódott, az előbb nevesített skála értékeinek segítségével 5 ponttal jelölték meg az érintettek a hatást. A valóság megjelenítése szintén skálás kérdésként jelent meg, melyre átlagosan 4,6 érték adódott. A résztvevők a játék segítségével (átlagosan 4,5-5 pont) jelentősen bele tudják képzelni magukat a mélyszegénységbe.
Örömmel láttam, hogy a gamifikáció ezen eszközét a felelősségteljes gazdálkodás fontosságának hangsúlyozására is többen magas szintre értékelték: 4-6 között alakultak a

pontértékek, átlagosan 5,5 értéket adtak erre a kérdésre, a módusz a 6 pont volt. A játék elemeit több válasz megjelölésével értékelhették a válaszadók, melyeket a hetedik számú ábrán láthatunk. A legjobban a résztvevőknek a csapatmunka és a játék logikai kerete, menete tetszett. A játék célja (a mélyszegénység megtapasztalása) és fordulatai (a szerény körülmények között élő család mindennapjai) holtversenyben 63,6 százalékot értek el, míg a játékvezető szerepe kicsit kevesebb, mint a társaság felének tetszett. A jövőben a játék készítőinek a játéklap fizikai megújítására és a játékszabályok pontosítására érdemes fejlesztést eszközölniük. Olyan válasz nem született, amely szerint egyik elem sem tetszett volna valakinek. Jelentősebb további változtatási észrevétel nem született.




**7. ábra: A Szociopoly elemeinek értékelése**
Forrás: saját szerkesztés

A résztvevők a játék után egyhangúan ajánlanák azt mások számára is, jó lehetőségnek tartják a társadalmi érzékenyítésre a Szociopolyt. Megkérdeztem azt is, hogy kiknek ajánlanák a játékot, a válaszok alapján gyerekeknek, családoknak, az állam munkavállalóinak, a helyi közösségek, illetve a kormány képviselőinek, továbbá a pedagógusoknak, óvodai, iskolai alkalmazottaknak is érdemes a játékot kipróbálniuk.
A játékosoknak a legmeglepőbb a váratlan, a reális és sok esetben szigorú valóságos helyzetek bemutatása volt. A nyolcadik számú ábrán a résztvevőktől kért értékelő kifejezések láthatóak, melyekből kitűnik, hogy többen elgondolkodtatónak és meghökkentőnek tartják a Szociopolyt, de többször jelentek meg a ráébresztő és a tanulságos szavak is.




**8. ábra: Egy-egy kifejezés a Szociopoly játékról**
Forrás: saját szerkesztés

Az utolsó kérdésblokkban nyitott kérdéseket tudtak befejezni a résztvevők saját gondolataikkal kiegészítve. Innen kiemelendő, hogy „A Szociopoly során megtapasztaltam…" kérdésnél többen jelezték, hogy fontos az előre tervezés, rámutattak a kilátástalanság érzésére, melyben a szegényebb sorsúak élnek, illetve a közmunkából élők nagyon kevés bére is megjelent a válaszok között. „A játékban szerzett tapasztalataim alapján a jövőben…" mondat kiegészítésekor többen azt írták, hogy együttérzőbb, elfogadóbb polgárok lettek és a segítségnyújtás szorgalmazását támogatják. Többen a tudatosabb költekezést, a toleránsabbá válást emelték ki a játéknak köszönhetően.
A felmerült gondolatokat egy rövid kerekasztalbeszélgetésben is összegeztük, ahol a tanulságokat és a felmerült kételyeket is sikerült megbeszélni. Összevetettük az előzőleg tapasztalt érzéseket és az utóhatásokat, illetve a háromrészes kérdőívről is esett szó. Mindent összevetve sikeres alkalmat zárhattunk le, hiszen elérte a célját: a résztvevők szakmai és közösségi kompetenciái fejlődtek, valamint az érzékenyítés is megtörtént. Úgy gondolom, hogy a jövőben könnyebben tudnak a társadalom érintettjeivel kapcsolatot kialakítani. A program sikerességét mutatja az a számos kérdés, amit megvitattunk a játék közben, illetve végén, valamint az alkalmon látott mosolygós arcok.

## 6. Összefoglalás, záró gondolatok

A tanulmány célja az volt, hogy számot adjon a gamifikáció szemléletének népszerűségéről és bemutassa, hogy milyen eszközzel képes a társadalom szolgálatába állni, a társadalmi kihívásokra hatásos választ adni. A téma fontosságát könnyen átérezhetjük, hiszen az egyre bonyolultabbá váló mindennapjainkban a játékok hozzájárulhatnak ahhoz, hogy csökkenteni tudjuk a társadalmi egyenlőtlenségeket. Jó gyakorlatként szolgálhat a Szociopoly a jövőben közösségek együttes érzékenyítésére a mélyszegénység szempontjából. A játékosítás alkalmazásával a nehéznek tűnő gondok is kezelhetőbbé válnak.

**Köszönetnyilvánítás**

Ezúton szeretném megköszönni Dr. Horváth Ágnes (Miskolci Egyetem Gazdálkodástani Intézet) egyetemi docensnek cikkem megírása során tanúsított, valamint a lektorálás során végzett munkáját.

**Irodalomjegyzék**

[1.] Varga, K.: A társadalmi innováció mérhetőségének kihívásai, Doktori (PhD) értekezés, Miskolci Egyetem, 2020. p. 15.
[2.] Business Insider: The 10 most serious problems in the world, according to millennials, 2017. Letöltve: 2021. október 15-én, elérhető: https://www.businessinsider.com/world-problems-most-serious-according-to-millennials-2017-8
[3.] WEF: Global shapers annual survey, 2017. Letöltve: 2020. október 15-én. http://shaperssurvey2017.org/static/data/WEF_GSC_Annual_Survey_2017.pdf
[4.] Európai Unió: 30 milliárd euró a társadalmi kihívások terén alkalmazott új megoldásokra és az áttörést jelentő innovációra, 2017. Letöltve: 2022. január 17-én, elérhető: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/hu/ip_17_4122/IP_17_4122_HU.pdf
[5.] Európai Unió: III. Társadalmi kihívások, 2017. Letöltve: 2022. január 17-én, elérhető: http://www.h2020.gov.hu/iii-tarsadalmi-kihivasok
[6.] UNIS: Fenntartható Fejlődési Célok, 2022. Letöltve: 2022. május 9-én, elérhető: https://unis.unvienna.org/unis/hu/topics/sustainable_development_goals.html
[7.] UNIS: Millenniumi Fejlesztési Célok, 2022. Letöltve: 2022. május 9-én, elérhető: https://unis.unvienna.org/unis/hu/topics/2013/mdg.html
[8.] Péter, L.: Vázlatok a szegénység szociológiájához. Kolozsvári Egyetemi Kiadó, Kolozsvár, Ötödik fejezet: Mi a szegénység?, 2006. p.142. Letöltve: 2022. június 19-én, elérhető: https://adatbank.ro/html/cim_pdf382.pdf
[9.] Vértesy, L.: Jogi és adósságkezelési ismeretek, Budapest, Magyarország: GEI Gazdaságelemző Intézet Kft., 2021. p. 92.
[10.] Zamfir, E. – Zamfir, C. (szerk.): Politici sociale. România în context european. Alternative Buc. 1995. p. 15.
[11.] Egyesült Nemzetek Szervezete: A szegénység és a Gazdasági, Szociális és Kulturális Jogok Nemzetközi Egyezségokmánya, E/C.12/2001/10., 2001. Letöltve: 2022. június 20-án, elérhető: https://digitallibrary.un.org/record/442869
[12.] Európa Tanács: Szegénység, 2022. Letöltve: 2022. május 9-én, elérhető: https://www.coe.int/hu/web/compass/poverty
[13.] Világbank: Measuring Poverty, 2022. Letöltve: 2022. június 15-én, elérhető: https://www.worldbank.org/en/topic/measuringpoverty
[14.] KSH: 2.6.1. Jövedelem-eloszlás, szegénység (2006–2019), 2021. Letöltve: 2022. május 9-én, eílérhető: https://www.ksh.hu/thm/2/indi2_6_1.html
[15.] KSH: 1.5. Szegénységi arány, 2022. Letöltve: 2022. június 19-én, elérhető: https://www.ksh.hu/ffi/1-5.html
[16.] Sumner, A., Hoy, C. & Ortiz-Juarez, E.: Estimates of the impact of COVID-19 on global poverty. In WIDER Working Paper 2020/43. Helsinki: UNU-WIDER. https://doi.org/10.35188/UNU-WIDER/2020/800-9
[17.] Egyesült Nemzetek Szervezete: Goal 1: End poverty in all its forms everywhere, 2022. Letöltve: 2022. május 18-án, elérhető: https://www.un.org/sustainabledevelopment/poverty/

[18.] Egyesült Nemzetek Szervezete: The Sustainable Development Goals Report 2019, p. 24. Letöltve: 2022. június 22-én, elérhető: https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019.pdf
[19.] European Anti-Poverty Network: Poverty: what is it?, 2022. Letöltve: 2022. június 19-én, elérhető: https://www.eapn.eu/what-is-poverty/poverty-what-is-it/
[20.] Zichermann, G. and Linder, J.: Gamification: Az üzleti játékok forradalmasítása, 2013. pp. 91-94., Z-Press Kiadó, Miskolc, ISBN: 978-963-9493-69-8
[21.] Kiss, G.: A gamifikáció szerepe a társadalmi kihívások kezelésében, Információs Társadalom XXI, (1) 2021: pp. 125–142. https://dx.doi.org/10.22503/inftars.XXI.2021.1.5
[22.] Kapp, K. M.: The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education. San Francisco, CA: Wiley. 2012. p. 10
[23.] Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011): From game design elements to gamefulness: defining gamification. In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments 2011. pp. 9-15. ACM
[24.] Zichermann, G. and Cunningham, C.: Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. Sebastopol: O'Reilly Media. 2011. p. XIV. ISBN: 978-1-449-39767-8
[25.] Werbach, K., and Hunter, D.: For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business. Philadelphia: Wharton Digital Press. 2012. p. 26.
[26.] Gartner vállalat: „Gartner Redefines Gamification." Gartner, 2014. Letöltve: 2020. február 20-án, Elérhető: https://blogs.gartner.com/brian_burke/2014/04/04/gartner-redefines-gamification/
[27.] Pusztai, Á.: Gyakorlati játékosítás, 2018. p. 77. Veszprém: Kollektíva.
[28.] Kiss, G.: Játék a munkában: Meddig hajtóerő és mikortól teher? In Jogok és lehetőségek a társadalomban. 2020. pp. 150–160. Letöltve: 2021. március 18-án, elérhető: http://www.irisro.org/tarstud2020junius/34KissGergely.pdf
[29.] GYERE - Gyerekesély Közhasznú Egyesület: www.szociopoly.hu. 2022. Letöltve: 2022. március 1-jén.
[30.] Sitas, E.: Gamification as tool to raise sociocultural awareness, 9th International Conference in Open & Distance Learning 2017. pp. 275-281. http://dx.doi.org/ 10.12681/icodl.1123
[31.] Szegedi, E.: Játékosított CSR megoldásokkal az Európa 2020 célok eléréséért, In Minőség és Megbízhatóság, 2017. (3), pp. 300-307.

**Lektorálta:** Dr. Horváth Ágnes, egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gazdálkodástani Intézet

# PANDÉMIA ALATTI ONLINE OKTATÁS ÉS HATÁSA A KLÍMAVÁLTOZÁS OKTATÁSÁRA

**Barna Orsolya**
*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Környezetgazdaságtan és Fenntartható Fejlődés Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem Rkp. 3., PhD hallgató,*
*barna.orsolya@gtk.bme.hu*

**Szalmáné Csete Mária**
*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Környezetgazdaságtan és Fenntartható Fejlődés Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem Rkp. 3., habilitált egyetemi docens*
*csete.maria@gtk.bme.hu*

**Absztrakt**
A koronavírus miatti iskolabezárások és az ebből adódó megnövekedő online oktatási igény, valamint az arra történő hirtelen átállás komoly nyomást gyakorolt világszerte az oktatási intézményekre. Hiába alakították át az élet szinte minden területét az infokommunikációs eszközök, az oktatás korábban nehezen vezette be a digitális lehetőségeket a mindennapi gyakorlatba, továbbá az IKT eszközökkel való ellátottság sem kiegyenlített. Az oktatás kulcsfontosságú tényező lehet többek között az éghajlatváltozás kérdésének kezelésében is. A klímaváltozás komplex és szerteágazó problémakörére az oktatás hagyományos, szokványos megoldásai nem elegendőek, interdiszciplináris és holisztikus szemléletre van szükség, ami felkészítheti a diákokat arra, hogy a klímaváltozásra adott megoldások úttörői legyenek. Az oktatás segítségével a diákok megérthetik az éghajlati válság hatásait, felruházza őket azzal a tudással, olyan készségekkel, értékekkel és attitűdökkel, amelyek ahhoz szükségesek, hogy a változás előmozdítójaként lépjenek fel napjainkban vagy a jövőben. Jelen tanulmány célja, hogy megvizsgálja a magyar általános és középiskolák pandémia során bevezetett online oktatásra való átállás nehézségeit, és ennek a klímaváltozás oktatására való hatását egy tematikus online kérdőív kidolgozásával és a válaszok szakpolitika-orientált szemszögből történő értékelésével. A kutatás központi kérdése, hogy milyen hatással volt az online oktatás a pedagógiai gyakorlatokra, különös tekintettel a klímaváltozás témakörének oktatására. Összesen több mint 1100 válaszadót ért el az online kérdőív Magyarország szerte. A válaszadók nyitottságról számoltak be az éghajlat-oktatási kérdések online gyakorlatával kapcsolatban; ugyanakkor az online átállás jelentős hatással volt az oktatás tartalmára, és sok esetben hátrányosan érintette a klímaváltozáshoz kapcsolódó gyakorlatok előfordulását. Sok diáknak nem volt megfelelő az online oktatáshoz nélkülözhetetlen eszközellátottsága, ami nehezítette az oktatás hatékonyságát. A diákokat az online tanulás nem minden esetben motiválta. A feltárt kérdések alapján megállapítható, hogy vitathatatlanul progresszív és támogató politikai lépésekre van szükség ahhoz, hogy megteremtsük azokat a kereteket, amelyek hozzájárulnak egy, a klímaváltozás oktatásához szükséges, rugalmasabb oktatási rendszer előkészítéséhez. Az eredmények alapján további kutatási lehetőségként felmerül a klímaváltozás megoldásához nélkülözhetetlen zöld készségek fejlesztésének online oktatáson keresztül való megvalósítási lehetőségeinek vizsgálata.

English:
Online education during the pandemic and its impact on climate change education
The school closures due to the pandemic and the sudden introduction of online education put great pressure on all educational institutions. Even though all areas of life have been transformed by info-communication tools for the last decade, it was difficult to introduce digital

settings into the educational everyday practices. Education is a key factor in tackling climate change. Traditional, conventional methods in education are not suitable to address the complex and wide-ranging challenges of climate change, an interdisciplinary and holistic approach is needed to prepare students to be pioneers in this field. With the help of climate change education, students can understand the impact of the climate crisis, they can be equipped with the right knowledge, skills, values, and attitudes needed to become change agents. This study aims to examine the difficulties of the Hungarian primary and secondary schools in transitioning to online education during the pandemic and its impact on climate change education by developing a thematic online questionnaire and evaluating responses from a policy-oriented perspective. The central question of the present study is how online education affected pedagogical practices, especially about climate change. The online questionnaire reached more than 1,100 respondents across Hungary. Respondents reported openness about online practices on climate education issues; however, the online transition has had a significant impact on the content of education and in many cases adversely affected the incidence of climate change-related practices. Many students did not have the resources they needed for online education, and students were not always motivated by online learning. Based on the results of the questionnaire, progressive and supportive policy action is needed to create the framework that will contribute to the preparation of a more flexible education system for climate change education. A further research opportunity is to examine the possibilities of implementing the development of green skills through online education.

***Kulcsszavak**: online oktatás, klímaváltozás oktatása, pandémia, klímaváltozás, Magyarország*

## 1. Bevezetés

Az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, Éghajlatváltozási Kormányközi Testület) legutóbbi jelentése (Hatodik Értékelő Jelentés) szerint számos éghajlati veszély nagyobb valószínűséggel következne be, és többszörös kockázatot jelentene mind az ökoszisztémákra, mind az emberekre nézve, ha a globális felmelegedés rövid távon elérné a 1,5°C-ot. Ezért a globális felmelegedést legfeljebb 1,5°C-os szinten kell tartanunk, hogy jelentősen csökkentsük az éghajlatváltozással kapcsolatos károkat [8]. Az éghajlatváltozás horizontális problémáját fenntartható módon kell kezelnünk, figyelembe véve az ENSZ Fenntartható Fejlődési Céljait, amelyeket 2015-ben a 2030-ig tartó időszakra vonatkozó fenntartható fejlődési menetrend részeként határoztak meg [16]. Az agenda 17 fenntartható fejlődési célt és 169 célkitűzést tartalmaz, amelyek célja a fenntartható fejlődés különböző szempontokból történő értékelése és a fenntarthatósági átmenet megvalósíthatóságának nyomon követése. A fenntartható fejlődési célok között szerepel többek között az éghajlatváltozás elleni küzdelem és aza már említett minőségi oktatás. A fenntartható fejlődés és az oktatás közötti kapcsolat rendkívül összetett. Az oktatás nélkülözhetetlen a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos célkitűzések eléréséhez, hiszen kulcsszerepe van, hogy felkészítse a fiatal generációt a jövő éghajlatváltozással és fenntartható fejlődéssel kapcsolatos kihívásaira [10] a zöld átálláshoz szükséges készségek fejlesztése révén [2].

A COVID-19 pandémia váratlan hirtelenséggel szakította félbe a mindennapi életünket az oktatás területén is [13] rendkívüli helyzetet teremtve a pedagógusok és a diákok számára egyaránt. Jelen tanulmány célja megvizsgálni, hogy a pandémia miatt bevezetett online oktatás és intézménybezárás milyen hatással volt az oktatás minőségére, és tartalmára, különös tekintettel a klímaváltozás oktatására. A magyarországi klímaváltozáshoz kapcsolódó oktatási kihívások megértéséhez a tanulmány egy rövid általános bevezetést nyújt a fenntarthatósági oktatásról, valamint arról, hogy az oktatás hogyan jelenik meg a Fenntartható Fejlődési

Célokban. Bemutatásra kerül a pandémia idővonala, és az oktatási rendszert érintő főbb vészhelyzeti intézkedések Magyarországon. Röviden megvizsgáljuk a magyar digitális oktatási stratégiát [5] és eredményeit, mely a hazai oktatási intézmények pandémia előtti digitális felkészültségéről nyújt helyzetértékelést. Továbbá a pandémia alatti magyar oktatás eredményességét mutatjuk be röviden a kompetencia felmérés legutóbbi eredményeinek segítségével. A bevezetés után ismertetjük a kutatás módszertanát, és bemutatjuk a kutatás eredményét, majd végül az eredmények összefoglalása és javaslatételek zárják a tanulmányt.

### *1.1 A fenntarthatóság oktatása*

A fenntarthatóság oktatása az 1960-as években kezdett kialakulni, amikor a környezeti és fenntarthatósági problémák egyre súlyosbodni kezdtek, és napjainkig egyre nagyobb hangsúlyt kapott az oktatási stratégiákban, hiszen az oktatás döntő szerepet játszik a fenntartható fejlődés és a klímaváltozás megoldásaihoz szükséges képességek kialakításában [3]. Az oktatás és a fenntarthatóság közötti kapcsolat számos globális nyilatkozat és nemzetközi hálózat eseményei során nyomon követhető [14]. A 2005-2014 közötti éveket az ENSZ az oktatás fenntartható fejlődésének évtizedévé (Decade of Education for Sustainable Development, DESD) nyilvánította, ami segített a téma fontosságának globális szintű hangsúlyozásában. A DESD célja az volt, hogy a fenntartható fejlődés elveit, értékeit és gyakorlatát az oktatás és a tanulás minden aspektusába integrálja. A DESD lejártával egy újabb program, a Globális Cselekvési Program (Global Action Programme, GAP) lépett életbe, amely 5 cselekvési területet emelt ki a fenntarthatósági oktatás kapcsán: 1) a fenntartható fejlődés oktatásának beépítése az oktatás nemzetközi és nemzeti szakpolitikába, 2) a fenntarthatóság teljes intézményekre kiterjedő megközelítésének elősegítése, 3) a pedagógusok, oktatók kapacitásának megerősítése, hogy a fenntartható fejlődés oktatás támogatóivá, és képviselőivé váljanak, 4) a fiatalok segítése, hogy aktív vezető szerepet vállaljanak a fenntartható fejlődés elősegítésében, 5) a helyi közösségek támogatás a fenntartható fejlődési megoldások keresésének felgyorsítására [6]. Ezek eredményeképpen 2015-ben a Fenntarthatósági Fejlődési célokba a minőségi oktatás bekerült és a 4.7 alcélként pedig a fenntartható fejlődésre nevelés lett kiemelve, amelynek célja "annak biztosítása, hogy minden tanuló elsajátítsa a fenntartható fejlődés előmozdításához szükséges képességeket, például ismereteket és készségeket" [16]. A 4. fenntartható fejlődési cél, a minőségi oktatás a többi 16 fenntartható fejlődési cél eléréséhez elengedhetetlenül fontos cél [4]. A fenntartható fejlődési célokba integrált oktatás kulcsüzenete, hogy a modern oktatásnak olyan ismereteket és készségeket kell nyújtania a tanulóknak, amelyekkel képessé válnak arra, hogy változást idézzenek elő egy fenntartható jövő érdekében [3]. Az oktatási rendszer fejlesztése és a minőségi oktatás biztosítása segíti az országokat a célok elérésében [1].

### *1.2 Pandémia miatti iskolai bezárások, online oktatás*

A koronavírus-járvány alapvetően megváltoztatta az életünket - a munkától a szabadidőn át az utazásig az élet minden területét érintette, és ez alól az oktatás sem volt kivétel. A lezárás ideje alatt az iskolák hónapokig zárva tartották kapuikat, és a mindennapi tanítás az online órák keretében zajlott. Nahalka István tanulmánya szerint amikor Magyarországon 2020. március 13-án elrendelték az iskolák bezárását és a távolléti oktatásra való áttérést, a világon az oktatási intézmények 43%-ában, március hónap végére pedig 84%-ában történt meg a távolléti oktatásra való áttérés. Az oktatáspolitikai vezetőknek dönteniük kellett oktatás jelenléti vagy távolléti jellegéről, az oktatás folytatásának részleteiről, és az oktatási esélyegyenlőtlenség-növekedés mérséklésére [11].

**1. táblázat: Távolléti oktatás Magyarországon a COVID-19 pandémia alatt**

| Pandémia hullám | Időpont | Érintett oktatási szint |
|---|---|---|
| Első hullám | 2020 tavasz | alap-, középfokú oktatás |
| Második hullám | 2020 ősz/tél | középfokú oktatás |
| Harmadik hullám | 2021 tél/tavasz | alap-, középfokú oktatás |

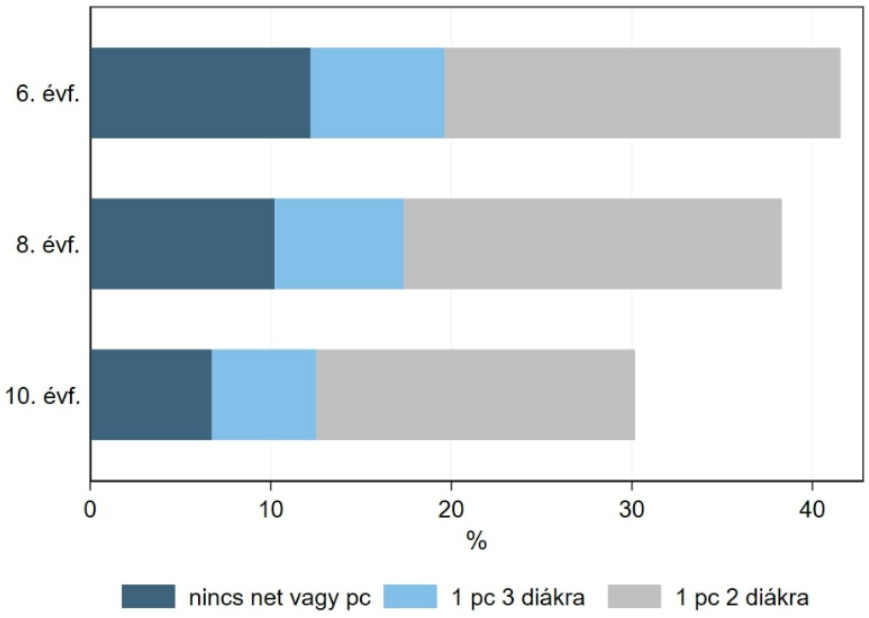
Forrás: Saját szerkesztés

Ahogy az 1. táblázat mutatja, az első hullámban 2020. márciusában az összes közoktatási intézményben távolléti oktatás lépett életbe. A második hullámban a 2020/21-es tanév az iskolákban jelentléti oktatással kezdődött, de fertőzött tanuló esetén az osztályok digitális oktatásra álltak át. A járvány miatt 2020 novemberétől bevezetett védelmi intézkedéseket követően a középfokú iskolák, majd 2021. márciustól az általános iskolák újra digitális munkarendre tértek át. 2021 tavaszától a járványügyi intézkedések feloldását követően az oktatási intézmények jelenléti oktatásra tértek vissza, és azóta nem volt elrendelve távoktatás.

*1.3 Magyarországi oktatás digitális helyzete*

2016-ban a Digitális jólét program keretén belül többek között a digitális oktatási stratégia is elkészült. A stratégia átfogó célja, hogy biztosítsa a köznevelésben a digitális kompetenciák elsajátításának lehetőségét. A stratégia kihangsúlyozza, hogy a digitális oktatás nem a hagyományos frontális és számon kérő oktatás áthelyezése a digitális világban, hanem átalakítja a tanár-diák szerepeket. A pedagógusoknak mentorként, kutatásvezetőként, útitársként kell segíteni a diákokat. Ehhez egyaránt kell fejleszteni a pedagógusok Információs és Kommunikációs Technológiák tudását (IKT), módszertani kultúráját, és az digitális tartalmakat, hogy IKT eszközök használata minden tantárgy esetében beépüljön a tanítás-tanulás és az értékelés folyamatába [5].
A stratégia végrehajtására létrehozták a Digitális Pedagógiai Módszertani Központot (DPMK), amely többek között a Digitális Témahét keretében szervezi a tudásmegosztást, illetve a pandémia alatt rendszeresen szerveztek online előadások a pedagógusok tájékoztatása, fejlesztése céllal.

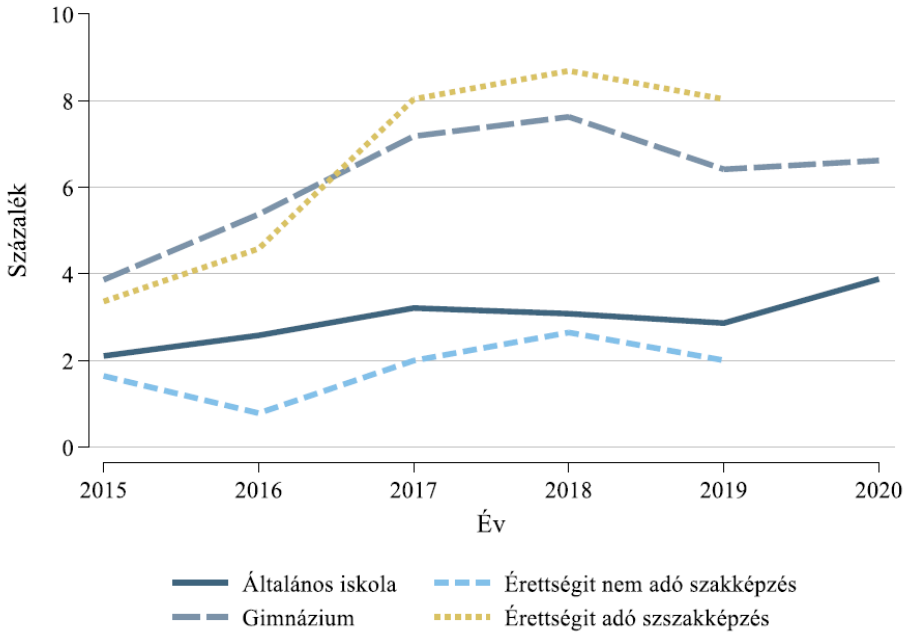
Az online oktatás sikerességének egy kulcs eleme, hogy a diákoknak van-e olyan eszközük, amivel be tudnak kapcsolódni a távolléti oktatásba, és van-e internet hozzáférésük. Hermann Zoltán tanulmányában többek között bemutatja, hogy 2017-ben a kompetencia felmérés háttérkérdőívei alapján mekkora a korlátozott digitális eszközellátottságú diákok aránya. Összességében a diákok 20 (6. évf.), 17 (8. évf.) és 12%-a (10.évf.) erősen korlátozott (az eszközök tekintetében. A koronavírus miatti digitális átállás idején az általános iskola felső tagozatán közel minden ötödik diák nem fért hozzá a digitális tartalmakhoz [7]. A pandémia ideje alatt a digitális oktatásban résztvevő diákok és pedagógusok ingyen internet vehettek igénybe kormányzati támogatással.




**1. ábra: A korlátozott digitális eszközellátottságú diákok aránya**
Forrás: [7]

A Századvég kutatása szerint viszont a technikai feltételek adottak voltak a digitális átállásra. Eredményeik szerint mind a pedagógusok, mind a diákok legnagyobb arányban a már rendelkezésre álló saját eszközeiket használták, és a legtöbben korlátlan otthoni internettel rendelkeztek (86,5%). Ha esetleg mégis hiányzott a digitális saját eszköz, akkor az iskola azt biztosította a számukra [15].

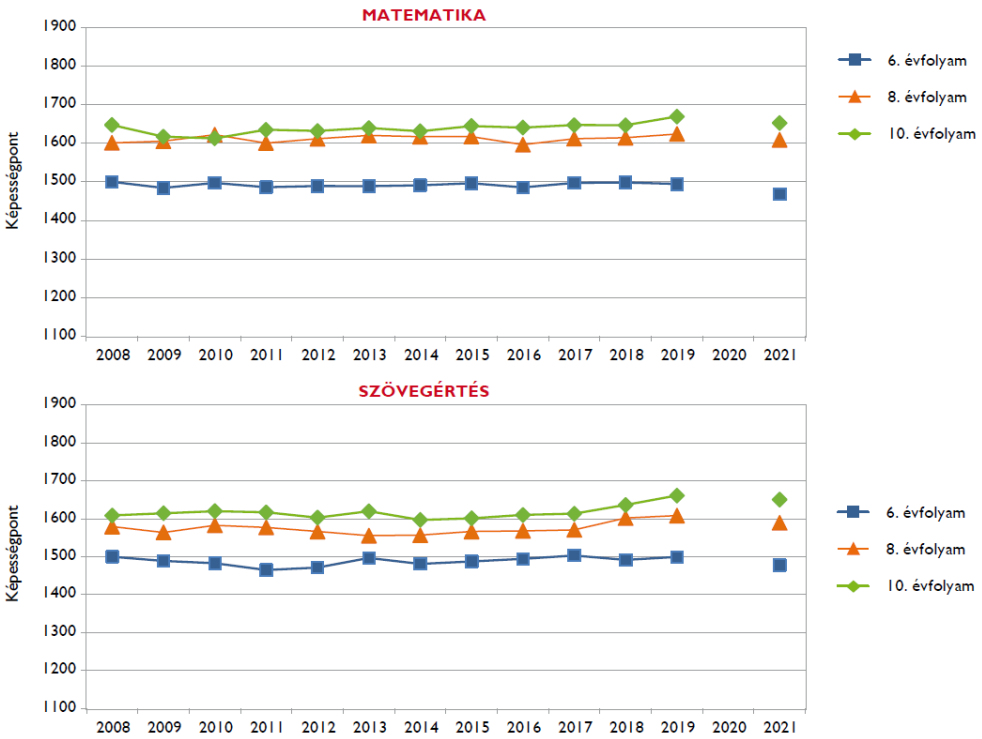
A közoktatás indikátorrendszere 2021-es kiadványa egy új indikátort vezetett be, amely segíthet az iskolák digitális helyzetének a megértésében. Az új indikátor azt mutatja, hogy mekkora azoknak az iskoláknak az aránya, ahol dolgozik rendszergazda. Fontos tudni, hogy jelenleg a hatályos szabályozás szerint minden iskolának alkalmaznia kell rendszergazdaként 1–250 közötti tanulólétszám esetén félállásban 1 főt, 251–750 tanulólétszám esetén főállásban 1 főt, felette 2 főt – ennek az mutatók eredményei szerint nem felelnek meg az iskolák. Az eredmények alapján látható, hogy 2015 és 2019, illetve 2015 és 2020 között minden programtípusban növekedett az arány. A növekedés ellenére nem érik el a jogszabályban előírt alkalmazott számot [9].




**2. ábra: A rendszergazdát foglalkoztató intézmények százalékaránya**
Forrás: [9]

*1.4 Oktatási eredmények*

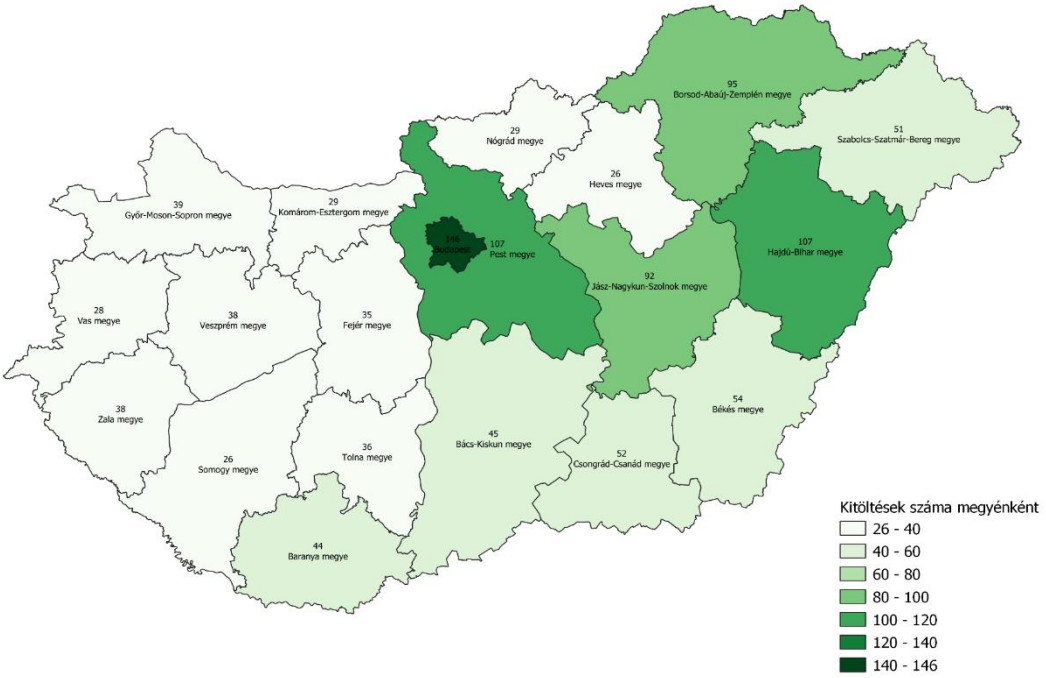
A 2021. évi Országos kompetenciamérés eredményeinek a vizsgálata betekintés nyújthat a korábbi évek eredményeinek összehasonlításával a koronavírus miatt bevezetett távoktatás eredményességére, hatásaira. A kompetencia tesztet a 6., a 8. és a 10. évfolyamos tanulók töltik ki ugyanabban az időpontban azonos körülmények között. A teszt matematikai és szövegértési feladatsort tartalmaz, illetve egy családi hátterükkel, eddigi iskolai pályafutásukkal kapcsolatos kérdéseket tartalmazó kérdőívet, amelyet önkéntes alapon otthon, a szüleikkel együtt tölthettek ki.
A harmadik ábra mutatja a 2021-es teszt eredményeit. Látható, hogy minden évfolyamon mind a matematika és a szövegértés eredménye enyhén csökkent 2021-re, így a pandémiás oktatás eredményessége egyértelműnek tűnik. Viszont, ha nem az előző év teszt eredményével, hanem az évek során elért átlagolt eredményeket nézzük, akkor azt látjuk, hogy pandémia alatt csak a 6. évfolyamosoknak gyengült az eredményük, a 8. és 10. évfolyamosoknál az átlagnak megfelelőek az eredmények, tehát a legkisebbekre hatott kedvezőtlenül a távolléti oktatás a matematika és szövegértés területén [12].




**3. ábra: A 2021-es és a korábbi kompetenciamérések átlageredményei**
Forrás: [12]

## 2. Módszer

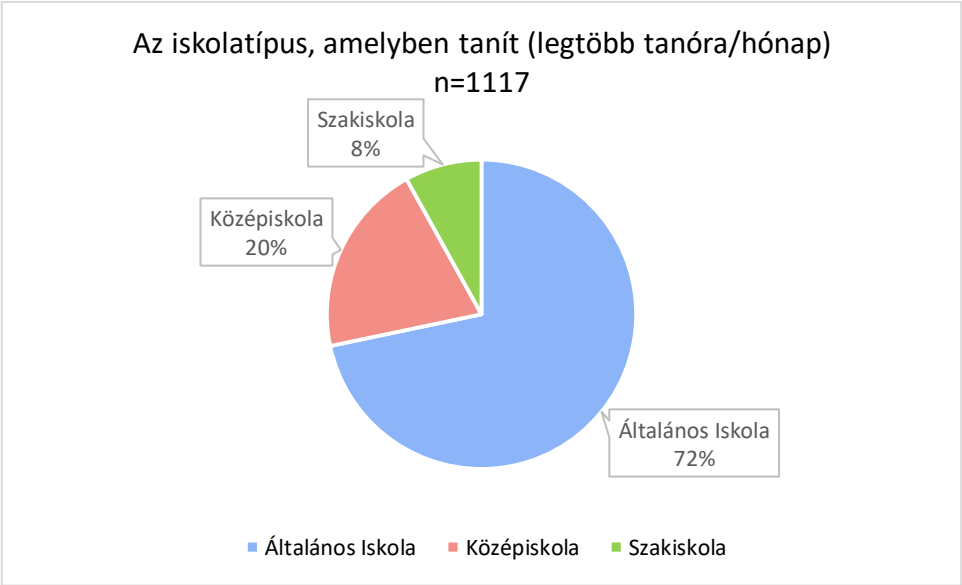
A kutatásunk célja, hogy megvizsgáljuk a magyar általános és középiskolák pandémia során bevezetett online oktatásra való átállás nehézségeit, és ennek a klímaváltozás oktatására való hatását egy tematikus online kérdőív kidolgozásával és a válaszok szakpolitika-orientált szemszögből történő értékelésével. A kutatás központi kérdése, hogy milyen hatással volt az online oktatás a pedagógiai gyakorlatokra, különös tekintettel a klímaváltozás témakörének oktatására. A kutatáshoz kvantitatív módszert alkalmaztunk, egy online kérdőívet dolgoztunk ki. A kérdőív online terjesztésére a Közoktatási Információs Rendszer (KIR) adatbázisát használtuk 2020 júliusi adatokkal (a szakképző intézmények kilépése előtti adatok), tehát az adatbázisukban elérhető voltaz összes magyarországi közoktatási iskola elérhetősége.
A kérdőív egy hónapig, 2020. október 22. és november 20. között volt elérhető a pedagógusok számára, összesen ez idő alatt 1117 tanár töltötte ki a kérdőívet. Az adatgyűjtés nem számít reprezentatívnak térségi szempontból, amint az a 4. ábrán is látható minden megyéből érkezett visszajelzés. Megyénként átlagosan 56 válasz érkezett, a legkevesebb (26) Heves és Somogy megyéből, a legtöbb (146) Budapestről (4. ábra).




**4. ábra: A kérdőíves felmérés kitöltéseinek területi megoszlása**
Forrás: saját szerkesztés

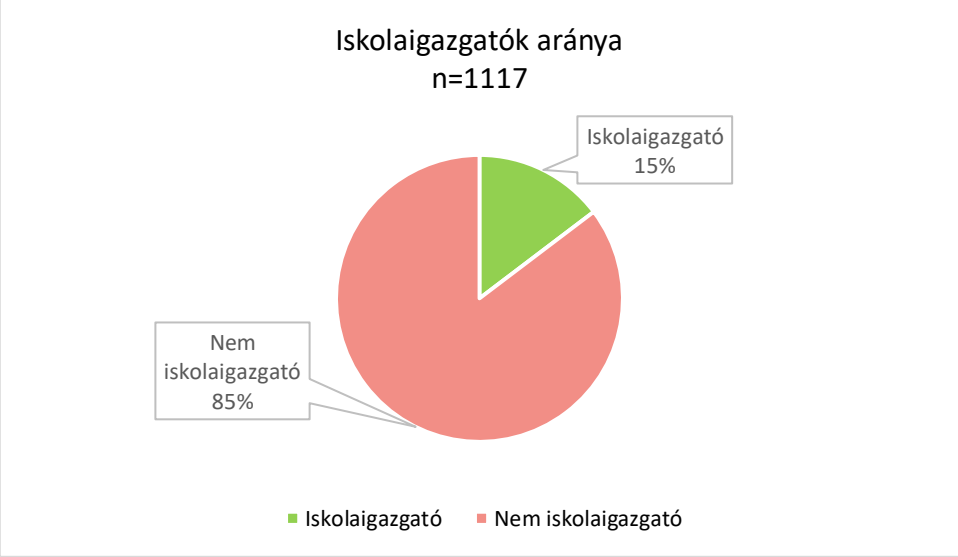
## 3. Eredmények

Először a válaszadók demográfiai eredményeit mutatjuk be, majd pedig tematikus bontásban a kérdőív szakmai eredményeit. Az 5. ábrán látható módon valamennyi közoktatási iskolatípus képviseltette magát a kérdőív kitöltésében, a legtöbb eredményt az általános iskolák (a válaszadók 72%-a), majd a középiskolák (20%), végül a legkevesebbet a szakiskolák (8%) adták.

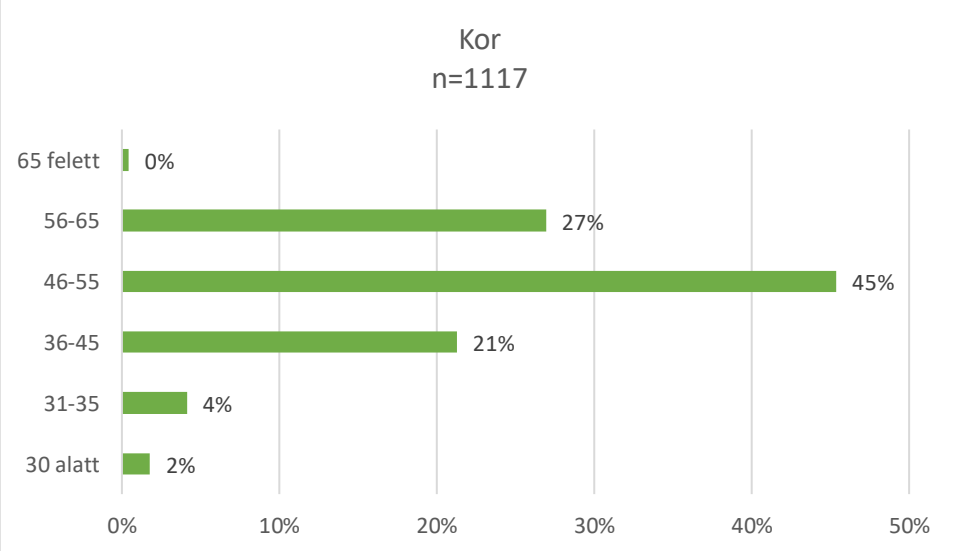



**5. ábra: Iskolatípus megoszlása**
Forrás: saját szerkesztés

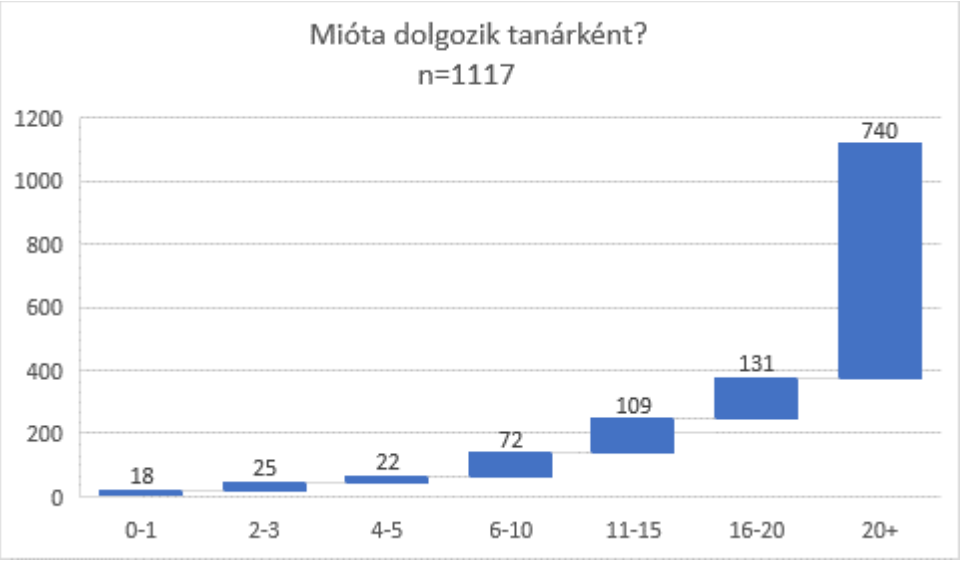
A válaszok alapján a kérdőívben részt vevő iskolavezetők aránya mindössze 15%, ahogy a 6. ábra mutatja. Amint a válaszadó tanárok eredményeiből kiolvasható, nagyobb arányban 36 és 65 év közöttiek, ezen belül is a legtöbben 46 és 55 évesek csoportjába tartoznak (7. ábra), és ennek megfelelően a többségük több, mint 20 éve dolgozik pedagógusként (8. ábra).




**6. ábra: Iskolaigazgatók aránya**
Forrás: saját szerkesztés

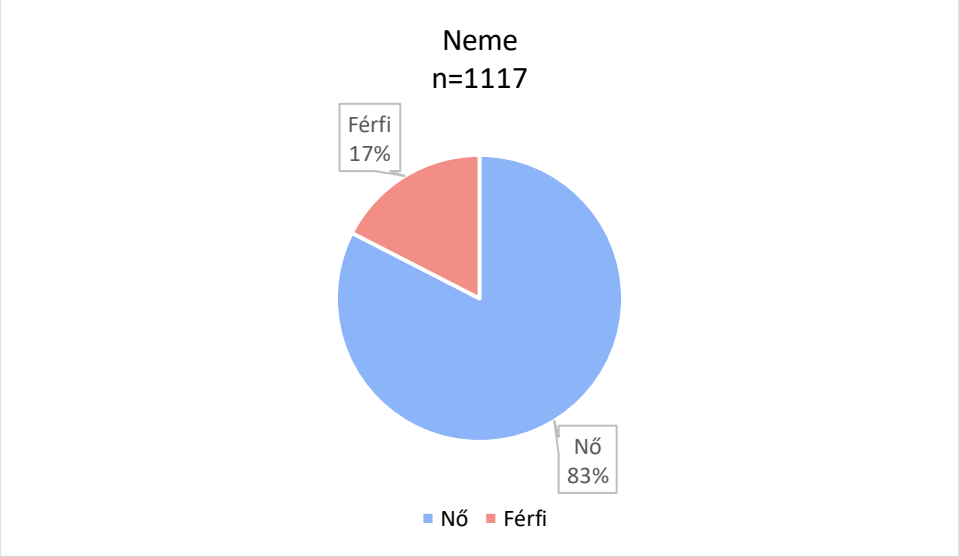



**7. ábra: Válaszadók kor szerinti megoszlása**
Forrás: saját szerkesztés




**8. ábra: A válaszadók oktatási tapasztalata**
Forrás: saját szerkesztés

A válaszadók nemek szerinti megoszlását látjuk a 8 ábrán – a kitöltők 83% nő volt. Ez az arány nagyjából megegyezik az összes főállású (teljes munkaidős) női pedagógus arányával – ami szintén több mint 80 százalék [9].



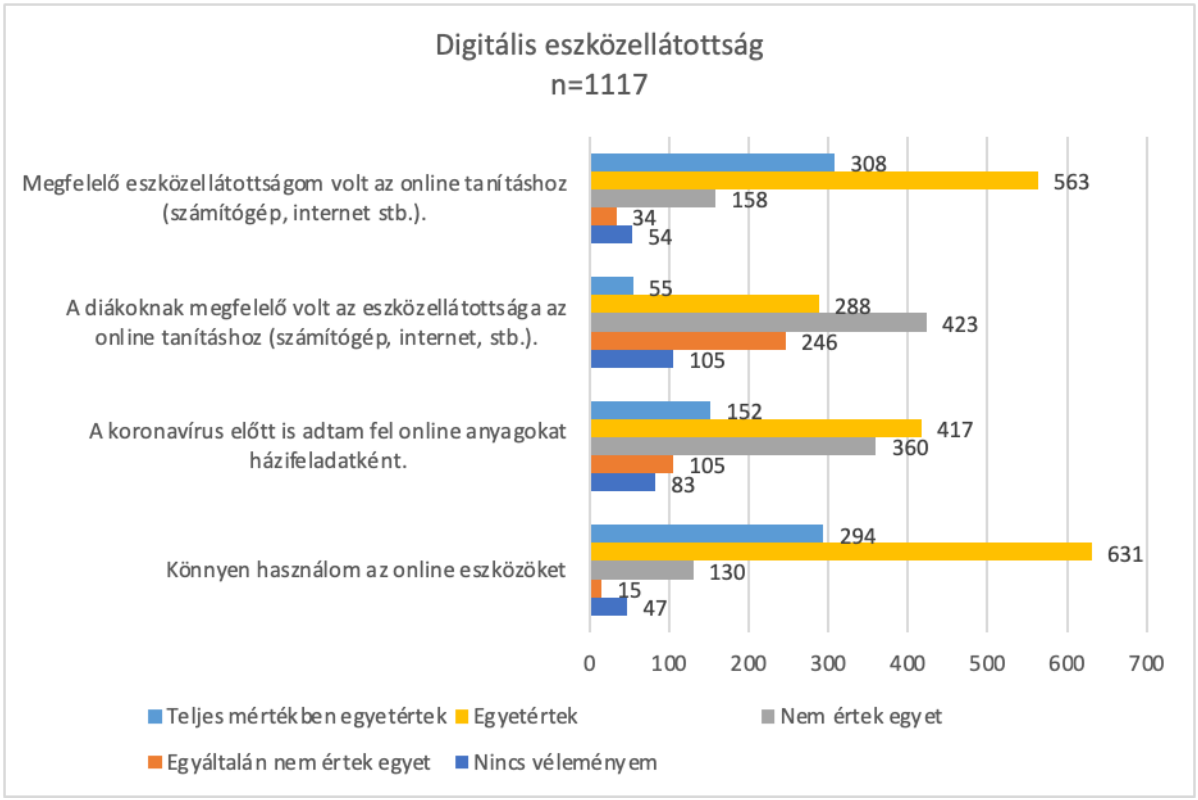

**9. ábra: A válaszadók nemek szerint eloszlása**
Forrás: saját szerkesztés

A válaszadók tantárgyi eloszlása a 10. ábra szerint alakult.



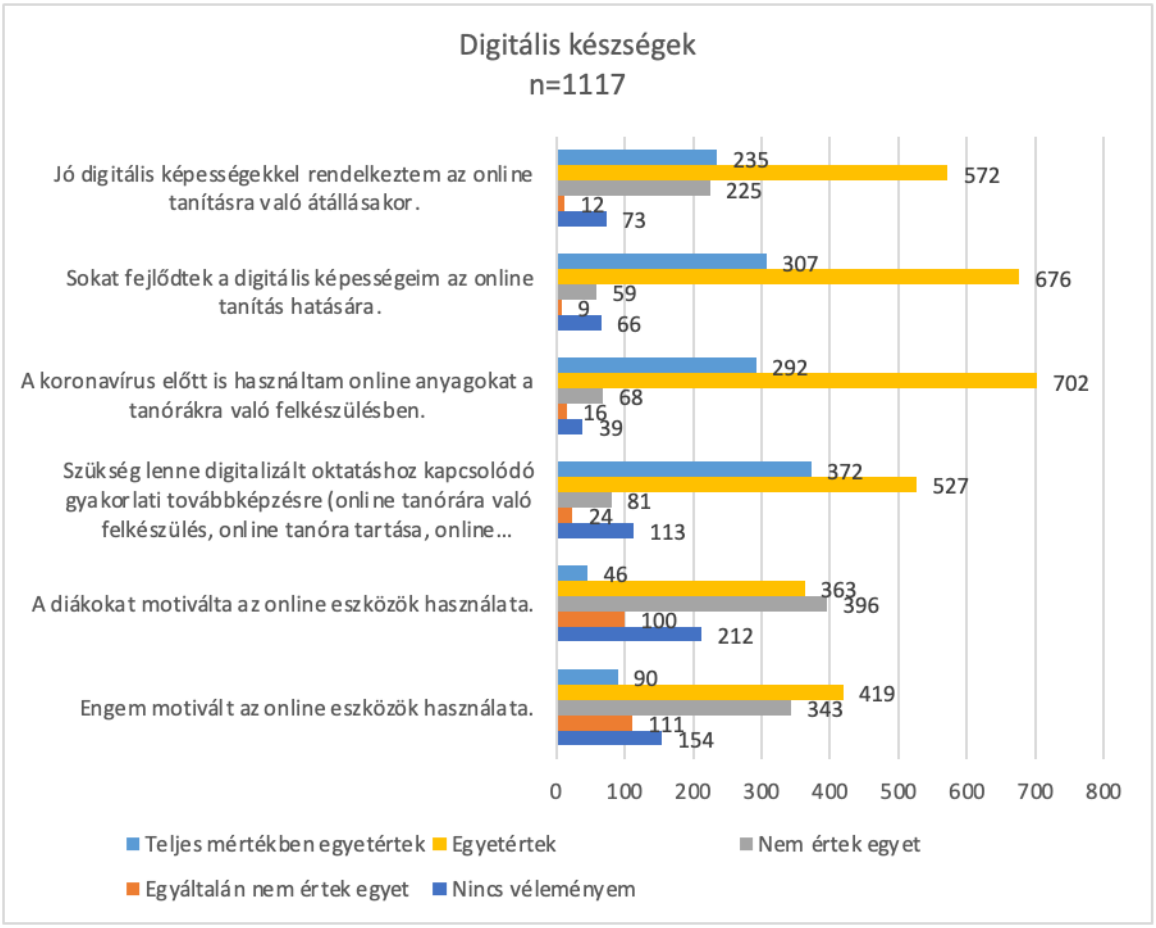

**10. ábra: A válaszadók tantárgyi eloszlása**
Forrás: saját szerkesztés

A kérdőív során három tematikus kérdéscsoportot dolgoztunk ki, az első a digitális eszközellátottságra vonatkozott, a második a digitális készségekre, a harmadik egyben utolsó csoport pedig a klímaváltozás oktatási gyakorlatára kérdezett rá az online oktatás során. A pedagógusok 5 véleményből választhattak a kérdések megválaszolása során: nincs véleményem, egyáltalán nem értek egyet, nem értek egyet, egyetértek, teljes mértékben egyetértek.
Az első csoportban tehát öt kérdés foglalkozott a digitális eszközellátással mind a diákokra, mind a pedagógusokra vonatkozóan. Az eszközellátottság kérdéseknél egyedül a „diákoknak megfelelő volt az eszközellátottsága az online tanításhoz (számítógép, internet stb.)” válasz kapott „nem értek egyet” többséget. A válaszadók kb. 25% szerint a diákoknak nem volt megfelelő eszközük otthon az online tanításhoz. Ehhez kapcsolódhat, és megmagyarázhatja, hogy viszonylag magas számban miért jelölték be azt, hogy korábban nem adtak fel online feladatokat a diákoknak otthoni megoldásra. A pedagógusok megfelelő eszközellátottsága, online eszközök használatának tapasztalata és magabiztos használata elsöprő egyetértést mutat a válaszokban (11. ábra).



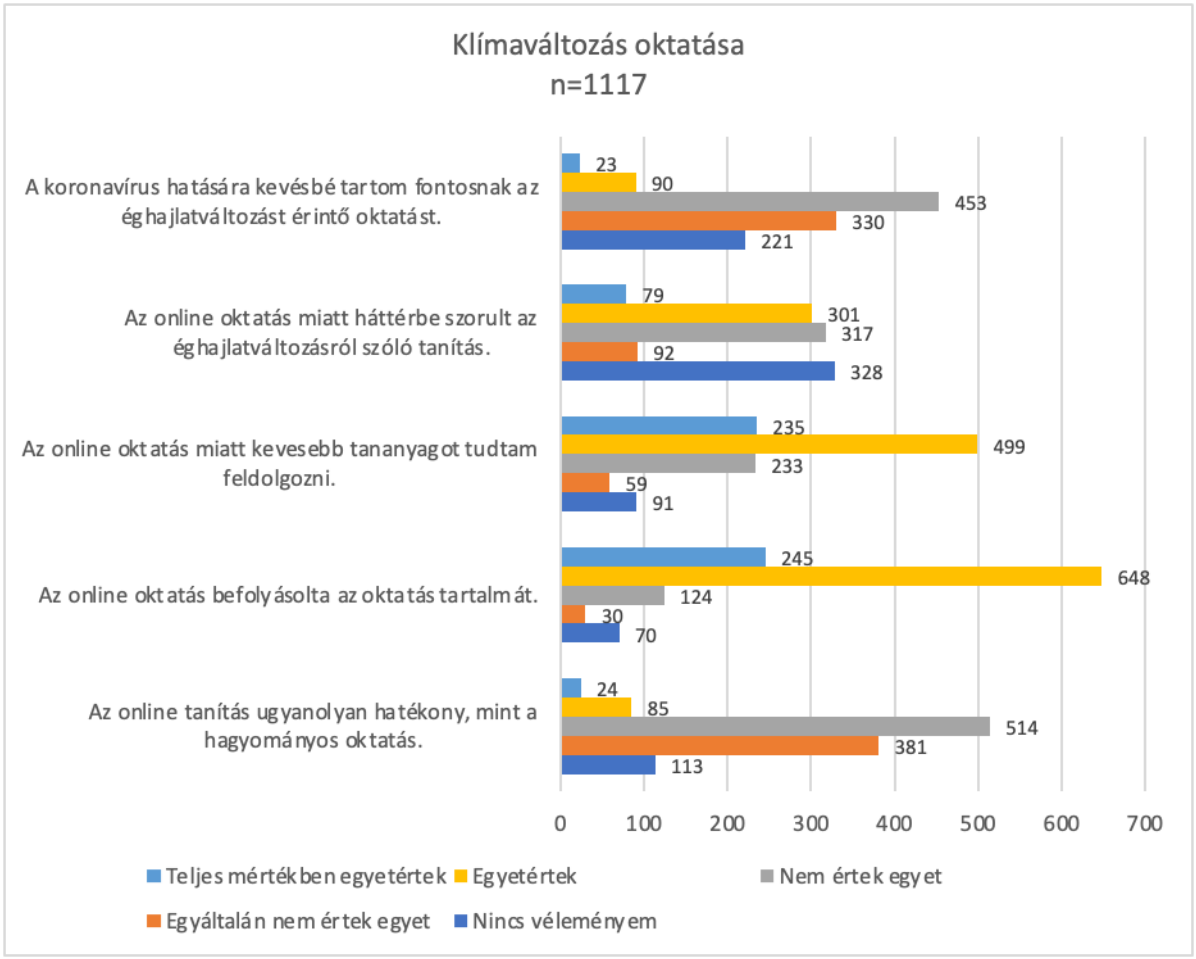

**11. ábra: Digitális eszközellátottság**
Forrás: saját szerkesztés

A 12. ábra a digitális készségeket vizsgáló kérdések eredményeit mutatja. A válaszadók nagy többsége jelezte, hogy jó digitális képességekkel rendelkezett az online tanításra való átállásakor, és csak egy ötödük érezte úgy, hogy nem rendelkezett elegendő tudással e téren. A következő kérdés az órákra való felkészülés során a digitális eszközök használatára kérdezett rá. Itt elsöprő az igenek aránya – ellentétben a korábbi online házi feladattal, tehát saját felkészülésre már korábban is használtak a pedagógusok online anyagokat, de ez a házifeladatokban nem mutatkozott. Szintén elsöprő egyetértés övezte a digitalizált oktatáshoz kapcsolódó gyakorlati továbbképzések szükségességére adott válaszokat. Az online oktatás hatása a motivációra vonatkozó két kérdés viszont negatív eredményt hozott - a diákok motivációjánál „nem értek egyet” válaszok voltak többségben, de a pedagógusoknál is viszonylag nagy ennek a válasznak az aránya.




**12. ábra: Digitális készségek és motiváció**
Forrás: saját szerkesztés

A 13. ábra a klímaváltozás online oktatására vonatkozó válaszokat mutatja be. Elsöprő többség jelezte, hogy az online oktatás befolyásolta az oktatás tartalmát, és így a válaszadók két harmada egyet értett azzal, hogy az online oktatás miatt kevesebb tananyagot tudott feldolgozni. Elég megosztó lett az a kérdés a válaszadók körében, hogy az online oktatás miatt háttérbe szorult-e az éghajlatváltozásról szóló oktatás. 380 pedagógus jelezte, hogy náluk nem szorult háttérbe, 300 viszont azt állította, hogy háttérbe szorult, és 300 pedagógusnak nem volt erről véleménye. Arra a kérdésre, hogy a koronavírus hatására kevésbé tartják-e fontosnak az éghajlatváltozást érintő oktatást 783 pedagógus nemmel válaszolt. Viszont elég magas itt is a véleménnyel nem rendelkezők száma. 1117-ből 895 pedagógus jelezte, hogy az online oktatás nem ugyanolyan hatékony, mint a hagyományos, jelenléti oktatás.




**13. ábra: Klímaváltozás oktatása**
Forrás: saját szerkesztés

## 4. Konklúzió és javaslatok

Mint láttuk, a digitális oktatás bevezetése nem csak Magyarországon, de világszerte váratlanul és átmenet nélkül került bevezetésre a pandémia során a vészhelyzet kihirdetésekor. Láttuk, hogy volt már előjele a 2016-os Magyarországi Digitális Oktatási Startégiában az digitális oktatás fejlesztési szándékának, és bevezetésre került a Digitális Témahét is 2016-ban, ami a digitális oktatás terjesztését, fejlesztését tűzte ki célul mind a pedagógusok mind a diákok körében. Ennek ellenére az magyarországi oktatási rendszert felkészületlenül érte a digitális tanrendre való átállás. Bár a családok számára bevezetett ingyenes internet elérhetőség sokat segített, egyes szakirodalmak, és a kérdőívünk eredményei azt mutatják, hogy számos esetben a diákoknak nem volt megfelelő eszközellátottságuk ahhoz, hogy bekapcsolódjanak a digitális oktatásba. Kérdőívünkből az is kiderült, hogy az online oktatást nem tartották a pedagógusok olyan hatékonynak, mint a jelenléti oktatást, és a digitális tanrend nagymértékben negatívan befolyásolta az oktatás tartalmát. A klímaváltozás oktatásáról megosztó vélemények születtek, ez betudható annak, hogy a klímaváltozást sok esetben csak a természettudományos szaktanárok oktatják, sajnos még nem integrálódott horizontálisan a tantárgyakba a téma. A megosztott eredmények okainak feltárására további kutatásra lehet szükség.
A feltárt kérdések alapján megállapítható, hogy vitathatatlanul progresszív és támogató politikai lépésekre van szükség ahhoz, hogy megteremtsük azokat a kereteket, amelyek hozzájárulnak egy, a klímaváltozás oktatásához szükséges, rugalmasabb oktatási rendszer előkészítéséhez, és a téma horizontálisan integrálódjon a tantárgyakba. A tananyagot célzottan

úgy kell megtervezni, hogy beépítsék az éghajlattal kapcsolatos fogalmakat és segítsék a pedagógusokat, hogy akár digitális oktatás során is legyen idő és energia a klímaváltozás problémájával foglalkozni. Kiemelten fontos szerepet tölthet be a folyamatban a transzverzális kompetenciák előtérbe kerülésének elősegítése. Az eredmények alapján további kutatási lehetőségként felmerül a klímaváltozás megoldásához nélkülözhetetlen zöld készségek fejlesztésének online oktatáson keresztül való megvalósítási lehetőségeinek vizsgálata.
Az eredményeink az mutatják, hogy javítani kell a diákok eszközellátottságán akár állami támogatás akár egyéb források támogatásával. A digitális oktatási tartalmakat is úgy kell fejleszteni, hogy élményszerű oktatás valósuljon meg akár digitális tanrendben is, hogy ez motiválni tudja mind a pedagógusokat és a diákokat is.

**Köszönetnyilvánítás**

A tanulmányban szereplő kutatás az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-22-5 kódszámú Új Nemzeti Kiválósági Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

**Irodalomjegyzék**

[1.] Atubi, O., Favour, A.: Sustainable Development Goals: Why Quality Education Should Top The Agenda. Journal of Social and Management Sciences. 2020 Volume 14(2) pp. 68-77. Letöltve 2022. július 1-én a Researchgate weboldalról https://www.researchgate.net/publication/343812966_SUSTAINABLE_DEVELOPMENT_GOALS_WHY_QUALITY_EDUCATION_SHOULD_TOP_THE_AGENDA_Published_by_Journal_of_Social_and_Management_Sciences_Volume_142pp68-77

[2.] Barna, O., Csete, M.S.: Zöld készségek a felsőoktatásban. Educatio 30, 2022 pp. 682–693. Letöltve 2022. július 1-én az AK Journals weboldalról: https://doi.org/10.1556/2063.30.2021.4.9

[3.] Bianchi, G.: Sustainability competences, EUR 30555 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020 ISBN 978-92-76-28408-6, 2020 Letöltve 2022. július 1-én az JRC Publications Repository weboldalról: doi:10.2760/200956, JRC123624.

[4.] Bianchi, G., Pisiotis, U. and Cabrera, G.M.: GreenComp The European sustainability competence framework, JRC Publications Repository. 2022 Letöltve 2022. július 1-én az JRC Publications Repository weboldalról: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128040

[5.] Digitális Jólét Program: Magyarország Digitális Oktatási Stratégiája. 2016 Letöltve 2022. július 1-én a Digitális Jólét Program weboldalról: https://digitalisjoletprogram.hu/files/55/8c/558c2bb47626ccb966050debb69f600e.pdf

[6.] Fischer, D., Aubrecht, E. L., Brück, M., Ditges, L., Gathen, L., Jahns, M., Petersmann, M., Rau, J., & Wellmann, C.: UN Global Action Programme and Education for Sustainable Development: A Critical Appraisal of the Evidence Base. Discourse and Communication for Sustainable Education, 2015 6(1), 5-20. [1]. Letöltve 2022. július 1-én a Sciendo weboldalról: https://doi.org/10.1515/dcse-2015-0001

[7.] Hermann, Z.: Hány diákhoz nem jut el az online távoktatás? Budapest, MTA KTI. 2020 Letöltve 2022. július 1-én a KRTK KTI weboldalról: https://www.mtakti.hu/koronavirus/hany-diakhoz-nem-jut-el-az-onlinetavoktatas/12769/

[8.] IPCC Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribu-tion of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. 2022 Letöltve 2022. július 1-én az IPCC weboldalról: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/

[9.] Közgazdaság-tudományi Intézet: A közoktatás indikátorrendszere 2021, Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont, 2022 Letöltve 2022. július 1-én a KTI KRTK weboldalról: https://kti.krtk.hu/wp-content/uploads/2022/02/A_kozoktatas_indikatorrendszere_2021.pdf

[10.] Lampa, I.; Greculescu, A.; Todorescu, L.-L.: Education for Sustainable Development–training the Young Generation for the Future. Procedia Soc. Behav. Sci. 2013, 78, 120–124 Letöltve 2022. július 1-én a Science Direct weboldalról: DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.04.263

[11.] Nahalka, I.: Koronavírus és oktatáspolitika Educatio 30 (1), 2020 pp. 22–35 (2021) Letöltve 2022. július 1-én az AK Journals weboldalról: DOI: 10.1556/2063.30.2021.1.2

[12.] Oktatási Hivatal: 2021. Országos Kompetenciamérés Országos Jelentés, 2022 Letöltve 2022. július 1-én az Oktatás weboldalról https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/meresek/orszmer2021/Orszagos_jelentes_2021.pdf

[13.] Servant-Miklos, V. Environmental education and socio-ecological resilience in the COVID-19 pandemic: lessons from educational action research, Environmental Education Research, 2022 28:1, 18-39, Letöltve 2022. július 1-én a Taylor and Francis Online weboldalról: DOI: 10.1080/13504622.2021.2022101

[14.] Sipos, Y., Battisti, B., & Grimm, K.: Achieving transformative sustainability learning: engaging head, hands and heart. International Journal of Sustainability in Higher Education. 2008 Letöltve 2022. július 1-én a Researchgate weboldalról: https://www.researchgate.net/publication/235307335_Achieving_Transformative_Sustainability_Learning_Engaging_Head_Hands_and_Heart

[15.] Századvég: Elemzés Hogyan zajlott a digitális átállás a köznevelésben? 2021 Letöltve 2022. július 1-én a Századvég weboldalról: https://szazadveg.hu/ELEMZ%C3%89S/MAGYAR/GK/20210329_Digit%C3%A1lis%20oktat%C3%A1s/Elemz%C3%A9s%20-%20Sz%C3%A1zadv%C3%A9g%20Gazdas%C3%A1gkutat%C3%B3%20-%20Hogyan%20zajlott%20a%20digit%C3%A1lis%20%C3%A1t%C3%A1ll%C3%A1s%20a%20k%C3%B6znevel%C3%A9sben_20210330.pdf

[16.] UN General Assembly: Transforming our world: the 2030 Agenda for Sus-tainable Development. 2015 A/RES/70/1, Letöltve 2022. július 1-én a Refworld weboldalról: https://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html

**Lektorálta:** Dr. Buzási Attila, egyetemi docens, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, Környezetgazdaságtan és Fenntartható Fejlődés Tanszék

# SOME IMPLICATIONS OF NON-ERGODICITY FOR INNOVATION POLICY

**Veronika Poór**
*Corvinus University of Budapest, veronika.poor@stud.uni-corvinus.hu*

**James King**
*Science Practice Ltd., Director, jk@science-practice.com*

**Abstract**
Mazzucato's widely discussed book, The Entrepreneurial State, has had a lasting influence on the world of innovation policy. Her ideas sparked lively, often divisive and partisan debates about the role of the state in promoting innovation and taking risks. However, as the book relies on case examples and is highly anecdotal, it was limited in its ability to advance discussions based on the dynamics underlying innovation processes.
Our paper aims to fill this gap by demonstrating how the property of non-ergodicity has essential implications for systems of innovation in which individual innovators take risks and accumulate rewards: the optimal risk-taking level for each individual from their point of view is not the optimal solution from the ensemble's point of view.
In other words, in this paper we show that if a community follows a policy of non-intervention, leaving individual innovators to take risks without any community support, while also not promoting the sharing of any rewards, then the property of non-ergodicity leads to the emergence of a "risk gap". This is the gap between two levels of risk. The first is the optimum level of risks for the community as a whole. The second, lower risk, is the optimum level of risk for individual innovators (who do not share risks nor rewards). If all innovators adopted this second level of risk, then they would follow a risk-neutral strategy from their point of view, while lowering the rate of wealth increase of the community as a whole. On the other hand, by introducing the sharing of risks and rewards, the risk-neutral approach of individual innovators becomes closer to their optimal behaviour for the community as a whole.
By that, we provide mathematical support for Mazzucato's argument that the state can increase the overall rate of innovation by sharing in the risks taken by individual innovators and redistributing a portion of the rewards amongst all innovators. In doing so, the state can reduce the risk gap, increase the optimum level of risk for individual innovators, that in turn increases the rate of innovation and wealth-growth for the whole community.
Further research, that links non-ergodic theory with complexity, network science and includes behavioural sciences, might provide practical recommendations for innovation policy.

***Keywords**: Innovation policy, non-ergodicity, risk, risk-aversion*

## 1. Introduction

The field of innovation policy is undergoing a paradigm shift since the publication of Mazzucato's widely discussed book, The Entrepreneurial State [1, 2]. The ideas proposed in the book led to heated debates about the role of the state in promoting innovation [3, 4, 5, 6]. To support the claims for an entrepreneurial state, Mazzucato investigates many case examples and quotes anecdotal evidence, consequently the book is severely criticised for cherry picking and for advancing a theory that lacks proper foundations [1, 3, 6, 7].
It is interesting to note, that, while the book contains several disruptive claims in the field of innovation policy, it does not introduce a new understanding of the dynamics of innovation processes. While Mazzucato considers innovation as a cumulative and uncertain process with

long lead times, Mazzucato's critics share this understanding – although they do not necessarily state this as such [2, 8, 9]. Thus, despite the field undergoing a paradigm-shift, the fundamental properties of innovation processes are not being contested.
In this paper we aim to present the sketch of a mathematical approach, that relies on these widely accepted properties of innovation processes[1], and then point to possible implications of it for innovation policy. This mathematical approach is relatively new in the field of economics [11], therefore we will start by presenting it concisely. Then, after giving short definitions and stating the properties of innovation and innovation processes, three implications of non-ergodicity for innovation policy will be suggested. The paper ends with a conclusions section.

## 2. Ergodicity and non-ergodicity

A system or a process is ergodic when its expected time average and ensemble average are equal [11]. For example, it does not matter whether one person tosses a fair coin 100 times (the time average) or a hundred people toss a fair coin once each (an ensemble average). We would expect that about 50 times out of hundred the coin will land on heads, independently on who and when tosses the coin.
The formal definition of ergodicity is the following [11]. A process is ergodic when it satisfies the Birkhoff's equation [12]:

$$\lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_0^T f\big(\omega(t)\big)dt = \int_\Omega f(\omega)P(\omega)d\omega \qquad (1)$$

Where the left-hand side describes the time-average of *f* and the right-hand side describes the ensemble average of *f*; and *T* is the time on which the average is taken, $\omega$ is the system's state, that on the left-hand side depends on time *t*, $\Omega$ is the space of all states and *P* is the probability that a certain state occurs. Processes and systems are non-ergodic when the Birkhoff's equation does not hold.
For instance, the following coin tossing game is non-ergodic [11]. A player tosses a fair coin and stakes some of their money on the result. If the coin lands on heads, their stake increases by 50%, if the coin lands on tails, their stake decreases by 40%. This is a bet with a positive expected value of +5% (the ensemble average). However, if a single individual plays this game 100 times, then they can expect their stake to decrease each round by about 5% (the time average). Thus, the two sides of Birkhoff's equation are not equal and non-ergodicity is present.
As a practical example, consider a group of 100 individuals, each of whom are offered the opportunity to play the non-ergodic coin toss game described above for 100 rounds. Each member of the group starts with the same stake and invests all of it on each round of the game. If everyone in the group plays the game, then the ensemble average wealth of the group will compound by +5% on each round. For the group as a whole, this represents an overall increase to approximately 132 times of the starting wealth. However, the individuals that make up the group should expect their wealth to decrease to just 0.515% of its starting value during the same time frame.

[1] With a slight change, that does not influence our argument, but might be crucial in other contexts: while innovation processes are per definition uncertain, in our mathematical model we describe risky processes. Risk and uncertainty are different concepts: in the case of risk, the outcome is unknown, but the probability distribution governing that outcome is known (for example betting on the outcome of throwing a fair die). Uncertainty is characterised by both outcome and probability distribution being unknown [10].

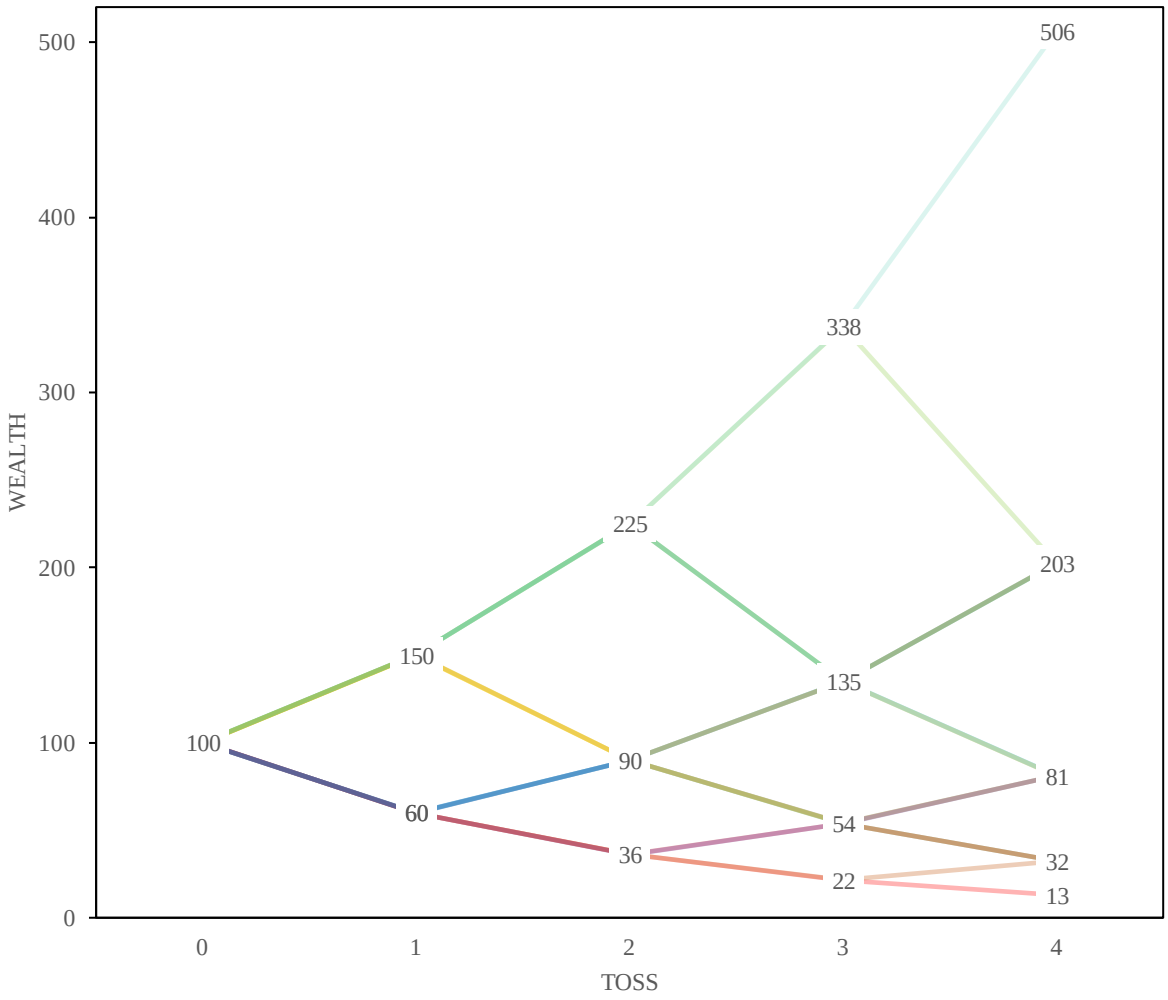



**Figure 1. Outcomes of the first 4 rounds of the non-ergodic coin tossing game described in the text**

To help grasping how such a result might arise, Figure 1. shows the possible outcomes of the first 4 rounds of the game, if each participant had 100 units of wealth in the beginning. The ensemble average is obtained by calculating the arithmetic mean and the time average is obtained by calculating the geometric mean. Thus, while the expected ensemble average is 105 after the first round, 110 after the second round, 116 after the third round and 122 after the fourth round, when an individual estimates their wealth as the game develops, their calculations give 95, 90, 85 and 81 respectively.[2]

So, non-ergodicity has created a situation where the interests of the group as a whole are seemingly at odds with the interest of its individual members. If individuals are free to choose whether to play or not, then their rational choice is not to, if there is no sharing of the risks and rewards in the group, whereas the wealth on the group level – and therefore the average wealth of the individuals in the group – would likely increase more if its members were to choose to play the game (in case of large enough groups).

[2] This seems to be a paradox: it seems to imply that the sum wealth of the group does not equal the sum of the wealth of each individual. Maybe this apparent inconsistency also contributed to the received strong criticisms [13]. However, there is no contradiction, the difference between the time and ensemble average is due to that the wealth of an individual in time does not visit the entire space of all possible states (Birkhoff's equation does not hold).

Opportunely, there is a way to bring the optimal choice of the group and of its members into alignment: pooling and sharing between all members [17]. For an individual, the average growth rate is highly reduced compared to the expected value by the large fluctuation in the game. However, for many individuals independently playing the game and sharing the outcome, the fluctuation is minimized, thus the outcome is close to the expected value of the game. Hence, for an individual it is suboptimal to accept this non-ergodic coin tossing game, but for many individuals, who would then share their gains and losses, accepting playing the game would be the optimal strategy.
Some consequences of non-ergodicity are already validated experimentally [14, 15] and recommendations for advisory best practices are formulated based on them [16]. In addition, the latter article provides a great introductory overview of the field of ergodicity economics.

## 3. Innovation and innovation process

Innovation facilitates the creation of higher quality products at a lower unit price, while the price determinants (such as wages, material costs, etc.) remain unchanged [8]. In other words, the per capita income is constantly increasing, which creates opportunities to improve the living standards of the entire population [8]. Innovation can be product, process, service, managerial and technological innovation [18]. Some examples for technological innovation are the invention of the electric refrigerator, ball point pen, transistor hearing aid or word processing, to name a few innovations of the last century [9].
Process of innovation comprises of generation, diffusion, adoption, and implementation [18]. For example, in the case of iPad, basic and applied research paved the way to the generation of the idea by creating the CPU, DRAM, HDD, LCD, Li-ion battery, digital signal processing (DSP), Internet, html, cellular networks, GPS, multi-touch screen, voice-user interface program (SIRI). To satisfy customer needs, all these features were combined and turned into a user-friendly device [2]. Then development was followed by commercialization (for example its announcement on 27$^{th}$ of January 2010, by Steve Jobs at an Apple press conference at the Yerba Buena Center for the Arts in San Francisco) and diffusion. This example is far from being complete: as participants in any innovation process are “standing on the shoulder of giants” [19], it is practically impossible to name and detail all parts that contributed to a successful innovation.
However, this lack of precision does not affect the idea presented in the paper: for linking the mathematical description with innovation processes, we rely solely on the properties of innovation processes that they are extremely uncertain, with a long lead time, collective and cumulative [8].

## 4. Implications of non-ergodicity for innovation policy

A consequence of the non-ergodic property of innovation processes for innovation policy is, that the cause of suboptimal risk-taking levels of individuals from the societal point of view might receive a different explanation. It might not stem from irrational risk-aversion of individuals, but the opposite: from their rational approach to risk-taking from their own point of view. Thus, as we have seen in chapter 2, the optimal risk-taking levels of individuals might be enhanced by the possibility of sharing the risks and rewards in a larger community. If there are relatively many individuals sharing risks and rewards, then the optimal risk-taking behaviour of individuals is close to the optimal risk-taking behaviour from the societal point of view. When this is not the case, then the rational risk-taking behaviour of the individual is more risk-averse than it would be optimal for the society.

Therefore, to encourage innovation, innovation policy might aim for increasing the pool of risk and reward sharers, and for lowering the risks taken on the individual level and for spreading risks on the societal level. This provides a tentative and general answer to three questions, namely, whether the state can be entrepreneurial, how to distribute gains from innovation and how to encourage (risk taking and thus) innovation, to which Mazzucato, in her book The Entrepreneurial State, gave opposite answers to the prevailing consensus [2]. Table 1. summarises the answers given by the consensus before The Entrepreneurial State, by Mazzucato and by the mathematical approach introduced in this paper to the questions.

**Table 1: Answers to the same key questions of innovation policy by the Consensus before the publication of The Entrepreneurial State, by Mazzucato and by the Non-ergodic approach**

| | **Consensus** | **Mazzucato** | **Non-ergodicity** |
|---|---|---|---|
| **Can the state be entrepreneurial?** | No, the state is not efficient [9] | Yes [2] | Yes, the larger the community, the better |
| **How to distribute the gains from innovation?** | To the successful innovators, to encourage innovation [9] | To the society: it can then finance future innovations [2] | To the society: the larger the community, the better |
| **How to encourage (risk taking and thus) innovation?** | Fixing individuals: individuals are too risk-averse [20] | Providing long-term, directed funding by the society [2] | By derisking individuals and sharing risk in society |

Although this is in accordance with the claims of Arrow, that it is expected that a free enterprise economy would underinvest in invention and research (as compared with an ideal) because it is risky and that the underinvestment will be greater for more basic research; the results come from a different, more fundamental source, without including the effects of product appropriation, returns in use, information management [21].

## 5. Conclusions

Non-ergodicity may provide theoretical foundations to support innovation policy decisions. To support this, first we presented the difference between ergodic and non-ergodic systems, then we noted that innovation processes are non-ergodic. By linking the two fields, we identified three key questions where discussions about innovation policy might directly benefit from non-ergodic mathematics and established that the non-ergodic approach endorses the answers given by Mazzucato in her book, The Entrepreneurial State.
Further research in this direction, that includes complexity, network science and considerations from behavioural sciences, might be beneficial to provide practical recommendations for innovation policy decision makers.

## Bibliography


[1.] McCormack, J. D.: The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths. Defense AR Journal, 28(4), 2021. pp. 480-482.
[2.] Mazzucato, M.: The entrepreneurial state. Soundings, 49(49), 2011.
[3.] McCloskey, D. N., Mingardi, A.: The myth of the entrepreneurial state. American Institute for Economic Research. 2020.

[4.] Pradella, L.: The entrepreneurial state by Mariana Mazzucato: A critical engagement. Competition & Change, 21(1), 2017. pp. 61-69.
[5.] Sharpe, M.: Our Hidden Industrial Policy: A review of The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths, by Mariana Mazzucato. Challenge, 57(3), 2014. pp. 120-123.
[6.] Potts, J.: Financing risky science does not make the State an entrepreneur. Australian Journal of Telecommunications and the Digital Economy, 3(2). 2015.
[7.] Karlson, N., Sandström, C., Wennberg, K.: Bureaucrats or Markets in Innovation Policy? – a critique of the entrepreneurial state. The Review of Austrian Economics, 34(1), 2021. pp. 81-95.
[8.] Lazonick, W., Mazzucato, M.: The risk-reward nexus in the innovation-inequality relationship: who takes the risks? Who gets the rewards?. Industrial and Corporate Change, 22(4), 2013. pp. 1093-1128.
[9.] Kornai, J.: Innovation and dynamism: Interaction between systems and technical progress 1. Economics of transition, 18(4), 2010. pp. 629-670.
[10.] De Groot, K., Thurik, R.: Disentangling risk and uncertainty: When risk-taking measures are not about risk. Frontiers in psychology, 9, 2018. p. 2194.
[11.] Peters, O.: The ergodicity problem in economics. Nature Physics, 15(12), 2019. pp. 1216 -1221.
[12.] Birkhoff, G.D.: Proof of the ergodic theorem. Proceedings of the National Academy of Sciences, 17(12), 1931. pp. 656-660.
[13.] Doctor, J. N., Wakker, P. P., Wang, T. V.: Economists' views on the ergodicity problem. Nature Physics, 16(12), 2020. p. 1168.
[14.] Meder, D., Rabe, F., Morville, T., Madsen, K.H., Koudahl, M.T., Dolan, R.J., Siebner, H.R. and Hulme, O.J.: Ergodicity-breaking reveals time optimal decision making in humans. PLoS computational biology, 17(9), 2021. e1009217.
[15.] Vanhoyweghen, A., Verbeken, B., Macharis, C., Ginis, V.: The influence of ergodicity on risk affinity of timed and non-timed respondents. Scientific reports, 12(1), 2022. pp. 1-9.
[16.] Gadenne, F.: Ergodicity economics in plain english. Retirement Management Journal, 9(1), 2020. pp. 61-65.
[17.] Peters, O., Adamou, A.: The ergodicity solution of the cooperation puzzle. Philosophical Transactions of the Royal Society A, 380(2227) 2022. 20200425.
[18.] Gupta, M.: The innovation process from an idea to a final product: a review of the literature. International Journal of Comparative Management, 1(4), 2018. pp. 400-421.
[19.] Scotchmer, S.: Standing on the shoulders of giants: cumulative research and the patent law. Journal of economic perspectives, 5(1), 1991. pp. 29-41.
[20.] Kahneman, D.: Thinking, fast and slow. Macmillan. 2011
[21.] Arrow, K.: Economic welfare and the allocation of resources for invention. In The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors. Princeton University Press, 1962. pp. 609-626.

**Reviewer:** Éva Berde, PhD, Professor Emerita, Corvinus University of Budapest

# SZELLEMI TŐKEBEVONÁS
# A SMART MONEY KONCEPCIÓ JELENTŐSÉGE A MAGYARORSZÁGI STARTUP ÖKOSZISZTÉMÁBAN
# -
# KÜLÖNÖS TEKINTETTEL AZ ÁLLAMI ÖSZTÖNZŐKRE

**Horváth András**
*Soproni Egyetem Széchenyi István Doktori iskola, doktorandusz*

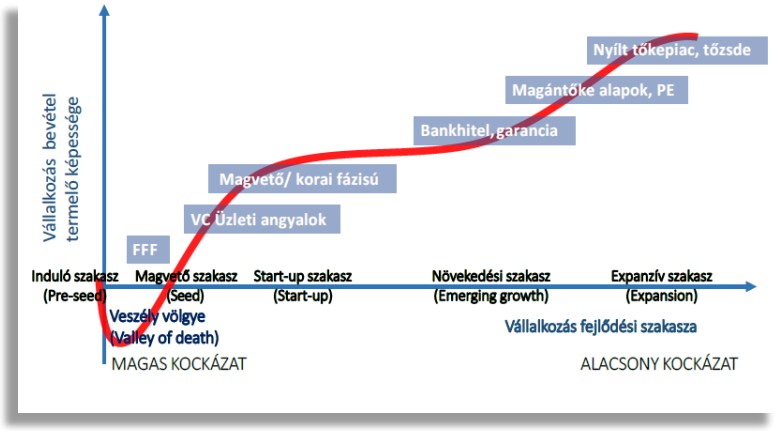
**Absztrakt**
Egy startupot az innováció és a kiugró növekedés jellemez, gyakran újraértelmezett üzleti modellt, üzletmenetet használ, építve a technológia újdonságaira. Az induláshoz szükséges forrást jellemzően nem saját forrásból finanszírozza, hanem befektetők bevonásával szerzi. A startupok másik nagy kihívása, hogy alapítóik jellemzően nem rendelkeznek azzal a vállalkozói tudással, tapasztalattal, ami segíti a döntéseiket, és utat mutatnak a siker felé. Azt a befektetők is korán felismerték, hogy annak érdekében, hogy a befektetésük nagyobb biztonságban legyen, érdemes szakmailag, üzletileg is támogatni a befektetésben részesített startupot. A startupok bevont forrásait szokás nevezni okos pénznek. A „Smart money" koncepció lényege az, hogy a tőke aktívan bekapcsolódik a vállalkozás üzleti munkájába, segítve azt a tapasztalatával, kapcsolatrendszerével. Az állami kockázatitőke konstrukciók 2013-2017 időszakban a piac háromnegyedét tették ki, ezáltal az adott időszakban az állami konstrukciók meghatározók voltak a magyarországi kockázatitőke-piacon. Az azóta eltelt időszakban az állami jelenlét még inkább meghatározó lett. Egyes vélekedések szerint közelíti a 90%-ot. Ezen nagyfokú állami szerepvállalás révén nem elegendő a forrás biztosítása, olyan központilag indított programok szükségesek melyek illeszkednek a „smart money" koncepciójába. Az előadásomban kifejtve előnyeit, esetleges fenntartásaimat, átfogó képet alkotva mutatom be a rendszer elemeit, a fiskális ösztönzőket, az országos mentorhálózatot, az inkubációs tevékenységet támogató pályázatot, és a Hungarian Startup University Programot. A HSUP egy online egyetemi kurzus, melynek célja a hazai egyetemisták megismertetése az innováció és a startupok világával, a modern vállalkozói ismeretekkel. A két féléves képzés során az elméleti ismeretek megszerzését követően, mentorok segítségével valós üzleti ötletek kerülnek kidolgozásra. A kutatásban számszerűsítem a programok volumenét és vizsgálom az összefüggéseket.
Az inkubációs lehetőségek ma már Magyarországon is széles körben ismert kis- és középvállalkozás, valamint startup támogatási forma, és már szakosodott inkubátorok is rendelkezésre állnak. Az inkubációs tevékenység támogatására 2,3 Mrd Forint pályázati támogatás állt a startupok rendelkezésére. A HSUP programban a 2020/21 tanévben 78 mentor ajánlotta fel segítségét a programban és 28 mentor vett részt tevékenyen a csapatok munkájában. A 2020/2021-es tanév első félévében több mint 1700 hallgató végezte el a tárgyat, melyből a következő, második félévben 614-nek volt lehetősége tovább menni, a 2021/22 tanév első félévét több mint 3300 hallgató végezte el. Mindezek alapján a programot a jelenlegi legnagyobb szabású startup ökoszisztéma fejlesztésként értékelem, ha nem is rövid távon, de 5-10 éves távlatban mindenképpen.

***Kulcsszavak:*** *startup, innováció, inkubáció, mentorprogram, okospénz*

## 1. Bevezetés

Sokat hallottunk róla, de mit is jelent pontosan a startup? Minden induló vállalkozás startup lenne? A startupok közös jellemzője, hogy olyan friss vállalkozások, melyek hatalmas

növekedési potenciállal rendelkeznek és egy innovatív termék vagy szolgáltatás birtokában vannak. Tehát egy startupot az innováció és a kiugró növekedés jellemez, gyakran újraértelmezett üzleti modellt, üzletmenetet használ, építve a technológia újdonságaira, automatizációra. Az induláshoz szükséges forrást jellemzően nem saját forrásból finanszírozza, hanem befektetők bevonásával szerzi. A startupok az indulásukat követő korai szakaszban korlátozott finanszírozási lehetőségekkel tudnak pénzhez jutni.




**9. ábra: A külső finanszírozási módok a tőkét kereső vállalkozások életciklusa szerint**
Forrás: HVCA: [1]

A startupok másik nagy kihívása, hogy alapítóik jellemzően nem rendelkeznek azzal a vállalkozói tudással, tapasztalattal - vagy ha igen, akkor sem a startupokra jellemző kihívásokra vonatkozóan - ami segíti a döntéseiket, és utat mutatnak a siker felé. Azt a befektetők is korán felismerték, hogy annak érdekében, hogy a befektetésük nagyobb biztonságban legyen - vagy legalábbis csökkentsék a kockázatot - érdemes szakmailag, üzletileg is támogatni a befektetésben részesített startupot.

A startupok bevont forrásait szokás nevezni okos pénznek. A „Smart money" koncepció lényege az, hogy a tőke aktívan bekapcsolódik a vállalkozás üzleti munkájába, segítve azt a tapasztalatával, kapcsolatrendszerével. Számos empirikus kutatás támasztja alá ennek a hatásnak a létezését. Azok a cégek amelyek kockázatitőkét vontak be (az endogenitás ellenőrzése után) 170%-kal magasabb növekedési rátával rendelkeznek mint a nem kockázatitőkét bevonó vállalkozások [2].

Egy VC (Venture Capital, Kockázatitőke társaság) , vagy egy üzleti angyal belépését követően a hatékonyság növekedése figyelhető meg, növekszik az értékesítés volumene, csökkennek a termelési költségek, a kontrollcsoportokban megfigyeltekkel szemben [3]. A startupok kihasználhatják a szociális hálózat előnyeit a kockázatitőke-befektetők kapcsolatait a potenciális ügyfelekkel, beszállítókkal és partnerekkel. Ebből kifolyólag, a cégek könnyebben hozzáférhetnek külső erőforrásokhoz és kompetenciákhoz. Az üzleti folyamatok monitorozása, valamint a coaching révén tudásmegosztás jön létre. Az általános vélekedés azt sugallja, hogy a tudásmegosztás fontos tényező a startupok sikerében, de még sincs sok tanulmány ezen mechanizmusok működéséről.

A startupokra az állam is felfigyelt mint a gazdaság innovációs képességének forrására. Az állami kockázatitőke konstrukciók 2013-2017 időszakban a piac háromnegyedét tették ki [4], ezáltal az adott időszakban az állami konstrukciók meghatározók voltak a magyarországi kockázatitőke-piacon. Az azóta eltelt időszakban az állami jelenlét még inkább meghatározó lett. Egyes vélekedések szerint közelíti a 90%-ot. Ezen nagyfokú állami szerepvállalás révén nem elegendő a forrás biztosítása, olyan központilag indított programok szükségesek melyek

illeszkednek a „smart money” koncepciójába. Mindezért a gazdasági kormányzat két fő fejlesztési irányt fogalmazott meg:

Egyrészt a startup kompetenciafejlesztés érdekében országos mentorhálózatot hoz létre, valamint speciális tanácsadások és képzések keretében támogatja a startupok nemzetközi tapasztalatszerzését, majd külpiacra lépését. A startupok számára kidolgozásra kerül a vállalkozók képzésére alkalmas kompetencia-fejlesztési tananyag, módszertan, valamint elindít egy vállalkozói kompetencia-fejlesztést támogató honlapot. A vállalkozók különböző konferenciákon, workshopokon, képzéseken vehetnek részt. Az intézkedések célja a digitális technológiák innovációjához köthető, a tudás és technológia intenzív nagyvállalatok és a közszféra innovációs keresletére épülő startup ökoszisztéma építés támogatása adó oldali eszközök bevezetésével, akkreditált technológiai inkubátorok létrehozásával. [5]

Másrészt Startup ökoszisztéma fejlesztésére kialakítja hatékonyságra épülő 2013-ban és 2016-ban felállított technológiai inkubátorok támogatásának eszközrendszerét. Edukáció révén fejleszti startup alapítók vállalkozási, nemzetközi piacra viteli ismereteit, valamint a startup-ok és kockázati tőkebefektetők működését segítő szabályozási és adózási környezet alakít ki [5].

## 2. Kutatás célja, módszertana

### *2.1 Kutatás célja*

Az elméleti, szekunder kutatás keretében a nemzetközi és hazai szakirodalmak, szakfolyóiratok, tanulmányok eredményeinek összegyűjtését, rendszerezését és feldolgozását tűztem ki célul. Kutatásom célja továbbá bemutatni, hogy a pénzügyi oldal mellett, milyen információs, szakmai, fiskális és edukációs lehetőségek állnak a startupok, vagy a startup alapítók rendelkezésére. Ezek az eszközök állami szerepvállalás mellett mára már egy rendszert képeznek. A kutatásomban egy átfogó képet alkotva mutatom be a rendszer elemeit, kifejtve előnyeit, esetleges fenntartásaimat, valamint kiválasztva két elemet (az inkubációs tevékenységet támogató pályázatot, és a Startup University Programot, melynek munkájában mentorként személyesen is részt vettem) számszerűsítem azok volumenét és vizsgálom az összefüggéseket.

### *2.2 A kutatás módszertana*

A módszerek kiválasztásánál elsődleges szempont, hogy segítségükkel feltárjam a kutatás szempontjából lényeges összefüggéseket, sajátosságokat. Mivel a szekunder kutatási módszerekkel gyűjthető információk valószínűleg nem bizonyulnak elégségesnek, ezért primer kutatással végzett, első kézből kapott empirikus adatokat keresek. A primer információk előnyei számomra, hogy:

- az adatgyűjtést a saját célomnak megfelelően tudom végezni
- az információk naprakészek
- olyan információkhoz is hozzáférek melyek máshonnan nem szerezhetők be

A feltárt adatok birtokában a kutatás ezen fázisában matematikai- statisztikai módszereket (statisztikai sorok, viszonyszámok, átlagok, idősor elemzés)

- összefüggés-vizsgálatokat,
- kereszttábla elemzéseket,

A kutatásom során kvalitatív módszereket alkalmaztam. Elsősorban a kiválasztott programokra fókuszáltam. Ezzel a módszerrel általában mélyebb, árnyaltabb ismeretek megszerzése lehetséges viszonylag kis elemszámú mintán történő megfigyelés esetén is. Ahol a kapott eredmények nem számszerűsíthetők, nem mérhetők, ott a kvalitatív vizsgálatokkal az egyedi sajátosságok mozgatórugóit tártam fel.

## 3. Fiskális ösztönzők

Az adóoldali ösztönzők nem tartoznak szorosan a smart money koncepcióhoz. Céljukat tekintve viszont elmondható, hogy hatásosak lehetnek a komplex eszközrendszer részeként, felerősítve az okos pénz stratégia hatását, ezért érdemesnek tartom bemutatni.
A magyarországi adózási szabályokat áttekintve kifejezetten a startupokra vonatkozóan egy adókedvezményt tudnak az ökoszisztéma szereplői igénybe venni. A Magyarország Digitális Startup Stratégiájához kapcsolódva, 2017-től a korai fázisú vállalkozásokkal kapcsolatosan egy új, ún. angyalbefektetői adókedvezmény került bevezetésre. A kedvezmény lehetővé teszi, hogy az ilyen vállalkozásokban szerzett részesedések bekerülési értékével a befektetők csökkenthessék a társasági adó alapjukat. A kedvezmény igénybevételének feltétele, hogy mind a startup, mind pedig az ilyen vállalkozásokba befektető kockázatitőke társaság, vagy angyalbefektető, kérje a nyilvántartásba vételét a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalánál. A hivatal előtti eljárás díjmentes és teljes körűen elektronikusan intézhető. A törvény a korai fázisú vállalkozásokat az alábbi feltételekkel definiálja:

- három naptári éven belül alapítottak,
- amelynek előző üzleti év éves beszámolója szerinti éves nettó árbevétele nem haladja meg a 100 millió forintot,
- amely vállalkozásnál foglalkoztatottak átlagos állományi létszáma legalább két, legfeljebb húsz fő,
- amely vállalkozás korábban kockázati tőkealap-kezelő befektetést nem kapott,
- amely nem rendelkezik részesedéssel (üzletrésszel) más gazdasági társaságban,
- amelynek a tevékenysége a tudományos kutatásról, fejlesztésről és innovációról szóló törvény szerinti innováció feltételeinek megfelel,
- amelynek nincs állami vagy önkormányzati adóhatóságnál nyilvántartott, végrehajtható adótartozása [6]

Továbbá a törvényi megfogalmazás szerint a korai fázisú vállalkozásokat támogató vállalkozásként az alábbi feltételeknek megfelelő jogi személy kérheti a nyilvántartásba vételét:

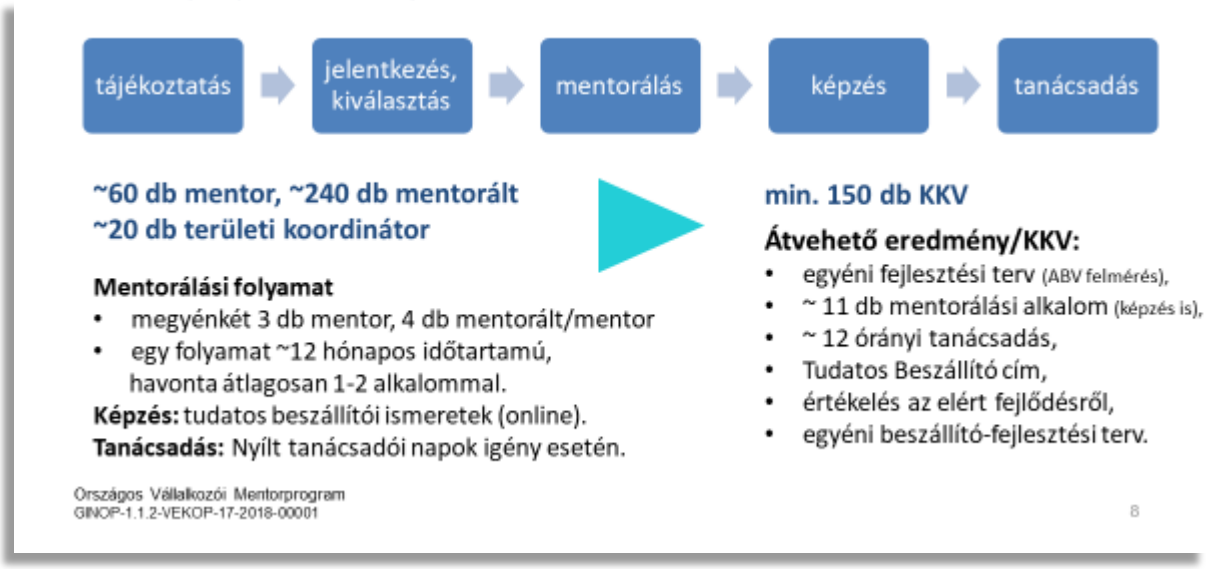
- nincs állami vagy önkormányzati adóhatóságnál nyilvántartott, végrehajtható adótartozása,
- amely a megjelöli, hogy milyen gazdasági ágazatba szándékozik befektetni, továbbá nem szándékozik befektetni olyan korai fázisú vállalkozásba, amely bizonyos ágazatokban végez tevékenységet
- amely olyan korai fázisú vállalkozásban szerzett részesedést, amelynek a szerzést megelőző három adóéven belül sem a korai fázisú vállalkozásokat támogató vállalkozás, sem a jogelődje vagy a vállalkozó (jogelődje) kapcsolt vállalkozása nem volt tagja (részvényese, üzletrész-tulajdonosa) [6].

A társasági adóról és osztalékadóról szóló törvény alapján az adózás előtti eredményt csökkenti a korai fázisú vállalkozásban szerzett részesedés bekerülési értékének (ideértve a szerzést követő tőkeemelésre tekintettel a bekerülési érték növekményét is) háromszorosa a részesedés szerzésének adóévében és az azt követő három adóévben, egyenlő részletekben, de adóévenként és korai fázisú vállalkozásonként - az emelést követően jelenleg - legfeljebb 20 millió forintig vehető igénybe [7].
Az intézkedés első hallásra vonzónak tűnhet a kockázatitőke befektetés szereplői számára, viszont a programmal megbízott Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala tájékoztatása szerint az elmúlt két évben még nem történt regisztráció, tehát nem örvend nagy érdeklődésnek a nyilvántartásba vétel.

## 4. Országos mentorhálózat

Az Országos Vállalkozói Mentorprogram célja a kis- és közepes vállalkozások versenyképességének, hatékonyságának növelését szolgáló közvetett támogató eszközök, mint például személyes mentorálás, szakmai mentorálás, pénzügyi és vállalkozói szemléletformálás országos bevezetése [8]
A Széchenyi 2020 program keretében 3,3 Mrd Ft európai uniós támogatás segítségével 2020 végéig megvalósult projektet a Magyar Kereskedelmi és Iparkamara, az Innovációs és Technológiai Minisztériummal, illetve a SEED Kisvállalkozás-fejlesztési Alapítvánnyal konzorciumi együttműködésben valósította meg.
A program legfontosabb célja volt, hogy a mentorálás hazánkban is országosan elterjedjen, erősödjön a vállalkozói tudatosság és együttműködés, ezáltal csökkentve a vállalkozók tudásában, tapasztalataiban és kompetenciáiban meglévő hiányosságokból fakadó versenyhátrányokat. Az Országos Vállalkozói Mentorprogram elkötelezett abban, hogy növelje a vállalkozói aktivitást, a túlélési esélyeket, valamint hozzájáruljon a vállalkozói kultúra és imázs javításához.

A projekt során országosan mintegy 500 db mikro-, kis- és középvállalkozás számára nyílt lehetőség tapasztalt vállalkozókból, szakemberekből álló mentorálást igénybe venni. Körülbelül 1.500 vállalkozás személyes pénzügyi tanácsadásban részesült.




**10. ábra: Országos Mentorhálózat jellemzői a számok tükrében**
Forrás: Országos Vállalkozói Mentorprogram

## 5. Hungarian Startup University Program

Kutatásomban erre a programra fókuszáltam leginkább, tekintve, hogy annyira kuliináris, önmagában is innovatív,nem találkoztam hasonló megoldással. A smart money koncepciójába úgy illeszthető be, hogy az egyetemistákra mint leendő ötletgazdákra, csapattagokra, mint lehetséges később céltársaságok vállalkozóira tekint és a program által felkészültebbekké válhatnak, releváns piaci információkat, kapcsolatokat szerezhetnek.
HSUP kurzus egy online, legtöbb magyarországi egyetemen elérhető startup képzés, melynek célja a hazai egyetemisták megismertetése az innováció és a startupok világával, a modern vállalkozói ismeretekkel mindezt egy új, közös oktatási platformon keresztül. A program két, egymást követő félévben meghirdetett, innovációs/startup témájú kurzusból áll. A képzést e-

learning formában végezhetik el a hallgatok, az idei évtől a webes felületen túl már mobilapplikáción keresztül is.
A tantárgyak moduláris felépítésűek, melyek első hét részből álló elméleti felét az első félévben kell a hallgatóknak elvégezniük. A modulok olyan témákat ölelnek fel mint ötlet validáció, üzleti és pénzügyi tervezés, piacralépés, szellemi tulajdon, befektetések, illetve a pitch. A modulok végén záróvizsgát kell tenniük. Szintén az első félév követelménye, hogy a hallgatóknak készíteniük kell egy startup bemutatkozási formát tipizáló one-pager-t.
Amennyiben a one-pager elnyeri az egyetemi értékelő bizottság tetszését, a második félévben további elméleti felkészítés mellett elkezdődik a gyakorlati munka. A továbbjutott ötletgazdáknak 4-5 fős hallgatói csapatot kell verbuválnia az erre kialakított HSUP matchmaking platformon. Ebben a félévben már - jelenleg 150 000,- Ft - ösztöndíjban is részesülnek a csapattagok. A második félév során egy progress reportot kell készíteni, tovább kell fejleszteni az ötletüket melynek első működőképes verzióját zárásként be kell mutatni. A legjobb ötletek lehetőséget kapnak egy nyilvános bemutatkozásra, ahol hazai ökoszisztéma jeles szereplői előtt mutathatják be innovációjukat.
A második félév során egy üzleti vagy szakmai mentort is választhatnak a hallgatók akik gyakorlati tudásukkal segítik a csapatokat. A tavalyi évben 78 mentor jelentkezett, hogy tevékenyen segítse a programot, az idei évben száz fő felett várják a mentorokat. A mentoroknak maximum öt csapat mentorálására van lehetőségük. A mentort a csapatok választják, a mentornak csak arra van lehetősége, hogy elfogadja, vagy visszautasítsa a megkeresést. Az ismereteim elmélyítésére, lehetőségem volt mentorként részt venni a programban, két csapatot is mentorálva.

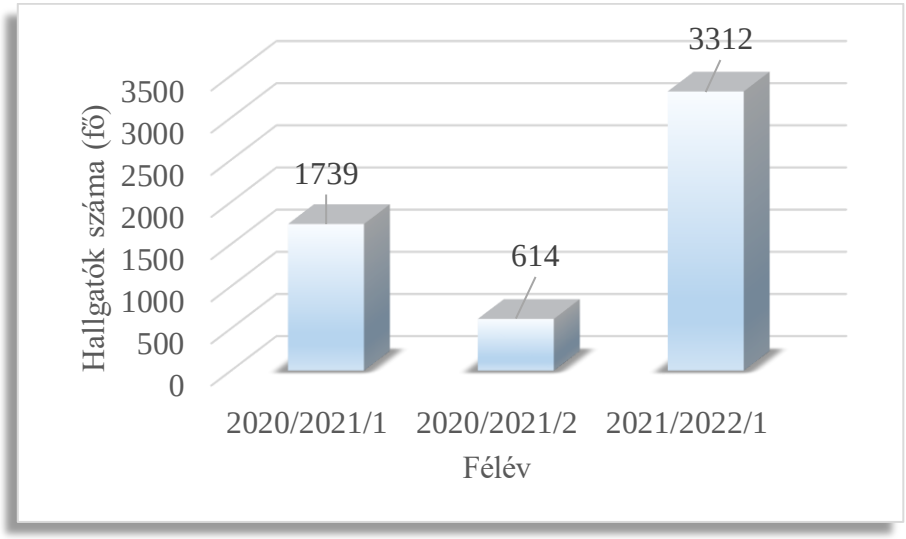
**5. diagram: Mentorok száma a mentorált csapatok száma alapján**




Forrás: Express Innovation Agency, saját szerkesztés

Az 1. diagram alapján megfigyelhető, hogy 28 mentornak szavaztak bizalmat a hallgatók. Voltak igen aktív mentorok is, szám szerint öten, akik fejenként öt csapatot mentoráltak, de négy, vagy akár három csapat folyamatos mentorálása is meglehetősen időigényes.

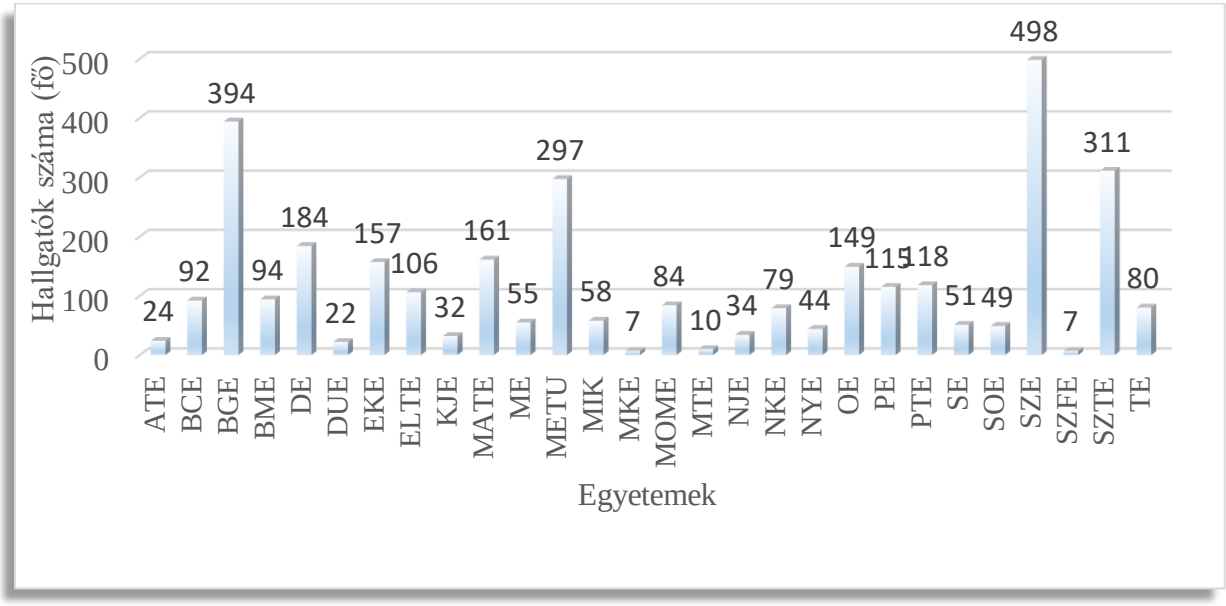
**6. diagram: A tárgyat elvégzett hallgatók száma**




Forrás: Express Innovation Agency, saját szerkesztés

A 2. diagram azt mutatja, hogy a 2020/2021-es tanév első félévében több mint 1700 hallgató végezte el a tárgyat, melyből a következő, második félévben 614-nek volt lehetősége tovább menni. Ők azok, akik projektgazdaként sikeres one-pagert prezentáltak, illetve azok, akik csapathoz verbuválódtak és így folytatták tovább a közös munkát.

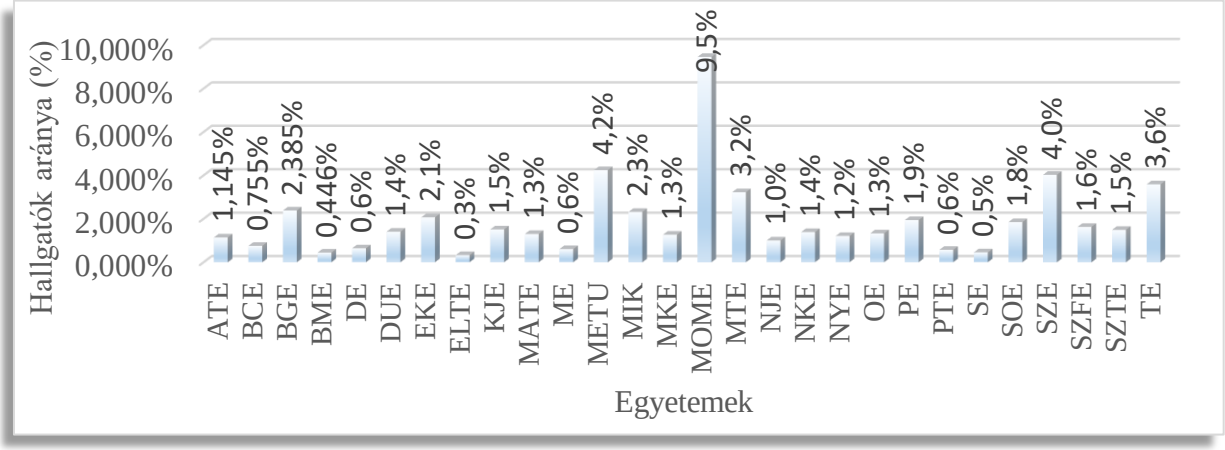
**7. diagram: Részt vevő hallgatók száma iskolák szerint 2021/2022 első félév**




Forrás: Express Innovation Agency, saját szerkesztés

A programban részt vevő hallgatók számát illetően a Széchenyi István Egyetem 498 fővel kimagaslóan képviselteti magát, őt követi egy nem tech jellegű egyetem a Budapesti Gazdasági Egyetem 394 fővel, a Szegedi Tudományegyetem 311 fővel. Intézményünk, a Soproni Egyetem a félév során 49 fővel vesz részt a programban. 2020-ban a program indulásakor 21 egyetem csatlakozott a kezdeményezéshez, 2021-ben már 28 egyetemen volt elérhető a program a hallgatók számára.

**8. diagram: Részt vevő hallgatók aránya a hallgatói létszámhoz viszonyítva, iskolák szerint 2021/2022 első félév**




Forrás: Express Innovation Agency, saját szerkesztés

A 4. diagram rámutat egy érdekes összefüggésre: A Moholy-Nagy Művészeti Egyetem hallgatói kiugró érdeklődést mutattak a HSUP program iránt, a hallgatók 9,5%-a felvette a tárgyat, tehát érdeklődik a startupok, az innovációk világa felé. Elmondható továbbá, hogy a Szegedi Tudományegyetem 4,0%-kal, valamint a Budapesti Metropolitán Egyetem tűnik ki még a sorból 4,2%-kal.

A HSUP-ról elmondható, hogy a diákok körében nagy érdeklődést váltott ki. A programban résztvevő egyetemek hallgatóinak mintegy 1,3%-a felvette 2021/2022 első félévében a tárgyat. Ebben azért még van fejlődési lehetőség, de természetesen a programnak vannak anyagi korlátai is.

## 6. Inkubátorok és akcelerátorok

Az inkubátorok olyan speciális környezetet biztosítanak a kisvállalkozások számára, amely elősegíti a gyorsabb fejlődésüket. Ennek alapján az inkubátornak tekinthető létesítmények köre széles: ide tartoznak az ipari parkok, technológiai központok, sőt minden olyan speciális szerveződés is, amely a kisvállalkozásokat támogatja [9] Magyarországon jellemzően állami vagy önkormányzati tulajdonú inkubációs központok létesültek, míg külföldön piaci alapon, a bérleti díj ellenében is működnek inkubátorok. Az inkubátorházak az alábbi szolgáltatást nyújtják a vállalkozásoknak:

- Inkubációs tér, infrastruktúra: iroda, bútorok, számítógépes hálózat
- Pénzügyi szolgáltatások: tőkebefektetés
- Ügyviteli szolgáltatások: titkárság, számítógépes hálózat, postai, könyvelés
- „Hálózatosodás” lehetősége
- Kezdő vállalkozás támogatás: szervezeti, menedzsment, jogi tanácsadás

Az induló vállalkozásokat segítő szervezetek másik típusa, amely széles körben csak az utóbbi évtizedben terjedt el. Az akcelerátorok olyan határozott idejű, csoportalapú programok startupok számára, amelyek oktatást és mentori támogatást nyújtanak az alapítóknak; ennek során volt vállalkozóktól, kockázati tőkebefektetőktől, üzleti angyaloktól és vállalatvezetőktől kaphatnak tanácsokat. A legtöbb akcelerátor nemcsak a mentori támogatást és a hálózatosodás lehetőségét nyújtja, hanem közös irodát és egyéb szolgáltatásokat is biztosít a vállalkozásaik számára. Néhány akcelerátor ezen felül nagyobb garantált tőkebefektetést is ad a programba bekerülő cégek. [9]. A legtöbb akcelerátor általános, mégis van néhány, amely bizonyos iparágakra specializálódott, például a szegedi, amely kifejezetten medtech cégeket vár.

Az inkubációs tevékenység támogatására a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) „Startup factory" elnevezésű pályázati konstrukció keretében támogatja az inkubációs tevékenységet. A pályázat célja, hogy a technológiai inkubátoroknak lehetőséget biztosítson tevékenységük folytatására, a megfogalmazott elvek alapján a program eddigi tapasztalatainak figyelembevételével. A pályázati felhívás célja magyarországi startup ökoszisztéma dinamizálása, a gyors piaci növekedésre képes innovatív vállalkozások elindítása. A pénzügyi támogatási rendszer kiépítésén túl szükség van ezen vállalkozások inkubációs segítségére is, melyet nem lehet tisztán üzleti alapon működtetni és szükségessé teszi az állami beavatkozást [10].

**1. táblázat: Startup factory, 2020-1.1.4-STARTUP nyertesei**

| A pályázó neve | Projekt címe | Odaítélt támogatás (Ft) | Projekt elszámolható összköltsége (Ft) |
|---|---|---|---|
| Virgo Ventures Technológiai Inkubátor Kft. | Virgo Ventures Startup Factory Program 2021 - 2023 | 300 000 000 | 371 428 572 |
| BNL Start Partners Kft. | Build 'n Large – BnL start-up inkubációs program | 300 000 000 | 371 428 750 |
| OXO Labs Üzletviteli és Tanácsadó Kft. | OXO Labs inkubációs tevékenység | 300 000 000 | 371 428 572 |
| Creative Accelerator Kft. | Élettudományi fókuszú akcelerátor program megvalósítása Dél-Alföldi központtal | 299 810 880 | 371 213 400 |
| Startup Campus Inkubator Zrt. | Startup Campus korai fázisú inkubációs és befektetői program - Ötlettől a nemzetközi piacig! | 294 000 000 | 366 000 000 |
| MKB Inkubátor Kft. | Fintech Factory | 299 999 999 | 371 499 998 |
| Digital Factory Zrt. | Digital Factory Technológiai Inkubátor | 299 974 046 | 371 559 118 |
| **Összesen:** | | **2 093 784 925** | **2 594 558 410** |

Forrás: NKFIH, saját szerkesztés

A pályázat keretében majd 2,1 Mrd Forint támogatásítéltek oda hét nyertes pályázónak, közel 2,6 Mrd Forint értékű inkubációs tevékenységet generálva. A nyertesek listáján végig nézve aktív inkubációs tevékenységet folytató, az ökoszisztéma számára ismerős neveket találunk. A támogatás hasznosulásáról még nincs információnk mivel a pályázat határideje 12-24 hónap, így a megvalósítási időszak még tart.

### 7. Területi Innovációs Platform

A Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal az Innovációs és Technológia Minisztérium szakpolitikai támogatásával a Területi Innovációs Platform keretein belül olyan

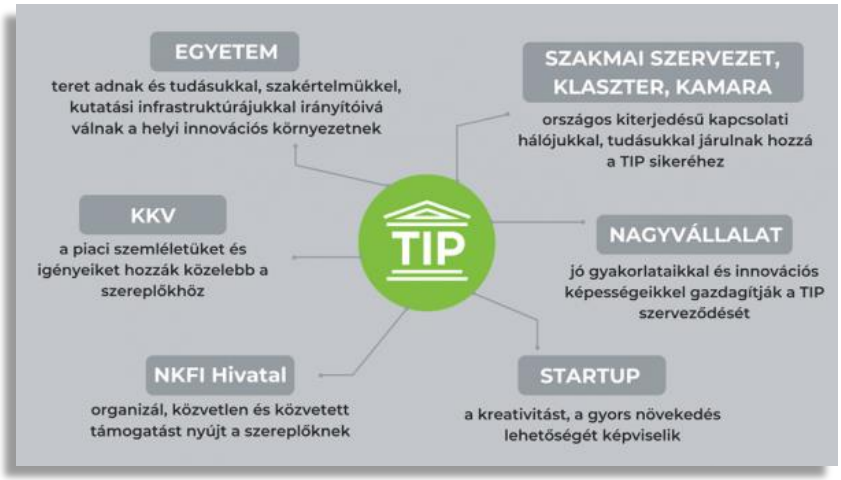
országos csomópontokat hozott létre, amelyek térben és időben egyszerre biztosítanak lehetőséget a közvetlen innovációs szakpolitikai irányok megismerése mellett a helyi ökoszisztéma szereplőivel való együttműködések kialakítására, erősítésére [11].




**11. ábra: Területi Innovációs Platformok**
Forrás: NKFIH

Az egyetemek olyan tudáskapacitással rendelkeznek, amelyet az üzleti élet is hasznosítani tud. A legújabb piaci információk, trendek és igények megismerése további eszközbeszerzéseket és fejlesztéseket generálhat. A platformok olyan nyitott szerveződések, amelyek csatlakozásra ösztönzik a mikro-, kis- és középvállalkozásokat, nagyvállalatokat, kutatóintézeteket, startupokat, klasztereket, inkubátorokat, akcelerátorokat, kamarákat illetve az ökoszisztéma egyéb szereplőit.

A Innovációs Platformok helyi szinten működnek a hivatal koordinálásával elsősorban szakmai rendezvények, workshopok, továbbá az információáramlást elősegítő hálózat keretében, elősegítve ezzel az információátadást, a tudástranszfert, valamint az együttműködést és a szakmai kapcsolatépítést [10]




**12. ábra: A Területi Innovációs Platformok közreműködő szervezetei**

Forrás: NKFIH

## 8. Összegzés

Véleményem szerint adókedvezmény tekintetében elmondható, hogy nem váltotta be a döntéshozók terveit. Az érdeklődés teljesmértékű hiánya elgondolkodtató. Látható az is, hogy cél alapvetően jó, viszont a kedvezmény mértékének növelése sem jelentett megoldást. További kutatás témája kell, hogy legyen, hogy rávilágítson a program gyenge pontjaira. Érdemes lenne elgondolkodni azon, hogy regisztrációval további adminisztratív kedvezményekhez jutnának a startupok. Például könnyeb cég megszüntetési eljárás vonatkozhatna rájuk a különösen nagy kockázatvállalási hajlandóságért cserébe.

Az Országos Mentorprogramot megvizsgálva azt vettem észre, hogy bár a cél jó - az információ és a szakmai kompetencia deficit csökkentése -, de inkább a hagyományos kis és közepes vállalkozások számára tud hasznos lenni. A startupok szélsőséges üzleti környezetben mozognak, gyakran fokozott kockázatot vállalva. Számukra az üzleti mentoráció is speciális tudást igényel, jellemzően olyan üzleti mentorok vállalnak ilyen szerepet, akik már túl vannak egy, vagy több sikeres startup üzletépítésen, értik a saját logikát, otthonosan mozognak az ökoszisztémában, üzleti kapcsolatokkal rendelkeznek és azt akár a mentorált rendelkezésére bocsátják.

A Hungarian Startup University Program egyedülálló, mind a megmozgatott hallgatói kör tekintetében, mind pedig abban, hogy egyetemeken átívelő projekt, valamint, hogy üzleti szimuláció révén nemcsak oktat, hanem tényleges üzleti ötleteket valósítanak meg a hallgatók, elindítva akár egy következő sikertörténetet. Azzal, hogy ösztöndíj került bevezetésre a programba melyet a hallgatók a projektjükre is fordíthatnak - legalábbis az általam mentorált csapatok igy tették - kialakít bennük egyfajta elköteleződést és vállalkozói szemléletet is, ami szinten előnyös. A két félév végére olyan kompetenciákat sajátítanak el, amelyekkel magabiztosan mozognak, kommunikálnak startup környezetben és megtanulják, hogy a másik út, a másképp gondolkodás akár lehet egy sikertörténet első szikrája is. A programot a jelenlegi legnagyobb szabású startup ökoszisztéma fejlesztésként értékelem, ha nem is rövidtávon, de 5-10 éves távlatban mindenképpen. Ami kritikaként megfogalmazható, hogy 3-4 hónap a legtöbb esetben kevés arra, hogy működőképes prototípust, vagy üzleti modellt mutassanak be a hallgatók. Ennyi idő a projektek irányba állítására elegendő. Néhány csapattól eltekintve, akik bemutathatják az innovációjukat tényleges befektetők előtt, a legtöbb projekt a félév végén kifullad. Részemről logikusnak tartanám ezeket a csapatokat valamilyen módon egyben tartani, prospektíven után követni, illetve segíteni őket az előttük álló igencsak hosszú úton. Erre megoldás lehet egy alumni program kidolgozása, vagy esetleg a mentoráció fenntartása.

Az inkubációs lehetőségek ma már Magyarországon is széles körben ismert kis- és középvállalkozás, valamint startup támogatási forma, és már szakosodott inkubátorok is rendelkezésre állnak. Az inkubációs tevékenység támogatására az állam a Nemzeti Kutatási és Technológiai Minisztériumon keresztül 2,3 Mrd Forint pályázati forrással támogatja. Az eredményeket ugyan még nem ismerjük, de a nyertes inkubátorok névsorán végig nézve joggal remélhetjük, hogy ez a hatalmas összeg a startup ökoszisztémában hasznosul. A program lezárása után - 2022 második felében - érdemes lesz egy fókuszált kutatást végezni az eredmények számszerűsítésére.

A Területi Innovációs Platformok is az információs deficitet csökkentik, valamint lehetőséget biztosítanak a szűkebb környezetben vett szinergiák kihasználására. A program hasznos, de még nem látszik, hogy tartalommal lenne megtöltve.

**Irodalomjegyzék**


[1.] Tőkebevonási Kalauz 2020 [Online]. Available: https://www.hvca.hu/documents/TBKalauz_2020_NET_final.pdf [Accessed: 10-Feb-2022].

[2.] Engel, D., 2004, "The Performance of Venture-Backed Firms: The Effect of Venture Capital Company Characteristics," Ind. Innov., **11**(3), pp. 249–263.

[3.] Chemmanur, T., Krishnan, K., and Nandy, D., 2011, "How Does Venture Capital Financing Improve Efficiency in Private Firms? A Look Beneath the Surface," Rev. Financ. Stud., **24**(12), pp. 4037–4090.

[4.] Karsai J., 2017, "Az állam kockázatitőke-piaci részvételének átláthatósága Magyarországon," Közgazdasági Szle., **64**(12), pp. 1316–1342.

[5.] "KKV-Stratagia-2019-2030.Pdf."

[6.] 2014. évi LXXVI. törvény, "2014. Évi LXXVI. Törvény a Tudományos Kutatásról, Fejlesztésről És Innovációról - Hatályos Jogszabályok Gyűjteménye" [Online]. Available: https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1400076.tv. [Accessed: 10-Feb-2022].

[7.] "1996. Évi LXXXI. Törvény - Nemzeti Jogszabálytár" [Online]. Available: https://njt.hu/jogszabaly/1996-81-00-00. [Accessed: 10-Feb-2022].

[8.] "Országos Vállalkozói Mentorprogram," Orsz. Vállalk. Mentorprogram.

[9.] Lovas A., and Riz N., 2016, "Akcelerátor vagy inkubátor? A hazai vállalkozásokat támogató szervezetek a nemzetközi gyakorlat tükrében," Gazd. És Pénzü., **3**(4), pp. 305–322.

[10.] NKFIH, 2020, "Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal | Startup Factory (2020-1.1.4-STARTUP)" [Online]. Available: https://nkfih.gov.hu/palyazoknak/nkfi-alap/startup-factory-2020-114-startup/palyazati-felhivas. [Accessed: 11-Feb-2022].

[11.] NKFIH, 2020, "Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal | Területi Innovációs Platformok" [Online]. Available: https://nkfih.gov.hu/tip. [Accessed: 11-Feb-2022].



**Lektorálta:** dr. Széles Zsuzsanna, dékán, Soproni Egyetem, Lámfalussy Sándor Közgazdaságtudományi Kar

# SZERVEZETI TUDÁSFENNTARTHATÓSÁG A SZERVEZETI BOLDOGSÁG MINT A HOSSZÚ TÁVÚ FENNMARADÁS ESZKÖZE

**Vágner Vivien**
*Pannon Egyetem, PhD hallgató, vagner.vivien@gtk.uni-pannon.hu*

**Absztrakt**
Kutatásom témája a szervezeti tudásfenntarthatóság. Kutatásom célja egy elméleti modell kidolgozása a tudás fenntarthatóságának bemutatására. A téma időszerű és alapvető fontosságú, azonban jelenleg a szakirodalomban kevés kutatás foglalkozik vele.
Dolgozatom megírásának egyik célja, hogy segítse a szervezeteket abban, hogy képesek legyenek azonosítani a számukra kulcsfontosságú tudást (amelyet meg kell őrizni a jövő generációi számára), és meghatározni, hogy ki rendelkezik ezzel a tudással. A releváns tudást meg kell osztani a munkatársakkal és a szervezetekkel. A szervezeti emlékezet helyes meghatározása érdekében érdemes átgondolni, hogy hogyan lehet megosztani a hosszú távon szükséges tudást a különböző generációk között, ami a digitális szakadék miatt különösen nagy kihívást jelent. A szervezetek hosszú távú fenntarthatósága a tudásmenedzsment révén érhető el, bár a tudás fenntarthatósága előfeltétele e kapcsolat szimbiózisának. Fontosnak tartom megvizsgálni, hogyan oldható meg a tudás fenntarthatósága, milyen tudásmenedzsment eszközökre, vezetői magatartásra vagy kulturális háttérre van szükség. Tanulmányomban arra keresem a választ, hogy a tudásmenedzsment hogyan tudja elősegíteni a szervezeti fenntarthatóságot, valamint a szervezetek hogyan tudják a tudásmenedzsment eszközeivel befolyásolni a munkavállalók hozzáállását és cselekedeteit a tudás fenntarthatósága érdekében. Szükséges a fenntarthatóság és a tudás fogalmainak feltárása. Bemutatom a tudás és a fenntarthatóság összekapcsolódásának a jelentését, amely alapján megfogalmazom a tudásfenntarthatóság definícióját és elkészítem az elemzési modellt.
Ismertetem a Davenport és Prusak által azonosított kilenc sikertényezőt, amelyek elengedhetetlenek a megfelelő tudás létrehozásához egy szervezeten belül.
A szervezeti boldogság a hosszú távú fennmaradás kulcsa, eszköze. A szervezeti boldogság mérésére egy komplex megoldást választottam. Kutatásomban a szervezetek boldogság szintjének felmérése a Gross National Happiness (GNH) logikájának felhasználásával történik. Bemutatom a GNH fogalmát, mérési lehetőségeit szervezeti szinten. A kutatás hozzájárulhat a tudásfenntarthatóságról, valamint a szervezeti boldogságról szóló vizsgálatok kiszélesítéséhez.

***Kulcsszavak**: tudás, fenntarthatóság, tudásfenntarthatóság, boldogság, GNH*

## Bevezetés

„Ha figyelmen kívül hagyjuk a múltat, akkor újra feltaláljuk azt, ami már ismert…?" (Baker, 2005, p.9). Úgy vélem, hogy ez az idézet magában hordozza a tudásfenntarthatóság lényegét. A sikeres vállalatok képesek fenntartani a tudásukat, nem kell újra és újra ugyanazt feltalálniuk, hanem a meglévő tudásukat átadják, fejlesztik, bővítik. A tudásukat hatékonyan kezelő, átadó szervezetekről elmondható, hogy innovatívabbak és jövedelmezőbbek, mint a versenytársaik. Napjainkban a tudásfenntarthatóságnak kiemelt jelentősége van a környezet változásai, mint például a COVID-19 nyomán fellépő válság, a háborús helyzet, az ellátási láncok akadozása, a fokozódó globális verseny, az információ sebessége, a tudás elévülése, a termék-és folyamat innovációk dinamikája okán. Amennyiben a szervezetek sikeresek kívánnak lenni az említett körülmények között is, akkor érteniük kell a tudás, a tudásmenedzsment fontosságát. A

szervezeti fenntarthatóság szempontjából fontos, hogy a szervezet vezetői a tudásmenedzsmentet a szervezeti teljesítmény egyik fő mozgatórugójaként értelmezzék, valamint a szervezetek túlélésének és prosperitásának egyik legfontosabb erőforrásaként tekintsenek rá. Az említett okokból kifolyólag a tudás hatékony fenntartása kardinális fontosságú a szervezetek fennmaradása szempontjából. A szervezeti tudásfenntarthatóságban elkötelezett vezetők ösztönzik a munkavállalóikat, hogy folyamatosan tanuljanak, fejlődjenek, szerezzenek ismereteket, osszák meg a tudásukat, amely termék-, folyamat-és üzleti innovációt eredményez, így a tudásfenntarthatóság javítja az üzleti teljesítményt.
A szervezeti tudásfenntarthatóság, valamint a hosszú távú fennmaradás elérésében jelentős szerepet játszik a szervezeti kultúra, melynek része a szervezeti boldogság. A szervezeti boldogságot jelen kutatás során egy eszközként értelmezem, amely segít elérni a hosszú távú fennmaradást.
Kutatásom célja egy elméleti modell kidolgozása a tudásfenntarthatóságának illusztrálására. Célom, hogy segítsek a szervezeteknek azonosítani a számukra releváns, kulcsfontosságú tudást (amelyet érdemes és szükséges a jövő generációi számára megőrizni) és képesek legyenek megállapítani, hogy a szervezeten belül kik rendelkeznek ezzel a tudással. Kutatási kérdéseim a következők:
1. A tudás fenntarthatósága hogyan oldható meg, milyen tudásmenedzsment eszközök, vezetői viselkedés, vagy kulturális háttér szükséges ehhez?
2.A tudásmenedzsment koncepciója hogyan tudja elősegíteni a szervezeti működés fenntarthatóságát?
3.A szervezeti boldogság mérése milyen módszerrel lehetséges?

## 1.Szakirodalmi áttekintés

*„Az egyetlen fenntartható előny versenytársaiddal szemben az, ha képes vagy gyorsabban tanulni, mint ők."*

*Arie De Geus*

### *1.1. Fenntarthatóság fogalma*

A COVID-19 válság következtében a gazdaságok a talpra állásért küzdenek, a fenntarthatósági célok finanszírozása egy olyan sürgető kérdés, amely még megoldásra vár (Zhou, 2022).
A szakirodalomban a fenntarthatóság számos fogalmával találkozhatunk, sokféle nézőpont létezik. Ponce (2018) szerint a fenntarthatóság olyan fogalmi, etikai és politikai nézet, amely túlmutat a környezet tiszteletben tartásán, mivel magában foglalja a következőket: a szegénység felszámolása annak fokozatos csökkentése révén, nemek közötti egyenlőség, egészség támogatása, vidék átalakulása, emberi jogok, kulturális megértés és béke, felelősségteljes termelés és fogyasztás, a kulturális sokszínűség tiszteletben tartása, valamint az információs és kommunikációs technológiákhoz való egyenlő esélyű hozzáférés.
Napjainkban a fenntarthatóság fontosságának következményeképpen egyre több vállalkozás fenntartható innovációkkal és globális megközelítéssel rendelkező üzleti modellel jelenik meg, ahol az innováció és a technológia kulcsfontosságú eszköz a fejlődésükben (Molina-Castello et al., 2021).
A fenntarthatóság lényege olyan fejlődési pályára való törekvés, amely tartósan követhető, amely mentén haladva a fejlődés során nem éljük fel a későbbi létezésmódok tartalékait és lehetőségeit (Fleischer, 2014).
A fenntarthatóság fogalmát a neoklasszikus közgazdaságtanban úgy értelmezik, hogy a fenntarthatóság elérése érdekében biztosítani kell az adott rendszer számára bizonyos körülményeket, annak folyamatos létezéséhez, fennmaradásához (Ribizsár, 2012).

Az ENSZ jelentés (Brundland-jelentés) a jelen szükségleteinek a kielégítését olyan módon javasolja, hogy a jövő generációk szükségletei kielégítésének lehetősége ne kerüljön veszélybe, azaz a ma cselekvésének tekintettel kell(ene) lennie a jövő generációira (Simonyi, 2020).
Zsolnai (2004) definíciója szerint a fenntartható fejlődés a gazdasági, a társadalmi és a környezeti dimenziók egymást erősítő összekapcsolását kívánja meg. Az etikus vállalat egyik fontos célja a fenntarthatóság, ez úgy operacionalizálható, hogy a vállalati működésnek hosszú távon folytathatónak kell lennie úgy, hogy közben a természeti, társadalmi és emberi tőkét nem csökkenti, ehhez egy integrált információs rendszert kell működtetnie, amely figyelemmel kíséri és folyamatosan értékeli a vállalat környezeti, gazdasági és társadalmi teljesítményét.

### *1.2. Tudás fogalma*

Napjainkban a tudás erőteljesen előtérbe került. Ennek jegyében szokás tudásalapú társadalomról, tudásalapú gazdaságról beszélni. Ezek a megnevezések indokoltak: a társadalom fejlődése, ezen belül az információrobbanás oda vezetett, hogy ma egyrészt lényegesen nagyobb mennyiségű és összetettségű tudást kezel és használ fel a társadalom és a gazdaság, másrészt ugyanakkor – és ettől nem függetlenül – egyre fejlettebb eszköztárral rendelkezik a tudás felhasználására, értékelésére és ugyanakkor a hozzáférés lehetőségének megteremtésére. A tudás jelentőségének növekedése pedig talán sehol nem érezteti olyan mértékben a hatását, mint a társadalom legdinamikusabb, leggyorsabb reakcióit igénylő és kiváltó szférájában, az üzleti életben. A tudásnak nem létezik általánosan elfogadott meghatározása, az ókortól napjainkig a filozófusoktól a gyakorlati szakemberekig megszámlálhatatlanul sokan vitáztak a fogalom tartalmáról, de átfogó megállapodásra nem jutottak (Chikán, 2020).
Davenport (1998) megállapította, hogy a tudás a tapasztalatok, az értékek, a kontextuális információk képlékeny keveréke, amely keretet biztosít az új tapasztalatok és információk értékeléséhez és beépítéséhez.
A tudást hat tulajdonság különbözteti meg az információtól: a tudás emberi cselekedet, a gondolkodás terméke, az adott pillanat szüleménye, közösségekhez tartozik, a közösségek között áramlik a legkülönfélébb módokon, valamint az új tudás, a régi tudás határmezsgyéjén keletkezik (Gottschalk, 2003).
Polányi (1996) szerint a tudás két komponensből tevődik össze. Az egyik komponens az ún. explicit tudás, amelynek fő jellemzője, hogy ismeretalapú, tehát könnyen átadható, jól verbalizálható, rögzíthető és kevésbé személyes. Ezzel szemben a tacit tudás az ellenkezője, személyes és tapasztalati alapú, tehát rejtőzködő, nehezen megfejthető, nem vagy alig verbalizálható és szubjektív.
Blacker (1995) a tudást, mint folyamatot vizsgálja, a tudást olyan tevékenységnek tekinti, amelyet az egyének végeznek.

### *1.3. Tudásmenedzsment fogalma*

A szervezetek versenyképességében felértékelődött az emberi erőforrás, a tudás, a szellemi tőke kezelése. Megfogalmazódott az igény a tudás, az információ magas szintű kezelésére, menedzselésére (Bencsik, 2019).
A tudás mindig is fontos szerepet játszott a vállalatok eredményességében. Megállapítható, hogy a tudás menedzselése egyre fontosabb a sikeresség szempontjából. A szervezetekben felhalmozódó ismeret, tapasztalat, tudás akkor válik hasznossá és értékessé, ha megfelelően kezelik, felismerik jelentőségét, megosztják és közösen, együtt gondolkodva teremtenek új tudást, illetve akkor válik tőketényezővé, ha hozzáadott értékteremtéshez is használják (Noszkay, 2013).

A klasszikus értelmezés szerint az emberi tudás menedzselése alatt értünk minden olyan tevékenységet, amelynek célja egy szervezeten belül felhalmozott, dokumentált ismeretek és implicit tudás, szakértelem, tapasztalat feltérképezése, összegyűjtése, rendszerezése, megosztása, továbbfejlesztése és hatékony hasznosítása (Bencsik, 2014).
A tudásmenedzsment a vállalat alapvető céljának megvalósításához szükséges szellemi tőke folyamatos rendelkezésére állásának és hatékony felhasználásának biztosítása (Chikán,2020).
Nonaka (1995) véleménye szerint a tudásmenedzsment egy olyan rendszer, amely magába foglal minden olyan stratégiai, operatív és menedzsmentfeladatot (tevékenységet), amely azt a célt szolgálja, hogy a szervezet tudástőkéjét a lehető legjobb módon használja fel.

*1.4. Szervezeti tanulás*

**Szervezeti tanulás fogalma**
Szervezetek esetében a tanulás a szervezet viselkedésében bekövetkező változást jelenti. A szervezeti tanulás rutinokon alapul, múltfüggő és célorientált. A tanulás során a szervezetek a mindennapi működésüket irányító rutinjaikba beépítik a múltjukból levonható következtetéseket (Matkó, 2013).
Szervezeti tanulás az a folyamat, amelynek eredményeként a szervezetben tudás jön létre, ez a tudás elterjesztésre kerül a szervezetben, az beépül a szervezetbe (a szervezeti memóriába) és rögzül, ezáltal a döntésekhez és a konkrét akciók megvalósításához tartósan elérhetővé és felhasználhatóvá válik más szervezeti tagoknak és egységeknek is (Bakacsi, 2015).
A „szervezeti tanulás" és a „tanuló szervezet" fogalmát gyakran szinonimaként használják. Burnes (2014) szerint viszont különbség van a két fogalom között, mivel a szervezeti tanulás egy folyamat, míg a tanuló szervezet egy állapotot jelöl. Egységesített definícióban a tanuló szervezet a szervezeti tanulás végállapota, ahol a szervezet képessé vált folyamatosan átalakítani önmagát a tagok fejlesztésével és bevonásával (Csedő, 2019).

**Szervezeti tanulás formái**
Argyris és Schön (1978) a tanulás három formáját különbözteti meg

1. Egyhurkos tanulás: Az egyhurkos tanulás során a tapasztalatok, hibák alapján változik a viselkedés, de nem kerül sor mögöttes előfeltevések vizsgálatára.
2. Kéthurkos tanulás: A kéthurkos tanulás során a mögöttes előfeltevésekre, alapvető elképzelésekre is megtörténik a visszacsatolás, így változik az akció, majd az eredmény.
3. Háromhurkos tanulás: A háromhurkos tanulás során a szervezet létezésének értelme is megkérdőjeleződik, melynek fényében radikális átalakításra kerülhet sor.

**Tanuló szervezet alappillérei**
Senge (1990) alapján a tanuló szervezet öt alappillére a következő:

1. Személyes kiválóság: egyéni fejlődés és tanulás,
2. Gondolati minták: mélyen gyökerező előfeltevésekre való reflektálási képesség, melyek befolyásolják az egyének gondolkodását más egyénekről, helyzetekről, szervezetekről,
3. Közös víziók: a szervezet jövőjéről szóló elképzelés kollektív kidolgozása és elfogadása,
4. Csoportos tanulás: váltás az egyéni tanulásról a kollektív tanulásra,
5. Rendszer szintű gondolkodás: az események közötti mintázatok felismerése, a komponensek közötti kapcsolódások azonosítása komplex struktúrákban.

**Szervezeti tanulás és szervezeti kultúra kapcsolata**
A szervezeti tanulás a szervezeti kultúrával kapcsolatban van, a kulturális értékek befolyásolják a tanulás tárgyát, ütemét, jellegét, az új tapasztalatok pedig visszahatnak a kultúrára (Csedő,2019).

**Tudásmegosztást befolyásoló tényezők**
Tudásmegosztást befolyásoló tényezők Baksa és Báder (2020) alapján:
1.Személyes motiváció
A hatékony tudásmegosztás alapvető feltétele, hogy mind a forrás, mind a befogadó motivált legyen a tudásmegosztásra.
2.Tudásmegosztó önhatékonyság
Az egyén saját magába vetett bizalma arra vonatkozóan, hogy mennyire képes a hatékony tudásmegosztásra. A tudásmegosztó önhatékonyság pozitívan összefügg az egyén tudásmegosztó viselkedésével, tehát minél magabiztosabb a munkavállaló a tudás megosztását szolgáló képességeiben, annál valószínűbb, hogy gyakran fog tudást megosztani másokkal.
3.Személyközi bizalom
Nagyobb valószínűséggel osztanak meg a munkavállalók tudást azokkal, akikben megbíznak, kiemelten igaz ez a rejtett tudás megosztására.
4.Támogató szervezeti kultúra
A tudásmegosztást támogató kultúrában a munkavállalók értik a tudás értékét, emiatt odafigyelnek a tudás megosztására, miközben nagyobb bizalommal fordulnak egymás felé.
5.Vezetés
A vezetés nagy hatással bír a tudásmegosztásra. A vezetők fontos feladata, hogy teret adjanak a tudás szabad áramlásának a szervezeten belül. A vezetés a tudásmegosztást elősegítheti példamutatással, nyílt kommunikációval és azzal, ha lehetőséget biztosítanak a kísérletezésre és a folyamatos tanulásra.
6. Külső ösztönzők
A tudásmegosztásra a szervezet által biztosított ösztönző eszközök abban az esetben vannak pozitív hatással, ha kulturális elemekkel erősítve alkalmazzák. Azok a munkavállalók, akiket külső motivációs eszközökkel próbálnak befolyásolni, kisebb valószínűséggel osztanak meg tudást, mint azok, akikre erre belső motiváció sarkall.

*Davenport és Prusak (1998) által azonosított sikertényezők*
A Davenport és Prusak által azonosított kilenc sikertényező feltétlenül szükséges a megfelelő tudás létrehozásához egy szervezeten belül.
1.A vállalati kultúra legyen tudásorientált.
2.Álljon rendelkezésre a megfelelő műszaki és szervezeti infrastruktúra.
3.A felső vezetés támogassa a kezdeményezést.
4.A kezdeményezés köthető legyen üzleti érdekhez.
5.A kezdeményezés rendelkezzen némi folyamat-irányultsággal.
6.A jövőkép legyen tiszta, a használt nyelvezet érthető.
7.Álljanak rendelkezésre a megfelelő ösztönzők.
8.A vállalat tudása legyen megfelelő szinten strukturált, amely elősegíti a használatát.
9.A tudás átadása több csatornán át történjen.

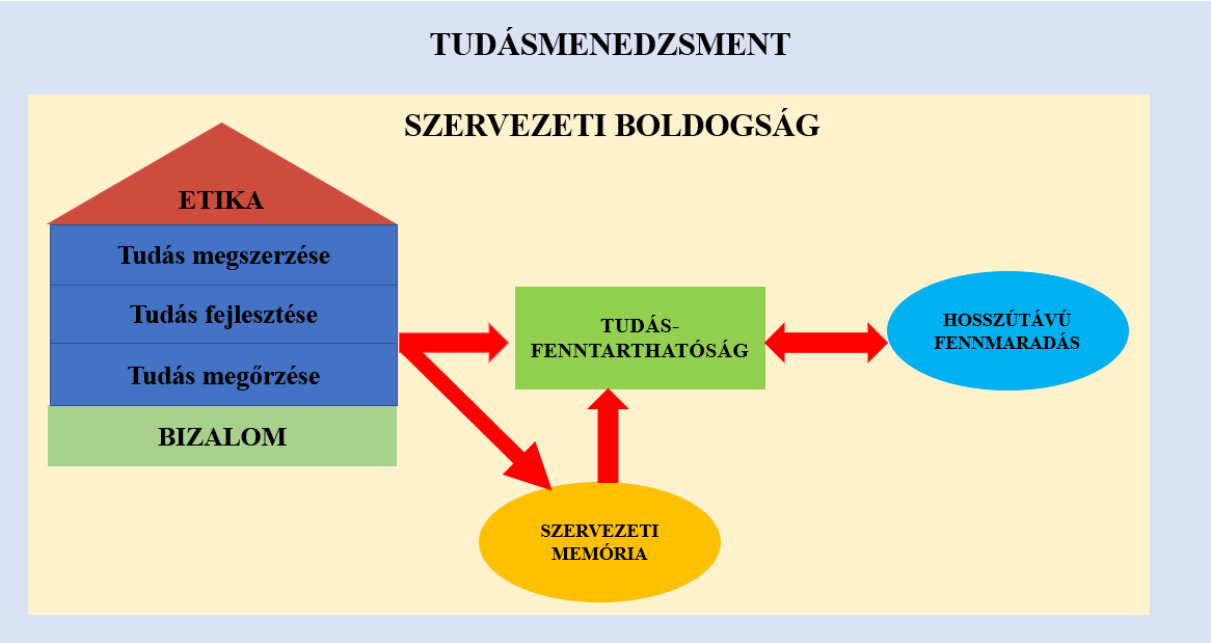
## 2. Szervezeti tudásfenntarthatóság

A fenntarthatósággal és tudással kapcsolatos szakirodalom áttekintése után megfogalmaztam a tudásfenntarthatóság fogalmát és létrehoztam folyamatának a modelljét.

*2.1.Szervezeti tudásfenntarthatóság fogalma*

A tudásfenntarthatóság célja a szervezetben meglévő tudásra építve az adatok, információk, ismeretek, implicit és explicit tudás megőrzése, fejlesztése. Megcélozza a hasznos és fontos információkra való fókuszálást. A tudásfenntarthatóság fókuszában a jövő áll, amely kiemelt területe a generációk közötti tudásmegosztásnak különböző menedzsment eszközökkel támogatva. A folyamat működésének feltétele a bizalom és az etikus szervezeti működés. Kiemelt szerepe van a vezetésnek a folyamatban.

*2.2.Szervezeti tudásfenntarthatóság modellje*




**1. ábra Szervezeti tudásfenntarthatóság modellje**
Forrás: Saját szerkesztés

A tudásfenntarthatóság folyamatának a keretet a tudásmenedzsment biztosítja.
A modell a Probst modellre épül, ebből emeltem ki a tudásfenntarthatóság szempontjából általam legfontosabbaknak vélt elemeket, melyek a tudás megszerzése, a tudás fejlesztése és a tudás megőrzése. Ezeknek az elemeknek az etikán és a bizalmon kell nyugodniuk.
A szervezeti tanulás eredménye a szervezeti memória, amely az említettekkel együtt elősegíti a tudásfenntarthatóságot. A modellben a szervezeti kultúrának kiemelt jelentősége van, szükség van a szervezeti boldogságra, az etikus és bizalmon alapuló kultúrára a tudásfenntarthatóság, valamint a hosszú távú fennmaradás érdekében.
A szervezeti boldogság mérésével foglalkozom a következőkben, mérésére egy komplex mutatót kívánok alkalmazni, ezért esett a választásom a GNH indexre.

**3. GNH (Bruttó Nemzeti Boldogság)**
*3.1.GNH fogalma*

A GNH fogalmát az 1970-es években vezették be Bhutánban. A GNH a buddhista alapelvek szerint a környezettel való harmóniára is nagy hangsúlyt helyez, valamint fontos szerepet szán a pszichológiai jólétnek, az idő megfelelő felhasználásának, a közösségi tevékenységeknek, az egészségügynek és oktatásnak, a kultúra megőrzésének és a megfelelő kormányzási stratégiának is. A GNH a jólét tárgyi és nem tárgyi aspektusait egyaránt értékeli, és nem áll

szemben az anyagi és gazdasági fejlődéssel. Elutasítja azonban azt az elképzelést, hogy a gazdasági jólét az egyetlen végcél. Ehelyett a társadalmi jólét érdekében inkluzív, holisztikus, méltányos, fenntartható és kiegyensúlyozott fejlődést javasol (Ura, 2012).
A GNH négy alappillérből áll, (Jó kormányzás, A kultúra megerősítése és népszerűsítése, Környezetvédelem, Fenntartható és méltányos társadalmi és gazdasági fejlődés), melyek további 9 területre bonthatók. Ezek:

- Pszichológiai jóllét: Hogyan vélekednek az emberek életük minőségéről. Magában foglalja többek közt az élettel való elégedettségük mértékét és a spiritualitást is.
- Egészség: Az emberek fizikai és mentális egészségi állapotát jellemzi. Az egészséges életvitelnek köszönhetően elkerülhetjük a mindennapos tevékenységekből adódó felesleges fáradalmakat és a felesleges stresszt is.
- Időfelhasználás: A munka és a magánélet közti egyensúly fontossága, amely által harmonikus életet élhetünk. Magában foglalja az munkaidőt, az alvással töltött időt, valamint a szabadidőt is.
- Oktatás: A formális oktatáson keresztül szerzett ismeretek mellett felméri az informális úton szerzett ismereteket, értékeket és készségeket.
- Kulturális sokszínűség és ellenálló képesség: A kulturális örökség sokszínűségének és ellenálló képességének vizsgálata.
- Közösségi vitalitás: A közösségi kapcsolatok és a társadalmi kölcsönhatások erős és gyenge pontjai. Információt gyűjt a társadalom összetartó erejéről és az önkéntes tevékenység témaköréről.
- Jó kormányzás: Hogyan értékelik az emberek a különböző kormányzati funkciókat. Vizsgálja az egyes jogok és a szabadság meglétét.
- Ökológiai sokféleség és ellenálló képesség: Az emberek hogyan értékelik a közvetlen környezetüket, a környezetbarát tevékenységekhez való viszonyulásukat.
- Életszínvonal: Az anyagi biztonságra összpontosít, amit egyebek mellett a jövedelmen, az anyagi biztonságon és a lakhatáson keresztül mérnek (Zangmo, 2017).

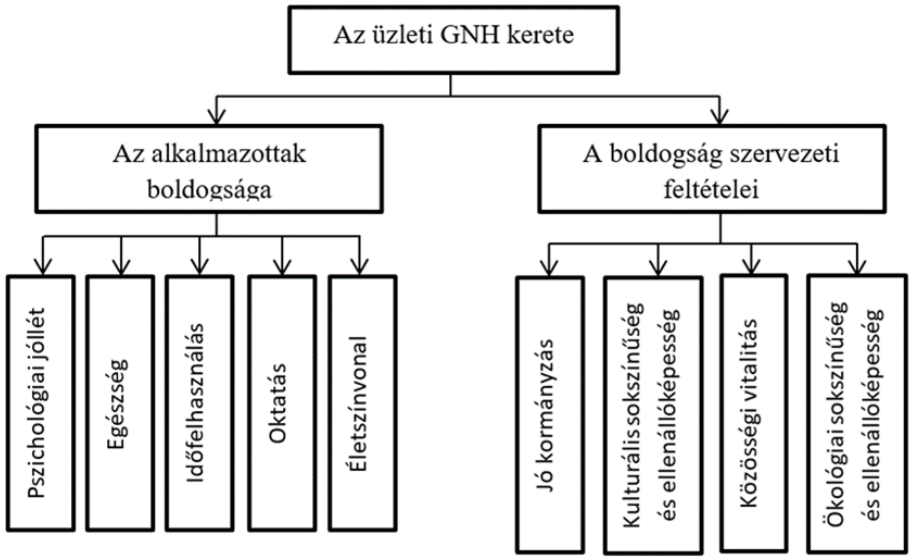
A GNH 9 területe további 33 mérhető paraméterre oszlik, melyek minősítése standard kérdőívek kérdésein keresztül történik. A módszer alkalmazásával az össznemzeti boldogsághoz való hozzájárulást 3 szinten lehet azonosítani:

- politikai/kormányzati, önkormányzati,
- üzleti és
- egyéni szinten.

Az eredeti logika társadalmi szintre került kidolgozásra, de az elmúlt években elkészült ennek a szervezeti/üzleti szintre történő számítási lehetősége.

### *3.2.Üzleti GNH*

A GNH üzleti életbe való integrálását Bhután miniszterelnöke kezdeményezte, az ötletet először 2015-ben mutatta be. A CBS (Centre of Bhutan & GNH Studies) kidolgozta, majd 2017-ben kiadta a GNH üzleti integrációjának tervezetét.
Az üzleti alkalmazást a GNH 9 területe alapján fejlesztették ki, amelyet az értékelési területek szerint 2 csoportra osztottak: a munkavállalók boldogságára és a boldogság szervezeti feltételeire. A munkavállalói boldogság jelenti az alkalmazottak elégedettségét és boldogságát a GNH egyes területein. A boldogság szervezeti feltételein keresztül a szervezeti magatartásról kapunk információt, és arról, hogy mindez hogyan járul hozzá a munkavállalók jóllétéhez és boldogságához (Ura, 2012).




**2.ábra: Az üzleti GNH keretrendszere**
Forrás: Zangmo, 2018

*3.3 Üzleti GNH számítása*

Az üzleti GNH számítása a következő három lépés alapján történik:
1.Megfelelőségi küszöb definiálása és alkalmazása
A munkavállalói boldogság 29 indikátor segítségével, 114 változó mérésével a GNH öt területén kerül értékelésre. Hasonlóan, a szervezeti feltételek 20 indikátora 102 változó mérésével négy GNH területen minősített.
2.Súlyozás alkalmazása
3.Összesítés és pontozás
A GNH bizonyítvány megszerzéséhez két feltétel szükséges, 80% feletti elért pontszám és mind a két részből (munkavállalói, szervezeti) el kell érni a 60%-t.

**1.táblázat: A szervezeti boldogság kategóriái és indikátorai**

| Pontszám | Minősítés | Megjegyzés |
|---|---|---|
| ≤ 40% | átlag alatti | azonnali beavatkozást igényel |
| 40-59.9% | átlagos | bizonyos területeken beavatkozás szükséges |
| 60-79,9% | jó | bizonyos határterületeken teljesítmény javítása |
| 80% felett | nagyon jó | GNH bizonyítvány, mindkét értéknek el kell érnie a 60%-t |

Forrás: Zangmo, 2018.

Fontos megjegyezni, hogy ezen értékek kiszámítása nem a véső cél, inkább egy kiinduló pont a szükséges változások elindításához. Az egyes területek áttekintése, hatásuk megértése az üzleti vállalkozás működésére segít a fejlődési stratégia megfogalmazásában, a kockázatértékelésében, és a lehetőségek tervezésében (Zangmo, 2017).

## Összegzés

Napjaink kihívásaival szemben a szervezeti tudásfenntarthatóság támogatást nyújthat, mivel a szervezeti boldogságon keresztül elérhetővé válhat a hosszú távú fennmaradás.
A releváns tudással való rendelkezés, annak kezelésének és hasznosításának képessége stratégiai menedzsment eszköz, ezért elengedhetetlen, hogy a szervezet vezetése keressen eszközöket a tudás megszerzése, fejlesztése és megőrzése érdekében.
A szervezeti boldogság segítségével megteremthető egy olyan szervezeti környezet, amelyben a szervezet tagjai motiváltak a tanulásra, a fejlődésre, a tudásuk megosztására, a tudásfenntartásra, ezáltal pedig elérhetővé válik a szervezetek számára a hosszú távú fennmaradás.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Pannon Egyetem Gazdaságtudományi Kar Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Kutatóközpontja támogatta (PE-GTK-GSKK A095000000-4).

## Irodalomjegyzék

[1.] Argyris, C.–Schön, D. (1978). *Organizational learning*. Reading, MA: Addison-Wesley.
[2.] Bakacsi, Gy. (2015). *A szervezeti magatartás alapjai*. Budapest, HU: Semmelweis Kiadó.
[3.] Baksa, M., Báder N. (2020). A tudáskérés és a tudásmegosztás feltételei. *Vezetéstudomány*, 2020(1), 32-45.
[4.] Baker, M. (2005). The lessons of history. *Marketing Intelligence & Planning*, 24(1), 7-14.
[5.] Bencsik, A. (2014). Miért nem működik? Tudásmenedzsment magyar módra…*Tudásmenedzsment*, 15:1. 29-35.
[6.] Bencsik, A. (2016). *A tudásmenedzsment elméletben és gyakorlatban*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
[7.] Bencsik, A. (2019). *Tudásmenedzsment-körkép hazai kutatások tükrében*. Debrecen, HU: Debreceni Egyetemi Kiadó.
[8.] Chikán, A. (2020). *Vállalatgazdaságtan.* Budapest, HU: Akadémiai Kiadó.
[9.] Csedő Zoltán–Zavarkó Máté (2021). *Társaságirányítás*. Budapest, HU: Akadémiai Kiadó.
[10.] Davenport, T.H., Prusak L. (1998). *Working Knowledge*. Harvard, US: Harvard Business School Press.
[11.] Fleischer, T. (2014). *A fenntarthatóság fogalmáról*. In: Knoll Imre, Lakatos Péter (Eds.) 2014 Közszolgálat és fenntarthatóság (9-24). Budapest, HU: Nemzeti Közszolgálati Egyetem.
[12.] Gottschalk, P.- Khandelwal, V. K. (2003). Determinanst of knowledge management technology projects in Australian law firms. *Journal of Knowledge Management*, 7(1), 92-105.
[13.] Molina-Castillo, F. J., Sinkovics, N., & Sinkovics, R. R. (2021). Sustainable business model innovation: Review, analysis and impact on society. *Sustainability*, 13,8906.
[14.] Ponce, S. R., José, A., Cancio, P., Sánchez, J.E. (2018). The capabilities approach and values of sustainability: Towards an inclusive Pedagogy, *Journal of Innovation and Knowledge*, 3(2018), 76-81.
[15.] Ribizsár, I. (2012). *A fenntartható fejlődés közgazdaságtani értelmezése*. Szeged, HU: Szegedi Tudományegyetem.

[16.] Simonyi, P. (2020). A fenntartható fejlődés, a fenntarthatóság értelmezési kérdései a megvalósítás érdekében. *Jelenkori Társadalmi és Gazdasági Folyamatok,* 15(1-2), 55-67.
[17.] Ura, K., Alkire, S., Zangmo, T., & Wangdi, K. (2012). An Extensive Analysis of GNH Index. Thimphu, *Bhutan: The Centre for Bhutan Studies and GNH Research.*
[18.] Zhou,M., Liu, H., Ouin, Y., Chen, D., Zhang, L.(2022). Environmental benefits and household costs of clean heating options in northern China. *Nature Sustainability,* 2022 (5),329-338.
[19.] Zangmo, T., Wangdi K. (Writer on Bhutan), Phuntsho J. (2018). *GNH Certification, Centre for Bhutan Studies & GNH.*

**Lektorálta:** Dr. Szőke Brigitta, Egyetemi tanársegéd, Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem-Vidékfejlesztés és Fenntartható Gazdaság Intézet

# MI Nemzeti Labor Matematikai és Informatikai Szekció / Artificial Intelligence National Laboratory (MILAB) Mathematics and Informatics Section

# MULTIGRANULÁRIS DURVA HALMAZOK HÁLÓSTRUKTÚRÁJÁNAK JELLEMZÉSE

**Gégény Dávid**
*Miskolci Egyetem, doktoranduszhallgató, matgd@uni-miskolc.hu*

**Absztrakt**
A valóságban nem mindig van lehetőség egy halmaz elemeinek pontos megadására, mert bizonyos elemek nem különböztethetők meg egymástól a rendelkezésünkre álló információk alapján. A durva halmazok ezt egy ekvivalenciareláció segítségével is modellezik, amelyre tekinthetünk úgy, mint egy szakértő véleménye az elemek megkülönböztethetetlenségéről. A durva halmazok hálója számos, hálóelméleti szempontból jelentős tulajdonsággal rendelkezik, amelyet a szakirodalomban már részletesen jellemeztek. A multigranuláris durva halmazok elmélete egy általánosabb modell, amelynél több ekvivalenciarelációt is használunk. Ez annak feleltethető meg, hogy több szakértő véleményét is figyelembe vesszük a megkülönböztethetetlenségről. Két fő megközelítés létezik erre vonatkozóan: az optimista, illetve a pesszimista multigranuláris durva halmaz modell. Két ekvivalenciareláció esetén ezek szerkezetét már vizsgálták. Jelen kutatás célja az általánosabb, tetszőleges számú ekvivalenciarelációt alkalmazó modell elemzése. A multigranuláris durva halmazok általánosságban nem feltétlenül alkotnak hálót, csak részbenrendezett halmazt. A kutatás eredményeképpen sikerült meghatározni, hogy az optimista, illetve pesszimista durva halmazok hálói milyen feltételek teljesülése esetén alkotnak teljes hálót, vagy akár teljesen disztributív hálót. Ilyen feltétel például a két ekvivalenciarelációra definiált koherencia fogalmának általánosítása, amely kétféleképpen is lehetséges. A feltételek teljesülésének és hatásának szemléltetésére több példa is bemutatásra kerül. A multigranuláris durva halmazok valóságban történő alkalmazhatóságát egy időjárás-előrejelzésére vonatkozó példa demonstrálja. További kutatási irány a multigranuláris durva halmazok alkalmazási lehetőségeinek feltárása, valamint meglévő durva halmaz alkalmazások multigranuláris továbbfejlesztési lehetőségeinek vizsgálata.

***Kulcsszavak**: durva halmaz, hálóelmélet, multigranuláris, részbenrendezett halmaz, approximáció*

## 1. Bevezetés

A *durva halmaz* fogalma Zdzisław Pawlak nevéhez fűződik, aki a rendelkezésünkre álló információ tökéletlenségének, hiányosságának matematikai modellezésére vezette be a koncepciót [1]. Az univerzum objektumain értelmezünk egy ún. megkülönböztethetetlenségi relációt, amely a nevéből adódóan azt határozza meg, hogy mely objektumokat nem tudjuk megkülönböztetni egymástól a rendelkezésünkre álló információ alapján. Ezt a relációt figyelembe véve egy $X$ halmaz elemeit nem feltétlenül tudjuk pontosan beazonosítani egy adott $U$ univerzumban, azonban meg tudjuk adni $X$-nek egy alsó approximációját és egy felső approximációját. Az alsó approximációba azok az objektumok kerülnek, amelyek biztosan benne vannak $X$-ben, a felső approximációba pedig azok az objektumok tartoznak, amelyek benne lehetnek az $X$ halmazban. Az $X$ referenciahalmazhoz tartozó *durva halmazt* a két approximáció együttesen határozza meg. Pawlak az eredeti modelljében egyetlen ekvivalenciarelációt (reflexív, tranzitív és szimmetrikus) használt megkülönböztethetetlenségi relációként. A szakirodalomban azóta ennek a modellnek már számos általánosítása létezik a reláció jellegére vonatkozóan is, melyekről [2]-ben található egy összefoglaló leírás. Ide

tartoznak például a kvázirendezésen alapuló [4] és [5], illetve a toleranciarelációkon alapuló [7] durva halmaz modellek. Az általánosítás elvégezhető a relációk számára vonatkozóan is, ezeket a [3], [6], [8] és [9] publikációkban tárgyalják. Ebben a közleményben az utóbbi megközelítés jellemzésével foglalkozom részletesebben.

## 2. Durva halmazok

A *durva halmazt (rough set)* megadó konstrukció szintén Zdzisław Pawlaktól származik [1], az itt ismertetett formalizáció azonban Iwiński nevéhez köthető [10]. Legyen adott az $U$ univerzum (alaphalmaz) és a rajta értelmezett $R \subseteq U \times U$ ekvivalenciareláció. Ez az $R$ reláció reprezentálja, hogy az alaphalmaz elemei közül a rendelkezésünkre álló információk alapján melyeket nem tudjuk megkülönböztetni egymástól. Ezt a megkülönböztethetetlenségi relációt felállíthatjuk egy szakértő véleménye vagy egy információs rendszer [1] [7] alapján. A szokásos módon $R(x)$ jelöli az $x \in U$ elem $R$ relációra vonatkozó szomszédsági halmazát, azaz

$$R(x) = \{ y \in U \mid x \, R \, y \}. \tag{1}$$

Az $R(x)$ halmazba tehát olyan elemek kerülnek az alaphalmazból, amelyek $R$ relációban állnak az $x$ elemmel. Ekvivalenciareláció esetén ez megegyezik az $[x]_R$ ekvivalenciaosztállyal.
Az $X \subseteq U$ halmaz alsó, illetve felső approximációját a szomszédsági halmaz segítségével definiáljuk. Az *alsó approximációt* az alábbi módon adjuk meg:

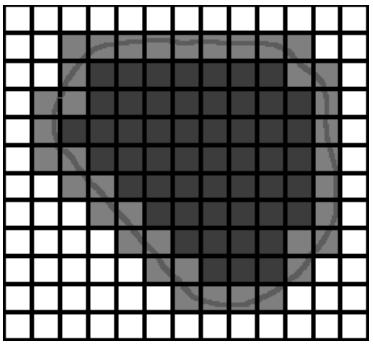
$$X_R = \{x \in U \mid R(x) \subseteq X\}. \tag{2}$$

A *felső approximáció* definíciója pedig a következő:

$$X^R = \{x \in U \mid R(x) \cap X \neq \emptyset\}. \tag{3}$$

Az alsó approximációba tartoznak azok az elemek, amelyek a rendelkezésünkre álló információ alapján biztosan benne vannak az $X$ halmazban. A felső approximációba olyan elemek kerülnek, amelyek valamely $X$-beli elemtől nem különböztethetők meg az $R$ relációra nézve. Az $X$ referenciahalmazhoz tartozó durva halmazt az $X$ alsó, illetve felső approximációjából álló halmazpár határozza meg, így ezt a durva halmazt az $(X_R, X^R)$ halmazpárral azonosíthatjuk.
Az alaphalmazt egy $X$ referenciahalmaz tekintetében ezáltal három különálló részre tudjuk bontani:

- $X_R$, tehát azok az elemek, amelyek biztosan benne vannak $X$-ben,
- $X^R \setminus X_R$, tehát azok az elemek, amelyek benne lehetnek $X$-ben, de nincsenek biztosan $X$-ben (a „határvonalon” vannak),
- $U \setminus X^R$, az alaphalmaz azon elemei, amelyek biztosan nincsenek az $X$ halmazban.



**1. ábra: Durva halmaz szemléltetése**

Az összes durva halmazt $\mathcal{RS}(R) = \{ (X_R, X^R) \mid X \subseteq U \}$ jelöli. A durva halmazokon a komponensenkénti tartalmazási reláció segítségével értelmezhetünk egy részbenrendezést:

$$(X_R, X^R) \leq (Y_R, Y^R) \Leftrightarrow X_R \subseteq Y_R \text{ és } X^R \subseteq Y^R. \tag{4}$$

Ez a rendezés egy teljesen disztributív hálót hoz létre, amely számos fontos hálóelméleti tulajdonsággal rendelkezik, konkrétan egy reguláris dupla Stone-hálót alkot. Az összes alsó approximáció halmazát $\mathcal{P}(U)_R$, az összes felső approximáció halmazát pedig $\mathcal{P}(U)^R$ jelöli. Ismert, hogy $\mathcal{P}(U)_R$ és $\mathcal{P}(U)^R$ szintén teljesen disztributív hálók.

## 3. Multigranuláris durva halmazok

A durva halmazok multigranuláris általánosítása számos újabb kutatás középpontjában állt. Tegyük fel, hogy több szakértő vagy információs rendszer is a rendelkezésünkre áll, és mindegyikük meghatároz egy megkülönböztethetetlenségi relációt. A megközelítés alapja, hogy valahogyan aggregáljuk az így kapott ekvivalenciarelációk által megadott információt, ezáltal kétféle alsó és kétféle felső approximációt definiálhatunk a hozzájuk tartozó durva halmaz modellel együtt. A multigranuláris halmazok topológiai tulajdonságait [11]-ben és [12]-ben elemezték. A toleranciarelációkon (reflexív és szimmetrikus reláció) alapuló multigranuláris durva halmazokat [13]-ban részletesen megvizsgálták. A döntéselméleti durva halmazokhoz szintén létezik multigranuláris modell [15]. A multigranuláris durva halmazok hálóstruktúráját [6]-ban és [9]-ben tárgyalták, utóbbiban két ekvivalenciarelációt használva. Később [14]-ben ezeket az eredményeket általánosítottuk $n$ számú ekvivalenciarelációra a feltételek megfelelő módosításával, illetve megmutattunk néhány alkalmazási lehetőséget is.

### *3.1 „Optimista" approximációk*

Legyenek $P_1, P_2, \ldots, P_n$ ekvivalenciarelációk az $U$ alaphalmazon. Ekkor az $X \subseteq U$ halmaz *optimista alsó approximációját* a következőképpen adjuk meg [8]:

$$X_{\sum_{i=1}^{n} P_i} = \{ x \in U \mid P_1(x) \subseteq X \text{ vagy } P_2(x) \subseteq X \text{ vagy } \ldots \text{ vagy } P_n(x) \subseteq X \}. \tag{5}$$

Az *optimista felső approximációt* ennek duálisaként definiáljuk:

$$X^{\Sigma_{i=1}^{n} P_i} = \left( (X^c)_{\sum_{i=1}^{n} P_i} \right)^c, \tag{6}$$

ahol $X^c$ az $X$ halmaz komplementerét jelöli, vagyis $X^c = U \setminus X$. Viszonylag könnyen látható, hogy ez a definíció ekvivalens a következővel:

$$X^{\sum_{i=1}^{n} P_i} = \{ x \in U \mid P_1(x) \cap X \neq \emptyset \text{ és } P_2(x) \cap X \neq \emptyset \text{ és ... és } P_n(x) \neq \emptyset \}. \quad (7)$$

Az alábbi azonosságok szintén könnyen beláthatók:

$$X_{\sum_{i=1}^{n} P_i} = \bigcup_{i=1}^{n} X_{P_i}, \; X^{\sum_{i=1}^{n} P_i} = \bigcap_{i=1}^{n} X^{P_i}. \quad (8)$$

A közlemény további részében a $\sum_{i=1}^{n} P_i$ jelölés helyett röviden a $\sum P_i$ jelölés szerepel az olvashatóság könnyítése érdekében. Az összes ilyen alsó, illetve felső approximáció halmazát $\mathcal{P}(U)_{\sum P_i}$, illetve $\mathcal{P}(U)^{\sum P_i}$ jelöli, tehát

$$\mathcal{P}(U)_{\sum P_i} = \left\{ X_{\sum P_i} \mid X \subseteq U \right\}, \; \mathcal{P}(U)^{\sum P_i} = \left\{ X^{\sum P_i} \mid X \subseteq U \right\}. \quad (9)$$

A tartalmazásra nézve ezek teljes hálókat alkotnak. Legyen adott a $\mathcal{H} \subseteq \mathcal{P}(U)$ halmazrendszer. A kapcsolódó supremum és infimum műveletek a következők:

$$\bigvee_{X \in \mathcal{H}} X_{\sum P_i} = \bigcup_{X \in \mathcal{H}} X_{\sum P_i}, \; \bigwedge_{X \in \mathcal{H}} X_{\sum P_i} = \left( \bigcap_{X \in \mathcal{H}} X_{\sum P_i} \right)_{\sum P_i}, \quad (10)$$

$$\bigvee_{X \in \mathcal{H}} X^{\sum P_i} = \left( \bigcup_{X \in \mathcal{H}} X^{\sum P_i} \right)^{\sum P_i}, \; \bigwedge_{X \in \mathcal{H}} X^{\sum P_i} = \bigcap_{X \in \mathcal{H}} X^{\sum P_i}. \quad (11)$$

A korábbiaknak megfelelően az $X$ referenciahalmazhoz tartozó durva halmazt az $\left( X_{\sum P_i}, X^{\sum P_i} \right)$ párral határozzuk meg. Az összes ilyen durva halmazt az alábbi módon jelöljük:

$$\mathcal{RS}(\sum P_i) = \left\{ \left( X_{\sum P_i}, X^{\sum P_i} \right) \mid X \subseteq U \right\}. \quad (12)$$

A következő állításban és a továbbiakban az egyszerűség érdekében röviden $\bigcap P_i$ fogja jelölni a $\bigcap_{i=1}^{n} P_i$ relációt. Az állítás és bizonyítása megtalálható [14]-ben. Mivel a bizonyítás viszonylag rövid, itt is ismertetem.

***Állítás 1.*** Legyenek $P_1, P_2, \ldots, P_n$ ekvivalenciarelációk az $U$ alaphalmazon. Ekkor bármely $X, Y \subseteq U$ esetén a következők teljesülnek:

(i) $(X^{\bigcap P_i})^{\sum P_i} = X^{\sum P_i}$;

(ii) $X^{\bigcap P_i} = Y^{\bigcap P_i}$ esetén $X^{\sum P_i} = Y^{\sum P_i}$;

(iii) $\left(X^{\sum P_i}\right)^{\bigcap P_i} = X^{\sum P_i}$ és $\left(X_{\sum P_i}\right)^{\bigcap P_i} = X_{\sum P_i}$, azaz $X_{\sum P_i}$ és $X^{\sum P_i}$ mindketten $(\bigcap P_i)$-definiálhatók.

*Bizonyítás:* (i) Tudjuk, hogy $(X^{\bigcap P_i})^{\sum P_i} = \bigcap_{j=1}^{n} (X^{\bigcap P_i})^{P_j}$. Mivel minden $j \in \{1, 2, \ldots, n\}$ esetén $\bigcap P_i \subseteq P_j$, így a felső approximációk egyik tulajdonsága miatt $(X^{\bigcap P_i})^{P_j} = X^{P_j}$ minden $j \in \{1, 2, \ldots, n\}$ esetén. Ebből $(X^{\bigcap P_i})^{\sum P_i} = \bigcap_{i=1}^{n} X^{P_i} = X^{\sum P_i}$.

(ii) Tegyük fel, hogy $X^{\bigcap P_i} = Y^{\bigcap P_i}$. Felhasználva az (i) állítást $X^{\sum P_i} = (X^{\bigcap P_i})^{\sum P_i} = (Y^{\bigcap P_i})^{\sum P_i} = Y^{\sum P_i}$.

(iii) Egyrészt $\bigcap_{i=1}^{n} X^{P_i} \subseteq \left(X^{\sum P_i}\right)^{\cap P_i} = (\bigcap_{i=1}^{n} X^{P_i})^{\cap P_i} \subseteq \bigcap_{i=1}^{n} (X^{P_i})^{\cap P_i} = \bigcap_{i=1}^{n} X^{P_i} = X^{\sum P_i}$. Ebből $\left(X^{\sum P_i}\right)^{\cap P_i} = \bigcap_{i=1}^{n} X^{P_i} = X^{\sum P_i}$. Másrészt $\bigcup_{i=1}^{n} X_{P_i} \subseteq \left(X_{\sum P_i}\right)^{\cap P_i} = \left(\bigcup_{i=1}^{n} X_{P_i}\right)^{\cap P_i} = \bigcup_{i=1}^{n} \left(X_{P_i}\right)^{\cap P_i} \subseteq \bigcup_{i=1}^{n} \left(X_{P_i}\right)^{P_i} = \bigcup_{i=1}^{n} X_{P_i}$. Ebből $\left(X_{\sum P_i}\right)^{\cap P_i} = \bigcup_{i=1}^{n} X_{P_i} = X_{\sum P_i}$.

*3.2 „Pesszimista" approximációk*

Az $X \subseteq U$ halmaz *pesszimista alsó approximációját* a következőképpen határozzuk meg:

$$X_{\bigcup_{i=1}^{n} P_i} = \{\, x \in U \mid P_1(x) \subseteq X \text{ és } P_2(x) \subseteq X \text{ és } \ldots \text{ és } P_n(x) \subseteq X \,\}. \tag{13}$$

A definícióból levezethető, hogy ez megegyezik az $\bigcup_{i=1}^{n} P_i$ relációra vonatkozó „hagyományos" alsó approximációval. Az ekvivalenciarelációk uniója általánosságban toleranciareláció, de nem feltétlenül ekvivalenciareláció, így az $\bigcup_{i=1}^{n} P_i$ reláció is egy tolerancia. A *pesszimista felső approximációt* az alsó approximáció duálisaként definiáljuk, és $X^{\bigcup_{i=1}^{n} P_i}$ módon jelöljük. Az optimista esethez hasonlóan a továbbiakban $\bigcup_{i=1}^{n} P_i$ helyett röviden az $\bigcup P_i$ jelölést használjuk. Az [6]-ban található 2.9. számú lemma nyilvánvaló általánosításaként kapjuk, hogy minden $X \subseteq U$ esetén

$$X_{\bigcup P_i} = \bigcap_{i=1}^{n} X_{P_i}, X^{\bigcup P_i} = \bigcup_{i=1}^{n} X^{P_i}. \tag{14}$$

Mivel $\bigcup P_i$ egy tolerancia, így [7] alapján $\mathcal{P}(U)_{\bigcup P_i}$ és $\mathcal{P}(U)^{\bigcup P_i}$ a tartalmazásra nézve egymással izomorf, teljes, komplementumos hálókat alkotnak. Az $X$ referenciahalmazhoz tartozó pesszimista multigranuláris durva halmazt az $\left(X_{\bigcup P_i}, X^{\bigcup P_i}\right)$ pár adja meg, az összes ilyen pár halmazát pedig $\mathcal{RS}(\bigcup P_i)$ jelöli.

*3.3 Időjárás-előrejelzés*

**9. táblázat: A példához tartozó információs rendszer**

| Helyszín | Páratartalom | Éghajlat | Hőmérséklet | Esőzés |
|---|---|---|---|---|
| $L_1$ | Magas | Trópusi | Magas | Igen |
| $L_2$ | Közepes | Mérsékelt | Magas | Nem |
| $L_3$ | Közepes | Mérsékelt | Közepes | Igen |
| $L_4$ | Alacsony | Mérsékelt | Közepes | Nem |
| $L_5$ | Közepes | Trópusi | Alacsony | Igen |
| $L_6$ | Alacsony | Fagyos | Alacsony | Nem |

Ez az időjárás-előrejelzésre vonatkozó szemléletes példa [17] alapján készült és megtalálható [14]-ben is. A rendelkezésünkre álló információs rendszer hat különböző helyhez rendel páratartalom, éghajlat, hőmérséklet és esőzés értékeket. A hat helyszín adja meg az alaphalmazt, tehát $U = \{L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6\}$. Az 1. táblázat mutatja az ismert adatokat ebben az információs rendszerben. Az adatok alapján az alaphalmazt háromféleképpen partícionálhatjuk: páratartalom alapján $U/P = \{\{L_1\}, \{L_2, L_3, L_5\}, \{L_4, L_6\}\}$; éghajlat alapján $U/\acute{E} = \{\{L_1, L_5\}, \{L_2, L_3, L_4\}, \{L_6\}\}$; hőmérséklet alapján pedig $U/H = \{\{L_1, L_2\}, \{L_3, L_4\}, \{L_5, L_6\}\}$. Legyen $X$ azon helyszínek halmaza, ahol esőzés történt, vagyis $X = \{L_1, L_3, L_5\}$. Az $X$ halmaz optimista approximációi ekkor

$$X_{P+\acute{E}+H} = \{L_1, L_5\},\ X^{P+\acute{E}+H} = \{L_1, L_2, L_3, L_5\}. \tag{15}$$

Az X pesszimista approximációi pedig a következők:

$$X_{P\cup\acute{E}\cup H} = \emptyset,\ X^{P\cup\acute{E}\cup H} = \{L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6\}. \tag{16}$$

## 4. Optimista multigranuláris durva halmazok rendezett struktúrái

Az optimista multigranuláris durva halmazokról, vagyis $\mathcal{RS}(\sum P_i)$-ról, általánosságban csak annyit tudunk mondani, hogy egy korlátos részbenrendezett halmazt alkotnak, amelynek legkisebb elem $(\emptyset, \emptyset)$, legnagyobb eleme pedig $(U, U)$. A [14] publikációban azonban megvizsgáltuk, hogy milyen feltételek teljesülése esetén alkot $\mathcal{RS}(\sum P_i)$ teljesen disztributív hálót. A kapcsolódó állításokat, tételeket ebben a fejezetben ismertetem.
A továbbiakhoz szükséges ismerni a koherencia fogalmát is, ami [16]-ben lett bevezetve. Az ott megadott koherencia fogalom ekvivalens a [6]-ban szereplő definícióval, itt az utóbbit ismertetem. Legyenek $P$ és $Q$ ekvivalenciarelációk az $U$ alaphalmazon. Azt mondjuk, hogy $P$ és $Q$ koherensek, ha minden $x \in U$ esetén $P(x) \subseteq Q(x)$ vagy $Q(x) \subseteq P(x)$. Az alábbi állítások bizonyítása megtalálható [14]-ben.

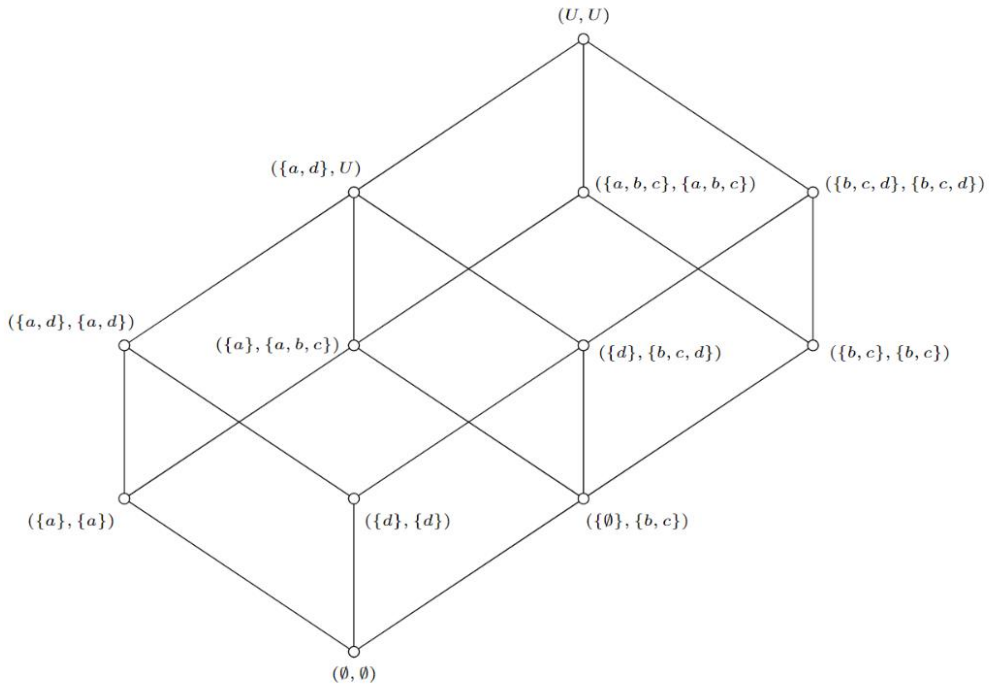
***Állítás 2. [14]*** Legyenek $P_1, P_2, \dots, P_n$ ekvivalenciarelációk az $U$ alaphalmazon. Ha $\mathcal{P}(U)^{\sum P_i}$ (vagy ekvivalens módon $\mathcal{P}(U)_{\sum P_i}$), akkor a következő feltétel teljesül:
$(\star)$ Minden $x \in U$ esetén létezik $k_x \in \{1, 2, \dots, n\}$ úgy, hogy $P_{k_x}(x) \subseteq P_i(x)$ teljesül minden $i \in \{1, 2, \dots, n\}$-re.

Amennyiben $n = 2$, úgy a $(\star)$ feltétel ekvivalens a koherencia fogalmával, így tekinthetjük azt a koherencia egyfajta általánosításának.

***Állítás 3. [14]*** Ha az $U$ alaphalmazon értelmezett $P_1, P_2, \dots, P_n$ ekvivalenciák teljesítik a $(\star)$ feltételt, akkor minden $X \subseteq U$ esetén $X^{\sum P_i} = X^{\cap P_i}$ és $X_{\sum P_i} = X_{\cap P_i}$.

***Következmény 1.*** Legyenek $P_1, P_2, \dots, P_n$ a $(\star)$ feltételt teljesítő ekvivalenciarelációk az $U$ alaphalmazon. Ekkor $\mathcal{RS}(\sum P_i)$ egy teljesen disztributív reguláris dupla Stone-háló.

***Példa 1.*** Legyen $U = \{a, b, c, d\}$ és legyenek $P_1, P_2$ és $P_3$ ekvivalenciarelációk az $U$ alaphalmazon úgy, hogy $U/P_1 = \{\{a, b, c\}, \{d\}\}$, $U/P_2 = \{\{a\}, \{b, c, d\}\}$ és $U/P_3 = \{\{a, d\}, \{b, c\}\}$. Vegyük észre, hogy ezek az ekvivalenciák teljesítik a $(\star)$ feltételt. A 2. ábrán látható az $\mathcal{RS}(P_1 + P_2 + P_3)$ háló Hasse-diagramja [14].

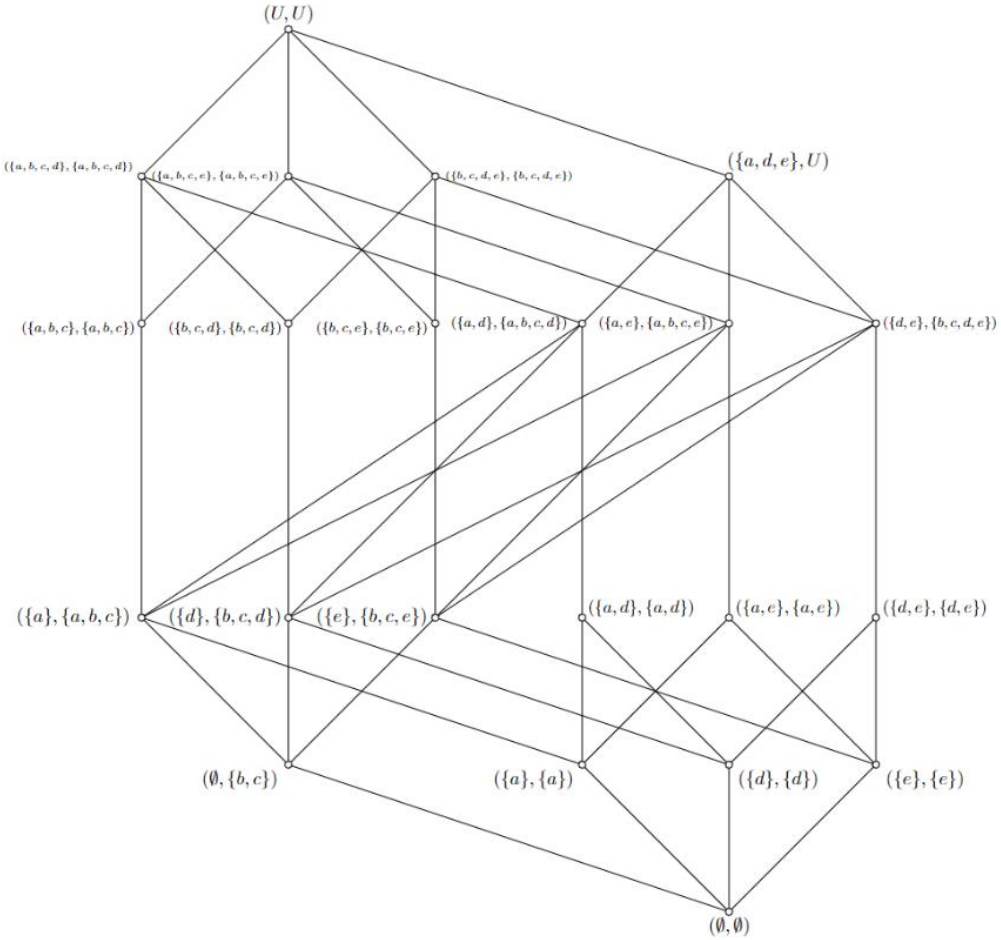



**2. ábra: az 1. példához tartozó optimista durva halmazok hálója**

***Tétel 1.*** Legyenek $P_1, P_2, \dots, P_n$ ekvivalenciarelációk, amelyek teljesítik az alábbi feltételt:
$(\$)$ $|(\bigcap_{i=1}^{n} P_i)(x)| = 1 \Rightarrow |P_1(x)| = 1$ vagy $|P_2(x)| = 1$ vagy … vagy $|P_n(x)| = 1$.
Ekkor $\mathcal{RS}(\sum P_i)$ egy teljes háló.

*Megjegyzés: Könnyen belátható, hogy a* $(\star)$ *feltételből következik a* $(\$)$ *feltétel. A tételt [14]-ben bizonyítottuk.*

***Példa 2.*** Legyen $U = \{a, b, c, d, e\}$ és legyenek $P_1, P_2$ és $P_3$ ekvivalenciarelációk az $U$ alaphalmazon úgy, hogy $U/P_1 = \{\{a, b, c\}, \{d, e\}\}$, $U/P_2 = \{\{a\}, \{b, c, d\}, \{e\}\}$ és $U/P_3 = \{\{a\}, \{d\}, \{b, c, e\}\}$. Vegyük észre, hogy ezek az ekvivalenciák teljesítik a $(\$)$ feltételt, de nem teljesítik a $(\star)$ feltételt. A 3. ábrán látható $\mathcal{RS}(P_1 + P_2 + P_3)$ Hasse-diagramja, amely egy teljes hálót ábrázol [14].




**3. ábra: a 2. példához tartozó optimista durva halmazok hálója**

A $(\star)$ feltételre és a disztributivitásra vonatkozóan az alábbi tételt jelenthetjük ki:

***Tétel 2.*** Az alábbi állítások ekvivalensek:

(i) $\mathcal{P}(U)_{\sum P_i}$ és $\mathcal{P}(U)^{\sum P_i}$ disztributívak;
(ii) $P_1, P_2, \dots, P_n$ teljesítik a $(\star)$ feltételt;
(iii) $\mathcal{P}(U)_{\sum P_i}$ és $\mathcal{P}(U)^{\sum P_i}$ teljesen disztributívak;
(iv) $\mathcal{P}(U)_{\sum P_i}$ és $\mathcal{P}(U)^{\sum P_i}$ atomisztikus Boole-hálók;
(v) $\mathcal{P}(U)_{\sum P_i}$ és $\mathcal{P}(U)^{\sum P_i}$ ún. Alexandroff-topológiát alkotnak;
(vi) $\mathcal{RS}(\sum P_i)$ egy teljesen disztributív reguláris dupla Stone-háló.

A tételben szereplő állítások egy része [6] általánosításából adódik, a tételt [14]-ben bizonyítottuk.

## 5. Pesszimista multigranuláris durva halmazok rendezési struktúrái

Az $U$ alaphalmaznak $\mathcal{C} \subseteq \mathcal{P}(U)$ egy *lefedése*, ha $\bigcup \mathcal{C} = U$. Ha bármely $X \in \mathcal{C}$ esetén $\mathcal{C} \setminus \{X\}$ már nem lefedése $U$-nak, akkor azt mondjuk, hogy $\mathcal{C}$ egy *irredundáns lefedés*. A [7] publikációban bebizonyították, hogy ha $\varrho$ egy toleranciareláció, akkor a rajta értelmezett durva halmazok akkor és csak akkor alkotnak teljesen disztributív hálót, ha $\varrho$ az $U$ alaphalmaz egy irredundáns lefedése által létrehozott tolerancia. Azt is megmutatták, hogy $\varrho$ akkor és csak akkor egy irredundáns lefedés által létrehozott tolerancia, ha bármely $(a, b) \in \varrho$ esetén létezik

$\varrho$-nak olyan $B_{a,b}$ blokkja és létezik olyan $c \in U$, amelyre $B_{a,b} = \varrho(c)$. Ismert továbbá, hogy $\varrho = \bigcup\{ B^2 \mid B \text{ a } \varrho \text{ egy blokkja} \}$. Ezek alapján a pesszimista durva halmazokra a következő állítást fogalmazhatjuk meg [14]:

***Állítás 4.*** Legyenek $P_1, P_2, \dots, P_n$ ekvivalenciarelációk az $U$ alaphalmazon. A következő két állítás ekkor ekvivalens:

(i) $\bigcup_{i=1}^{n} P_i$ egy irredundáns lefedés által létrehozott tolerancia;

(ii) Léteznek olyan $c_j \in U$ elemek ($j \in J, J \neq \emptyset$), hogy $\bigcup_{i=1}^{n} P_i = \bigcup_{j \in J} \left[ \left( \bigcup_{i=1}^{n} P_i \right)(c_j) \right]^2$.

Itt fontos megjegyeznünk, hogy ha a fenti feltételek teljesülnek, akkor $\mathcal{RS}(\bigcup P_i)$ egy teljesen disztributív háló. Tekintsük most a korábban említett $(\star)$ feltétel duálisát:

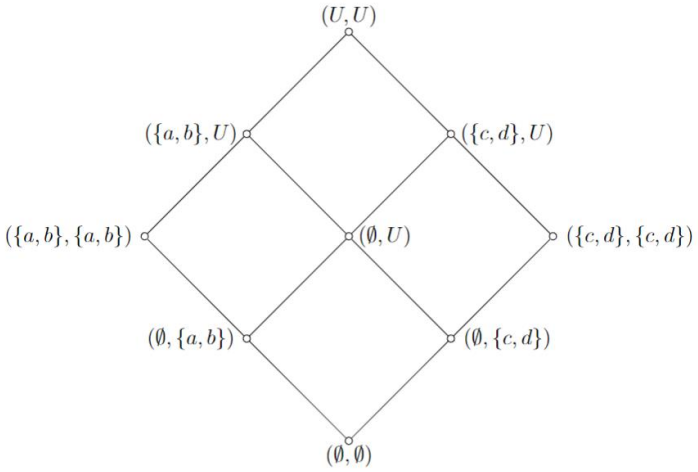
$(\star)^d$ Minden $x \in U$ esetén létezik $k_x \in \{1, 2, \dots, n\}$ úgy, hogy $P_i(x) \subseteq P_{k_x}(x)$ teljesül minden $i \in \{1, 2, \dots, n\}$-re.

A $(\star)^d$ feltétel szintén a koherencia fogalmával ekvivalens $n = 2$ esetén. A következő állítás szintén [14]-ben található:

***Állítás 5.*** Ha $P_1, P_2, \dots, P_n$ a $(\star)^d$ feltételt teljesítő ekvivalenciarelációk az $U$ alaphalmazon, akkor $\bigcup P_i$ egy ekvivalenciareláció.

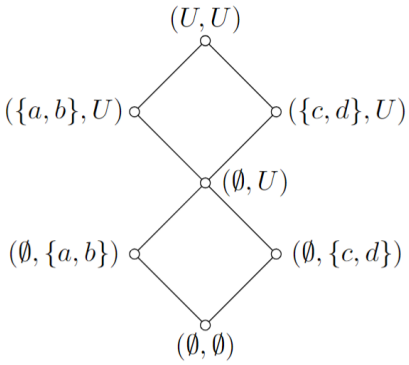
A fenti állítás triviális következménye, hogy a $(\star)^d$ feltétel teljesülése esetén $\mathcal{RS}(\bigcup P_i)$ egy teljesen disztributív reguláris dupla Stone-háló.

***Példa 3.*** Legyen $U = \{a, b, c, d\}$ és legyenek $P_1, P_2$ és $P_3$ ekvivalenciarelációk az $U$ alaphalmazon úgy, hogy $U/P_1 = \{\{a, b\}, \{c\}, \{d\}\}$, $U/P_2 = \{\{a\}, \{b\}, \{c, d\}\}$ és $U/P_3 = \{\{a, b\}, \{c, d\}\}$. Vegyük észre, hogy ezek az ekvivalenciák teljesítik a $(\star)^d$ feltételt. A 4. ábra szemlélteti $\mathcal{RS}(P_1 \cup P_2 \cup P_3)$ Hasse-diagramját [14].




**4. ábra: a 3. példához tartozó pesszimista durva halmazok hálója**

***Példa 4.*** Legyen $U = \{a, b, c, d, e\}$ és legyenek $P_1, P_2$ és $P_3$ ekvivalenciarelációk az $U$ alaphalmazon úgy, hogy $U/P_1 = \{\{a, b, c\}, \{d, e\}\}$, $U/P_2 = \{\{a\}, \{b, c, d\}, \{e\}\}$ és $U/P_3 = \{\{a\}, \{d\}, \{b, c, e\}\}$. Vegyük észre, hogy ezek az ekvivalenciák nem teljesítik a $(\star)^d$ feltételt, de az Állítás 4-ben található (ii) feltételt igen. Az 5. ábrán láthatjuk $\mathcal{RS}(P_1 \cup P_2 \cup P_3)$ Hasse-diagramját [14].




**5. ábra: a 4. példához tartozó pesszimista durva halmazok hálója [14]**

## 6. Konklúzió

Bár a multigranuláris durva halmazokról nem mondható el általánosan sem az optimista, sem a pesszimista megközelítésben, hogy hálót alkotnak, mégis meg tudunk adni olyan feltételeket, ahol ez teljesül – sőt mi több, akár teljesen disztributív hálót is kaphatunk, amely a hagyományos durva halmazok hálójához hasonló struktúrával rendelkezik. Ebben a közleményben bemutattam ezeket a feltételeket és a kapcsolódó állításokat, amelyek részletes jellemzése bizonyításokkal együtt megtalálható [14]-ben. Az állítások és feltételek egy része a [6] cikkben található eredmények általánosítása, ahol a szerzők két ekvivalenciareláció esetén vizsgálták a multigranuláris durva halmazok rendezési struktúráit. A jövőre nézve tervezem a multigranuláris durva halmazok alkalmazási lehetőségeinek alaposabb vizsgálatát, amely jelentheti akár egy új alkalmazási lehetőség kifejlesztését vagy egy meglévő durva halmaz alkalmazás továbbfejlesztését a multigranuláris modell segítségével.

## Köszönetnyilvánítás

AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTÉRIUM ÚNKP-21-3 KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.






A szerző szeretné megköszönni továbbá Dr. Veres Laurának alapos lektori hozzájárulását és hasznos meglátásait, észrevételeit.

## Irodalomjegyzék

[1.] Pawlak, Z.: Rough sets, International Journal of Computer and Information Sciences 11, 1982. pp. 341–356.
[2.] Yao, Y.Y.: Generalized rough set models, In L. Polkowski, A. Skowron (szerk.), Rough Sets in Knowledge Discovery, Physica-Verlag, Heidelberg, 1998. pp. 286–318.
[3.] Järvinen, J., Kovács, L., Radeleczki, S.: Rough sets defined by multiple relations, In T. Mihálydeák et al. (szerk.), International Joint Conference on Rough Sets, Lecture Notes in Computer Science 11499, 2019. pp. 40–51.
[4.] Järvinen, J., Pagliani, P., Radeleczki, S.: Information completeness in Nelson algebras of rough sets induced by quasiorders, Studia Logica, 101:5, 2013. pp. 1073–1092.

[5.] Järvinen, J., Radeleczki, S., Veres, L.: Rough Sets Determined by Quasiorders, Order, 26, 2009. pp. 337–355.
[6.] Järvinen, J., Radeleczki, S.: The structure of multigranular rough sets, Fundamenta Informaticae, 176:1, 2020. pp. 17–41.
[7.] Järvinen, J., Radeleczki, S.: Rough sets determined by tolerances, International Journal of Approximate Reasoning, 55:6, 2014. pp. 1419–1438.
[8.] Qian, J., Liang, J., Yao, Y., Dang, C.: MGRS: A multi-granulation rough set, Information Sciences, 180:6, 2010. pp. 949–970.
[9.] She, Y., He, X.: On the structure of the multigranulation rough set model, Knowledge-Based Systems, 36, 2012. pp. 81–92.
[10.] Iwiński, T.B.: Algebraic approach to rough sets, Bulletin of Polish Academy of Sciences, Mathematics, 35, 1987. pp. 673–683.
[11.] Tripathy, B., Nagaraju, M.: On some topological properties of pessimistric multigranular rough sets, International Journal of Intelligent Systems and Applications, 4, 2012. pp. 10–17.
[12.] Tripathy, B., Raghavan, R.: On some topological properties of multigranular rough sets, Journal of Advances in Applied Science Research, 2, 2011. pp. 536–543.
[13.] Xu, W., Wang, Q., Zhang, X.: Multi-granulation rough sets based on tolerance relations, Soft Computing, 17, 2013. pp. 1241–1252.
[14.] Gégény, D., Kovács, L., Radeleczki, S.: Lattices defined by multigranular rough sets (submitted 2022)
[15.] Qian, Y., Zhang, H., Sang, Y., Liang, J.: Multi-granulation decision-theoretic rough sets, International Journal of Approximate Reasoning, 55, 2014. pp. 225–237.
[16.] Schreider, J. A.: Equality, Resemblance and Order. Moscow, Mir Publishers, 1975.
[17.] Tripathy, B., Bhambhani, U.: Properties of multigranular rough sets on fuzzy approximation spaces and their application to rainfall prediction, International Journal of Intelligent Systems and Applications, 10, 2018. pp. 76–90.

**Lektorálta:** Dr. Veres Laura, egyetemi docens, Miskolci Egyetem

# STATE SPACE REDUCTION FOR AUTOMATED SCHEDULING PROBLEMS USING A GRAPH-BASED MODEL

**László Kálmán Trautsch**
*Budapest University of Technology and Economics, Department of Automation and Applied Informatics, MSc Student, trautschlaci@gmail.com*

**Szilvia Erdős**
*Budapest University of Technology and Economics, Department of Automation and Applied Informatics, PhD Student, erdos.szilvia@aut.bme.hu*

**Abstract**
Automated scheduling is a topic that has been researched for decades and is still challenging today. For each task, sharply different requirements and subproblems emerge, where even small input changes increase the state space of the problem exponentially. Scheduling problems are often proven to be NP-complete, and therefore methods based on various heuristics and artificial intelligence yield success within a reasonable timeframe.
We present a graph-based method for reducing the state space of scheduling problems. The method uses its own modelling to represent the problems and to specify various constraints with different levels of strictness. Hard constraints are used to reduce the state space of a problem, thus excluding states that are contradictory and do not comply with the requirements. For soft constraints, a penalty score can be defined to specify their significance. Our method calculates the minimum and maximum penalty score achievable in the reduced state space.
Different entities of a scheduling task are represented by the vertices of a graph. The various kinds of connections and relations between the entities can be represented by edges or vertices, based on the actual problem. The hard and soft constraints are defined as local rules regarding single vertices and the edges running from them into different groups of vertices. Based on these rules, unfeasible connections and entities can be eliminated, scores can be calculated, and contradictory states can be discovered. By this method, state space reduction and score calculation can be performed in an iterative and effective manner, and only those rules need to be evaluated which had a relevant operation in the neighbouring vertices.
The reduced state space can be used as a base for various heuristics and solving algorithms, or our method can be applied continuously while other algorithms are being used. This way, schedules that do not comply with hard constraints or receive too high penalty score can be excluded entirely, and any inconsistencies in the input data can be detected in an initial phase. Thus, the search for the best solution needs to be performed only in these filtered states, instead of all the possible ones. The minimum and maximum achievable penalty score also provide useful information for other algorithms.
Our method is evaluated based on an actual problem of final exam scheduling for a heterogeneous group consisting of 100 students of Budapest University of Technology and Economics. Final exam scheduling is a subtopic of scheduling problems, in which many special requirements and huge possible state spaces need to be managed.
The results show that our method can work with all the hard and soft constraints when handling a problem of such complexity and can reduce the state space significantly. Our implementation also found contradictions in the combination of the initial input data and constraints. The presented method can be improved and used as a base for future algorithms solving any kind of scheduling problems.

***Keywords**: final exam scheduling, scheduling, operations research, state space, graph-based model*

## 1. Introduction

Scheduling is a highly researched topic in the literature, but no general solution has been developed for its specific subtopics, as the term can be used to describe a wide variety of different problems, from which many are NP-complete. The goal of the scheduling tasks is to associate different entities with each other according to the given requirements and to find the best possible of the different valid schedules.
Different tasks can have many completely different requirements and formalising them can be a challenge in itself. There may be several acceptable schedules, but many of these are suboptimal. Therefore, in addition to hard requirements, soft requirements may also be specified that use penalty scores to indicate how suboptimal a schedule is. These requirements can even be contradictory. The aim is to find a valid schedule with the lowest possible penalty score. The problem is made more difficult by the fact that even for a small number of entities, there are numerous different possible schedules, so the state space is vast, and the complexity of the task is great.
This paper seeks a solution to manage the diverse requirements and to reduce the size of the state space of scheduling problems. A graph-based method and a model are proposed to formalize the various requirements and to reduce the state space based on them.
The concept of our method is to represent in an efficient way which associations are possible based on the requirements and data, and which states can be excluded completely. The possible assignments can be modified continuously, using various algorithms to narrow down the space of them. Furthermore, the method provides an option for calculating penalty scores, which are used to estimate the minimal and maximal achievable optimality for the valid states. The reduced state space and the estimated penalty score can be used as a basis for other heuristics and solving algorithms, or the method can be even used continuously while they are running, ensuring that the schedule is always consistent with the hard requirements. It is also possible to detect at an initial stage, if there is a discrepancy in the requirements and no schedule can be produced based on them.
For the case study and examples presented in the paper an actual problem of final exam scheduling was used. Final exam scheduling is a type of scheduling problem where several special, often difficult to formalise requirements need to be considered in order to schedule students and instructors for exams. Such requirements include, for example, ensuring continuity and parallelism between different sections, and managing the workloads, availabilities, and appropriate length of sections. Instructors should be assigned to exams on a continuous basis where possible, and it needs to be ensured that each role is filled by instructors who are allowed to perform that role according to the requirements. Each exam can be of different lengths, which increases the number of possible schedules immensely. In many cases, the different requirements may even conflict with each other.
The organisation of this paper is as follows. Section 2 provides an overview of the relevant research on the problem. Section 3 presents our graph-based method for reducing the state space of scheduling problems. Section 4 shows how the method was evaluated using a real-world dataset of a final exam scheduling problem. Section 5 provides concluding remarks and future plans.

## 2. Related Work

Scheduling is a topic that has been researched for many years, as it can be used to formulate a number of problems. It includes the scheduling of employees, the preparation of timetables, or even the proper allocation of resources. The diversity of the topic is reflected in the fact that several summary articles are produced on the subject, typically specialising in a single category. Chaudhry and Khan wrote a paper on summarizing scheduling for job shop problems [1], Pillay on automatic timetabling [2], while Vijindra on cloud-based systems [3]. The requirements are extremely diverse [4], and the topic is still challenging to this day, as most of the problems are proven to be NP-complete [5].

A large area of the research is about timetable-type scheduling, which is divided into three different subtypes of problems [6]. These are School Timetabling, which is the creation of timetables for primary or secondary schools, Course Timetabling, which is the scheduling of courses in higher education, and Examination Timetabling, which is the scheduling of examinations in higher education.

Since many completely different final exam scheduling problems can be formulated, the algorithms used to solve them may differ significantly and cannot be used for other problems. The problems studied by Erdős are the closest to the task used in this paper for the case study. In her paper (2019) [7], she used an algorithm based on the Hungarian method to solve a final exam scheduling problem with simplified requirements. In 2020 [8], she explained the difficulties of handling the time requirements of the complete problem in integer programming based automatic scheduling. In that case the state space grew to an unmanageable size, and even with several weeks of runtime, it was not possible to produce a schedule that met the hard requirements.

Nurse rostering is also a popular topic, which is similar to final exam rostering. The aim is to find an optimal way to assign nurses to shifts based on a set of hard and soft constraints. Many competitions [9], [10] have been held related to this problem and many public data sets are available [11]. Several different approaches were used for solving nurse rostering problems, including an IP-based solution by Aickelin and White (2004) [12], a genetic algorithm by the same authors (2004) [13], while Nenad, Kamenko and Bugarski used neural networks (2017) [14].

Graph-based approaches have also been used as a representation of scheduling problems, such as by Cheng, Gen and Tsujimura (1996) [15], or Wang, Fan, Zhang and Wan (2014) [16]. However, in these cases, the graph is not used to construct algorithms.

In their paper [17] from 2002, Varela and Soto present a state space reduction algorithm for the job-shop scheduling problem. However, that is a specific subproblem of scheduling which does not include soft constraints, thus their solution cannot handle the many requirements of other different subtopics.

## 3. The Proposed Graph-Based Method

### *3.1 The basic elements of the model*

The proposed model is based on an undirected, simple graph. The vertices of the graph represent the different entities of the scheduling problem. The vertices are connected to other vertices if it is possible that they are related in some way. Arbitrary relationships can be modelled in this way, for example different association possibilities, or even if some entities can be classified into certain types.

In the default state of the graph, all vertices are connected to all other vertices, all associations are allowed, and thus the complete state space is represented. Algorithms are used to modify this initial graph, deleting edges or vertices that are contradictory to the given hard

requirements. The aim is to use efficient algorithms that delete as many invalid associations as possible after performing the minimum number of inspection steps, and thus reduce the state space.
For handling the soft requirements, minimum and maximum penalty score can be set for each vertex. Algorithms can increase the minimum and decrease the maximum penalty scores based on given rules, giving an increasingly better estimate for the actual achievable penalty scores. The minimum and maximum penalty score of the whole graph can also be calculated from the penalty scores of the vertices.
To be able to easily define effectively evaluable requirements for multiple vertices at the same time, the relations between them can be modelled as new vertices of the graph. If for instance, a relationship between two vertices is to be defined, the edge between them can be replaced by a new vertex, which is connected to the other two vertices, as shown in Figure 1.

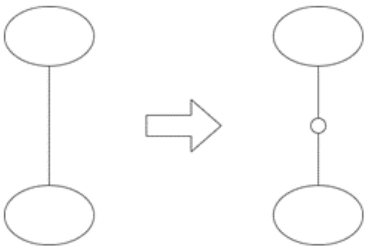


**Figure 1: A vertex representing a relationship**
Source: own image

The vertices representing such relationships can also be associated with each other, and this new relationship can also be represented by a vertex. Thus, vertices can be specified in the model for arbitrary relations and can be used to easily define requirements that are evaluable with low computational effort. The disadvantage of this method is that more vertices and edges must be used in the graph. However, the evaluation of the requirements will be much faster and more information about the states can be kept, allowing further reduction of the state space.
Figure 2 shows how a relationship between three vertices can be modelled by a vertex. The relationships between each possible pair of vertices are modelled by new vertices, and a fourth new vertex is added, which is connected to each of the three newly modelled vertices.

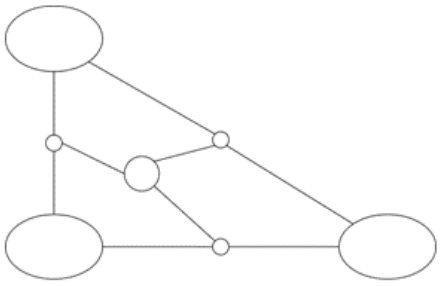


**Figure 2: A vertex representing a relationship between three vertices**
Source: own image

Similarly as before, the connection of any number of vertices could be modelled using vertices. However, with a higher number of vertices this would be too complex and would require the addition of many new vertices and edges. Therefore, in cases where requirements need to be formulated for many vertices at the same time, sets of vertices can be merged with each other using Cartesian product, and thus new vertices representing merged entities can be created and used in the graph instead of the original ones.

*3.2 Operations and rules*

The graph represents the possible entities and their possible associations. Thus, the most important operations are the deletion of vertices and edges. By performing these, a record can be kept of whether an association cannot be made, or an entity cannot be used for the schedule. In addition, there are some associations and entities that are certain to be part of the finished schedule. It is therefore possible to select certain vertices or edges in the model, and this selection is also regarded as an operation. If an edge is selected from a vertex, this means that if the vertex is included in the finished schedule, it must be associated with the vertex on the other side of the edge. Only selected edges and vertices can remain in the graph of a fully completed schedule.
The following basic rules apply to operations:

- When a vertex is deleted, all edges running from it should also be deleted.
- Deleting a selected vertex will result in an inconsistent state, meaning that a valid schedule cannot be created based on the given requirements and data.
- If a vertex is selected, then all vertices on the other side of its selected edges should also be selected, and the edges should also be selected from those vertices.
- If an edge that has already been deleted were to be selected, a contradictory state would be obtained, so a valid schedule cannot be created.
- If an edge selected from a vertex is deleted, then the vertex should also be deleted.
- If an edge is selected from a selected vertex, the vertex on the other side of the edge should also be selected.
- If an edge that has already been deleted were to be selected from a vertex, the vertex should be deleted.

Each vertex can be classified into different types, and rules can be defined at the level of these. The formulated rules apply separately to each element of the given type. A vertex may belong to more than one type at the same time, in which case the rules for all its types must be fulfilled. Violation of rules at vertices may result in the execution of operations. These operations lead to further evaluations, which may also lead to further operations. Thus, the effect of an operation can propagate throughout the graph, creating new operations which always require only local rule evaluations.
There are several types of rules that can be applied by the method. The most important and most generally usable rules are regarding the number of outgoing edges from the vertices of a given type towards the vertices of other types. From a vertex the minimum and maximum number of edges that are allowed to run to other vertices of a stated type can be specified. It can also be specified how much penalty score should be given below or above a certain number of edges.
The rules based on the number of edges can be expressed in the following form: "{Minimum Edge Number Requirements} ; {Maximum Edge Number Requirements}". If there are no minimum or no maximum edge number requirements, that part should be left blank. In each part, the edge number requirements are listed, and it is specified whether to delete the vertex or just to add the given penalty score in case of less/more edges. "{Edge Number}:DEL" is used to indicate when a deletion is to be made, and "{Edge Number}:{Score}p" is used to indicate when the specified penalty score is to be applied for violating that part of the rule.
Figure 3 shows an example for a rule based on the number of edges. The rule specifies that a student must be scheduled to a minimum and a maximum of one block, which means that to exactly one block. The number of exams within a block can vary. There must be a minimum of 2 students assigned per block, and less than 3 assigned to a block will result in 40 penalty score. More than 5 students assigned to a block will also result in 40 penalty score, and there must be a maximum of 6 students assigned per block

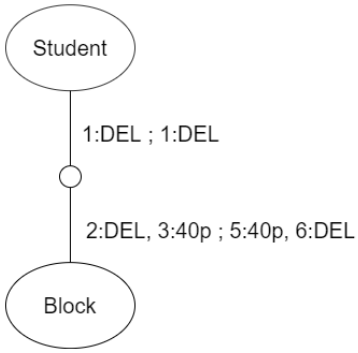



**Figure 3: An example rule based on the number of edges**
Source: own image

If the number of edges running out of the vertex into the specified type of vertices is the minimum number specified in the rule, then all of them can be selected from the vertex, if less than the minimum, then the vertex should be deleted. If as many edges are selected from those edges as are specified as maximum in the rule, then all further such edges should be deleted, if more than the maximum, then the vertex should be deleted.
Based on the total number of edges and the number of selected edges running from a vertex into vertices of the given type, the minimum and maximum penalty scores given by the rule can be determined. The minimum/maximum penalty score of a vertex is the sum of the base minimum/maximum penalty score of the vertex and the minimum/maximum penalty scores generated by each rule for the vertex. The minimum penalty score of the whole graph is the sum of the minimum penalty scores of the selected vertices, and the maximum is the sum of the maximum penalty scores of all vertices.
Figure 4 shows an example arrangement of vertices. The edges marked with red colour are selected edges. Based on the rule shown in Figure 3 we can conclude the following for the blocks: “block1” has more than 2 edges and less than 6 selected edges running into students, so no operation can be executed based on that requirement. It has no less than 3 edges or more than 5 selected edges, so no penalty score should be given. “block2” has exactly two edges running into students, so based on the rule, both of those edges should be selected from the block. It also has less than 3 edges, so 40 penalty score should be given. No further conclusion can be reached for “block2” as it does not have more than 5 or more than 6 selected edges.

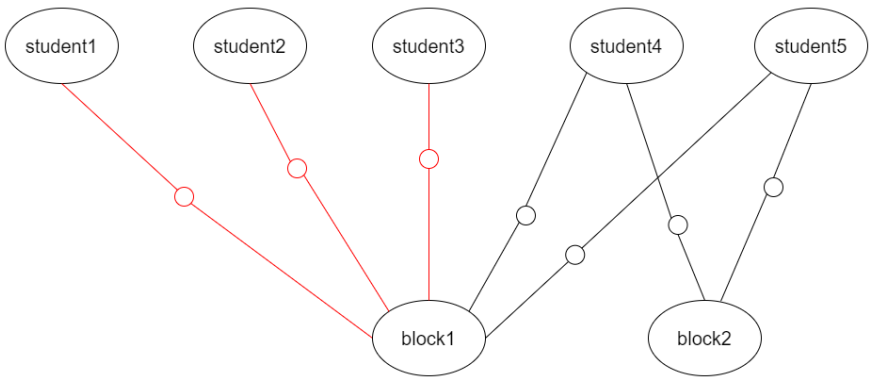



**Figure 4: An example arrangement of vertices representing students and blocks**
Source: own image

An important property of all types of rules is that after performing operations, it is possible to know exactly which rules to evaluate at which relevant vertices, and each of these evaluations

has low computational complexity. This avoids a lot of unnecessary computation, since the whole graph does not need to be examined all the time.
A further property is that the results of the rule evaluations do not depend on the order of the operations that has been performed, but only on the current state of the graph, thus ensuring that results are always correct and identical, regardless of the order in which the input data was read. Thus, there is even no need to have a complete graph as the initial state, the data can be used to construct a graph representing a reduced state space from the beginning, on which the requirements can be evaluated and the operations to be performed can be determined. This can further speed up the algorithm, as it is not necessary to initially work on a complete graph with many edges and vertices.
Another important property of the rules is that they support some dynamic changes in the parameters. Vertices can be easily deleted or selected while the algorithms are running, and all relevant rules are evaluated in the same way as if the data had been entered initially. It can be modelled, for example, if an entity becomes inaccessible, without having to start the process from scratch. Adding new entities is harder to do while the algorithms are running, as it requires recursively reconstructing all the associated deleted vertices and edges. But the rules can also be tightened dynamically, as this only entails a new evaluation of them, after which operations can be performed as described previously.

### *3.3 The process of state space reduction*

The basic process of the state space reduction method for scheduling tasks is as follows: Types are defined, and the requirements of the problem are formulated at the level of the types, for the vertices that belong to the corresponding type. Then, a complete graph is constructed from the vertices representing the entities of the problem. The vertices are classified into the types, and the rules are applied to them based on their type. The available input data is then entered into the graph in sequence, which is done by performing operations on the graph. Each operation results in an evaluation of the rules, which may lead to other operations or to updates of penalty scores. Once all the data have been entered, a reduced state space is obtained from which all possible associations that clearly contradict the defined criteria have been deleted, and an estimate of the penalty score for each vertex and the entire graph is also obtained.
After the input data has been entered and the corresponding operations have been performed, further algorithms can be performed on the graph representing the reduced state space. Algorithms may be defined to search for operations that can be performed, to decide the validity of a state, to estimate the penalty score more accurately, or even to finish the entire scheduling task using heuristics.
The graph provides a way to try out certain operations and see how they would change the state space, as all the rules are automatically evaluated after each operation. If for instance, a contradictory state is reached, so that a selected vertex gets deleted, it can be concluded that the tried operation should not be performed on the graph. In addition, other information can be extracted from the trials and be used to perform operations on the restored original state.
A trial can mean selecting or deleting an unselected vertex. Only selected vertices remain in a finished schedule, so any unselected vertices must either be selected or deleted for finishing a schedule. This allows us to determine the following with a trial:

- If a trial leads to an inconsistent state, the opposite operation to the trial operation can be performed on the original state.
- If performing both opposite operations leads to a contradictory state, then the original state is also contradictory.
- If the performance of both opposite operations entails certain other operations, then these can be performed on the original state.

- If the operation being tried was a deletion, and this entailed deletion of vertices from which an edge runs into the vertex initially deleted in the trial, then in the original state, the edge running into the vertex deleted in the trial can be selected from these vertices.

Trials can also be used to get more accurate estimates of penalty scores, and the minimum and maximum number of edges running from each vertex can be altered.

## 4. Case Study

A C++ implementation was created to test the state space reduction method presented in the paper. In addition to the basic rules, the program also used 1 depth trials.
The dataset used for testing contained information about an actual problem of final exam scheduling for a heterogeneous group consisting of 100 students of Budapest University of Technology and Economics, Department of Automation and Applied Informatics. The final examination is described in the University's Study and Examination Regulations [18] and its Faculty Supplement [19]. Erdős and Kővári on their GitHub page [20] explain in detail the simplified requirements for this final exam scheduling problem and assign penalty scores to each soft constraint.
These penalty scores and requirements were used in the model. Furthermore, the problem of creating a complete final exam schedule also includes dealing with parallel sections, heterogeneous student groups and sub-optimal instructor-course pairings. For these, penalty scores were allocated intuitively based on the requirements and the methodologies used in practice, from which some scores were allocated exponentially, ensuring that states that are further and further away from optimal are penalised increasingly.
The timeframe of the scheduling problem was divided into 5-minute intervals and the scheduling had to be done based on these slots. 84 instructors needed to be assigned to the exams, with 3-6 instructors per exam. Each of the 100 students belonged to one of two different majors and two different degree levels.
All the hard and soft constraints could be represented with the proposed model. The program applied the constraints continuously while reading the input data, for a faster execution.
The tests were run on a computer with an i5 @ 3.30 GHz processor and 16GB of RAM. The execution time of the basic state space reduction was 192 seconds, which included the reading of the input data. The 1-depth trial lasted 12 hours, as it examines the impact on the state space of all the possible operations at each vertex. The program used up to 1273 MB of memory during its run and an average of about 1100 MB. It could perform 39.4 vertex trials and 2786561 graph operations (selection/deletion) in one second.
The best measure for the size of the state space is the number of vertices, since vertices represent the different possible entities and their possible relations. For a given problem, the possible total number of vertices, which is the total size of the state space, can be calculated from the given types, their relationships, and the number of entities in the types. The number of vertices remaining after various state space reduction steps can be compared to this, and thus the extent to which the state space has been reduced can be examined.

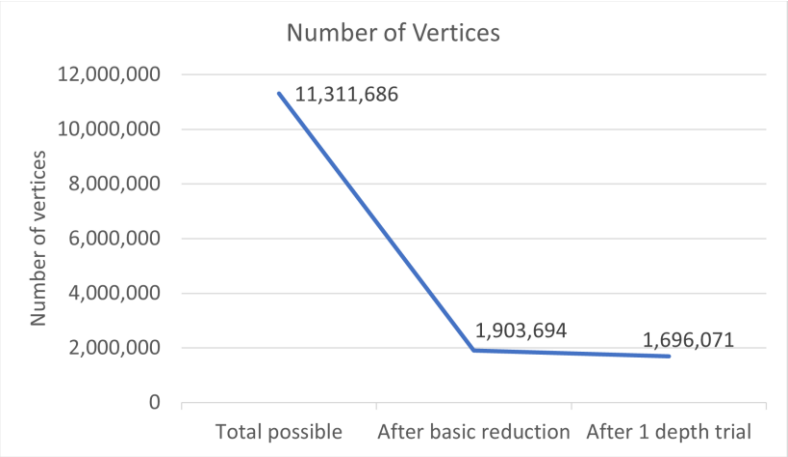



**Figure 5: The change in the number of vertices of the graph**
Source: own image

Figure 5 shows the decrease in the number of vertices during the execution of the program. It can be seen that the initial state space reduction decreased the number of vertices significantly, by 83.17 percent compared to the total possible number. The 1 depth trial was also able to further reduce the state space, but this was only an additional 10.9 percent reduction.
The program also calculated a minimum and maximum penalty score for the graph, shown in Figure 6. An increase in the minimum means that it is getting closer and closer to the expected optimal result, and a decrease in the maximum means that the completely invalid schedules are getting eliminated. The 1 depth trial yielded good results for the minimum penalty score but was not able to make any significant changes for the maximum score. However, the minimum penalty score is the most important one, as it indicates if certain soft requirements cannot be met with the data provided. In this case, there were 5 supervisors who were certainly unable to take the exam of their students due to their availability given. The remaining penalty score was caused by a discrepancy in the workload of the instructors.

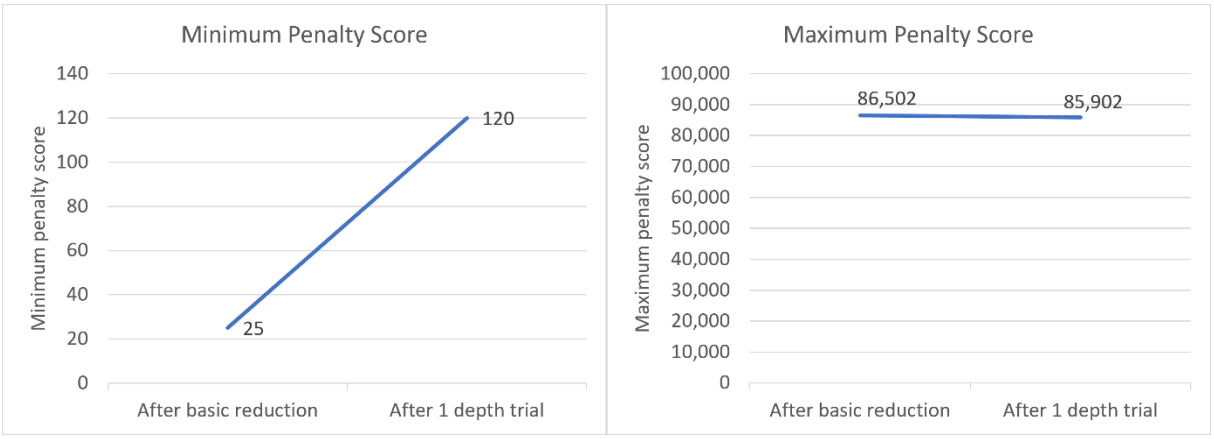



**Figure 6: The change in the penalty score of the graph**
Source: own image

The program was also able to detect a contradiction in the input data. One instructor belonged to a different major than one of his courses, thus he could never sit the exams for that course. This was corrected and the results obtained on the correct data were presented in this section.

## 5. Conclusions and Future Work

A novel graph-based method was presented for reducing the state space of scheduling tasks. The reduced state space can be used as a basis for other heuristics and solving algorithms. The contradictory states excluded by the method do not need to be considered at all during the scheduling process, nor can a schedule be generated that contradicts the hard constraints specified. In addition, penalty scores may be used to detect valid but suboptimal schedules. All this can also be used to detect if there is a discrepancy in the input data or requirements from which a valid schedule cannot be created.
Various operations and their rules were developed for the graph to obtain the reduced state space after data input. Furthermore, an additional state space reduction algorithm was defined for executing trials on different possible operations.
The performance of the method was tested on the actual problem of final exam scheduling using a test program. The program was able to reduce the state space significantly as well as detect inconsistencies in the input data and requirements.
In the future, the method can be extended to handle even more types of requirements so that it may be used for any kind of scheduling task. In addition, it is possible to define more algorithms to further narrow down the state space, or even to completely construct the schedule using heuristics or other methods. These algorithms also include several optimisation possibilities for solving a given problem as efficiently as possible.

## Acknowledgments

The work presented in this paper has been carried out in the frame of project no. 2019-1.1.1-PIACI-KFI-2019-00263, which has been implemented with the support provided from the National Research, Development and Innovation Fund of Hungary, financed under the 2019-1.1. funding scheme.

## Bibliography

[1.] Chaudhry and A. A. Khan: A research survey: review of flexible job shop scheduling techniques. In International Transactions in Operational Research. 2016. pp. 551-591.
[2.] N. Pillay: A survey of school timetabling research. In Annals of Operations Research. 2014. pp. 261-293.
[3.] Vijindra and S. Shenai: Survey on Scheduling Issues in Cloud Computing. In Procedia Engineering. 2012. pp. 2881-2888.
[4.] S. S. Panwalkar and W. Iskander: A survey of scheduling rules. In Operations Research, vol. 25, no. 1. 1977. pp. 45-61.
[5.] J. Lenstra, A. Rinnooy Kan, and P. Brucker: Complexity of machine scheduling problems. In Studies in Integer Programming (P. Hammer, E. Johnson, B. Korte, and G. Nemhauser, eds.), vol. 1 of Annals of Discrete Mathematics. Elsevier. 1977. pp. 343–362.
[6.] C. Stichting, M. Centrum, and A. Schaerf: A survey of automated timetabling. In Artificial Intelligence Review, vol. 13, 01. 1996
[7.] S. Erdos: Algorithm based on hungarian method for final exam scheduling. In Proceedings of the Automation and Applied Computer Science Workshop. 2019. pp. 81-89.
[8.] S. Erdos: The problems of handling time inip-based automatic scheduling. In Proceedings of the Automation and Applied Computer Science Workshop. 2020. pp. 107-116.
[9.] S. Haspeslagh, P. De Causmaecker, A. Schaerf and M. Stølevik: The first international nurse rostering competition 2010. In Annals of Operations Research. 2010. pp. 221-236.

[10.] S. Ceschia, N. Dang, P. De Causmaecker, S. Haspeslagh and A. Schaerf: The Second International Nurse Rostering Competition. In Annals of Operations Research. 2015. pp. 171-186.
[11.] Nurse Rostering Benchmark Instances. Downloaded: http://www.schedulingbenchmarks.org/nrp/
[12.] U. Aickelin and P. White: Building Better Nurse Scheduling Algorithms. In Annals of Operations Research. 128. 2004. pp. 159-177.
[13.] U. Aickelin and K. A. Dowsland: An indirect Genetic Algorithm for a nursescheduling problem. In Computers & Operations Research. 31. 2004. pp. 761-778.
[14.] S. Nenad, I. Kamenko, V. Bugarski, J. M. and B. Lalic: Improving workforce scheduling using artificial neural networks model. In Advances in Production Engineering & Management. 12. 2017. pp. 337-352.
[15.] R. Cheng, M. Gen, and Y. Tsujimura: A tutorial survey of job-shop scheduling problems using genetic algorithms–i. representation. In Computers & Industrial Engineering, vol. 30, no. 4. 1996. pp. 983–997.
[16.] J. Wang, X. Fan, C. Zhang, and S. Wan: A graph-based ant colony optimization approach for integrated process planning and scheduling. In Chinese Journal of Chemical Engineering, vol. 22, no. 7. 2014. pp. 748–753.
[17.] R. Varela and E. Soto: Scheduling as heuristic search with state space reduction. In Proceedings of the 8th Ibero-American Conference on AI: Advances in Artificial Intelligence. Berlin, Heidelberg. 2002. pp. 815–824.
[18.] Rektori Kabinet Oktatási Igazgatóság: A szenátus x./10./2015-2016. (2016. vii. 11.) számú határozata a bme tanulmányi és vizsgaszabályzatáról. Downloaded: https://kth.bme.hu/document/2061/original/BME_TVSZ_2016/
[19.] L. Sujbert: Bme vik bsc szakdolgozat, záróvizsga, oklevél szabályzat a bme tanulmányi és vizsgaszabályzatába ágyazva. Downloaded: https://www.vik.bme.hu/document/1343/original/BSc-ZV-170607.pdf
[20.] S. Erdos and B. Kovari: Algorithms for final exam scheduling. Downloaded: https://github.com/BenceKovari/Schedule/blob/master/Fitness.md

**Lecturer:** Dr. Bence Kővári, Associate Professor, Budapest University of Technology and Economics, Department of Automation and Applied Informatics

# Körber Hungária Műszaki Szekció / Körber Hungária Technical Section

# A KISMÉRETŰ MŰANYAG FOGASKEREKEK MELEGEDÉSÉNEK SZÁMÍTÁSÁRA SZOLGÁLÓ MÓDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

**Marada Imre**
*Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet PhD hallgató, maradaimre@gmail.com*

**Absztrakt**
A kisméretű műanyag fogaskerekek esetében a melegedés pontos meghatározása sokkal fontosabb az egyszerűbb alkalmazási esetekben is, mint az acél fogaskerekeknél, mivel a műanyagoknál a melegedés alapvetően nagyobb probléma. Ezeket a fogaskerekeket gyakran alkalmazzák kenés nélkül, vagy csak egyszeri, élettartamra szóló kenéssel. A műanyagok szilárdsága és terhelhetősége pedig már olyan hőmérsékleteknél is jelentősen változhat, amelyek a mindennapi környezetben, például közvetlen napsugárzásnak kitett helyeken is előfordulhatnak. Fogaskerékhajtásoknál ez az alkatrészek tönkremenetele nélkül is jelentősen befolyásolhatja a hajtás viselkedését, magasabb hőmérsékleten nagyobb lesz a fogfelület deformációja, nagyobb mértékű lesz a kopás, ami pedig a kapcsolószám csökkenéséhez vezethet. A műanyag fogaskerekek tervezéséhez nem állnak rendelkezésre olyan alapos és részletesen kidolgozott szabványok, mint pl. a DIN 3990. A fogaskerekek üzem közbeni melegedését többféle módszerrel is lehet számítani. Európában a műanyag fogaskerekek tervezésének alapjául sokáig a VDI 2545 irányelv szolgált. Annak köszönhetően, hogy a VDI 2545 visszavonása után nem állt rendelkezésre más hasonló irányelv, a gyakorlatban egészen a VDI 2736 irányelv 2016-os megjelenéséig általában ezt használták, a mai napig fontosnak számít, mert a különböző melegedési esetekre még ma is gyakran a VDI 2545, ill. a módosított VDI 2545 számítási módszere alapján számítják a melegedést, holott ezek a módszerek bizonyítottan elavultak. Mivel a kutatásaim fő iránya a kisméretű műanyag fogaskerekekkel szerelt hajtások tervezési sajátosságainak feltárása, egy számítássorozattal igyekeztem előzetesen felmérni, hogy mekkora különbség van az elavult és a modernnek tekinthető számítási módszerekkel kapott eredmények között. Ebben a munkában összehasonlításra kerül a VDI 2545, a Licharz cég által módosított változat, illetve a VDI 2736 módszerrel kapott néhány eredmény. Emellett bemutatásra kerülnek más fontosabb ismert számítási módszerek alapvető jellemzői is.

***Kulcsszavak:*** *műanyag. fogaskerék, hőmérséklet*

## 1. Bevezetés

A műanyag fogaskerekek tervezéséhez nem állnak rendelkezésre olyan alapos és részletesen kidolgozott szabványok, mint pl. a DIN 3990. Gyakori módszer, hogy az ilyen fogaskerekeket valamelyik elterjedt, fém fogaskerekekhez készült szabvány alapján tervezik meg, egyszerűen csak a műanyagok szilárdsági tulajdonságait helyettesítve be a számításokban. Ez a módszer azonban nem kezeli azt a problémát, hogy a műanyagok szilárdsága jelentősen változhat az üzemi a környezeti hőmérséklet hatására. Ezt a jelenlegi, műanyag fogaskerekek tervezését segítő szabványok és irányelvek vagy számításos módszerrel, vagy kísérletek és számítások kombinációjával kezelik. Európában a műanyag fogaskerekek tervezésének alapjául sokáig a VDI 2545 irányelv szolgált. Ez az irányelv 1981-ben jelent meg, és 1996-ban vonták vissza. Mivel a visszavonása után nem állt rendelkezésre más hasonló irányelv, a gyakorlatban egészen a VDI 2736 irányelv 2016-os megjelenéséig általában ezt használták, a mai napig fontosnak számít. Ezért ebben a cikkben bemutatom azt a számítási módszert, amivel a VDI 2545 szerint

számítható a műanyag fogaskerekek melegedése. Ezen kívül bemutatásra kerül a VDI 2736 számítási módszere is. Az AGMA és a JIS fogaskerekek tervezésére vonatkozó szabványai kísérletalapú módszereket ajánlanak a melegedés meghatározásához, ebből a cikk a JIS B 1759 szabvány módszerét mutatja be. Mivel 10 évig nem állt rendelkezésre általánosan elfogadott módszer a méretezéshez, több alapanyaggyártó is kidolgozott olyan segédanyagokat, amelyek jól alkalmazhatóak adott határokon belül. Ezek közül a Licharz cég módszere kerül bemutatásra, ami a VDI 2545 egy tapasztalati adatok alapján módosított változata.

## 1. A VDI irányelvek számítási módszerei

### *1.1 VDI 2545 [1]*

$$\vartheta_{1,2} = \vartheta_k + 136 \cdot P \cdot \mu \cdot \frac{1+u}{z+5} \cdot \left( \frac{17100}{b \cdot z} \cdot \frac{k_2}{(v \cdot m)^{\kappa}} + 6{,}3 \cdot \frac{k_3}{A} \right)$$

Ahol:

- $\vartheta_{1,2}$, a fogaskerék hőmérséklete, °C
- $\vartheta_K$, a környezet hőmérséklete, °C
- P, a hajtás teljesítménye, kW
- b, a fogszélesség, mm
- μ, a súrlódási tényező
- z, a fogszám
- m, a modul, mm
- v, a fogaskerék gördülőköri kerületi sebessége, m/s
- A, a hajtómű felülete, $m^2$
- u, a fogszámviszony
- $k_2$, az anyagtényező
- $k_3$, a hajtóművel kapcsolatos tényező
- κ az anyagpárosítástól függő tényező

### *1.2 Módosított VDI 2545 [2]*

$$\vartheta_{1,2} = \vartheta_k + 136 \cdot P \cdot \mu \cdot \frac{1+i}{z+5 \cdot i} \cdot \left( \frac{17100}{b \cdot z} \cdot \frac{k_2}{(v \cdot m)^{\frac{3}{4}}} + 7{,}33 \cdot \frac{k_3}{A} \right)$$

Ahol:

- $\vartheta_{1,2}$, a fogaskerék hőmérséklete, °C
- $\vartheta_K$, a környezet hőmérséklete, °C
- P, a hajtás teljesítménye, kW
- b, a fogszélesség, mm
- μ, a súrlódási tényező
- z, a fogszám
- i, az áttétel
- v, a fogaskerék gördülőköri kerületi sebessége, m/s
- m, a modul, mm
- A, a hajtómű felülete, $m^2$
- $k_2$, az anyagtényező
- $k_3$, a fogaskerékkel kapcsolatos tényező, $m^2K/W$

Szakaszos üzem esetén egy f korrekciós tényezővel egészül ki a képlet, melynek értéke a relatív terhelési ciklus függvényében, diagramból határozható meg. Így az f korrekciós tényezővel módosított egyenlet, szakaszos üzem esetén [2]:

$$\vartheta_{1,2} = \vartheta_k + 136 \cdot P \cdot \mu \cdot f \cdot \frac{1+i}{z+5 \cdot i} \cdot \left( \frac{17100}{b \cdot z} \cdot \frac{k_2}{(v \cdot m)^{\frac{3}{4}}} + 7{,}33 \cdot \frac{k_3}{A} \right)$$

*1.3 A VDI 2736 számítási módszere*

A fogtő hőmérséklete [3]:

$$\vartheta_{1,2} = \vartheta_k + H_v \cdot P \cdot \mu \cdot \left( \frac{k_{\vartheta,Fuß}}{b \cdot z \cdot (v \cdot m_n)^{\frac{3}{4}}} + \frac{R_{\lambda,G}}{A_G} \right) \cdot ED^{0,64}$$

A fogfelület hőmérséklete pedig [3]:

$$\vartheta_{Fla} = \vartheta_k + H_v \cdot P \cdot \mu \cdot \left( \frac{k_{\vartheta,Fla}}{b \cdot z \cdot (v \cdot m_n)^{\frac{3}{4}}} + \frac{R_{\lambda,G}}{A_G} \right) \cdot ED^{0,64}$$

Ahol [3]:

- $\vartheta_{1,2}$, a fogaskerék hőmérséklete, °C
- $\vartheta_K$, a környezet hőmérséklete
- P, a névleges teljesítmény, W
- μ, a súrlódási tényező
- $H_v$, a fogveszteségi fok
- $k_{\vartheta,Fuß}$, a műanyag fogaskerék hőátadási tényezője a fogtőnél
- $k_{\vartheta,Fla}$, a műanyag fogaskerék hőátadási tényezője a fogfelületen
- b, a fogszélesség, mm
- z a fogszám
- v, a kerületi sebesség
- $m_n$, a normálmodul
- $R_{\lambda,G}$, a hajtómű házának hőátadási ellenállása
- $A_G$, a hajtómű házának hőelvezető felülete, $m^2$
- ED, a relatív terhelési ciklus (relative **E**inschalt**d**auer)

## 2. A VDI irányelvek számítási módszereinek összehasonlítása

A VDI mindhárom irányelve összeadással kapcsolja a környezeti hőmérsékletet az egyenlet többi részéhez. Ez azt jelenti, hogy egyik módszer sem veszi figyelembe azt, hogy a műanyagoknál a hőmérséklet hatására nem csak a szilárdság, hanem egyéb jellemzők, pl. a tribológiai tulajdonságok, vagy a rugalmasság is jelentős mértékben változhatnak.
Hasonlóság a VDI módszerekben, hogy a P teljesítmény, a μ súrlódási tényező, a b fogszélesség, a z fogszám, a v kerületi sebesség és az m modul értékét is nagyon hasonlóan veszik figyelembe.
Mindhárom módszer figyelembe veszi a hajtómű felületének nagyságát.
A VDI 2545 módszere csak folyamatosan üzemeltetett hajtóműveknél használható. A módosított VDI 2545 és a VDI 2736 módszerei azonban nem csak folyamatos üzem esetén, hanem szakaszosan működő hajtóművek esetében is alkalmazhatóak. Előbbi módosítható egy f korrekciós tényezővel, mely az ED relatív terhelési ciklus függvénye, utóbbi közvetlenül ezt az ED értéket vezeti be a képletébe. Ez annyiban előnyös, hogy a műanyag hajtóművek gyakran csak állítási feladatokat végeznek, azaz szakaszosan üzemelnek.
A VDI 2545 és a módosított VDI 2545 jelentős hasonlóságot mutat szerkezetében és paramétereiben. Különbséget az előbbi képletben 6,3, az utóbbiban 7,33 értékű tapasztalati mennyiség, illetve a $k_2$ és $k_3$ tényezők lehetséges értékei jelentenek. A VDI 2736 számos helyen

különbözik a másik két VDI módszertől mind szerkezetében, mind a benne használt paraméterekben.
Az anyag tulajdonságait VDI 2545 és a módosított VDI 2545 a $k_2$ tényezővel veszi figyelembe. Ez a tényező más értéket vehet fel akkor is, ha a fogoldal vagy a fogtő hőmérsékletét számoljuk.
A VDI 2736 esetén két külön tényező létezik a fogtő, illetve a felület hőmérsékletének számításához. A $k_{\vartheta Fuß}$ a fogtőhöz, a $k_{\vartheta Fla}$ a felületi hőmérséklethez tartozó tényező. Mindkét tényező a fogaskerekek anyagától függ.
A VDI 2545 módszere egy olyan tényezőt is tartalmaz, melyet a másik két VDI módszer nem. Ez a $\kappa$ tényező, ami a fogaskerekek anyagpárosításától függ. Részben ez az egyik oka, hogy ezt az irányelvet ma is gyakran használják, mert a műanyag fogaskerekeket pl. a zaj, vagy az üzemi játék csökkentésének érdekében gyakran párosítják acél kerekekkel, vagy eltérő tulajdonságú műanyag fogaskerekekkel. A módosított VDI 2545 és a VDI 2736 ezt a $\kappa$ tényezőt 0,75-nek veszi fel, holott Antal Miklós [1] szerint a $\kappa$ értéke nem minden anyag esetén 0,75.
A hajtómű zártságát is különböző tényezők veszik figyelembe. A VDI 2545 és módosított VDI 2545 a $k_3$ tényezőt használja erre a célra, a VDI 2736 az $R_{\lambda,G}$-t. Ezekben közös, hogy háromféle értéket vehetnek fel attól függően, hogy a hajtómű nyitott, részben zárt vagy zárt.

## 3. A JIS B 1759 szabvány

A japán JIS B 1759 szabvány a műanyag fogaskerekek szilárdságának egy lehetséges meghatározását mutatja be. Ehhez a szabvány egy próbapadot mutat be, melyet úgy használnak fel, hogy méréseket végeznek a szabványban bemutatott szabványos tesztparaméterekkel (m=1 mm modul, b<25 mm fogszélesség, n=1000 1/min fordulatszám és $\vartheta_K$=23°C külső hőmérséklet), illetve ezektől eltérő paraméterekkel is, majd ezeket viszonyítják egymáshoz.
A JIS B 1759 szabvány a hőmérséklet hatását a fogaskerék anyagának fogtőnél vett megengedett hajlítófeszültségénél veszi figyelembe [4]:

$$\sigma_{FP} = \sigma_{Flim} \cdot Y_{NT} \cdot Y_\theta \cdot Y_{\Delta\theta} \cdot Y_l \cdot Y_M$$

Ahol [4]:

- $\sigma_{Flim}$ a fogaskerék anyagának megengedett hajlítófeszültsége, amit tesztekkel lehet meghatározni
- $Y_{NT}$ az élettartam tényező
- $Y_M$ a fogaskerék párjának anyagát figyelembe vevő tényező
- $Y_L$ a kenési tényező
- $Y_\theta$ a környezeti hőmérséklet tényezője
- $Y_{\Delta\theta}$ a hőmérséklet növekedési tényező

A környezeti hőmérséklet tényezője a szabványos tesztparaméterek esetén, azaz a környezeti hőmérséklet 23°C-os értéke esetén $Y_\theta$=1. A környezeti hőmérsékleti együtthatót egy adott, a szabványos vizsgálati körülményektől eltérő hőmérsékleten a következő módszerrel kell kiszámítani [4]:

$$Y_\theta = \frac{\sigma_{Flim(at\ \theta=\theta^*)}}{\sigma_{Flim}}$$

Ahol $\sigma_{Flim}$ a fogaskerék anyagának megengedett hajlítófeszültsége a szabványos tesztparaméterek esetén ($\vartheta_K$=23°C), $\sigma_{Flim(at\ \theta=\theta^*)}$ a fogaskerék anyagának megengedett hajlítófeszültsége a szabványos tesztparaméterektől eltérő külső hőmérséklet esetén, ennek értékét próbapados tesztekkel lehet meghatározni. [4]
A hőmérséklet-növekedési tényező egy olyan együttható, amely figyelembe veszi a súrlódás és a hiszterézis okozta hőtermelés miatti hőmérsékletnövekedés hatását a fogaskerék anyagának

megengedett hajlítófeszültségére. A hőmérséklet-növekedési tényezőt a következők szerint kapjuk [4]:

- Ha a fogaskerék modulja vagy fogszélessége kisebb, mint a szabványos teszt fogaskeréké: $Y_{\Delta\theta}>1$
- Ha a fogaskerék modulja vagy fogszélessége nagyobb, mint a szabványos teszt fogaskeréké: $Y_{\Delta\theta}<1$
- Ha a fogaskerék fordulatszáma kisebb, mint a szabványos tesztek esetén: $Y_{\Delta\theta}>1$
- Ha a fogaskerék fordulatszáma nagyobb, mint a szabványos tesztek esetén: $Y_{\Delta\theta}<1$

Így a JIS B 1759 szabvány módszeréről elmondható, hogy nagy mértékben különbözik a VDI irányelvekben használt módszerektől. Egyrészt a JIS B 1759 módszerében a tényezők nagy része nem korábbi adatokat tartalmazó táblázatokból és diagramokból származik, hanem leírja, hogyan lehet olyan méréseket végezni, hogy a szilárdságot befolyásoló tényezőket kapjunk.
Továbbá a JIS B 1759 nem foglalkozik külön a fogaskerék hőmérsékletének számításával. A VDI irányelvektől eltérően, a szilárdsági számítás képletébe építi be a hőmérséklet hatását tényezők formájában.
Fontos különbség még, hogy a JIS B 1759 nem hanyagolja el a külső hőmérséklet hatását a fogaskerék anyagára nézve, hanem külön mérések formájában bemutat egy lehetőséget arra, hogy a környezeti hőmérséklet hatását, mint tényezőt meghatározzuk.
Emellett viszont a további hőmérséklet növekedés meghatározására nem használ külön összefüggést, hanem egy viszonyítási tényezőt mutat be, amit úgy lehet megkapni, hogy az általunk használt hajtómű paramétereit hasonlítjuk a szabványos teszt paraméterekhez. Ez a módszer magában hordoz némi bizonytalanságot, hiszen a szabvány nem részletezi, hogy az egyes paraméterek megváltozása milyen léptékben változtatja a tényezőt, csak azt, hogy nagyobb vagy kisebb lesz-e az egynél.
Továbbá a hőmérséklet-emelkedési tényező nem veszi figyelembe a fogaskerék anyagának tribológiai tulajdonságait, sem a súrlódást, illetve azt sem, hogy a hajtómű mennyire zárt vagy nyitott. Pusztán csak a fogaskerék bizonyos geometriai méreteinek, illetve a fordulatszámnak a változását.
A JIS B 1759 szabvány nem veszi figyelembe a szakaszos üzemet.

## 4. Számítások a bemutatott módszerek alapján

**Definíciók:**
Releváns hőmérséklet-különbség ebben az értelmezésben: olyan különbség, ami meghaladja a kiindulási érték 5 százalékát.
Kis méretű fogaskerék: olyan fogaskerék, amelynek a modulja maximum 0,5 mm, a legnagyobb jellemző mérete pedig kisebb, mint 25 mm [5].
Az itt bemutatott módszerekkel számos különböző modulhoz, áttételhez és teljesítményhez végeztem számításokat, több különböző anyagra. Arra voltam kíváncsi, hogy van-e relevánsnak tekinthető különbség a kapott eredmények között, és amennyiben van, mennyiben befolyásolja az eredményeket a fogaskerekek mérete. A három VDI-eljárás esetén a 0,5 mm fölötti modultartományban csak olyan extrém esetekben van releváns különbség, amelynél egyébként is kétséges egy adott anyag vagy mérettartomány alkalmazhatósága. Azonban a kisméretű fogaskerekeknél kimutathatók releváns különbségek, különösen a 0,3 mm-es és annál kisebb modulok esetén. Az 1. táblázat a számítások egy kivonata. Ezek a számítások itt POM anyagra készültek, 10/50 áttételű, 0,3 mm modulú fogaskerékpárnál.
Ennél a fogaskerékpárnál a fogfelület terhelhetősége a kritikus, 60 °C kiindulási hőmérsékletnél, ami pl. egy gépkocsi műszerfalában nyáron nem számít kivételes értéknek, 10

watt teljesítménynél és 10000 1/perc fordulatszámnál a fogfelület biztonsági tényezője már csak 1,8, ami folyamatos üzemben nem célszerű érték, szakaszos üzemben azonban megengedhető.

**10. táblázat: A számított értékek**

| VDI 2545 | | | | | Licharz | | | | VDI 2736 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| egyszeri kenés | | | száraz | | egyszeri kenés | | Száraz | | egyszeri kenés | | száraz | |
| P | felület | fogtő | felület | fogtő | felület | fogtő | felület | fogtő | felület | fogtő | felület | fogtő |
| 10 W | 62,24 | 61,17 | 66,99 | 63,65 | 63,06 | 61,25 | 66,81 | 62,78 | 60,04 | 60,01 | 60,09 | 60,03 |
| 5 W | 61,1 | 60,58 | 63,49 | 61,82 | 61,53 | 60,62 | 63,41 | 61,39 | 60,02 | 60,01 | 60,04 | 60,01 |

Az 1. táblázat értékeiből látható, hogy a VDI 2545 és a VDI 2736 itt már relevánsan eltérő értékeket ad. A JIS szerinti számításokhoz kísérletek elvégzésére van szükség, ezért azok ebben a számításban még nem szerepelnek.

## 5. Összegzés

Ez a cikk több olyan módszert mutat be, amelyet műanyag fogaskerekek üzem közbeni melegedésének meghatározására használható. Ezek közül egyelőre három módszerrel végeztem összehasonlító számításokat, amelyek során azt kívántam meghatározni, hogy a különböző módszerekkel kapott eredmények mennyiben különböznek egymástól.
A számítások alapján a modul csökkenésével minden más, a kis méretű és mikrohajtóművekre jellemző problémát figyelmen kívül hagyva is arra az eredményre jutottam, hogy a különböző módszerek egyre inkább eltérő eredményeket adnak a modul csökkentésével. Ez az 1 mm fölötti modultartományban már nem jellemző.
Azt azonban számításokkal nem lehet meghatározni, hogy melyik módszer ad helyes eredményt, ehhez kísérletekre van szükség Ezért a kutatásom következő lépése egy olyan kísérletsorozat elvégzése lesz, ami megmutatja, hogy kisméretű műanyag fogaskerekeknél melyik számítási módszert érdemes alkalmazni, illetve, hogy az ismert módszerek alkalmazása egyáltalán célravezető lehet-e.

## Irodalomjegyzék


[1.] Antal, M.: Műanyag fogaskerekek, Műanyagok gépészeti alkalmazása II. kötet, pp: 482 – 584. Gépipari Tudományos Egyesület Kiadványszerkesztési és Műszaki Iroda, Budapest, 1986.
[2.] LICHARZ GMBH: Designing with engineering plastics. Licharz GmbH, Buchholz, Németország, 2016.
[3.] VDI 2736 Thermoplastische Zahnräder, Blatt 2, BeuthVerlag, Berlin, 2014.
[4.] JIS B 1759:2019 (JGMA/JSA) Estimation of tooth bending strength of cylindrical plastic gears, Japanese Standards Association, Tokyo, 2020.
[5.] Bihari, J.: Heating behavior of small plastic gears. (2012) DESIGN OF MACHINES AND STRUCTURES 1785-6892 2064-7522 2 1 5-14



**Lektorálta:** Dr. Jálics Károly PhD., egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és terméktervezési Intézet

# CARBONATE ROCK MATRIX ACIDIZING: A REVIEW OF ACID SYSTEMS AND REACTION MECHANISMS

**Abdulameer Almalichy**
*Ph.D. Student, University of Miskolc, Abdulameer.mohsin@gmail.com*

**Zoltan Turzo**
*Associate Professor, University of Miskolc, turzoz@uni-miskolc.hu*

**Dr.Usama Alameedy**
*University of Baghdad, usama.sahib@coeng.uobaghdad.edu.iq*

**Abstract**
As the world's energy demands rise, the petroleum industry is working nonstop to create new oilfield technology to fulfill those needs. With the development of new, improved oil recovery processes, carbonate acidizing has been developed and played a crucial role in oil and gas operations. Different acid combinations have been performed to formation treatment, which decreases the near wellbore damage and boosts the well productivity. In the vicinity of the wellbore, hydrofluoric and hydrochloric acid are combined to make mud acids (HF: HCl), improved the reservoir formation's porosity and permeability. Hydrochloric acid (HCl) and acetic acid (CH3COOH) are often employed in dolomite matrix acidizing to eliminate damage surrounding the wellbore and to produce new pore spaces. The objective of this study is to review prior research on a range of acid systems, including mineral (hydrochloric) and organic (citric, lactic, formic, and acetic) acids, as well as retarded (gelled, chemically delayed, emulsified) acids. Each acid system is analyzed to determine its benefits and drawbacks; and this includes information on acid corrosion severity, wormhole length and propagation, and the best injection rate for radial and linear flow. Diffusivity, reactivity, and porosity are other important considerations, as is the influence on enhancement towards the end of matrix acidification. Additionally, the review will cover the optimal acid concentrations for forming wormholes without encountering the formation dissolution phenomena, the influence of additives used to address potential concerns with particular formations, such as high temperature, the causes for matrix acid job failure, and the design of flawless matrix acidizing jobs.

***Keywords****: carbonate acidizing, matrix acidizing, wormhole, hydrochloric acid HCL, organic acid, formic acid, acetic acid, citric, lactic, retarded acid, gelled acid, chemically retarded acids, emulsified acids.*

## 1. Introduction

Matrix acidizing is a well stimulation technology in which the injection of solution acid at pressure below the formation fracture pressure. The main target of matrix acidizing is to recover and increase the productivity by removing the formation damaged in the near well bore caused by drilling and completion operation and create new flow channels called wormholes[1].
The objectives of this work to highlight the successful matrix acidizing job characterized by creating a dominate and single (with less branches) wormhole with optimum injection rate and minimum pore volume to breakthrough (PVBT). Figure No.1 shown the five types of wormholes generated by matrix acidizing with the pore volume to breakthrough, where the dominate wormhole required the minimum pore volume to breakthrough take place.

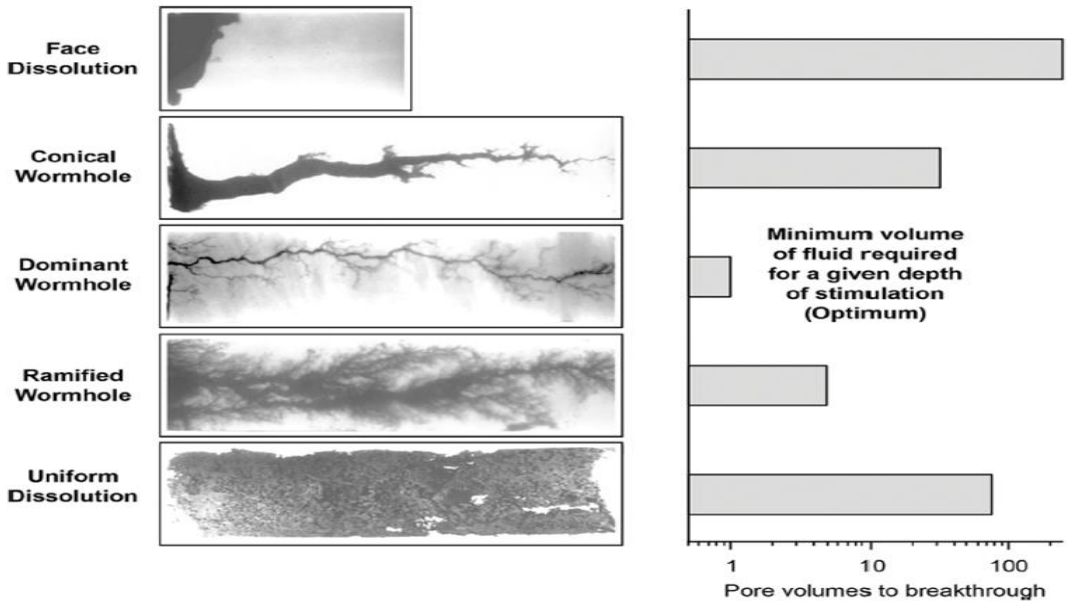



**Figure 1: Dissolution structures formed during flow and reaction in carbonate porous media, and corresponding pore volumes of fluid required for breakthrough [2]**

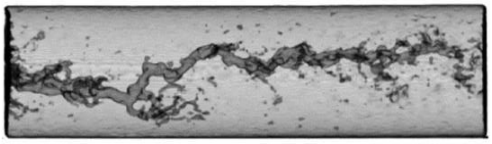
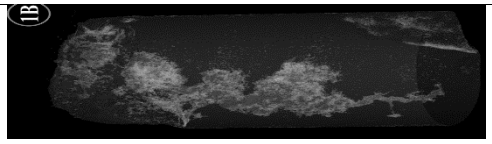
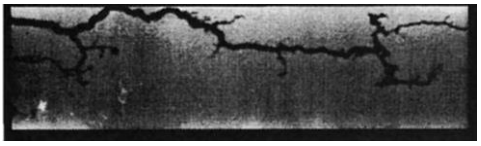
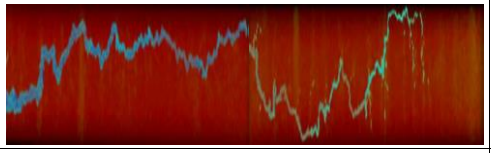
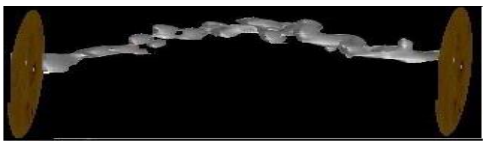
## 2. Acid Systems

Different acid systems can be used to stimulate the carbonate reservoir such as mineral acid :hydrochloric acid (HCL), retarded acid: gelled and emulsified acids, organic acid: acetic and methane sulfonic (MSA) acids, chelating agents: GLDA, EDTA and CDTA.

### *2.1 Mineral Acid- Hydrochloric Acid*

The most common acid treatment for carbonaceous deposits is hydrochloric acid. It's usually utilized as a 15% (by weight) hydrogen chloride gas solution in water. Because of shortcomings in the inhibitors used earlyier and the difficulties of avoiding the corrosion of tubulars of the well by solution with more concentration, this concentration, also known as ordinary acid, was originally used. Higher doses have recently been practicable due to the development of better inhibitors, and in some situations, they provide increased effectiveness[3]. More than a century ago, the stimulation by using the acid system utilized in oil and gas reservoirs has been used to increase well production. Standard Oil's Herman Frasch patented the use of hydrochloric acid to enhance carbonate production, the approach was later expanded to include more complex mineralogies over time[4]. Hydrochloric acid is one of the oldest acid system used to stimulate the carbonate formation (limestone and dolomite) due to the fast reaction rate and low cost[5]. Hydrochloric acid's main downside is its strong corrosivity on wellbore tubular goods. At temperatures exceeding 250 °F, this high corrosivity is very problematic and costly to regulate. Aluminum- or chromium-plated metals, which are commonly found in pumps, are also quickly damaged. In most cases, the application (temperature of formation or substance to be protected) will define if a less corrosive acid than hydrochloric acid is required. Table No.1 shown the experment conducted on carbonate formation by usuing HCL acid system, the lab experment proved that HCL is more effective that other system at low reservoir temperature and for homogenous formation.

**Table 1. Experimental characterstice finding from core flooding experments by using HCL**

| Acid % | Core Dim. | T(F) | I.R. (cc/ min) | K mD | PVBT | Wormhole | Ref. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4% | 1.5" X 6" | 250 | 6 | 200 | 3.49 |  | [6] |
| 15% | 1.5" X 3" | 77 | 2 | 25.22 | 2.62 |  | [7] |
| 0.5 M | 1.5" X 4" | 77 | 0.3 | 0.8-2 | 3.3 |  | [8] |
| 15% | 1.5" X 24" | 149 | 2 | 4.89 #1 3.95 #2 | 1 |  | [9] |
| 0.5 M | 1.5" X 4" | 122 | 3 | 0.8-2 | 1.9 |  | [10] |
| 7% | 1.97" x 7.88" | 122 | 8 | 1.5-3.3 | 0.42 |  | [11] |
| 5% | 1.5" x 6" | 250 | 5 | N/A | 3 |  | [12] |

*2.2 Retarded Acids*

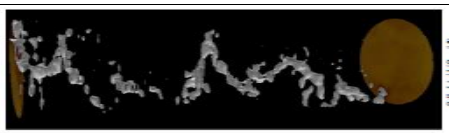
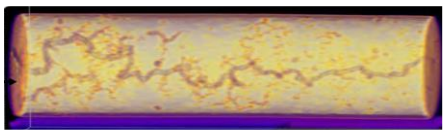
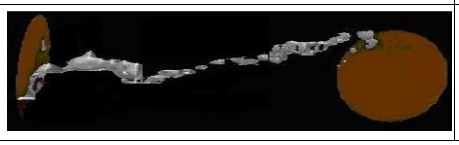
The reaction rate of acid can potentially be slowed by using gell acid, converting the formation to oil-wet, or by mixing the oil with the acid [3].

*2.2.1 Gelled Acids*

In carbonate reservoir stimulation, in-situ gelling acids are employed to decrease acid leak off and redirect acid to low-permeability zones. Acidization treatment has traditionally used the injection of regular acids that flow preferentially through high-permeability areas, resulting in overstimulation of high-permeability zones and under stimulation of less-accessible low-permeability zones. To produce more consistent stimulation, in-situ gelled acids are utilized[13]. The lab tests conducted on carbonate formation confirmed that the Gelled acid

system, was shown in table No. 2, has the ability to block the high permeability zone and divert the acid from the high to low permeability zone because of the shear-thinning nature of the gelled acid system make its viscosity increased as the acid solution moves away from the wellbore.

**Table 2. Experimental characteristics findings from core flooding experiments by using Gelled acids**

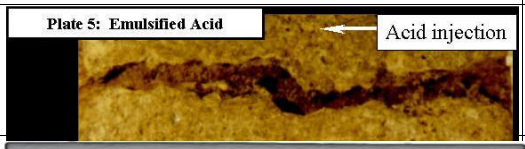
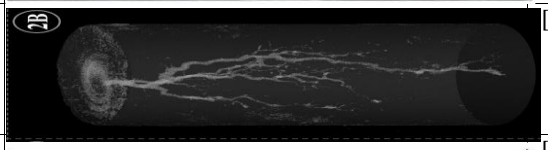
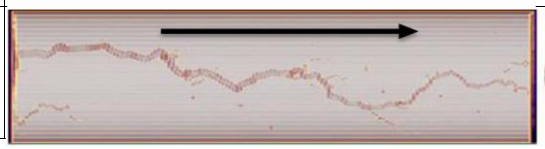
| Acid Type | Core Dim. | T (F) | I.R. (cc/ min) | K Before mD | K After mD | PVBT | Wormhole | Ref. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gelled acid with 31% HCl | 1.5" X 3" | 79 | 0.3 | 0.02 | 9.2 | 0.72 |   | [14] |
| Gelled acid with 5% HCl | 1.5" x 20" | 250 | 20 | 80 | 871 | 3.9 |  | [15] |
| Retarded HCL | 1.5" x 6" | 250 | 1 | 11.2 | N/A | 0.34 |  | [16] |
| Gelled acid with 5% HCl | 1.5" x 6" | 250 | 5 | N/A | N/A | 2 |  | [12] |

*2.2.2 Emulsified Acid*

The acid can be found in either the internal or exterior phase of emulsified acids. The former which is contain 10 to 30 % of hydrocaron is usually more common, composed of external phase (10 to 30% hydrocarbon) and the internal phase (hydrochloric acid HCL). When acid is used as the external phase, the oil-to-acid ratio is usually about 2:1. The increased viscosity caused by emulsification, as well as the presence of oil, can both slow the rate of acid transport to the rock. This decrease in transfer rate, as well as the related decrease in acid response rate, can frequently enhance the depth of acid penetration. The use of oil-external emulsified acids is sometimes limited by higher frictional resistance to the passage of these fluids down well tubulars[3]. The rate of reactivity of HCI acid with calcite is extremely fast[17]. When 15 wt percent HCI is employed at low flow rates in traditional stimulation, the acid interacts with carbonate rocks, causing face disintegration or surface wash-out[18]. This implies that the acid is wasted on the formation surface and is unable to penetrate the damaged zone to improve formation permeability. Face dissolving results in the intake of large amounts of acid. Using acid-in diesel emulsions is one solution to this problem. Diesel is the continuous phase while the dispersed phase is HCL acid, and an emulsifier make up this emulsion. The acid-in-diesel emulsion stability is critical in field applications. The acid will not be retarded if it separates from the emulsion before reaching the formation. As a result, ensuring that the emulsion reaches the formation without phase separation is crucial. At room temperature, for more over 72 hours, the acid-in-diesel emulsion remained stable. However, as the temperature was raised, the emulsion's stability declined[19][20]. Because of the retardation effect, the emulsified acid system is efficiently used to stimulate the poor permeability zones. The retardation nature of acid in diesel affects on the diffusion rate which is in result delays the dissolution and allows

the acid to penetrate the formation deeper at a low injection rate as shown in table No.3. More over, the emulsified acid proved to be less effective than regular acid in shallow wells because of its high viscosity. Shallow wells (low temperatures) are incompatible with these acids, especially those with small diameter tubing. In these cases, the friction loss experienced when pumping the acid is fairly significant. As a result, regular acid injections at high rates are recommended to stimulate these wells.

**Table 3. Experimental characteristics findings from core flooding experiments by using emulsified acid**

| Acid % | Core Dim. | T (F) | I.R. (cc/ min ) | Ki mD | Kf mD | PVBT | Wormhole | Ref. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28% HCL In Diesel | 1.5" X 3" | 79 | 1 | 0.21 | 39.8 | 0.27 |  | [14] |
| 15%HCL In Diesel Poly. assist | 1.5" D x 6" L | 230 | 1 | 50 | 61 | 0.72 |  | [21] |
| NP 100EO 10% + HCl 15% | 1.5" D X 3" L | 77 | 2 | 286 .51 | N/ A | 0.66 |  | [7] |
| 15% HCL In Diesel | 1.97"x 7.88" | 122 | 0.4 | 1.5-3.3 | N/ A | 0.34 |  | [11] |
| 15% HCL In Diesel | 1.5" D x 6" L | 300 | 2 | N/ A | N/ A | 0.19 |  | [22] |

*2.3 Organic Acids*

Any organic substance with acidic properties that does not dissociate entirely in water and donates hydrogen ions to water molecules is referred to be an organic acid. Mineral acids, such as HCl, are more powerful than organic acids because they dissociate completely in water[23]. Because of the slower reaction rate, low corrosivity, and lower tendency to create acid/oil sludge in asphaltene-rich crudes, organic acids such as acetic or formic acid have been utilized as alternatives to HCl for many years. They've typically been employed in procedures that require a long acid-pipe contact time, such as perforating fluid, or when aluminum or chrome-plated parts will be encountered inevitably. Although there are many organic acids available, just two, acetic and formic, are employed extensively in well stimulation. [3]. The conducting of dominant wormhole rest and low rate of corrosion, Low-concentration organic acids produce good outcomes. Organic acids have been used in a variety of other applications. For example, formic acid is utilized as an intensifier in high temperature operations to lower the corrosion rate caused by hydrochloric acid. Drilling mud filter cakes can be dissolved with acetic and lactic acids. As a sequestering agent made of iron, citric acid is often utilized[23].

### *2.3.1 Acetic Acid*

The first organic acids utilized in well stimulation in significant quantities was the acetic acid. It is generally known as the major component of vinegar, accounting for less than 4% of the total volume. It's made either synthetically or through bacterial fermentation. It's most typically found as a ten-percent acetic acid solution in water. The reaction products (calcium and magnesium acetates) are almost completely soluble in spent acid at this concentration. Acetic acid is frequently employed in a mixture with hydrochloric acid in hybrid acids, in addition to being utilized as a perforating fluid or as a low corrosive fluid in the presence of metals that erode readily. Acetic acid is more expensive than hydrochloric or formic acids in terms of cost per unit of dissolving power. Because of the higher cost, it is usually only used in small amounts for the uses. In the presence of its reaction products, acetic acid reacts incompletely. The system's equilibrium arrangement between products and reactants is sometimes misconstrued as evidence of a slowed reaction rate. Organic acids have been sold as retarded acids for normal acidizing processes because of this.

### *2.3.2 Citric Acid*

Citrus fruits naturally contain citric acid, which is a weak acid. It's classified as a triprotic acid because it contains three carboxyl (COOH) and one hydroxyl (OH) groups. Its anionic derivative, citrate $C_6H_8O_7^{3-}$, can complex with various ions to form a salt or an ester in solution[23], [24].

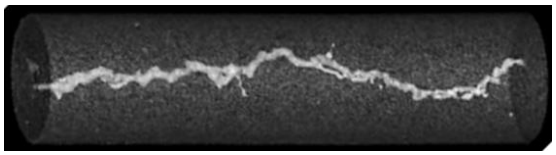
### *2.3.3 Lactic Acid*

Lactic acid is a -hydroxycarboxylic acid that has been used in drilling fluid mud cake and as an iron control agent in stimulation operations. When lactic acid combines with carbonate, which has a modest solubility in water, calcium lactate salt is formed. Despite the fact that lactic acid is comparable to formic acid in terms of dissociation constant and calcite dissolution, its employment in stimulation operations is limited due to reaction salt solubility[23]

### *2.3.4 Methanesulfonic Acid*

MSA also can be utilized efficiently as a stimulation fluid in oilfield applications because of its significantly greater acidity, soluble reaction products, low corrosivity, and low toxicity[25]. Because MSA is a costly acid, combining it with HCl reduces the overall cost[26].
Table No.4 presents the lab experiments conducted by using an organic acid system on a carbonate reservoir. the acetic acid is more preferable to HCL for high reservoir temperature and vis versa, the findings proved that the acetic acid required more volume to generate wormhole as compared with HCL at low temperature. As the temperature rises, the reaction rate increases, making acetic acid more efficient. To prove this theory, high-temperature experiments are necessary. The rapid corrosion and reactivity rates of HCl at high (HP/HT) temperatures limit its use. The MSA can be used to replace the HCL in this scenario, but it is costly. As a result of mixing MSA with HCl, deeper wormholes increased well productivity, and cost-effectiveness in carbonate stimulation is achieved.

**Table 4. Experimental characteristics findings from core flooding experiments by using organic acid**

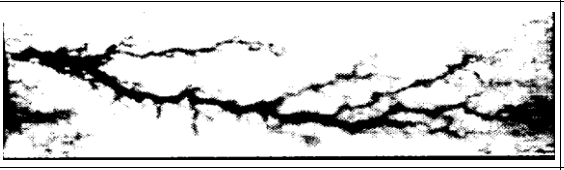
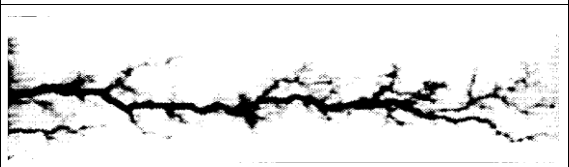
| Acid % | Core Dim. | T (F) | I.R. (cc/min) | K mD | PVBT | Wormhole | Ref. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.5 M HAc | 1.5"x 5" | 77 | 0.1 | 0.8 - 2 | 1.7 |  | [8] |
| 10% HAc | 1" x 4" | 250 | 1.32 | 2-3 | 9.1 |  | [27] |
| 11.6% HAc. | 1" x 6" | 77 | 0.4 | 5 -15 | 3.9 |  | [28] |
| 10 wt% MSA | 1.5" D X 6" L | 250 | 6 | 160 | 2.91 |  | [6] |
| 5:5 wt % HCl: MSA | 1.5" x 6" | 250 | 7.5 | 31 | 1.33 |  | [29] |

*2.4 Chelating Agents*

Chelating agents are substances that are used to regulate unwanted reactions of the metal ion. Chelating compounds are routinely used as stimulate acids in oilfield chemical treatments to prevent solid precipitation while the acid spends time on the formation being treated. Iron hydroxide ($Fe(OH)_2$) and iron sulfide ($FeS$) are among the precipitates. Furthermore, chelating agents are employed as ingredients in a variety of scale removal/prevention formulations. Polycarboxylic acids (polyamino-polycarboxylic acids is included) and phosphonates are the two types of chelating agents used. To limit iron precipitation and eliminate scale, formulations of chelating agents based on EDTA (ethylene-diamine-tetraacetic acid) have been widely utilized. There are additional Nitrilo-triacetic acid (NTA) and diethylene-triamine-pentaacetic acid (DTPA)-based formulations are also in use. There are issues with each of these materials: first, in normal laboratory testing, EDTA has limited solubility in hydrochloric acid and is not rapidly biodegradable. Second, NTA is biodegradable and soluble acid, but it has a lower iron stability constant than EDTA (or DTPA) and is thought to be a carcinogen in animals. [25]. Glutamic acid diacetic acid (GLDA), a novel environmentally friendly chelate, was investigated as an alternative for acid treatments in deep oil and gas wells[26]. The findings of lab experiments shown in table No.5 conducted on carbonate reservoir by using chelating agents proved that Chelating agents (GLDA) are more effective at high temperatures and low injection rates than conventional acids, but they are more expensive. They can be used in high-temperature reservoirs due to their thermal stability of up to 350°F and are more efficient to stimulate the carbonate reservoir than HCL at low injection rates. besides that, In high

temperatures, the chelating agent (EDTA) is more effective than HCL at increasing temperatures and limiting corrosion and sludge precipitation. At 122°F, EDTA is more effective than HCl, and as the temperature rises to 176°F, the efficacy improves. As the temperature rises over 80°C, the data show that the increasing effectiveness will continue.

**Table 5. Experimental characteristics findings from core flooding experiments by using Chelating agents**

| Acid % | Core Dim. | T (F) | I.R (cc/ min) | Ki mD | Kf mD | PV BT | Wormhole | Ref. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 wt% GLDA | 1.5" x 20" | 200 | 2 | 6.1 | 130 | 2.1 |  | [26] |
| 20 wt% GLDA | 1.5" x 20" | 220 | 3 | 10.2 | 275 | 3.3 |  | [26] |
| 0.25 M EDTA | 1.5" x 4" | 74 | 0.1 | 0.8-2 | N/A | 3.3 |  | [30] |
| 0.25 M CDTA | 1.5" D X 4" L | 74 | 0.05 | 0.8-2 | N/A | 2.91 |  | [30] |

## 3. Conclusions and recommendations

For low temperatures, HCL is preferable to acetic acid and vice versa for high reservoir temperatures. Acetic acid required more volume to generate wormhole as compared with HCL at low temperature. The reaction rate increases as the temperature rises, and the acetic acid will be more effective. Experiments at high temperatures are required to prove this theory[28].

Polymer-assisted emulsified acid is good option for heterogenous and low permeability reservoir because of its retarding characteristic. The viscosity of the polymer-assisted emulsified acid built up pressure in high-permeability cores, showing strong diversion capacity, according to core flood experiments[14], [21].

The acid-in-diesel emulsion has the potential to be used to stimulate poor permeability zones because of the retardation affects the diffusion rate and reduced diffusion coefficient delays dissolution and permits live acid to penetrate deeper into the formation at low injection rates[11], [31], [32].

Combining HCL with MSA is effective and low cost at high-pressure/high-temperature reservoir. Due to the high corrosion and reaction rates of HCl at high (HP/HT) conditions limits its use. In this case the MSA can be used to replace the HCL, but it is expensive[16]. So, the

combining of MSA with HCl results in deeper wormholes, greater well production, and cost-effectiveness in carbonate stimulation[29].

In shallow wells, HCL is more effective than retarded acid because of the high viscosity of in-situ gelled acid and emulsified acid. These acids are incompatible with shallow wells (low temperatures), particularly those with small diameter tubing. In these cases, the friction loss experienced when pumping the acid is fairly significant. As a result, it is advised that these wells be stimulated with a regular acid injected at high rates[14].

The chelating agent (EDTA) is more effective than HCL with increasing the temperature and and limit the problems of corrosion and sludge precipitation at high temperature. EDTA is more effective than HCl at 122°F and the effectiveness increases as the temperature increased to 176°F. The results indicate that this increasing effectiveness will continue as the temperature is increased above 80°C[10].

The chelating agent (GLDA ) is more effective at high temperature and at low injection rate, however, the chelating agents are more expensive than conventional acids and can be used at high temperature reservoir due to its thermal stability of at temperatures up to 350°F and more efficient to stimulate the carbonate reservoir as compared with HCL at low injection rate [28].

Gelled acids is effective for heterogenous and low permeable zone. Gelled acid is a non-Newtonian fluid whose viscosity rises as it moves away from the wellbore, obstructing and directing subsequent acid to less permeable zones. [15].

**References**


[1.] A. Al-Haleem and U. Alameedy, "The impact of matrix acidizing on the petrophysical properties of the Mishrif formation Experimental investigation," *Iraqi J. Sci.*, Jun. 2022.

[2.] C. N. Fredd, M. L. Hoefner, and H. S. Fogler, *Microemulsion Applications in Carbonate Reservoir Stimulation*. IntechOpen, 2017. doi: 10.5772/65973.

[3.] B. B. Williams, J. L. Gidley, and R. S. Schechter, *Acidizing Fundamentals*. New York: Society of Petroleum Engineers, 1979.

[4.] P. Rae and G. Di Lullo, "Matrix Acid Stimulation - A Review of the State-Of-The-Art," presented at the SPE European Formation Damage Conference, May 2003. doi: 10.2118/82260-MS.

[5.] M. Buijse, P. de Boer, B. Breukel, and G. Burgos, "Organic Acids in Carbonate Acidizing," *SPE Prod. Facil.*, vol. 19, no. 03, pp. 128–134, Aug. 2004, doi: 10.2118/82211-PA.

[6.] A. Ortega, "Acidizing High-Temperature Carbonate Formations Using Methanesulfonic Acid," Thesis, 2015. Accessed: Apr. 24, 2022. [Online]. Available: https://oaktrust.library.tamu.edu/handle/1969.1/155026

[7.] M. Rodrigues *et al.*, "Application of nonionic surfactant nonylphenol to control acid stimulation in carbonate matrix," *J. Pet. Sci. Eng.*, vol. 203, p. 108654, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.petrol.2021.108654.

[8.] C. N. Fredd and H. S. Fogler, "Alternative Stimulation Fluids and Their Impact on Carbonate Acidizing," *SPE J.*, vol. 3, no. 01, pp. 34–41, Mar. 1998, doi: 10.2118/31074-PA.

[9.] X. W. Qiu, W. Zhao, S. J. Dyer, A. Al Dossary, S. Khan, and A. S. Sultan, "Revisiting Reaction Kinetics and Wormholing Phenomena During Carbonate Acidizing," presented at the International Petroleum Technology Conference, Jan. 2014. doi: 10.2523/IPTC-17285-MS.
[10.] C. N. Fredd and H. S. Fogler, "Optimum Conditions for Wormhole Formation in Carbonate Porous Media: Influence of Transport and Reaction," *SPE J.*, vol. 4, no. 03, pp. 196–205, Sep. 1999, doi: 10.2118/56995-PA.
[11.] G. A. B. Bazin, "Experimental Investigation of Some Properties of Emulsified Acid Systems for Stimulation of Carbonate Formations".
[12.] A. M. Gomaa and H. A. Nasr-El-Din, "New Insights into Wormhole Propagation in Carbonate Rocks Using Regular, Gelled and In-situ Gelled Acids," presented at the SPE Production and Operations Conference and Exhibition, Jun. 2010. doi: 10.2118/133303-MS.
[13.] R. R. Ratnakar, N. Kalia, and V. Balakotaiah, "Carbonate Matrix Acidizing with Gelled Acids: An Experiment-Based Modeling Study," presented at the SPE International Production and Operations Conference & Exhibition, May 2012. doi: 10.2118/154936-MS.
[14.] J. D. Lynn and H. A. Nasr-El-Din, "A Core Based Comparison Of The Reaction Characteristics Of Emulsified And In-Situ Gelled Acids In Low Permeability, High Temperature, Gas Bearing Carbonates," presented at the SPE International Symposium on Oilfield Chemistry, Feb. 2001. doi: 10.2118/65386-MS.
[15.] A. M. Gomaa and H. A. Nasr-El-Din, "Effect of elastic properties on the propagation of gelled and in-situ gelled acids in carbonate cores," *J. Pet. Sci. Eng.*, vol. 127, pp. 101–108, Mar. 2015, doi: 10.1016/j.petrol.2015.01.031.
[16.] A. F. Ibrahim, H. Nasr-El-Din, and L. Jiang, "HP/HT Matrix Acidizing Treatments of Carbonate Rocks Using A New Retarded HCl Acid System," presented at the International Petroleum Technology Conference, Jan. 2020. doi: 10.2523/IPTC-19646-MS.
[17.] D. E. Nierode and B. B. Williams, "Characteristics of Acid Reaction in Limestone Formations," *Soc. Pet. Eng. J.*, vol. 11, no. 04, pp. 406–418, Dec. 1971, doi: 10.2118/3101-PA.
[18.] K. Lund, H. S. Fogler, C. C. McCune, and J. W. Ault, "Acidization—II. The dissolution of calcite in hydrochloric acid," *Chem. Eng. Sci.*, vol. 30, no. 8, pp. 825–835, Aug. 1975, doi: 10.1016/0009-2509(75)80047-9.
[19.] C. W. Crowe and B. D. Miller, "New, Low-Viscosity Acid-In-Oil Emulsions Provide High Degree Of Retardation At High Temperature," presented at the SPE Rocky Mountain Regional Meeting, May 1974. doi: 10.2118/4937-MS.
[20.] J. M. Bergstrom and B. D. Miller, "Results Of Acid-In-Oil Emulsion Stimulations Of Carbonate Formations," presented at the Fall Meeting of the Society of Petroleum Engineers of AIME, Sep. 1975. doi: 10.2118/5648-MS.
[21.] A. S. Zakaria and H. A. Nasr-El-Din, "A Novel Polymer-Assisted Emulsified-Acid System Improves the Efficiency of Carbonate Matrix Acidizing," *SPE J.*, vol. 21, no. 03, pp. 1061–1074, Jun. 2016, doi: 10.2118/173711-PA.
[22.] K. Sokhanvarian, C. Stanciu, J. M. Fernandez, A. Ibrahim, and H. A. Nasr-El-Din, "Novel Non-Aromatic Non-Ionic Surfactants to Target Deep Carbonate Stimulation," presented at the SPE International Conference on Oilfield Chemistry, Mar. 2019. doi: 10.2118/193596-MS.

[23.] L. Alhamad, A. Alrashed, E. Al Munif, and J. Miskimins, “A Review of Organic Acids Roles in Acidizing Operations for Carbonate and Sandstone Formations,” presented at the SPE International Conference and Exhibition on Formation Damage Control, Feb. 2020. doi: 10.2118/199291-MS.
[24.] M. H. Al-Khaldi, H. A. Nasr-El-Din, M. E. Blauch, and G. P. Funkhouser, “New Findings on Damage Potential, Geochemical Reaction Mechanisms, and Production Enhancement Applications for Citric Acid,” *SPE J.*, vol. 10, no. 03, pp. 267–275, Sep. 2005, doi: 10.2118/82218-PA.
[25.] W. Frenier, D. A. Wilson, D. K. Crump, and L. Jones, “Use of highly acid-soluble chelating agents in well stimulation services,” 2000. doi: 10.2118/63242-MS.
[26.] M. A. Mahmoud, H. A. Nasr-El-Din, C. A. De Wolf, J. N. LePage, and J. H. Bemelaar, “Evaluation of a New Environmentally Friendly Chelating Agent for High-Temperature Applications,” presented at the SPE International Symposium and Exhibition on Formation Damage Control, Feb. 2010. doi: 10.2118/127923-MS.
[27.] T. Huang, P. M. McElfresh, and A. D. Gabrysch, “Carbonate Matrix Acidizing Fluids at High Temperatures: Acetic Acid, Chelating Agents or Long-Chained Carboxylic Acids?,” presented at the SPE European Formation Damage Conference, May 2003. doi: 10.2118/82268-MS.
[28.] T. Huang, L. Ostensen, and A. D. Hill, “Carbonate Matrix Acidizing with Acetic Acid,” presented at the SPE International Symposium on Formation Damage Control, Feb. 2000. doi: 10.2118/58715-MS.
[29.] S. Kankaria, H. A. Nasr-El-Din, and S. Rimassa, “Matrix Acidizing of Carbonate Rocks Using New Mixtures of HCl/Methanesulfonic Acid,” presented at the SPE International Conference on Oilfield Chemistry, Apr. 2017. doi: 10.2118/184528-MS.
[30.] C. N. Fredd and H. S. Fogler, “Chelating Agents as Effective Matrix Stimulation Fluids for Carbonate Formations,” presented at the International Symposium on Oilfield Chemistry, Feb. 1997. doi: 10.2118/37212-MS.
[31.] T. Huang, A. D. Hill, and R. S. Schechter, “Reaction Rate and Fluid Loss: The Keys to Wormhole Initiation and Propagation in Carbonate Acidizing,” presented at the International Symposium on Oilfield Chemistry, Feb. 1997. doi: 10.2118/37312-MS.
[32.] M. A. Buijse and M. S. van Domelen, “Novel Application of Emulsified Acids to Matrix Stimulation of Heterogeneous Formations,” *SPE Prod. Facil.*, vol. 15, no. 03, pp. 208–213, Aug. 2000, doi: 10.2118/65355-PA.

**Reviewed by:** Hasan Naeem Al-Saedi, Assist Professor/ Al-Amarah University College, Senior Petroleum Engineer/Iraqi Ministry of oil.

# CHARACTERIZATION OF ACOUSTICAL MATERIALS AND ELEMENTS

**Attila Schweighardt**
*Széchenyi István University, PhD student, schweighardtattila@gmail.com*

**Abstract**
The application of NVH (Noise, Vibration and Harshness) and engineering acoustics are becoming increasingly important due to high customer requirements for comfort and reliability. In order to meet these requirements a wide variety of simulations and measurements are performed in the automotive industry. One of the most critical and important task is to determine the acoustical and non-acoustical parameters of the acoustical elements (reactive and dissipative mufflers) and porous materials (foams) used in vehicles. Such parameters include the following relevant properties as well: Young's modulus, Poisson's ratio, damping loss factor, true bulk density, open porosity, static airflow resistivity, tortuosity, viscous characteristic length, thermal characteristic length, normal sound absorption coefficient, transfer matrix coefficients and normal sound transmission loss.
These parameters are essential input for computer simulations in order to determine, predict and improve the NVH behavior of vehicles. The primary purpose of this study is to determine most of the aforementioned acoustical and non-acoustical parameters and to evaluate the accuracy and repeatability of the applied experimental methods. The further goal is to validate the selected method for the transmission loss and transfer matrix determination. To this end the measurements were performed by the following equipment: QMA (Quasi-static Mechanical Analyzer), open porosity meter, true bulk density meter and transmission tube.
In case of the use of QMA the resulted constant mechanical properties were derived from the dynamically measured transfer function, which gives the mechanical impedance. During the transmission tube measurement the two- and three-microphone transfer function methods and the four-microphone two-load transfer matrix method were used. During the porosity and density measurement the pressure/mass method was applied. Furthermore the results were influenced by the sampling, manufacturing technology, preparation and settings.
In the present paper the influencing factors are introduced. Finally, conclusions are drawn, and recommendations are made for future developments.

***Keywords:*** *NVH, acoustics, material characterization, QMA, transmission tube*

## 1. Introduction

Nowadays, the NVH (Noise, Vibration and Harshness), also known as engineering acoustics, is becoming increasingly important because of its wide applicability and due to high customer requirements for comfort and reliability. Engineering acoustics is usually used successfully in many fields such as in materials science, manufacturing technologies, medicine, healthcare, civil- and vehicle engineering, etc. Furthermore, the NVH tools can be used for various purposes, they can be used for diagnostics, sound- and noise control, strength-, durability- and failure analyses, etc. In spite of the wide applicability of engineering acoustics, this study focuses mainly only one important topic, which is the characterisation of porous acoustic materials, such as foams, used in vehicle industry. Foams and porous materials used in vehicles (as well as in buildings) have a huge influence on the acoustic behavior and so on quality and comfort.

In addition to obtaining an extensive knowledge in the field of acoustics, the general and long-term goal of this study was to improve the reliability of acoustic simulation results of vehicles. With proper simulations and correct simulation results the required time and costs of the design and testing processes can be reduced. In some cases, thanks to the appropriate simulations, potential error can be eliminated in the early stage of the design phase and the acoustic behavior of vehicles can be improved.
In order to get appropriate simulation results, reliable material properties are required as input parameters for the simulations. The most commonly used materials in automotive industry are the metals, these metals and metal components are usually modelled by static linear FE (finite element) simulations, where only the Young's modulus, the Poisson's ratio and the density have to be given before starting the simulation. In case of some applications porous materials are required to achieve the desired NVH behavior. In the present study the examined porous materials are viscoelastic foams. In some cases, the use of more complex models, such as the Biot's model, is essential to model the behavior of such materials.
The complexity of applying the Biot's model in practice lies not only in the application of a different mathematical description and the higher number of material properties required as input, but also in the fact that some of the material properties are determined by dynamic measurements and some parameters are dependent on speed. Furthermore, the way of performing the measurements can result in high deviations. The correct determination of the material properties can be quite challenging because of the various influencing factors, which have to be considered during the measurements and preparations. For this reason the further goal of this work is to investigate, master and improve the material characterisation methods. In the present study first the state-of-the-art experimental methods are investigated and selected to determine the needed acoustic and non-acoustic parameters.
Then the selected experimental methods and some influencing factors are going to be listed and introduced. From the measurement methods first the QMA and the theory behind will be presented. Next the porosity and density measurements will be explained, then the impedance tube measurement will be detailed. Finally, conclusions will be drawn, and recommendations will be made for future developments.

## 2. Material properties

As it was mentioned earlier, with the aim of meeting the comfort and reliability requirements a wide variety of simulations and measurements are performed in the automotive industry. In order to get appropriate results one of the most critical and important task is to determine the acoustical and non-acoustical parameters of the acoustical elements and porous materials used in vehicles. In this document, the material properties which are required to apply the Biot's model are named as "Biot-parameters". In case of porous materials and dependent on the used model the parameters can be divided into three groups. One of them is the group of solid phase parameters, the other is the group of fluid phase parameters and the third is the group of the so-called transport parameters. This study focuses mostly on the determination of some of the solid phase and transport parameters because their determination is more challenging.

Solid phase parameters:
- Young's modulus/Storage modulus (E)
- damping loss factor ($\eta$)
- Poisson's ratio ($\nu$)
- density ($\rho$)

Transport parameters:
- open-cell porosity ($\phi$)
- static airflow resistivity ($\sigma$)
- tortuosity ($\alpha_\infty$)
- viscous characteristic length ($\Lambda$)
- thermal characteristic length ($\Lambda'$)

In this paper the Young's modulus/Storage modulus, Poisson's ratio, damping loss factor, true bulk density, open-cell porosity, static airflow resistivity, tortuosity, viscous characteristic length, thermal characteristic length are named as "non-acoustical parameters" and the normal sound absorption coefficient and normal sound transmission loss are named as the "acoustical parameters".
The non-acoustical parameters are essential input for computer simulations in order to determine, predict and improve the NVH behavior of vehicles. The acoustical parameters are important to evaluate the performance of acoustic elements and materials. In addition to the determination of the aforementioned acoustical and non-acoustical parameters the aim is to evaluate the accuracy and repeatability of the applied experimental method.

## 3. Measuring devices

There are direct and indirect methods to determine the above-mentioned material properties. For the determination of all listed transport and solid phase parameters the most commonly used state-of-the-art devices are the QMA, impedance tube and porosity- and density meter. With the combined use of these devices a full characterisation can be achieved. QMA means quasi-static mechanical analyzer and it is dedicated to measure Young's modulus, damping loss factor and Poisson's ratio. The impedance tube is a measuring device which makes it possible to measure both acoustical and non-acoustical parameters. With the help of it the transfer matrix, transmission loss, sound absorption coefficient, etc. can be determined. In an indirect way the transport parameters can be also derived from the absorption curve. With the porosity- and density meter the open-cell porosity and bulk density can be measured directly.

### *3.1 QMA*

The mechanical properties have a huge effect on the NVH behavior. For this reason, the mechanical properties, such as the Young's modulus/storage modulus, damping loss factor and Poisson's ratio were investigated in this section.
The quasi-static mechanical analyzer is a device using compression method and cylindrical samples. The QMA measurement method was developed to determine averaged constant Young's modulus and damping loss factor deduced from measurements made in the frequency range of 20-60 Hz. Moreover, it provides the possibility to measure the Poisson's ratio. The advantage of the used low-frequency range is that the influence of inertia forces and fluid motion can be ignored [1]. Furthermore, the boundary condition and "bulge effect" (which are determined by the shape of the samples, mounting of the samples, friction between the samples and compression plates) were considered during the design of the device [1].
The foams examined in this study are polymeric materials with viscoelastic behavior, which means that they have velocity-dependent properties, resulting complex dynamic modulus. The complex dynamic modulus includes the loss modulus as well as the storage modulus. The loss factor is the ratio of the loss- and storage modulus describing the damping of the examined viscoelastic foam.

Because of the viscoelastic behavior there is a time lag between the stress and strain, which means that there is phase difference [2][3]. The phase difference and so the damping is frequency-dependent, for this reason dynamic measurements are required. During the dynamic measurements monofrequent harmonic excitation combined with stepped frequency shift was applied to obtain the mechanical impedance. In case of the QMA measurement, the transfer function is the mechanical impedance, which is a complex parameter and it considers the effect of the geometry as well [1]:

$$H(\omega) = Z(\omega) = \frac{F(\omega)}{q(\omega)} = K(\omega) + jX(\omega) \tag{1}$$

where F is the force, q is the displacement, K is the real part and X is the imaginary part. The real part is the mechanical resistance and the imaginary part is the reactance.
In order to get the mechanical impedance the displacement and force values were needed. The forces were measured with a force sensor, and the displacements were determined with the combined use of a piezo accelerometer and integrations [1]. From the measured values the desired mechanical properties could be deduced.
Prior to the measurement of the mechanical properties the frequency range to be investigated, the frequency steps, the number of averages, the compression rate (strain or preload) and the diameter of the sample have to be determined. In order to define the appropriate initial compression rate (preload) first the stiffness-compression rate curve was created. The stiffness-compression rate curve corresponding to one of the measured foam can be seen in Figure 1.

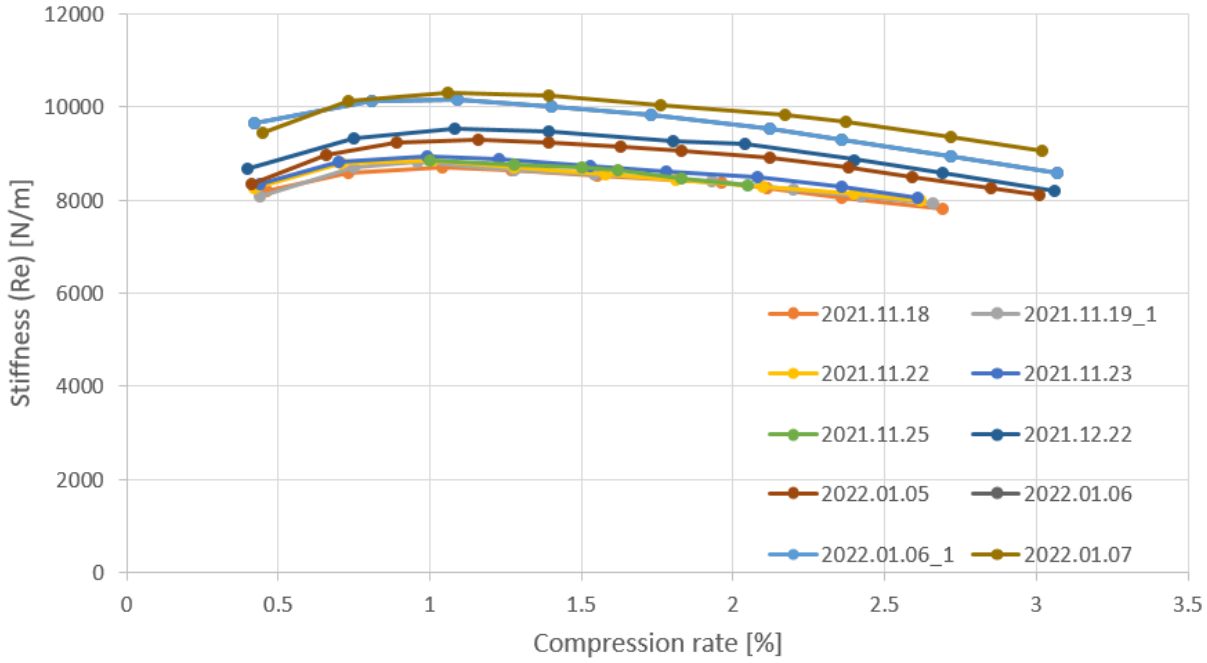



**Figure 1: Stiffness-Compression rate curve and reproducibility of the measurement**
Source: Author

Using this curve the proper initial compression rate for the measurement could be determined. The compression rate was selected from the ”plateau” range, from near the maximum value of the curve. In Figure 1 the results of 10 measurements can be seen. Most of the measurements were made on different days, but no more than two months passed between any of them.

All of the measurements were performed on the very same sample. Considering the determined initial compression rate values corresponding to the maximum stiffness values the measurements gave good results and there is a good agreement between the initial compression rate values. In spite of this, there was around 18% difference between the maximum stiffness values of different curves (in the most extreme case).
As it was mentioned the QMA device and its software provides the possibility to measure the Poisson's ratio using different samples with different geometries. However, the Young's modulus and damping loss factor results can be improved if the accurate Poisson's ratio is provided as input parameter. In Figure 2 the effect of the Poisson's ratio (provided as input parameter) can be seen. It can be observed that the change of the Poisson's ratio by 0.4 can result in around 19% change in the Young's modulus. Furthermore, there is a significant frequency-dependence, the Young's modulus increased by more than 16% in this narrow range (20-60 Hz).

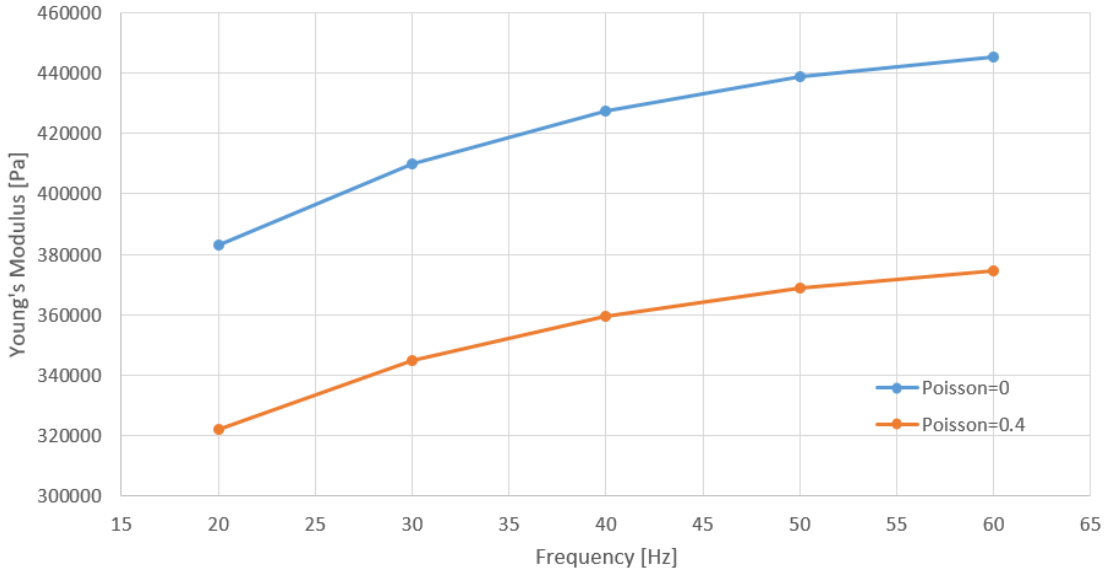



**Figure 2: Frequency-dependence and the effect of the Poisson's ratio**
Source: Author

Similar trend and characteristic can be seen in Figure 3, which means that the apparent Young's modulus increases similarly even so that the visualized results originate from a completely different material. On the left side of the figure the apparent Young's modulus is visualized in case of each measurement. In the middle the Young's modulus (E), the Poisson's ratio (ν) and the damping loss factor (η) results can be seen in case of each sample combination. Finally, on the right side of Figure 3 the averaged results are shown and some of the influencing factors are collected. In case of the 1st dataset 100 measurement runs were averaged, which were selected randomly, obviously the incorrect measurements were not selected. The 2nd dataset consists of only 12 measurements. There were 2 samples from each size, during the measurement 3 different sizes/diameters were used and all of the 6 samples were measured twice. There was a more than 15% difference between the mean values in case of the E modulus averaged from different number of measurements. This value is less than 1% when it comes to the Poisson's ratio and it is around 7% considering the damping loss factor.

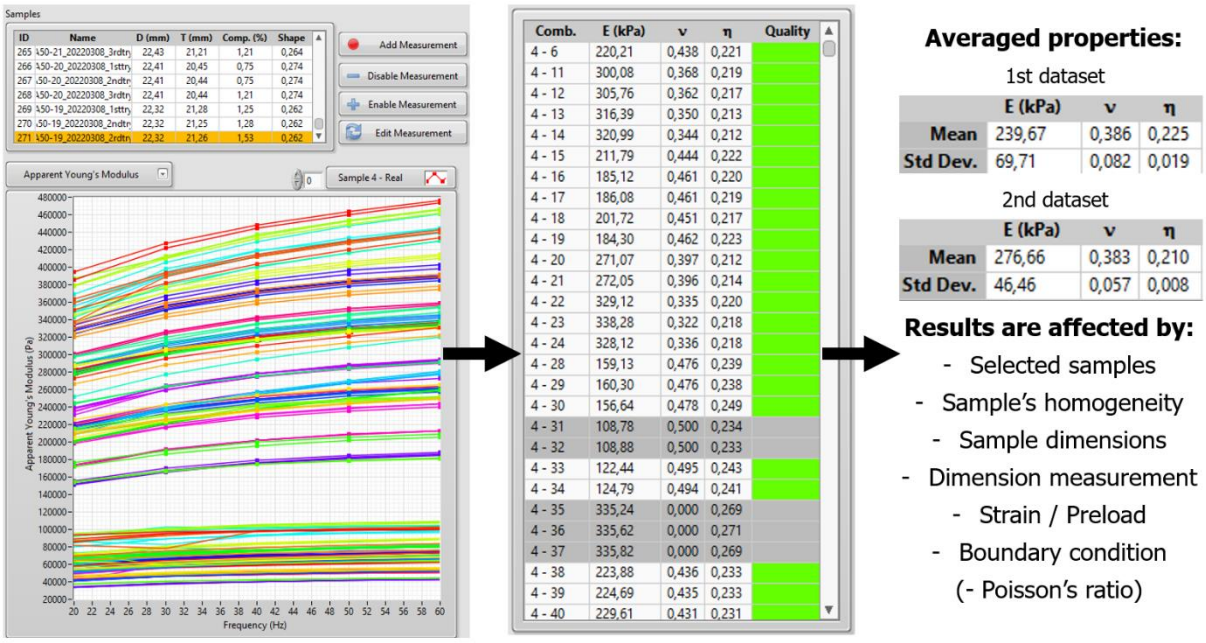



**Figure 3: Process of obtaining mechanical properties and some influencing factors**
Source: Author

In addition to the influencers shown in Figure 3 there are further factors which can affect the results such as: frequency-dependence, temperature, time, mounting of the device, etc. This measuring system fall short when determining frequency-dependence above 60 Hz. For this reason and because of the presented significant frequency-dependence alternative solutions are suggested to be investigated as well in order to monitor the frequency-dependence in a much wider frequency range.

*3.2 Porosity and density meter*

As it is possible to improve the QMA results by applying accurate Poisson's ratio as input parameter, it is also possible to determine the transport parameters more precisely in an indirect way (using impedance tube and absorption curve) by specifying certain parameters in advance such as the porosity. Therefore the direct determination method of the porosity is presented before the impedance tube measurement. As it was partly mentioned some of the transport parameters can be determined by both direct and indirect methods. Using the porosity and density meter the open-cell porosity and true bulk density can be measured. This device works based on the pressure/mass measuring method and it can be used for material property determination [4]. The measurement requires a small container or tank in which the samples can be measured. This container has to withstand high pressure and vacuum without significant deformation. In order to reach the lowest possible weight and the highest possible stiffness with minimum deformation finite element simulation can be used. During the application of this method pressure and mass measurements had to be performed at both low and high pressures, without and with the sample in the container. Purified argon gas was used for the high-pressure tests. With the use of the purified argon gas the accuracy could be improved. Thanks to the finite element simulations, the deformation of the container could be minimized, so the deformation was neglected during the calculations [4].

Using the equations written for the measured masses and from the perfect gas law the following equations could be derived and the true bulk density and the open-cell porosity could be calculated [4]:

$$\rho = \frac{M_3 - M_1 + [(P_1 - P_3)V + P_3 V_S]\frac{1}{RT}}{V_t} \tag{2}$$

$$\phi = 1 - \frac{RT}{V_t}\left(\frac{M_2 - M_1}{P_2 - P_1} - \frac{M_4 - M_3}{P_4 - P_3}\right) \tag{3}$$

where $V_t$ is the total bulk volume of the sample, $V_s$ is the volume of the solid phase, V is the volume of the container, T is the temperature, R is the specific gas constant, M is the measured mass and P is the measured pressure.

| | Calculated porosity (-) | Porosity (-) determined by software | Difference | Calculated bulk density (kg/m^3) | Bulk density (kg/m^3) determined by software | Difference |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sample 1 | 0.756 | 0.756 | 0.0% | 661.9 | 661.83 | 0.0% |
| Sample 2 | 0.935 | 0.935 | 0.0% | 90.75 | 90.73 | 0.0% |
| Sample 3 | 0.933 | 0.933 | 0.0% | 72.89 | 72.89 | 0.0% |
| Sample 4 | 0.955 | 0.955 | 0.0% | 72.85 | 72.85 | 0.0% |

**Figure 4: Results of porosity and density measurements**
Source: Author

The results obtained with calculations based on the literature review [4] and the results of the software dedicated for porosity and density determination are completely identical, which can be seen in Figure 4. The verification was done with 4 different samples, the input data originated from the same measurement, only the data processing and the used theory were verified. The repeatability of the measurement method was also examined, the results of the iterations showed good agreement as well. After repeating the measurement 3 times the maximum difference was 1.2%.
A future development possibility is the consideration of the deformation during measurements and further measurements are recommended for greater reliability.

*3.3 Transmission and impedance tube measurement*

When it comes to NVH analysis it is a critical and important task to determine the acoustical and non-acoustical parameters of acoustical elements (such as reactive and dissipative mufflers) and porous materials (foams) used in vehicles.
As it was mentioned these parameters are fundamental input for computer simulations in order to determine, predict and improve the NVH behavior of vehicles and they are essential to evaluate the acoustic performance of acoustic samples. The primary purpose of using an impedance tube in this study is to determine some of the aforementioned acoustical and non-acoustical parameters. With the help of it the transfer matrix, transmission loss, sound absorption coefficient, etc. can be determined. In an indirect way or using an inverse technique the transport parameters can be also derived from the absorption curve measured by a standing wave tube. The transmission or impedance tube measurement is also called the standing wave

tube measurement. The popularity of this measurement procedure is partly due to its wide applicability, for example, not just materials but also exhaust systems can be characterized. In this study the absorption coefficient of a foam and the transmission loss of an exhaust system element are measured and presented.
There are different impedance tubes, the most common ones are those which are equipped with 2, 3 or 4 microphones. The 2-microphone method is simpler but it is only able to measure the absorption coefficient, the reflection coefficient and the normalized surface impedance. The 3- and 4-microphone methods are able to measure e.g. the transfer matrix and transmission loss too, in addition to the three parameters which can be determined with the 2-microphone method.
Thanks to its simplicity (compared to the 4-microphone method) the 2- and 3-microphone methods were used to determine the absorption coefficient of the selected foam sample. In this work the absorption was measured as it is necessary for the determination of the transport parameters, which is one of the future plans. During the measurement plane wave propagation was assumed and the main dimensions of the measuring system were selected according to the cut-off frequencies. The pressure fluctuation was measured by microphones. The pressure data measured over time were converted into the frequency domain by Fourier transformation using a computer and frontend [5]. After that the required physical parameters could be calculated. A sensitivity study was also conducted with the 3-microphone impedance tube assembly, where the effect of the cavity size (behind the sample) was investigated.
The measured absorption curves can be seen in Figure 5. The different curves belong to different cavity sizes.

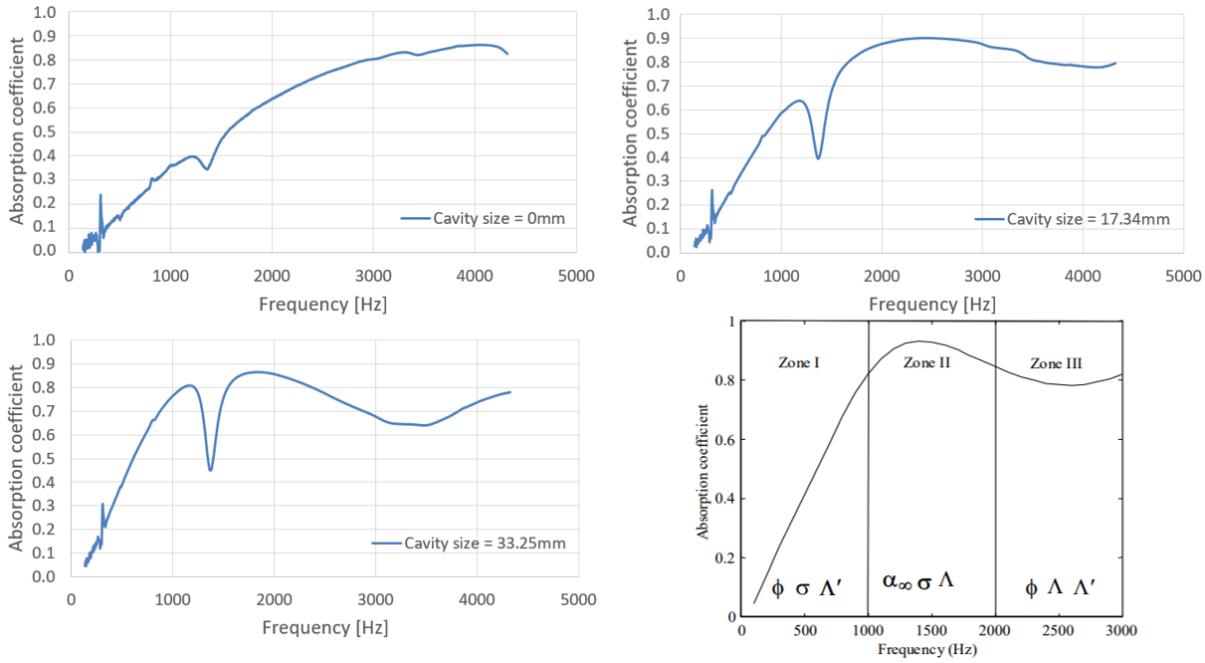



**Figure 5: The frequency zones and the absorption coefficient curves using different cavity sizes [6][7]**
Source: Author

In order to ensure the correctness of the absorption curves, each of the measurements was performed twice and some of them were repeated using the 2-microphone method. There were no significant differences between the iterations except the resonances around 1400 Hz. Using the inverse characterization procedure the transport parameters can be derived from the absorption coefficient curve. The curve can be divided into three zones as it can be seen

in Figure 5. The minimization of the merit function result in accurate properties if all of the zones of the curve are covered [7]. The first two zones are required and the third is suggested to get precise results [7]. The different zones can specify different properties as it is shown in Figure 5.
The other goal was to validate the author's theoretical knowledge of standing wave tube measurement, the measurement methods and the simulation methods used for absorption coefficient and transmission loss determination. The measurement systems and the physics behind the used method are very similar in case of the absorption coefficient and transmission loss measurements. Except, that in the latter one 4 microphones were used instead of 2 and 3, and thus, more transfer functions had to be handled. After calculating the parts of the transfer matrix, which relates the velocities (particle) and pressures (acoustic) at two designated points, the transmission loss could be computed. From the previously mentioned validation purposes a transmission loss measurement was performed in the described way and the result of it was compared to 1D simulation result. In Figure 6 the transmission loss curve of an exhaust system element can be seen, compering the simulation and measurement results. The transmission loss was selected because with it the performance of an acoustic element can be characterized and evaluated very well. As it can be seen the simulation and measurement results are in good agreement. It can be said that with this experiment the impedance tube method was validated. (For more details considering the transmission loss measurement see Reference 5.)

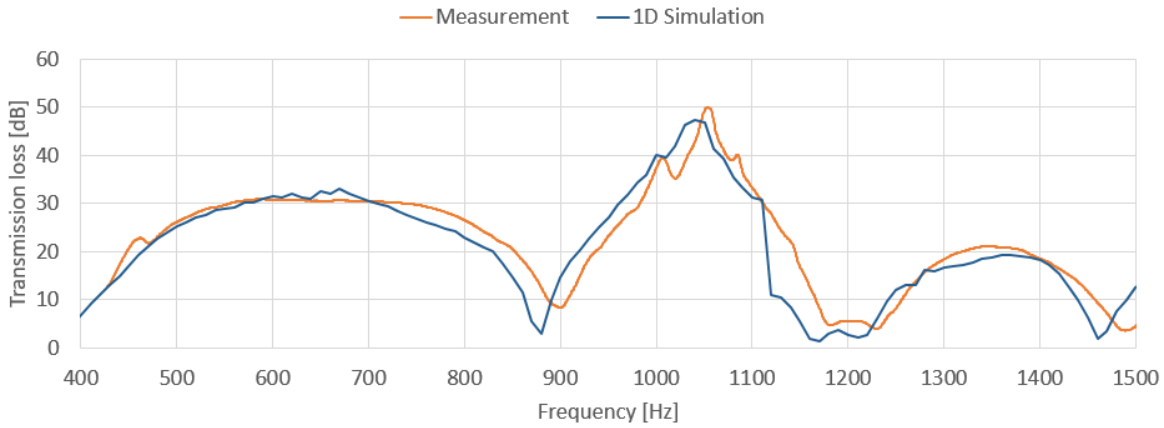



**Figure 6: Transmission loss results of an exhaust system element [5]**
Source: Author

## 4. Conclusion

In addition to obtaining an extensive knowledge in the field of material characterization, the general and long-term goal of this study was to improve the reliability of acoustic simulation results by providing more accurate input parameters such as measured material properties. The focal point of this study was the determination of the all listed transport and solid phase parameters. For this reason the most commonly used state-of-the-art devices were analyzed. In order to have a "full material characterization" the QMA, the impedance tube and porosity- and density meter were selected and used.
Multiple QMA measurements were made to collect the influencing factors of results and to check the effects of them. The initial compression rates (preloads) were determined and taken into account as well. The repeatability of the stiffness determination was also checked by repeating the same measurement 10 times. There was around 18% difference between the maximum stiffness values of different curves (in the most extreme case). It can be observed that the change of the Poisson's ratio by 0.4 can result in around 19% change in the Young's

modulus. It was also found that there was a significant frequency-dependence, the Young's modulus increased by more than 16% in the 20-60 Hz range. There was a more than 15% difference between the mean values in case of the E modulus averaged from different number of measurements. This value is less than 1% when it comes to the Poisson's ratio and it is around 7% considering the damping loss factor.
In case of the porosity and density measurement there was a complete agreement between the calculated and software computed results. The repeatability of the porosity and density meter was also examined. After repeating the measurement 3 times the maximum difference was 1.2%. A future development possibility is the consideration of the deformation during measurements and further measurements are recommended for greater reliability.
For validation purposes transmission loss simulations and measurements were carried out using impedance tube. The simulation and measurement results were in good agreement. Furthermore, the absorption was measured as it is necessary for the determination of all the listed transport parameters, which is one of the future plans.

**Acknowledgments**

Supported by the ÚNKP-21-3-II New National Excellence Program of the Ministry for Innovation and Technology from the source of the National Research, Development and Innovation Fund.

**Bibliography**

[1.] Langlois, C., Panneton, R. & Atalla, N.: Polynomial relations for quasi-static mechanical characterization of isotropic poroelastic materials. The Journal of the Acoustical Society of America, 110(6), 2001. pp. 3032–3040.
[2.] TA Instruments: Thermal analysis: Dynamic mechanical analysis: DMA Q800 brochure. (2010). Downloaded: https://tainstruments.com.cn/wp-content/uploads/dma.pdf
[3.] Macioce, P.: Viscoelastic Damping 101. Roush Industries, Inc. Livonia, Michigan.
[4.] Salissou, Y., Panneton, R.: Pressure/mass method to measure open porosity and porous solid. Journal of Applied Physics, 101, 2007. pp. 142-143. Downloaded: https://doi.org/10.1063/1.2749486
[5.] Schweighardt, A. et al.: Development of 1D and 3D acoustic simulation methods for transmission loss based on transfer matrix measurement results. In Proceedings of the 27th International Congress on Sound and Vibration, Katowice, Poland, Silesian University Press. 2021. pp. 1-8.
[6.] FOAM-X, Users Guide.
[7.] Ravindran, A.: Investigation of inverse acoustical characterization of porous materials used in aircraft noise control application. Thesis. 2007

**Reviewer:** Dr. Balázs Vehovszky, Associate Professor, Széchenyi István University

# FÖLDFIZIKAI JELENSÉGEK NUMERIKUS MODELLEZÉSE GÖRBEVONALÚ KOORDINÁTARENDSZEREKEN

**Gilányi Gibárt**
*Óbudai Egyetem*
*Alkalmazott Informatikai és Alkalmazott Matematikai Doktori Iskola, doktorandusz,*
*gilanyi.gibart@gmail.com*

**Absztrakt**
A Föld alakját a nehézségi erőtér potenciál szintfelületeként határozzuk meg, melyet a Föld belső tömegeloszlása, forgása és a környező égitestek együttesen alakítanak ki. A geoid a nehézségi erőtérre felírható Laplace egyenlet megoldásával írható le. A legelterjedtebb, analitikus megoldás végtelen sok gömbfüggvényből álló függvénysorból tevődik össze. Közölük, azokat kell kiválasztani, amelyek eleget tesznek az előre definiált határfeltételeknek. Az analitikus modellek sok esetben praktikusak, de nem képes az időben változó és lokális jelenségeket (például az árapályerő) együttesen, a megfigyelési pontossággal összemérhető pontossággal előre jelezni. Azonban ezeknek a lokális hatásoknak a geodéziai és geofizikai mérési gyakorlatban alapvető jelentőségük van.
A jelenlegi számítástechnika lehetővé teszi a Föld alakjának numerikus módszerekkel való modellezését, amely során a felsorolt hiányosságokat orvosoljuk. A kutatás első, eddig megtett lépésében időben állandó, egy forrástag hatására megváltozó potenciálfelület numerikus modellezését végeztem el görbe vonalú koordinátarendszeren. Ehhez bevezetem a görbe vonalú koordinátarendszeren vett különböző számítási módszereket és bemutatom az alkalmazásukkor felmerülő matematikai problémákat. A forrástag hatását különböző görbevonalú koordinátarendszeren (nem egyenközű derékszögű koordinátarendszerek, polárkoordináta-rendszer, gömbi koordinátarendszer és 2D ellipszoid felületre felírt koordinátarendszer) vizsgáltam meg. A feladatok során egy olyan operátormátrixot hoztam létre, amelynek inverzét a forrástaggal beszorozva a potenciált kapom meg. Ezután az operátormátrixon belül olyan változásokat hozok létre, hogy a művelet végén a potenciálértékek megfeleljenek a feladatnak megfelelő határfeltételeknek (például Dirichlet, Neumann határfeltételek).
A szakirodalomból ismert analitikus megoldásokkal ellenőrizhető feladatok alapján numerikusan is modellezhető a forrástag potenciálfelületen való hatása. Így a továbbiakban bonyolultabb alakzatokra és időben változó jelenségekre, mint a Föld nehézségi erőtér potenciáljának árapályerők okozta változására is alkalmazható.

***Kulcsszavak**: numerikus modellezés, Laplace-egyenlet, Riemann-geometria, görbe vonalú koordináta-rendszerek, nehézségi erőtér potenciálja*

## 1. A nehézségi erőtér potenciálja

A nehézségi erő, vagyis a gravitációs és centrifugális erők összege, konzervatív erőként jellemezhető egy skaláris mennyiséggel, a potenciállal.
Egy M tömegelemnek egységnyi tömegére ható nehézségi térerősséget a potenciál gradienseként számítható.

$$\bar{F} = -G\frac{dM}{r^2}\frac{\bar{r}}{r} + \bar{r}\omega^2 = -gradU(x,y,z) \quad (1.)$$

A potenciál a következő alakban írható fel, ahol az integrál a Föld össztömegét is jelentheti.

$$U = G\int_M \frac{dM}{r} + \frac{\omega^2}{2}(x^2+y^2) \quad (2.)$$

A Föld egy adott pontjára vett nehézségi potenciál egy olyan nívófelületre illeszkedik, amelynek az adott pontban vett x,y és z (vagy észak, kelet és helyi függőleges irány) érintősíkja a nehézségi erőtér azonos irányba mutató komponenseivel egyezik meg. A nívófelületen a potenciál értéke állandó, tehát

$X = \frac{\partial U}{\partial x}, Y = \frac{\partial U}{\partial y}$ és $Z = \frac{\partial U}{\partial z}$ (3.), a potenciálkomponensek deriváltjainak, vagyis a nehézségi erőtér saját irányába eső deriváltak összege állandó.

$\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} = konst.$ (4), behelyettesítve az (1) és (3) képletbe igazolható, hogy

$\frac{\partial U}{\partial x^2} + \frac{\partial U}{\partial y^2} + \frac{\partial U}{\partial z^2} = \Delta U = 2\omega^2$ (4). Ugyanígy a gravitációs térerősség potenciálra, $\Delta U = 0$. (5.)

[MÁRTON P. 1989]

A geoid meghatározásának egyik módja ezen az összefüggésen alapszik. A gravitációs térerősségre felírható Laplace egyenlet levezethető a következőképpen is:
A gravitációs erőteret a rendszeren belüli tömegek keltik. Mivel a tömegeken kívül más nem kelthet gracitációs vonzóerőt, ezért a gravitációs térerősség forrásmentesnek tekinthető, vagyis

$div\vec{F} = 0$ (6), behelyettesítve az (1) képletbe, $div\ grad\ U = \Delta U = 0$.
A gravitációs vagy nehézségi erőtér potenciálra felírt Laplace és Poisson egyenletek megoldásának közelítését, analitikus módszerrel a gömbfüggvény-sor alakban lehet meghatározni.

$$U = \frac{kM_F}{r}\left[1 - \sum_{n=2}^{\infty}\left(\frac{a}{r}\right)^n J_n P_n(\sin\psi) + \sum_{n=2}^{\infty}\sum_{m=1}^{n}\left(\frac{a}{r}\right)^n (C_{nm}\cos m\lambda + S_{nm}\sin m\lambda) P_{nm}(\sin\psi)\right] \quad (6.),$$

ahol kMF a geocentrikus gravitációs állandó, a a földi ellipszoid fél nagytengelyének hossza, r,y és *l* a vizsgált pont koordinátái, $J_n$ a zonális gömbfüggvény-együtthatók, Cnm és Snm a tesszerálisgömbfüggvény-együtthatók, Pn(t) a Legendre-polinomok. [Völgyesi 1982.]
Ez az általános megoldás végtelen sok gömbfüggvényből álló sorból tevődik össze. A Föld geoid alakjának analitikus módszerrel való meghatározása során a végtelen mennyiségű harmonikus függvényből azokat kell kiválasztani, amelyek eleget tesznek az előre definiált határfeltételeknek. Ezen határfeltételek a következők:

- Dirichlet-peremfeltétel: A közeg határain a potenciál értékek adottak
- Neumann-peremfeltétel: A közeg határán a potenciál érték a határfelület normális irányába vett differenciálhányadosa adott.
- A Neumann peremfeltételhez hasonlóan, a potenciál érték a határfelület normális irányába vett differenciálhányadosa és annak valamilyen lineáris kombinációja adott.

A geoid modellben szereplő rendszámát és fokszámát (*n* és *m*) a zonális és szektorális tagok számát jelenti. A legszélesebb körben használt geoid modell, az EGM96, 360 fokú és rendű, tehát a felszín pontjain egy 1*1 fokos rácshálón definiálja a geoid-unduláció értékét. [BIRÓ et al. 2013]

A fent ismertetett modell egy időben állandó, általánosságban praktikusabb megoldást követ. A Föld nehézségi erőterét befolyásolja egy időben gyorsan változó, a centrifugális és gravitációs erőtérnél jóval kisebb erőtér, Földön kívüli égitestektől származó árapálykeltő erő. A környező égitestek, gravitációs vonzóerőt fejtenek ki a Föld felszínére, amely viszkoellasztikus anyagként deformálódik, a gravitációs vonzóerő irányától függően. Ezt figyelembe véve, a geoid tulajdonképpen egy, az árapályerők periódusa szerint, néhány deciméteres amplitúdójú „lüktető" felület.
Jelenleg nem rendelkezünk olyan egységes modellel, ami a jelenségeket együttesen, a megfigyelési pontossággal összemérhető pontossággal előre jelezné, vagy akár csak leírná. A fizikai jelenségeket leíró egyenletek egyszerűsítése esetén talált analitikus megoldások általában nem tudják kezelni a lokális hatásokat, pedig ezeknek a lokális hatásoknak a geodéziai és geofizikai mérési gyakorlatban alapvető jelentőségük van. [VÖLGYESI 1982]

## 2. Kutatási célok

A jelenlegi számítástechnika lehetővé teszi a Föld alakjának numerikus módszerekkel való modellezését, amely során a felsorolt hiányosságokat orvosoljuk. A kutatás első, eddig megtett lépésében időben állandó, egy forrástag hatására megváltozó potenciálfelület numerikus modellezését végeztem el görbe vonalú koordináta-rendszeren. Ehhez bevezetem a görbe vonalú koordináta-rendszeren vett különböző számítási módszereket és bemutatom az alkalmazásukkor felmerülő matematikai problémákat. A forrástag hatását különböző görbevonalú koordináta-rendszeren (nem egyenközű derékszögű koordináta-rendszerek, polárkoordináta-rendszer, gömbi koordináta-rendszer és 2D ellipszoid felületre felírt koordináta-rendszer) vizsgáltam meg. A feladatok során egy olyan operátormátrixot hoztam létre, amelynek inverzét a forrástaggal beszorozva a potenciált kapom meg. Ezután az operátormátrixon belül olyan változásokat hozok létre, hogy a művelet végén a potenciálértékek megfeleljenek a feladatnak megfelelő határfeltételeknek.
A szakirodalomból ismert analitikus megoldásokkal ellenőrizhető feladatok alapján numerikusan is modellezhető a forrástag potenciálfelületen való hatása. Így a továbbiakban bonyolultabb alakzatokra és időben változó jelenségekre, mint a Föld nehézségi erőtér potenciáljának árapályerők okozta változására is alkalmazható.

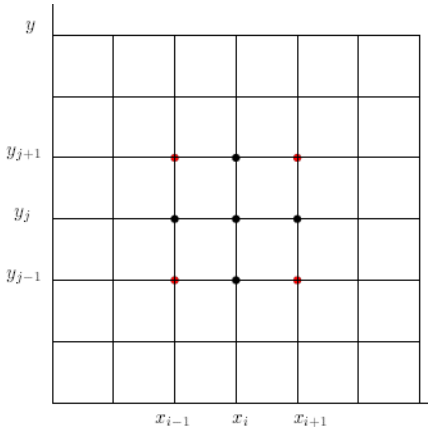
## 3. Laplace egyenlet megoldása derékszögű koordináta-rendszeren

A bevezetésben ismertetettek szerint a kutatási célom a Laplace egyenlet numerikus megoldása különböző görbült koordináta-rendszereken.

Descartes-i koordináta-rendszeren **u** potenciál Laplace-át a véges differenciák módszerével számítható ki:

$$\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}\right)_{i,j} \cong \frac{u_{i+1,j+1} - u_{i+1,j-1} - u_{i-1,j+1} + u_{i-1,j-1}}{\Delta x \Delta y} \quad (7.)$$

$$\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \quad (8.)$$




**1. ábra: Descartes-i koordináta-rendszer**

Egy $ny$ sorral és $nx$ oszloppal rendelkező $u$ mátrixhoz tartozó Laplace operátor elő állítható egy $nx * ny$ sorral és $nx * ny$ oszloppal rendelkező $\Delta$ operátor mátrixként. Ehhez minden pontban külön-külön veszem egy egységnyi érték Laplace-át. Decartes-i koordináta-rendszerben a következő mátrixot kapom egy-egyműveletnél:

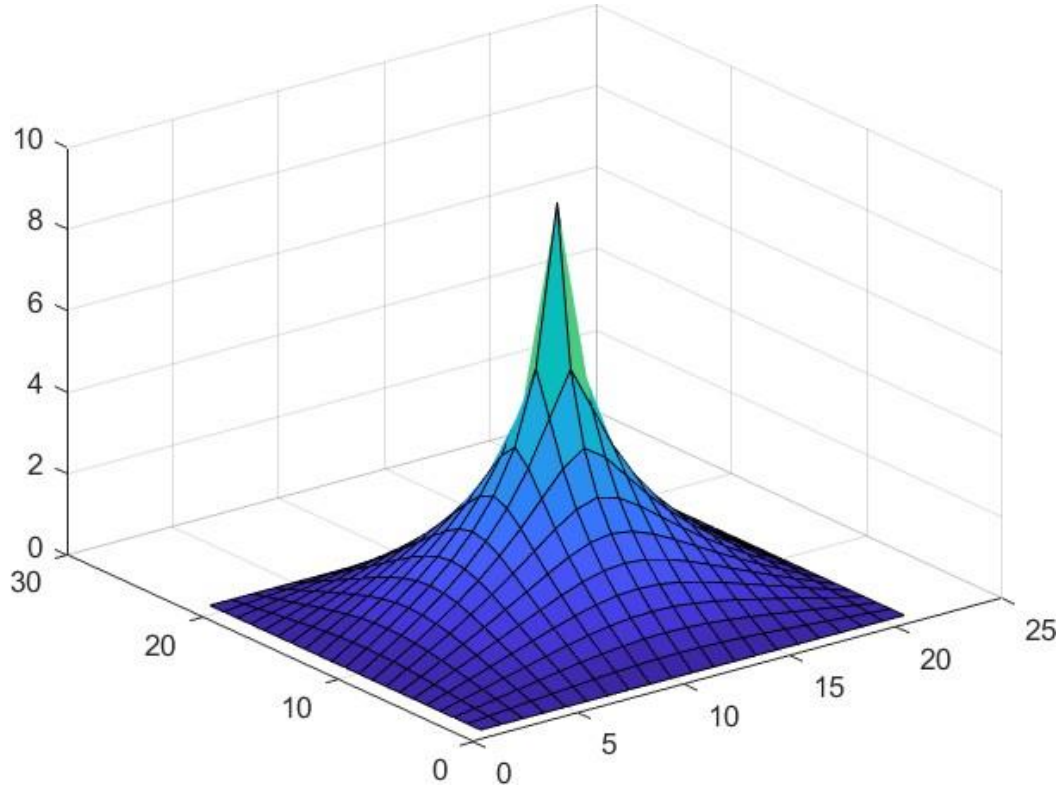
$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (9.)$$

Ezt a szakirodalomban konvolúciós mátrixnak vagy konvolúciós maszknak is nevezik. Az operátor mátrix $q$-adik oszlopát a q-aid ponthoz tartozó konvolúciós maszk elemeivel töltöm fel a következőképpen:

$$\Delta(q,q) = -4;\ \Delta(q,q+1) = \Delta(q,q-1) = \Delta(q,q+nx) = \Delta(q,q-nx) = 1 \ (10.)$$

Az operátor mátrix és egy oszlopvektor alakra hozott $u$ potenciál szorzatával kiszámolható $u$ Laplace-a. Ha a potenciál nem ismert minden pontban, de a Dirichlet feltétel értelmében a határon lévő potenciál értékek meghatározhatók, akkor $b * inv(\Delta) = u$ (11.) művelettel kiszámítható a potenciál határok közötti lecsengése, ahol b egy olyan oszlopvektor, amelynek elemei a határon lévő pontok potenciáljával lett feltöltve.

A következő ábrán látható potenciál lecsengése, a középpontban rögzített maximum potenciál és a szélső határon lévő 0 potenciál között a Descartes-i koordináta-rendszeren.




**2. ábra: Descartes-koordináta-rendszeren definiált időben állandó potenciál lecsengése**

## 4. Riemann-geometria alapfogalmai

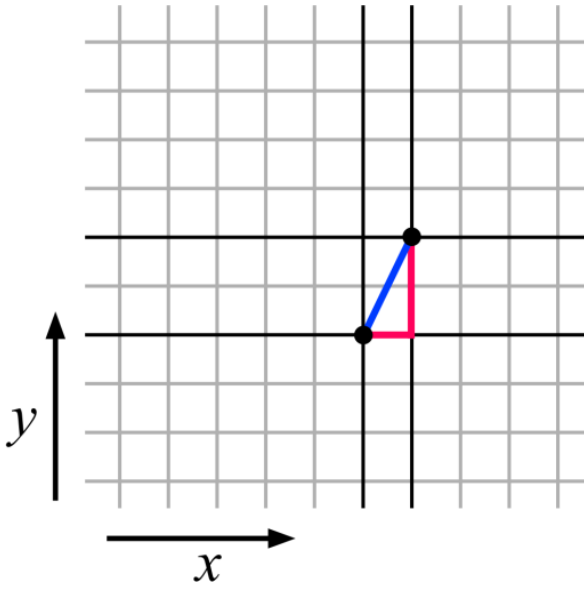
A következő idézet Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténete c. könyvből származik, amellyel szeretném bevezetni a következő fejezetet:

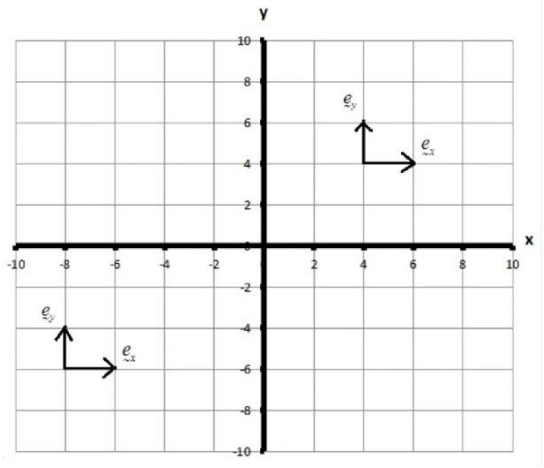
> „Riemann megmutatta, hogy ahogy különböző fajta vonalak és felületek vannak, úgy léteznek különböző fajta háromdimenziós terek is; és hogy mi csak kísérletezés útján tudjuk kitalálni, hogy ezek melyikéhez tartozik az a tér, amelyben élünk. Nevezetesen, a síkgeometria axiómái érvényesek azon kísérletek keretein belül, amelyet egy papírlap felületén végezhetünk; de mint tudjuk, hogy a lap a valóságban kis dudorokkal és árkokkal van borítva, amelyekre (minthogy ezek teljes görbülete nem nulla) az axiómák nem érvényesek."
> (Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténete, 1978)

A fizikai jelenségek, amelyeket a későbbiekben szeretnék leírni sajnos nem egy „papírlapon" zajlanak, ezért be kell vezetni a Riemann-geometria által leírt, görbült terekre is érvényes fogalmakat.

### *4.1. Metrikus tenzor*

Az Euklideszi-geometrián belül, a koordináták által leírt koordináták fontos jellemzője, hogy a bázisvektorok egymásra merőleges és egységnyi hosszúságú vektorok. Így bármely két pont közötti távolság négyzete leírható a koordináta változások négyzetösszegeként:
$l^2 = dx^2 + dy^2$(11.)




**3.1. ábra: Descartes-i koordináta-rendszer ívelemnégyzete 3.2. ábra: Descartes-i koordináta-rendszer bázisvektorai**

Általános esetben az ívelemnégyzet kiszámításához figyelembe kell venni a bázisvektorok változását is:

$$l^2 = d\boldsymbol{r} * d\boldsymbol{r} = \frac{\partial \boldsymbol{r}}{\partial x^i} dx^i * \frac{\partial \boldsymbol{r}}{\partial x^j} dx^j = g_{ij} dx^i dx^j \quad (12.)$$

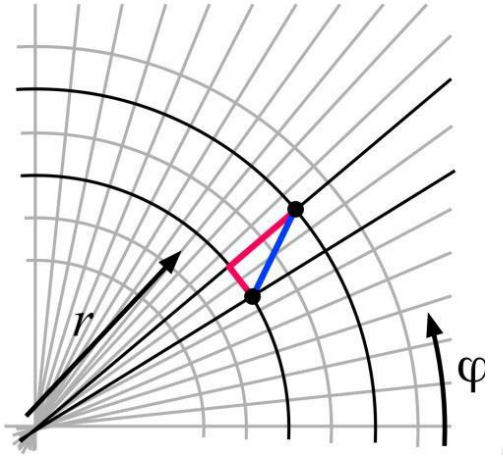
Ahol $gij$ tér geometriai tulajdonságait, azaz a metrikáját meghatározó tenzor, az un. metrikus tenzor, Egyes görbevonalú koordináta-rendszereknél a metrikus tenzor elemeit valamely koordináta függvényeként is leírható. Például a polárkoordináta-rendszernél a következőképpen számolható ki:
Koordináták: (r, φ)
Helyvektorok: $\vec{r} = r * \cos(\varphi) + r * \sin(\varphi)$ (13.)

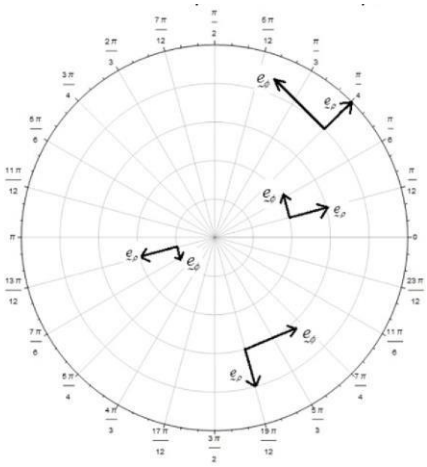
Bázisvektorok: $\vec{e}_r = \frac{\partial \vec{r}}{\partial r}; \vec{e}_\varphi = \frac{\partial \vec{r}}{\partial \varphi}$ (14.)

Metrikus tenzor: $g_{ij} = \vec{e}_i * \vec{e}_j; g_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & r^2 \end{bmatrix}$ (15.)

Ívelemnégyzet: $l^2 = dr^2 + r^2 d\varphi^2$ (16.)

A 3.2. ábrán látható, hogy a $\vec{e}_\varphi$ bázisvektorok hossza valóban a sugárral egyenes arányosan nő, a $\vec{e}_r$ bázisvektorok pedig egységes hosszúságúak.



**3.1. ábra: Polárkoordináta-rendszer ívelemnégyzete 3.2. ábra: Polárkoordináta-rendszer bázisvektorai**

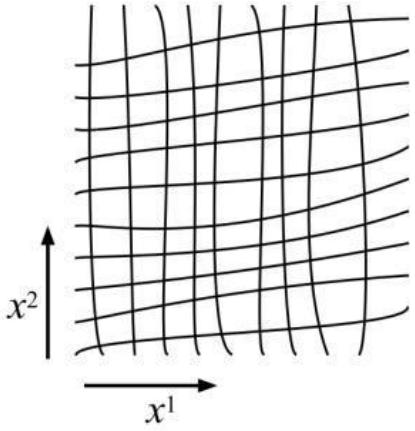
Nem minden görbült koordináta-rendszer metrikus tenzora írható le a koordináták valamely függvényeként. Egy szabálytalan, görbe-vonalú koordináta-rendszer metrikus tenzorát az alábbi módon számítható ki. Ekkor pontról pontra kell elvégezni a szükséges számításokat.

$\vec{r} = X + Y$ pont

Bázisvektorok:

$$\vec{e}_x = \frac{\partial \vec{r}}{\partial x} \qquad \vec{e}_y = \frac{\partial \vec{r}}{\partial y} \quad (17.)$$

$$g_{ij} = \vec{e}_i * \vec{e}_j \quad (18.)$$




**4. ábra: Általános görbült koordináta-rendszer illusztrációja**

$$g_{xy} = \begin{bmatrix} \vec{e}_x * \vec{e}_x & \vec{e}_x * \vec{e}_y \\ \vec{e}_y * \vec{e}_x & \vec{e}_y * \vec{e}_y \end{bmatrix} \quad (19.)$$

$$l^2 = g_{ij} dx^i dx^j \quad (20.)$$

*4.2 Christoffel-szimbólum*

Segítségükkel definiálható a görbült téren a bázisvektorok változása. A Laplace számításakor jelentősége lesz, hiszen a derivált számításkor, a koordinátapontokban lévő skalárértékek változása mellett figyelembe kell venni a bázisvektorok megváltozását is.

$$\frac{\partial \overrightarrow{e_a}}{\partial x^b} = \Gamma^{\,c}_{ab} * \overrightarrow{e_c} \neq 0 \quad (21.)$$

Számítása:

Kontravariáns metrikus tenzorok és kovariáns metrikus tenzorok parciális deriváltjainak segítségével:

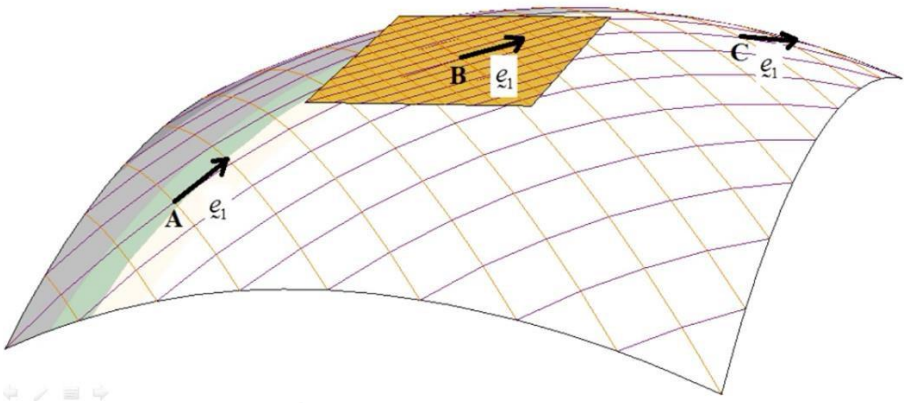
$$\Gamma^{c}_{ab} = \frac{1}{2} g^{cd} \left( \frac{\partial g_{da}}{\partial x^b} + \frac{\partial g_{db}}{\partial x} - \frac{\partial g_{ab}}{\partial x^d} \right) \quad (22.)$$

Vagy a helyvektor különböző első és második parciális deriváltjából álló mátrix determinánsából:

$\vec{r} = X + Y$

$$\Delta = det \begin{bmatrix} \frac{\partial X}{\partial x} & \frac{\partial X}{\partial y} \\ \frac{\partial Y}{\partial x} & \frac{\partial Y}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (23.1.) \qquad \Gamma^{i=1}_{m=1k=2} = \frac{1}{\Delta} \begin{bmatrix} \frac{\partial X}{\partial x \partial y} & \frac{\partial X}{\partial y} \\ \frac{\partial Y}{\partial x \partial y} & \frac{\partial Y}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (23.2.)$$

A függvénydeterminánsban m-edik oszlopának helyére k szerinti derivált i-edik oszlopot írjuk.




**5. ábra: $\vec{e_a}$ bázisvektor változása egy adott irányban**

*4.3 Laplace-Beltrami egyenlet*

Laplace-egyenlet általános formája, a Laplace-Beltrami egyenlet a következőképpen módosul:

$$\Delta u = g^{ij} \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^i \partial x^i} - \Gamma^{k}_{ij} \frac{\partial u}{\partial x^k} \right) \quad (24.)$$

Példa:
Polárkoordinátákra, ahol $g^{ij} = inv(g_{ij}) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \frac{1}{r^2} \end{bmatrix}$, (25.)

Illetve a nem 0 Christoffel-szimbólumok közül: $\Gamma^{r}_{\varphi\varphi} = -r, \Gamma^{\varphi}_{\varphi r} = \Gamma^{r}_{\varphi\varphi} = \frac{1}{r}$

$$\Delta u(r,\varphi) = \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2} \quad (26.)$$

Eredmények görbe vonalú koordináta-rendszerekre
A következő fejezetben különböző görbe-vonalú koordináta-rendszerekre állítom elő a Descartes-i koordináta-rendszerre már kidolgozott Laplace operátort. Majd a Dirichlet-feltétel

értelmében meghatározom a tér határpontjaira a potenciál értékét és $b * inv(\Delta) = u$ (11.) művelettel kiszámítom a potenciál határértékek közötti lecsengését.

## 5. Laplace egyenlet numerikus megoldása görbe vonalú koordináta-rendszereken

*5.1 Laplace egyenlet numerikus megoldása polárkoordináta-rendszeren*

A koordináta-rendszer rácspontjai:
$\vec{r} = X + Y = r * \cos(\varphi) + r * \sin(\varphi)$ (27.)
Első körben a kiválasztott elemi koordinátáknak dr elemi sugár és dφ elemi szöget választom. Numerikusan a mátrix formában felírt rácspontok x és y irányában végezhetek deriválást. Numerikusan r és φ szerint a láncszabály használatával a következőképpen lehet deriválni:

$$\frac{\partial u}{\partial r} = \frac{\partial u}{\partial x} * \frac{\partial x}{\partial r} + \frac{\partial u}{\partial y} * \frac{\partial y}{\partial r} \quad (28.1.) \qquad \frac{\partial u}{\partial \varphi} = \frac{\partial u}{\partial x} * \frac{\partial x}{\partial \varphi} + \frac{\partial u}{\partial y} * \frac{\partial y}{\partial \varphi} \quad (28.2.)$$ , ahol

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial r} & \frac{\partial x}{\partial \varphi} \\ \frac{\partial y}{\partial r} & \frac{\partial y}{\partial \varphi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial r}{\partial x} & \frac{\partial r}{\partial y} \\ \frac{\partial \varphi}{\partial x} & \frac{\partial \varphi}{\partial y} \end{bmatrix}^{-1} \quad (29.)$$

A második deriváltakra vonatkozó láncszabály a következő formában alakul:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2} = \frac{\partial u}{\partial x} * \frac{\partial^2 x}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial u}{\partial y} * \frac{\partial^2 y}{\partial \varphi^2} + 2 * \frac{\partial^2 x}{\partial x \partial y} \frac{\partial x}{\partial \varphi} \frac{\partial y}{\partial X_{fiz}} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \left(\frac{\partial x}{\partial \varphi}\right)^2 + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \left(\frac{\partial y}{\partial \varphi}\right)^2, \quad (30.)$$

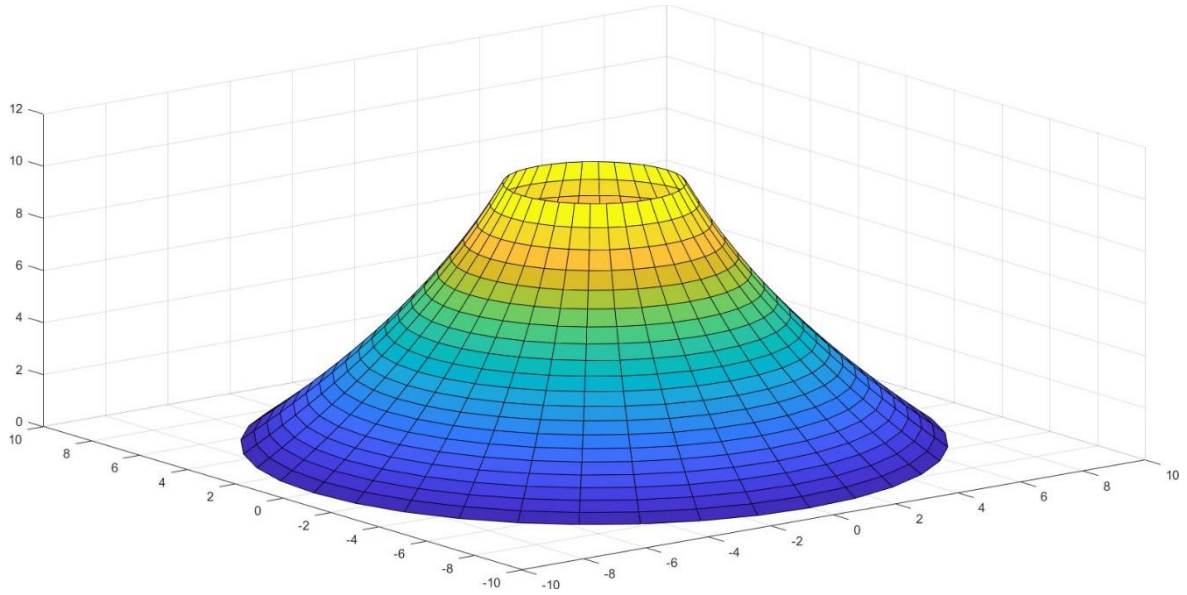
ahol $\frac{\partial^2 x}{\partial \varphi^2}, \frac{\partial^2 y}{\partial \varphi^2}$ a megfelelő Christoffel-szimbólumokkal egyenlő.

A Laplace-Beltrami egyenletbe helyettesítve, a Riemann-geometria alapfogalmai fejezetben már bemutatott módon a következő egyenletet kapjuk:

$$\Delta u(\mathrm{r},\varphi) = \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2} \quad (31.)$$

Az egyenletet felhasználva Laplace egyenlet megoldása derékszögű koordináta-rendszeren bemutatott módon előállítom a Laplace operátor mátrixot, amelynek konvolúciós maszkja a következőképpen módosul:

$$\begin{bmatrix} 0 & c + 1/(2 * r) & 0 \\ 1/r^2 & -2/r^2 & 1/r^2 \\ 0 & c - 1/(2 * r) & 0 \end{bmatrix} \quad (32.)$$




**6. ábra: Polárkoordináta-rendszeren definiált időben állandó potenciál lecsengése (Elemi koordináták: (dr, dφ) )**

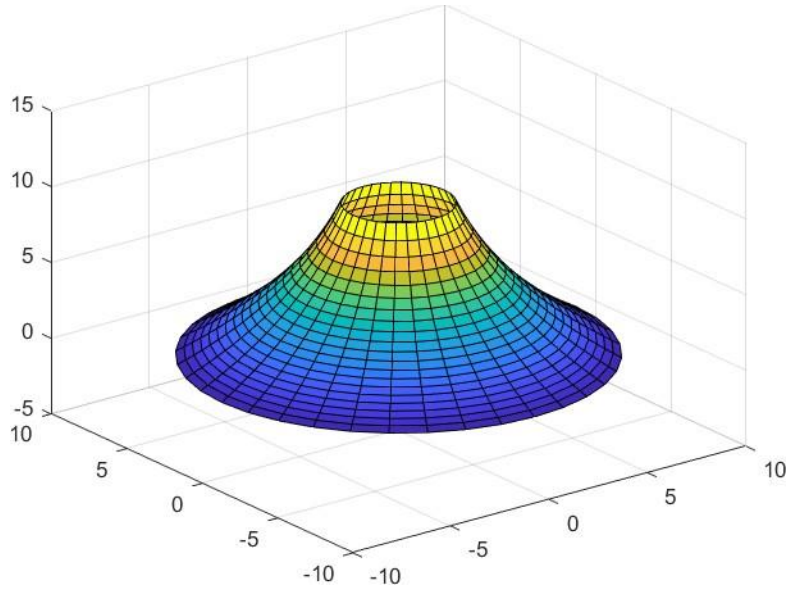
A körlap középső pontját szingularitási probléma miatt nem vettem számításba.

*5.2 A polárkoordináta-rendszeren való megoldás általánosítása*

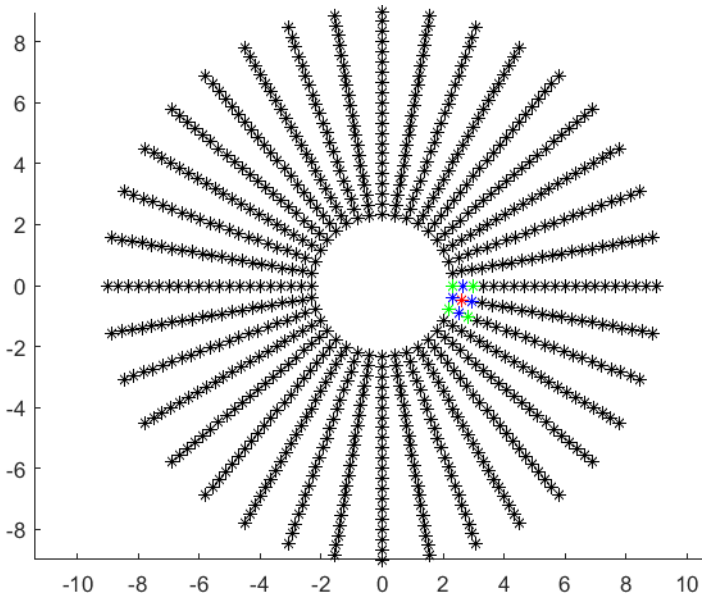
A Laplace-Beltrami egyenlet bármely elemi koordináták és bázisvektorok választása esetén használható. Ellenörzésképpen ugyanazon polárkoordináta-rendszerre, de dr és dφ elemi koordináták helyett a mátrix x és y irányával megegyező irányú elemi dx és dy választom a koordináta-rendszer elemi koordinátáinak.
Ebből kiindulva kiszámítom:

- Helyvektorok x és y irányban vett első és második deriváltjait a véges differenciák módszerével, amelyek valójában az x és y irány szerinti bázisvektorok
- $gxx$ , $gxy$, $gyy$ metrikus tenzorokat
- $\Gamma^{i}_{jk}$ (i,j,k = (x,y)) Christoffel szimbólumokat
- Laplace operátor mátrixot

Az előző példához képest a metrikus tenzorok és Christoffelek módosulnak, viszont végeredményként a Laplace operátor mátrix megegyezik.




**7. ábra: Polárkoordináta-rendszeren definiált időben állandó potenciál lecsengése (Elemi koordináták: (dx, dy)**

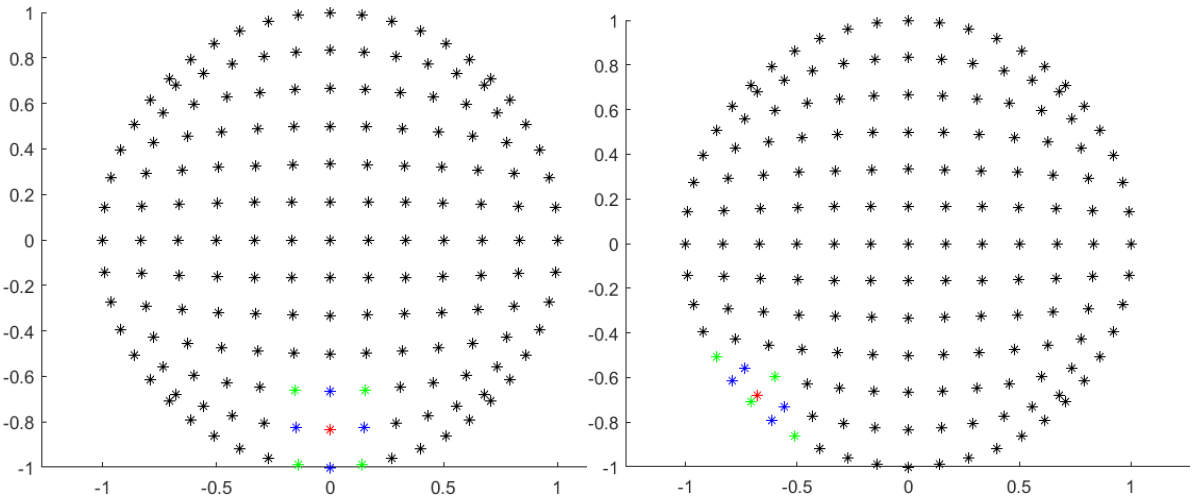



**8. ábra: Polárkoordináta-rendszer rácspontjai. Egy adott pont (piros) és a mátrixon belüliszomszédos (kék és zöld) rácspontok kiemelve**

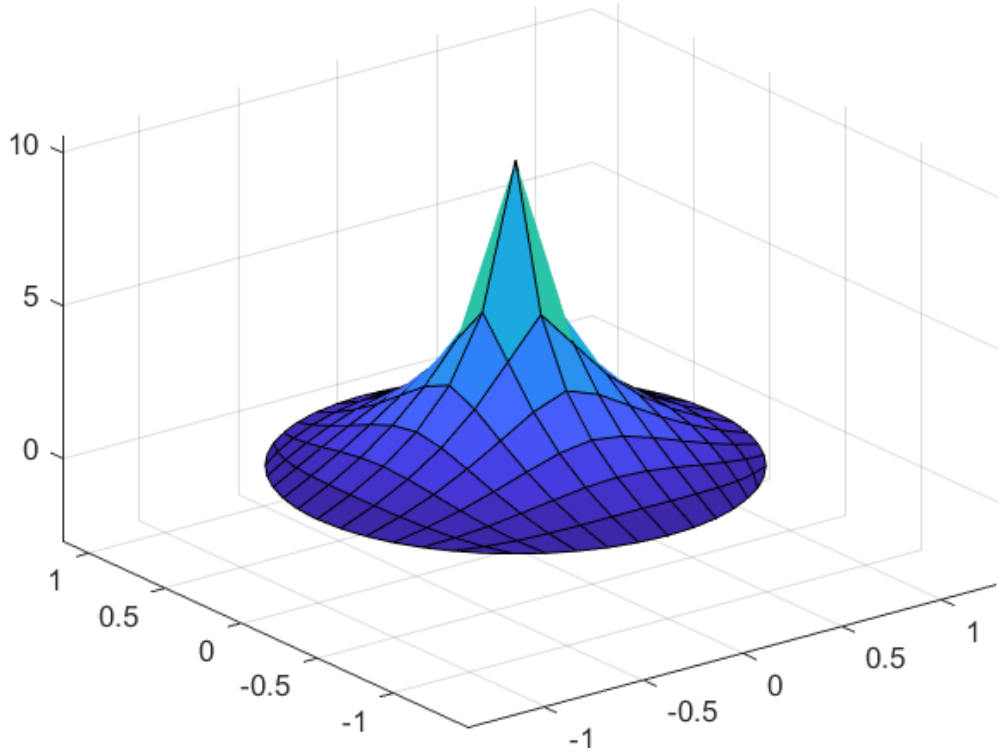
*5.3 Laplace egyenlet megoldása egy „körösített" négyzet alakú görbe vonalú koordináta-rendszeren*

Ennél a kör alakú görbült koordináta-rendszernél a rácspontokat úgy helyezem el egy mátrixban, mint egy körlappá görbített négyzet elemeit. Így, az eddig példától (a 7. ábrán látható módon) eltérően a mátrixon belüli x és y irány nem párhuzamos az r és φ irányokkal. A mátrixon belüli szomszédos rácspontok nem feltétlenül helyezkednek el a térben is hasonló pozícióban, ahogyan ez a 9. ábrán is látható. A bázisvektorok nem merőlegesek egymásra, ezért

$gxx$ , $gxy$, $gyy$ metrikus tenzorok és $\Gamma^{i}_{jk}$ (i,j,k = (x,y)) Christoffel szimbólumok mindegyike, beleértve a vegyes tagokat is, különbözik 0-tól. Illetve nem írhatók le valamely koordináta függvényeként, pontról pontra más az értékük. Előnyös tulajdonsága, hogy a körlap középső pontjára megszűnik a szingularitási probléma.



**9. ábra: „Körösített" négyzet koordináta-rendszer rácspontjai. Egy adott pont (piros) és a mátrixon belüliszomszédos (kék és zöld) rácspontokkal kiemelve**




**10. ábra: „Körösített" négyzet koordináta-rendszeren definiált időben állandó potenciál lecsengése**

*5.4 Laplace egyenlet megoldása 3D gömbi koordináta-rendszeren*

A módszert három dimenzióra, egy gömbre is sikerült kidolgozni. A gömbi koordináta-rendszer rácspontjait ( $X = r * \sin(\theta) * \cos(\varphi)$ ; $Y = r * \sin(\theta) * \sin(\varphi)$ ; $Z = r * \cos(\theta)$ ) három dimenzós

tömb alakban írtam fel. A polárkoordináta-rendszer fejezetben kifejtett módhoz hasonlóan a véges differenciák módszerével és láncszabály használatával kiszámítottam r, θ, φ szerinti bázisvektorokat, amelyekből kiszámítottam a metrikus tenzorokat és a Christoffeleket. Megfelelő mennyiségű és egymáshoz kellően közel lévő rácspontokkal sikerült visszakapni az analitikus módszerrel kiszámolt metrikus tenzorok és Christoffelek értékeit:

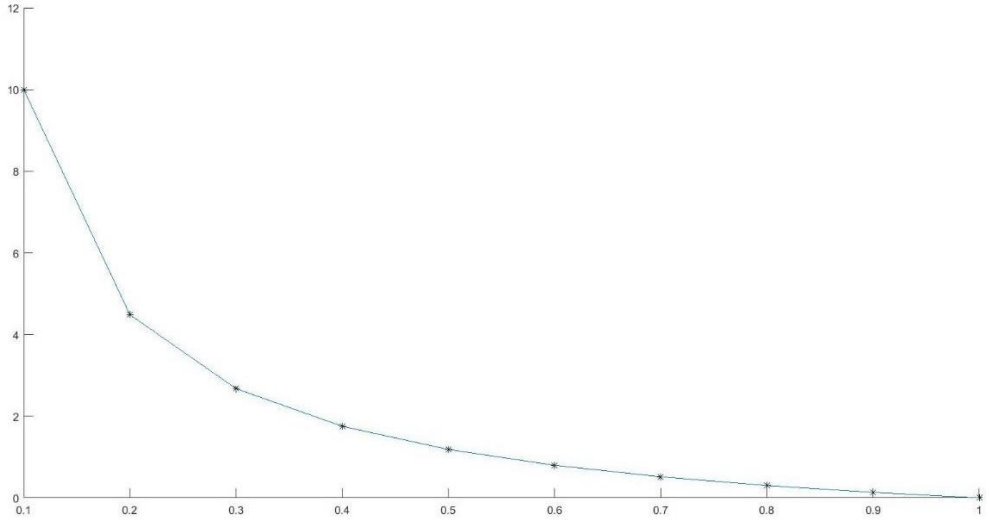
$$g_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & r^2 & 0 \\ 0 & 0 & r^2 \sin(\theta) \end{bmatrix}; \Gamma^1_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & -r & 0 \\ 0 & 0 & -r^2 \sin(\theta) \end{bmatrix};$$

$$\Gamma^2_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{r} & 0 \\ \frac{1}{r} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\sin(\theta) * \cos(\theta) \end{bmatrix}; \Gamma^3_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{1}{r} \\ 0 & 0 & \cot(\theta) \\ \frac{1}{r} & \cot(\theta) & 0 \end{bmatrix} \quad (33.)$$

Behelyetesítek a Laplace-Beltrami egyenletbe:

$$\Delta u(\mathrm{r},\theta,\varphi) = \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 u}{\partial \theta^2} + \frac{\cot\theta}{r^2}\frac{\partial u}{\partial \theta} + \frac{1}{r^2 \sin^2\theta}\frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2} \quad (34.)$$

Határfeltételként a legbelső gömbfelületre egy maximális potenciális értéket határoztam meg, illetve a külső gömbfelületre írom elő a 0 potenciált.
Így a potenciál gömbfelületenként megegyezik, a középponttól a külső gömbfelületig pedig a konst*1/$r$2-es arányossággal csökken.



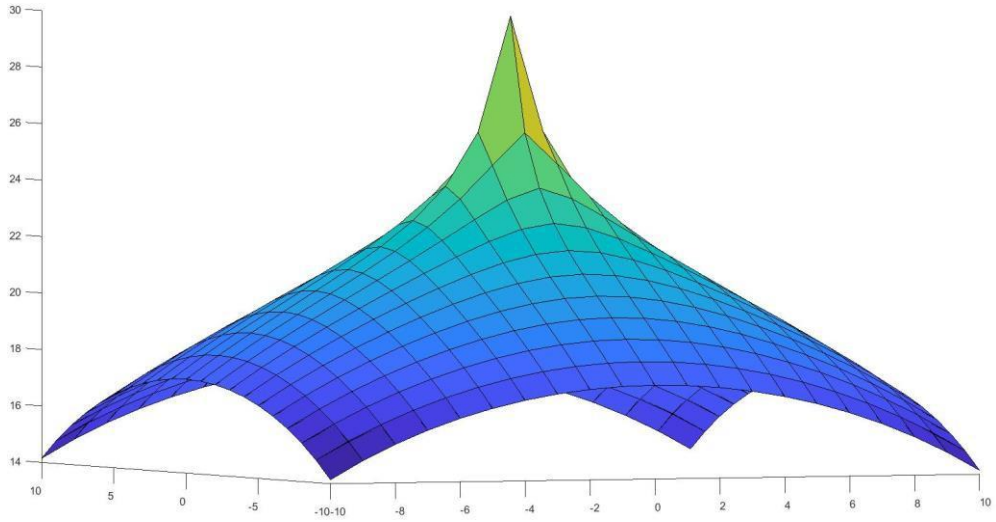

**11. ábra: Gömbi koordináta-rendszeren definiált időben állandó potenciál lecsengése, gömbfelületenként, rsugár függvényében**

*5.5 Laplace egyenlet megoldása 2D gömbfelületen*

Adott egy $[x \quad y \quad \sqrt{R^2 - x^2 - y^2}]$ (35.) gömbfelület, amelynek a síkra levetített elemi koordinátái $\begin{bmatrix} dx \\ dy \\ 0 \end{bmatrix}$. A gömbfelületet érintő, tehát a gömbfelület gradiensére merőleges $dv$ koordinátákat a következő képlettel kapható meg: $dv = \begin{bmatrix} dx \\ dy \\ 0 \end{bmatrix} + \lambda * Grad$ (36.), ahol $\lambda$ Lagrande multiplikátor egy olyan érték, amivel $Grad^T dv = 0$ igaz. Hiszen ebben akkor lesz $dv$ merőleges a gradiensre, ha a skaláris szorzatuk 0. A gradiens [x,y,z] pontok ismeretében könnyen kiszámítható:

$$grad = \begin{bmatrix} 2 * x \\ 2 * y \\ 2 * \sqrt{R^2 - x^2 - y^2} \end{bmatrix} \quad (37.)$$

Visszahelyettesítve megkapjuk $dv$-t, az ívelemnégyzetből pedig adódik a metrikus tenzor $[dx \quad dy] * g(x,y) * \begin{bmatrix} dx \\ dy \end{bmatrix} = dv^T dv.$ (38.) Ezután pedig a korábbiak szerint kiszámíthatóak a Christoffelek és a Laplace-Beltrami egyenlet is. A következő ábrán látható z koordinátákhoz hozzáadott potenciál lecsengése, a középpontban rögzített maximum potenciál és a szélső határon lévő 0 potenciál között a 2D gömbfelületen.




**12. ábra: 2D gömbfelület görbe vonalú koordináta-rendszeren definiált időben állandó potenciál lecsengése**

**Köszönetnyilvánítás:**
A tanulmány létrejöttéért szeretném köszönetet mondani témavezetőmnek, dr. habil. Molnár Gábornak. Prof. Dr. habil. Tar József segítségét is szeretném megköszönni a Riemann-geometria megértésében.

**Irodalomjegyzék:**


[1.] Márton Péter: Általános Geofizika I. (A Föld alakja, gravitációs tere, és változó forgása) Tankönyvkiadó, Budapest 1989
[2.] Biró Péter, Ádám József, Völgyesi Lajos, Tóth Gyula: A Felsőgeodézia Elmélete És Gyakorlata, Magyar Tudományos Akadémia és a BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszéke, Budapest 2013
[3.] Dr.Völgyesi Lajos: Geofizika, Tankönyvkiadó, Budapest 1982
[4.] Lánczos Kornél: A geometriai térfogalom fejlődése. Gondolat kiadó, 1976.
[5.] Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténete, 1978
[6.] Simonyi Károly, Zombory László: Elméleti Villamosságtan. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 12. kiadás 2000
[7.] Prőhle Zsófia: Bevezetés a görbe vonalú geometriába, 2012
[8.] Tar József: Riemann-geometria jegyzet



**Lektorálta:** dr. habil. Molnár Gábor Péter, tudományos főmunkatárs, Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar, Geoinformatikai Intézet

# HOW TO PROTECT WOODEN STRUCTURES FROM DAMAGES CAUSED BY WEATHER CHANGES - STUDY CASE

**Mohammad Kherais**
*Marcel Breuer Doctoral School, Faculty of Engineering and Information Technology, University of Pécs, PhD student, mohammad.kherais@mik.pte.hu*

**Anikó Csébfalvi**
*Department of Civil Engineering, Faculty of EngineeringandInformation Technology, Professor Emeritus, csebfalvi.aniko@mik.pte.hu*

**Adél Len**
*Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Information Technology, Assistant Professor, len.adel@mik.pte.hu*

**Fülöp Attila**
*Department of Civil Engineering, Faculty of EngineeringandInformation Technology, Associate Professor, fulop.attila@mik.pte.hu*

**Abstract**
Wooden structures show great durability and strength under optimum conditions. That explains the wide use of timber as a construction material in historical and heritage buildings. Thus, preservation and restoration of historical wooden structures are very current tasks globally.
When we are talking about a preservation process, we need to know the main reasons behind the wood damage. Moisture content (MC) must be considered as one of the most critical contributing factors. The moisture content value represents the proportion of water contained in the wood, and changes in it cause shrinkage and swelling of the material, as well as changes in the physical and mechanical qualities (e.g., strength and physical properties of wood). Furthermore, increasing moisture content might promote fungus growth on the surface of the timber material.
The present research aims to find a relation between the bending strength of the wood, defined as the modulus of rapture (MOR), the modulus of elasticity (MOE) and change of the MC. The four points bending tests has been performed on differently prepared wooden material (natural, and fully saturated). Conclusion were drawn about how the bending strength fluctuates between the natural state and the fully saturated one.
In order to relate the results to historical structures, moisture content and climate condition data (indoor and outdoor temperature and relative humidity) have been measured at two different sites. Our previous studies aimed to collect information on the effects of weathering on the properties of wood structures. Different outdoor and indoor structures have been observed over a longer period.

***Keywords**: bending strength, temperature, relative humidity, moisture content, timber, four points bending test.*

## 1. Introduction

### *1.1 Timber as construction material*

Due to its advantageous qualities, including its high strength to weight ratio, low energy consumption, and reliability in structural applications, wood is a widely used structural material [1-4]. In the last decade, usage of wood in construction is continuously increasing specially in Europe, in UK sawn softwood use is about 0.14 $m^3$ per capita, in Germany 0.20 $m^3$ and in Finland reaches 0.80 $m^3$, which led to increase the forest area in the last 20 years whether by restoration, reforestation and afforestation to 1.3Mha [5]. In Hungary, wood is used in many historical and modern buildings like in the roof structure of the Civil Community House in Pécs, and the Makovecz lookout tower in Budapest, the two structures studied in this work. The annual consumption of wood per capita in Hungary is 0.7 $m^3$ [6]. In spite of its many pleasant characteristics (short construction process, light weight, good insulating properties, beauty etc.), wood's propensity to biodegradation, under weathering and climatic circumstances or biological assaults (decay fungus and insects like termites), may restrict its commercial acceptance in comparison to alternative construction materials like concrete and steel.
Many timber structures that had been erected decades earlier collapsed during the beginning of 2006 in Europe, such as in Germany and the neighbouring foreign nations [7]. Even while snowfall was a factor in the majority of failures, it is not always possible to state that unusually heavy snowfall was the only cause. Numerous recent failures demonstrate that failure must be explained by taking into account a combination of load factors and climate factors. Especially because the wood is a natural material that is considered a hygroscopic and anisotropic material. The climate impact on the wooden elements can be summarized by the changing of the moisture content of the wood (MC). This change can be seen in form of shrinkage, swelling, and deformation which leads to decrease in stiffness and strength which appear as cracks along the elements [8-11].

### *1.2 Aim and scope*

This paper is based on previous research on two different timber structures [12-13]. The first structure is the Civil Community House, which dates back to the 19th century [14]. It's located in Pécs, at Szent István Square. This heritage building has a historical timber roof without any renovation since the building was constructed. The second structure is the Makovecz Imre Tower, which is a lookout tower in the second district of Budapest. This structure is considered a newly renovated timber structure since it was renovated in 2018 [15]. In both, we focused on collecting the climate data: temperature (T) and relative humidity (RH), through all the seasons, relating these data to the MC of the structural elements and demonstrating how they can affect the strength and stability of the timber material.
After establishing that the MC value is primarily controlled by climate components, we have demonstrated numerically how the MC can influence the modulus of rapture [MOR] and the modulus of elasticity [MOE], how they affect the bending strength and deflection of the timber elements.

## 2. Methodology

### *2.1 Experimental part*

In order to find a relation between the MC and the bending strength of the timber elements, four-point bending tests have been conducted according to the Hungarian specifications (MSZ EN 408:2011 & MSZ EN 384:2010). To make the test, 15 pieces of 4 m long samples with a

cross section of 50 X 50 mm approx. have been cut into 1 m pieces to get 60 samples to be tested. Figure 1 shows the samples after cutting them into 1 m long pieces.



**Figure 14: Timber samples for testing**

The 60 samples were separated into two groups, each containing 30 pieces. Group A contains samples in their natural phase under normal room conditions. Group B contains fully saturated samples obtained by submerging the samples in a big tank full of water. After selecting the samples for the two groups, T and RH values were measured and registered. Geometry measurements have also been made using a calliper, measuring each dimension three times (at the ends and in the middle) and taking the average value as an approved dimension. The MC on the surface of each sample has been measured using the Testo 606-1 device, denoted as $MC_s$ to compare the result with the MC of the samples. Samples were directly tested using the loading machine device (Instron static hydraulic Satec series – see Figure 2).



**Figure 15: Hydraulic bending machine**

The samples were assembled on the device in such a way that the distance between the two supports was equal to 900 mm, and the loading span was 300 mm. The machine uses the displacement control system, where the load incremental is controlled by displacement, and the cyclical load part of the machine is displaced at 5 mm/min. In the case of groups, A and B, after the bending test was finished, a 9 cm long piece was cut from each sample in order to be weighted in the current phase, named ($W_1$). The 9 cm samples were dried using a furnace until three consecutive stable weight readings were obtained, denoted as ($W_{dry}$). Thus, MC equals to:

$$MC = \frac{W_1 - W_{dry}}{W_{dry}} \quad (1)$$

The density (ρ) of each each sample were calculated, using the equation below.

$$\rho = \frac{W_{dry}}{Volume} \quad (2)$$



**(a) (b) (c)**

**Figure 3: a) geometry measurements b) samples in the furnace c) weight measurements**

*2.2 Data evaluation*

The MOR is defined as a specimen's maximum strength just before rupture, and the MOE is defined as a measurement of the ratio of stress placed upon the wood compared to the strain (deformation) that the wood exhibits along its length [3-4]. These two factors describe the status of each sample and each group, and how they are affected by the change in the water content in the samples. To calculate the stress value, Figure 3 shows that the moment value in the loading span is equal to *F/2* multiplied with *a*, where *F* is the load measured in N, and *a* is the distance between the center of the support and the load needle, which is equal to 300 mm. Thus, the stress is equal to:

$$\text{Stress } (\sigma) = \frac{M \cdot C}{I} \quad (3)$$

Where:

- *M* is the moment bending value
- *C* is the distance from the neutral axis to any point on the cross section, which is equal *h/2* since we have a square cross section
- *I* is the second moment of inertia value, which is equal ($1/12bh^3$)

The MORequation must be calculated at the maximum load point were the sample failed so:

$$\text{MOR} = \frac{a\left(\frac{F_{max}}{2}\right)\left(\frac{h}{2}\right)}{\frac{1}{12}bh^3} = \frac{3F_{max}a}{bh^2} \quad (4)$$

After calculating the stress, the strain must be calculated to generate the value of the MOE, which is equal to:

$$\text{Strain}(\varepsilon) = \frac{C}{R} \quad (5)$$

Where R is the radius of curvature.

Each sample was represented in a stress strain diagram according to the previous calculated values. Since group A was tested in its natural phase, each sample has a different MC value. Thus, in order to make an accurate comparison between the samples, the MOR and MOE values were calculated to an MC value equal to 12% according to ISO-EN 13061-3 and ISO-EN 13061-4 [16-17].

$$MOE_{12} = \frac{MOE}{1-\alpha(MC-12)}$$

(6)

$$MOR_{12} = MOR(1 + \beta(MC - 12))$$

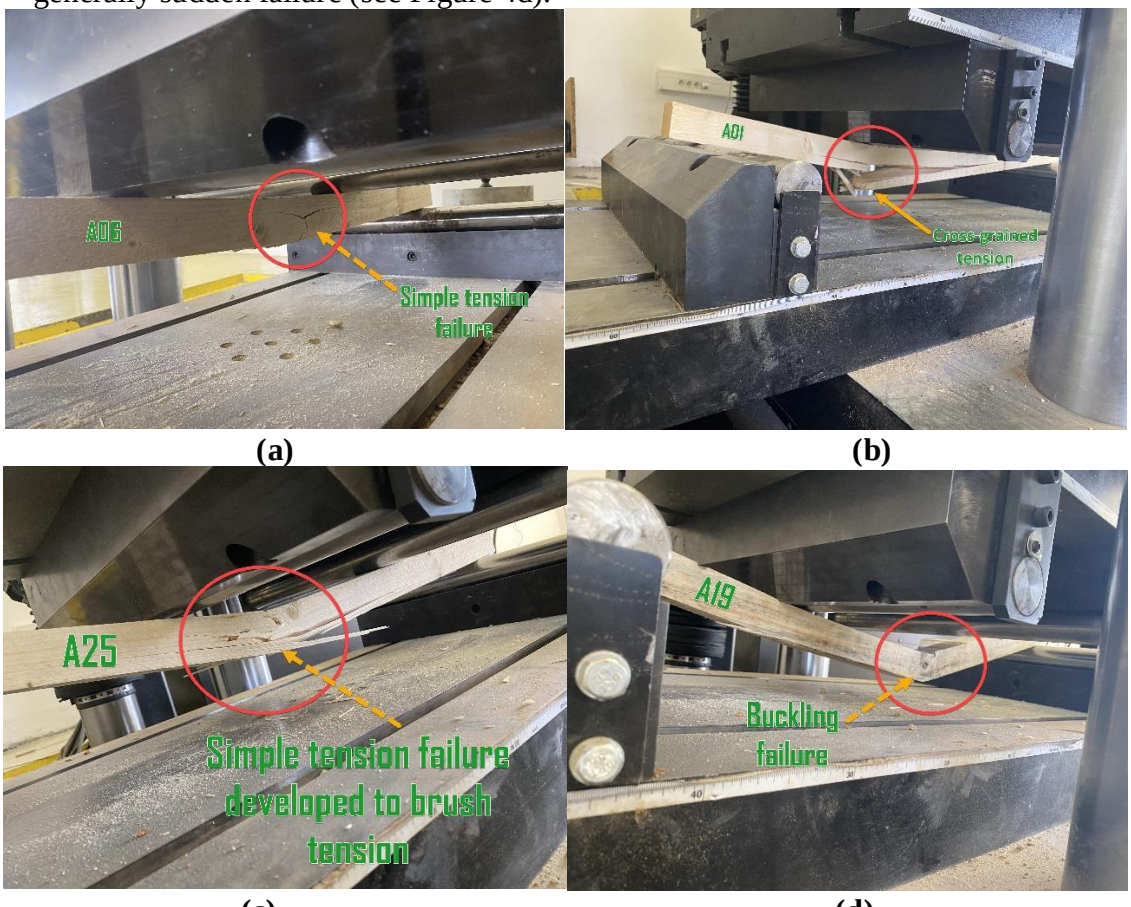
(7)

Where α and β are the correction factors, equal to 0.02 and 0.04 respectively.

## 3. Results and discussion

The four-point bending test was performed on each sample. The test shows different types of failure, which can be summarized as [3-4]:

- Simple tension (ST), in which there is a direct pulling in the wood on the underside of the beam due to a tensile stress parallel to the grain (see Figure 4a).
- Cross-grained tension (CGT), in which the fracture is caused by a tensile force acting oblique to the grain. Since the tensile strength of wood across the grain is only a small fraction of that with the grain, it is easy to see why a cross-grained timber would fail in this manner (see Figure 4b).
- Brittle or brash tension (BT), in which the beam fails by a clean break extending entirely through it. It is characteristic of brittle wood, which gives way suddenly without warning, like a piece of chalk. In this case, the fracture surface is described as brash (see Figure 4c).
- Buckling failure (BF), in which the buckling happens in the compression fibres, generally occurs in a sidewise direction. Buckling results in a clearly marked and generally sudden failure (see Figure 4d).




**(a)** **(b)**

**(c)** **(d)**

**Figure 4: a) ST failure b) CGT failure c) BT failure d) BF failure**

It has been noted through the tests that the failure in most cases starts at the knot position or at the loading area. When the knot exists, the fibre orientation around the knot is distorted, and the fibres pass in a sweep around the knot. The presence of knots has a negative influence on most of the mechanical properties of sawn timber. The fibres around the knot are no longer continuous when the wood is sawn, thus affecting the strength, at least in the main fibre direction. At the loading area, it is logical that we have a crack, because a high stress is present in that area (see figure 5).

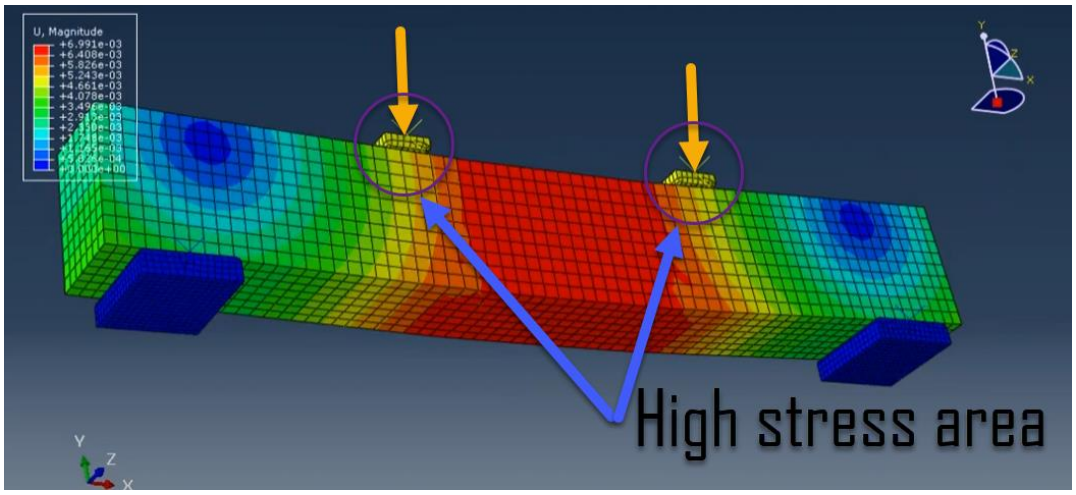



**Figure 5: 3D finite element model of the four point bending test using Abaqus software**

The bending machine gives a record every 0.1 second for the displacement and the load applied. Thus, a load-displacement curve was generated for each sample. However, the curve has been modified to start as a linear graph. Because there is a few mm before the load needles touch the sample surface and make the start on the graph nonlinear. The modified graph was converted to a stress and strain curve and the MOR and MOE were calculated for each sample.

### 3.1 Group A results

Group A (natural phase group) has been tested on two different days. Each day, details of T and RH were recorded using a KIMO AQ 200 device (see Table 1).

**Table 2: Room Temperature and relative humidity values**

| Day | Temperature | Relative Humidity |
|---|---|---|
| Day 1 (2022.03.28) | 23.2°C | 25.4% |
| Day 2 (2022.04.04) | 23.1°C | 32.7% |

Table 2 shows the basic statistical values of group A, the MOR values, the MOE values, MC values and density.

**Table 2: Min, max, mean and standard deviations of group A values**

| | MOR (MPa) | MOE (GPa) | $MC_{s\text{-}avg}$ % | MC% | $MOR_{12}$ (MPa) | $MOE_{12}$ (GPa) | Density ($kg/m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Min | 26.24 | 6.29 | 8.80 | 9.03 | 25.40 | 6.19 | 335.39 |
| Max | 85.05 | 18.17 | 14.60 | 12.37 | 80.48 | 18.33 | 505.13 |
| Mean (μ) | 55.09 | 11.47 | 11.02 | 10.15 | 52.29 | 11.21 | 403.10 |
| Standard deviation (σ) | 15.83 | 2.77 | 1.64 | 0.96 | 14.32 | 2.68 | 49.90 |

As shown in Figure 6, the stress strain diagram for group A has different stability behaviors. The samples ranged from brittle behavior to ductile behavior due to the density of each sample. In such cases, the MC didn't play a main role because most of the samples had an MC range of equal to 10%. Figure 6 also shows how some samples had minor failures before the main rupture failure, represented as a fluctuation in the diagrams. These fluctuations can be shown as layer separation in the samples.

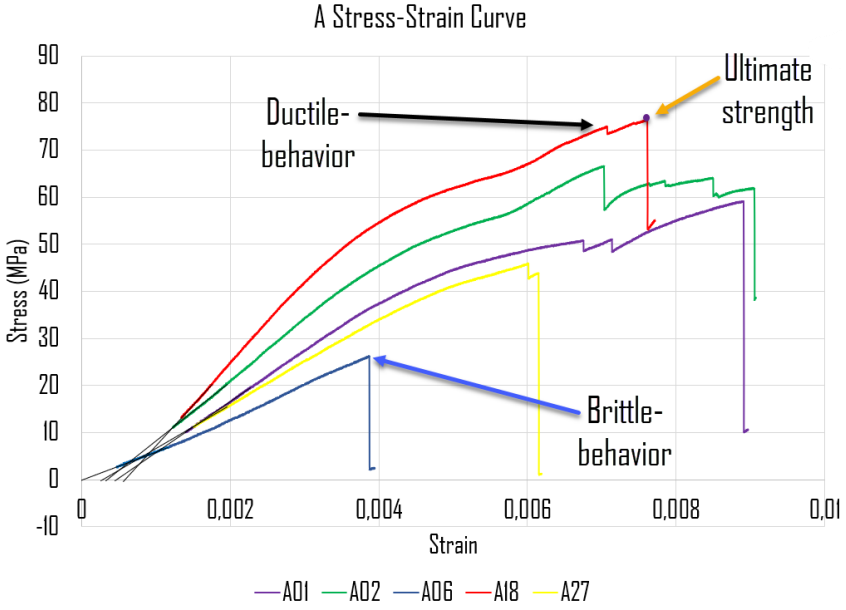
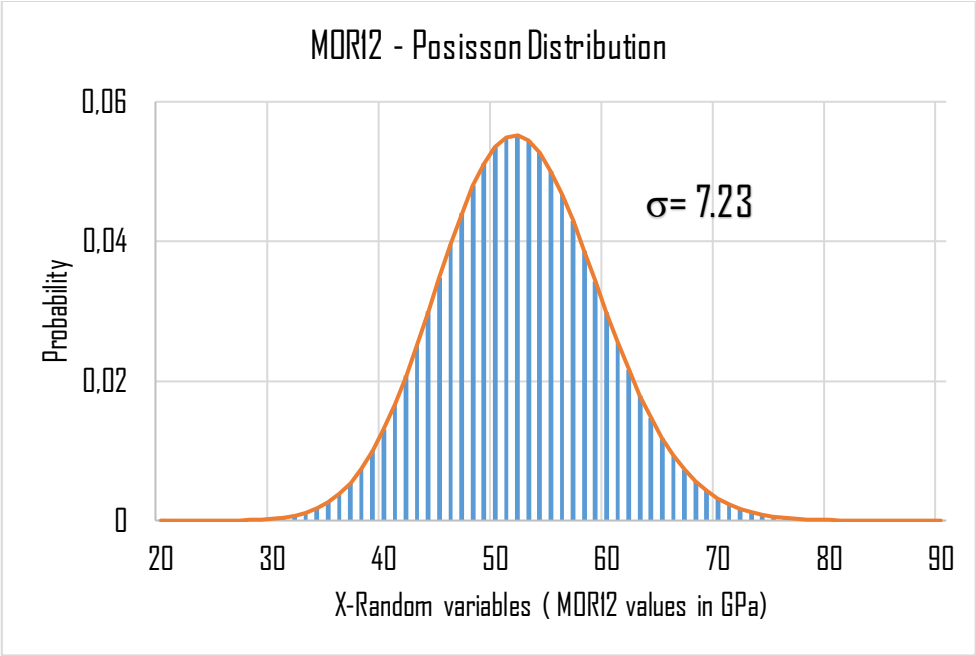
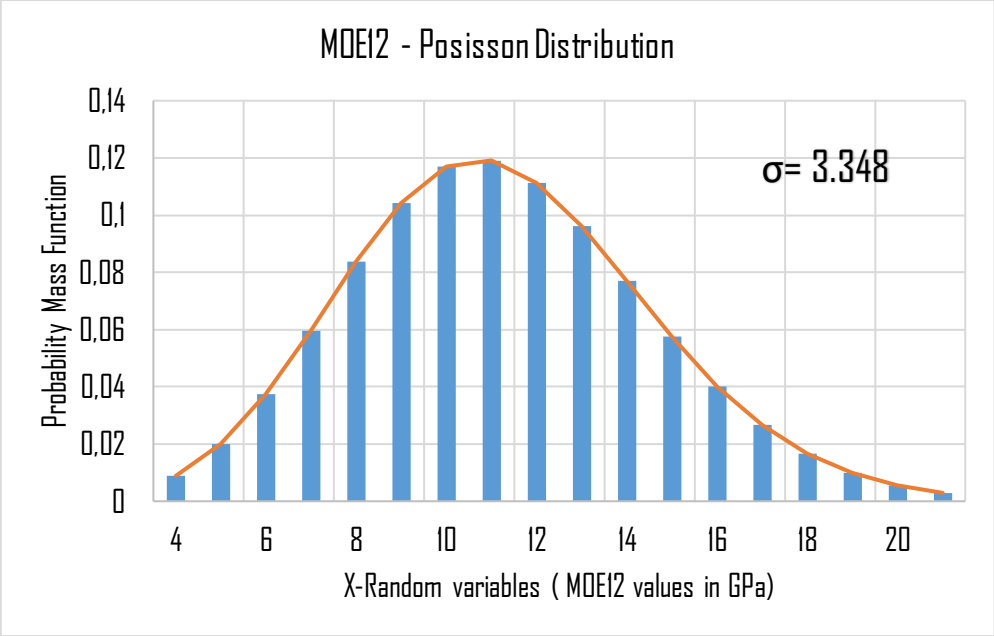



**Figure 6: Stress strain diagrams of group A**

Poisson's distribution has been used to represent the results of Group A. This distribution expresses the probability of a given number of events occurring in a fixed interval of time or space. As shown in Figure 7a, the mean MOR12 value of Group A was 52 MPa, with a probability of 5%, and in Figure 7b, the mean MOE12 value of Group A was 11 GPa, with a probability of 12%.




**(a)**




**(b)**

**Figure 7: Group A poisson's distribution: a- MOR12 b- MOE12**

*3.2 Group B results*

Group B (fully saturated phase group) has been tested in two different stages. The first stage was to put all the samples in a big tank for a week in order to assure that they reach the full capacity of water (see Figure 8). The second stage was the four-point bending test, and the same procedure was applied to group B as for group A. On the test day, the RH and T values were 41.7% and 24.3 °C, respectively.



**Figure 8: Saturation process of group B samples**

Table 3 shows the basic statistical values of group B, the MOR values, the MOE values, and the gained MC values denotaed as $MC_g$.

**Table 3: Min, max, mean and standard deviations of group B values**

| Sample | MOR (MPa) | MOE (GPa) | $MC_g$% |
|---|---|---|---|
| Min | 16,23 | 5,05 | 13% |
| Max | 48,45 | 10,06 | 34% |
| Mean | 33.86 | 7.20 | 22% |
| Standard Deviation | 6.88 | 1.13 | 5% |

As shown in Figure 9, the stress strain diagram for group B has been changed compared to group A. The samples in the saturated case tend to behave like semi-ductile or ductile materials. That can be seen in the fluctuations which occur after the ultimate stress point and most of the samples had buckling failure shapes with few cracks (see Figure 10), unlike group A where we had different types of failures. In such cases, the MC increases the flexibility of bending for the samples but decreases the values of MOR and MOE.

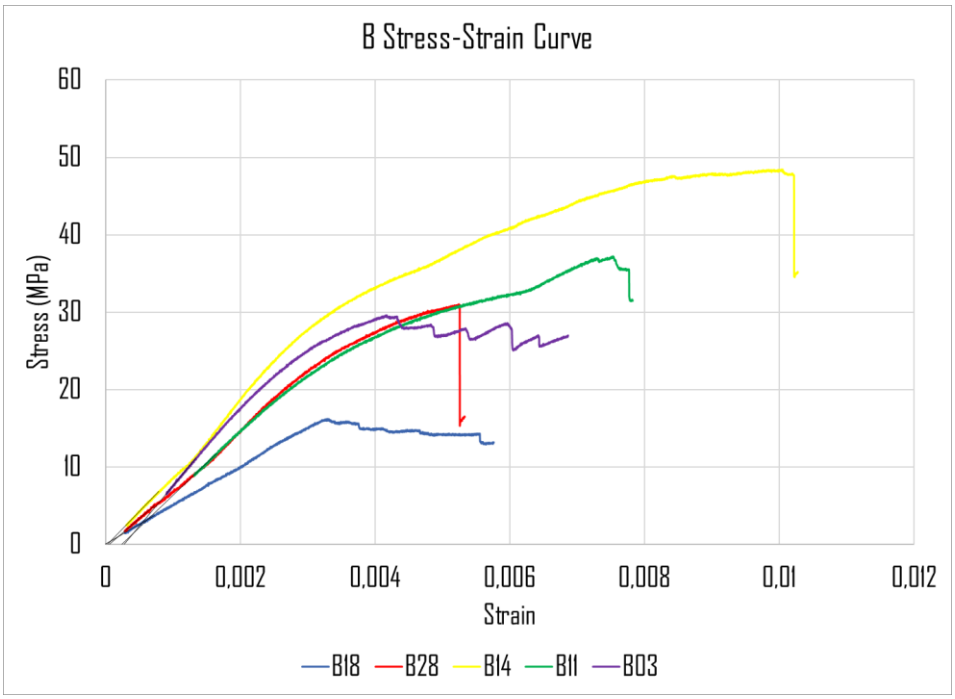



**Figure 9: Stress strain diagrams of group B**

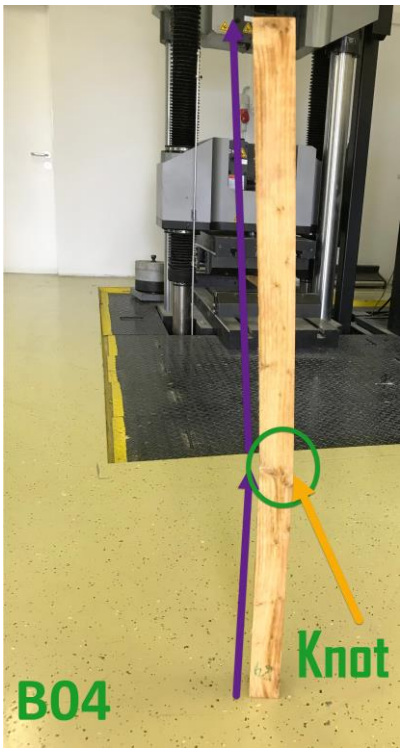
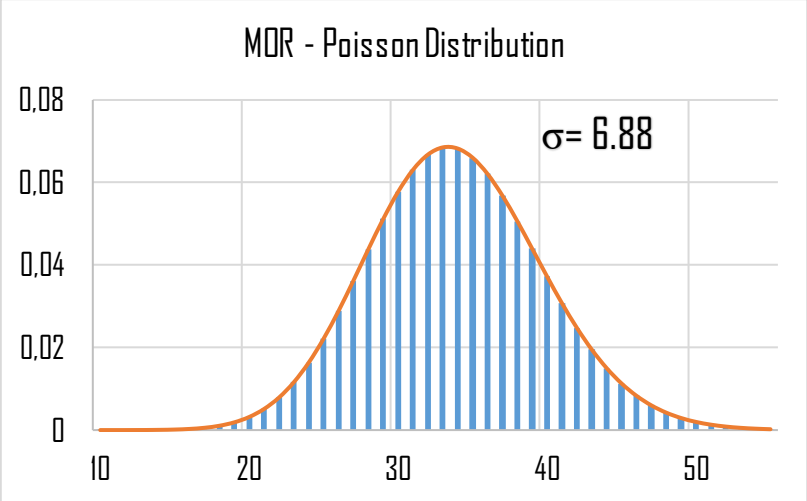
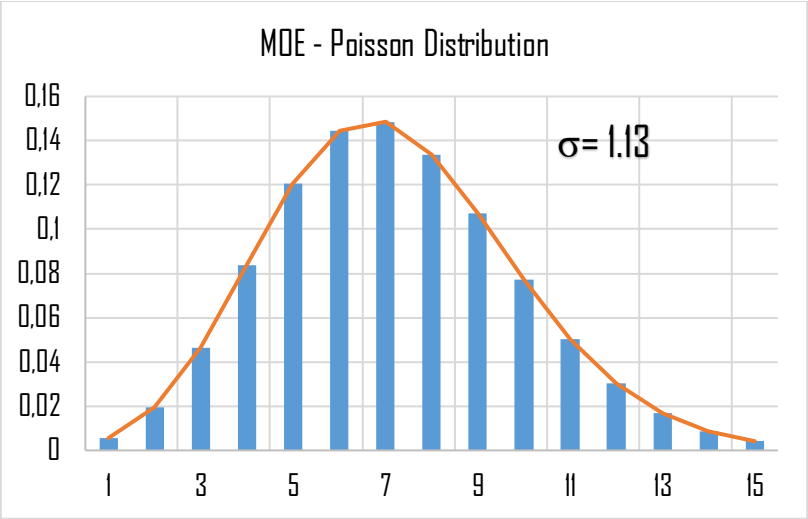



**Figure 10: Buckling failure in group B**

As shown in Figure 11a, the mean MOR value of group A was 34 MPa with a probability of 7%, and in Figure 11b, the mean MOE value of group A was 7.20 GPa with a probability of 15%.




**(a)**

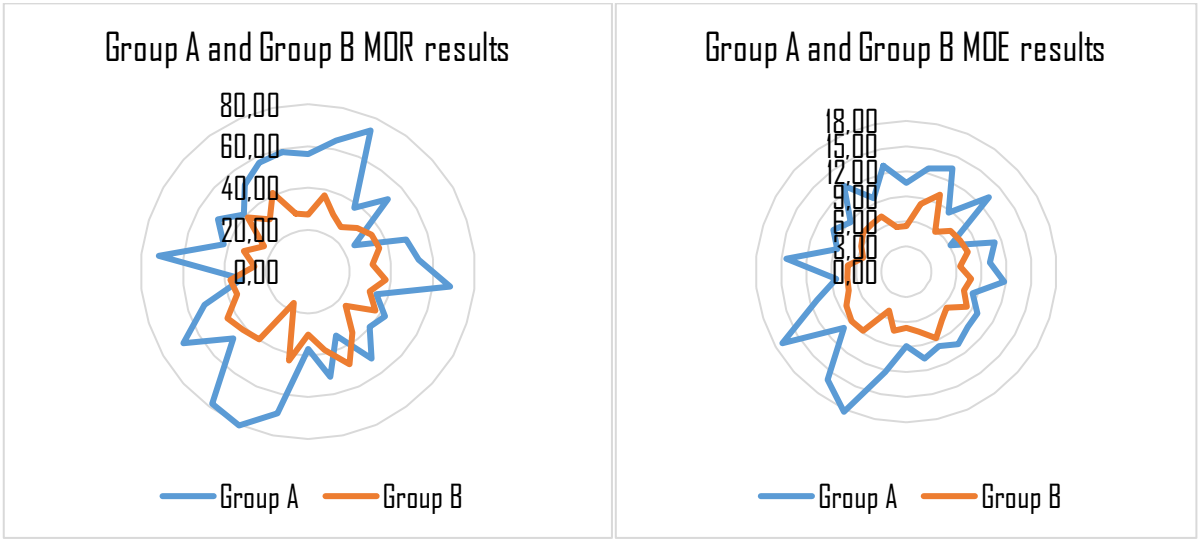



**(b)**

**Figure 11: Group B poisson's distribution: a- MOR b- MOE**

*3.3 MC Impact*

Figure 12 shows the huge drop in the MOR values and MOE values between the two groups. As expected, the water has a negative impact on the strength and mechanical properties of the wood. Also, the main buckling failure in group B type was the buckling failure, which usually happens in the compression elements such as columns and bracing elements, and they are considered the main structural parts in roofs and towers, like the previous study case made on Civil Community house and the lookout tower [12-13]. In such a case the buckling failure of the column due to load will be enhanced by another impacting factor which is the buckling failure due to MC. This impact which happened by the MC can be a cumulative one.




**(a)** **(b)**

**Figure 12: Radar represenation of Group A & B results: a – MOR results b – MOE results**

## 4. Conclusion

Group B shows the negative impact on the timber elements in the event that the MC values increase. The drop in MOR values reached 35% while the drop in MOE values reached 36%,

which shows us the importance of choosing the covering material of the timber elements in such a way to prevent water reaching the wooden cells. It also emphasizes the significance of conducting periodic inspections of timber structures, particularly those exposed directly to climate components.

**Biliography**


[1.] Ayanleye, S.,Udele, K., Vahid, N., Xuefeng, Z., Holger, M.: Durability and protection of mass timber structures: A review, Journal of Building Engineering, Volume 46, 2022.
[2.] Estévez, J., Martín, E., Suárez, F., Otero, D., Vázquez, J.: Timber-concrete composite structural flooring system, Journal of Building Engineering, Volume 49, 2022.
[3.] Sven, T., Hans J. L.: Timber engineering. Sweden, 2003.
[4.] Borgström, E.: Design of timber structures. Sweden, 2016.
[5.] The state of the world's forests: Forests, biodiversity and people, UN Environment Programme, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2020.
[6.] Laborczy, G., Winkler, A.: The Hungarian wood-based panel industry and its impact on the environment, Acta Silv. Lign. Hung, vol. 12, no. 2, 2016, pp. 157–171.
[7.] Frese, M., Joachim, H.: Statistics of damages to timber structures in Germany, Engineering Structures, Volume 33, Issue 11, 2011, pp 2969-2977.
[8.] Kherais, M., Csébfalvi1, A., Len, A.: The climate impact on timber structures, Int. J.Optim. Civil Eng, vol 11, no.1, pp.143-154, 2020.
[9.] Verbist, M., Nunes, L., Jones, D., Branco, J.: Service Life design of timber structures, Long-term Performance and Durability of Masonry Structure, pp. 311–336, 2019.
[10.] Aghayere, A., Vigil, J.: Structural Wood Design a Practice-Oriented Approach Using the Asd Method, John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey, 2007.
[11.] Ahn, N., Park, S.: Impact of coating and indoor relative humidity on the deformation characteristics of the timber hybrid window frame, Journal of Building Engineering, Volume 49, 2022.
[12.] Kherais, M., Csébfalvi1, A., Len, A.: Moisture content changing of a historic roof structure in terms of climate effects, Pollack Period, vol 17, no.3, 2022.
[13.] Kherais, M., Csébfalvi1, A., Len, A.: Moisture Content Impact on Wooden Structures, in the 10th Jubilee Interdisciplinary doctoral conference, 2022, pp 395-407.
[14.] http://www.ckh.hu/bemutatjuk-a-hazat [accessed: 03.10.2021.].
[15.] https://hu.wikipedia.org/wiki/Makovecz_Imre-kil%C3%A1t%C3%B3[accessed: 06.01.2022.].
[16.] International Standards ISO 13061-3:2014.: Physical and mechanical properties of wood -Test methods for small clear wood specimens, Part 3: Determination of ultimate strength in static bending, 2014.
[17.] International Standards ISO 13061-3:2014.: Physical and mechanical properties of wood -Test methods for small clear wood specimens, Part 4: Determination of modulus of elasticity in static bending, 2014.



**Lecturer:** Dr. Zoltán Dudás, Centre for Energy Research

# INVESTIGATE AND IMPROVE THE ACCURACY OF 3D PRINTING IN I4.0 ENVIRONMENT

**Daniel Ledenyák**
*Jozsef Cziraki Doctoral School of Wood Sciences and Technologies, University of Sopron, PhD student, fr0c94@uni-soprom.hu*

**Abstract**
The aim of the present research can be interpreted as an additional subfield of an Industry 4.0 integration research. The registration and transmission of data between PLC systems enable a deeper understanding of the processes, as well as the possibility to perform fast and accurate data transformation during production. The modern decision support systems are aided by data-driven communication. Today, traditional manufacturing technologies are still dominant, however, experimental manufacturing technologies, such as 3D printing, that can be used in medium-sized series, are becoming increasingly important. Due to the widespread use of 3D manufacturing technology, the way and area of use of the parts made in this way has also expanded. One such area of development is the development of multi-material structural systems, use of different infill patterns that result in a better weight to load ratio. However, the accuracy of the finished pieces is key to the optimal use of the technology. Accuracy is influenced by the condition and design of the printer on the equipment side, while the use of complex structures on the design side, the environmental conditions, printer settings and parameters on the raw material side.
Currently, our primary goal is to correctly measure the geometric properties of the printed workpiece, investigate how effect the results the different circumstances, like temperatre, scanning environment. This is done by measuring the dedicated points of the 3D printed workpiece with contact and non-contact measurement methods, considering the recommendations of the ISO 230 standard. When designing the geometries, we also took into account the typical dimensions of the 3D printer and the peculiarities of the most commonly used geometric shapes in technical practice.
The measurements were performed on the workpiece which was printed with Prusa 3D printer. The 3D measurements were on the COORD3 coordinate measuring machine and HP 3D Structured Light Scanner Pro S3 also located at the institute. The measurements were performed on an average so-called “at room temperature” and at the standard temperature of 20 ° C specified for the measuring room.
Based on the evaluation of the geometries, it can be said that after learning about the changed conditions due to the temperature difference, it is an effective option to modify the software of the 3D printing machine individually. Based on our research, our further goal is to modify the correction during production using the data communication options and the data sets we have created.

***Keywords**: 3D printing, contact/non-contact measurement technologies, optimisation*

## 1. Introduction of measurement methods, processes

### *1.1. Main groups of measurement methods according to the type use and environment*

In the industrial fields, like pharmacy, manufacturing processes there is more and more importance for the measurements machines and devise. There is a key factor of the use of the machines, speed and data store and transform [1]. Different types of measurement methods:
− direct measurement,
− indirect measurement,

− comparative measurement,
− substitute measurement.

In the case of direct measurement, compare what is to be measured with the unit quantity of the given unit of measurement. An excellent example of this, is a caliper or measuring with a two-arm scale.
In the case of indirect measurement, it can be determined the desired quantity by using the results obtained during the measurement process, after applying mathematical and statistical methods, so it isn't measured directly.

From a production technology point of view, it can be:
− active measurement,
− passive measurement.

In the case of active measurement, the obtained results are used directly in the production process, because it is actively applied. An excellent example of this is the measurement after the machining allowance during CNC manufacturing process, and then the determination of the finishing parameters considered the obtained results.
An excellent example of a passive measurement is the final inspection, i.e. the measurement takes place at the end of the production process, it has no impact on the production in relation to the given piece.

The display of the measurement result can be:
− analog measurement,
− digital measurement.

Analogue measurement enables continuous measurement and measurement results during time, e.g. measuring clocks, calipers. A continuous signal can be detected at the output of the sensors. There is a pointer on the display of analog measuring instruments, with the help of which we can read the value of a signal that is continuous in time. This means a quantity that is continuous in time, a signal.
During digital measurement, the signal is not constant, here the measurement results are discrete in time. The difference between the two measurement moments depends on the device and procedure [2]

*1.2. Measurement devices and processes used during the study*

Nowadays there are a lot of different advanced measurement technologies, but this doesn't means that we have to avoid the analogue methods.
The main benefits of this techniques are the following, quick calibration, short set up time, simply recognition of a measuring device error. In order to have got a good fundament for the advanced and complex measurement processes were performed the caliper and micrometer processes. These devices were calibrated and control checked before and after the whole process with the use of calibrated gauges.
In our measurement process the 3D printed workpiece were checked in X and Y dimension.
During the investigations COORD 3 Coordinate Measurement Machine was used, with a medium large workspace. This machine is equipped with a direct measuring system. The main advantage of coordinate measuring machines is that measuring tasks that cannot be performed in traditional ways, here can be performed. Not only dimensions, but also the position of the measured shape elements relative to each other can be determined, as well as the possibility of

feedback of the measurement results. This is a very effective process in case of the modern production challenges, good example in this case is the lot of free surfaces [3].
The disadvantage is the low sampling frequency, which means that it is time-consuming, and the price is not favorable compared to other measurement methods.
Two types of measurements are possible on the measuring machine: either we check the dimensions of the component based on the existing technical drawing or CAD model, or we create a CAD model based on scanning the points of the existing object. This machine is equipped with 3D scan device, but this is not in the scope of this study. In our case the parallel X Y surfaces of the workpiece were measured with contact touch trigger measured at the dedicated same field like in the previous processes at caliper and micrometer.
The non-contact measurement in our case were performed with a HP 3D Structured Light Scanner Pro S3. It uses structured light for scanning. The essential difference in this case the position of several points is examined simultaneously. In practice, this works as follows, it does not project a point focused the object to be measured, but a 1- or 2-dimensional shape, such as a square grid.
The projected square grid is distorted when projected onto the surface of the object, and the geometry of the surface of the object is determined from this. The advantage of the method is that it is possible to scan the entire surface visible in the camera image, thus even scanning moving objects in real time is possible. There are several forms of structured light technology that require more complicated calculations. The projected stripes are not black and white, but colored lines. When choosing the colors of the lines, it is important to make sure that the color shades of the lines in contact with each other differ as much as possible for good distinguishableness. Scanning resolution is adversely affected if the surface of the object is shiny, shiny or transparent. In the case of such scanning, the obtained result is noisy, and the probability of inaccuracy increases. [4].

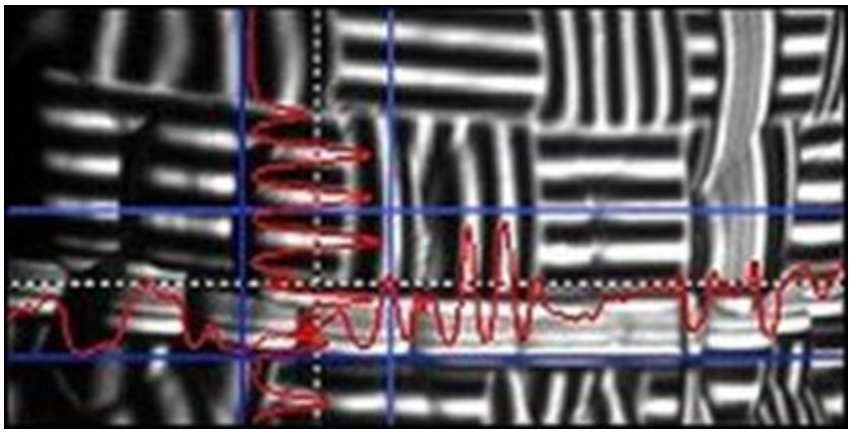


**Figure 1. Workpiece surface with optimal grid**

During this process scan a 3D sample which is a point cloud. This is an indirect measurement, in order to understand and use the values they have to transform into a usable form. First the scanned point clouds were processed with an approximate transformation; Fast Global Registration process. In this case, the point cloud must be sampled (even with voxelization), its normals are determined, and then a FPFH (Fast Point Feature Histogram) characteristic must be calculated for each voxel.[5]
The FPFH feature is a 33-dimensional vector that describes the local geometric property of a point (voxel). After comparing the nearest points in the 33-dimensional workspace, the points with the same geometric structure are placed closer to each other. It is mainly used in the case of overlapping point clouds, where the use of algorithms based on the principle of local registration is not effective, but cannot be used by itself, because it is not accurate enough. We

also use this algorithm to promote further processability. Furthermore, it helps to reduce the calculation time of the following algorithm [6]. After these step the following used process was the Iterative Closest Point method. One of the most commonly used point cloud matching algorithms is the Iterative Closest Point (ICP) algorithm. It was published by Besl and McKay in 1992, and since then many improved versions have appeared. It was primarily used to compare a model of an object with a precisely known geometry with the point cloud created from it. It can process the geometry of the object in several forms (set of points, triangle mesh, parametric surface, etc.). The algorithm is based on iteration, an iteration consists of two steps. First, we find the nearest point on the surface of the model to the points of the target point cloud, and then, using the corresponding pairs of points obtained in this way, we search for the transformation that ensures the best match with the help of a mathematical method. The iteration is repeated until the desired accuracy or the maximum number of iteration steps is reached.
In order for the pairing to be less likely to be faulty in the local optima, as a pre-processing step it is worthwhile to estimate the initial transformation in some way. Such a pre-processing step can be, for example, the application of a shift that brings the centers of gravity into one another, the rotation of the axes determined by principal component analysis into one another, or simply the choice of a random starting transformation. In the latter case, it is worth running the algorithm several times with different starting transformations and accepting the result that causes the smallest error.

The steps of the algorithm:
1. A set of data points P and a set of model points Q are given. The set P must be matched with the set Q.
2. The center of mass of the two sets of points must be determined and the displacement vector that moves the center of mass of the set of model points Q to the center of mass of the set P must be calculated. If this is available, the shift follows.
3. For each point of the model point set Q, the closest point of the set P must be found
4. For each point of P, the point of the set Q closest to it must be found.
5. According to good point pairings, the rigid body transformation that transforms Q into P with the smallest error must be defined.
6. Then the 3-5. step is repeated until the two sets of points are "close enough" to each other or a maximum number of iterations is reached. [
7. Allowing calculating the distances with RMSE method [7].

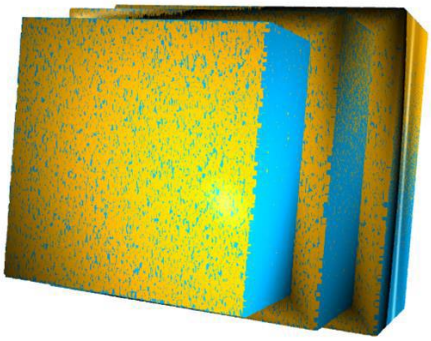


**Figure 2. Workpiece after iteration**

## 2. 3D printed workpiece geometry and manufacturing

The workpiece geometry is an easily and quick manufacturable rectangular bar with a step. The X Y dimension for measurement is 18x18mm. This shape is perfect to control the difference between the machine's X Y axes, furthermore usable to determine the correction values. The production were made on a PRUSA 3D printer with Prusament PLA filament, diameter, D=0,4 mm, accuracy 0,025 mm, layer thickness 0,3 mm at room temperature (between 20-24°C.

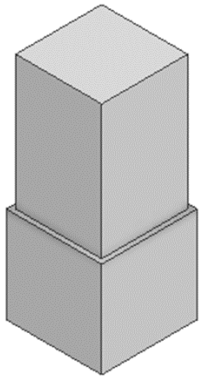


**Figure 3: Geometry for measurements 18x18mm**

## 3. Evaluation of the results

*3.1. Results of the analogue measurements*

The micrometer measurement was carried out with the Insize device with serial number MM-3109, the manufacturer'saccuracy of which is ± 2 $\mu$m, and the resolution is 1 $\mu$m. It is important that surface irregularities are averaged due to the surface of the measuring device. The results can be found in Table 1:

**Table 1: Measurement results with micrometer1**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **X** | 17,843 | 17,868 | 17,881 | 17,894 | 17,893 | 17,907 | 17,913 | 17,863 | 17,866 | 17,862 |
| **Y** | 17,906 | 17,92 | 17,877 | 17,852 | 17,918 | 17,917 | 17,867 | 17,871 | 17,866 | 17,865 |

The TM-1109 serial number Insize device was used for measuring with a caliper, with a manufacturer's accuracy of ±20 $\mu$m and a resolution of 10 $\mu$m. The results can be found in Table 2.

**Table 2: Measurement results with caliper**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **X** | 17,97 | 18 | 18,01 | 18,01 | 18,03 | 17,97 | 17,99 | 17,99 | 18,01 | 17,98 |
| **Y** | 18 | 18,04 | 17,98 | 17,98 | 17,96 | 17,95 | 17,96 | 18 | 18 | 8,01 |

Consideringthe characteristic of the measurementdevices and comparing with the surface properties of the 3D printed workpieces the valuesare consistent and useful to control check the 3D scan and CMM values.

*3.2. Results of the digital measurements*

The accuracy of the coordinate measuring machine is 1.55 $\mu$m due to the standard for the machine. The results can be found in Table 3. This device is the most accurate, because the measured points in every case are perfectly placed ont he surface of the workpiece.

**Table 3: Measurement results of CMM**

| | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **X** | 17,8742 | 17,8623 | 17,8776 | 17,8717 | 17,896 | 17,8998 | 17,9064 | 17,8455 | 17,9104 | 17,8736 |
| **Y** | 17,8706 | 17,9052 | 17,8443 | 17,9003 | 17,8962 | 17,8646 | 17,8478 | 17,8915 | 17,8621 | 17,8450 |

The accuracy of the 3D scanner specified by the manufacturer is 50 $\mu$m. This is possible if all parameters are set correctly. The results can be found in Table 4.

**Table 4: Measurement results of 3D scan**

| | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **X** | 17,54 | 17,43 | 17,6 | 17,48 | 17,65 | 17,61 | 17,7 | 17,41 | 17,63 | 17,52 |
| **Y** | 17,52 | 17,71 | 17,44 | 17,58 | 17,62 | 17,48 | 17,47 | 17,61 | 17,5 | 17,48 |

In order to better understand the result they are summarised in the following charts.

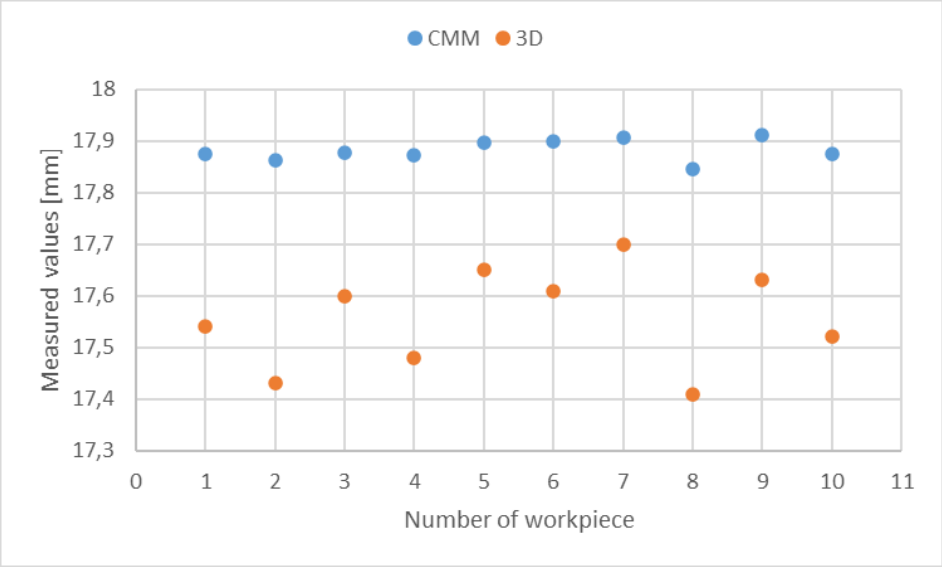



**Figure4: Comparements of CMM and 3D scan values X direction**

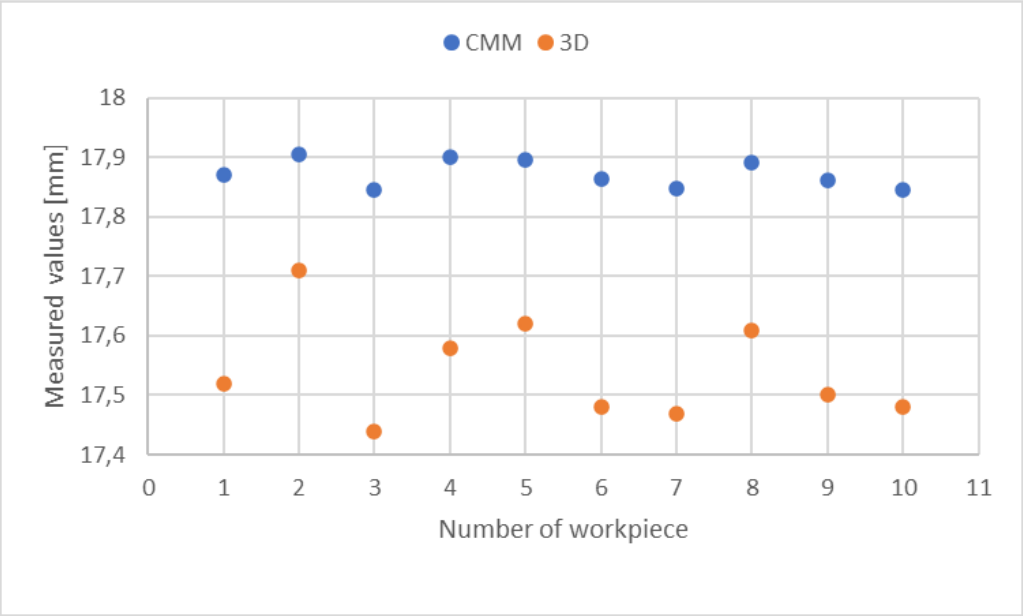



**Figure5: Comparements of CMM and 3D scan values Ydirection**

Based on the comparison of the Figure 2. andFigure 3., it can be said about the measurement results that in the case of a 3D scanner, the standard deviation of the results is larger, and the component dimensions are measured consistently smaller than the CMM or analog methods. "Reduction in size" may be due to improper calibration or image noise. These errors also affect the reproducibility of the measurement.

## Acknowledgments

According to the results, with the used details this set-up can be suitable for the automated inspection of a part with a tolerance belonging to the c accuracy class of the MSZ ISO 2768-1:1991 standard, or as an example the caliper can be replaced with it.Differences in measured results, by superimposing point clouds, can also be usedas a check.A more accurate measurement would be possible with a better software background and more advanced resources. [8]
The big advantage of the 3D scanner over the coordinate measuring machine is that it is not necessary to make a new measurement toread a new dimension, the entire model can be evaluated, and there is also a huge difference in the price of the equipment and the mobility in the advance of the 3D scanner.
For further studies it can be a useful possiility to understand the changes of the surface inaccuracies for different circumstances of the 3D printing.
In the industrial use our HP Scanner is usable for mid or small range series. The use of the scanner could be more efficient but slower if two cameras working paralell in the same set up[9].

## Biliography

[1.] dr. Kiss János, Kiss Olga, A tudományos gondolkodás története, Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem, 2000
[2.] Dr. Nemes József, Méréstechnika, Szombathely: Nyugat-magyarországi Egyetem, 2012

[3.] Malgorzata Poniatowska, Free-form surface machining error compensation applying 3D CAD machining pattern model, Computer-Aided Design 62 (2015) 227–235 2014
[4.] Kexin Li, Jun Wang, Dawei Qi, The development and applicationof an original 3D laser scanning: a precise and nondestructive structural measurements system, Frattura ed Integrità Strutturale, 2019.
[5.] Xiaolong Dai, Siamak Khorram, A Feature-Based Image Registration Algorithm, IEEE, 1999
[6.] Radu Bogdan Rusu, Nico Blodow, „Fast Point Feature Histograms (FPFH) for 3D Registration," in IEEE International Conference on Robotics and Automation, Kobe, Japan doi:10.1109/robot.2009.5152473 , 2009.
[7.] Szymon Rusinkiewicz, Efficient Variants of the ICP Algorithm, Stanford University, 2001
[8.] „EI Design," [Online]. Available: https://www.eidesign.net/augmented-reality/. [Hozzáférés dátuma: 11 november 2021].
[9.] „Vision Systems Design," [Online]. Available: https://www.vision-systems.com/nextgen/3d-imaging/article/14035114/how-to-develop-a-lowcost-3d-scanner-using-structured-light. [Hozzáférés dátuma: 29 november 2021].

**Lecturer**: Zsolt Kovács PhD, senior lecturer, John von Neumann University, GAMF Faculty of Engineering and Computer Science

# METHYLENE DIPHENYL DIISOCYANATE AND CEMENT-BONDED INSULATION PANELS REINFORCED WITH COCONUT FIBER AND ENERGY REED STRAW MEDIATED BY SEMI-DRY TECHNOLOGY

**Zsuzsanna Mária Mucsi**
*Faculty of Wood Engineering and Creative Industry, University of Sopron, Sopron, 9400, Hungary, PhD student, zsuzsi.mucsi@gmail.com*

**K. M. Faridul Hasan**
*Faculty of Wood Engineering and Creative Industry, University of Sopron, Sopron, 9400, Hungary, PhD student, faridulwtu@outlook.com*

**Le Duong Hung Anh**
*Faculty of Wood Engineering and Creative Industry, University of Sopron, Sopron, 9400, Hungary, PhD student, Duong.Hung.Anh.Le@phd.uni-sopron.hu*

**Péter György Horváth**
*Faculty of Wood Engineering and Creative Industry, University of Sopron, Sopron, 9400, Hungary, horvath.peter.gyorgy@uni-sopron.hu*

**Tibor Alpár**
*Faculty of Wood Engineering and Creative Industry, University of Sopron, Sopron, 9400, Hungary, alpar.tibor@uni-sopron.hu*

**Abstract**
We investigated the mechanical and thermal properties of composite boards made of different mixtures of coconut and reed and two types of binders (cement and MDI). The dimensions of the boards are 400 × 400 × 8 $mm^3$, of which five panels are made with cement bonding (CEM1-CEM5) and five panels with polyurethane reinforcement (MDI1-MDI5). The reed:coconat ratios were 100:0, 60:40, 50:50, 40:60 and 0:100 %. The panels were made with semi-dry technology that requires less water to produce than other technologies for cement-bonded products and hot-pressing technology for MDI-bonded products. The test results show well the excellent thermal properties of natural-based composite materials. The average thermal conductivity of the cementitious samples was 0.1298 W/mK the best value was 0.106 W/mK for reed only (CEM1) panel. The results of the MDI-reinforced boards show a much lower value; in their case the average thermal conductivity was 0.089 W/mK, which is almost one and a half times better than the value of the cementitious samples. The best value in this case was 0.08309 W/mK for reed only. The best flexural strength was 5.128 MPa for cementitious board and 6.86 MPa for MDI-bonded panels (CEM5 and MDI5). The highest value of Young's modulus of elasticity was 3.82 GPa (CEM5) in the former case and 1.93 GPa (MDI3) in the latter. The result of the tensile strength test was 0.31 MPa (CEM5) for the cement boards and 0.35 MPa (MDI4) for the polyurethane bonding. Overall, the tested coir fibre and reed blends have excellent thermal properties, with the best results obtained by boards with higher reed content. The mechanical properties were very poor, the best value was found for the sheets with higher coconut material content. The results obtained show that the material made from a mixture of coir fibre and reeds proves to be promising as heat insulation or lightweight filler, however, any improvement in its mechanical properties requires further investigation.

***Keywords**: Lignocellulosic composites; coconut; reed; mechanical performance; physical characteristics; green building materials; semi-dry technology*

## 1. Introduction

The technological possibilities of reducing the burden on the environment, optimizing the use of materials and maintaining development have become guidelines in this age. Building materials made of natural composites are playing an increasingly important role in this. [1-4] Natural lignocelluloses have significant potential as environment friendly structural and design materials. They can be used for the ecological utilization of by-products of various industries, especially the food industry and agriculture as well as the possibility of recycling pure cellulosic waste. [5, 6] Moreover, new technologies have given new processing opportunities, and there has been a growing interest in naturally derived materials instead of concrete or plastics. The main focus in this research is the use of coconut particles and common reed straw. Both natural materials have long been used as building and industrial raw materials. The main reason for this is their good mechanical and thermal properties. Their combination is promising, but it also raises a number of problems e.g.: finding the right mix ratio and appropriate binder. [7-9] The main components of lignocellulosic composites embedded in a polymer matrix are cellulose, lignin and hemicellulose. [10-12] These materials are able to form a strong bond in the presence of a binder, making the mixture suitable for construction purposes. As previous research shows, coconut particles have often been used in light cement based products and cellulosic reed straw has a great potential as feedstock for concrete materials. In our research we used the natural material as the main fibre component with two types of binders, cement and methylene diphenyl diisocyanate (MDI). Cement especially the OPC (Ordinary Portland Cement) is a widely used binder in the construction industry; however, production is a rather energy-intensive process. Cements are not easily compatible with the fibres because of the presence of some inhibitory materials. [13, 14] Unlike cement, MDI is a major component of polyurethane technology that is used in many industrial processes, and is suitable for the producing many products, excellent for bonding cellulosic materials. Semi-dry technology was used to make the composites, which is a novel fabrication technology requiring less water for producing the slurry. [15, 16] The research examined the physical, mechanical and thermal properties of mixtures of lignocellulosic coconut material and reed straw in different proportions, in the presence of the two binders. The combination of coconut and reed has great potential in the construction industry, especially for lightweight structures and green insulation materials. [17, 18] The aim is to optimize the use of the two materials as well as the reinforcing binders in composites. We would like to further investigate the possibility of using natural binders and the applicability of other technologies.

## 2. Materials and methods

### *2.1 Materials*

Lignocellulosic coconut material, reed straws, OPC, MDI and water glass additive were supplied by Hungarian companies: Pro Horto Ltd., Szentes; VNÁD Nádipari Kft. lake Fertő; Duna-Dráva cement Kft. Vác, FALCO wood working Co.; and Sigma Aldrich. The main constituents of OPC are CaO (64.49%), $SiO_2$ (19.01%), $Al_2O_3$ (5.51%), $Fe_2O_3$ (3.81%), MgO (0.43%), $Na_2O$ (0.28%), $TiO_2$ (0.27%), Cl (0.01%), the loss in ignition was 2.34%. [19, 20]

*2.2 Methods*

The reeds and coconut were prepared as follows: both the coconut particles and the reed straws were cut into smaller pieces with a VZ23412 model grinder (Dynamo Budapest, Hungary) to obtain the smaller particles. The obtained dimension for coconut and reed materials were within 0-4 mm. The amount of the 3 mm sizes was the highest for reeds and the 2 mm fraction for coconut. The recipes used are shown in **Table 3** and
**Table *4*.**

**Table 3 Recipe for MDI bonded coir/reed material products, $Na_2SiO_3$–Water glass (%).**

| Materials/chemicals | MDI1 | MDI2 | MDI3 | MDI4 | MDI5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Reed straw | 1.00 | 0.60 | 0.50 | 0.40 | 0.00 |
| Coir | 0.00 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 1.00 |
| MDI | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |

**Table 4 Recipe for OPC bonded coir/reed material products, OPC– Ordinary Portland cement; $Na_2SiO_3$–Water glass (%).**

| Materials/chemicals | CEM1 | CEM2 | CEM3 | CEM4 | CEM5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Reed straw | 1.00 | 0.60 | 0.50 | 0.40 | 0.00 |
| Coir | 0.00 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 1.00 |
| OPC | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.6 |
| $Na_2SiO_3$ | 0.052 | 0.052 | 0.052 | 0.052 | 0.052 |
| Cement Stone | 0.52 | 0.52 | 0.52 | 0.52 | 0.52 |

Production of cementious panels: After sizing, the binder, water and water glass were added to the mixture of coconut and reed, and they were mixed until homogeneous using an electric stirrer, then placed in the moulded wooden frame. In the industry, the ratio of lignocellulose to cement in composites is approx. 1: 2.6, and this ratio is used to produce the cementious sheets. The mold was then pressed between two steel plates for 24 h under normal atmosphere. The compression moulding machine pressed the plates at a pressure of 7.2 MPa. The temperature of the plates was 23°C. After compression, the composite panels were cured for another 28 days in room temperature (25°C) and 65% relative humidity.
Production of polyurethane panels: The production was a bit different than cement-bonded panels. After sizing, the MDI polymer were added by spray gun to the coconut-reed mixture, and the resulting mass was mixed homogeneously with a blender and later placed in the moulded wooden frame. The mold was then pressed between two hot steel plates 3 times for 2 min at pressures of 7.2 MPa, 4.7 MPa and 3.2 MPa. The temperature was 135 °C, after 3 x 2 min it was reduced to normal ambient temperature. The size of the boards was 400 x 400 x 10 $mm^3$. **(Fig. 1)** After producing the panels, both finished cementitious and MDI boars were cut according to the sizes of respective tests.



a) b) c)

**Fig. 1 Physical photographs of a) coconut, b) reed particles, c) a molded composite sheet before pressing**

Five composite panels were made with cement bonding CEM1-CEM5 and five panels with a polyurethane matrix MDI1-MDI5. **(Fig. 2)** The mixing ratios of the natural raw materials were 100:0, 60:40, 50:50, 40:60 and 0:100 % for reed and coir materials respectively. The panels were made with semi-dry technology that requires less water to produce than other technologies in case of cementitious panels, whereas hot pressing technology was used for MDI-bonded panels. [21]




**Fig. 2 The composite sheets: a) CEM1-CEM5; b) MDI1-MDI5**

Characterization of the developed products: The mechanical properties of the panels were measured through Instron testing machine (4208, USA). Standard EN 310 was adopted for flexural properties and EN 319 for internal bonding strength testing. The sample dimensions were 290×50 $mm^2$ and 50×50 $mm^2$, respectively. The testing speed for flexural properties was 0.8 mm/min and 5.0 mm/min for internal bonding strength. The dimensions of the water absorption specimens were 50×50 $mm^2$. The weights of the samples were measured with an electric balance. Water absorption of the samples was determined using MSZ 1336:4–13379, EN 317, and EN 322 standards. The dimensions of the panels in terms of thermal conductivity were 300×300 $mm^2$ and they were placed one by one between a hot and a cold plate. The thermal conductivity of the composite panels was tested according to the MSZ EN ISO 10456 standard following hot plate method.

## 3. Results and discussion

### *3.1 Mechanical performance*

The nominal density of the cementious panels was considered 1200 $kg/m^3$ and the density of the polyurethane panels was 600 $kg/m^3$ before the composites fabrications. **(Fig. 3)** The actual densities of each cementious composite found were as follows: 1085.38; 1146.98; 1255.13;

1163.05, and 1037.08 kg/m$^3$ respectively. In four of the five panels, the density value was lower, and for one board, it was more than the design value. The density of polyurethane panels were: 460.8, 517.4, 557.2, 525.6 and 557.5 kg/m$^3$. For each panel, the density remained below the design value. All the boards were made manually, so proper homogeneity was difficult to achieve. The test pieces were also made and cut manually.

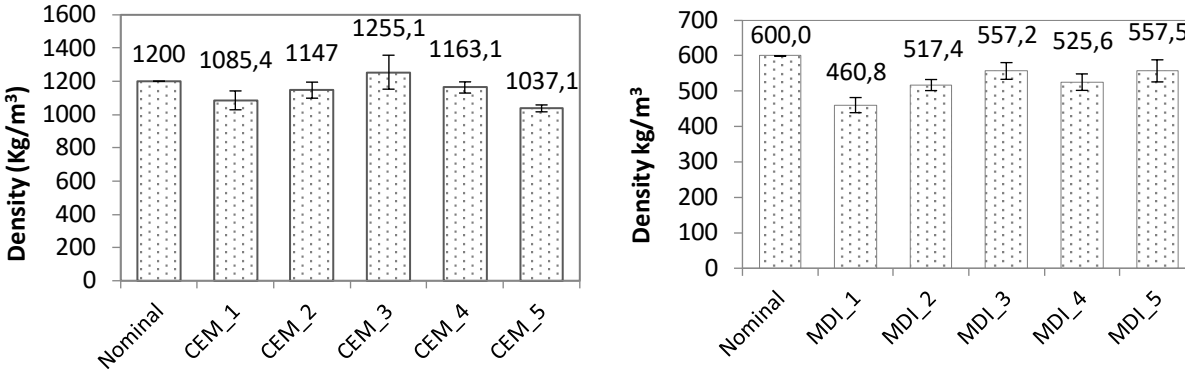



**Fig. 3 The density (kg/m$^3$) of the composite panels**

The flexural characteristics of the composite sheets, bending strength and Young's modulus are shown in **Fig. 4** and Hiba! A hivatkozási forrás nem található.. The highest bending strengths belong to MDI5 – 6.86 MPa and CEM5 – 5.128 MPa samples and the highest Young's moduli belong to MDI3 – 1.93 GPa, CEM5 – 3.82 GPa specimens. It seems that the higher the amount of coir material in the mixture, the better the flexural characteristics of the panels. Lignocellulosic coconut seems to be more compatible with the two types of binders than reed materials, and MDI creates a stronger bond between raw materials than cement. This may be due to the different chemical composition of lignocellulosic coconut and reed materials. The surface of the reed is smooth, long ribbed, which makes it easier for water to drain from the surface, making it difficult to bond the cement particles with the cellulosic material. The surface of the coconut, on the other hand, is covered with fine fibres, which retains water droplets and helps bonding with cement. MDI is more able to bond to surfaces and is more finely distributed between particles. [15]

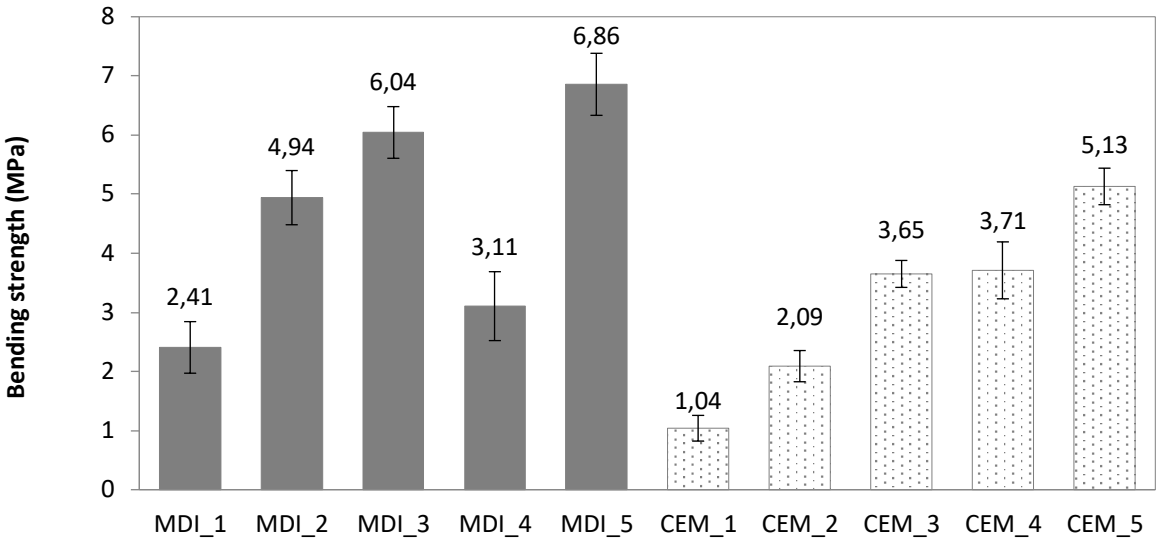



**Fig. 4 Bending strength (MPa) of the composite panels**

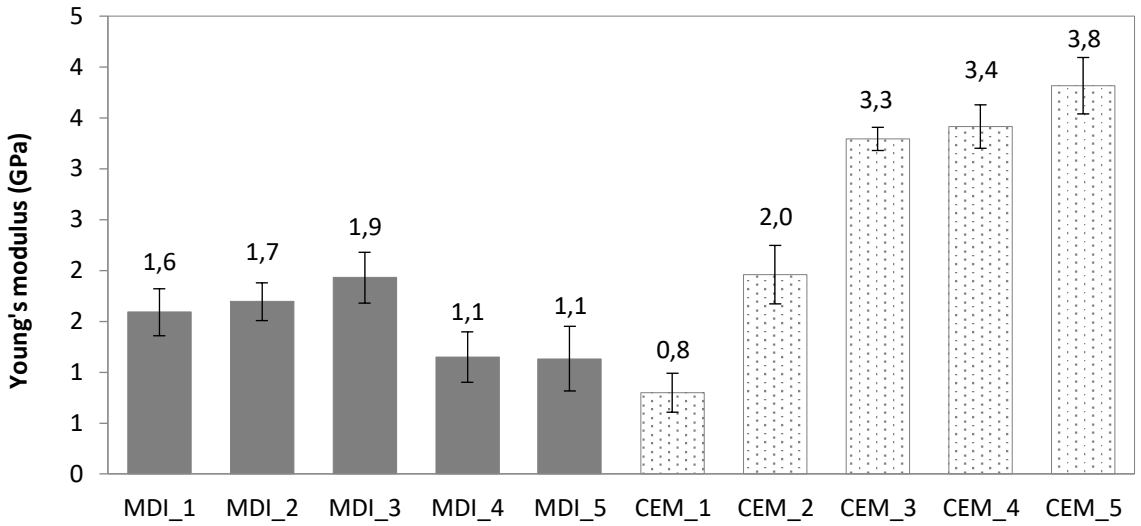



**Fig. 5 Young's modulus (GPa) of the composite panels**

The internal bonding strength diagram **(Fig. 6)** shows almost the same kind of increase as in previous cases. The internal bonding strength is the highest for MDI4 (0.35 MPa) and CEM5 (0.31 MPa) and the lowest for MDI1 (0.06 MPa) and CEM1 (0.001 MPa). The diagram reveals a week connection between the individual reed material and between the reed and the binder particles, as it was seen in the investigations of bending strength and Young's modulus. Consequently, the presence of reed degrades the flexural properties of composite boards. This effect is less significant for polyurethane. [22, 23]

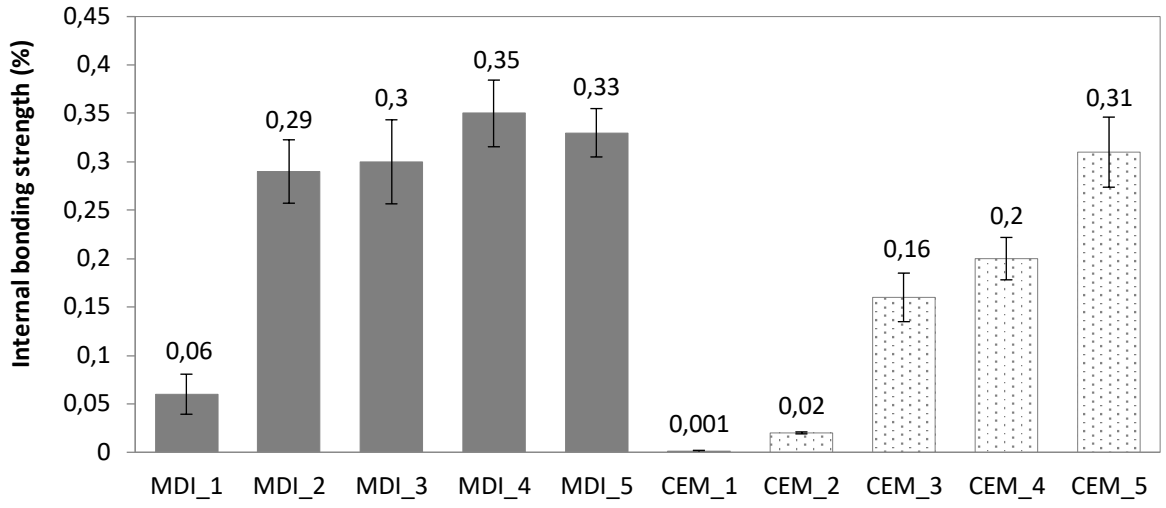



**Fig. 6 Internal bonding strength (%) of composite panels**

*3.2 Physical properties*

For composite materials, water absorption is one of the most significant properties. The main problem is that capillary water uptake damages composites when exposed to moisture. There are two problems to be reckoned with: one is capillarity due to porosity and the other is water binding due to the chemical structure of the raw materials. The values of water absorption are shown in **Fig. 7.** The reed-MDI and reed-cement composite panels have the highest 24h water absorption (64.7 and 46.70%, respectively), which may be caused by poor bonding between the reed and the binders. With a weak bond, water finds its way more easily in the material. The lowest water absorption found in the MDI3 and CEM3 panels (34.6 and 33.78%) where the proportion of reed and coconut material is 50-50%. Interestingly, water uptake was relatively fast for cementitious sheets, while it increased after 24 h for polyurethane sheets. [24-26]

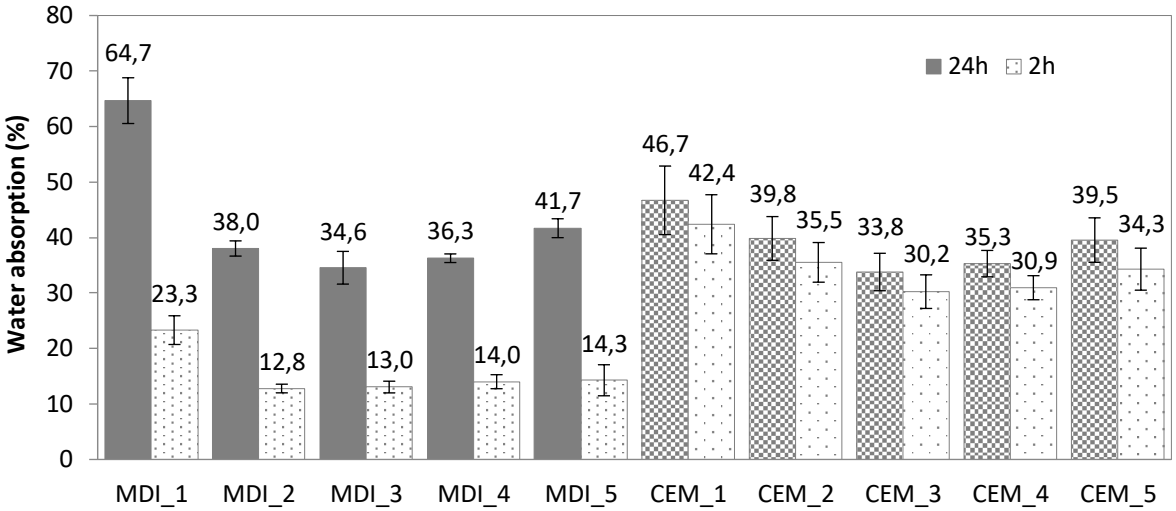



**Fig. 7 Water absorption (%) of composite panels**

*3.3. Thermal conductivity investigations*

Thermal conductivity values of different composite panels were also investigated. In **Fig. 8**, the diagram clearly shows that the values are between 0.08-0.1 W/(mK) for polyurethane reinforced

composite panels and between 0.11-0.16 W/(mK) for cementious composite boards. For comparison, air has 0.026 W/(mK), water has 0.6 W/(mK), and the cement stones has 1 to 3 W/(mK). According to a different study, the thermal conductivity of coir fibre is 0.58 W/(mK). [15] It seems that MDI boards are better insulators than cementious panels and the boards with a higher proportion of reed straw have lower thermal conductivity than coconut. It seems the presence of coconut weakens the thermal insulation capacity of the boards; however, the sheets containing more coconut particle have better mechanical properties. [27, 28]

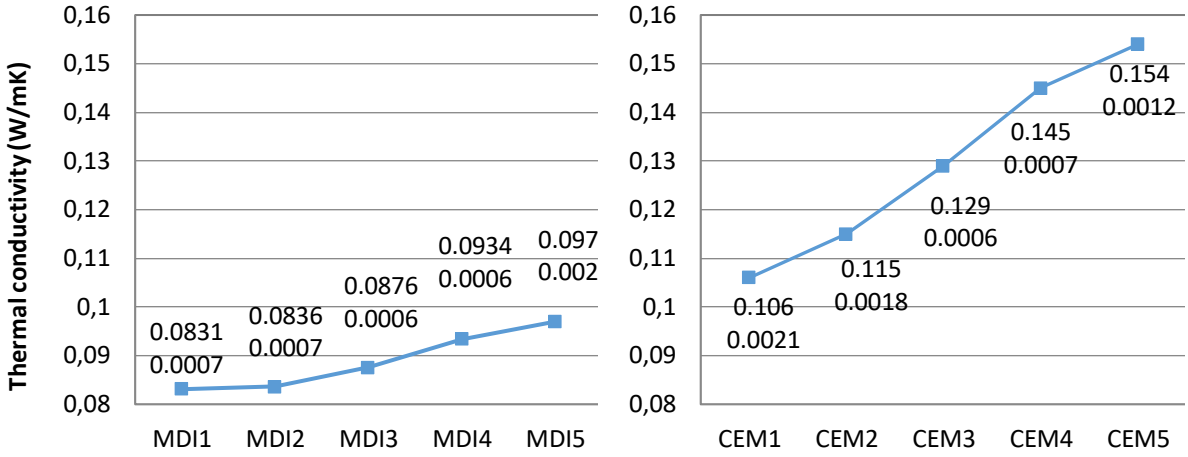



**Fig. 8 Thermal conductivity (W/(mK)) of the boards (Means with standard deviations below)**

## 4. Conclusions

A facile, innovative, and cost-efficient reinforcement of reed straw and coconut materials through applying semi-dry technology in the presence of OPC and MDI matrix is reported in this current research. The tested coconut and reed blends have excellent thermal properties, with the best results obtained by boards with higher reed content. The mechanical properties were very poor, the best value was found for the sheets with higher coconut fibre content. The results obtained show that the material made from a mixture of coconut and reed straw materials in OPC/MDI matrix proves to be promising as heat insulating or lightweight filler; however, improving their mechanical properties requires further investigation. The results obtained for physical tests of the samples also show better resistance against the humid environment, this effect is more noticeable in the case of coconut-MDI composite sheets. As both the reed and coconut materials are naturally derived lignocellulosic materials, hence they are showing tremendous potential in order to produce green panels. Based on the results achieved so far, further opportunities are to optimize the use of coconut fibre and reed in composites and to increase the potential for construction use as a new green building material. We would like to further investigate the possibility of strengthening coconut fibre and energy reed straw, as well as the effect of different pre-treatment of raw materials and the possibility of using other technologies.

**Author statement**

**Zsuzsanna Mária Mucsi:** Writing - original draft, Writing - review & editing, Investigation, Methodology, Software, Visualization.

**K. M. Faridul Hasan:** Writing - original draft, Writing - review & editing, Investigation, Methodology, Software, Visualization.

**Le Duong Hung Anh:** Formal analysis, Methodology.

**Péter György Horváth:** Writing - review & editing, Project administration, Resource, Validation, Data curation.
**Tibor Alpár:** Writing - review & editing, Project administration, Resource, Validation, Data curation.

**Acknowledgements**

This work was supported by the "Stipendium Hungaricum" scholarship under the Faculty of Wood Engineering and Creative Industry, University of Sopron, Hungary. This article was produced within the framework of "TKP2021-NKTA-43" project with the support provided by the Ministry of Innovation and Technology of Hungary from the National Research, Development and Innovation Fund, financed under the TKP2021-NKTA funding scheme. Authors are also grateful to Kun Gábor (University of Sopron) for his cooperation during this research.

**Bibliography**

[1.] H. Dahy, Biocomposite materials based on annual natural fibres and biopolymers – Design, fabrication and customized applications in architecture, Constr. Build. Mater. **147** (2017) 212-220. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.079.
[2.] P. Cao, X. Guo, R. Li, Architectural (decorative) natural fiber composites for construction, in: M. Fan, F. Fu (Eds.), Advanced High Strength Natural Fibre Composites in Construction, Elsevier, Duxford, United Kingdom, 2017, pp. 425-445.
[3.] M. Fan, Future scope and intelligence of natural fibre based construction composites, in: M. Fan, F. Fu (Eds.), Advanced high strength natural fibre composites in construction, Elsevier, London, United Kingdom, 2017, pp. 545-556.
[4.] N. Saba, et al., Green biocomposites for structural applications, in: M. Jawaid, M.S. Salit, O.Y. Alothman (Eds.), Green Biocomposites, Springer, Cham, 2017, pp. 1-27.
[5.] M. Yildirim, et al., Development and characterization of hybrid composites from sustainable green materials, Green Mater. **9** (2020) 182-191.
[6.] A. Merzoug, et al., Quasi-static and dynamic mechanical thermal performance of date palm/glass fiber hybrid composites, J. Ind. Text. (2020) 1528083720958036.
[7.] K. Kochova, et al., Using alternative waste coir fibres as a reinforcement in cement-fibre composites, Constr. Build. Mater. **231** (2020) 117121. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117121.
[8.] T. Cardinale, et al., Investigations on thermal and mechanical properties of cement mortar with reed and straw fibers, Int. J. Heat Technol. **35** (2017) S375-S382. https://doi.org/10.18280/ijht.35Sp0151.
[9.] N. Ayrilmis, et al., Effect of boron and phosphate compounds on physical, mechanical, and fire properties of wood–polypropylene composites, Constr. Build. Mater. **33** (2012) 63-69.
[10.] K. F. Hasan, et al., A state-of-the-art review on coir fiber-reinforced biocomposites, RSC Adv. **11** (2021) 10548-10571. https://doi.org/10.1039/D1RA00231G.
[11.] D. Nath Barman, et al., Effect of mild alkali pretreatment on structural changes of reed (Phragmites communis Trinius) straw, Environ. Technol. **35** (2014) 232-241. https://doi.org/10.1080/09593330.2013.824009.
[12.] T. Hamouda, et al., Evaluation of mechanical and physical properties of hybrid composites from food packaging and textiles wastes, J Polym Environ **27** (2019) 489-497.

[13.] K. Hasan, et al., Novel insulation panels development from multilayered coir short and long fiber reinforced phenol formaldehyde polymeric biocomposites, J Polym Res. **28** (2021) 1-16. https://doi.org/10.1007/s10965-021-02818-1.
[14.] V. K. Singh S. Mukhopadhyay, Studies on the effect of hybridization on sound insulation of coir-banana-polypropylene hybrid biocomposites, J. Nat. Fibers (2020) 1-10. https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1745116.
[15.] K. F. Hasan, et al., Semi-dry technology-mediated coir fiber and Scots pine particle-reinforced sustainable cementitious composite panels, Constr. Build. Mater. **305** (2021) 124816. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124816.
[16.] K. F. Hasan, et al., Rice straw and energy reed fibers reinforced phenol formaldehyde resin polymeric biocomposites, Cellulose **28** (2021) 7859–7875. https://doi.org/10.1007/s10570-021-04029-9.
[17.] C. Asasutjarit, et al., Development of coconut coir-based lightweight cement board, Constr. Build. Mater. **21** (2007) 277-288. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.08.028.
[18.] N. Md Sadiqu, et al., The use of coconut fibre in the production of structural lightweight concrete, Res. J. Appl. Sci. **12** (2012) 831-839. https://doi.org/10.3923/jas.2012.831.839.
[19.] M. Ali, Coconut fibre: A versatile material and its applications in engineering, J. Civ. Eng. **2** (2011) 189-197. https://doi.org/10.5897/JCECT.9000009.
[20.] V. Mathur, Composite materials from local resources, Constr. Build. Mater. **20** (2006) 470-477. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.01.031.
[21.] Z. M. Mucsi, et al., Semi-dry technology mediated lignocellulosic coconut and energy reed straw reinforced cementitious insulation panels, Journal of Building Engineering (2022) 104825.
[22.] P. Lertwattanaruk A. Suntijitto, Properties of natural fiber cement materials containing coconut coir and oil palm fibers for residential building applications, Constr. Build. Mater. 94 (2015) 664-669. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.07.154.
[23.] L. Yan, et al., Effect of alkali treatment on microstructure and mechanical properties of coir fibres, coir fibre reinforced-polymer composites and reinforced-cementitious composites, Constr. Build. Mater. **112** (2016) 168-182. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.182.
[24.] J. Wei C. Meyer, Degradation mechanisms of natural fiber in the matrix of cement composites, Cem. Concr. Res. **73** (2015) 1-16. https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2015.02.019.
[25.] K. F. Hasan, P. G. Horváth, T. Alpár, Development of lignocellulosic fiber reinforced cement composite panels using semi-dry technology, Cellulose **28** (2021) 3631–3645. https://doi.org/10.1007/s10570-021-03755-4.
[26.] T. Hamouda, et al., Hybrid composites from coir fibers reinforced with woven glass fabrics: Physical and mechanical evaluation, Polym. Compos. **38** (2017) 2212-2220.
[27.] A. H. Hassanin, et al., Thermal insulation properties of hybrid textile reinforced biocomposites from food packaging waste, J. Ind. Text. **47** (2018) 1024-1037.
[28.] M. Ghofrani, et al., Fiber-cement composite using rice stalk fiber and rice husk ash: Mechanical and physical properties, J Compos Mater. **49** (2015) 3317-3322. https://doi.org/10.1177%2F0021998314561813.

**Proofread:** Laszlo Bejo, professor, head, Department of Wood Technology, University of Sopron, Faculty of Wood Engineering and Creative Industries

# PUBLIC PERCEPTIONS ON MOBILITY STATUS AND SUSTAINABLE MOBILITY DEVELOPMENT

**Pires Abdullah**
*Budapest University of Technology and Economics, Department of Transport Technology and Economics, Ph.D. Student, pires.abdullah@edu.bme.hu*
*University of Duhok, College of Spatial Planning, Department of Spatial Planning, Kurdistan Region-Iraq; pires.husam@uod.ac*

**Tibor Sipos**
*Budapest University of Technology and Economics, Department of Transport Technology and Economics, senior lecturer sipos.tibor@kjk.bme.hu*
*KTI – Institute for Transport Sciences, Directorate for Strategic Research and Development, senior researcher, sipost@kti.hu*

**Abstract**
This study was conducted to analyze the social acceptance of the city's citizens towards an implementation of a new traffic assignment for a road network. In many urban areas, in which mobility activities are increasing and the road network is under severe traffic conditions there is an urgent need to apply an improvement in the traffic flow. This study is implemented in Northern Iraq, Kurdistan Region. The center of the Duhok city road network was selected as a study area to investigate the new changes in traffic assignments to develop traffic flow and ensure a better level of service. This area is a vital site in the city in which different groups of people were attracted to do their daily work. It was shown that this design has some positive and negative impacts on both traffic flow and pedestrian movements as well. The idea of the new assignment was to change the route links from a two-way road to a one-way road network with more running lanes. The main aim of the research is to investigate the effect of this new traffic plan on the public people in the study area after the new development has been implemented. This will reveal the public opinion about the new change, to find out mobility challenges in terms of driving safety, pedestrian safety, vehicle travel distance, traffic jam, travel delay, and parking issues in the study area. Furthermore, to have an idea about public people's satisfaction regarding the new mobility assignment, and what kind of future sustainable developments would be more acceptable. The researcher gained a detailed and accurate concept from the data gathered regarding the study area. Several exercises were performed to reach the desired and correct result with the aid of the Python programming language. The study findings showed that around 38% of the interviewed people of the city were not satisfied with this new change while 30% expressed their agreement. However, the reaming percentage of the respondents were neutral.

***Keywords**: Public participation, mobility assessment, sustainability*

## 1. Introduction

A city center is the part of town where the majority of the city's business, politics, culture, and power are concentrated. It is the city's geographic core. The city center is usually the earliest portion of the city to be populated, making it the most historically significant location. Many studies have been done to make the city center more attractive, the street spaces are reallocated by cities worldwide for serving cars and other modes and uses as a part of strategies. Research done by [1] about how commuters and city center users experienced in the study area and the effect of consequences to the street reallocations in the city center of Oslo. The study

investigated different aspects such as commute satisfaction, experienced accessibility, frequency of visit, and appreciation of the city center. The results showed an improved travel experience for those bicycling and walking while worsened for those driving.

Shared spaces have become substantially popular to increase the level of active travel modes like walking, cycling, and running. [2] have conducted a study in the UK from a sustainability perspective, in which, policy-makers argued that shared spaces afford greater opportunity for cycling off-road in areas with busy traffic. It's been concluded by suggesting that collectively sharing mobility spaces in the UK needs long-term modifications in urban infrastructure that can promote a shift away from political dominance of the private vehicle. Another study considered people's perception, experience, and emotional needs of the commercial place as a significant dimension for developing the relationship between people and city centers. The research was conducted in Deja Plaza in Nanjing city in China by [3]. The study findings showed that social perceptions have a positive impact on regional identities. Moreover, the study indicated that local individual's activities have a positive effect on personal identities when they have prominent cultural characteristics. It was determined that the location's good accessibility and nice surroundings attract a larger number of young people and students. Furthermore, while the better locations and environmental characteristics of the city center commercial plaza may improve its image, it changes the location into a tourist attraction rather than a public space for residents and community members [3]

One-way streets, in general, make access to any given area less accessible because vehicles must frequently drive around the block to reach their destination, potentially reducing car exposure. Companies and increased driver confusion a one-way street make pedestrian crossing easy. Two-way streets, which generally have just one lane in each direction, make delivery access difficult for trucks, which can often get away with double parking on a one-way street but not on a two-way street. Crossing two traffic directions may be less comfortable for pedestrians than crossing one. On the other side, the soothing impact of bidirectional traffic can help to reduce this issue [4] While there is widespread agreement on the economic, safety, and livability benefits of two-way streets, traffic engineers and transportation planners have long believed that one-way streets serve traffic better by providing for a larger vehicle movement capacity [5]

The pedestrian zone is becoming a very effective and important policy option for towns looking to improve their performance of "livability", and "walkability", and reduce the traffic congestion in urban centers by prohibiting the automobile from entering the designated zone. It was found that pedestrianized zone could not be appropriately implemented without sufficient transit alternatives, for instance; bus, and light-rail streetcars. The lack of available reasonable transit alternatives is an issue of rising the negative impact of the created jam from diverting driving trips concentrated around the pedestrian zone. Furthermore, to mitigate the effect of traffic congestion on transit, a "transit priority" can be assigned by the policy-makers through dedicated lanes to ensure consistent transit travel alternatives as congestion varies, hence, creating stable demand equilibrium [6] If people lack public services and amenities, they are not going to fulfill their needs and will feel much unsatisfied [7]

The zone of the pedestrians are focused on keeps traffic flow in the center from surpassing the capacity of the highway network. The zone for pedestrians does not have to be so extensive that it causes peripheral highway traffic is expected to exceed capacity or increase travel times owing to walking. Many transportation authorities have made it a priority to improve pedestrian safety. Many pedestrians find it difficult to cross roadways in the middle of blocks, especially

on busy arterials. Some crosswalk improvements are designed to improve crosswalk visibility for cars, shorten pedestrian crossing distances, or physically segregate pedestrians from motor traffic [6]

## 2. Materials and Methods

The study area is Duhok city, which is one of the cities belonging to the Kurdistan Region of Iraq. The specific area of the study is the Central Business District (CBD). This area is the heart of the Duhok City, which represents the study area, where most of the commercial, social, residential, retail service, recreational, and educational activities are implemented every day using the road network service included in this study. This area has been modified to a new change in terms of traffic assignment, in which some road links have been assigned to one-way instead of two-way. This vital and active zone in the city obligated the traffic-related Directorates in the city to put more detailed solutions for the low level of service that is pronounced along with road network during the rush hours traffic periods.

In this study, the main data source for the analysis was the primary data that has been collected by the researcher through practical fieldwork. The research dataset was gathered in form of questionnaires that have been distributed among local people of Duhok city. The form of the questionnaire has been prepared in hardcopies and as a link created by google form. Different groups of people have been targeted randomly in various areas in the city in all districts. After gathering data from the questionnaires, the next step was to prepare the data format that would be utilized by the computer software for doing the analysis process. The application programs that were used in this research were excel and Python to perform the analysis and generate graphs. A Python is a software for data analysis in which different variables are tested and estimated based on the function that a user runs. The last step is presenting the results that reveal the main correlations and relationships among different variables. The items of this questionnaire asked about substantial indicators regarding the traffic condition in the CBD area. It specifies different kinds of mobility situations such as traffic congestion, traffic safety, pedestrian movement, driving distances, and parking problems. In addition, it proposes a set of possible solutions, for instance, applying congestion pricing, car-free zone, or improved public transport.

## 3. Results and Discussion

Figure 1 shows how frequently respondents in the study areas are using the available moods of transportation. The most widely utilized mode in Duhok city is the private cars, indicating that people are utilizing their own cars for their everyday trips in the city. As a result, 54.4% percent of respondents chose it. Furthermore, according to the results of the survey in figure 2, over two-thirds of the local city respondents made at least two trips per day, with nearly half making three to more than five visits per day. In the questionnaire form, a trip is described as a journey made by a person between two sites for specific causes. People travel for variety of reasons, including meeting daily needs, travelling, job, school, or collage.

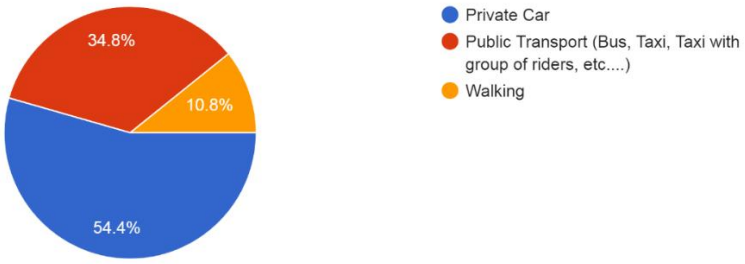



**Figure 1: Frequency of transport modes used daily**
**Source: The authors**

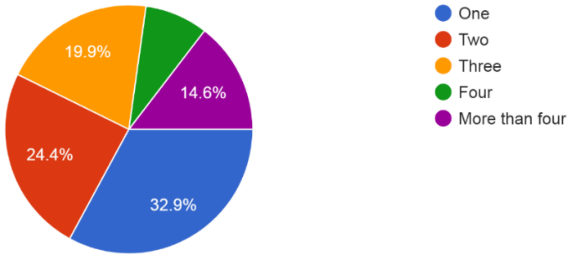



**Figure 2: Number of daily trips by respondents**
**Source: The authors**

People were polled on their preferences for using various modes of transportation mobility in their daily activities. The question was posed in the form of the context of what would be the preferred mode of transportation if all the transport modes were optimally available in the city. Figure 3 shows that private cars are preferred by more than half of the local population, followed by public transportation by nearly a third, furthermore, 15,5% percent prefer to walk, while only 2.8 percent want to bike.

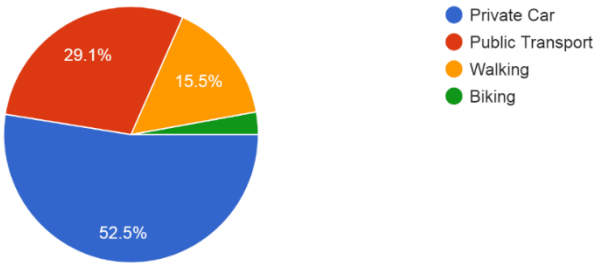



**Figure 3: Respondents' preferences about transport modes used daily**
**Source: The authors**

According to the questionnaire results that have been collected conducting people in Duhok city, a huge number of people indicated that they lost a lot of valuable time finding a place to park their car when they go to CBD. It is because of the number of cars, which are too many, as most of the people use the private cars and it causes a traffic jam in the CBD. About 74.4% of people indicated hardly finding a place for parking, and about 25.65% of people said they easily could find a parking place because most of them were taxi drivers and they just need a few minutes to let their passengers get off the car. Figure 4 showed the percentage chart of the respondents who faced difficulties to find parking lots for their cars in the city center. It could be observed that roughly three-quarters of the interviewed people have problems with parking in the CBD area.

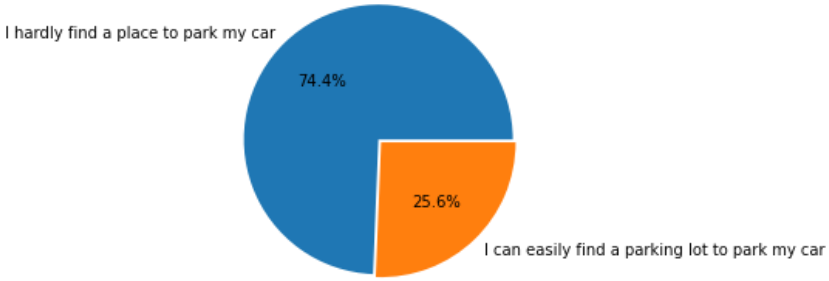



**Figure 4: Parking lots concerns in the CBD area**
**Source: The authors**

The CBD area road network has been changed to a different road assignment in which the main roads have functioned as one-way instead of two-way roads. The local people of the city are asked for this change to see to what extent this new assignment affects the study area and has improved the traffic situation. The results revealed in figure 5 that more than 28.8% marked with *Agree* and *Strongly Agree* while nearly 37% of the respondents *disagree* and *strongly disagree*. The remaining 33% were *Neutral*. That indicated that the majority of the interviewed people are not satisfied and they need a better mobility improvement in the CBD area.

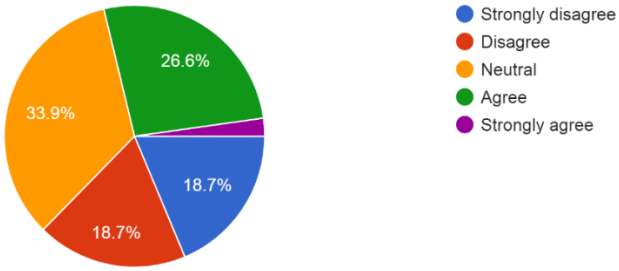



**Figure 5: Respondents' satisfaction level regarding the one-way assignment**
**Source: The authors**

Nevertheless, the new assignment has some advantages as well as disadvantages to the traffic status in the study area. A set of different pros and cons have been listed in the questionnaire to ask the public people about their opinion. Figure 6 showed that the biggest percentage of 40.5% was marked with the option that the new change allowed more mobility for private cars and taxis to get into the city-center. The second advantage was the area has better traffic flow than before with 28.5%. The third one is that 20% of people think that the new assignment is safer while the remaining 10.4% percent of individuals thought that it encourages a better economic activity for the area. The figure below illustrates the exact percentages.

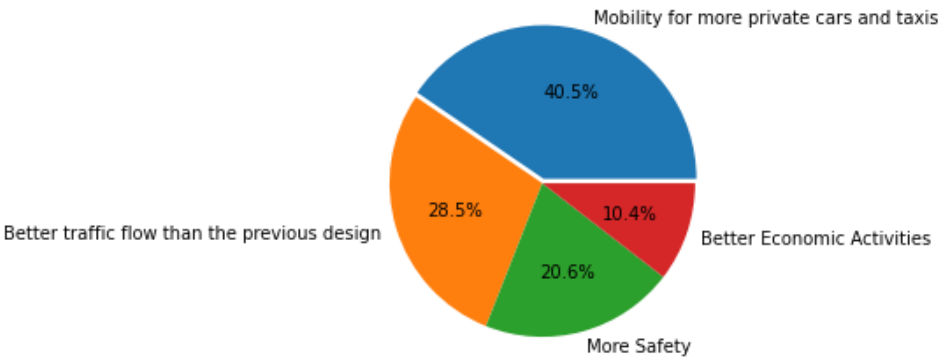



**Figure 6: Advantages of new assignment design in the study area**
**Source: The authors**

Regarding the disadvantages of the changing assignment for the study area, the results showed in figure 7 that nearly half of the participants indicated that the one-way road network has forced the drivers to drive long distances to get access to the intended destination in the CBD. Following that, around 32% said that the road is more crowded and there is a traffic jam in the area. Furthermore, 10.4% of interviewed people saw that the area has become less safe for pedestrians while 8.8% said it is less safe for driving.

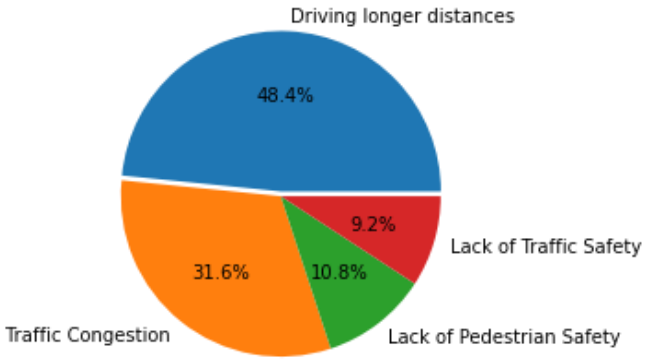



**Figure 7: Disadvantages of new assignment design in the study area**
**Source: The authors**

In this study, people were asked to share their opinions and thoughts on the future development in the study area. There were different ideas listed that got approximately the same percentages. However, according to the survey results shown in figure 8, it was revealed that the majority of respondents with the percentage of 31.6% prefer the idea of setting up the Vehicle-Free zone area in the city-center. Followed that with percentage of 27.2%, which people prefer to have an improved public transport to get access to the CBD area. The other idea with 21.8% of the participants is to implement the congestion pricing for the CBD. The final view was to have a well-shared space that allows for better and safer walkability including biking lanes. Figure 23% presents all results and their percentages.

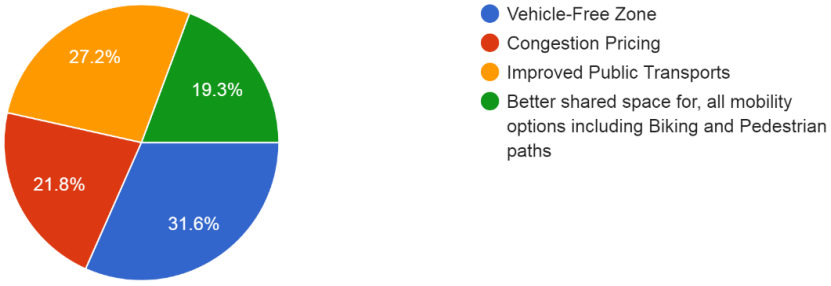



**Figure 7: Preferred future development for the CBD area**
**Source: The authors**

## 4. Conclusion

The research and collected data were aggregated and later analyzed within the analysis and results chapter reflecting the answers received from inhabitants. According to the observation conducted by the researcher, and the analysis of documents collected. It was concluded that people are mostly relying on the private cars in the city in their daily activities as it was shown that 60% of the interviewed people have a driving license. Furthermore, around half of the respondents have their own private car, roughly, 55% percent of them use a private car in daily activities and 53% percent prefer to use a private car in commuting. Changing to the new assignment has made difficulties in finding parking lots in the study area, in which 75% of the questionnaire respondents indicated that they hardly could find a place to park their car in the CBD area. Interviewed people have shown that around 35% of them do not satisfied with the new assignment design, 30% percent agreed while the others chose to be neutral.
The main advantage of the new design by the interviewer was it provides mobility with private cars to get access to the intended location in the CBD area. However, the main disadvantage was driving long distances in order to get to the destination.

## Acknowledgments

BME - Faculty of Transportation Engineering and Vehicle Engineering, and UoD – College of Spatial Planning supported the research.

## Biliography

[1.] Hagen, O. H., & Tennøy, A. (2021). Street-space reallocation in the Oslo city center: Adaptations, effects, and consequences. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 97, 102944. https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102944
[2.] Barr, S., Lampkin, S., Dawkins, L., & Williamson, D. (2021). Shared space: Negotiating sites of (un)sustainable mobility. Geoforum, 127, 283–292. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2021.11.012
[3.] Sun, S., & Yu, Y. (2021). Dimension and formation of placeness of commercial public space in city center: A case study of Deji Plaza in Nanjing. Frontiers of Architectural Research, 10(2), 229–239. https://doi.org/10.1016/j.foar.2020.08.001
[4.] Mansur, A.K., and Esmae,l A. E. (2014).“Estimate of the Noise Pollution and the Amount of Air Pollutants with Simulation of Road Traffic Volume.”
[5.] Wang, Jinghui. (2013). *Micro Traffic Simulation Approach to the Evaluation of Vehicle Emissions on One-Way vs. Two-Way Streets: A Case Study in Houston Downtown*, 2013.

[6.] Fournier, N. (2021). Hybrid pedestrian and transit priority zoning policies in an urban street network: Evaluating network traffic flow impacts with analytical approximation. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 152, 254–274. https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.08.009
[7.] Peñalosa, E., & Fjellstrom, K. (2005). The role of transport in urban development policy. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit

**Lecturer:** Andras Lakatos, assistant lecturer, BME Department of Transport Technology and Economics.

# RESEARCH ON IDP-BASED GREEN BUILDING DESIGN STRATEGY OPTIMIZATION BASED ON ARCHITECTURAL PRACTICE ANALYSIS

**Xiaonan Li**
*University of Pécs, PhD candidate, shininghersey@gmail.com*

**Kósa Balázs dr.**
*University of Pécs, assistant professor,* kosa.balazs@mik.pte.hu

**Abstract**
In recent years, with global warming, the depletion of resources and energy, environmental pollution and other environmental problems are becoming increasingly serious, which seriously hinders the sustainable development of society, economy, resources, and environment.
Objectively, there is imperative to mitigate the environmental problems caused by modern lifestyles.
The construction industry is one of the main contributors to the social and economic development, but also consumes a lot of resources, energy sources and produces a lot of pollutants and wastes.
Sustainable development aims at low environmental impact and high social and economic development. As the main body of human settlement environment, the sustainability of construction industry has a non-negligible meaning for the sustainable development of cities.
Today, there are many existing buildings in the transformation of the city. After decades of tempering, its structure and enclosure can still be used, but its functions and facilities. Place experiences are struggling to cope with new developments. What kind of attitude to treat them has become a new thinking we are facing in this era. In the process of renovation, a large number of existing buildings are demolished, bringing a series of construction wastes that are difficult to digest to the society, which is another level of un environmental protection. Efficient use of old buildings is the most effective building greening and longevity. So, we chose to accept the old building. Let the new architectural language coexist with it and use the green design method to transform the existing buildings, which is our attitude towards urban renewal. This article takes the design of the railway station competition as an example. Through the thinking of green buildings, combined with the use of renewable energy such as solar panels and rainwater, this paper discusses how buildings can improve building quality according to local conditions. The development provides reference and is expected to promote low-energy, green, ecological and sustainable buildings.

***Keywords****: Sustainable design, Green building, Drainage system, low carbon design*

## 1. Introduction

In 1963, architect Paolo Soleri put forward the concept of "Arcology", combining Ecology and Architecture, aiming to advocate architectural design to make full use of limited resources, rational design, and reduce energy consumption and environmental damage. In the early 1970s, when the first global oil crisis broke out, developed countries began to pay attention to building energy conservation and gradually changed from simple energy conservation to efficient use of energy. With the mature development of building energy conservation and the birth of the concept of sustainable development, buildings not only need to meet the efficient use of energy, but also need to reduce the impact on the environment and pay attention to the quality of life of

people. In 1992, the United Nations Conference on Environment and Development clearly proposed for the first time the concept of "green building ", which considers both the environment and human beings. Green building has entered the human vision and become an important practice and research content. Green building not only embodies significant environmental and social value, but also brings direct economic value with its excellent green performance. Nowadays, green building has gradually transformed from the original concept of new architectural design to present the concept of sustainable development and the necessary conditions for improving architectural quality.

Green building design is not a simple stacking of various technical products but runs through the entire life cycle of project initiation, planning, design and construction.

The comprehensive consideration of the life cycle fully reflects the people-oriented idea, emphasizes the harmony with the surrounding natural environment, pursues the essence of green buildings according to local conditions, and realizes the perfect combination of buildings and sites; natural climate conditions are an important factor affecting the architectural form, which has become an academic world consensus [1].

Today, this response to the climate has gradually disappeared in modern architecture, and the architectural forms in various places have gradually shown a trend of homogeneity. [2].

The goal of green architecture is to reshape the harmonious relationship between man, nature and architecture. Traditional vernacular architecture shows unremitting efforts and wisdom in adjusting the natural climate under limited technical conditions [3]. Of course, using today's high-tech machinery and equipment can create comfortable and pleasant indoor environmental conditions, but this not only consumes a lot of energy, but also causes certain harm to the environment. Humans gradually lose their ability to adapt to nature, and gradually rely more and more on mechanical equipment, thus affecting human health. Therefore, in order to save energy resources as much as possible, so that human beings can live a healthier life, we should fully consider at the beginning of the design, so that the building can be better integrated into the natural environment.[4], So as to better achieve the harmony between man and nature. Because "nature itself is not nature: it is a concept, a norm, a memory, a utopia, an alternative plan". [5]

## 2. Introduction to green building design

Green building design includes not only site planning and green planning, but also architectural design, energy-saving design, energy utilization, indoor environment, and sustainable water collection design. When using green building technology to design, it is also necessary to combine the actual situation of the building's geographical location, climatic conditions, etc., make full use of light and water sources, and select appropriate green buildings through thermal design of the envelope structure, light energy utilization, and sewage treatment. Building materials to create a good indoor and outdoor architectural environment.

### *2.1. Green building certification and theoretical basis*

From all over the world, green buildings are regarded as an important part of the concept of sustainable development. Green buildings are gradually being valued and developed. Countries have introduced influential green buildings and related evaluation standards. BREEAM is the first green building evaluation system in the world. [6].

The emergence of green building evaluation standards is also an important node for green buildings from theory to practice. The evaluation standards of green buildings transform green building performance goals into multiple specific performances of the overall construction, and at the same time form a relatively complete framework, which is conducive to the realization

of the overall goals. accomplish. A third-party assessment of Leadership in Environmental and Environmental Design (LEED) defines the requirements for green buildings. An example is the use of ecologically safe and low-emission materials in green buildings. According to the IBU (Institut Bauen und Umwelt e.V.), the "Declaration on the use of environmentally friendly products in the building materials industry" (EPD) provides market information in Germany. At the same time, other countries have also formulated their own green building design codes to guide green building design. building, construction [7] ; Edwin HW Chan From the perspective of architects, it expounds the promotion status, acceptance and market barriers of green building in Asia, and through data research and analysis, it proposes to analyze the reasons for green building support or opposition from the perspective of stakeholders.

*2.2 Comparative study of literature on SuDS*

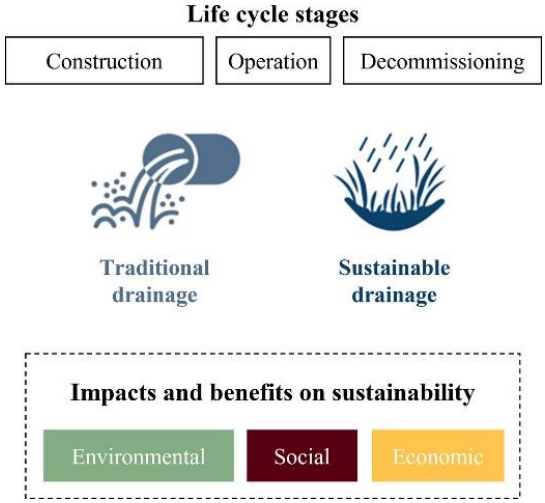



**Figure 1: sustainable drainage system benefit**

Approaches such as Sustainable Drainage Systems (SuDS) utilize blue and green infrastructure, such as ponds, wetlands, and vegetated equipment, that provide multiple benefits and flood resistance. These benefits include those contained in SuDS Plaza, including improved water quality, increased space for biodiversity, and amenities to make people's environment more comfortable. SuDS attempts to attenuate runoff peaks by replicating the natural hydrological cycle through filtration, transport, and retention technologies in the form of permeable pavements, green roofs, grassy depressions, or wetlands, to name a few.[8]

SuDS can provide multiple co-benefits such as energy savings conservation for mental health improvement, SuDS was found to reduce the economic and environmental impact of drainage systems by increasing its durability. Likewise, a growing number of authors are finding evidence of economic and/or environmental benefits of SuDS compared to conventional drainage systems (eg, reduced water use, particulate matter formation, or global warming), especially when used on a large scale. These studies are for different types of SuDS, including rain gardens, vegetation depression, handling trains , handling trains、 permeable pavement and osmotic ditch.

A life cycle assessment (LCA) was performed by De Sousa et al. show that SuDS outperforms grey drainage systems due to the operational and maintenance impacts of the latter, and the carbon sequestered by vegetation in the green alternative. Due to its sufficient environmental friendliness and availability, it is expected to play an active role in green design in the future; develop sustainable drainage technologies such as grey water reuse systems and the effective integration of the building's surrounding environment, making it part of the building planning, it is one of the green and sustainable development directions.

*2.3. Advantages and Prospects of SuDS Applications*

To date, the transformation of urban stormwater management has been a major local technological phenomenon, carried out by the major players involved. New approaches often occur at a neighbourhood or smaller scale, with negligible changes at the city/region/country level. The unenforceability of most policies generally limits their effectiveness.

The UK, Sweden and Denmark are leading the transition within the EU, although even in these countries the implementation of SuDS is still incomplete from a strictly technical point of view. Eastern European countries seem to be in their infancy, while southern European countries are somewhere in between.[9]

The findings on the technical performance of green roofs and permeable pavements suggest that, at a minimum, these two SuDS elements can support the transition to more sustainable stormwater systems in the EU-wide environment. The robust capabilities of these two SuDS elements are the basis for better master planning and adaptation in the context of climate/environmental change. previous studies [10] Multiple prospects have been identified, such as carbon dioxide sequestration, but the importance of urban transformation through new approaches, such as SuDS, has also been highlighted to mitigate the effects of climate change.

Aside from a pure comparison between the two drainage systems,[10] The benefits of vegetation SuDS for climate regulation, rainwater harvesting, and carbon sequestration are also noted, which may reduce energy cost needs by reducing heating and/or air conditioning. [11] The importance of evaluating the environmental services provided by SuDS was mentioned as they can compensate for the higher costs associated with traditional drainage networks.

The weighted social impact of SuDS is also positive, meaning that their inclusion will benefit the community. SuDS scores much higher than conventional drainage systems due to their thermal regulation capabilities, ecological connectivity, and air purification, energy efficiency or human welfare. These results are also in line with how the two systems correspond to the SDGs. In this sense, SuDS contributes to the three pillars of sustainable development: providing accessible sites to support human well-being, resource appreciation through water harvesting, and environmental co-benefits beyond water management, such as air quality and biodiversity conservation.

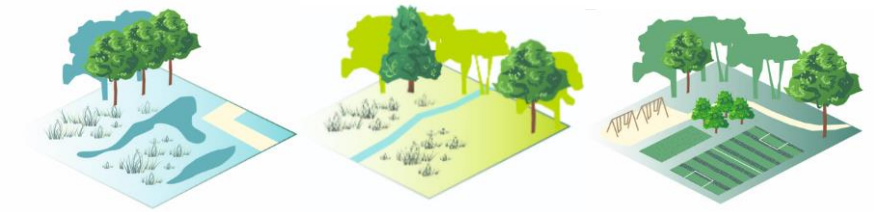


**Figure 2:green-blue infrastructure**

## 3. Green Design Thinking in Project

According to the 1981-2010 climate norms widely used in most other European countries, Budapest's climate has shifted to a maritime climate or humid subtropical climate, with average temperatures above 0°C in the coldest months and above 22°C in the hottest.
Use climate analysis software to simulate and analyse parameters such as temperature, humidity, wind speed, and solar radiation as follows. Based on the analysis of the environment, it is necessary to fully consider the current situation of local climate conditions, energy

resources, etc., so that the building and the environment are well integrated. It is required to reduce the use of non-renewable energy as much as possible and reduce the energy consumption of buildings in the process of use. The specific green design considerations in the design of this project are as follows:

**Table 1: sustainable solutions**

| **main problem** | **Consideration/Action** |
|---|---|
| Typical heat island effect in urban centres | Use climate-friendly and nature-based solutions, develop biodiversity ecological networks, operate using low-emission materials and local renewable energy |
| harmful noise | Strategically positioned buildings, landscaping and afforestation protect pedestrian spaces from harmful noise and air pollution from surrounding roads |
| long dry periods and heavy rainfall | Blue roofs, rainwater cisterns and nature-based habitats |
| water supply | With proper water treatment, these springs can be used for irrigation and toilet flushing |

In the 20th century, train stations will no longer be merely transport hubs, but active players in shaping sustainable social-ecological systems in cities. Therefore, the high quality of the renewable western railway station and its surrounding environment supports the physical and mental health of urban residents and enhances the city's ability to mitigate and adapt to climate change. Public spaces provide spaces for active and passive recreation for all, promoting social sustainability.

Environment: Systematic retention and collection of rainwater to ensure reliable and cost-effective operation of water and sewer networks. Part of the rainwater is collected in blue roofs and rainwater cisterns, while the rest is diverted to nature-based habitats (such as rainforests, open canals), constructed wetlands and dry areas.

Stormwater Reuse: The use of stormwater and community-level greywater management reduces operating costs and provides reserves for dry seasons. With proper water treatment, these springs can be used for irrigation and toilet flushing. The advantage of a neighbourhood system is that excess greywater in residential buildings can be used for office and commercial buildings, which typically produce less greywater than emerging greywater needs.

Thanks to their biodiversity design, these solutions operate in a self-sustaining manner while creating new habitats and ecological corridors.

Materials: For mitigation, the plan will use low-carbon building materials where possible, such as the station's wooden support structure.

Operations: In addition, efficient resource management is aided by a neighbourhood-level operating model, exploiting hidden synergies between different building functions, transportation, and landscape architecture.

Energy saving: The model is based on energy flexibility, reducing peak demand and promoting partial self-sufficiency through local renewable energy production, storage and coordinated consumption management. Thermal energy is provided by a fifth-generation district heating and cooling microgrid connected to each building via a water circuit with a water-air heat pump operating at a temperature of 20-25°C. This makes it possible to use waste heat between buildings as part of an energy community (e.g., heat recovered from rail/subway fans) and to take advantage of the different operating hours of residential and office functions to reduce peak demand. Integrated energy management and underground heat storage form a resilient autonomous system. The consumption of the building is further reduced through natural cooling and ventilation adapted to heat recovery and user behaviour. Solar panels can partially meet heat pump and community electricity needs, increasing efficiency through the cooling effect of green roof vegetation. The community system allows all EVs to connect to a community-level virtual battery.

## Conclusion

According to different national organizations and governments, floods, climate change, pollution, biodegradable additives have negative effects on nature and studies have shown. They are all aware of the need to protect natural resources including water as an important target in combating global climate change. Sustainable drainage is a technology that can solve these problems to a certain extent.

Taking the competition design of a railway station as an example, this paper draws the following conclusions through the consideration of green buildings and the analysis of the utilization of renewable energy such as solar energy: Exploring the architectural design scheme that adapts to the climate characteristics according to local conditions will not only improve the building quality, but also create a good provide a reference for future building development and promote low-energy, green, ecological and sustainable building changes.

Green building design is the development trend of future buildings. Fully reducing the consumption of non-renewable energy and realizing building energy saving is a significant feature of developing green buildings. Through the analysis of the utilization of renewable energy such as solar energy, wind energy, geothermal energy, etc., enhance the awareness of green energy saving, and fully consider the integration of the site and the surrounding environment, is an important measure to achieve sustainable development. The layout of passive (natural ventilation, natural lighting, shading, etc.) facilities should be given priority in the whole process from planning approval, planning and design, architectural design, construction to completion, and can be supplemented by active measures to maximize the creation of a comfortable and liveable environment.

## Acknowledgments

My deepest gratitude goes first and foremost to Professor Kósa Balázs, my supervisor, for his constant encouragement and guidance. He has walked me through all the stages of the writing of this thesis. Without his consistent and illuminating instruction, this thesis could not have reached its present form. Second, I would like to express my heartfelt gratitude to Dr. Tianyu Zhao, who led me into the world of writing. Last my thanks would go to my beloved family for their loving considerations and great confidence in me all through these years. I also owe my sincere gratitude to my friends and my fellow classmates who gave me their help and time in listening to me and helping me work out my problems during the difficult course of the thesis.

**Bibliography**


[1.] W. Zhong, T. Schröder, and J. Bekkering, "Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review," *Frontiers of Architectural Research*, vol. 11, no. 1. Elsevier, pp. 114–141, Feb. 01, 2022. doi: 10.1016/j.foar.2021.07.006.

[2.] X. Zhang, C. Bo, D. Xi, Z. Fang, Z. Feng, and S. ze Yang, "Liquefaction of biomass by plasma electrolysis in alkaline condition," *Renew. Energy*, vol. 165, pp. 174–181, 2021, doi: 10.1016/j.renene.2020.10.142.

[3.] A. Shama, "Energy conservation in US buildings. Solving the high potential/low adoption paradox from a behavioural perspective," *Energy Policy*, vol. 11, no. 2, pp. 148–167, 1983, doi: 10.1016/0301-4215(83)90027-7.

[4.] Y. Liu, V. F. Bralts, and B. A. Engel, "Evaluating the effectiveness of management practices on hydrology and water quality at watershed scale with a rainfall-runoff model," *Sci. Total Environ.*, vol. 511, pp. 298–308, Apr. 2015, doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2014.12.077.

[5.] M. Gimenez-Maranges, J. Breuste, and A. Hof, "Sustainable Drainage Systems for transitioning to sustainable urban flood management in the European Union: A review," *J. Clean. Prod.*, vol. 255, p. 120191, May 2020, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2020.120191.

[6.] S. M. Charlesworth, "A review of the adaptation and mitigation of global climate change using sustainable drainage in cities," *J. Water Clim. Chang.*, vol. 1, no. 3, pp. 165–180, Sep. 2010, doi: 10.2166/wcc.2010.035.

[7.] M. Jaffe, "Environmental Reviews & Case Studies: Reflections on Green Infrastructure Economics," *Environ. Pract.*, vol. 12, no. 4, pp. 357–365, Dec. 2010, doi: 10.1017/S1466046610000475.

[8.] Y. Liu, V. F. Bralts, and B. A. Engel, "Evaluating the effectiveness of management practices on hydrology and water quality at watershed scale with a rainfall-runoff model," *Sci. Total Environ.*, vol. 511, pp. 298–308, Apr. 2015, doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2014.12.077.

[9.] M. Gimenez-Maranges, J. Breuste, and A. Hof, "Sustainable Drainage Systems for transitioning to sustainable urban flood management in the European Union: A review," *J. Clean. Prod.*, vol. 255, p. 120191, May 2020, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2020.120191.

[10.] S. M. Charlesworth, "A review of the adaptation and mitigation of global climate change using sustainable drainage in cities," *J. Water Clim. Chang.*, vol. 1, no. 3, pp. 165–180, Sep. 2010, doi: 10.2166/wcc.2010.035.

[11.] M. Jaffe, "Environmental Reviews & Case Studies: Reflections on Green Infrastructure Economics," *Environ. Pract.*, vol. 12, no. 4, pp. 357–365, Dec. 2010, doi: 10.1017/S1466046610000475.



**Lecturer:** Tianyu Zhao DLA, assistant lecturer, University of Pécs

# TARGET CLASSIFICATION BASED ON HISTOGRAM REPRESENTATION OF RADAR CROSS-SECTION

**Aysu Coskun & Sándor Bilicz**
*Department of Broadband Infocommunications and Electromagnetic Theory,*
*Faculty of Electrical*
*Engineering and Informatics,*
*Budapest University of Technology and Economics,*
*aysucoskun@edu.bme.hu*

**Abstract**
Object detection and classification accuracy are today's technological challenges. It allows us to locate the objects in a given space; meanwhile, the targets' movement and radar cross- section are the key parameters to consider to design an antenna system or radar in a specific project. The importance of object detection and classification will be pointed to self-driving assistance and mm-wave radar applications throughout this article.
Target classification based on histogram representation of radar cross-sections for different shapes of flat plates with Physical Optics approximation will be considered along this article. *K*-Nearest Neighbour Classification with *L1 norm* in histogram space will be performed, and the performance of the model and algorithm with different scenarios, e.g., different flat plates and different *K* values will be evaluated by confusion charts.

***Keywords****: Radar Cross Section; Physical Optics; Histogram-based classification; K-Nearest Neighbors; Machine Learning*

## 1. Introduction

The strike of a radiated power density from a radar system on a target causes re-radiation on a target in all directions. This reflection provides information to utilise both classifications and identification of the targets. The scattered power is related to the targets' size, shape, orientation, and material composition. For instance, if several radars look at the same object simultaneously, they will detect the target differently because the visibility strongly depends on the orientation [1]. Radar cross-section, RCS, is a single target-specific parameter to combine these all-effective parameters and their effects. The visibility of the targets is quantified by Radar Cross Section theory which is the ratio of the reflected power, back to the radar to the power density incident on a target [2] where $P_{Dr}$ and $P_{Di}$ are the incident and reflected power density, and $R$ is the radar-target distance.

$$\sigma = \lim_{R\to\infty} 4\pi R^2 \frac{P_{Dr}}{P_{Di}} \tag{1}$$

The performance of target detection and classification is strongly linked to the properties of the radar cross-section. For instance, radar cross-section is used to detect aeroplanes and low RCS was obtained by the flat, angled design with sharp edges to reflect the signal other than the source in a stealth aircraft technology. It is an important example to be aware of the importance of design and material choice in RCS technology [3]. Furthermore, it is essential to note that RCS strongly depends on the incident angle *(θ)* formed by the direction of the transmission waveform and the target orientation, and also on the distance *(R)* between

the antenna and the target, since usually targets are in the "aperture near-field" of mm-wave radars.

## 2. Methodology

### *2.1 Histogram-Based Representation*

Radar cross-section is not considered a deterministic feature due to the fact that its strong fluctuation, but rather it suits for statistic applications. Stochastic sample generation is chosen so that the incident angle *(θ)*, frequency *(f)*, and distance *(R)* are uniformly distributed random variables. Then, the feature is defined as the histogram of the RCS. In addition, the histogram-based representation gives the advantage of a better visual appearance of the RCS for different flat plates. Classification of the targets can be done based on these features.

Let us denote the histogram of *n* random samples by a vector *h*, which is defined as:

$$\underline{h} = \left[h_0, h_1, h_2, \ldots . h_b\right], \tag{2}$$

Let us define bins for the histogram as:

$$x_1 < x_2 < \cdots < x_b \tag{3}$$

For instance, let $x_k = (k-1)\Delta x + x_1$, i.e., equal bin width. Where the *k*th element is calculated as:

$$h_k = \frac{\#\, sample\ values\ in\ the\ range\ [x_k, x_{k+1})}{n} \tag{4}$$

(The # symbol denotes the cardinality, i.e., the number of elements.) At the beginning and at the end of the bins, let us adjust the definition as:

$$h_0 = \frac{\#\, sample\ values\ in\ the\ range\ (-\infty, x_1)}{n} \tag{5}$$

$$h_b = \frac{\#\, sample\ values\ in\ the\ range [x_b, \infty)}{n} \tag{6}$$

Let $\underline{h_1}$ and $\underline{h_2}$ be two histograms of the same size, with the same definition of the bins. Their distance in the *L1 norm* is defined as:

$$d\left(\underline{h}^{(1)}, \underline{h}^{(2)}\right) \triangleq \left\|\underline{h}^{(1)} - \underline{h}^{(2)}\right\| = \sum_{k=0}^{b} \left| h_k^{(1)} - h_k^{(2)} \right|. \tag{7}$$

Histogram bins have to be set carefully to offer a better representation; otherwise, histograms would bring partial matching and normalisation problems to represent the data, as pointed out here [4]. Let us note that the histogram adjustment has been made with bin settings in this research.

The generated synthetic data via MATLAB [5] provides different histogram distributions for each different shape of flat plates. This variation is why histogram-based classification was encouraged (see Fig. 1).

All these histograms for each flat plate have distinguishable distributions. Performing target classification using this histogram-based technique looks convenient since shapes can be used to classify the targets.

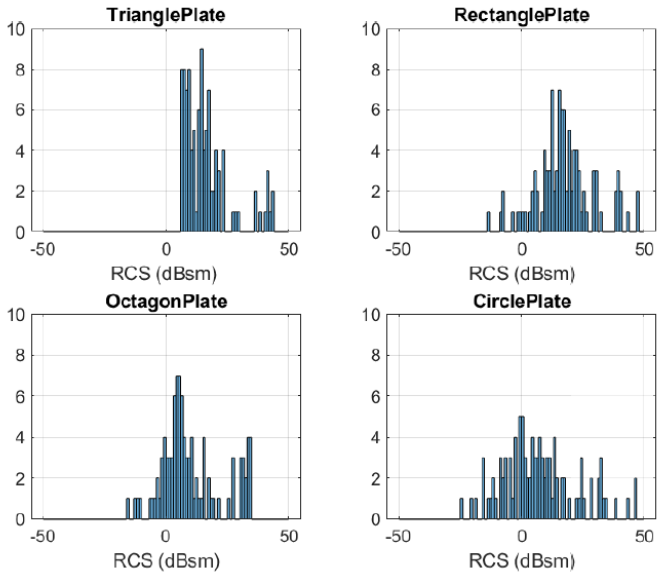



**Figure 1: Histogram Representation of The Synthetic RCS of flat plates with equal area. Parameters $\theta$, $f$ and $R$ are randomly distributed**

*2.2 K-Nearest Classification*

*K*-nearest neighbour classification is a supervised machine learning method. It is a relatively a simple, but very effective way of searching and classification. Histograms are very hard to visualise because of their high dimensionality, location of histograms in the $R^{\{b+1\}}$ dimensional space is not possible to visualize; for this reason, two features, mean and standard deviation, have been chosen as shown in Figure 2, but they will not be used later. There is a previously unseen test point in Figure 2 gives a closer approach to the chosen point. Euclidean distance in feature space is calculated for the ten closest points and based on the majority voting; the test point is likely to be a circular flat plate. It is the basic idea of the KNN algorithm working as it is inspired from [6], [7].

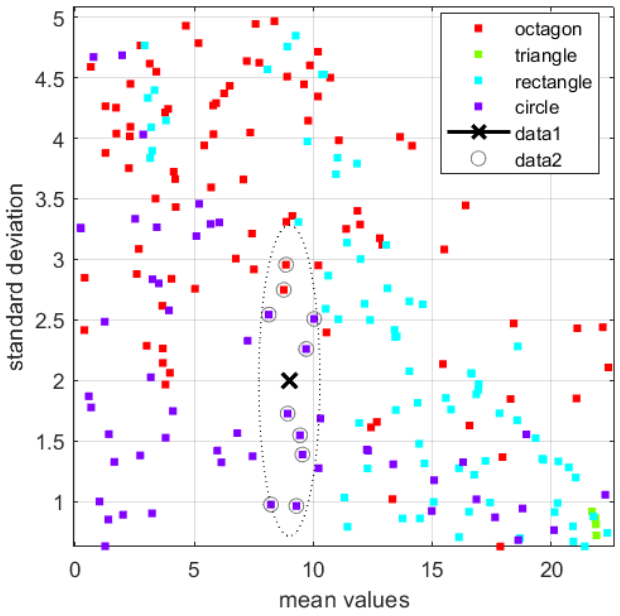



**Figure 2: Data Points with Test Points**

The distance calculation is an essential step in utilising the KNN algorithm, so the *L1 norm* distance calculation in histogram space took part. Performance evaluation of the model and the algorithm is the following significant issue; for this reason, a confusion matrix is used for what kind of potential errors can happen while working on classification, the number of correct and incorrect predictions, and the model/algorithm performance details.

*2.3 Data Generation and Processing*

These steps were followed respectively;

1) Synthetic RCS data for simple objects (rectangle, circle, triangle, and stop sign-shaped octagon flat planes) have been generated with Physical Optics approximation. All flat plate areas are kept identical, and dimensions have been set concerning PO approximation $D \ll R$ , where $D$ corresponds to the size of each flat plate, see Figure 3.

*2)* RCS is applied statistically due to its strong fluctuation.

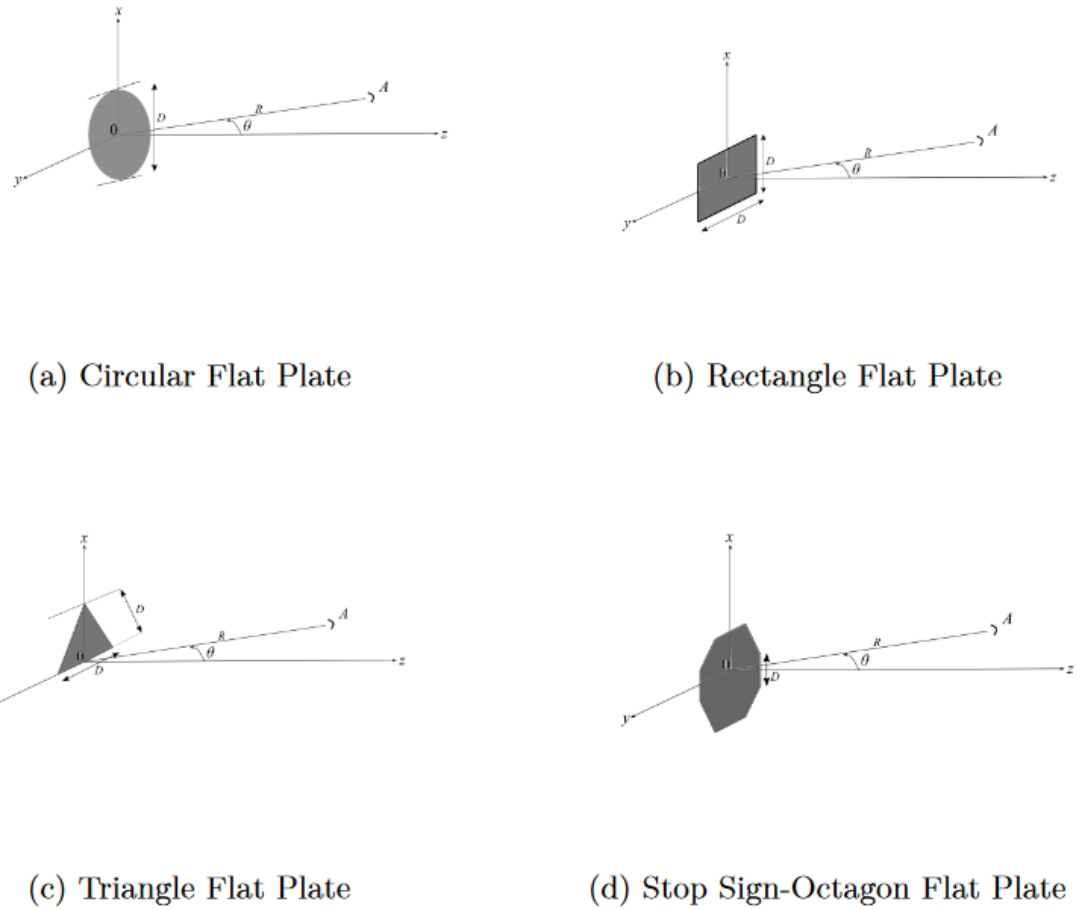
*3)* Stochastic sample generation has been done:

• **the incident angle** ($\theta$ = **[0, 2]** °) is set to be a uniformly distributed random value,
• **frequency** ($f$ = **77 GHz**) is deterministic, and
• **distance** ($R$ = **[10, 100] meter**) samples for both nominal and test histograms are fixed to different values within the given range.

*4)* Nominal histograms for different flat plate shapes have been generated to assign training data for the utilisation of the classification algorithm. Each flat plate corresponds to a class, so there are four different classes related to the shape of the flat plates. Nominal histogram calculations have been done by setting the distance R as 10, 40, 70 and 100 meters, respectively.

*5)* KNN Classification Algorithm is applied for different K values from 2 to 5.

*6)* In the end, the performance is evaluated with a confusion chart.



(a) Circular Flat Plate

(b) Rectangle Flat Plate

(c) Triangle Flat Plate

(d) Stop Sign-Octagon Flat Plate

**Figure 3: Considered Flat Plate Configurations**

## 3. Classification Results

### *3.1 Two Classes Classification*

First, circle and rectangle flat plate classification has been studied. Figure 4 depicts the histogram distribution of two different rectangle and circle flat plates generated based on the initial parameters mentioned in the previous section.

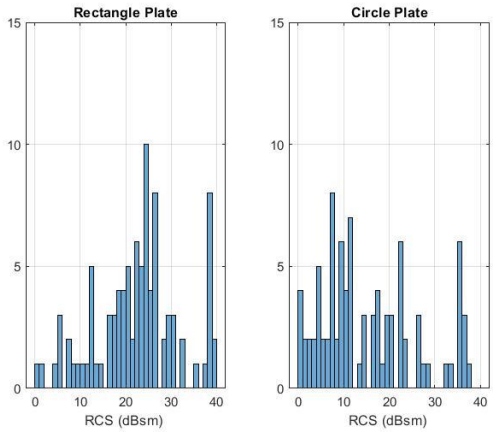



**Figure 4: Histogram Distribution for Rectangle and Circle Flat Plates**

Figure 5 shows the confusion matrix for four different values of *K*. For each one, *Target0* corresponds rectangle flat plate while *Target1* corresponds to circle flat plate. Green cells show correctly classified targets, while red ones are incorrectly classified targets. On the corner of each matrix, all over the performance of the predictions is seen.




**Figure 5: Confusion Matrix for Two Flat Plate Classification**

The way how each confusion matrix should be evaluated is, for instance, when *K* =2NN, 87 *Target0* are correctly, 11 *Target1* are incorrectly classified. 89 *Target1* are correctly, 13 *Target0* are incorrectly classified. Out of 100 *Target0* predictions, 87.0 % are correct, 13.0 % are false. Out of 100 *Target1* predictions, 89.0 % are correct, 11 % are false. Out of 98 Target0 cases, 88.0 % are correctly predicted as *Target0,* and 11.2 % are predicted as *Target1*. Out of 102 *Target1* cases, 87.3 % are correctly predicted as *Target1,* and 12.7 % are predicted as *Target0*. Overall, 88.0 % of the predictions are correct, and 12.0 % are false. To sum up, the overall performance for two flat plane classification is up to 88.0 % which is very satisfying.

*3.2 Four Classes Classification*

In this section, the classifications of the circle, rectangle, triangle, and octagon flat plate is presented. Figure 6 shows the four classes of histogram distribution for each flat plate,

respectively. Furthermore, the following figure shows the confusion matrix for four flat plate classifications.

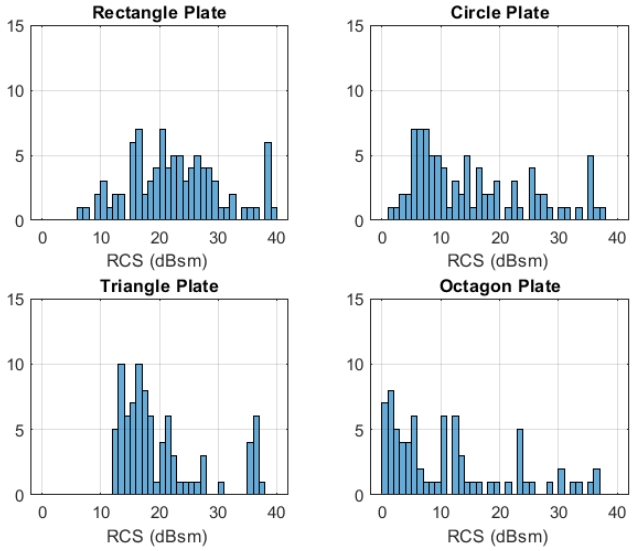



**Figure 6: Histogram Distribution for Four Different Classes**

Each cell represents the total number of observations. Blue rows on the confusion chart correspond to actual classes, while columns correspond to predicted classes. Both correctly and incorrectly classified observations are displayed by diagonal and off-diagonal cells. The normalised bottom row displays the percentage of correctly and incorrectly classified observations for each actual class, while the side normalised column indicates observations for each predicted class (see Figure 7).

When the *K* =3NN, the confusion matrix shows that; 85 *Target0* are correctly classified with 90.4 % correct prediction rate. 92 *Target1* are correctly classified with 82.1 % correct prediction rate. 91 *Target2* are correctly classified with 88.3 % correct prediction rate. 91 *Target3* are correctly classified with a 100.0 % correct prediction rate. Overall, the performance of the classification and model is good, especially for *Target3-Octagon*.

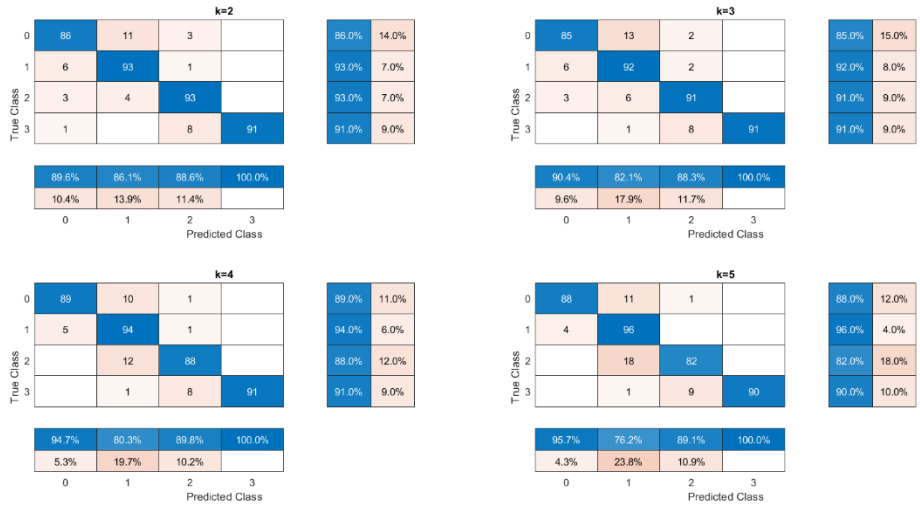



**Figure 7*:* Confusion Matrix for Four Flat Plate Classification**

*3.3 Four Classes Classification with Noise*

A more complicated scenario has been created with noisy test histograms. Built-in AWGN function [4] has been considered. Signal to noise ratio (SNR) is the actual input parameter of the AWGN function, which applies the same SNR to all elements of the entire test histograms. This built-in function determines the appropriate noise level based on the value of SNR. 15.0 dB Additive White Gaussian Noise is applied for this case on testing histograms, but the noise effect can be observed for different values of SNR from 10.0 dB to 20.0 dB for a rectangle flat plate on Figure 8.

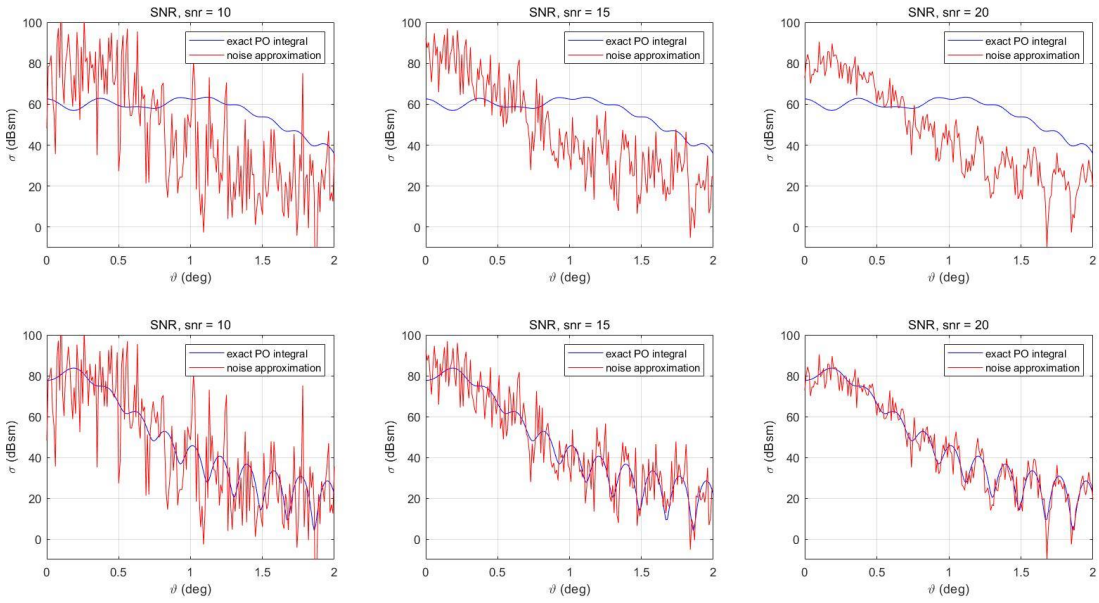



**Figure 8: AWGN Experiment for Different SNR Values on A Rectangle Flat Plate for the distance *R* as 10 m (top) and 100 m (bottom)**

The performance of the model and classification algorithm is degraded as it is expected because of the noise figure (see Figure 9).

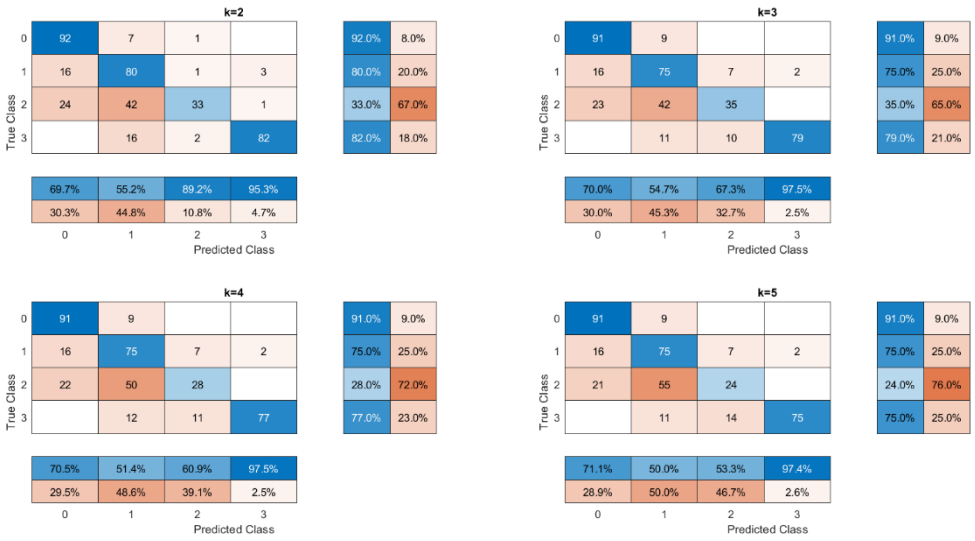



**Figure 9: Confusion Matrix for Four Flat Plane Classification**

The confusion matrix is evaluated for *K* =5NN case; 91 *Target0* are classified correctly with 71.1 % prediction rate. 75 *Target1* are classified correctly with 50.0 % prediction rate. 24 *Target2* are classified correctly with 53.0 % prediction rate. 75 *Target3* are classified correctly with a 97.4 % prediction rate. *Target2*, triangle flat plate detection, is the worst one since the classification algorithm is not performing effectively; however, it was an expected result because of the noise effect.

## 4. Conclusion

From the beginning of this research, the statistical representation of RCS is taken into account since RCS enormously varies even for minor variations of incident angle. Nominal and testing histogram distributions of RCS for different shapes were generated with and without noise. Then, the K-Nearest Neighbors Classification algorithm (based on the L1 distance of histograms) is applied to classify these new test targets corresponding to different classes individually. The algorithm's performance, robustness, and limitations are analysed through a confusion matrix. The numerical experiments proved the applicability of histogram representation as a new approach for feature selection to perform classification algorithms. Robustness against noise has also been studied, and an acceptable performance has been reached. For all these reasons, target classification based on histogram representation of radar cross-section is proposed as a novel approach in classification and detection applications.

In future work, different metrics of the histograms will be applied to investigate the performance of the classification algorithm with more complex targets. The total performance could be improved with different classification algorithms.

## Bibliography

[1.] L. A. A. Harrison, Introduction to Radar Using Python and MATLAB, Artech House, 2019.

[2.] B. R. Mahafza ve A. Elsherbeni, MATLAB simulations for radar systems design, Chapman and Hall/CRC, 2003.

[3.] E. Knott, J. Shaeffer ve M. Tuley, Radar Cross Section, Artech House, 1993.
[4.] "MATLAB, https://www.mathworks.com/ (accessed 2022.06.30)".
[5.] MATLAB, "Classification Using Nearest Neighbors, https://www.mathworks.com/help/stats/classification-using-nearest-neighbors.html#bsfh8js-1 (accessed 2022.06.30)".
[6.] L. Devroye, L. Györfi ve G. Lugosi, A Probabilistic Theory of Pattern Recognition, Springer, 1996.
[7.] W. Hu, N. Xie, R. Hu, H. Ling, Q. Chen, S. Yan and S. Maybank, "Bin Ratio-Based Histogram Distancesand Their Application to Image Classification," *IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE,,* vol. VOL. 36, no. NO. 12, 2014.

**Lecturer:** Dr. Szabolcs Gyimóthy, Associate Professor, BME VIK Dept. of Broadband Infocommunications and Electromagnetic Theory

# TÉRSZKENNER ALKALMAZÁSA 16-17. SZÁZADI GÓTIKUS BOLTOZATOK SZERKESZTÉS-ÉS ÉPÍTÉSTECHNIKAI VIZSGÁLATÁRA

**Jobbik Eszter**
*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, doktorandusz, eszter.jobbik@gmail.com*

**Absztrakt**
A késő gótikus hálóboltozatok eredeti szerkesztés- és építésmódja a mai napig nyitott kérdést jelent, melyre a 16. századtól kezdve egészen mostanáig született elméletek csak részlegesen, és általánosítva adnak választ. Ugyanakkor a pontfelhő alapú felmérési technikáknak köszönhetően a jelenkori kutatás a pontos boltozat geometria ismerete okán egzaktabb válaszok és erősebb hipotézisek felállítására képes, mint az elődök. Jelen tanulmányban azt a késő gótikus hálóboltozatok térszkennerrel készített pontfelhőjén végzett geometriai vizsgálatsorozatot szeretném bemutatni, melyet arra dolgoztam ki, hogy adott boltozat esetében lépésenként megadja azokat a kérdéseket, amikre válaszokat keresve a boltozat eredeti szerkesztés- és építéstechnikájának elméleti rekonstrukcióját jó valószínűséggel elkészíthetővé tegye. A vizsgálatsorozat figyelembe veszi az esetleges korábbi épületperiódusok hatását az adott boltozatszerkezet kialakítására, és a boltozati bordahálót, valamint a süvegrendszert, mint a hálóboltozatokat alkotó két alapvető szerkezeti egységet, szerkesztésük és felépítésük szempontjából külön-külön, és egymással való összefüggéseikben is segít értelmezni. A vizsgálatok alapvetően mindig a szabályos és a szabálytalan mintázatok elkülönítésén, majd azok potenciális magyarázatainak mérlegelésén alapulnak. Az egyes lépések esetében felmerülő lehetőségek bemutatása mellett a tanulmányban a különböző elméleti megoldásokat valós példákkal is illusztrálom. A bemutatott módszer egyúttal azt is szemlélteti, hogy a késő gótikus hálóboltozatok szerkesztés- és építéstechnikai kérdéseinek vizsgálata során kiemelten fontos az általánosítások elkerülése, és a vizsgálatok egyesével, esettanulmányonként való elvégzése, mely mind a kutatás, mind a műemlékvédelem tárgykörében lényeges tanulságként szolgálhat.

***Kulcsszavak**: térszkenner, bordás boltozat, késő gótikus boltozat, hálóboltozat, geometriai vizsgálat, történeti építéstechnika, történeti szerkesztési módszerek*

## 1. Bevezetés

A késő gótikus bordás boltozatok szerkesztési és építési módszerei régóta állnak a tudományos érdeklődés középpontjában, ám sok esetben a mai napig nyitott kérdést jelentenek. A 16. századtól kezdve számos elmélet született a bordaháló geometriai meghatározásának, a bordák kialakításának, vagy a süvegrendszer építésének módjairól, de csak a pontos geometria felmérésére képes, lézertechnológián vagy fotogrammetrián alapuló módszerek bevezetésével nyílt lehetőség ezen ötletek felülvizsgálatára és új, pontosabb elméletek megalkotására.
Jelen munkámban ezeknek a szerkesztési és építéstechnológiai kérdéseknek a pontos boltozat-geometrián alapuló vizsgálatának módszerét ismertetem, valamint e módszer alkalmazási lehetőségeit a szakirodalomban szereplő állítások felülvizsgálatára, valós épületekről készített esettanulmányokon keresztül, melyekkel a hazai késő gótika reneszánsszal is egyidőben elő 16-17. századi időszakára fókuszálok.
Az első építéstechnikai írások tehát még az élő hagyománnyal egyszerre keletkeztek. Ám feltehetően pont emiatt nem elég részletesek ahhoz, hogy csak ezek alapján rekonstruálni

lehessen a módszereket. A később keletkezett források módszerei pedig gyakran megkérdőjelezhetőek, és a gyakorlati szempontokat kevéssé veszik figyelembe.
A geometrián alapuló esettanulmányokhoz a legalkalmasabb módszernek a térszkenner alkalmazása bizonyult.
A térszkennerrel készített pontfelhők elemzésénél háló- (és csillag-) boltozatok esetén a bordaháló szerkesztését és a bordarendszer megépítéséhez szükséges segédszerkezetek elméleti rekonstrukcióját célzó vizsgálatokkal kezdem a kutatást. E téren többek között megkérdőjelezhető a bordaháló-alaprajz „térbeli felvetítésének" kizárólagossága, mint a háló- és csillagboltozatok építésének legelterjedtebb módszere. Egy esetben például egy teljesen egyedi, helyszín-specifikus, térbeli szerkesztéseken alapuló módszert is rekonstruálni tudtam.
Ezt követi az egyes bordák és bordaelemek geometriai meghatározásának és a teljes bordarendszerrel való összefüggésének kérései. Vizsgálandó a vezérgörbe-szerkesztés elvének sokáig elfogadott általános érvényessége, és annak kapcsán a görbületi sugarat meghatározó szakaszhossz. Ehhez a beszkennelt boltozat bordáinak görbületi sugarát kell egyenként meghatározni. A csomóponti magasságok pontos térbeli helyzetéből esetenként kikövetkeztethetőek a vezérgörbe-elvtől eltérő szerkesztési módok is. Ilyen lehetőségek a bordák ívhosszát vagy húrhosszát alapul vevő módszerek.
Végezetül a süvegrendszer elemzése következik. Ennek első része a szakirodalomban sokszor vita tárgyát képező kérdés, a süvegrendszer és a bordaháló építéstechnikai összefüggéseinek vizsgálata. Második lépésként pedig a boltsüvegek szabad kézből falazott vagy alázsaluzott építésmódjának ellenőrzése következik.
Kellő számú emlék esetén az alkalmazott módszerek finom eltéréseinek felismerése az emlékek egymással való kapcsolatainak új rétegére, akár egyes építőmesterek vagy „építőműhelyek" jellemző építési módjaira is utalhat. Ezen kívül a késő középkori boltozatszerkesztési és építési technikák felismerése a műemlékvédelem és műemléki tervezési feladatok tárgykörében is fontos adalékot jelenthet.

## 2. Kutatástörténet

A későgótikus bordás hálóboltozatok pontos szerkesztés-építéstechnikája egy mind a mai napig tisztázatlan kérdés. Igen kevés egykorú forrás ismert ezekről a módszerekről [1], ami elsődleges oka feltehetően az ismeretek főként szóban történő átadása volt, mestertől tanítványnak [2], illetve modelleken prezentálták a szerkezeteket, geometriát [3][4]. Összességében a középkori vázlatkönyvek, könyvek alapján a középkorban ismert és alkalmazott szerkesztések tekintetében korábbi adatok is rendelkezésre állnak (pl. Villard de Honnecourt vázlatkönyve, Roritzer művei), de kifejezetten építéstechnikai ábrázolások csak a 16. században kezdtek megjelenni (pl. Hontañon, de l'Orme, Andernach). [5] Innentől kezdve egyre több hasonló forrás jelent meg, de egyik sem elég részletes és következetes ahhoz, hogy a teljes egykori technológiai folyamatot rekonstruálni lehessen. [6][7]
A 18-20. századi források megállapításai gyakran a mai napig meghatározzák a középkori boltozástechnikára vonatkozó ismereteinket, noha a legújabb kutatások az ezekben megjelentnél jelentősen sokszínűbb képet sejtetnek. [7] Megfontolandó továbbá, hogy míg a 16-17. századi források a még élő technikák rögzítésének tekinthetőek [5], addig a 18-20. századiak már egy másfajta szemléletet, és más jellegű érdeklődést tükröznek [5], és a bennük megfogalmazott elvek esetén néha a gyakorlati megfontolások hátrányt szenvednek a „szabályszerű" kialakításokkal szemben (ld. még lejjebb).
Így a jelenkori kutatásban a késő középkori szerkesztés- és építéstechnika megismeréséhez az elsődleges forrást az épületek jelentik. [1]

## 3. Pontfelhő alapú boltozatfelmérés

A jelenkori kutatás nagy előnye a korábbiakkal szemben a korszerű felmérési módszerek alkalmazásában rejlik. Ilyen módszerek a fotogrammetria [8], a total station [9][10], vagy a térszkenner [11] alkalmazása. Az így generált pontfelhők (1. ábra) a szerkezetek pontos geometriáját adják vissza, szemben a kézi mérési módszerekkel, illetve szemrevételezés során készített rajzokkal, melyek a boltozatgeometriát óhatatlanul a szabályos, idealizált (értsd: tengelyesen szimmetrikus, szakaszonként egybevágó stb…) képhez közelítik. A pontos boltozatgeometria alapján pont a szerkesztésektől való eltérések, a szabálytalanságok felismerése vezethet az adott boltozat egyedi megoldásainak felfedezéséhez, mint az általam vizsgált szászbogácsi erődtemplom hajóboltozata esetén is.
Kutatásom során az esettanulmányok pontfelhőjét Leica BLK 360 térszkennerrel készültek, és a további feldolgozás Autodesk Recap Pro illetve Leica Cyclon Register 360, valamint AutoCAD szoftverekkel történt. Az eszköz 4 mm névleges pontosságra képes 10 méter távolságban [12], így a késő középkori építéstechnika precizitását figyelembe véve teljes mértékben alkalmas az általam végzett elemzésekhez.

## 4. Hálóboltozatok pontfelhő alapú elemzésének módszertana

Jelen tanulmányban azt az általam kidolgozott módszert szeretném ismertetni, melyet végigkövetve egy-egy adott hálóboltozat esetében lépésenként megadja azokat a kérdéseket, amikre választ keresve az adott boltozat eredeti szerkesztés- és építéstechnikájának elméleti rekonstrukciója jó valószínűséggel elkészíthető. A vizsgálati módszerhez felállított lépéssorozatot az 2. ábra szemlélteti. Az első vizsgálatok a bordaháló alaprajzára irányulnak, és egyrészt a korábbi épületperiódusok szétválasztását, másrészt – ha van ilyen – az alaprajzi bordaháló-vetület szerkesztésének szabályait célozva. Ennél a lépésnél elkülöníthetőek az alaprajzi képből kiinduló boltozatszerkesztések a térbeli boltozat-konstruálási technikáktól. Így következő lépésként a bordacsomópontok térbeli helyzetét elemzem. Ezekből az adatokból pontosíthatóak a bordaháló építésmódjára vonatkozó hipotézisek, illetve az építés közbeni segédszerkezetekre is lehet következtetni. A következő vizsgálatok az egyes bordák kialakítására vonatkoznak. Végezetül a boltsüvegek építés- és falazásmódjának megállapítását célzó vizsgálatokat végzek. A pontfelhő geometriai vizsgálata minden lépésben kiegészül a helyszíni megfigyelésekből levonható következtetésekkel és a szakirodalmi források adataival.

### *4.1 Korábbi épületperiódusok*

Az alaprajzi elemzések első lépéseként a boltozat boltvállainak helyzetét vetem össze a külső támpillérek helyzetével. Ezek eltérése esetén joggal lehet korábbi boltozat egykori meglétére következtetni, még akkor is, ha erről nem szól írott forrás, vagy az adott épületen nem végeztek falkutatást.
Például a 3. ábrán látható andocsi templom szentélyének alaprajzán egyértelműen látszik, hogy a boltvállak és a támpillérek ritmusa eltér egymástól. Ezen kívül világos nyoma látszik a boltvállrendszer utólagos bolygatásának a templombelsőben is (4. ábra), mely szintén nem egyeztethető össze a támpillérek helyzetével. Ezek alapján itt, noha a templom középkori építéstörténetéről igen kevés forrás áll rendelkezésre, erős gyanúként merül fel korábbi boltozat(ok) egykori léte.
Hasonló, több egymás utáni periódusra utaló példa az 5. ábrán bemutatott szászbogácsi templom hajójának alaprajza, ahol bár az északi oldalon a támpillérek és a boltvállak ritmusa azonos, a déli támpillérrendszerben bolygatott szakasz tételezhető fel.

*4.2 Alaprajzi képből felvetített hálóboltozatok*

A hálóboltozatok építésének a szakirodalomban általánosan elfogadott módja az alaprajz valós méretű felszerkesztésével indul. Ilyen módszert mutat be Rodrigo Gil de Hontañon 16. századi vázlata is (6. ábra), melyen Huerta [1] magyarázata szerint a „tas-de-charge" szintjére épített fa munkaszintre 1:1 léptékben felrajzolt alaprajz, és az alaprajzi csomópontok függőleges kiemelésének ábrázolása látszik.
Az bordaháló alaprajzi vetületi szerkesztésének visszarekonstruálására irányuló vizsgálatok esetén fontos szem előtt tartani, hogy az építési helyszínen a kitűzési munkákhoz milyen eszközök álltak a középkori építők rendelkezésére, és ezekkel milyen geometriai műveleteket tudtak elvégezni. Andocs szentélyboltozata esetén például egy párhuzamos eltoláson, körívek rajzolásán és szakaszharmadoláson alapuló szerkesztésmódot tudtam rekonstruálni (7. ábra), melyek mindegyike egyszerűen elvégezhető szerkesztés.
Mint Hontañon fent említett rajzán is látszik, a következő lépés a bordacsomópontok térbeli helyzetének meghatározása, vagyis az alaprajzi képhez a magassági adat hozzárendelése.
A 19. század végi - 20. század eleji szakirodalomban a bordás háló- és csillagboltozatok leírására a főbb források a „keresztboltozat-szerű" [13][14], „legyezőboltozat-szerű" [13][15], „kupola-szerű" (8. ábra) [13][14], ill. „dongaboltozat-szerű" (9. ábra) [13][14] meghatározásokat használják. Ezekben az a közös, hogy felületszerkezetekben gondolkozva határozzák meg a boltozati bordahálók alakját, tehát egy csillag- vagy hálóboltozatok formai közelítéseként olyan más boltozatformákat adnak meg, amiket homogén módon, egy elemeként lehet értelmezni, szemben a későgótikus boltozatformák valódi, bordarendszer és süvegrendszer együtteseként meghatározható, összetett alakjával. Ugyanakkor a gyakorlatban az a módszer, hogy ezeket a bonyolultabb formákat a közelítő felületszerkezetek alapján tűzzék ki nem célravezető, mivel a felületszerű segédszerkezetek előállításának igen nagy a munka- és anyagigénye. Emiatt, ha a szerkesztés során elméleti szinten a felületszerkezet-forma volt is a kiindulás, a gyakorlati megvalósítás fázisában ettől feltételezhetően eltértek.
Véleményem szerint ennek az egyik legvalószínűbb módja hálóboltozatok esetén a feltételezett felületszerkezet egészének fizikai előállítása helyett vagy a megfelelő alkotók, vagy a keresztmetszetek segédszerkezet formájában való megjelenítése volt. Az első azt jelenti, hogy a felület azon alkotói, melyekre a bordacsomópontok esnek, az építés közbeni segédszerkezetben gerendaként jelennek meg, tehát voltaképpen az azonos szerepet betöltő bordacsomópontokat a boltozat hosszirányában vonal mentén kiemeljük. (10. ábra) (Ez lényegében a Hontañon-féle, csillagboltozatra vonatkozó ábra elve hálóboltozatokra alkalmazva.)
A második lehetőség annyit tesz, hogy a hálóboltozat bordahálójának ismétlődő keresztmetszeti szakaszaihoz készül olyan segédszerkezet, ami az adott szakaszba eső bordacsomópontok magassági helyzetét kijelöli. (11. ábra) Ennek a keresztirányú kiemelésnek nagy előnye lehet a szakaszos építés lehetősége, és így a használt állványzat vagy zsaluzat többszöri felhasználása, így kisebb költsége.
Ezzel szemben a hosszirányú kiemelés nagyobb flexibilitást biztosít az előre legyártott bordaelemek (lsd. később) pontatlanságainak felvételében, és így az elemek újragyártásának elkerülésében, mivel a csomópontok helyét kis mértékben idomítani lehet a bordaelemek beépítésének fázisában a bordaelemek valós hosszához a gerendaelem mentén. Azt, a csomópontok vonalmenti kiemelésére legalábbis van példa, szintén az andocsi boltozat esete bizonyítja. Itt a keresztmetszetek (12. ábra) alapján egyértelmű, hogy a csomópontok nem illeszkednek szabályos dongafelületre, és a vonalmenti kiemelés nem ebben az irányban történt, míg a hosszmetszeteken (13. ábra) a megfelelő csomópontok valóban egy egyenesre esnek, ezzel alátámasztva a hosszirányú vonalmenti kiemelés elméletét.

*4.3 „Térben szerkesztett" hálóboltozatok*

Az eddigiekben ismertetett, alaprajzból kiinduló szerkesztésmódon túl azonban, a pontfelhő alapú pontos geometriára irányuló vizsgálatok által más módszerek is azonosíthatóvá váltak.
„Térben szerkesztett" hálóboltozatok esetén az egyes bordacsomópontok térbeli helyzetét meghatározó három koordinátából a magassági és kereszt- (vagy hossz) irányú pozíció meghatározása az első lépés, szemben a fent ismertetett alaprajzi szerkesztéssel, ahol a hossz- és keresztirányú pozíció a kiindulás. (A térbeli meghatározás esetén a magassági pozíció hosszirányú pozícióval való kombinálása, mint kiindulás, egyelőre csak elvi lehetőség, példát nem ismerek rá.)
A függőleges síkból kiinduló hálóboltozat-meghatározás azonosítására azoknak az egyeneseknek a térbeli pozíciója vezethet rá a pontfelhő vizsgálata során, melyekre a boltozatban azonos szerepet betöltő csomópontok esnek. Ha egy szerkesztés alaprajzból indul ki, a megfelelő vonalak alaprajzi vetülete (legalább közel) párhuzamos. Viszont elképzelhető olyan eset, amikor a csomópontok ugyan egy egyenesre esnek, de a különböző csomópontok egyenesei egymástól alaprajzon széttartanak, ám pl. hosszmetszeti nézetben párhuzamosak. Ebből arra lehet következtetni, hogy a csomópontok térbeli helyzetének meghatározásakor az alaprajzi vetület egyik koordinátairánya volt az utolsó, amit meghatároztak. Erre a geometriára jó példa a szászbogácsi templomhajó, ahol feltételezésem szerint a szerkesztést az alaprajzi sík helyett függőleges síkban kezdték meg, adott esetben csomópontok hosszirányú egyeneseinek két végponttal történő meghatározásával. (14. ábra)
Ilyen kiindulás esetén az utolsó koordináta meghatározása elméletileg a záradéki hossztengelytől kétirányba (15. ábra), vagy az oldalfaltól egyirányba (16. ábra) történhet. Ez utóbbi indoka feltételezésem szerint a korábbi épületperiódusból származó támpillérekhez (és talán boltvállakhoz) való igazodás igénye lehet, melyet szintén a szászbogácsi példa támaszt alá.
A harmadik koordináta kiszerkesztéséhez szükséges „szakaszokat" (a gyakorlatban megfelelő hosszúságú zsinórokat vagy rúdelemeket) vélhetően vagy a boltozati bordák ívhossza vagy húrhossza határozza meg. Ez a két különböző megoldás különböző építés közbeni segédszerkezeteket tételez fel. A szászbogácson feltételezett, húrhossz-szerkesztéshez tartozó segédszerkezet elméleti rekonstrukcióját a 17. ábra szemlélteti.

*4.4 Bordaelemzés*

Az eddigiekben bemutatott globális geometriai elemzés tekintetében az egyes bordák pontos alakja és geometriája nem számított. A vizsgálatsorozat következő lépése viszont már a bordákra vonatkozik.
A boltozati bordák kialakítása tekintetében a legáltalánosabban elterjedt elmélet a vezérgörbe elv [16][17][18], mely először Jacob von Andernach 16. századi kéziratában jelent meg [19]. Ez az elv lényegében azt mondja, hogy egy adott (csillag- vagy) hálóboltozaton belül minden boltozati borda görbülete azonos. Ennek a görbületi sugárnak a meghatározására léteztek igen specifikus elméletek. A 17. században Ranisch [20][21] a boltozati alaprajzon (töréspont nélkül) átlósan végigfutó bordavetület hosszának felében határozza meg a sugarat. A 16. századból ismert drezdai vázlatfüzet [22], vagy a 19. században Hoffstadt [23] és Ungewitter [14] pedig a „leghosszabb út elvén", vagyis a bordaháló alaprajzán a boltválltól a záradékig vezető leghosszabb bordaút kiterített hosszaként adja meg a sugárértéket. (18. ábra) Noha a 19. században Lassaulx már felszólalt a vezérgörbe elv általános érvényessége ellen [7], mégis ez maradt a majdnem kizárólagos vezető elmélet szinte egészen napjainkig.
A jelenleg folyó, korszerű technikákon alapuló kutatások alapján a vezérgörbe elv nem volt olyan elterjedt, mint azt korábban feltételezték; a nagyobb hangsúly inkább a

bordacsomópontok térbeli helyzetének pontos meghatározásán lehetett. [24] Ugyanakkor az elv alkalmazására is találtak már példát, az augsburgi Georgskirche esetén. [25]
A boltozati bordák elemzéséhez, és a vezérgörbe elv alkalmazásának megállapításához a bordák beszkennelt pontfelhőjén egyenként meg kell határozni a gürbületi sugarat. Noha a jelenkori szakirodalom, és a saját vizsgálataim alapján is úgy tűnik, hogy a vezérgörbe elvet nem alkalmazták olyan általánosan elterjedt módon, mint korábban feltételezték, azt gondolom, hogy az elv alkalmazásának leggyakrabban kiemelt előnyét, hogy a bordák előregyárthatóak, ami által a teljes építési folyamat felgyorsítható [26][27], talán kevésbé egységes rendszerben is ki tudták használni. Ha ugyanis a bordák görbületi sugara nem is mindig azonos az adott boltozaton belül, kis számú standardizált bordacsoporttal ugyanez elérhető. Például ilyen világosan elkülöníthető öt csoportot ismertem fel a szászbogácsi hajóboltozat esetén.
A későgótikus hálóboltozatok egyik alcsoportjának tekinthetőek a térgörbe bordás boltozatok. A térgörbe bordák szerkesztése esetén a borda a függőleges vetületi görbületén túl alaprajzi értelemben is rendelkezik görbülettel. Mivel a későközépkori szerkesztési eljárások esetében az íveket körívként tudták meghatározni, és egy körívekkel meghatározott térgörbe vonalnak pontosan két olyan vetületi képe van, amelyen az ív körívnek látszik, a bordák tömbkőből való kifaragásához felhasznált két nézet iránya meghatározható. [28] Az egyik nézet természetesen az alaprajz, a másik nézetet valószínűleg azon alapfeltevés alapján kell keresni, hogy a térgörbe bordaelem kiképzése egy tömbkőből indult ki. Így tehát az a nézet az alaprajz síkjára merőleges sík kell legyen. (Ez alapján feltételezhető, hogy a térgörbe bordás boltozatok globális geometria-meghatározás tekintetében alaprajzi szerkesztésből kiinduló boltozatok, annál is inkább, mivel egy térgörbe bordákkal gazdagított bordaháló szinte bizonyosan a boltozat fő nézetére, az alaprajzra volt komponálva.)
Ennek jó példáját jelentik az andocsi szentélyboltozat térgörbe elemei, amik csak kis szakaszon, a záradékhoz közel jelennek meg, tehát igen valószínű, hogy egy-egy térgörbe elem valóban egyetlen bordaelemet jelent, mely egy tömbkőből, feltehetően a 19. ábra szerint lett meghatározva.

### *4.5 Boltsüvegek építésmódja*

A bordaelemek vizsgálata után a boltsüvegek vizsgálata a következő lépés.
A bordás hálóboltozatok süvegeinek építéséről a szakirodalomban két elmélet áll szemben egymással. Egyes kutatók szerint a hálóboltozatok szerkezeti értelemben dongaboltozatokat jelentenek, utólag alászerelt dekoratív bordahálókkal. [29][30] Az elterjedtebb elmélet ezzel szemben az, hogy a bordaháló épült fel előbb, és arra, (mint bennmaradó zsaluzatra) építették fel a süvegeket. [6][31][32]
A kérdést épületenként el lehet dönteni, a boltozat pontfelhőjének vízszintes „felszeletelése” és szintvonalas ábrázolása által. Az első esetben a szintvonalak a falakkal párhuzamosak, és bordaháló alaprajzától függetlenek lennének, míg a második esetben a szintvonalak a bordahálót követve „deformálódnak”, pl szászbogácsi templomhajó (20. ábra). (A boltozatok szintvonalas ábrázolásának technikáját alkalmazta már a 19. században Choisy [33], és a 20. században Rave is [6][34][35], tehát maga az elv nem új, de a pontfelhő alapú felmérési technikáknak köszönhetően az általa kinyerhető adatok sokkal pontosabbak és jelentősen több információval szolgálnak.)
Amennyiben a boltsüvegek bordahálóra való építése bizonyosodik be (pl. az andocsi szentélyboltozat és a szászbogácsi hajóboltozat), a másik megválaszolandó kérdés a süvegfelületek falazásának technikája. A két alapvetően különböző módszer a zsaluzatra épített, és a szabad kézből falazott süvegek módszere. [6][35] Az első esetben a süvegfelületek viszonylag síkszerűek, egyes esetekben a zsaluzat építés közbeni meghajlása miatt akár konkávok is lehetnek. [36] A második esetben is elképzelhető mintaív alkalmazása, noha nem

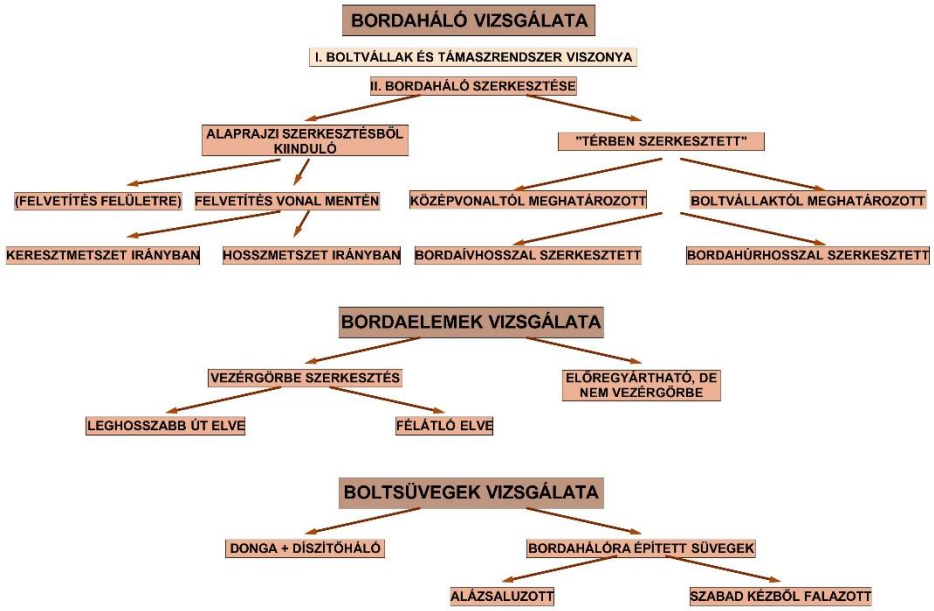
feltétlenül szükséges. Az egyes téglasorok önhordó boltívekként építhetőek, ha megfelelő görbülettel rendelkeznek. Ebből származik ennek a megoldásnak az a jellegzetessége, hogy az egyes boltmezők jelentős „kidudorodással” rendelkeznek. [6] Ez a síkszerű vagy „kidudorodó” jelleg szintén boltozatonként (esetenként boltmezőnként, pl. Andocs, 21. ábra) jelentkezik.

## 5. Konklúzió

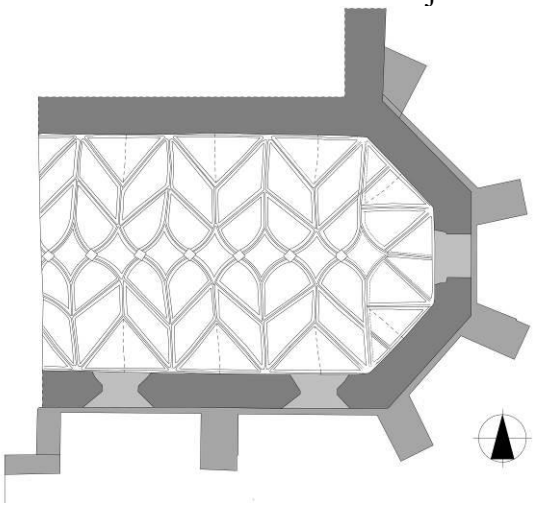
Összességében tehát a térszkennerrel készített háromdimenziós pontfelhőn végzett, pontos boltozatgeometriát elemző vizsgálatok alapján jó valószínűséggel megállapíthatóak a boltozatok eredeti szerkesztési és építési módjai, és esetenként az építés közben alkalmazott segédszerkezetekre is következtetni lehet. Igen fontos hangsúlyozni, hogy ezeket az eredményeket egyesével, az emlékanyag esettanulmány szintű vizsgálatával lehet elérni, az általánosítások elkerülésével, melyhez a tanulmányban bemutatott módszer egy következetes keretet és alapot ad.
Az itt bemutatott vizsgálatok eredményeinek több felhasználási módja is elképzelhető. Egyrészt, kellő számú példa elemzésével a korábban különböző szakirodalmi forrásokban definiált építőmesterek vagy „építőműhelyek” munkásságához köthetően a formai és anyaghasználatbeli azonosságokon túl a szerkesztési és építési módszerek azonossága vagy különbsége egy további réteget adhat az eddig mérlegelhető adatokhoz, ezzel is finomítva az eddig feltételezett képet. Másrészt, a késő középkori építési és szerkesztési technikák mélyebb ismerete és megértése segítséget jelenthet a jelenlegi épületállomány fenntartásában, állagmegóvásában. Harmadrészt, ezek az adatok nagyban segíthetik rekonstrukció jellegű bemutatások esetén a tervező építészek munkáját, hozzájárulva ezzel a minél hitelesebb kép visszaadásához.



**1. ábra: Az andocsi templom szentélyének pontfelhője a belső tér felől**
Forrás: a szerző munkája



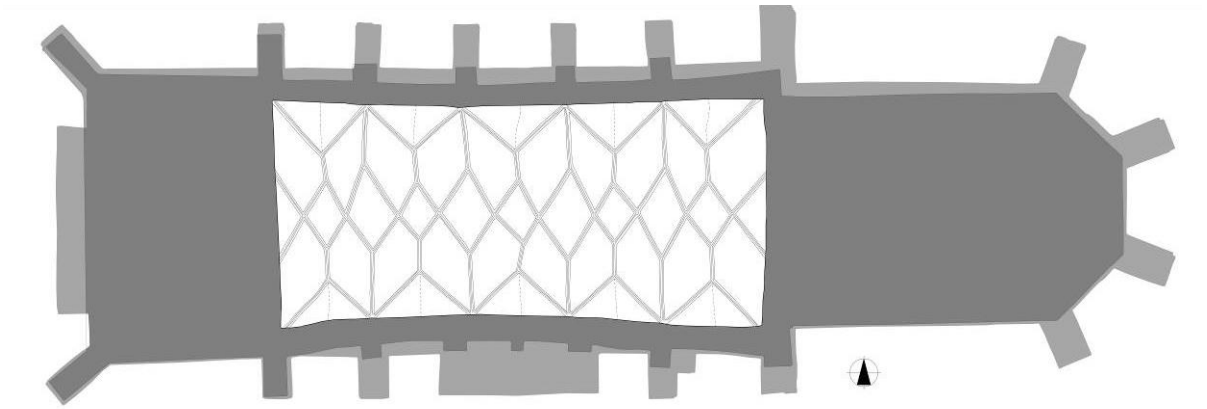

**2. ábra: A hálóboltozat-pontfelhő elemzési módszerének folyamatábrája**
Forrás: a szerző munkája



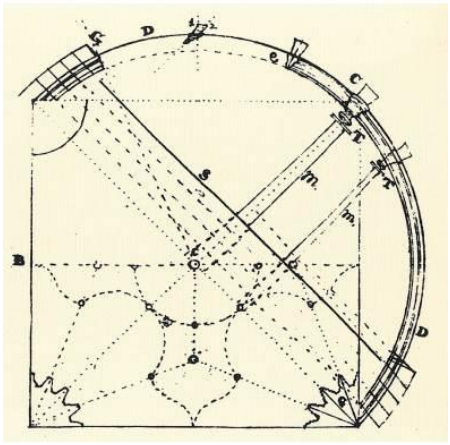
**3. ábra: Az andocsi templom szentélyboltozatának alaprajza**
Forrás: a szerző rajza



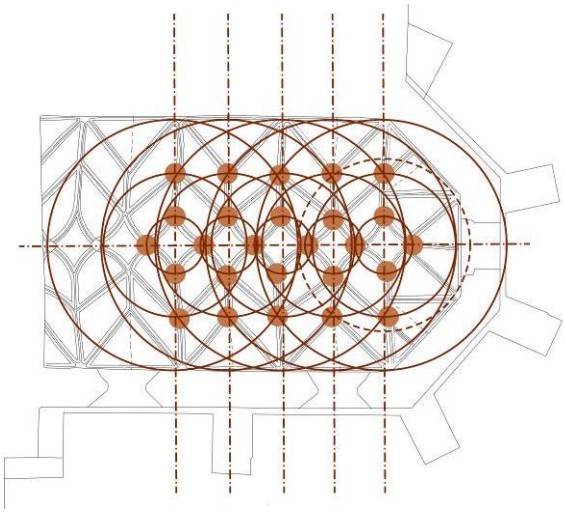
**4. ábra: Az andocsi templom szentélyének bolygatott boltválla**
Forrás: a szerző fotója



**5. ábra: Az szászbogácsi templom hajóboltozatának alaprajza**
Forrás: a szerző rajza



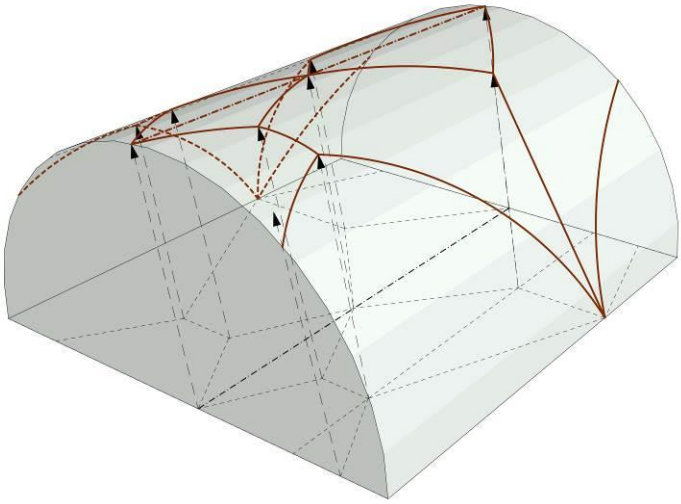
**6. ábra: Hontañon boltozatábrázolása [1]**
Forrás: Huerta, 2012



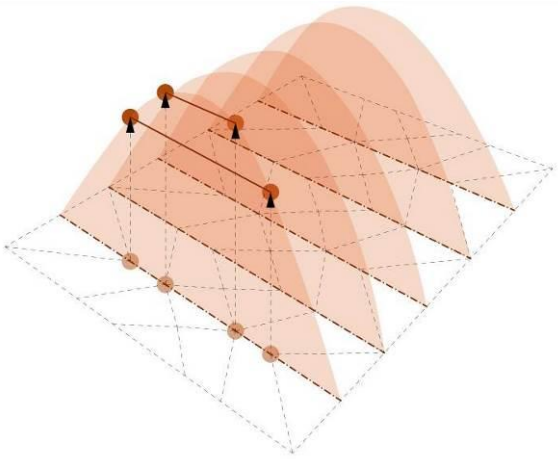
**7. ábra: Az andocsi templom szentélyboltozatának alaprajzi szerkesztése**
Forrás: a szerző rajza



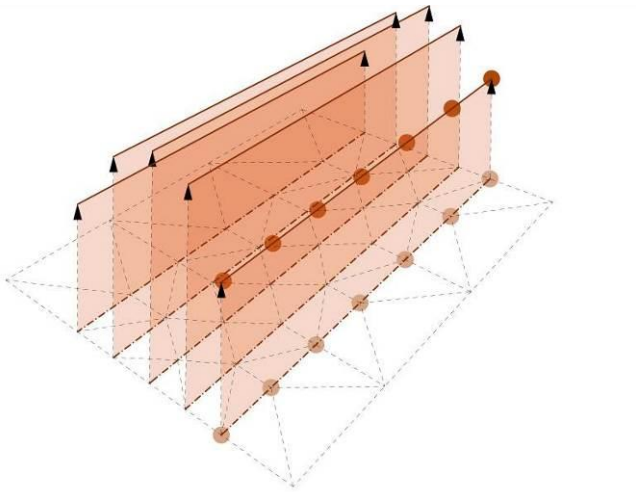
**8. ábra: Boltozat alaprajzi képének felvetítése félgömb felületre, elvi ábra**
Forrás: a szerző munkája



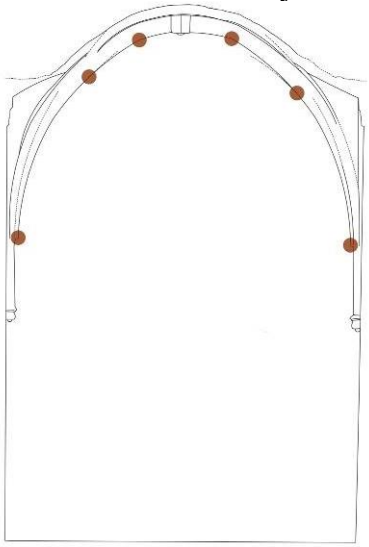
**9. ábra: Boltozat alaprajzi képének felvetítése donga felületre, elvi ábra**
Forrás: a szerző munkája



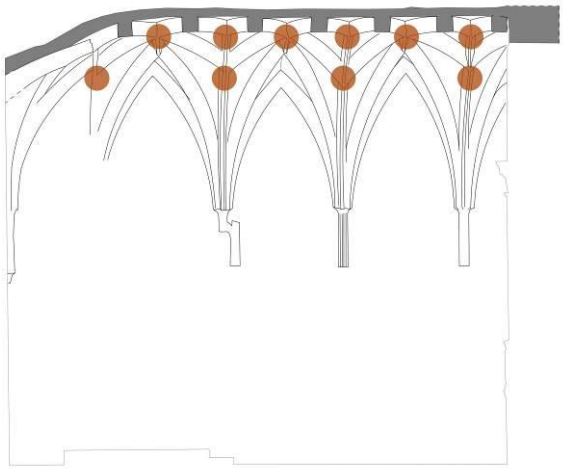
**10. ábra: Boltozat alaprajzi képének vonalmenti felvetítése keresztirányban meghatározott vonalakkal, elvi ábra**
Forrás: a szerző rajza



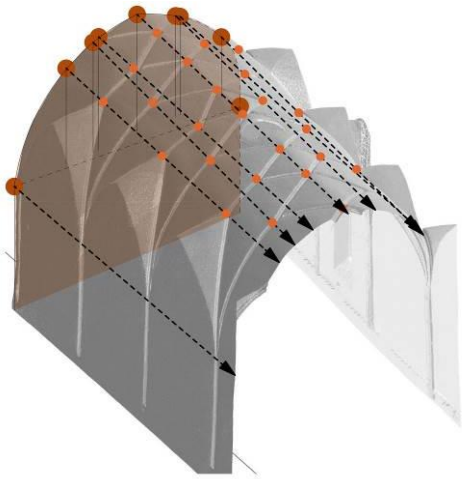
**11. ábra: Boltozat alaprajzi képének vonalmenti felvetítése hosszirányban meghatározott vonalakkal, elvi ábra**
Forrás: a szerző rajza



**12. ábra: Az andocsi szentélyboltozat keresztmetszete**
Forrás: a szerző rajza

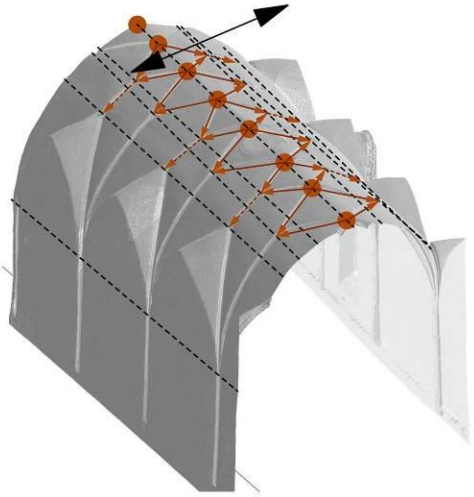


**13. ábra: Az andocsi szentélyboltozat hosszmetszete**
Forrás: a szerző rajza



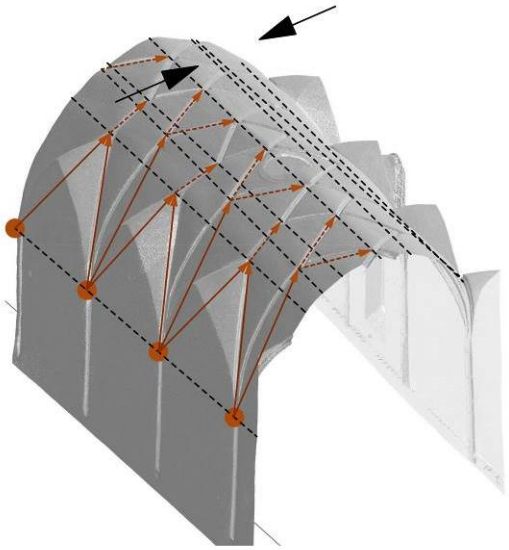
**14. ábra: Függőleges síkból kiinduló hálóboltozat szerkesztés, elvi ábra, a szászbogácsi hajóboltozat pontfelhőjén szemléltetve**

Forrás: a szerző rajza

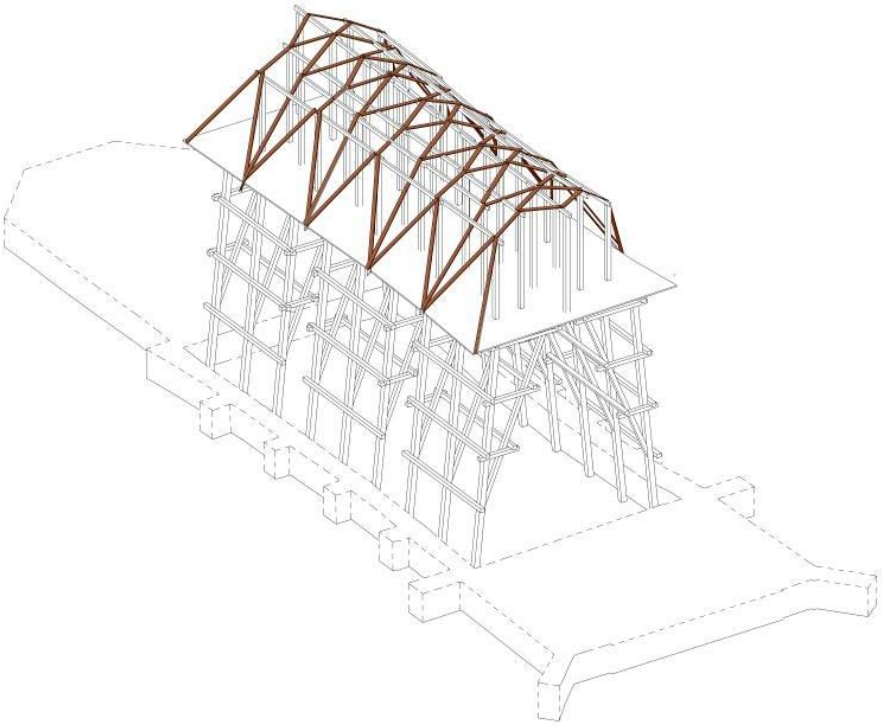


**15. ábra: Csomópontok meghatározása függőleges síkból kiinduló hálóboltozat szerkesztés esetén, a záradékvonaltól indulva, elvi ábra, a szászbogácsi hajóboltozat pontfelhőjén szemléltetve**

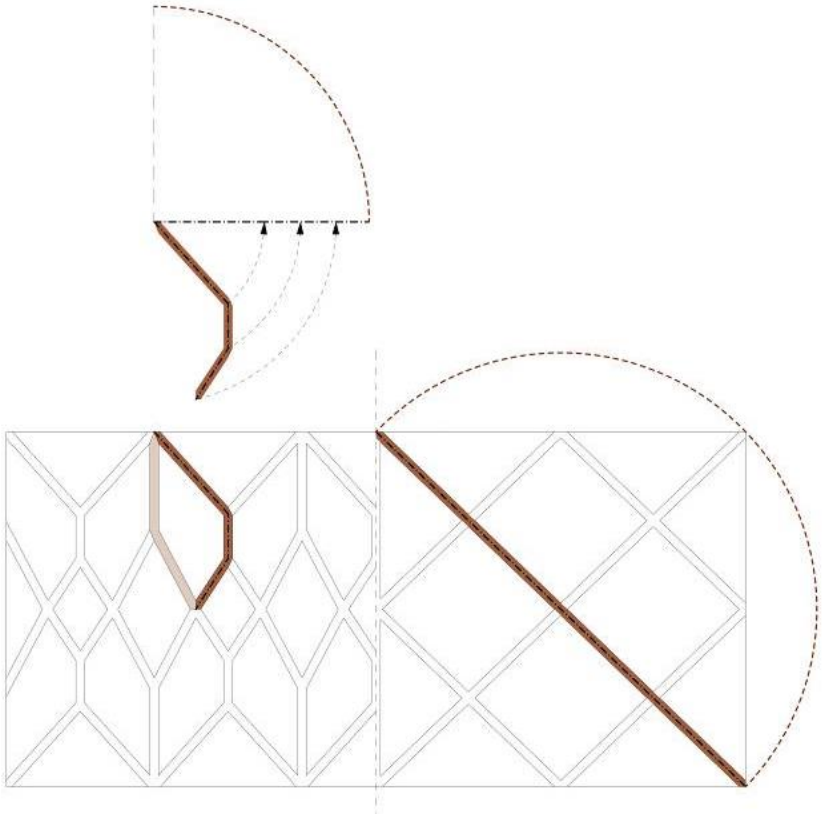
Forrás: a szerző rajza



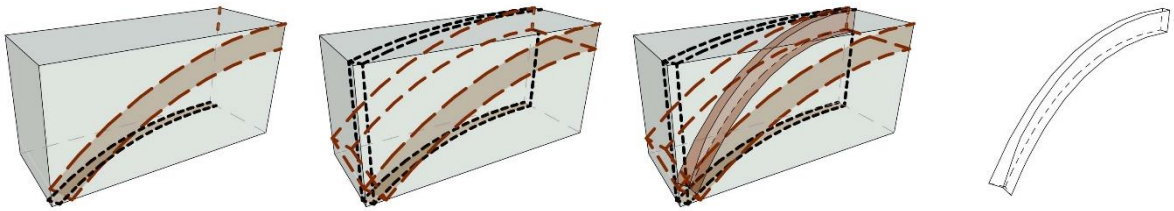
**16. ábra: Csomópontok meghatározása függőleges síkból kiinduló hálóboltozat szerkesztés esetén, a boltvállaktól indulva, elvi ábra, a szászbogácsi hajóboltozat pontfelhőjén szemléltetve**
Forrás: a szerző rajza



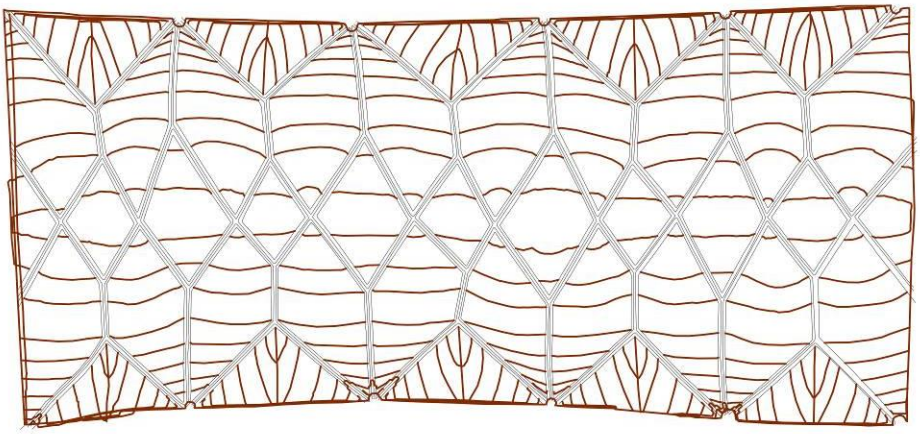
**17. ábra: A szászbogácsi templomhajó bordavázának építéséhez használt ideiglenes segédszerkezet, elméleti rekonstrukció**
Forrás: a szerző rajza



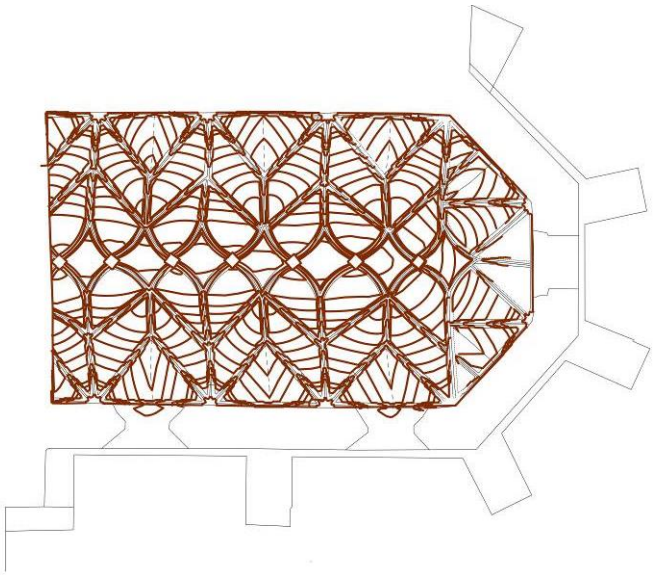
**18. ábra: Vezérgörbe elv a leghosszabb út elve alapján (balra) és az átlós irányú bordák alaprajzi hossza alapján (jobbra), elvi ábra**
Forrás: a szerző rajza



**19. ábra: Térgörbe borda kialakítása tömbkőből, elvi ábra**
Forrás: a szerző rajza



**20. ábra: Szászbogács, templomhajó boltozatának szintvonalas ábrázolása a templomtér felől szkennelt pontfelhőn felvéve**
Forrás: a szerző rajza



**21. ábra: Andocs, szentély boltozatának szintvonalas ábrázolása a templomtér felől szkennelt pontfelhőn felvéve**
Forrás: a szerző rajza

**Köszönetnyilvánítás**

Szeretnék köszönetet mondani kutatói tevékenységem támogatásáért konzulensemnek, Dr. Krähling Jánosnak, valamint értékes tanácsaiért és hasznos észrevételeiért Daragó Lászlónak. A kutatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap TKP2021-NVA-02 pályázati programjának finanszírozásában valósult meg.

**Irodalomjegyzék**

[1.] Huerta, S.: Technical challenges in the construction of gothic vaults: The gothic theory of structural design. In U. Hassler, C. Rauhut (szerk.), Bautechnik des Historismus. Von den Theorien über gotische Konstruktionen bis zu den Baustellen des 19. Jahrhunderts, München, Hirmer. 2012. pp. 163-195.
[2.] Lassaulx, J. K.: Beschreibung des Verfahrens bei Anfertigung leichter Gewölbe über Kirchen und änliche Räumen. Journal für die Baukunst, 1, 1829. pp. 317-330.
[3.] Fitchen, J.: The construction of gothic cathedrals. A study of medieval vault erection. Chicago, The University of Chicago Press. 1961
[4.] Heyman, J.: The stone skeleton. Structural engineering of masonry architecture. Cambridge, Cambridge University Press. 1995
[5.] López, J. C.: The Geometry of the Rib Vault in Early Modern Iberian and French Literature. In Nobile, Marco Rosario (szerk.), Techniche construttive nel Mediterraneo: dalla stereotomia ai criteri antisismici. Palermo, Edizioni Caracol. 2017. pp. 27-45
[6.] Wendland, D.: Traditional vault construction without formwork: Masonry pattern and vault shape in the historical technical literature and in experimental studies. International Journal of Architectural Heritage: Conservation, Analysis, and Restauration 1(4), 2007. pp. 311-365.
[7.] Wendland, D. 2012. Johann Claudius von Lassaulx' Gewölbe >aus freier Hand< - Die Wiedererfindung der gotischen Architektur und die Entwicklung der technischen Literatur. In U. Hassler, C. Rauhut (szerk.), Bautechnik des Historismus. Von den Theorien über gotische Konstruktionen bis zu den Baustellen des 19. Jahrhunderts, München, Hirmer. 2012. pp. 93-117.

[8.] Capone, M., Campi, M., Catuogno, R.: Gothic churches in Paris St Gervais et St Protais image matching 3D reconstruction to understand the vaults system geometry. ISPRS International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 55-5/W4, 2015. pp. 423-430.
[9.] Fuentes, P., Huerta S.: Geometry, construction and structural analysis of the crossed-arched vault of the chapel of Villaviciosa, in the Mosque of Cordóba. International Journal of Architectural Heritage, 10(5), 2016. pp. 589-603.
[10.] Gonzalo, J. C. P., Talaverano R. M.: Technological development in Spanish gothic vaults design. International Journal of Architectural Heritage: Conservation, Analysis, and Restauration 7(2), 2012. pp. 189-206.
[11.] Huth, O.: Entwurfs-und Konstruktionsprinzipien des spätgotischen Netzgewölbes der Kirche St. Peter und Paul in der Lutherstadt Eisleben. Bamberg, University of Bamberg Press. 2020
[12.] Krähling, J., Fehér K.: A szászbogácsi evangélikus templom műemlékfelmérésének és dokumentálásának módszertana. Műemlékvédelem 63(3-4), 2019. pp. 140-163.
[13.] Warth, O.: Die Konstruktionen in Stein In Breymann G. A. (szerk.), Allgemeine Baukonstruktionslehre mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen… Leipzig, J. M. Gebhardt. 1896
[14.] Ungewitter, G. G.: Lehrbuch der gotischen Konstruktionen. Neue bearbeitet von K. Mohrmann. Leipzig, Chr. Herm. Tauchnitz. 1901
[15.] De l'Orme, P.: Le quatrieme livre de l'architecture de Philibert de l'Orme. In P. De l'Orme, Le premier tome de l'architecture… Paris, Federic Morel. 1567
[16.] Müller, W.: Grundlagen gotischer Bautechnik. Ars sine sciencia nihil. München, Deutscher Kunstverlag. 1990
[17.] Quien, N.: Virtuelle Steinmetzkunst der österreichischen und bömisch-sächsischen Spätgotik: Die Gewölbeentwürfe des Codex Miniatus 3 der Österreichischen Nationalbibliothek in Wien. Petersberg, Imhof. 2005
[18.] Tomlow, J.: Versuch einer (zeichnerischen) Rekonstruktion des Gewölbes im spätgotischen Kreutzgang des Klosters Hirschau. In K. Schreiner (szerk.), Hirsau St. Peter und Paul 1091-1991. Stuttgart, Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart. 1991. pp. 365-393.
[19.] Müller, W.: Einflüsse der österreichischen und der böhmisch-sächsischen Spätgotik in den Gewölbemustern des Jacob Facht von Andernach. Wiener Jahrbuch für Kunstgeschichte 27(1), 1974. pp. 65-82.
[20.] Ranisch, B.: Beschreibung aller Kirchengebäude der Stadt Dantzig… Dantzig, Raths und Gymnasii Buchdruckern. 1965
[21.] Pliego, E.: The germ of the Prinzipalbogen concept in Bartel Ranisch. Nexus Network Journal 19, 2017. pp. 405-425.
[22.] Bucher, F.: Medieval architectural design methods, 800-1560. Gesta 11(2), 1972. pp. 37-51.
[23.] Hoffstadt, F.: Gothisches ABC-Buch: Vorlegeblätter zum gothischen A-B-C-Buche… Frankfurt a. M., Siegmund Schmerber. 1840
[24.] Wendland, D.: 2010b. Untersuchungen zu den Entwurfs- und Konstruktionsprinzipen der spätgotischen Zellengewölbe. Ein neuer Ansatz in der Verknüpfung von geometrischen Analysen am Befund und experimenteller Archäologie. Staatliche Schlösser, Burgen und Gärten Sachsen Jahrbuch 2010/2011. 2010. pp. 23-33.
[25.] Voigts, C.: Bauforschung an figurierten Gewölben der Spätgotik: Das Beispiel der Georgskirche in Augsburg. Architectura - Die Zeitschrift für Geschichte der Baukunst / Journal of the History of Architecture 45. 2015. pp.45-69.

[26.] Renn, J., Osthues W., Schlimme H.: Vom Mittelalter bis zur frühe Neuzeit. Berlin, Edition Open Access. 2014
[27.] Vidal, R. M.: The evolution of the knowledge of geometry in early gothic construction: the development of the sexpartite vault in Europe. International Journal of Architectural Heritage 11(7), 2017. pp. 1005-1025.
[28.] Wendland, D., Degenève, F.: How to order fitting components for looping ribs: Design procedures for the stone members of complex late gothic vaults. In J.W.P. Campbell et al. (szerk.), Building Histories: The Proceedings of the Fourth Conference of the Construction History Society. Cambridge, Queens' College. 2017. pp. 159-170.
[29.] Fabini, H.: Atlas der siebenbürgisch-sächsischen Kirchenbau und Dorfkirchen. Hermannstadt, Monumenta Verlag Hermannstadt and Arbeitskreis für Siebenbürgische Landeskunde e.V. Heidelberg. 1999
[30.] Harsányi, I.: A szeged-alsóvárosi ferences templom gótikus szentélye csillagboltozatának helyreállítása. Műemlékvédelem 45(5), 2001. pp. 294-304.
[31.] Szőke, B.: Téglabordás boltozatok Erdélyben. In Colligite Fragmenta! Örökségvédelem Erdélyben. Örökségvédelmi Konferencia Budapest, ELTE 2008. ELTE BTK Művészettörténeti Intézet Képviselet, Budapest, 2009. pp. 68-79.
[32.] Szőke, B.: A Wechselberger-Harperger motívum Délkelet-Erdély késő gótikus építészetében. In Sófalvi A., Visy Zs. (szerk.), Tanulmányok a székelység középkori és fejedelemség kori történetéből - Énlaka konferenciák 3. 2012. pp. 201-218.
[33.] Choisy, A.: L'art de batir chez les byzantins. Paris, Librairie de la Société anonyme de publications périodiques. 1883
[34.] Voigts, C.: Spätgotische figurierte Gewölbe in Bayern: Konstruktion und Herstellungsweise. In Koldewey-Gesellschaft Veereinigung für Baugeschichte Forschung e.v. Bericht über die 48. Tagung für Ausgrabungswissenschaft und Bauforschung vom 28. Mai bis 1. Juni 2014 in Erfurt. Dresden, Thelem. 2014. pp. 245-252.
[35.] Voigts, C.: Vaults, centring, and formwork of the late gothic period in Southern Germany. In Mascarenhas-Mateus J., Pires A. P. (szerk.), Vaults, centring, and formwork of the Late Gothic period in Southern Germany, Boca Raton, CRC Press. 2021. pp. 78-83.
[36.] Schuller, M.: Bautechnik. In A. Hubel, M. Schuller (szerk.), Der Dom zu Regensburg 7(3). Regensburg, Pustet. 2016. pp. 434–503.

**Lektorálta:** Dr. Fehér Krisztina, egyetemi adjunktus, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

# THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS OF NEAT HDPE, LDPE, PP, PS AND THEIR MIXTURES

**Montassar Ayari**
*Institute of Energy and Quality, University of Miskolc, PhD student, montassar.ayari@enis.tn*

**Zsolt Dobó**
*Institute of Energy and Quality, University of Miskolc, Senior research fellow, zsolt.dobo@uni-miskolc.hu*

**Attila Garami**
*Institute of Energy and Quality, University of Miskolc, Assistant professor, attila.garami@uni-miskolc.hu*

**Abstract**
The recycling of plastic waste is becoming increasingly important as the amount of such waste continues to grow. The goal of this research is to look into the potential of the pyrolysis technique for the recycling of plastic waste through thermogravimetric analysis. The effect of three different heating rates, 5, 10, and 20 °C/min, on the pyrolysis of high-density polyethylene (HDPE), low-density polyethylene (LDPE), polypropylene (PP), and polystyrene (PS) were investigated. Based on the thermogravimetric measurements all the four materials present one stage of degradation.
In a subsequent step, mixtures were analyzed to investigate the effect of polymers combinations. The thermogravimetric analysis of the three heating rates mentioned above revealed two-stage of mixture decomposition in the presence of PS but one stage of degradation in the case of mixtures for other materials. Furthermore, theoretical calculated models of mixtures were also investigated. Based on the results it can be stated, that the solid residue of a mixture can be calculated by a weighted average of solid residues of individual plastic wastes. The DTG curves can be approximated by the superposition of individual DTG curves, however, there are major differences in some cases needing more investigation. The presented results help to evaluate the thermal behavior of different plastic wastes as well as different blends, and the expected working conditions during a real plastic waste pyrolysis process can be determined.

***Keywords**: Pyrolysis, Heating rate, Plastic, Waste*.

## 1. Introduction

With an ever-increasing demography, the demand for plastic products has rapidly increased in tandem with the rapid development of the economy and the development of people's living standards. Plastics are lightweight, inexpensive, and long-lasting materials that can be formed into a wide range of products. Plastic materials, in fact, are used in a wide variety of domestic and industrial applications.

The current global generation rate of municipal solid waste (MSW) is 2.01 Bt/year, with a projected increase to 2.59 Bt/year by 2030 [1]. In addition, global municipal solid waste is currently 1.3 billion tons per year, but this figure is expected to nearly double by 2025 [2]. Because of its durability, light weight, and low cost, plastic waste has become an indelible component of MSW (Municipal Solid Waste) and is used in a wide range of products [3]. Plastic

waste is a collection of various plastic products, the majority of which are composed of low density polyethylene (LDPE), high density polyethylene (HDPE), polypropylene (PP), polystyrene (PS), polyvinyl chloride (PVC), and polyethylene-terephthalate (PET). The main components of municipal plastic waste are PE and PS plastics [4][5][6]. However, polyethylene plastics such as LDPE and HDPE account for more than 40% of the total plastic content of municipal solid waste [4].

As the amount of plastic waste grows, some alternative methods are being developed, such as pyrolysis, which is a good potential method for producing value-added liquid fuel suitable for transportation, as it can minimize the transportation industry's carbon emissions and improve waste management toward zero landfilling [7][8][9]. Several studies, where the vast majority were from the year 2022, have shown that the pyrolysis method can be carried out by thermogravimetric measurements to investigate the degradation process under the influence of different heating rates [10][11][12].

The current study includes detailed data on the thermal degradation behavior of various combinations of four plastic wastes: HDPE, LDPE, PP, and PS. It was also looked into how they interacted during the decomposition process. Previous research didn't focus on the signification of the interpolated numerical model and the correction of data obtained through thermogravimetric analysis of single materials, which will be investigated in this work [13][14][15][16][17][18].

## 2. Materials and Methods

### *2.1 Materials*

The waste plastics used in this study consist of polypropylene (PP), high-density polyethylene (HDPE), low-density polyethylene (LDPE), and polystyrene (PS). Table 1 shows the photos of the used materials.

**Table 5: The used materials**

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| *HDPE* | *LDPE* | *PP* | *PS* |

### *2.2 Thermal decomposition of neat plastics and their mixtures*

In order to proceed with thermogravimetric measurements, the plastics were cut into a size of 1 mm and weighted using a Mettler Toledo XP26 type scale capable to measure weight with 0.001 mg resolution.

Thermogravimetric analysis (TG, DTG) is used as the main technique in this paper to investigate the thermal stability of plastic waste materials and their mixtures. The measurements were performed in a thermogravimetric apparatus (MOM Derivatograph C/PC) in an inert atmosphere (nitrogen) at all samples to mimic real conditions. The sample was heated by using three different heating rates: 5, 10, and 20 °C/min from room temperature to 1000 °C with a sample mass of 30 mg, placed in alumina ceramic crucibles, while sample mass and temperature

were continuously recorded. 8 ml/min of high purity nitrogen flow (5.0 $N_2$) was used as an inert gas. The plastic wastes were mixed with a different fraction of each material as shown in Table 2. The shown five mixtures were selected because these components have a high potential for producing transportation fuels including gasoline and diesel range hydrocarbons.

**Table 6: The concentration summary of investigated materials.**

| Materials | Concentration, wt% | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | HDPE | LDPE | PP | PS | Mixture | | | | |
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ***HDPE*** | 100 | | | | 25 | 33.33 | 33.33 | | 50 |
| ***LDPE*** | | 100 | | | 25 | 33.33 | 33.33 | | 50 |
| ***PP*** | | | 100 | | 25 | 33.33 | | 50 | |
| ***PS*** | | | | 100 | 25 | | 33.33 | 50 | |

*2.3 Calculation of numerical model*

The thermogravimetric impacts of various plastics on each other can be observed by comparing experimental results with results approximated from the additive rule from the single components, which can be calculated as:

$$Y = (x_1.w_1) + (x_1.w_1) + \ldots\ldots + (x_n.w_n) \quad (1)$$

where Y is the mixture total mass loss, $x_1$, $x_2$,... $x_n$ is the experimental value of mass loss obtained during the degradation of single materials, and $w_1$,$w_2$,... $w_n$ is the fraction of the defined material in the mixture shown in Table 2.

As known, the thermogravimetric analysis results have a constant heating rate but not necessarily a constant temperature step. For this reason, an interpolation method is needed to optimize the values that are closest to the experimental mixtures. The interpolation is the process of estimating unknown data values using known data values. In the atmospheric sciences, various interpolation techniques are frequently used. Linear interpolation, one of the simplest methods, requires knowledge of two points and the constant rate of change between them, which exactly means that this method is often used to compute the average of individual components of each mixture with the same temperature value [19].

## 3. Results and discussion

*3.1. Investigation of neat materials*

Pyrolysis experiments of all the plastic waste materials were carried out in a thermogravimetric analyzer by measuring the amount of mass loss as a function of temperature. In the three Figures (from Figure 1 to Figure 3), the effect of different heating rates (5, 10, 20 °C/min) on the degradation process of HDPE, LDPE, PP, and PS is illustrated.

The thermograms were generally similar and confirmed a single degradation step with each polymer type with complete degradation, which is attributed to the negligible residue content shown in Table 3. As expected, lower heating rates shifted the degradation process to initiate and complete at lower temperatures as demonstrated in Table 4. This result can be clued that

these materials have higher thermal stability when the heating rate was increased. The low heating rate results in high residence time obtained during a particular temperature range of degradation; therefore, it has lower thermal stability than a high heating rate. Although the measured temperature ranged from ambient to 1000 ℃, the temperature range in plots is narrowed to 300-600 ℃ for better illustration.

Percent of the residue of individual materials consisting of HDPE, LDPE, PP, and PS with the different heating rates (20 ℃/min, 10 ℃/min, and 5 ℃/min) can be read from figures 1 to 3 and the results are summarized in Table 3. The results show that PS and PP have a higher percent of residue than HDPE and LDPE. These materials reveal that the percent of residue is lower than 5% for PS and lower than 2% for others.

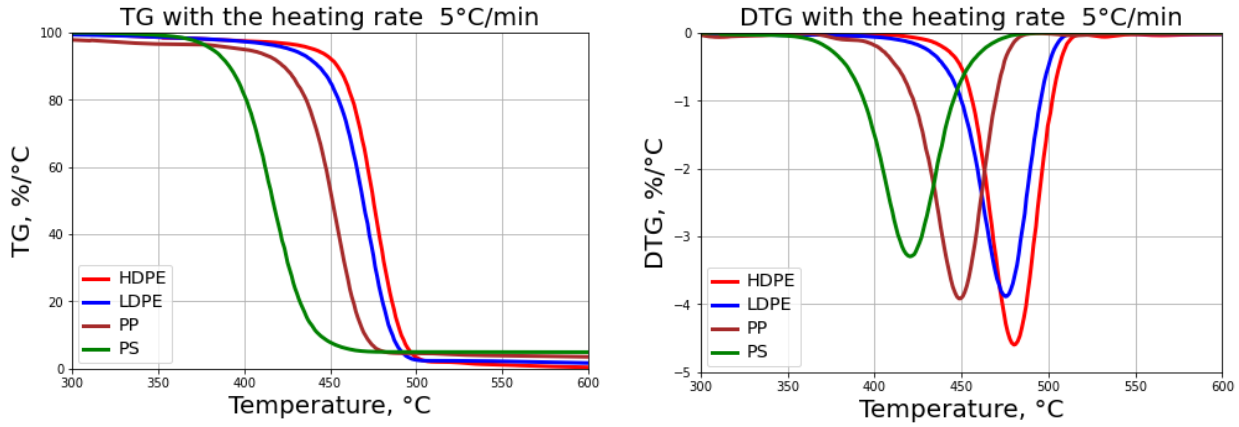



**Figure 16: TG and DTG results of single materials at the heating rates 5°C/min**

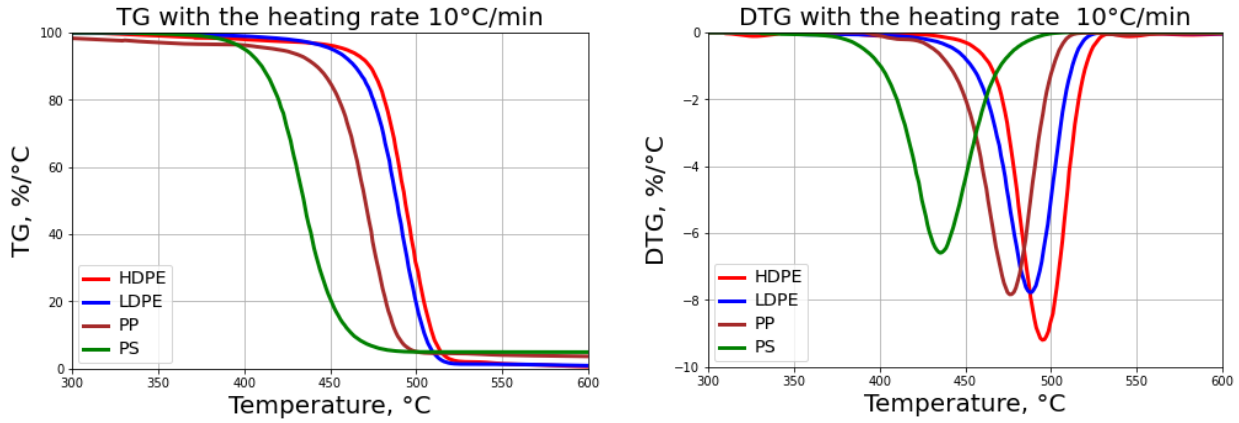



**Figure 17: TG and DTG results of single materials at the heating rates 10°C/min**

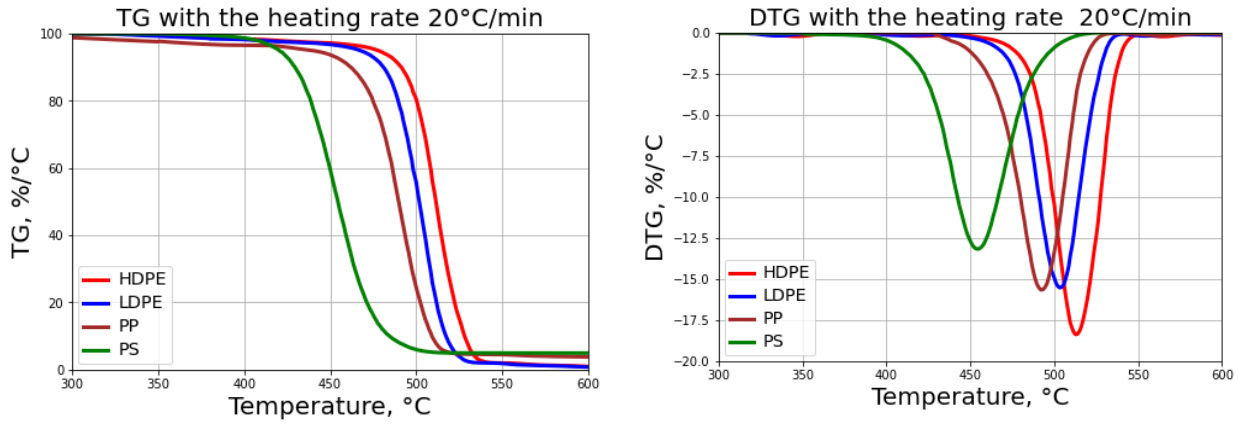



**Figure 18: TG and DTG results of single materials at the heating rates 20°C/min**

**Table 7: Residue amount of plastic materials at 900°C**

| Residue amount of single materials, % | | | |
|---|---|---|---|
| **Materials** | **Heating rates, °C/min** | | |
| | **5** | **10** | **20** |
| ***HDPE*** | 0.000 | 0.002 | 0.005 |
| ***LDPE*** | 0.002 | 0.004 | 0.007 |
| ***PP*** | 1.371 | 1.510 | 1.641 |
| ***PS*** | 4.719 | 4.728 | 4.739 |

**Table 8: Temperature of DTG peaks**

| Temperature of DTG peaks, °C | | | |
|---|---|---|---|
| **Materials** | **Heating rates, °C/min** | | |
| | **5** | **10** | **20** |
| ***HDPE*** | 480 | 495 | 515 |
| ***LDPE*** | 475 | 490 | 510 |
| ***PP*** | 450 | 475 | 497 |
| ***PS*** | 420 | 435 | 455 |

*3.3. Investigation of mixtures*

The investigated blends HDPE/LDPE/PP and HDPE/LDPE reveal one stage of degradation, as evidenced by the presence of only one peak in the DTG curves of the mixtures, however in the existence of PS, the findings demonstrate two stages of degradation, as evidenced by the presence of two peaks in the DTG curves and two inclination visualized in the TG curves during the decomposition process, as shown by mixtures HDPE/LDPE/PP/PS, HDPE/LDPE/PS, and PP/PS (Figures 9-14). The results of individual plastics are also depicted for comparison. *Similarly to the results of neat materials, higher heating rate resulted in a shift in peaks to a higher temperature in each case of blends.*

The calculation of TG/DTG curves in the case of blends is based on the measurement results of individual plastics. The numerical model maintains a similar curve shape, but major differences can be seen between calculated and measured TG/DTG results which need further investigation. The results reveal, that this simple model can estimate the thermal behavior of blends if the individual plastics and their concentration is known. Although there are major differences in DTG curves between measured and calculated results, calculated solid remains based on TG curves show a good correlation with measured data as shown in Table 5.

**Table 9: Remain residue of different mixtures at 900 °C**

| Remain residue, % | | | |
|---|---|---|---|
| **Mixture** | **Heating rate, °C/min** | | |
| | **5** | **10** | **20** |
| **1** | 0.523 | 2.561 | 2.059 |
| **2** | 0.542 | 0.744 | 1.505 |
| **3** | 0.574 | 2.144 | 2.578 |
| **4** | 3.045 | 3.119 | 3.124 |
| **5** | 0 | 0 | 0.004 |

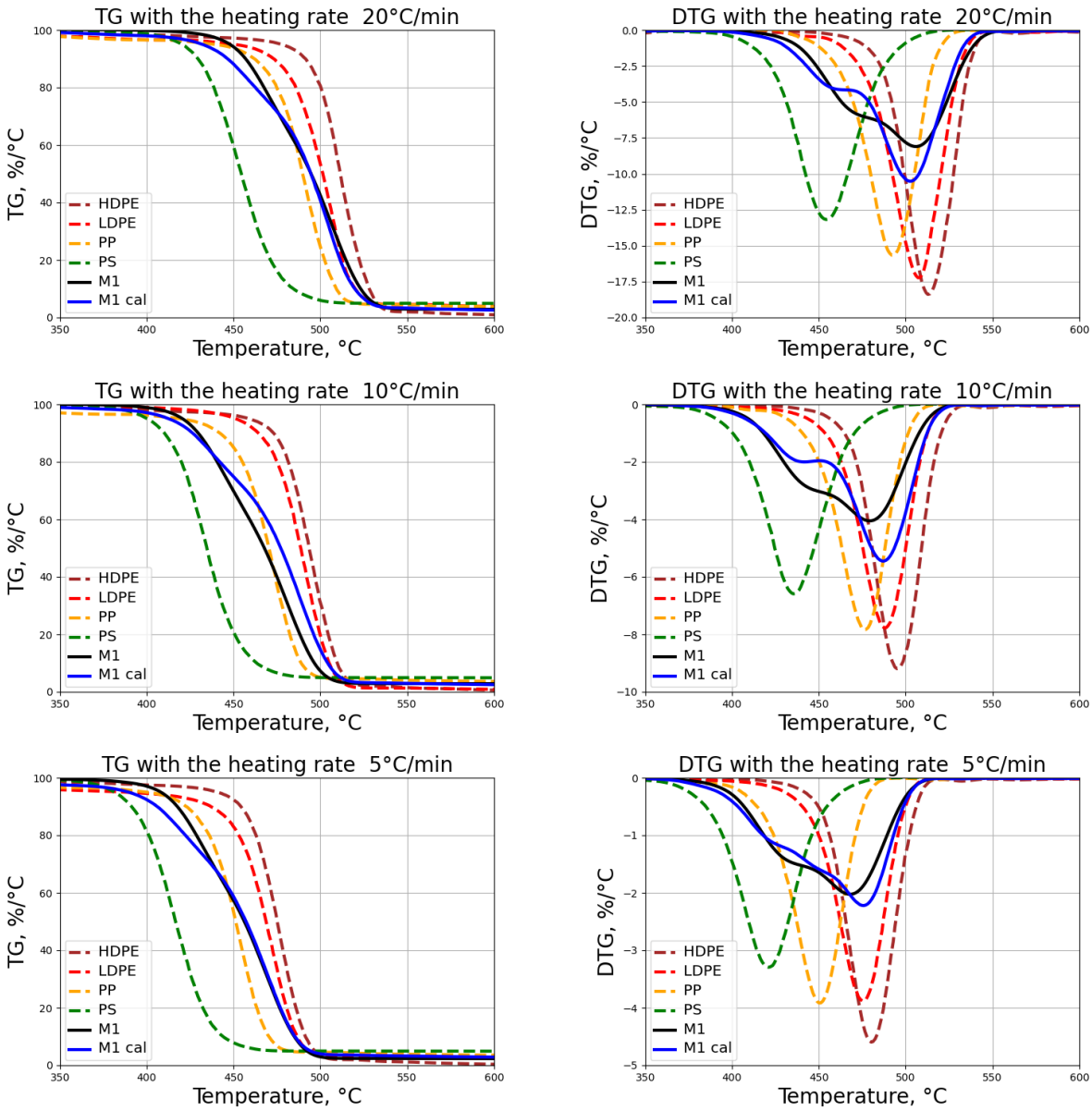



**Figure 19: Thermogravimetric results (TG/DTG) of Mixture 1**

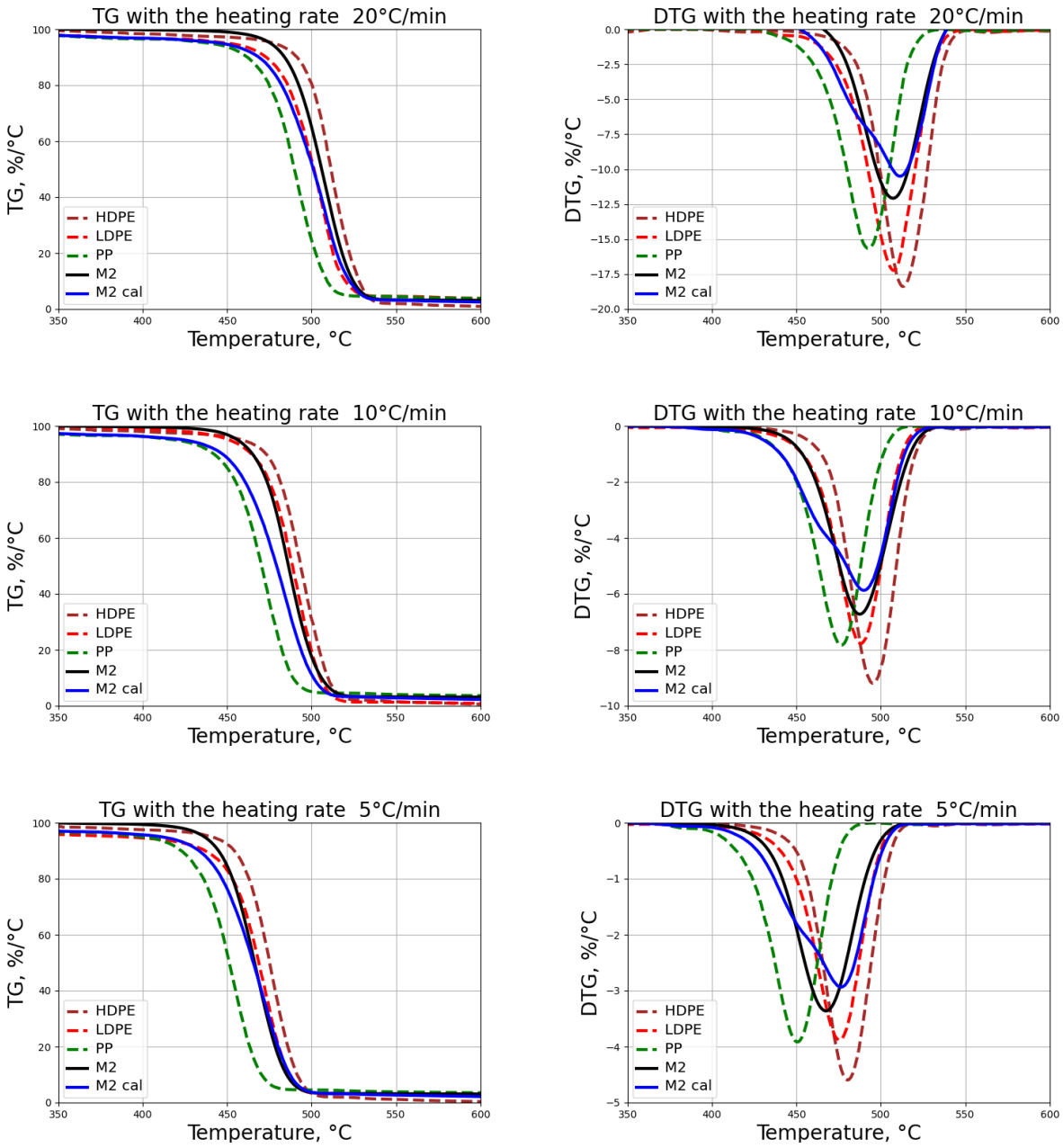



**Figure 20: Thermogravimetric results (TG/DTG) of Mixture 2.**

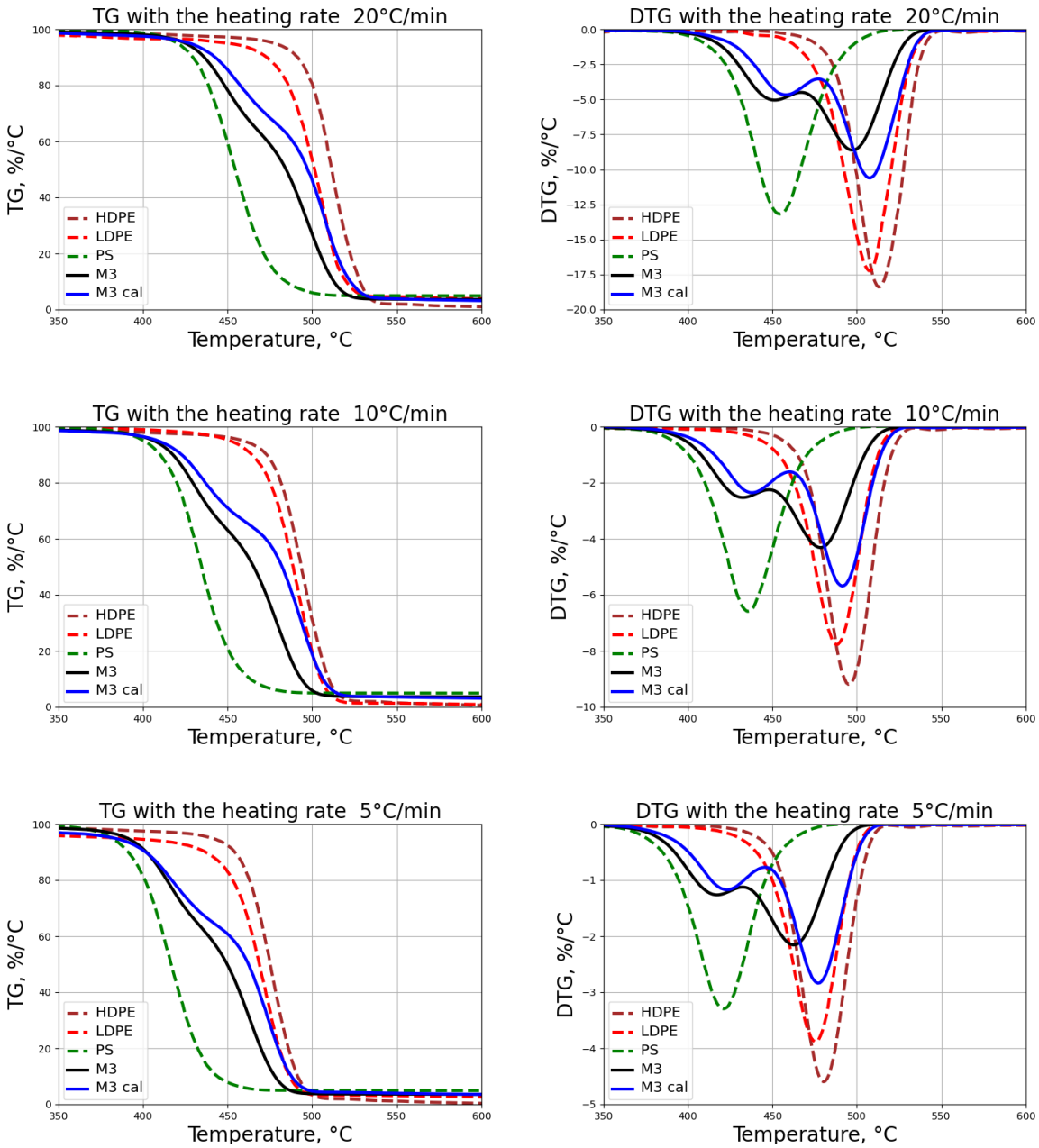



**Figure 21: Thermogravimetric results (TG/DTG) of Mixture 3**

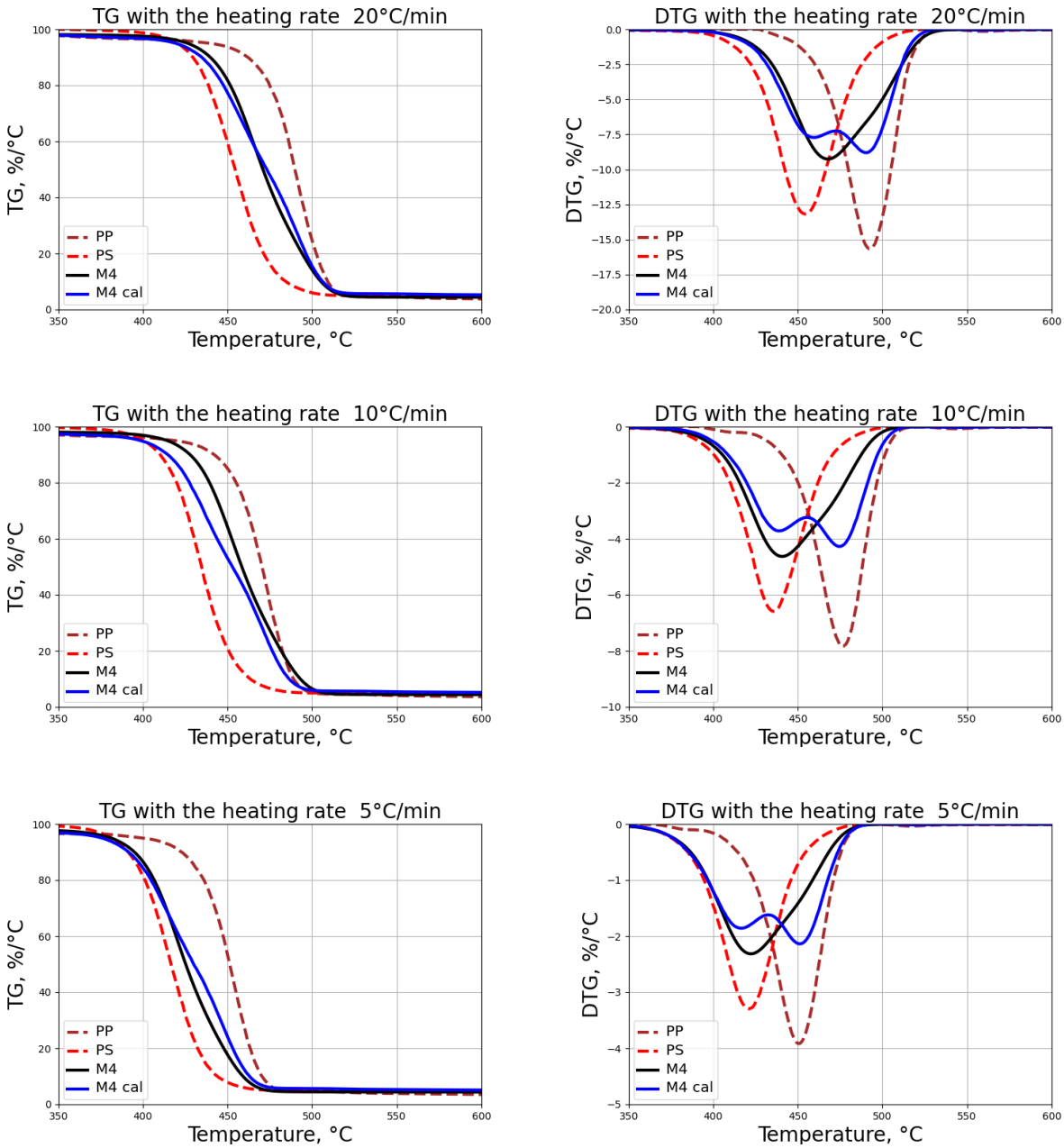



**Figure 22: Thermogravimetric results (TG/DTG) of the Mixture 4**

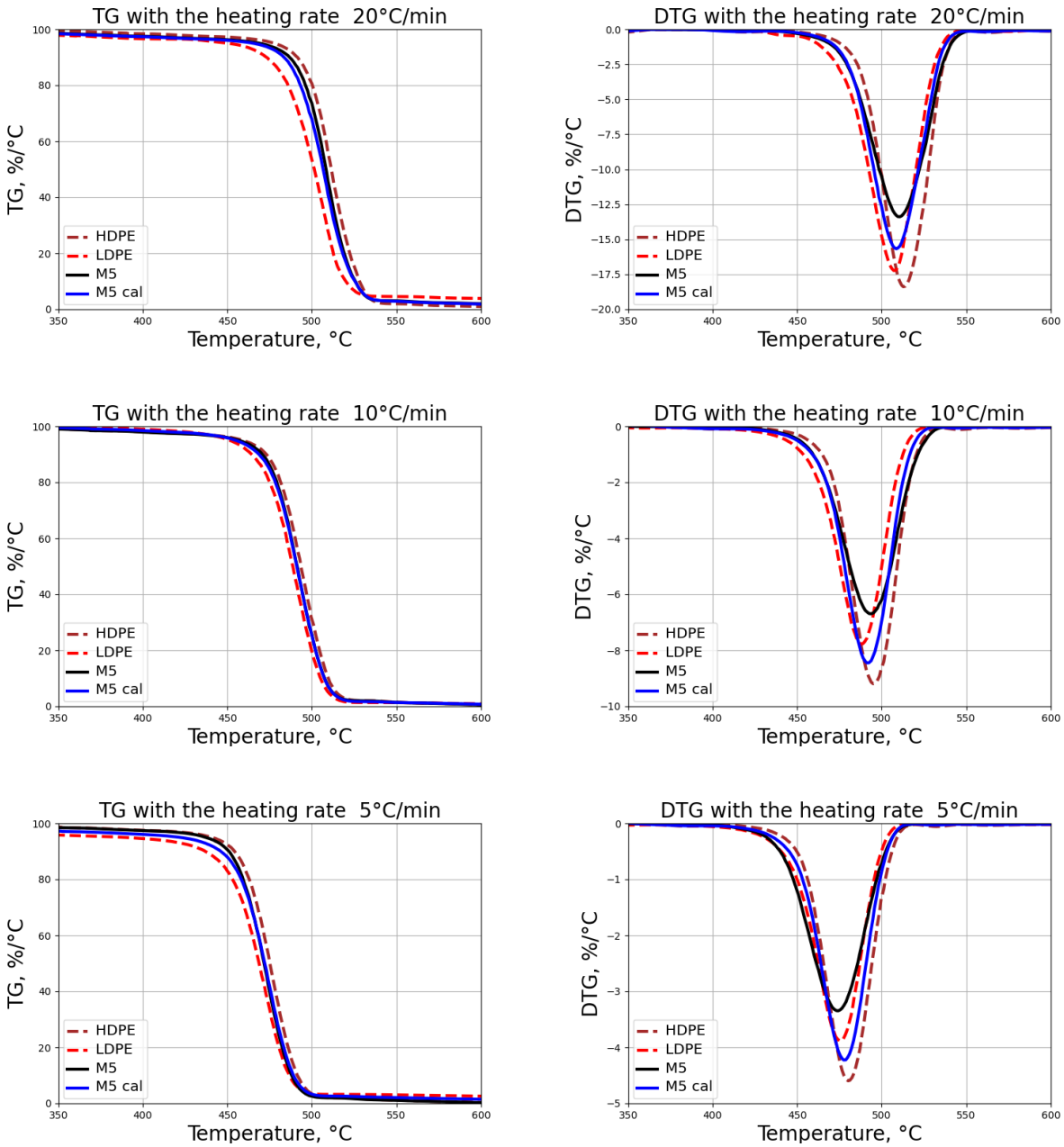



**Figure 23: Thermogravimetric results (TG/DTG) of the Mixture 5**

According to the DTG peaks, the required temperature of the pyrolysis process can be ranked from low to high as follows: PS < PP < LDPE < HDPE. The results showed that the main decomposition of the individual materials occurred in the temperature ranges 360-500 °C, 380-515 °C, and 390-530 °C, at heating rates of 5, 10, and 20 °C/min, respectively.

## 4. Conclusion

Thermogravimetric analysis was used to investigate the pyrolysis behavior of four different plastics (HDPE, LDPE, PP, PS,) under various heating rate conditions. Based on the DTG curves of individual materials it can be stated that only one peak is present in these graphs meaning a single (or one) stage pyrolysis process. However, the DTG behavior of different blends is not consistent as the superposition of individual curves often does not cover well the measurements. Additionally, as the heating rate increased, the values of the initial degradation

temperature, final degradation temperature, and maximum weight loss temperature increased, indicating a significant shift to a higher temperature.
In addition to individual plastic, their plastic waste mixtures were also investigated. All the mixtures contain two degradation stages in presence of PS. The DTG curves are not exactly a superposition of the individual components, and this behavior should be investigated in more depth. Based on the TG curves, the solid remains can be computed by knowing the TG properties of the individual plastics. This help to evaluate the expected blend behavior in real conditions by knowing only these curves and the initial blend composition. Based on the results the thermal behavior of a known plastic blend containing PS, PP, HDPE and LDPE materials can be estimated by utilizing the results obtained from the individual behavior of these plastics.

**Biliography**


[1.] K. D. Sharma and S. Jain, "Municipal solid waste generation, composition, and management: the global scenario," *Social Responsibility Journal*, vol. 16, no. 6, pp. 917–948, Jul. 2020, doi: 10.1108/SRJ-06-2019-0210.

[2.] Daniel Hoornweg and Perinaz Bhada-Tata, "A Global Review of Solid Waste Management," *Urban Development Series*, 2012, Accessed: Jun. 29, 2022. [Online]. Available: www.worldbank.org/urban

[3.] J. Aguado, D. P. Serrano, and G. San Miguel, "European trends in the feedstock recycling of plastic wastes," *Global NEST Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 12 – 19, 2007, [Online]. Available: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-34548347508&partnerID=40&md5=9867faebf389785a6551b61ac35f8b6b

[4.] J. A. Onwudili, N. Insura, and P. T. Williams, "Composition of products from the pyrolysis of polyethylene and polystyrene in a closed batch reactor: Effects of temperature and residence time," *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, vol. 86, no. 2, pp. 293–303, Nov. 2009, doi: 10.1016/J.JAAP.2009.07.008.

[5.] Y. Su, Z. Zhang, D. Wu, L. Zhan, H. Shi, and B. Xie, "Occurrence of microplastics in landfill systems and their fate with landfill age," *Water Research*, vol. 164, p. 114968, Nov. 2019, doi: 10.1016/J.WATRES.2019.114968.

[6.] P. He, L. Chen, L. Shao, H. Zhang, and F. Lü, "Municipal solid waste (MSW)landfill: A source of microplastics? -Evidence of microplastics in landfill leachate," *Water Research*, vol. 159, pp. 38–45, Aug. 2019, doi: 10.1016/j.watres.2019.04.060.

[7.] Z. Dobó, G. Kecsmár, G. Nagy, T. Koós, G. Muránszky, and M. Ayari, "Characterization of Gasoline-like Transportation Fuels Obtained by Distillation of Pyrolysis Oils from Plastic Waste Mixtures," *Energy and Fuels*, vol. 35, no. 3, pp. 2347–2356, Feb. 2021, doi: 10.1021/acs.energyfuels.0c04022.

[8.] M. I. Jahirul, M. G. Rasul, D. Schaller, M. M. K. Khan, M. M. Hasan, and M. A. Hazrat, "Transport fuel from waste plastics pyrolysis – A review on technologies, challenges and opportunities," *Energy Conversion and Management*, vol. 258, p. 115451, Apr. 2022, doi: 10.1016/J.ENCONMAN.2022.115451.

[9.] S. Kartik *et al.*, "Valorization of plastic wastes for production of fuels and value-added chemicals through pyrolysis – A review," *Thermal Science and Engineering Progress*, vol. 32, p. 101316, Jul. 2022, doi: 10.1016/J.TSEP.2022.101316.

[10.] C. Ma, F. Zhang, H. Liu, H. Wang, and J. Hu, "Thermogravimetric pyrolysis kinetics study of tobacco stem via multicomponent kinetic modeling, Asym2sig deconvolution and combined kinetics," *Bioresource Technology*, p. 127539, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.BIORTECH.2022.127539.

[11.] H. Chi *et al.*, "Pyrolysis characteristics and kinetic study of coal in a novel concentrating photothermal thermogravimetric analyzer: Effect of heating rate," *Fuel*, vol. 322, Aug. 2022, doi: 10.1016/j.fuel.2022.124218.
[12.] M. Hu *et al.*, "Thermogravimetric kinetics and pyrolytic tri-state products analysis towards insights into understanding the pyrolysis mechanism of Spirulina platensis with calcium oxide," *Renewable Energy*, vol. 184, pp. 498–509, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.RENENE.2021.11.085.
[13.] D. S. Achilias, C. Roupakias, P. Megalokonomos, A. A. Lappas, and V. Antonakou, "Chemical recycling of plastic wastes made from polyethylene (LDPE and HDPE) and polypropylene (PP)," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 149, no. 3, pp. 536–542, Nov. 2007, doi: 10.1016/j.jhazmat.2007.06.076.
[14.] N. D. Hesse and R. L. White, "Polyethylene Catalytic Hydrocracking by PtHZSM-5, PtHY, and PtHMCM-41," 2004.
[15.] W. Ding, J. Liang, and L. L. Anderson, "Thermal and catalytic degradation of high density polyethylene and commingled post-consumer plastic waste," *Fuel Processing Technology*, vol. 51, no. 1–2, pp. 47–62, Mar. 1997, doi: 10.1016/S0378-3820(96)01080-6.
[16.] P. T. Williams and E. Slaney, "Analysis of products from the pyrolysis and liquefaction of single plastics and waste plastic mixtures," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 51, no. 4, pp. 754–769, Oct. 2007, doi: 10.1016/j.resconrec.2006.12.002.
[17.] V. Mortezaeikia, O. Tavakoli, and M. S. Khodaparasti, "A review on kinetic study approach for pyrolysis of plastic wastes using thermogravimetric analysis," *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, vol. 160, p. 105340, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.JAAP.2021.105340.
[18.] R. K. Singh, B. Ruj, A. K. Sadhukhan, and P. Gupta, "A TG-FTIR investigation on the co-pyrolysis of the waste HDPE, PP, PS and PET under high heating conditions," *Journal of the Energy Institute*, vol. 93, no. 3, pp. 1020–1035, Jun. 2020, doi: 10.1016/J.JOEI.2019.09.003.
[19.] H. Zhang, A. Rogozan, and A. Bensrhair, "An enhanced N-point interpolation method to eliminate average precision distortion," *Pattern Recognition Letters*, vol. 158, pp. 111–116, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.PATREC.2022.04.028.

**Lecturer:** Helga Kovacs, associate professor, University of Miskolc

# TURBULENS ÁRAMLÁS NUMERIKUS SZIMULÁCIÓJA NÉGYZET KERESZTMETSZETŰ CSATORNÁBAN

**Lukács Eszter**
*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Kar, Áramlástan Tanszék, tudományos segédmunkatárs, lukacs.eszter@gpk.bme.hu*

**Absztrakt**
Nap mint nap jelentős mennyiségű folyadékot – kőolajat, földgázt, vizet vagy éppen frisslevegőt – áramoltatunk csővezeték rendszerekben, ezért a csőben kialakuló áramlások elemzése elengedhetetlen. Leggyakrabban kör keresztmetszetű csatornában történik a folyadékok áramoltatása, légtechnikai rendszerekben azonban gyakran előfordul a helyet jobban kihasználó téglalap keresztmetszetű légvezeték is. A nem-kör keresztmetszetben áramló folyadékok sajátossága, hogy még kifejlett turbulens áramlás esetén is jelen van a főáramlásra merőleges sebességkomponens. Ez az úgynevezett másodfajú szekunder áramlás, mely a Reynolds feszültségtenzor anizotrópiájának folyománya. Bár a szekunder áramlásra jellemző sebesség csak 1-2%-a a főáramlás sebességének, mégis jelentősen befolyásolhatja a keveredési és leválási folyamatokat.

A turbulens áramlások számításának hatékony módszere az időben átlagolt mozgásegyenlet numerikus megoldása a turbulencia modellezésével. A leginkább elterjedt kétegyenletes k-ε és k-ω örvényviszkozitáson alapuló modellek izotróp turbulenciát feltételeznek, így a szekunder áramlások számítására csak egy a mozgásegyenletben szereplő Reynolds feszültségtenzort kiegészítő, hangolható másodrendű tag hozzáadásával képesek. Ez a tag az Ansys Fluent szimulációs szoftverben az úgynevezett „corner coefficient”. A szekunder áramlások modellezésére alkalmazhatóak még a hétegyenletes Reynolds feszültség modellek, melyek gyakran nem elég robusztusak, és használatuk megnövekedett számítási idővel járhat.

Jelen kutatás célja egy négyzet keresztmetszetű csatornában kialakuló, kifejlett turbulens áramlás numerikus modellezése Ansys Fluent szimulációs szoftver segítségével. A vizsgálatot kétféle turbulencia-modellel, a generalized k-ω (GEKO) és az ω alapú Reynolds feszültségmodellekkel (RSM) végezzük. A numerikus szimulációból kiadódó sebesség- és Reynolds feszültség-eloszlásokat saját, $0.36 \cdot 10^5$-es Reynolds-szám (Re) esetére elvégzett lézer-Doppler anemométeres mérési eredményekhez validáljuk, valamint a mérési eredmények alapján behangoljuk a GEKO modellben 0 – 1.5 között állítható corner coefficient paramétert. A numerikus szimuláció segítségével kiterjesztjük a vizsgált Reynolds-szám tartományt a légtechnikában releváns Re = $0.09 \cdot 10^5$ – $3.0 \cdot 10^5$-re. Végül a négyzet keresztmetszetű csatornában modellezett áramlási teret összehasonlítjuk a síklap feletti határréteg-egyenletből levezetett, kör keresztmetszetre ismerten jó közelítést nyújtó hatványfüggvény modellel.

A szimulációkból elérhető eredmények alapján a GEKO és az RSM modell hasonlóan jó közelítést ad a négyzet keresztmetszetben kialakuló háromdimenziós sebességtérre, míg a Reynolds feszültégeket az RSM modell kismértékben jobban közelíti. Az RSM modell numerikus nehézségei négyzet keresztmetszet esetén nem tapasztalhatók. A GEKO modell esetén a corner coefficient optimális értéke 0.9-re adódik, efölött az áramlásban egy fizikailag nem igazolható aszimmetria lép fel. A tengellyel párhuzamos sebesség tengelyre merőleges térbeli eloszlásának numerikus és hatványfüggvény modelljét a normalizált abszolút eltérés segítségével hasonlítjuk össze. Az eltérés a négyzet keresztmetszet sarkaihoz közeli profilok esetén magasabb, de a teljes vizsgált geometria és Reynolds-szám tartományon 5%-nál kisebb.

A továbbiakban a négyzet keresztmetszetű csatorna numerikus szimulációja során szerzett tapasztalatok alkalmazhatók lesznek a légtechnikai rendszerekben gyakran előforduló

keresztmetszet-bővületek áramlástani vizsgálatára, és azok lehetséges veszteségcsökkentési eljárásainak kidolgozására.

***Kulcsszavak:*** *turbulens áramlás, négyzet keresztmetszetű csatorna, CFD, GEKO, RSM*

## 1. Bevezetés

A folyadékok szállításának egyik leghatékonyabb módja a csővezeték-rendszerekben történő áramoltatás. A csőben kialakuló folyadékáramlás globális és lokális jellemzőinek vizsgálata elengedhetetlen, többek között a rendszer energetikai működése, az áramlásban helyezett zavaró elemek hatása és méréstechnikai szempontból. A leggyakrabban alkalmazott csővezetéki profilok kör keresztmetszetűek, légtechnikai rendszerekben azonban gyakran előfordul a rendelkezésre álló helyet jobban kihasználó téglalap keresztmetszetű légvezeték is.

A nem-kör keresztmetszetben kialakuló áramlások sajátossága, hogy még kifejlett turbulens sebességprofil esetén is van a turbulencia anizotrópiája miatt kialakuló, a főáramlásra merőleges sebességkomponens [1] – ún. másodfajú szekunder áramlás –, mely lamináris esetben bizonyíthatóan nincs jelen [2]. A szekunder áramlások az áramlási keresztmetszetben 8 db egymással páronként ellentétesen forgó örvényt hoznak létre, melyek a keveredési és leválási folyamatokat jelentősen befolyásolhatják. A szekunder áramlási sebesség a fő áramlási irányú sebességnek mindössze ~1-2%-a, ezért feltérképezése csak alacsony sebességek esetén is megbízhatóan használható mérőeszközök segítségével lehetséges, mint például a hődrót szonda [3-5] vagy a lézer-Doppler anemométer (LDA) [6-8].

A mérés nehézkessége és a rohamosan fejlődő számítástechnikai kapacitás miatt a négyszög keresztmetszetű csatornákban kialakuló áramlások elemzésére egyre inkább elterjedt az áramlástani numerikus szimuláció (Computational Fluid Dynamics: CFD) használata. Mivel a legtöbb tanulmány célja a másodfajú szekunder áramlások keletkezésének megértése, ezért a turbulencia számítása elsődleges fontossággal bír. Erre leginkább a direkt numerikus szimuláció [9,10] és a nagyörvény szimuláció [11,12] alkalmasak. Ezek a vizsgálatok azonban a számítástechnikai kapacitás felső korlátai miatt alacsony Reynolds-számokra korlátozódnak, az ipari környezetre jellemző magasabb Reynolds-szám tartomány számításához szükséges lehet a Reynolds-átlagolt Navier-Stokes (RANS) egyenleteken alapuló turbulenciamodellek vizsgálata.

Jelen tanulmány célja ellenőrizni az Ansys Fluent numerikus áramlástani szoftver által elérhető RANS modellek alkalmazhatóságát négyzet keresztmetszetben kialakuló turbulens áramlás esetén, saját LDA mérési eredményekhez történő validáció alapján, $Re = 0.36 \cdot 10^5$ Reynolds-szám esetére. További cél a Reynolds-szám tartomány kiterjesztése az ipari körülményeket jól lefedő $Re = (9.0 - 3.0) \cdot 10^5$ intervallumra. A Reynolds-számot az (1) egyenlet definiálja.

$$Re = \frac{\bar{u} \cdot D_h}{\nu} \tag{1}$$

ahol $\bar{u}$ a tengelyirányú átlagsebesség, $D_h$ a csatorna hidraulikai átmérője, mely négyzet keresztmetszet esetén megegyezik a csatorna oldalhosszával és $\nu$ az áramoltatott közeg kinematikai viszkozitása.

Végezetül pedig további cél megvizsgálni, hogy a kör keresztmetszetű csatornában kialakuló sebességprofil jellemzésére általánosságban elterjedt hatványfüggvény modell milyen pontossággal írja le a négyzet keresztmetszetben kialakuló sebességprofilt.

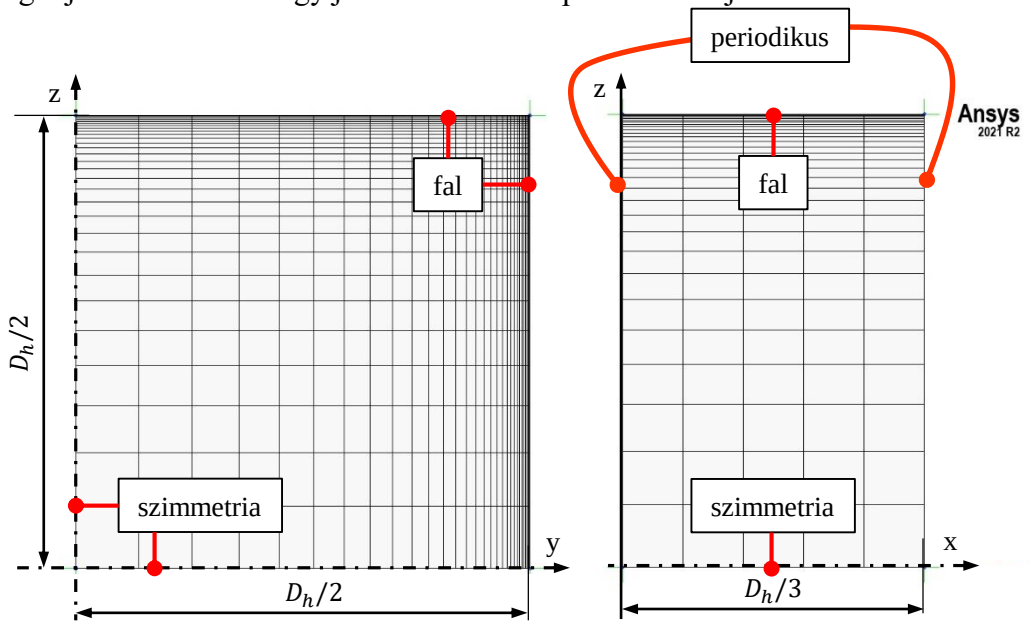
## 2. A numerikus szimuláció felépítése

*2.1 Geometriai modell*

A négyzet keresztmetszetű csatorna geometriai modellje, a numerikus háló és az alkalmazott peremfeltételek egyaránt az 1. ábrán láthatók. A geometria az Ansys ICEM CFD szoftver 2021 R2 verziójával készült. A számítási igények csökkentésének érdekében, a geometria és ez által az áramlás várható szimmetriája miatt, negyed csatornát modellezünk. Ugyan a számítási igények szempontjából egy nyolcad csatornamodell kedvezőbb lenne, ez azonban a numerikus háló nagyobb mértékű torzultsága miatt nem javasolt. A számítási tartomány mérete tovább csökkenthető periodikus peremfeltétel alkalmazásával, mely esetén a csatorna kilépésénél kialakuló áramlási jellemzők jelennek meg a bemeneti oldalon, így egy rövid csatornaszakasz modellezése is lehetővé teszi a teljesen kialakult turbulens áramkép kialakulását.

*2.2 A numerikus háló*

A numerikus háló szerkezete strukturált hexa háló, mely a geometriai modellezéshez is használt Ansys ICEM CFD szoftver segítségével készült. A fal melletti első cella mérete minden Reynolds-szám esetén úgy lett meghatározva, hogy a dimenziótlan faltávolság ($y^+$) értéke 1 alatt maradjon, mely lehetővé teszi a fal mellett kialakuló határréteg viszkózus alaprétegének felbontását. Turbulens falfüggvény alkalmazása nem szükséges, ezáltal a modell a valóságot jobban közelíti. Egy jellemző háló felépítését mutatja az 1. ábra.




**1. ábra: Geometria modell – negyed csatorna. $D_h = 150\ mm$ a csatorna hidraulikai átmérője.**

*2.3 A numerikus szimuláció beállításai*

A szimulációk a véges térfogatok elvén működő Ansys Fluent 2021 R2 szoftver felhasználásával készültek. A program a kialakuló áramképet a kontinuitásból, a Reynolds átlagolt Navier-Stokes egyenletekből és a turbulens transzportegyenletekből számítja, stacioner esetre. A szállított közeg összenyomhatatlannak feltételezett levegő, a használt megoldó nyomás alapú. A számítás során kétféle turbulenciamodell került beállításra: (1) az általánosított k – ω (generalized k – ω: GEKO) modell és (2) a Reynolds-feszültség (Reynolds

Stress Model: RSM). Mivel a turbulenciamodell kiválasztása az elvégzendő feladat szempontjából nagy hangsúllyal bír, ezért a GEKO és RSM modelleket a 2.4 fejezetben részletesebben tárgyaljuk.

A peremfeltételek megadása a következőképpen történt: a csatorna fala hidraulikailag sima fal, a szimmetriasíkok szimmetria, a periodikus síkok pedig előírt tömegáram peremfeltételt kaptak. A nyomás-sebesség kapcsolat leírása az ún. „Coupled" sémával, a térbeli diszkretizáció pedig minden fluxus esetére másodrendű szélfelőli súlyozással (second-order upwinding) történt. Az iteratív módszer konvergenciájának megállapítása kétféleképpen került megállapításra: (1) a normalizált reziduumok 3 nagyságrenddel csökkentek; (2) az áramlási irányú és az arra merőleges sebességkomponens értéke tetszőleges helyre felvett monitor-pontokban nem változott tovább. A számítások Reynolds-számtól és a használt turbulenciamodelltől függően 500-5000 iteráció alatt konvergáltak be.

### *2.4 Turbulenciamodell*

A turbulenciamodell kiválasztásánál fontos szempont, hogy képes legyen modellezni a nem kör keresztmetszetű csatornákban a turbulencia anizotrópiája miatt kialakuló, még kifejlett turbulens áramlás esetén is jelen levő másodfajú szekunder áramlásokat. Ez RANS modellek esetén kétféleképpen lehetséges. Az egyik lehetőség a kétegyenletes izotróp turbulenciamodellek mozgásegyenletében megjelenő Reynolds-feszültség tenzorának egy nemlineáris taggal való kiegészítése, mely csak a $k-\omega$ modellekben érhető el. Ez a tag az ún. „corner coefficient" (sarok tényező), későbbiekben $CC$. A másik lehetőség az anizotróp turbulenciát modellezni képes, hétegyenletes RSM modell alkalmazása. A vonatkozó egyenletek a tanulmány szűkös keretei miatt nem kerülnek közlésre, részletes leírásuk az Ansys Fluent szoftver elméleti útmutatójában [13] található.

A $k-\omega$ modellek közül a jelen feladatra és annak jövőbeli folytatására legalkalmasabbnak ítélt modell a GEKO, mely a kétegyenletes turbulenciamodellek konszolidációját hivatott megcélozni. A többi turbulenciamodellel szembeni nagy előnye, hogy a leválás helyét, a szabadsugár nyílásszögét, stb. befolyásoló modellállandók szabadon hangolhatók, az alapáramlástani kalibrációs eseteket nem rontják el. Jelen feladatban ezen modellállandók közül kizárólag a $CC$ hangolása releváns.

Az RSM modellek számítási igénye általában nagyobb, mint a $k-\omega$ modelleké, mely részben az egyenletek nagy számának, részben pedig a rosszabb konvergenciának tulajdonítható. Ezért alkalmazásuk csak akkor javasolt, ha más turbulenciamodellek nem képesek jól kezelni az áramlást [13]. Az Ansys Fluent programban két $k-\varepsilon$ és két $k-\omega$ alapú RSM modell érhető el, melyek közül a GEKO-val való jobb összehasonlítás és a határréteg pontosabb modellezése érdekében jelen tanulmány a $k-\omega$ alapú Stress-Omega és Stress-BSL modelleket vizsgálja.

### *2.5 Hálófüggetlenségi vizsgálat*

A tér véges térfogatokra való felbontásából eredő diszkretizációs bizonytalanságának mértéke az ún. hálókonvergencia-index (GCI) [14] módszer segítségével becsülhető. A módszerhez szükséges 3db – egy durva, egy közepes és egy finom – háló elkészítése, majd az ezeken elvégzett futtatások kiértékelése. A diszkretizáció relatív hibája a (2) egyenlet segítségével becsülhető:

$$e_i = \left|\frac{\psi_{ext} - \psi_i}{\psi_{ext}}\right| \cdot 100\% \tag{2}$$

ahol $e_i$ a vizsgált $\psi$ paraméter adott $i$ hálósűrűséghez tartozó relatív diszkretizációs hibája, $\psi_{ext}$ a közepes és finom hálókból számolt extrapolált megoldás, $\psi_i$ pedig az adott $i$ hálósűrűség esetén számolt megoldás.

A diszkretizációs hiba két integrál jellemzőre, az impulzus-korrekciós ((3) egyenlet) és az energia-korrekciós tényezőkre ((4) egyenlet) került kiértékelésre, $Re = 0.36 \cdot 10^4$ esetére. A hálófüggetlenségi vizsgálat eredményeit az 1. táblázat tartalmazza. A táblázatból kiolvasható, hogy a hiba mindhárom háló esetére kicsi, 2% alatti. A futtatásokhoz a közepes háló beállításit alkalmaztuk, melyet növekvő Reynolds-szám esetén egyenletesen sűrítettünk, mindvégig biztosítva, hogy a fali $y^+$ érték 1 alatt maradjon.

$$M = \frac{\int u^2 dA}{\overline{u}^2 A} \tag{3}$$

$$N = \frac{\int u^3 dA}{\overline{u}^3 A} \tag{4}$$

ahol $M$ az impulzus-korrekciós tényező, $N$ az energia-korrekciós tényező, $u$ a csatorna tengelyével párhuzamos áramlási sebesség, $A$ pedig a csatorna keresztmetszete.

**1. táblázat: A hálófüggetlenségi vizsgálat eredménye**

| Háló sorszáma ($i$) | Háló sűrűsége | Cellaszám | M | | N | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Érték | Relatív hiba | Érték | Relatív hiba |
| 3 | durva | 1200 | 1,0299 | 1,08% | 1,0904 | 1,61% |
| 2 | közepes | 4500 | 1,0358 | 0,52% | 1,0997 | 0,77% |
| 1 | finom | 12943 | 1,0382 | 0,28% | 1,1035 | 0,43% |
| extrapolált | | | 1,0412 | | 1,1082 | |

## 3. Eredmények és kiértékelés

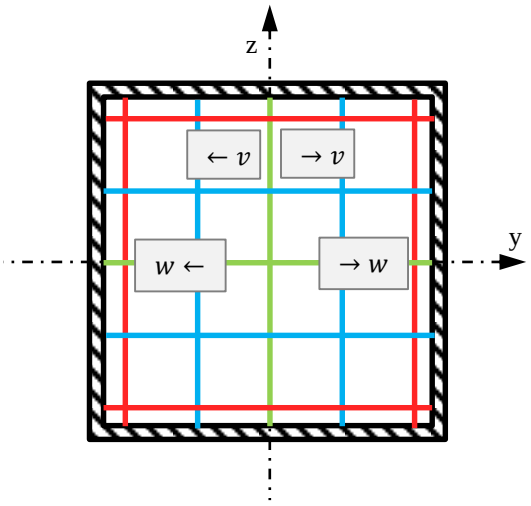
### *3.1 A numerikus eredmények validációja*

A numerikus modellek elfogadhatóságát minden esetben mérési eredményekhez történő validációval szükséges alátámasztani. Jelen tanulmányban a sebesség- és turbulenciaintenzitás-profilokat saját, nagy térbeli felbontású és kis mérési hibával terhelt LDA mérési eredményekkel hasonlítjuk össze $Re = 0.36 \cdot 10^4$ esetén. Az LDA módszer és a mérőberendezés részletes leírása a [7] tanulmányban megtalálható.

A mérési eredmények 5 vízszintes és 5 függőleges síkban kerültek kiértékelésre: a falra merőleges szimmetriatengelyekben ($y = 0, z = 0$), valamint a tengelytől $0.21D_h$ és $0.42D_h$ távolságra (lásd 2. ábra), a csatornatengely mentén 2 különböző $x =$ állandó helyen, összesen 20 profil mentén. A kétkomponensű LDA a sebességek és a normál Reynolds-feszültségek $x$ $(u, u'u')$ és $y$ $(v, v'v')$ irányú komponensét rögzítette. A geometria szimmetriája miatt az $z =$ állandó vonal mentén mért $y$-irányú sebesség- és Reynolds-feszültség komponens megegyezik az $y =$ állandó vonal mentén kialakuló $z$-irányú sebesség- és Reynolds-feszültség komponenssel, tehát a harmadik komponens, $w$ és $w'w'$ is ismertnek feltételezhető.

Mivel a mérések alapján az áramlás teljesen kifejlett és szimmetrikus, ezért a 2.1 pontban leírtak szerint elegendő negyed profilt vizsgálni. A mérési eredményeket ennek megfelelően átlagoljuk, tehát például a csatorna szimmetriatengelyében kialakuló $x$-irányú komponenst 8 = 2 x 4 negyedprofil átlagaként tüntetjük fel. Az átlagolásnál figyelembe kell venni, hogy $(v, w)|_{y>0} = -(v, w)|_{y<0}$ (lásd 2. ábra). Az LDA eredményeken a későbbiekben feltüntetett hibasávokba az LDA műszer saját hibáján és az időbeli átlagolásból eredő

statisztikai hibán kívül a térbeli átlagolásból származó statisztikai hibát is beleszámoljuk, a négyzetes hibaterjedés szabályainak megfelelően [15].




**2. ábra: Mérési profilok helye: — $y = z = 0$; — $y = z = 0.21D_h$; — $y = z = 0.42D_h$. $D_h = 150\ mm$.**

A modellezett és a mért profilok közötti kvantitatív eltérést a normalizált átlagos abszolút eltérés (normalized mean average error: $NMAE$) mérőszámmal jellemezzük, melyet az (5) egyenlet ismertet. Minél kisebb az $NMAE$ értéke, annál jobban közelíti a modellezett eredmény a mért értéket. Kvalitatív összehasonlításra a (6) egyenletben feltüntetett korrelációs együtthatót ($r$) használjuk, mely minél közelebb van 1-hez, annál inkább hasonló az egymással összevetett profilok trendje.

$$NMAE_{CFD,LDA} = \frac{\sum_{i=1}^{n} |\varphi_{LDA,i} - \varphi_{CFD,i}|}{n \cdot |\bar{\varphi}_{LDA}|} \tag{5}$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n} (\varphi_{LDA,i} - \bar{\varphi}_{LDA})(\varphi_{CFD,i} - \bar{\varphi}_{CFD})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} (\varphi_{LDA,i} - \bar{\varphi}_{LDA})^2 \sum_{i=1}^{n} (\varphi_{CFD,i} - \bar{\varphi}_{CFD})^2}} \tag{6}$$

ahol $NMAE_{CFD,LDA}$ az LDA és a CFD eredmények közötti normalizált átlagos abszolút eltérés, $r$ a korrelációs együttható, $\varphi_{LDA,i}$ a vizsgált paraméter LDA-val mért értéke az i. mérési pontban, $\varphi_{CFD,i}$ a vizsgált paraméter CFD-vel modellezett értéke az i. mérési pontban, $n$ a vizsgált pontok száma, $\bar{\varphi}_{LDA}$ az adott profilon belül mért értékek átlaga, $\bar{\varphi}_{CFD}$ pedig az adott profilon belül szimulált értékek átlaga. A továbbiakban az $NMEA$ alsó indexében megjelenő első és második paraméter azt jelöli, hogy milyen mennyiséget hasonlítunk össze, mivel.

### *3.1.1 A GEKO modell validációja*

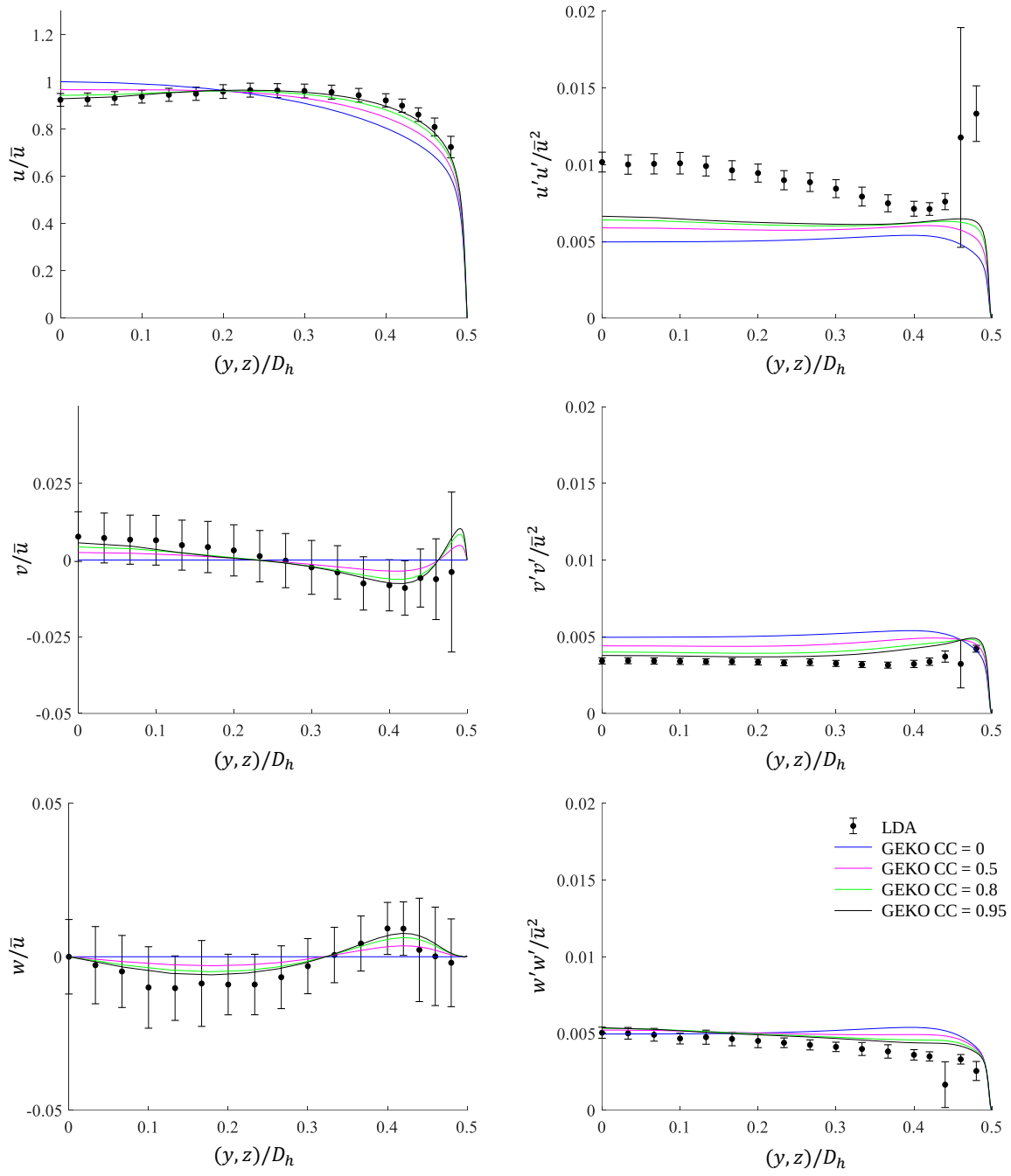
A GEKO modell validációja során elsődleges feladatunk a $CC$ paraméter behangolása, mely $0 \leq CC \leq 1.5$ tartományon belül tetszőlegesen beállítható [13]. $CC = 0$ esetén a modell anizotróp, tehát nem veszi figyelembe a másodfajú szekunder áramlásokat, míg $CC$ növelésével a szekunder áramlás erősödik.

A validációt a korábban ismertetett módon 3 sebesség- és 3 normál Reynolds-feszültség profilra végezzük el a csatorna tengelyétől $(0, 0.21, 0.42)D_h$ távolságra, melyek közül a 3. ábra egy profilon ($0.42D_h$) mutatja be az LDA mérések és a GEKO modell dimenziótlan eredményeit, néhány reprezentatív $CC$ értékre. Az ábrán megfigyelhető, hogy a $CC$ növelésével

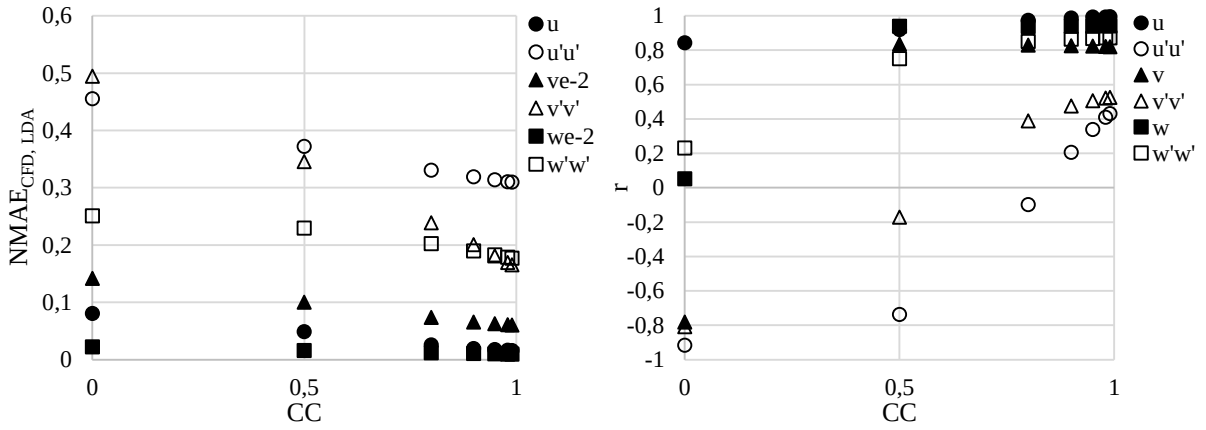
a modellezett profilok egyre jobban közelítik a mérési eredményeket. A $v$ és $w$ profilokat, $CC = 0$ paraméterbeállítás esetére vizsgálva szembetűnő, hogy a várakozásnak megfelelően nem alakul ki másodfajú szekunder áramlás, a főáramlás irányára merőleges sebességkomponensek a teljes vizsgált profilon megegyeznek nullával. Az $u$ sebességkomponens esetén ez úgy nyilvánul meg, hogy míg $CC = 0$ esetén a maximális sebesség a csatorna tengelyében található, addig az erősödő szekunder áramlások esetén a sebességprofil a tengelyhez közel behorpad.

Az összehasonlítás számszerű eredményeit a 4. ábra mutatja, $0 \leq CC \leq 0.99$ paramétertartomány esetén. Fontos kiemelni, hogy $v, w$ keresztirányú sebességkomponensekre az $NMAE_{CFD,LDA}$ érték két nagyságrenddel magasabb, mint a többi profil esetén, melynek oka a (4) egyenlet nevezőjében megjelenő igen kicsi átlagsebesség. A 4. ábra átláthatósága érdekében ezért ezen értékek $10^{-2}$-szerese került feltüntetésre a diagramon. Látható, hogy növekvő $CC$ értékekhez monoton javuló $NMAE_{CFD,LDA}$ és korrelációs együttható értékek tartoznak, mely a másik két vizsgált profilra is elmondható. Megfigyelhető továbbá az is, hogy míg $0 \leq CC \leq 0.9$ paramétertartományon a vizsgált mutatók jelentősen javulnak, addig $0.9 \leq CC \leq 0.99$ között már nem történik számottevő változás.

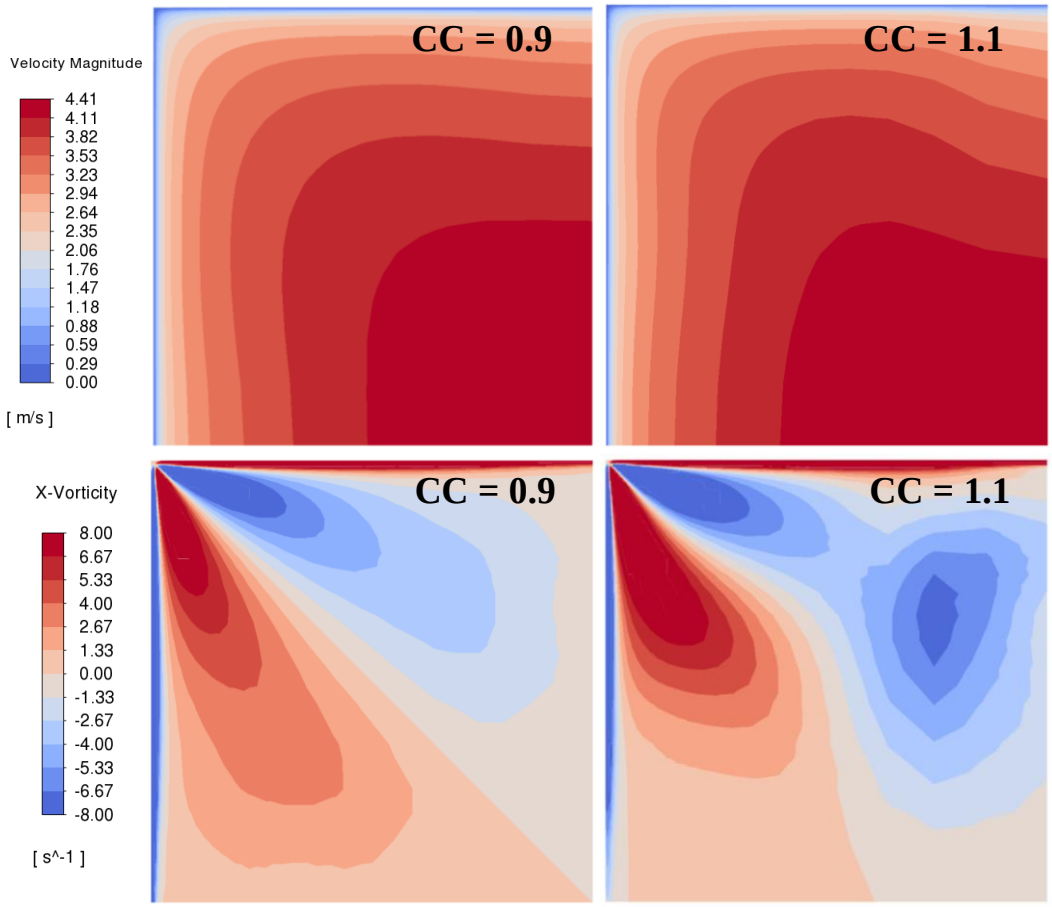
A 4. ábrát figyelve joggal merülhet fel a kérdés, hogy miért nem kerültek feltüntetésre a $0.99 \leq CC \leq 1.5$ paramétertartományhoz tartozó eredmények. Ennek oka, hogy túl magas $CC$ esetén – a validációhoz alkalmazott hálósűrűség esetén $CC = 1$-nél – a modellezett áramlásban nemfizikai aszimmetria lép fel. A hirtelen megjelenő aszimmetriára az 5. ábra mutat példát az $x$ irányú sebesség és örvényesség feltüntetésével. A szimmetrikus esetet $CC = 0.9$, az aszimmetrikus esetet $CC = 1.1$ esetére mutatjuk be. A vizsgálatok során megfigyelhető volt, hogy a numerikus háló sűrítésével az aszimmetria nélküli áramképhez tartozó $CC$ érték maximuma csökkent. Mivel nagyobb Reynolds-számokhoz tartozó szimulációkhoz sűrűbb hálót alkalmazunk, ezért a $CC$ érték maximumát, az $Re = 3.0 \cdot 10^5$-hez tartozó szimulációt alapul véve, minden Reynolds-számhoz tartozó szimuláció esetén 0.9-ben maximalizáltuk, mely értéket a [16] hivatkozás is alátámaszt.




**3. ábra: A GEKO modell összehasonlítása LDA mérésekkel, a tengelytől $0.42D_h$ távolságra, különböző $CC$ értékek esetére. $\bar{u} = 3.78\frac{m}{s}$; $D_h = 150mm$.**




**4. ábra: Az $NMAE$ és a korrelációs együtthatók alakulása különböző $CC$ esetére, a csatorna tengelyétől $0.42D_h$ távolságra.**

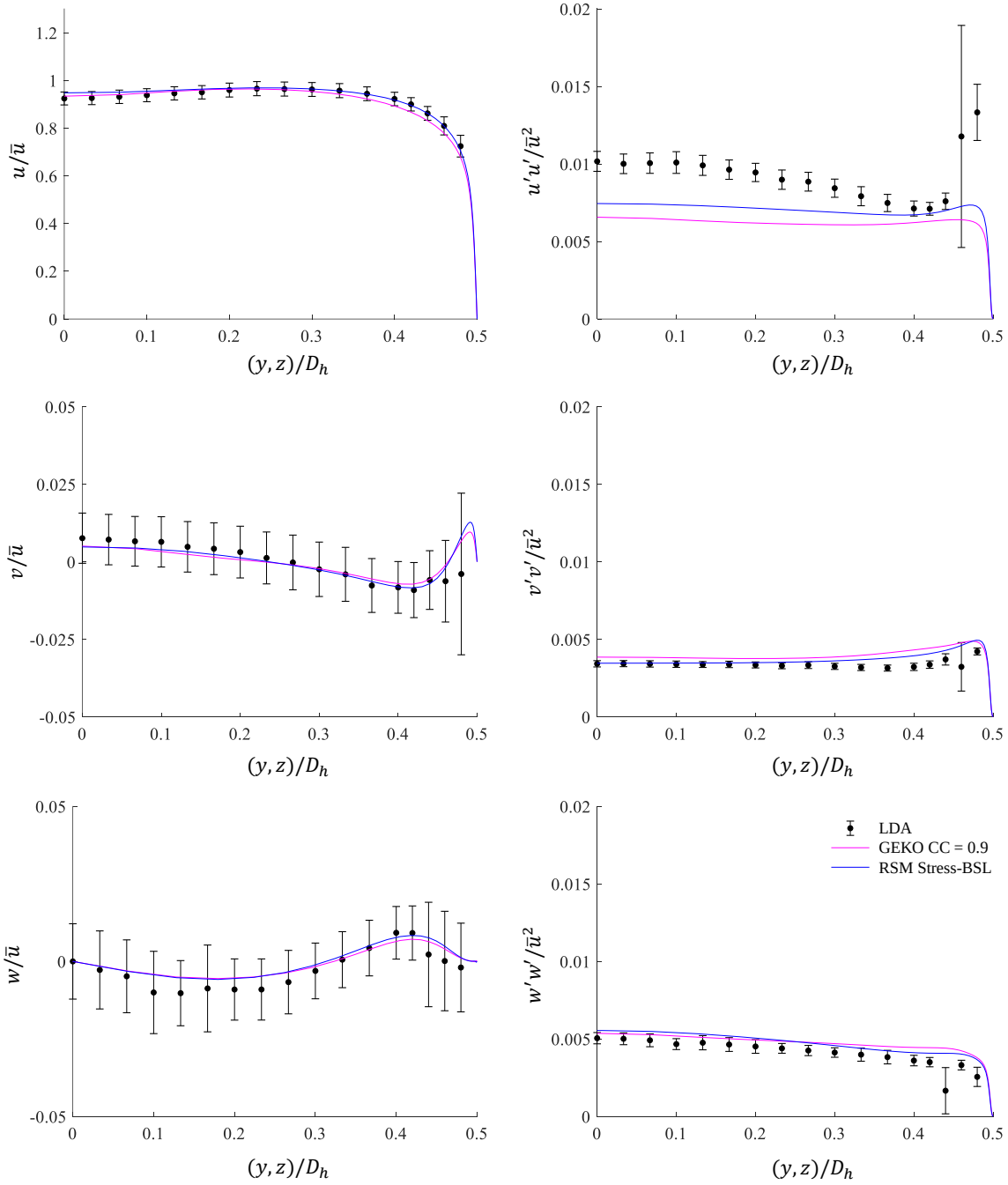



**5. ábra: Szimmetrikus (bal) és aszimmetrikus (jobb) áramképek összehasonlítása különböző $CC$ értékek esetén. Fent: x-irányú sebesség, lent x-irányú örvényesség.**

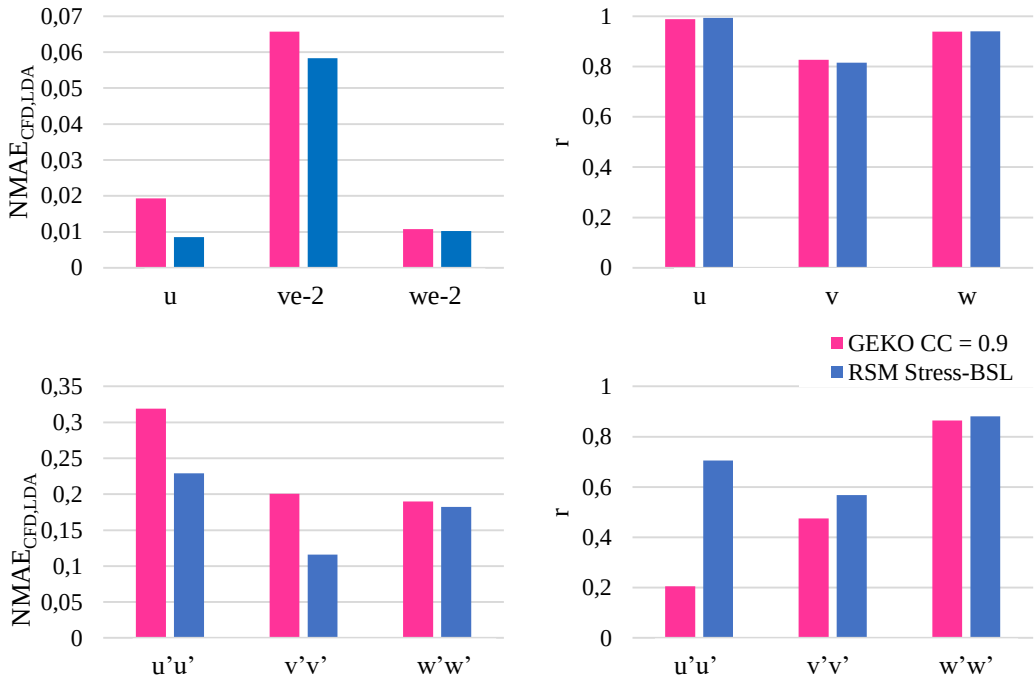
*3.1.2 Az RSM modell validációja*

Az RSM modell validációja során a Stress-Omega és Stress-BSL, $k-\omega$ alapú modelleket tanulmányozzuk. Az RSM Stress-Omega esetén hasonló nemfizikai aszimmetria jön létre, mint a GEKO modellnél bemutatott, ezért ezt a továbbiakban nem vizsgáljuk. Az RSM Stress-BSL futtatása során a szakirodalom által felvázolt hátrányok nem jelentkeztek, a numerikus modell szebben (alacsonyabb és kevésbé oszcilláló reziduumokkal) és gyorsabban konvergál, mint a GEKO. Az RSM Stress-Omega, a GEKO $CC = 0.9$ és az LDA mérés

dimenziótlan eredményeit a 6. ábra mutatja egy reprezentatív profil esetére, a csatorna tengelyétől $0.42D_h$ távolságra, míg a 7. ábrán a bemutatott profilokat jellemző $NMAE_{CFD,LDA}$ és a korrelációs együtthatók számszerű összehasonlítása látható. A $v$ és $w$ profilok esetén a 4. ábrához hasonlóan a számértékek $10^{-2}$-szerese került feltüntetésre a diagramon.




**6. ábra: A GEKO $CC = 0.9$ és az RSM Stress-BSL modell összehasonlítása LDA mérésekkel, a tengelytől $0.42D_h$ távolságra. $\bar{u} = 3.78\frac{m}{s}$; $D_h = 150mm$.**




**7. ábra: Az $NMAE$ és a korrelációs együtthatók alakulása a GEKO $CC = 0.9$ és az RSM Stress-BSL modellek LDA mérésekkel való összehasonlítása esetére, a csatorna tengelyétől $0.42D_h$ távolságra.**

Összességében elmondható, hogy a GEKO és az RSM Stress-BSL modell hasonlóan jól közelíti az $u, v, w$ átlagsebesség-profilokat, míg az $u'u', v'v', w'w'$ Reynolds-feszültség profilokra az RSM Stress-BSL kissé jobb eredményeket ad, mint a GEKO, mind az $NMAE_{CFD,LDA}$, mind a korrelációs együttható tekintetében. Nagyobb eltérés csak az $u'u'$ profilok esetén található, ahol mindkét vizsgált turbulenciamodell jelentősen alulbecsli a mérési eredményeket.

*3.2 Reynolds-szám függés vizsgálata*

Az LDA méréseket a mérőberendezés korlátai miatt csak $Re = 0.36 \cdot 10^4$ esetére tudtuk elvégezni. Ipari környezetben azonban ennél szélesebb Reynolds-szám tartományok előfordulására kell számítanunk [7], ezért a numerikus szimuláció segítségével a vizsgált tartományt kiterjesztjük $0.09 \cdot 10^5 \leq Re \leq 3.0 \cdot 10^5$ esetére. A futtatások 8 különböző Reynolds-számon: $Re = (0.09; 0.18; 0.36; 0.72; 1.08; 1.44; 1.8; 3.0) \cdot 10^5$ történtek. Az áramlástani szimuláció eredményeit a szakirodalomban a sebességprofil alakulására elérhető empirikus hatványfüggvény modellel is összehasonlítjuk, melynek alapjait a következő alfejezetben röviden ismertetjük.

*3.2.1 Elméleti háttér*

Szakirodalmi ismeretek alapján a kör keresztmetszetben kialakuló áramlás tengelyirányú sebesség sugármenti eloszlását jól közelíti a (7) egyenlet által leírt hatványfüggvény modell [17].

$$\frac{u(r)}{u_{ax}} = \left(1 - \frac{r}{D/2}\right)^{\frac{1}{m}} \tag{7}$$

ahol $u(r)$ a lokális sebesség az $r$ sugár függvényében, $u_{ax}$ a tengelyben kialakuló tengelyirányú sebesség, $D$ a csőátmérő, $m$ a Reynolds-számtól függő hatványkitevő, melynek értékét a (8) és (9) egyenletek segítségével becsüljük [7,18].

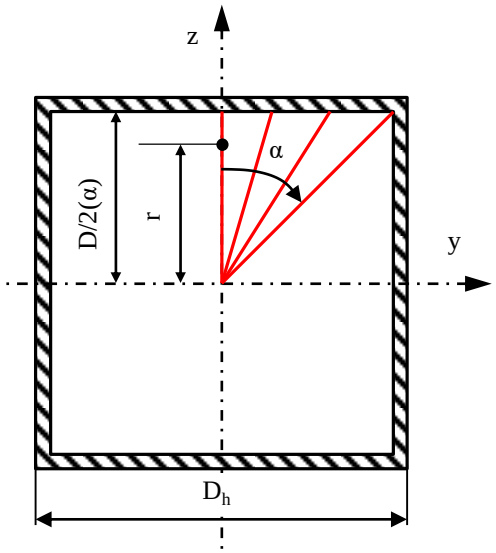
$$m = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \tag{8}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \cdot \log\left(Re\sqrt{\lambda}\right) - 0.8 \tag{9}$$

ahol $\lambda$ a hidraulikailag sima csövek esetén fellépő csősúrlódási tényező, $Re$ pedig a hidraulikai átmérővel felírt Reynolds-szám ((1) egyenlet).

Idelchik [17] szerint a (7) egyenletben feltüntetett hatványfüggvény modell a négyzet keresztmetszetben kialakuló áramlások leírására is helytálló, a csatorna sarkainak kivételével. Négyzet keresztmetszet esetén a (7) egyenletben szereplő tagok a következőképpen módosulnak: $r$ az adott pont és a csatornatengely közti távolság, $D/2$ pedig a tengely és a csatorna falának távolsága adott $\alpha$ szög esetén (lásd 8. ábra).

A következőkben – a fenti állítást ellenőrizendő – összehasonlítást végzünk a négyzet keresztmetszetben futtatott szimulációk és a hatványfüggvény modell közt. Mivel a (7) egyenlet alapvetően kör keresztmetszetű csövek esetére került bevezetésre, ezért a numerikus szimulációkat kiegészítjük 2 dimenziós (2D) axiszimmetrikus futtatásokkal is. Ezáltal várhatóan meg tudjuk mondani, hogy az empirikus és a négyzet keresztmetszetben számolt profilok közötti eltérést az empirikus modell valóságtól való eltérése vagy a négyzet keresztmetszetben kialakuló áramlás körtől való eltérése okozza.

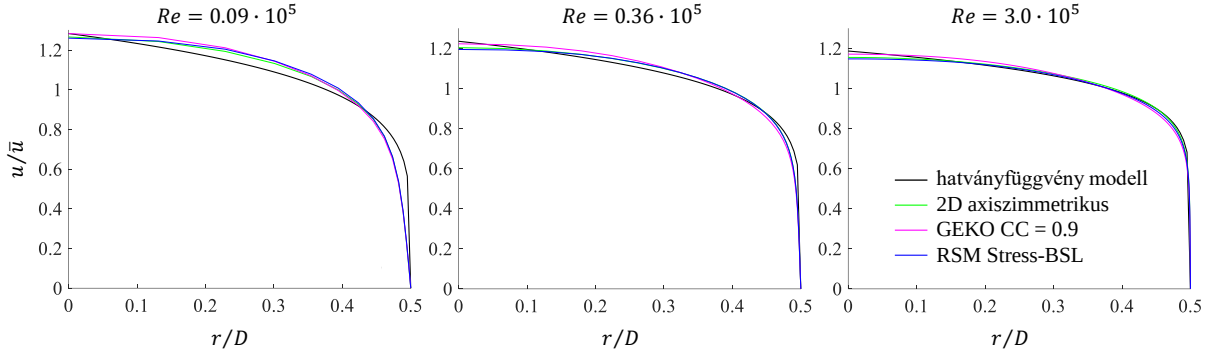



**8. ábra: Sebességprofilok kiértékelésének helyei, $\alpha$ szög értelmezése**

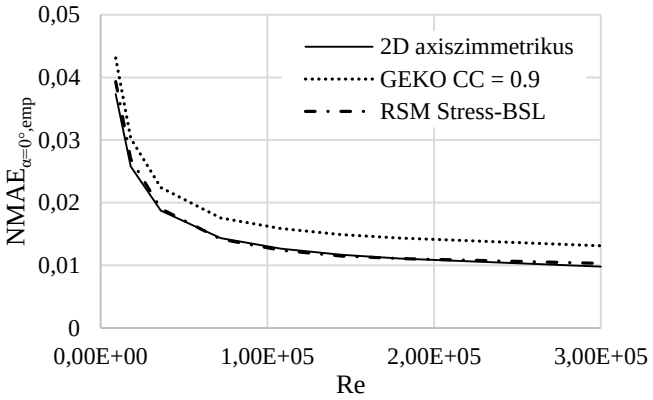
*3.2.2 Sebességprofilok összehasonlítása*

A tengelyirányú sebességprofilokat először a csatornafalra merőleges szimmetriatengelyben vizsgáljuk ($\alpha = 0°$). A 9. ábrán a hatványfüggvény modell összehasonlítása látható a 2D axiszimmetrikus, a GEKO $CC = 0.9$ és az RSM Stress-BSL modellel, 3 reprezentatív Reynolds-szám esetére. A 10. ábra a modellezett eredmények számszerű eltérését mutatja a hatványfüggvény modelltől a teljes vizsgált Reynolds-szám tartományon. Az $y$-tengelyen szereplő $NMAE_{\alpha=0°,emp}$ analóg az (5) egyenletben definiált

képlettel, csak ebben az esetben az LDA mérések helyett az empirikus hatványfüggvény modellel hasonlítjuk össze a numerikus szimuláció eredményeit az $\alpha = 0°$ profilon. Az ábrákról megfigyelhető, hogy növekvő Reynolds-számhoz egyre jobb egyezés tartozik, a vizsgált tartományon az $NMAE_{\alpha=0°,emp}$ értéke 1-4% közé esik, mely érték az RSM Stress-BSL modellnél a teljes tartományon kissé alacsonyabb, mint a GEKO modell esetén. Az RSM Stress-BSL-hez és a 2D axiszimmetrikus esetekhez tartozó $NMAE_{\alpha=0°,emp}$ görbék szinte teljesen egybeesnek, amiből arra következtethetünk, hogy az empirikus és a szimulált modell közötti eltérést nagyobb mértékben okozza a hatványfüggvény modell pontatlansága, mint a kör és négyzet keresztmetszetben kialakuló áramlási profilok közötti különbség.



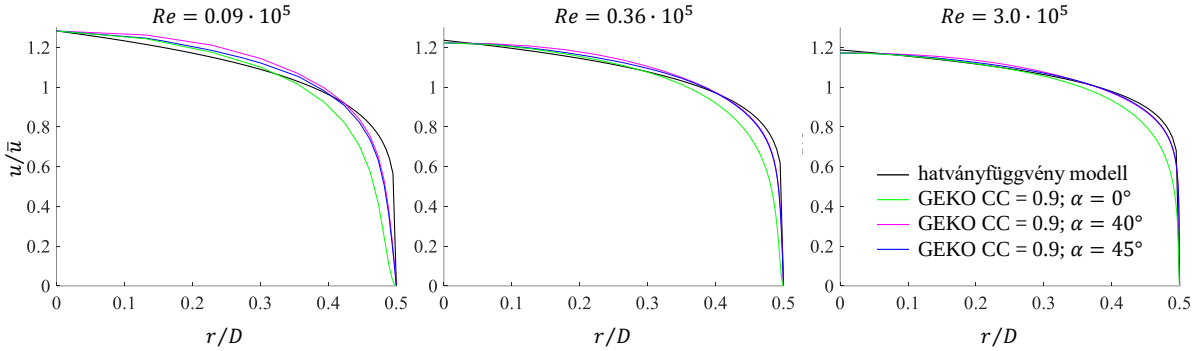

**9. ábra: A 2D axiszimmetrikus, a GEKO $CC = 0.9$ és az RSM Stress-BSL modell összehasonlítása a hatványfüggvény profillal $\alpha = 0°$-nál. $\bar{u} = 3.78 \frac{m}{s}$.**



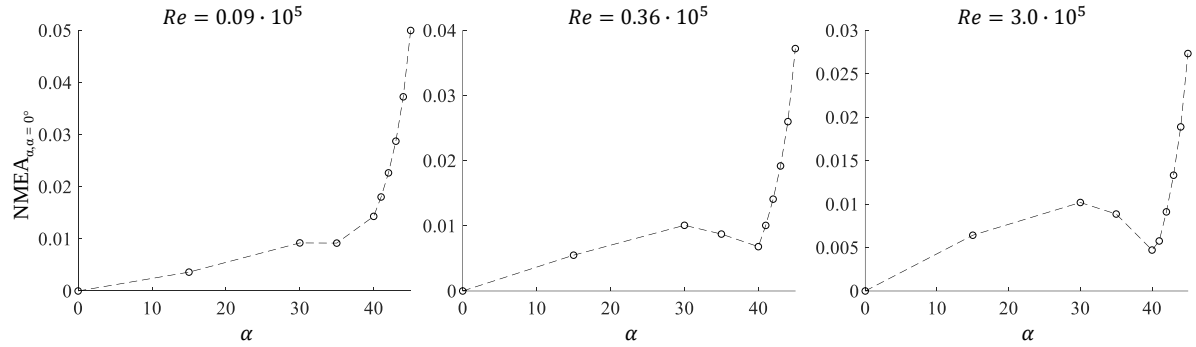

**10. ábra: Az $NMAE$ alakulása a Reynolds-szám függvényében, 2D axiszimmetrikus, GEKO $CC = 0.9$ és RSM Stress-BSL modellek hatványfüggvény modellel való összehasonlítása esetére, a csatorna tengelyétől $0.42D_h$ távolságra.**

A következőkben a CFD számításokból, az $\alpha = 0°, 15°, 30°, 35°, 40°, 41°, 42°, 43°, 44°, 45°$ (lásd 8. ábra) szögek esetére kiadódó tengelyirányú sebességprofilokat hasonlítjuk össze a hatványfüggvény modellel. A 11. ábra a hatványfüggvény modellt és a GEKO $CC = 0.9$ turbulenciamodellt mutatja be $\alpha = 0°, 40°, 45°$ esetére. Az RSM Stress-BSL eredményei a GEKO-hoz nagyon hasonlóak, ezért ezeket külön nem mutatjuk be. Látható, hogy a csatornában kialakuló tengelyirányú sebességprofilok $\alpha = 0°, 40°$ jó közelítéssel egybeesnek, míg a sarokban ($\alpha = 45°$) a falhoz közel jelentősebb eltérés tapasztalható. A CFD-vel modellezett eredmény növekvő Reynolds-számok esetén egyre jobban közelíti az empirikus modellt. A 12. ábra átfogó képet ad a tengelyben és az $\alpha > 0°$-nál kialakuló profilok normalizált abszolút eltérésének alakulásáról ($NMAE_{\alpha,\alpha=0°}$) a 3 választott Reynolds-szám esetén. Megfigyelhető, hogy az $NMAE_{\alpha,\alpha=0°}$ értéke $\alpha > 40°$ kezd el meredek nőni, mely alátámasztja azt a korábbi kijelentést [17], miszerint a tengelyirányú sebességprofilok torzultsága csak a

sarkokra korlátozódik. Látható továbbá, hogy az $NMAE_{\alpha,\alpha=0^\circ} < 5\%$ a teljes vizsgált tartományon, és értéke a Reynolds-szám növekedésével csökken.




**11. ábra: A GEKO $CC = 0.9$ és a hatványfüggvény modell összehasonlítása különböző $\alpha = 0°$ szögek esetén. $\bar{u} = 3.78 \frac{m}{s}$.**




**12. ábra: Az $NMAE$ alakulása az $\alpha$ szög függvényében, GEKO $CC = 0.9$ esetére.**

A 11. és 12. ábrán bemutatott eredmények más szemszögből is összehasonlíthatók: számoljuk ki az empirikus és a numerikus modellel a falra merőleges szimmetriatengelyen számolt profilok közötti normalizált abszolút eltérést több különböző hatványfüggvény-kitevő értékre, $2 \leq m \leq 10$ között (lásd (7) egyenlet), majd keressük meg, hogy mely $m$ értékhez tartozik az $NMAE_{\alpha=0°,emp}$ érték minimuma. Majd ezen – a 2D axiszimmetrikus, GEKO $CC = 0.9$ és RSM Stress-BSL modellekre is kiértékelt – eredményeket ábrázoljuk a Reynolds-szám függvényében és hasonlítsuk össze Nikuradse mérési adataival [19], valamint a (8) egyenletben szereplő, $m$-et közelítő összefüggéssel. A 13. ábrán látható összehasonlításból megállapíthatjuk, hogy a mérési, az empirikus, a 2D axiszimmetrikus és az RSM Stress-BSL modell eredményi jó egyezést mutatnak, míg a GEKO modell szisztematikusan - kb. $\Delta m \approx 1$-gyel – alábecsüli a többi értéket.

## 4. Összefoglalás és jövőbeli kitekintés

Jelen tanulmány egy négyzet keresztmetszetben kialakuló, kifejlett turbulens áramlás numerikus szimulációs eredményeit vizsgálja különböző RANS modellek esetén, mely modellek validációja korábbi LDA mérésekkel történt. A turbulenciamodell kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy a négyzet keresztmetszetben kialakuló másodfajú szekunder áramlásokat csak olyan modellek képesek megfelelően számítani, melyek a turbulencia anizotrópiáját figyelembe veszik. Ez lehetséges a széles körben elterjedt kétegyenletes örvényviszkozitás modellek mozgásegyenletének egy nemlineáris taggal (corner coefficient: $CC$) való kiegészítésével, illetve a hétegyenletes Reynolds-feszültség modellek alkalmazásával. A „corner coefficient” értékét a felhasználó $0 \leq CC \leq 1.5$ tartományon szabadon hangolhatja.

Jelen tanulmány az Ansys Fluent szoftverben elérhető általánosított $k-\omega$ (GEKO) és a $k-\omega$ alapú Reynolds-feszültség modellek (RSM Stress-Omega és Stress-BSL) vizsgálatát tűzte ki célul.

A szimulációk és az LDA eredmények összehasonlításából megállapítható, hogy mind a GEKO, mind az RSM Stress-BSL modellek megfelelő pontossággal modellezik a négyzet keresztmetszetben kialakuló áramlási sebességeket és Reynolds-feszültségeket, az x-irányú Reynolds-feszültség kivételével, melyet mindkét modell jelentősen alábecsül. A kvalitatív és kvantitatív mérőszámok tekintetében az RSM Stress-BSL modell kismértékben felülmúlja a GEKO-t. Az RSM modell esetén a szakirodalom által leírt nehézségek – lassú és nehézkes konvergencia – sem voltak tapasztalhatók.

A GEKO modell esetén sor került a $CC$ paraméter hatásának vizsgálatára, melyből megállapítható, hogy növekvő $CC$ érékeknél egyre jobb egyezés tapasztalható a modellezett és az LDA mérési eredmények között. Fontos azonban megemlíteni, hogy $CC \approx 0.9$ érték felett az áramlásban nemfizikai aszimmetria lép fel. A még szimmetrikus áramlást eredményező $CC$ maximális értéke minden szimulációra külön ellenőrizendő, értéke a numerikus háló sűrűségétől is függ. Az RSM Stress-Omega turbulenciamodell esetén hasonló aszimmetria lépett fel, azért ezt a későbbiekben nem vizsgáltuk.

A numerikus vizsgálatokat kiterjesztettük $(0.09-3.0)\cdot 10^5$ Reynolds-szám tartományra, majd a négyzet keresztmetszetre számolt szimulációs eredményeket összehasonlítottuk kör keresztmetszetre általánosan alkalmazott empirikus hatványprofil modellel, valamint két-dimenziós axiszimmetrikus szimulációkkal is. A falra merőleges szimmetrasíkban a 2D axiszimmetrikus, valamint a négyzet keresztmetszetben modellezett tengely irányú áramlási profilok szinte teljesen fedik egymást, míg a hatványfüggvény modellel növekvő Reynolds-számmal egyre javuló egyezést mutatnak. Az empirikus és modellezett profilok normalizált átlagos eltérése a teljes vizsgált tartományon 4% alatti.

Utolsó lépésként több, a falra merőleges és az átlós szimmetriasík között elhelyezkedő profilokon is feltérképzetük a négyzet keresztmetszetben kialakuló áramlást, mely megmutatta, hogy négyzet keresztmetszet esetében kizárólag a sarkok közvetlen közelében torzul kismértékben a fő áramlási irányú sebességprofil. A falra merőleges szimmetriasíkban kialakuló profilhoz képest az átlóban létrejövő profil normalizált átlagos eltérése 5% alatti a teljes vizsgált Reynolds-szám tartományon.

A jövőbeli tervek közt szerepel a numerikus szimuláció kiterjesztése egy négyzet keresztmetszetű hirtelen keresztmetszet-növekedés esetére, valamint passzív áramlásszabályozó elemek nyomásveszteség-csökkentő lehetőségeinek elemzésére és ezek széles körű paramétervizsgálatára.

**Köszönetnyilvánítás**

A jelen publikációban megjelenő kutatások az ITM NKFIA által nyújtott TKP2020 NKA támogatásból, az NKFIH által kibocsátott támogatói okirat alapján valósultak meg (projekt azonosító: TKP2020 BME-NKA).
A bemutatott kutatás a BME-NVA-02 számú projekt részeként az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatással, a TKP2021 pályázati program finanszírozásában valósult meg.

**Irodalomjegyzék**

[1.] Prandtl, L. (1926). ¨Uber die ausgebildete turbulenz. Verh. 2nd Intl Kong. Fur Tech. Mech., Zurich [English transl. NACA Tech. Memo. 435].

[2.] Moissis, R. (1957). The secondary flow in rectangular ducts. MSc thesis, Massachusetts Institute of Technology.
[3.] Hoagland, L. C. (1960). Fully developed turbulent flow in straight rectangular ducts - secondary flow. Its cause and effect on the primary flow. Ph.D. Thesis, Department, of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology.
[4.] Brundrett, E., Baines, W. (1964). The production and diffusion of vorticity in duct flow. Journal of Fluid Mechanics, 19(3), 375-394.
[5.] Launder, B., Ying, W. (1972). Secondary flows in ducts of square cross-section. Journal of Fluid Mechanics, 54(2), 289-295.
[6.] Melling, A., Whitelaw, J. (1976). Turbulent flow in a rectangular duct. Journal of Fluid Mechanics, 78(2), 289-315.
[7.] Lukács, E. Vad, J. (2021). Flow topology and loss analysis of a square-to-square sudden expansion relevant to HVAC systems: A case study, J. Build. Eng. 41 102802.
[8.] Lukács, E. Vad, J. (2022). A passive loss reduction method of square-to-square sudden expansions, Energy and Buildings 266 112113.
[9.] Pinelli, A., Uhlmann, M., Sekimoto, A., Kawahara, G. (2010). Reynolds number dependence of mean flow structure in square duct turbulence. Journal of Fluid Mechanics, 644, 107-122.
[10.] Pirozzoli, S., Modesti, D., Orlandi, P., Grasso, F. (2018). Turbulence and secondary motions in square duct flow. Journal of Fluid Mechanics, 840, 631-655.
[11.] Moin, P., Kim, J. (1982). Numerical investigation of turbulent channel flow. Journal of Fluid Mechanics, 118, 341-377.
[12.] Madabhushi, R. K., Vanka, S. P. (1991). Large eddy simulation of turbulence-driven secondary flow in a square duct Physics of Fluids A: Fluid Dynamics 3, 2734
[13.] ANSYS, Inc. (2021) ANSYS Fluent Theory Guide, Release 2021 R2
[14.] Celik, I. B., Ghia, U., Roache, P. J., Freitas, C. J. (2008). Procedure for Estimation and Reporting of Uncertainty Due to Discretization in CFD Applications. Journal of Fluids Engineering – Transactions of the ASME 130 (7) 078001 1–4.
[15.] ISO 5168-2005, Measurement of fluid flow. Procedures for the evaluation of uncertainties.
[16.] Menter, F., Lechner, R., Matyushenko A. (2019). Best Practice: Generalized k-ω Two-Equation Turbulence Model in ANSYS CFD (GEKO). Technical report ANSYS.
[17.] Idelchik, I.E. (2008). Handbook of Hydraulic Resistance, 3rd ed., Jaico Publishing House, Mumbai, India.
[18.] Gerhart, P. M., Gross, R. J. (1985). Fundamentals of Fluid Mechanics, Addison-Wesley Publishing Company, USA.
[19.] Schlichting, H. (1955) Boundary Layer Theory, 1st English ed., Pergamon Press Ltd, London.

**Lektorálta**: Prof. Dr. Vad János, egyetemi tanár, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Áramlástan Tanszék

# Művészeti és Művészettudományi Szekció / Music and Visual Arts Section

# A *FELDOBOTT KŐ* MINT A BILDUNG NARRATÍVA MODERNISTA MEGVALÓSULÁSA

**Milojev-Ferkó Zsanett**
*ELTE BTK Film-, média- és kultúraelméleti Doktori Program,*
*doktorandusz hallgató,*
*milojev.zsanett@btk.elte.hu*

**Absztrakt**
Doktori kutatásomban azt vizsgálom, hogy a Bildung narratíva milyen tematikai és formai jegyekkel párosul a magyar újhullám rendezőinek filmjeiben, és értelmezhető-e ez a narratíva úgy, mint a modern film egyik meghatározó paradigmája.
A nevelődési történetek 1963 és 1969 közötti periódus alatti elterjedéséhez a szerzői film hazai megjelenése, a nemzedéki szemlélet előretörése és a nemzetközi filmművészeti folyamatok hatása egyaránt hozzájárultak. A műfaj elterjedése szervesen összefügg a korabeli társadalmi-politikai kontextussal, hiszen a tanulás és a(z) (ön)nevelés, az egyik legfontosabb szocialista értékek voltak.
A nevelődési film a nevelődési-, vagy fejlődésregény műfajából „származtatható". A Bildung történetséma szerint a fiatal főszereplő személyében/életében különböző események hatására változás áll be. Ennek a változásnak a modellezésére bevezettem a nevelődési marker fogalmát, melynek segítségével rendszerezem, hogy milyen (sors)események hatására áll be (erkölcsi) változás a főszereplő énjében. A további szempontok kialakításához a műfajelméleti munkák adtak ötletet. Érdekel az, hogy a főszereplő integrálódik-e a társadalomba (Moretti), van-e összefüggés a főszereplő változása és a történelmi idő változása között (Bahtyin), a felnőtté válás természetes (Dilthey) vagy nem természetes ((pl. háború, erőszak), Moretti), és tartalmaz-e a film nevelési/pedagógiai célzatú szentenciát vagy sem.
Módszertani szempontból kvalitatív módszerrel dolgozom és induktív jellegű munkát végzek, azaz a filmek elemzése után vonok le általános következtetést.
Jelen előadásban Sára Sándor Feldobott kő (1968) című első nagyjátékfilmjének elemzése során demonstrálom az előbb vázolt szempontokat. Pásztor Balázs története a Rákosi diktatúra idején játszódik. A fiú felnövéstörténetében a nevelődési markere egyrészt édesapja erőszakos internálása (külső – testi), másrészt ennek közvetlen következményeképp, a meghiúsult egyetemi évkezdés (belső – szakmai); harmadrészt a görög partizán, Iliász erőszakos halála (külső – testi). Mindhárom esemény politikai indíttatású, és mélyen a Rákosi-rendszer politikai logikájában, eljárásmódjában gyökerezik, tehát nem természetes folyamat eredménye. A hivatalos narratíva szerint a tanyaközpont építtetésért társadalmi ösztöndíjjal egyetemre küldik, azaz a főhős integrálódik a társadalomba. A kezdeti passzív karakter az őt ért sorsesemények hatására aktív ágenssé válik a történet végére: a cigánytelep megrázó dokumentum-betétjében kameráját használja „fegyverként" a társadalmi igazságtalanságok ellen.
Értelmezésem szerint a filmben a modernista formai megvalósulásokkal együtt jelenik meg a Bildung narratíva. A szubjektivitás (önéletrajziság, alteregó főhős, szubjektív beállítások, narrátor) és a reflexió (film a filmben, intertextuális utalások) különböző alakzatai figyelhetők meg az alkotásban. Külön kiemelendő, hogy a kritikai reflexivitás első, hazai filmtörténetben való megjelenését az alkotás utolsó jelenetében azonosíthatjuk, melyben a pedagógia célzatú szentencia is elhangzik.
A kutatás további célja a modernista filmforma és a Bildung narratíva egyéb megvalósulási formáinak azonosítása a korszak alkotásaiban. Többek között Jancsó Miklós Oldás és kötés (1963), Gaál István Sodrásban (1963), Kósa Ferenc Tízezer nap (1965/1967), Szabó István

Álmodozások kora (1963) és az egy Apa – egy hit naplója (1966), valamint Sándor Pál Bohóc a falon (1967) című filmjeiben.

***Kulcsszavak**: magyar filmtörténet, nevelődési filmek, újhullám, fiatalok, modernizmus, Bildung*

## 1. Bevezetés

### *1.1 A nevelődési történetek filmtörténeti kontextusa.*

A magyar újhullám (1963 és 1969) ideje alatt jelentek meg és terjedtek el a nevelődési narratívát tartalmazó szerzői filmek (Milojev, 2021). Ehhez hozzájárult az, hogy a hatvanas években egy új nemzedék lépett színre, akik a kádári konszolidáció enyhülő kultúrpolitikai klímájában dolgoztak, amely kedvezőbb feltételeket biztosított számukra, mint a korábbi rendezőknek. A Máriássy-osztály (Elek Judit, Gábor Pál, Gyöngyössy Imre, Huszárik Zoltán, Kardos Ferenc, Kézdi-Kovács Zsolt, Rózsa János és Szabó István), illetve korban hozzájuk közel álló alkotók (Sára Sándor, Gaál István) számára már lehetőség nyílt személyes történetek elmesélésére, vagyis – Makk Károly szavaival élve – én-filmeket készíthettek, és tudatosan kezdhettek életmű építésbe (Varga, 2019). Ehhez a szerzői elmélet hazai térnyerése nyújtott ideológiai alapot és az európai újhullámok alkotásai szolgáltak inspirációként. Ebben az időszakban jelenségszerűen találkozhatunk olyan történetekkel, melyek fiatalokról szólnak. 141 film készül a korszakban, melyből 26 film szól a fiatalokról (18,5%) és ebből 17 nevelődési film (12%) (Forrás: OTKA).

### *1.2. Hipotézis. Az elemzés szempontjai*

Hipotézisem szerint a rendezők a nevelődési- vagy fejlődésregény műfaját használták fel arra, hogy személyes történeteiket elmeséljék, melynek fókuszában a protagonista Bildungja, azaz nevelődése áll. Ezekben a történetekben a főhős fiatalsága nem csak egy attribútum, hanem a legfontosabb jegye a főszereplőnek, azaz epitheton ornansként is definiálhatjuk. Bahtyin szavaival élve a nevelődési regényben *„a hős megváltozása szüzséképző jelentőségre tesz szert”* (Bahtyin, 1986, 436). A szerző megkülönbözteti a nevelődési regény öt típusát. Ezek közül az egyik a realisztikus forma, melynek legfőbb jellemzője, hogy a szereplő a történelmi idővel szoros összefüggésben változik. (Korábban a regényekben a főszereplő változása egy stabil történelmi háttér előtt történt.) Erre a műfajra jellemző, hogy sok esetben a főhős integrálódik a társadalomba, mely mintaként szolgál(hatot)t a befogadók számára.
Bizonyos szerzők különbséget tesznek aközött, hogy a főszereplő változása természetes vagy kívülről jövő folyamat eredménye-e. Wilhelm Dilthey (Dilthey, 1925) hangsúlyozza, hogy a főhős változása egy természetes folyamat eredménye, melynek megvan a maga belső stációja és az ideje, amikor az szükségszerűen bekövetkezik egy fiatal életében. Moretti értelmezésében a Bildungsroman 20. századi darabjai (pl. Conrad, Mann, Musil) látszólag jelentéktelen történések láncolatai, ezek a szövegek fragmentáltak és térbeliek, míg a romantika idején diakronikus és evolúciós természetűek voltak a fejlődésregények. A változás okát az I. világháború traumájában látja: a felnőtté válás ettől kezdve nem egy természetes és békés folyamat, hanem egy kívülről jövő változás eredményeként aposztrofálódik (Moretti, 1987).
Az itt vázolt műfajelméleti munkákból kiindulva a következő szempontok mentén elemzem Sára Sándor filmjét. Megnézem, hogy a főhős változása természetes vagy traumatikus folyamatokhoz kapcsolódik-e. Érdekel az, hogy a főhős integrálódik-e a társadalomba (pl. egyetemre megy, dolgozni kezd), és (akár ehhez kapcsolódóan) tartalmaz-e a történet pedagógiai célzatú szentenciát, és ezáltal mintaként szolgálhatott-e a protagonista integrációja a befogadó számára. Továbbá megvizsgálom azt is, hogy a főhős transzformációja reflektál-e a történelem változására, és ha igen, hogyan viszonyul hozzá. A főhős változását a nevelődési

markerrel mérem. Olyan eseményeket sorolok ide, amelyek a protagonista transzformációját írják le, vagyis döntően járulnak hozzá felnövéséhez.
Ezt követően a modern megoldások azonosítására törekszem az alkotásban. Úgy vélem ugyanis, hogy a nevelődési narratíva reprezentáns műfaja volt a filmes modernizmusnak, ugyanis a szerzőiség elterjedésével, és a fiatal generáció színre lépésével a film funkciója megváltozott: személyessé vált. Az ifjú rendezők a filmet identitásteremtésre használták. Nemcsak saját, vagy nemzedékük identitását alapozták meg általa, hanem egy újfajta filmnyelvet, egy „érettebb", „felnőttebb", azaz modernebb filmnyelvet is létrehoztak a nevelődési narratíván keresztül. Itt utalnék Kovács András Bálint monográfiájára (Kovács, 2010), aki amellett érvel, hogy az evolucionista filmelemzők szerint a modern filmművészet szerint *„a modern film a forma (nyelv) fejlődésének egy magasabb stádiumát képviseli"* (Kovács, 2010, 57), és jobban képes arra, hogy elvont gondolatokat fejezzen ki, mint a klasszikus film. Kovács utal arra, hogy ezt a *„felsőbbrendűséget gyakran fejezték ki a felnőttség, az érettség metaforájával"* (Kovács, 2010, 61). Erre a szubjektivitás és a reflexivitás eszközeit használták fel a rendezők.

## 2. Sára Sándor: Feldobott kő (1969)

### *2.1. Filmtörténeti kontextus*

Az egyéni látásmódjáról ismert, kivételes tehetségű operatőr első nagyjátékfilmje az egyik darabja az újhullámban megjelent Így jöttem-filmeknek, melyekben a fiatal rendezők személyes történeteiket mesélik el a líraiság, a nemzedékiség, és az önvallomás jegyében (Varga, 2004, 435). Sára Sándor a Balázs Béla Stúdióban hívta fel magára a figyelmet lírai dokumentumfilmjeivel (*Cigányok* (1962), *Vízkereszt* (1965), *Pro patria* (1970)). Ezekben az alkotásokban nemcsak sajátos képi látásmódja és emberközpontú alkotói megközelítésmódja, hanem a szociológiai-társadalmi mondanivaló igénye is megmutatkozik. Ezek a jellemzők az első nagyjátékfilmjében is megjelennek.
A hatvanas évek elején-közepén a kádári konszolidáció enyhülő kultúrpolitikai klímájának és Hruscsov bukásának köszönhetően megindult a művészetben a Rákosi-korszak kritikai újraértékelése. Fontos, hogy már lehetett beszélni az ötvenes évek mélysztálinista diktatúrájáról, ám a lehetséges történelmi folytonosságról, vagyis a Rákosi-korszak és a Kádár-rendszer közötti hasonlóságokra tilos volt reflektálniuk az alkotóknak. A magyar filmtörténetben Gaál István *Zöldár* (1965) című filmje volt az első, mely a személyi kultusz éveit választotta tárgyául, és időrendben ezt követi Sára itt tárgyalt alkotása.

### *2.2. A nevelődési narratíva jellemzői*

Sára Sándor alkotása, a *Feldobott kő* három részre és egy kerettörténetre osztható. Balázs fejlődéstörténetének aspektusából nézve az első rész a gondtalan fiatalságé: a most érettségizett fiút felvették filmrendező szakra. A második szegmens a kijózanodás, az ifjúkori álmok szertefoszlásának kifejtése: édesapja megállítja a szovjet barátságvonatot, és emiatt internálják, így „politikai okokra hivatkozva" visszavonják Balázs sikeres felvételijét. A fiú földmérőnek áll, ahol megismerkedik egy görög partizánnal, Iliásszal és vonzó feleségével, Irinivel. Társadalmi munkában részt vesznek egy szocialista tanyaközpont megépítésében. Ezt a szakasz a kommunista forradalmár, Iliász halála zárja, akit a tanyasiak agyonvernek, ugyanis azt hiszik, hogy részt vett az erőszakos kollektivizálásban. A harmadik szegmenst a cigánytelepen történő féregirtás megrázó dokumentumbetétje alkotja, és azzal zárul, hogy Pásztor Balázs a fényképezőgépével szalad az erdőben.
A film egy évig dobozba került, majd egy utólag hozzátoldott kerettörténet lett a záloga a bemutatásának. Ezt a három fejezetet egészítették ki az alkotók egy mozaikos, sokszor

etűdszerű szigetekkel operáló lírai szegmenssel és egy kerettörténettel, mely szerint Pásztor Balázs a Kádár-korszakban leforgatja a *Feldobott kő* című filmjét, melyben Iliász alakjára koncentrálva meséli el „saját", önéletrajzi ihletésű élményeit. Így vall erről Sára Sándor egy interjúban: *„Ezt a filmet (Feldobott kő – M.ZS.) is betiltották, de – ugyanúgy, mint a Tízezer nap esetében – kínunkban itt is kitaláltunk egy kerettörténetet (bármi történt a fiúval az ötvenes években, végül mégis filmrendező lett), ami persze a film ellenében hatott... Arról nem is beszélve, hogy a film eredetileg úgy fejeződött volna be, hogy a fiú rohan a képekkel, és utánalőnek"* (Pintér, 2000). A cenzúra hívta életre tehát ezt a magyar filmtörténetben egyedülálló befejezést, vagyis a magyar modernizmus egyik legmarkánsabb megoldása kultúrpolitikai „akarat" következménye volt. Ez az önreflexív zárlat legitimálta a Kádár-rendszert, hiszen azt sugallta, hogy amit a Rákosi-érában nem lehetett, azt Kádár elvtárs ideje alatt lehetséges volt: beszélni (valamennyire) a (vélt) valós viszonyokról. További érdekesség, hogy a romák kopaszra nyírása a film szüzséje szerint a Rákosi-korszakban játszódik, a rendező elmondása szerint ez az esemény már a Kádár-rendszerhez köthető és 1960-61-ben történt (Pintér, 2000).

A protagonista kezdetben passzív karakter, majd a sorsesemények hatására aktív ágensé válik. Úgy vélem, hogy Balázs transzformációja reflektál a politikai változásokra is: azt sugallja, hogy a Kádár-rendszer „felnőttebb", érettebb politikai berendezkedés, mint Rákosié. Ez persze a kultúrpolitika által sugalmazni kívánt narratíva, mely nem egyezett az alkotói szándékkal, ahogyan az Sára fentebb idézett interjújából is kiderül. A szerző saját nézőpontját egy pedagógia célzatú narrátor szövegben fejti ki: *„Majd számonkérik tőled a történelmet, és igazuk lesz! Kérd számon a történelmen az embert, és igazad lesz! És kérd számon magadtól is!".* Sára filmrendező alteregóján keresztül a művész társadalomformáló szerepét hangsúlyozza és azt, hogy mindig emberként, erkölcsileg helyes magatartást képviselve kell élnünk, legyen szó akármilyen történelmi-politikai környezetről. Az ő értelmezésében *„a jövő embere az, akinek nem lehet ígérni semmit*"; aki cselekvő, és küzd az igazságért – a maga eszközeivel. Tehát a rendező Pásztor Balázs alakján keresztül rajzolja meg a művészi és emberi magatartás zsinórmértékét a pedagógiai célzatú zárlatban, ezáltal kritikai éllel árnyalja a hivatalos diszkurzus által sugalmazni kívánt narratívát, és mintaként állítja ezt a fajta magatartást a befogadó elé.

Ennek a meghatározó és kegyetlen történelmi kontextus reprezentációjának a következménye az, hogy Pásztor Balázs fejlődéstörténetében a nevelődési markerek is politikai természetűek, azaz a történelmi-politikai berendezkedés következményeiként értelmezhetők. Balázs Bildungjában a nevelődési markerek a következők: egyrészt édesapja erőszakos internálása, másrészt ennek közvetlen következményeképpen a meghiúsult egyetemi évkezdés; harmadrészt a görög partizán, Iliász erőszakos halála. Mindhárom esemény politikai indíttatású, és mélyen a Rákosi-rendszer politikai logikájában, eljárásmódjában gyökerezik. Balázst a tanyaközpont építtetésért társadalmi ösztöndíjjal egyetemre küldik, azaz a főhős integrálódik a társadalomba. Azonban a politikai rendszer „nagylelkűsége" ebben a gesztusban is „árnyalódik", hiszen az erőszakos kollektivizálás következményeképp Iliász halála az ára annak, hogy a főhős egyetemre menjen.

### *2.3. Modern jegyek*

A magyar újhullám időszakában terjedt el a filmes modernizmus, melyet a modern művészet adaptálódásaként értelmezhetünk bizonyos filmtörténeti folyamatokhoz. Ezáltal *„a modern film nem annyira egy specifikus filmfajta, inkább a modern művészet egy sajátos formája"* (Kovács, 2010, 29), melyben a szubjektivitás, a reflexió és az absztrakció jelennek meg jellegzetes tematikus- és formaszervező elvként. A következőkben a szubjektivitás és reflexió megvalósulási formáit vizsgálom meg a nevelődési narratívával összefonódva.

### *2.3.1. Szubjektivitás*

A szubjektivitás tetten érhető a *Feldobott kő*ben a személyes hangvételben, vagyis abban a tényben, hogy Sára Sándor önéletrajzi ihletésű története. Ezt erősíti a protagonista filmrendező mivolta is, vagyis Pásztor Balázs Sára Sándor alteregójaként funkcionál. Karaktere rezonőrként működik, amennyiben Sára ars poeticáját fogalmazza meg általa, melyet – a személyesség jegyében – homodiegetikus narrátor tolmácsolásában hallhatunk.
A személyesség mellett a szubjektív beállítások használata is megjelenik az alkotásban. Balázs a meghiúsult egyetemi felvételi után munkába áll és földmérőként dolgozik, melynek során teodolit segítségével végez víztároló építéséhez előkészítő méréseket. Ez az eszköz formájában hasonlatos a kamerára, ám van egy fontos különbség: ebben az „optikában" a világ „a feje tetejére áll": emberek, arcok, tájak egy fordított rend szerint léteznek. Ez a képi megoldás találóan fejezi ki Balázs lelkiállapotát a körülményekre vonatkozóan. Ezek a szubjektív felvételek egyben a belső világ kivetülései is, amennyiben arról mesélnek, hogy Balázs a külső, a felszíni rend ellenkezőjét látja: a világ erkölcsi, politikai értelemben a feje tetejére állt. Ám ahhoz, hogy ezt a meggyőződését érvényesen kifejezhesse, a szubsztitúció, a helyettesítő eszköz, a teodolit helyett majd a fényképezőgép lesz segítségére a cigánytelepen, illetve a kamera az utolsó jelenetben. Ez az „eszközbeli" változás jól illusztrálja azt, hogy Balázs passzív karakterből aktív ágenssé változik a történet végére, és valódi művésszé válik.

### *2.3.2. Reflexió, önreflexió és kritikai reflexivitás*

A reflexió egy általános kategória, mely alatt minden olyan reflektív megvalósulást értünk, mely a film működésmódjára vonatkozik. Erre példák lehetnek *„a belső keretek, melyek a film keretére reflektálnak; a filmképen megjelenő kamera; a film a filmben különféle változatai; a szereplők moziba mennek, filmet néznek; sztárcameók a diegézisben"* (Vincze, 2013, 25). Vincze értelmezésében a filmes önreflexió az, amikor *„a film olyan tükörszerkezetet hoz létre, melyben a teljes film tükröződik, nemcsak annak valamely darabkája"* (Vincze, 2013, 25). Kiemelendő, hogy a modern művészfilm történetében megjelenik a kritikai reflexivitás, mely a szerzőiség és az önreflexió találkozásából született és *„a szerző médiumra vonatkozó reflexióját jelenti …. A kritikai reflexivitás együtt jelenik meg azzal a gondolattal, hogy a film individuális szerzővel rendelkezik, akinek sajátos viszonya van a valósághoz és a médiumhoz"* (Kovács, 2010, 237).
Sára Sándor képekben gondolkodó filmrendező és operatőr, és ebben az értelemben a szőtsi hagyomány továbbéléseként értelmezhetjük művészetét (Vincze, 1998). Azonban nemcsak képekben, hanem már filmtörténetben is gondolkodó alkotóról van szó, aki egyike volt annak az első generációnak, akik iskolapadban ülve tanultak filmkészítést és filmtörténetet, s gyakran jelenítik meg saját alkotásukat más filmek viszonylatában.
A rendező több ízben és összetett módon jeleníti meg a film a filmben szerkezetet a *Feldobott kő*ben. Három példát is találunk az alkotásban, melyek azon túl, hogy a filmre való reflexió különböző formáit reprezentálják, egyúttal a szerző eltérő viszonyulási módját is kifejezik a beemelt részletekre vonatkozóan.
A filmben elsőként akkor találkozunk mozgóképpel, mikor Balázs és Jancsi együtt néznek meg a moziban néhány agitációs filmet: a személyi kultusz megvalósulásának példái mellett (első búza átadása, majd az abból készült kenyér átnyújtása Rákosi Mátyásnak) a szovjet-magyar barátságvonat száguldásáról a szovjet mintára történő téeszesítésről és a parasztok belépéséről tudósítanak leplezetlen „objektivitással". Ez a propaganda-felvétel jól látható módon külön el a vászontól, annak csak egy részét képezi. Reflexív keret ez, ami arra utal, hogy Sára meghúzza a határt saját filmje és az agitprop között.

Iliász és Balázs azt a megbízatást kapják, hogy vegyenek részt egy szocialista tanyaközpont megépítésében. Az ott élő parasztok bizalmatlansággal, gyanúval viseltetnek feléjük, és ennek hangot is adnak a kukoricamorzsolás során, melynek végén megfenyegetik Iliászt (*„Ha igazat beszélsz, görög, akkor ez a villa itt marad!”*). Balázs és Iliász barátsággal, őszinteséggel és emberséggel bánnak velük. Egy alkalommal filmvetítést rendeznek a tanyán, ahova ellátogatnak a középvezető káderek is. Miután besötétedik, az égre kifeszített tejfehér vásznon Bán Frigyes *Talpalatnyi föld* (1948) című filmjét vetítik le a tanyasiaknak, mely az államosított filmgyártás első hivatalos alkotása volt. Bán Frigyes alkotásából három jelenetet emel be Sára: az első a munkát, a második a szegénységet, a harmadik pedig azt a mozzanatot hangsúlyozza, melyben az öreg Juhostól elveszik a házát a csendőrök. A film utóbbi jelenete alatt a nézők mint fekete papírmasé figurák mozdulatlan csendbe burkolódznak. Ebben a jelenetben azt láthatjuk, hogy a vásznon történtek és az azt néző emberek között kapcsolatot teremt, párhuzamot von a rendező. Az öreg Juhos erélyes mozdulatánál, mellyel háza félfájába kapaszkodik, miközben el akarják hurcolni, Sára megszünteti az ő filmje és a vetített film közötti megkülönböztetést: ezen a ponton a két film tere összeér, ezáltal is azonosítva a két eset közötti hasonlóságot: a parasztság (ismét) jogfosztott és földtelen lett. A film itt előrevetíti a később történteket. Másnap ugyanis az asszonyok azzal várják Iliászt és Balázst, hogy éjjel elvitték a férfiakat. Miután a görög megpróbálja kideríteni az igazságot, a tanyasiak agyonverik.

A film a filmben szerkezetű megoldás a hatvanas években számos alkotásban megjelent, ám ebben az időszakban jelentősen megnövekedett azoknak a filmeknek a száma, amelyben a szerzői kétségek, a művészi alkotás dilemmájának részeként jelentkezett (pl. Ingmar Bergman: *Börtön* (1949), Federico Fellini: *Édes élet* (1960), *Nyolc és fél* (1963); Francois Truffaut: *Amerikai éjszaka* (1973); Jean-Luc Godard: *A megvetés* (1963)). Itt már nem egyszerűen csak reflexivitással, hanem a vinczei értelemben használt önreflexivitással, vagy más néven a mise-en-abyme jelenségével találkozunk. A mise-en-abyme a szöveg vagy film öntükrözésének egy módozata, egy „*olyan tartalmi jellegű önreferencia”*, amely *„tükörként reprodukálja valamiképpen a szövegegész folyamatait”* (Pethő, 2003, 138). Vagyis a filmben megjelent másik film valamiképpen tükrözik egymást. Ennek a megvalósulása jelenik meg a Sára Sándor *Feldobott kő*jének zárójelenetében, melyben Pásztor Balázs leforgatja saját filmjét, mely a *Feldobott kő* címet viseli és melynek központi alakja Iliász lesz. Ez az önreflexív zárlat egyedülálló a magyar filmtörténetben. Emellett ebben a jelenetben a kritikai reflexivitás is megjelenik, amennyiben Sára Sándor Pásztor Balázs alakján keresztül a filmrendező művész és a műalkotás feladatáról elmélkedik, ahogyan azt fentebb (a narrátorszöveg kapcsán) kifejtettem.

A három a filmrészlet egyúttal egy (filmes) reflexív „evolúciót” jelenít meg: az agitproptól jutunk el a klasszikuson át a szerzői filmig, mely egyfajta filmnyelvi fejlődést, változást sugall. Az intertextualitás, azaz a más szövegekre való közvetlen utalás mint a reflexivitás egy másik formája ebben a filmben is megjelenik és sok esetben jelöletlen marad. A *Feldobott kő*ben az az érdekes, hogy Sára legfőképpen saját filmjeire tesz utalást. Evidens a *Cigányok* című lírai dokumentumfilm és a cigánytelep betétjének párhuzama. A tanyán zajló filmvetítés előtt a névsorolvasásnál elhangzik Széles István neve, és a végén, Pásztor Balázs által rendezett filmben az a nő szerepel, aki Széles István feleségét játszotta (Bűrös Gyöngyi); ezáltal a *Tízezer nap* című, Kósa Ferenccel és Csoóri Sándorral közösen alkotott filmjeikre utal. Több ízben is érezhető a *Vízkereszt* című kisfilmjével a rokonság: egyrészt tematikájában a tanyavilág helyzetét érinti, másrészt motívumában a szálló, repülő gyerekek képe mindkét alkotásban megjelenik, mely Sára lírai megközelítésmódját hangsúlyozza a valóság tettenérésében.

## 3. Összegzés

Tanulmányomban bemutattam, hogy a *Feldobott kő*ben a nevelődési narratíva történelmi kontextusba ágyazva jelenik meg, és a főszereplő fejlődéstörténete a történelmi változásokra is reflektál. Ezt a narratívát azonban a szerzőiség jegyében kritikai éllel árnyalja a rendező. Továbbá amellett érveltem, hogy Pásztor Balázs formálódása nem természetes folyamat eredménye, hanem a főhős politikai folyamatok hatására válik felnőtté, és ennek záloga az, hogy megértse a történelmi folyamatokat. A kezdeti passzív karakterből aktív ágens lesz a film végére, aki filmrendező lévén, saját eszközével, a kamerával harcol a társadalmi igazságtalanságok ellen, alteregóként közvetítve ezzel a rendező ars poeticáját. Úgy vélem, hogy a nevelődési narratíva reprezentatív műfaja a modern filmnek, ugyanis ezekben a filmekben a fiatal alkotók nemcsak egyéni, hanem nemzedéki élményeiken keresztül beszélnek a felnőtté válásról. Emellett, egy „érett", azaz modern filmnyelv megszületése történik meg a nevelődési narratíva által, mert a szubjektív és reflexív tematikus és formai elemek elszaporodása a fiatalokról szóló történetekben egyúttal a modern filmművészet megjelenését is elhozza.

## Irodalomjegyzék


[1.] Bahtyin, Mihail Mihajlovics: A nevelődési regény és jelentősége a realizmus történetében. In Bahtyin, Mihail Mihajlovics (szerk), A beszéd és a valóság. Filozófiai és beszédelméleti írások. Budapest: Gondolat. 1976. pp. 419-479.

[2.] Dilthey, Wilhelm: Élmény és költészet. Budapest: Franklin-Társulat. 1925.

[3.] Kovács András Bálint: A modern film irányzatai. Budapest: Palatinus. 2010.

[4.] Milojev Zsanett: Ifjúkori modern önarcképek - a Bildung narratíva megjelenése a magyar újhullám filmjeiben. 2021. Letöltve 2022. május 20-án, a dok.pte.hu weboldalról: https://dok.pte.hu/sites/dok.pte.hu/files/files/Kiadvanyok/IDK2021_Tanulmanykotet_tomoritett.pdf

[5.] Moretti, Franco: The way of the world. The Bildungsroman in European Culture. London: Verso. 1987.

[6.] Pethő Ágnes: Múzsák tükre. Az intermedialitás és az önreflexió poétikája a filmben. Csíkszereda: ProPrint Könyvkiadó. 2003.

[7.] Pintér Judit: Képek sodrásában. Sára Sándorral Pintér Judit beszélget. 2000. Letöltve 2022. április 19-én, a Metropolis weboldalról: https://www.metropolis.org.hu/kepek-sodrasaban-1

[8.] Vincze Teréz: Szerző a tükörben – szerzőiség és önreflexió a filmművészetben. Budapest: Kijárat Kiadó – Kosztolányi Dezső Kávéház Kulturális Alapítvány. 2013.

[9.] Vincze Teréz: Szőts István és a hatvanas évek magyar filmművészete. 1998. Letöltve 2022. április 19-én, a Metropolis weboldalról: https://www.metropolis.org.hu/sz-337-ts-istvan-es-a-hatvanas-evek-magyar-filmm-369-veszete-1

[10.] Varga Balázs: Párbeszédek kora. A hatvanas évek magyar filmje. In Rainer M. János (szerk.), A „hatvanas évek" Magyarországon. Budapest, 56-os Intézet. 2004. pp. 427-446.

[11.] Varga Balázs: Szeizmográf. A művészfilm-közönségfilm vita, a hatvanas évek magyar filmje és a Kádár-korszak első felének kulturális nyilvánossága. 2019. Letöltve 2022. április 19-én, a Metropolis weboldalról: http://metropolis.org.hu/szeizmograf


**Lektorálta:** Dr. Strausz László, egyetemi adjunktus, ELTE BTK Filmtudomány Tanszék

# A MAGYAR MODERN MŰVÉSZET MINT „PROMÓCIÓS TERMÉK" A FASISZTA ITÁLIÁBAN (1931–1937)

**Juhász Bálint**
*Pázmány Péter Katolikus Egyetem Történettudományi Doktori Iskola, doktorandusz,*
*valentino.pastore@gmail.com*

**Absztrakt**
1925. március 18-án nyílt meg a milánói Galleria Pesaro-ban a „Mostra Individuale del Pittore Gyula Rudnay" című kiállítás. A kiállítás, amelynek Tamás Henrik és Lino Pesaro voltak a szervezői, Vittorio Pica közbenjárása révén jött létre. Ez a nápolyi műkritikus és művészettörténész, 1910 és 1927 között a velencei biennálék főtitkárának pozícióját töltötte be. Kurátori tevékenysége alatt olyan kiállítások jöttek létre a velencei biennálén, amelyek a XIX. századi olasz festészetet (Giuseppe de Nittis) újra értelmezték, a nemzetközi kortárs művészet képviselőit (Archipenko, Modigliani, Ferdinand Hodler, James Ensor, Jan Toorop) megismertették, és helyet biztosítottak a kelet–európai képzőművészetnek (pl. orosz szocialista realista művészek, Rudnay Gyula). Hozzájárulása Tamás Henrik projektjéhez nélkülözhetetlen volt, ajánlása mélyen beleilleszkedett egy hármas szempontrendszerbe, amely az olasz–magyar kultúrkapcsolatok előre mozdítója volt: kedvező politikai helyzet, gazdasági stabilitás, és társadalmi konszenzus. Habár az olasz állam támogatása a magyar revizionizmus irányába, és Mussolini politikai rendszere iránti szimpátia lehettek Tamás Henrik vállalkozásának mozgatórugói, azonban Klebelsberg Kunó 1927-es látogatása és az olasz–magyar barátsági szerződés megkötése a két ország közötti kapcsolatrendszer elmélyüléséhez vezettek. Emiatt a magyar modern művészet népszerűsítése és legitimálása Itáliában egy új kommunikációs stratégiát vett igénybe, amelynek szócsövei 1931 és 1933 között az »Associazione Amici dell'Ungheria « és Fränkel József voltak. Sajnálatos módon munkásságukat még nem sikerült feldolgozni. Megnyilvánulásaik során hasonló módon, de másfajta forgatókönyvet követve hasznosítottak egy propagandisztikus nyelvezetet. Hozzáállásuk a művészet immanens létét szüntette meg, s így a „műtárgy" mozdítható áruvá vált a kultúrpolitikai érdekjátszmákon belül. Ennek következtében az olasz–magyar kultúrpolitika által nyújtott előnyök fontosabbá váltak, mint egy párbeszéd az olasz és a magyar műkereskedelem között. A kutatás két részre bontható. Egyrészt feldolgoztam az olasz–magyar kultúregyesület és a magánvállalkozó által megrendezett kiállításokat. Ezt követően végig tanulmányoztam a két világháború közötti észak-itáliai műkereskedelem szakirodalmát. A két típusú szervezés szempontrendszere, és a sajtókritika recepciója elvezettek azokhoz a célok és forgatókönyv megértéséhez, amelyek Aba-Novák Vilmos művészetének kedvező észak–itáliai recepcióját próbálták elérni. Kutatásaim azt bizonyították be, hogy e nagyszabású tervek efemer próbálkozásként végződtek, habár mindketten hasonló kapcsolatrendszerrel és kultúrdiplomáciai eszköztárral rendelkeztek. Ezért én úgy látom helyesnek, hogy e kutatást Aba-Novák Vilmos itáliai recepciójának feldolgozásával folytatnám az itáliai műkritikusok (Ugo Ojetti, Roberto Papini, Cipriano Efisio Oppo) kritikai gondolkodása alapján.

***Kulcsszavak**: Gerevich Tibor, Római iskola, Aba- Novák Vilmos, olasz fasizmus, Klebelsberg Kunó*

1925. március 18-án nyílt meg a milánói *Galleria Pesaró*ban a *Mostra Individuale del Pittore Gyula Rudnay* című kiállítás.[1] A tárlat, amelynek Tamás Henrik és Lino Pesaro voltak a szervezői, Vittorio Pica közbenjárása révén jött létre.[2] Ez a nápolyi műkritikus és művészettörténész, 1910 és 1927 között a velencei biennálék főtitkárának pozícióját töltötte be. Kurátori tevékenysége alatt olyan kiállítások jöttek létre a velencei biennálén, amelyek a 19. századi olasz festészetet (Giuseppe de Nittis) újraértelmezték, a nemzetközi művészet legnagyobbjait (Archipenko, Modigliani, Ferdinand Hodler, James Ensor, Jan Toorop) bemutatták, és a kelet–európai képzőművészetet (pl. orosz szocialista realista művészek, Rudnay Gyula) megismertették. Hozzájárulása Tamás Henrik projektjéhez nélkülözhetetlen volt, ajánlása mélyen beilleszkedett egy hármas szempontrendszerbe, amely az olasz–magyar kultúrkapcsolatok előremozdítója volt: kedvező politikai helyzet, gazdasági stabilitás, és társadalmi konszenzus. Habár az olasz állam támogatása a magyar revizionizmus irányába, és Mussolini politikai rendszere iránti szimpátia lehettek Tamás Henrik vállalkozásának mozgatórugói, Klebelsberg Kunó 1927-es látogatása és az olasz–magyar barátsági szerződés rányomták a bélyeget a két ország közötti kapcsolatrendszer elmélyüléséhez. A Római Magyar Akadémia kialakulása és a nemzetközi tárlatokon elért sikerek révén Aba–Novák Vilmos szerepe egyre nagyobb lett az olasz–magyar kultúrkapcsolatokon belül. Emiatt műveinek népszerűsítése és legitimizálása Itáliában egy új kommunikációs stratégiát vett igénybe, amelynek szócsövei 1931 és 1938 között államilag támogatott olasz-magyar egyesületek (pl. *Associazione Amici dell'Ungheria*) és magánvállalkozók (*Fränkel József, Lehel Ferenc, Selinkó Géza)* voltak.[3] Sajnálatos módon munkásságuk továbbra is feldolgozatlan marad, viszont tevékenységük alatt a nemzeti kultúrfölény elvét tartották elsődleges prioritásnak, habár másfajta forgatókönyv szerint hasznosították a kor kultúrpropagandájának nyelvezetét. Noha tevékenykedésük alatt erkölcsi és szakmai sikert értek el, itáliai munkásságuk során a „műtárgy" egy mozdítható áruvá vált a kultúrpolitikai érdekjátszmákon belül. Ennek következtében az olasz-magyar kultúrpolitika által nyújtott előnyök fontosabbá váltak, mint egy párbeszéd az olasz és a magyar műkereskedelem között. Ennek következtében arra a kérdésre próbálok választ találni, hogy milyen célok vezérelték ezeket a szervezeteket vagy magánvállalkozókat Aba-Novák Vilmos műveinek bemutatása érdekében, és miképp próbálták ezeket elérni.

## 1. Egy vándorkiállítás a magyar nemzeti kultúrfölény nevében

Egy 1932-es interjúban Leo Pollini, a milánói *Associazione Amici dell'Ungheria* alelnöke az alábbi szempontok alapján vázolta fel a szervezet programját. Egyrészt kiemeli, hogy az egyesület *„a két ország közötti közeledést, szellemi, kulturális, gazdasági és politikai téren"* támogatja.[4] Az interjúban ezután részletesen felvázolta az egylet létrejöttéhez kötődő okokat, a támogatási háttért, és vezetőségének céljait. A szervezet központi funkcióit egy római intézményhez köti, amelynek milánói tagozata 1928. december 12-én jött létre. Ehhez kapcsolódóan megemlíti az egyesület fiókintézményeit, amelyek Genovában, Torinóban,

1 Rudnay Gyula olaszországi sikere, in: *Pesti Napló*, 1925. április 10., 12.

2 Lacagnina, Davide: *Un'altra modernità. Vittorio Pica e la Galleria Pesaro (1919–1929)*, in: Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa. Classe di Lettere e Filosofia 8 (2016), 5. kötet, 2. sz., 725.; *Milánói kiállítás*, in: Nagy András (szerk.): *Tamás Henrik emlékezései (művészekre, képszalonokra, a Tamás Galéria…) és műgyűjteménye* (kiáll. kat.: Pécs, Janus Pannonius Múzeum, 2004. április 2.–december 5.), Pécs, 2004, 54–59.;

3 A tanulmány sikeres megírását köszönhetem az ARCANUM-ban, az olasz újságok (*Corriere della Sera*, *La Stampa*, *Il Lavoro*) online adatbázisaiban, az MTA–ELKH Művészettörténeti Kutatóintézet Adattárjában, és római *Archivio Centrale dello Stató*ban folytatott kutatásaimnak.

4 Balla Ignác: *Az „Amici dell'Ungheria" szerepe és programmja*, in: Magyar Külpolitika 13 (1932), 3. sz., 5–7.

Bresciában, és Palermóban vannak.[5] Ugyanakkor kiemeli, hogy az *Associazione Amici dell'Ungheria* ifjúsági szervezete a *Gruppi Universitari Fascisti* alárendeltjeként fog működni.[6] E hosszú lajstrom után a milánói székhely feladatait taglalja végig. Leo Pollini szerint az egyesület nem rendelkezik egy önálló politikai apparátussal, azonban felolvasó estek és kulturális rendezvények révén képviseli a magyar nemzeti kultúrfölényt, mint ahogy az 1931-es *Casa d'Artisti*-s kiállításon tette. Ez a Balla Ignác által készített interjú az olasz–magyar kulturális barátság szellemiségét sugározza, azonban az egylet működési koncepcióját Emilio Bodrero olasz államtitkár hozta létre 1928-ban. Az 1930-as évek elején a milánói székhely irodái az *Istituto Fascista di Cultura* intézményének egyik emeletére kerültek, amely az Olasz Fasiszta Párt kultúrpolitikáját szolgálta, viszont legfontosabb feladata az olasz-magyar barátság látszatának fenntartása volt. E hozzáállás élő példái az 1931 és 1932 között létrehozott kiállítások voltak, amelyek a legfontosabb észak–itáliai magángalériákban kerültek megrendezésre. Az 1930-ban létrehozott milánói *Casa d'Artisti* adott helyszínt az első kiállításnak, amely 1931. október 3-án nyílt meg. A magángaléria a Via Manzoni 21-es számú szecessziós bérpalotájának földszintjén helyezkedett el. Sajnos a *Casa d'Artisti* levéltári iratanyaga a II. világháború alatt megsemmisült, s emiatt nem lehet objektív véleményt alkotni a galéria működési stratégiájáról. A korabeli kultúrtörténeti kutatásokra alapozva azonban megállapítható, hogy a Via Manzoni a milánói felső közép–osztály leglátogatottabb utcája volt.[7] Ezt az állítást az 1917 óta létező *Galleria Pesaro* jelenléte is megerősítette, amelynek színes kiállítási programja szervesen kapcsolódott a kor olasz műkereskedelmének ízlésvilágához. Ezzel szemben e magyar modern kiállítás nem az avantgárd képzőművészek munkáit mutatta be, hanem 3 nemzetközileg elismert magyar művészét.[8] Ezért a *Mostra delle opere di Aba-Novák Vilmos Iványi Grünwald Béla Rudnay I più illustri pittori d'Ungheria* az első olyan milánói tárlatnak tekinthető, amelynek egyik célja a magyar nemzeti kultúrfölény bemutatása és a magyar modern művészet bevezetése az észak-olasz műkereskedelem vérkeringésébe. A kiállítás katalógusának bevezető szövegeit Gerevich Tibor és Leo Pollini írták meg. Habár keveset tudunk Leo Pollini – a milánói olasz-magyar egyesület alelnöke – és Gerevich szakmai együttműködéséről, az *Associazione Amici dell'Ungheria* már 1930. február 6-án próbálta rávenni a velencei biennálé Magyar Pavilon kurátorát, hogy Márffy Oszkár és Balla Ignác mellett tartson egy művészettörténeti előadást Milánóban.[9] Valószínűleg a Római Magyar Akadémia igazgatójának elfoglaltságai miatt a tudományos előadásra nem került sor, azonban Gerevich Tibor neve a milánói kultúrpolitika köreiben már ismert lehetett.[10] Egyrészt a Római Magyar Akadémia igazgatójaként elért eredményeiről az olasz sajtó rendszeresen értesítette a szakmai publikumot, másrészt az 1923-as monzai Nemzetközi Iparművészeti Biennálé alkalmából megtartott előadása egy ugróbázist jelentett Gerevich számára.[11] Az általa megírt katalógusszövegen belül Aba-Novák Vilmos képzőművészetére az alábbi állítások voltak olvashatóak. A „párizsi", vagy a „müncheni" modernizmus nem játszott komoly szerepet képzőművészeti nyelvezetének kialakulásában. Gerevich inkább Róma városának

5 Az *Associazione Amici dell'Ungheria* milánói tagozata 1928. december 12-én alakul meg. Ezzel szemben 1930-ban jön létre a szervezet Genova-i fiókintézménye, s ugyanakkor avatják fel Torino-ban a *Circolo Kossuth*ot.

6 A G.U.F., avagy *Gruppi Universitari Fascisti* (Fasiszta Egyetemista Csoportosulások), az 1920-ban megalakult olasz ifjúsági csoportosulások, melyek az Olasz Fasiszta Párt 1919-es politikai programja szerint működtek.

7 A Via Alessandro Manzoni bejárata előtt helyezkedik a Piazza della Scala, ahol Európa egyik legrégebbi Operaháza, a *Teatro alla Scala* található.

8 Iványi–Grünwald Béla, Aba-Novák Vilmos, és Rudnay Gyuláét.

9 MNL–OL Külügyminisztérium Levéltár (1918–1945) II. kötet Külképviseleti szervek Olaszország K 127 Milánói Konzulátus és Főkonzulátus 1923–1945 193 44. csomó 379/930. 1930. február 6.

10 Közismert volt akkoriban a magyar kultúrpolitikai körökben, hogy Gerevich Tibor előszeretettel halmozott tisztségeket. A Római Magyar Akadémia igazgatói pozíciója mellett tanított a budapesti egyetemen, az esztergomi Keresztény Múzeum igazgatója volt, és számtalan kiállítás megszervezésében vett részt.

11 (*Gerevich előadása a milanói iparművészeti kiállításon*), in: Budapesti Hírlap, 1923. október 5., 5.

szellemiségét tartja fontosabbnak. Ehhez két érvet sorakoztat fel: az „új olasz művészet", illetve Giotto és Piero della Francesca festészetének hatását. Utolsó gondolatként Gerevich megemlíti, hogy Aba-Novák Vilmosnál a modern olasz festészet stílusjegyei a festmények konstruktív modernizmusában, és a temperafestésben találhatóak meg. Leo Pollini szövegében Aba-Novák festészetének színvilágát és tematikáját Magyarországhoz kötődik, azonban szellemileg a római időszakot tartja elsődlegesnek. Noha a Gerevich Tibor és a Leo Pollini-féle szövegek a laikus közönség *baedeker*ként jöhettek létre, a szakma nem volt annyira meghatódva Tőlük. A meghívott olasz műkritikusok (Carlo Carrà, B. Moretti, Dino Bonardi, Vincenzo Bucci, és Ettore Cozzani) elzárkózó módon nyilatkoztak Aba-Novák Vilmos képi világáról.[12] A képzőművész műalkotásainak színvilágában lévő túlzott disszonanciáját értelmetlennek tartották. Egyesek ezt úgy magyarázták, mintha egy jazz koncert zenei világával szembesülnének.[13] Az ábrázolt alakokat túlságosan groteszknek, és bizarrnak tartották, s ezért e távolságtartó recenziók valószínűleg rányomták bélyegüket Aba-Novák Vilmos műveinek megítélésére. Az ezután létrejött tárlatot a genovai *Circolo della Stampa*-ban hozták létre, amelynek megnyitóját az *Associazione Amici dell'Ungheria* egyik munkatársa tartotta meg.[14] Márffy Oszkár, Márffy Ödön festőművész testvére, a milánói *Università del Sacro Cuore* magyar nyelv és irodalom docenseként és számos olasz újság együttműködő riporteréként sikerült felépítenie egy saját imázst az olasz-magyar kultúrkapcsolatokon belül. Noha nem került elő a genovai kiállítás katalógusa, én úgy vélem, hogy Márffy Oszkár beszéde Leo Pollini-éhoz hasonlóan azt a célt tűzte ki, hogy elhelyezze Aba-Novák Vilmos festészetét az olasz-magyar kultúrkapcsolatok diskurzusában. A vernisszázs és Márffy Oszkár előadása nem akadályozták meg, hogy a milánóihoz hasonló módon vélekedjen a genovai műkritika. Aba-Novák Vilmos színvilágában egy túlzott disszonanciát láttak, s felettébb visszataszítónak tartották a festmények kompozíciójának „bizarr" modernizmusát.[15] Az ezt követő három kiállítás, amely 1931. január és február között került megrendezésre, szintén az *Associazione Amici dell'Ungheria* és a helyszínbeli kulturális elit felügyeletét élvezték.[16] Ezeknél a tárlatoknál azt a következést lehet levonni, hogy a kölcsönös állami jelenlét és az olasz–magyar érdekszférához közel álló személyek lehetővé tették, hogy Aba-Novák Vilmos iránti figyelem megnövekedjen. Ezek az intézkedések, az úgynevezett „szükség törvényszerűségéhez" idomultak, amely jelentős módon hozzájárult az olasz-magyar baráti politika szinten tartásához. Ennek a törvényszerűségnek jegyében 1932. március 10-én került megrendezésre a trieszti *Galleria Michelazzi*-ban, Amedeo Aosta hercege védnöksége alatt a kiállítás-sorozat utolsó állomása.[17] A kiállítást egy 5 hónapig tartó eseménysorozat konklúziójának kell tekintenünk, amely nem tudta elérni kitűzött céljait.[18] Mindegyik kiállításnál a műalkotások kiválasztása tematikai szempontok alapján történt, azonban nem szerveztek tudományos konferenciákat,

12 A felvonult műkritikusok az alábbi újságokat képviselték. Carlo Carrà a l'*Ambrosiano*-t, Dino Bonardi a *La será*t, Vincenzo Bucci a *Corriere della Será*t, B. Moretti a l'*Italiá*t, és Ettore Cozzani a l'*Eroicá*t. Az utóbbi csak 1933-ban fog megjelentetni egy cikket Aba-Novák Vilmosról az újságában, melynek célja még a mai napig nem tisztázott.

13 Vincenzo Bucci: *Cronache d'arte Pittori Ungheresi*, in: Corriere della Sera, 1931. október 7., 5.

14 A tárlat 1931. november 18-án nyílt meg, és november 28-ig volt kinyitva a *Sindacato Interprovinciale Fascisti dei Giornalisti* székházában.

15 Ang.: *Mostre cittadine I pittori ungheresi al Circolo della Stampa*, in: Il Lavoro, 1931. november 22., 4.

16 Az elsőt a Sanremo-i tengerparti város *Villa Ormond* nevű neohistorizáló stílusú városi művelődési központban nyitották meg 1932 januárjában. A második tárlatot pedig a torinói *Galleria Codebò*ban 1932. januárban a *Circolo di Kossuth*, Paolo Thaon di Revel torinói podesta, és a torinoi magyar konzul – Sclopis Sándor – fennhatósága alatt. A harmadik kiállítást (*Mostra delle Opere di Iványi Grünwald Béla Rudnay Gyula Aba Novák Vilmos I più illustri d'Ungheria*) pedig 1932. február 20-tól 29-ig volt kinyitva a bergamói *Galleria Permanenté*ben.

17 Valószínűleg ez volt az első észak–olasz kiállítás, melynek megnyitóján Aba-Novák Vilmos is jelen volt.

18 A trieszti önkormányzat vásárlásán keresztül bekerült a *Museo Revoltella* raktárába egy Aba–Novák Vilmos (*Città marittima*), és egy Iványi–Grünwald Béla festmény (*Zingari*).

amelyek szakmai háttérként működhettek volna az itáliai műkritika és műkereskedelem megnyeréséhez..[19] Feltételezésem szerint a szakmai bemutatók, a párbeszéd hiánya, és a magyar modern művészet hiányos tájékoztatása okozta ezt a sikertelenséget Itáliában, amelyet csak diplomáciai gesztusként funkcionáló állami vásárlások tudtak ellensúlyozni.[20] Utolsó érvként megemlíthető, hogy az állami szervek szervezkedései nem tudtak egyes érdekjátszmákat ellensúlyozni.[21] Ennek következtében kijelenthető, hogy Aba-Novák Vilmos műveinek beépítése az észak–olasz műkereskedelembe az *Associazione Amici dell'Ungheria* támogatásán keresztül egy efemer próbálkozás volt.

## 2. Fr*ä*nkel József, Gerevich Tibor, és Mussolini: három dudás egy csárdában

Az 1980-as években Szabó Júlia művészettörténész egy több oldalas legépelt interjút készített el az idős *Fränkel* Józseffel. Ez a visszaemlékezés a műkereskedő szakmai karrierjét és kapcsolatrendszerét térképezi fel részletesen, amelyben hivatkozik a Gerevich Tiborral ápolt jó kapcsolatra. Habár nem kerültek elő olyan levelek az utóbbi hagyatékából, amelyek e szakmai kapcsolatot alátámasztották volna, a műkereskedő az interjúban elismerő szavakkal illette Gerevichet.[22] Ettől függetlenül a jó hírnevű magángaléria – *Szépművészeti Kiállítások Helyisége* – vezetője az 1920-as években kezdte el megvetni a lábát a magyar művészeti közösségben. 1927-ben az UME (Új Művészek Egyesülete) titkárává nevezték ki, s e pozíciót az 1928-as tisztújítás alatt is megtarthatta.[23] Mindamellett nem zárható ki, hogy az 1929-es Genova-i kiállítás (*Esposizione d'Arte Ungherese*), s az ezután következő milánói tárlat megszervezésében is részt vett.[24] E két tárlat az UME első, és utolsó észak–itáliai kiállításának tekinthető, melynek előnyeit *Fränkel* József felhasználhatta. Ezek az előnyök kapcsolatrendszerekként nyilvánultak meg, melyek három személyiséget érintettek, akik láthatták az UME genovai és milánói kiállítását.[25] Az első Cipriano Efisio Oppo, aki a római székhelyű *Sindacato Nazionale Fascista Belle Arti* elnöke volt, a másik a legfontosabb milánói magángaléria vezetője, az utóbbi pedig az olasz–magyar kultúrkapcsolatok szürke eminenciása. Annak ellenére, hogy a *Fränkel*–hagyaték még mindig feldolgozatlannak tekinthető, az alapító itáliai tevékenysége az alábbi szempontokat követte: az általa támogatott képzőművészek megismertetése a nemzetközi közönséggel, a megfelelő kapcsolatok ápolása, és a háttérben lévő cselekvés. Emiatt az általa támogatott olaszországi tárlatok a menedzselés szempontjából teljes mértékben eltértek, mint az *Associazione Amici dell'Ungheria*-é.

19 A milánói *Casa d'Artisti*s kiállítás katalógusának műtárgylajstromát végigtekintve Aba-Novák Vilmos művei két periódusra oszthatók: a rómaira és a szolnokira. A rómait az itáliai tájképek képviselték, és a szolnokihoz a cirkuszok, jazz koncertek, és a bohócok tartoztak.

20 Példaként megemlíthető, hogy az 1931-es *Casa d'Artisti*s kiállítás alatt a milánói Brera Képtár megvásárolta Aba-Novák Vilmos *Circo ambulante* című temperafestményét.

21 Ezek az érdekjátszmák hatással voltak a kiállítás műveinek kiválasztására. A genovai, a san-remói, és a torinóinál olyan képzőművészek munkái voltak láthatóak, melyek semmilyen kapcsolatot nem ápoltak az olasz–magyar kultúrpolitikai szervekkel, ugyanakkor Iványi–Grünwald Béla „belső köréhez" (Belányi Viktor és Rózsaffy Dezső) tartoztak.

22 MKCS–C–I–150/3/194–289

23 *Az UME közgyűlés*, in: Magyarság, 1928. május 23., 10.

24 A genovai tárlat, melyen az UME képzőművészei vettek részt, 1929. március 30-án nyílt meg és április 21-én tartották meg a finisszázst. Ezután a milánói *Galleria Michel*iben mutatták be a műveket 1929. június 14-én.

25 Cipriano Efisio Oppo (Róma 1891–1962), festőművész, művészeti író és kultúrpolitikus, 1929-től 1932-ig a *Sindacato Nazionale Fascista di Belle Arti* elnöke, majd 1931-től 1943-ig a római Quadriennale kiállítások igazgatója volt. Ugyanakkor nem zárható ki az a lehetőség, hogy Hubay–Cebrián Andoron keresztül kaphatott információkat Lino Pesaro magángaléériájáról Fränkel József.

A milánói Galleria Pesarós kiállítás előkészületi munkálatai valószínűleg 1931 előtt kezdődtek el.[26] Az 1927-es olasz–magyar barátsági szerződés, a Római Magyar Akadémia megnyitása, és az 1930-as velencei biennálé magyar pavilonjának szakmai sikere egy olyan imázst teremtett a magyar modern művészetnek, amelyre *Fränkel* József valószínűleg felfigyelt. Ugyanakkor Gerevich Tibor és *Fränkel* József tisztában lehettek az olasz–magyar kulturális kapcsolatrendszerrel.[27] A korszak, amely alatt megvalósult a kiállítás, a gazdasági recesszió legsúlyosabb évei voltak. E válság által keltett hatások felerősítették a műgyűjtemények felmorzsolódását, amely olyan kereskedőket és galéria tulajdonosokat is érintett, mint Lino Pesarót.[28] Habár *Fränkel* József és Gerevich Tibor ezzel tisztában voltak, viszont a *Galleria Pesaro* melletti voksuk egy tudatos kultúrstratégiai döntés volt. A zsidó vallásból átkeresztelkedett Lino Pesaro szoros kapcsolatokat ápolt a milánói politikai elittel, és személyesen ismerte Mussolini-t.[29] Galériájában 1923-ban született meg a *Novecento-mozgalom*, amelynek első kiállítását Mussolini nyitotta meg.[30] Az 1920-as évek második fele és a harmincas évek eleje között a *Galleria Pesaro* számtalan futurista kiállításnak nyújtott helyszínt, amelyek a mozgalom legfiatalabb képzőművészeinek munkáit mutatták be.[31] Tehát Lino Pesaro volt az egyike azon itáliai műkereskedő-vállalkozóknak, akinek az olasz fasiszta kultúrpolitika érdekeit szemmel tartva sikerült fenntartania vállalkozását 1938-ig.[32] Ennek révén nyilvánvalónak tűnik, hogy az olasz–magyar baráti kultúrkapcsolatokból hasznot akart húzni. Hasonlóképp mint a Rudnay Gyula kiállításnál, Lino Pesaro nem avatkozott bele a műalkotások kiválogatásába és a kiállítás felállításába.[33] E két feladat elvégzését Gerevich Tibor és *Fränkel* József látta el. A kiállított műalkotások azonban nem csak a Római iskola képzőművészeinek munkáit mutatták be, hanem az UME, a Gresham–kör, és egyes „támogatott" képzőművészek (Csánky Dénes, Déry Béla, Fényes Adolf, Glatz Oszkár, Hubay-Cebrián Andor, Iványi-Grünwald Béla, Koszta József, Kunffy Lajos, Perlmutter Izsák, Rudnay Gyula, Vass Elemér) munkáit is elhelyezték a *Galleria Pesaro* termeinek falain. Ezzel szemben a katalógus szövege nem egy pluralista stílusnyelvezettel rendelkező modern művészet látszatát akarta kelteni. Gerevich Tibor szerint az „új magyar művészet" a francia és a német modernizmus minden egyes hatásától mentes stílusnyelvezetként értelmezhető. Színvilágát legfőképp az élénk és merész színek jellemzik, mint ahogy a népviseletet és az iparművészetet. Utolsó gondolatként leszögezi, hogy a modern magyar művészetnél erősebb egy lírai esztétikus

26 A lombard tartományszékhelyben megnyílt kiállítás 1931. november 15. és 29-e között volt kinyitva a *Galleria Pesaró*ban.

27 Az 1926-os Rudnay Gyula kiállításon kívül még két magyar művésznek is biztosított kiállítási lehetőséget a Galleria Pesaro. Az első az 1927-es *Mostra Individuale del pittore Andor de-Hubay e dello scultore Arturo Martini* volt, a második az 1928-as *Mostra personale del pittore ungherese Gyula Merész* volt.

28 1931 januárjában árverezték el a műgyűjteményét, melyhez Merész Gyula (*I bagnanti*, 48×48 cm, magántulajdon; *La tosatura delle pecore*, 46×53 cm, magántulajdon) és Hubay–Cebrián Andor (*Nudo di donna sdraiata*, 38×58 cm, magántulajdon; *Paesaggio*, 40×50 cm, magántulajdon) művei is tartoztak.

29 Francesca Billiani–Laura Pennacchietti: *Architecture and the Novel under the Italian Fascist Regime*, Manchester, 2019, 91.

30 Angela Madesani: *Lino Pesaro Uomo e gallerista*, in: Angela Madesani–Elisabetta Staudacher (szerk.): *Galleria Pesaro. Storia di un mercante creatore di collezioni* (kiállítási katalógus: Milano, Galleria Maspes, 2017. szeptember 21.-október 14.), Milano 2017, 25.

31 *Mostra di Trentaquattro pittori futuristi*, Milano, Galleria Pesaro, 1927. november–december; *Mostra di Trentatre Artisti Futuristi*, Milano, Galleria Pesaro, 1929. október; *Mostra futurista dell'architetto Sant'Elia e 22 pittori futuristi*, Milano, Galleria Pesaro, 1930. október; *Mostra futurista di Aeropittura (41 aeropittori) e di Scenografia Mostra personale Prampolini*, Milano, Galleria Pesaro, 1931. október–november; *Mostra Omaggio futurista a Umberto Boccioni*, Milano, Galleria Pesaro, 1933. június

32 E vállalkozás bukása sehogy sem áll összefüggésben az 1938-as olasz faji törvényekkel. Az okok a magángaléria előre látható pénzügyi csődjében, és Lino Pesaro 1938-as öngyilkosságában láthatóak.

33 Milánói kiállítás, in: Nagy András (szerk.): *Tamás Henrik emlékezései (művészekre, képszalonokra, a Tamás Galéria…) és műgyűjteménye* (kiáll. kat.: Pécs, Janus Pannonius Múzeum, 2004. április 2.–december 5.), Pécs, 2004, 54–59.

nyelvezet, mint egy formabontó stílszerűség. Gerevich Tibor valószínűleg tudatosan kívánta a nemzetkarakterológiai stílusjegyeket kiemelni. Itáliában a nemzeti stílus körüli vita az 1920-as évek második felében arra összpontosult, hogy milyen irányba fog haladni az „új modern művészet", amely a non–figuratív és a neoklasszicizmus közötti *Kulturkampf*tról szól.[34] Másrészt 1931-ben a *Novecento–mozgalom* már felmorzsolódott, amellyel Gerevich Tibor tisztában lehetett. Ennek következtében a katalógus szövegben letisztázott kardinális pontok egy új modern stílusnyelvezet kialakulását tartották fontosnak, amelynek a nemzeti identitást kellett tükröznie. A *baedeker*nek tekintett szöveg azonban nem hozta meg a remélt erkölcsi és anyagi sikert.[35] Aba-Novák Vilmos tematikus festményein (álarcok, itáliai tájképek, trattoria-k, és női portré) Carlo Carrà és Vincenzo Bucci műkritikusok egy erős kromatikus disszonanciát véltek felfedezni, valamint a groteszk és népies alakok ábrázolását egy archaizáló modernista nyelvezetnek tartották.[36] A nívós vendégekhez hasonlóan elmaradt az állami vezető személyiségek látogatása, amely jobban felhívta volna a kiállításra a figyelmet. Ettől eltekintve *Fränkel* és Gerevich a milánói tárlatot az 1932-es római *Mostra d'Arte Ungherese* előzményének tekintették. E római kiállítás, mely az első filmhíradón közvetített itáliai magyar tárlat volt, 1932. január 23-án nyílt meg a római *Palazzo delle Esposizioni*ban.[37] E historizáló stílusú kiállítócsarnok Róma kulturális életének volt a legfontosabb központja. Az ott megnyíló kiállítások nemcsak a római és az olasz sajtó állandó figyelmében részesültek, hanem az olasz állam képviselői is megtisztelték jelenlétükkel. Habár a kiállítás irattári anyaga elveszett, a korabeli sajtó anyagokból és visszaemlékezésekből tudjuk, hogy a termek kibérléséhez nélkülözhetetlen volt Cipriano Efisio Oppo és Antonio Muñoz művészettörténész és műemlékvédelmi szakember támogatása. Az első a *Sindacato Fascista Belle Arti del Lazio* igazgatója volt, az utóbbi pedig a Római Kormányzóság Szépművészeti osztályának volt a vezetője. Támogatásuk megnyerése valószínűleg Gerevich Tibor diplomáciai sikerének könyvelhető el, amelynek eredményeként a műkereskedő és a kurátor közös együttműködése révén a kiállítás létrejött. *Fränkel József* a művek nagyobb részének kiválasztását végezte el, amely a milánóihoz hasonlóképp egy pluralista stílusnyelvezet hasznosítását jelentette.[38] E képzőművészek közé tartoztak a Gresham–kör (Szőnyi István, Egry József, Vass Elemér), az UME (Vaszary János, Emőd Aurél, Klie Zoltán, Pécsi–Pilch Dezső, Kövesházi Kalmár Elza), a KUT (Csók István), a Római iskola (Aba-Novák Vilmos, Patkó Károly, Molnár C. Pál, Gáborjáni Szabó Kálmán, Kuzmik Lívia, Végh Ilona, Pándi Kiss János, Gáll Ferenc, Vilt Tibor), a volt nagybányaisok (Kunffy Lajos, Glatz Oszkár, Iványi-Grünwald Béla), az Alföldi Iskola (Koszta József), a Szolnoki Művésztelep (Fényes Adolf, Szlányi Lajos), a Benczúr Társaság (Kunwald Cézár,), s olyanok (Csánky Dénes, Déry Béla, Hubay-Cebrián Andor, Lux Elek, Kisfaludi Stróbl Zsigmond, Nagy Albert) művei, akik valószínűleg mindkét szervezőegyéniség „belső köréhez" tartoztak. Ennek fejleményeként egy nyitott szemléletű válogatással próbáltak imponálni az olasz szakma előtt, amely annak is volt köszönhető, hogy az olasz fasiszta rendszer kultúrpolitikája egy támogatott pluralista stílusnyelvezetet engedett meg magának.[39] A kurátori teendőket Gerevich Tibor látta el, aki igyekezett két okból a saját

34 E vitának a legfontosabb pillanatai az 1926-os Giuseppe Bottai esztéta és kultúrpolitikus által indított vitairatban nyilvánult meg, mely a *Critica Fascista* című újságban jelent meg olyan szakmabeliek részvételével mint F. T. Marinetti, Margherita Sarfatti, Gino Severini, Ardengo Soffici, és Massimo Bontempelli révén.

35 *Nagy erkölcsi és anyagi sikerrel zárult a magyar festők milánói kiállítása*, in: 8 Orai Ujság, 1931. december 4., 4.

36 Carlo Carrà: *La mostra dei pittori ungheresi*, in: L'Ambrosiano, 1931. november 25., 3.; v. b.: *Cronache d'arte Venti pittori ungheresi*, in Corriere della Sera, 1931. november 7., 3.

37 Az olasz állami filmhíradó intézet – *Istituto LUCE* – 3 alkalommal is felvételt készített a magyar művészeti kiállításról. Az első 1932. január 23-án történt. A második és a harmadik 1932. február 13-án készült el.

38 Én úgy vélem, hogy a Rómában élő magyar ösztöndíjas-művészek (Végh Ilona, Kuzmik Lívia, Pándi Kiss János), és nem ösztöndíjasok (Nagy Albert) munkáit Gerevich Tibor választhatta ki.

39 Francesca Billiani: *Fascist Modernism in Italy Arts and Regimes*, London, 2021, 6.

hasznára fordítani a kiállítást. Egyrészt a Római Magyar Akadémia igazgatói tisztségétől megfosztott művészettörténész próbált visszakerülni a magyar kultúrpolitika berkei közé, másrészt továbbra is próbálta nélkülözhetetlenségét bebizonyítani.[40] Az így kialakult érdekjátszma *Fränkel* József és Gerevich Tibor együttműködésének végét jelentette, amely a katalógus szövegének írójának kiválasztásában is megnyilvánult. Roberto Papini – műemlékvédelmi szakember és a perugiai *Università per gli Stranieri* docense – kijelölése inkább Gerevich Tibor döntését tükrözte, minthogy a műkereskedőét.[41] A katalógus szövegében *in medias res*ként Papini kijelenti, hogy a magyar modern festészet színvilágát a színharsogás és a féktelen fantázia jellemzi. Szerinte a magyar képzőművészek figyelemmel követik a nemzetközi stílusnyelvezeteket, azonban nem utánozzák őket, hanem alkalmazkodnak hozzájuk beépítve a megismert stílusjegyeket a saját vizuális nyelvezetükbe. Ugyanakkor úgy gondolja, hogy a magyar modern művészettől távol áll az analitikus és formabontó stílusnyelvezet.[42] Szerinte egy erős nemzettudattal rendelkeznek, amely szembeállítható az „internacionalistának" tekinthető francia és orosz modernizmussal. Ennek végezetéül Papini úgy jellemzi a kiállítás 13-ik és 14-ik termének műveit, hogy az itt kiállító képzőművészek jelentik a legújabb magyar képzőművészet legfrissebb fejleményeit a párizsi kozmopolitizmussal szemben.[43] Ugyanakkor Aba-Novák Vilmos festményeinek és grafikáinak bemutatása ezekben a termekben a római magyar művészösztöndíjasok legitimizálását jelentette az olasz szakma és az állami kultúrreprezentáció szemében. E legitimizálást kétféleképp tudta elérni Gerevich Tibor: az olasz állami szférán, és a vásárlásokon keresztül. A kiállítás megnyitóján az olasz–magyar küldöttség legfontosabb személye Balbino Giuliano volt, aki a *Ministero dell'Educazione Nazionale* (Nemzeti Oktatásügyi Minisztérium) képviselőjeként a római magyar művészösztöndíjasok munkásságát elismerte az itáliai állami művészeti életen belül.[44] Ezt követően február 6-án Giuseppe Bottai látogatta meg a tárlatot, mint a *Ministero delle Corporazioni* (Olasz Korporációs Minisztérium) miniszereként és az „új olasz nemzeti stílus" ideológusaként.[45] Ezt követően 1932. február 13-án Mussolini és III. Viktor Emánuel olasz király látogatásai külön kihangsúlyozták a magyar művészeti kiállítás fontosságát. Ugyanakkor az olasz fasiszta kultúrpolitika által támogatott *Istituto LUCE* is kivette a részét a promóciós tevékenységben. Az olasz állami szférák képviselőinek megjelenése alatt Aba-Novák Vilmos művei unikumnak számítottak, melynek során jobban felfigyeltek vizuális nyelvezetére.[46] Mindemellett az állami vásárlások is komoly szerepet kaptak. A Római Kormányzóság megvásárolta Aba-Novák Vilmos egyik művét, és Mussolini pedig a *Hamiskártyás* című temperafestményt vette meg.[47] A római *Mostra d'Arte Ungherese* szakmai, erkölcsi, és anyagi sikerei azonban felvetik azt a kérdést, hogy Aba-Novák Vilmos művei mennyire tudták meggyőzni az olasz műkritikusokat. Cipriano Efisio Oppo, a *La Tribuna* 3-ik oldalán tehetséges újítóként jellemzi a képzőművészt. E meglátását az alábbi érvek alapján jellemzi. Szerinte Aba-Nováknak sikerült rendet tennie festményeinek rajzszerűségében, egy

40 Ujváry Gábor: *Egy tudós kultúrpolitikus kalandjai Rómában és a magyar hivatalokban Gerevich Tibor és a római Magyar Akadémia*, in: Jankovics József (főszerk.): *„Nem süllyed az emberiség!"… Album amicorum Szörényi László LX. születésnapjára*, Budapest 2007., 1507.

41 Valószínűleg Roberto Papini és Gerevich Tibor a Perugia-i egyetemen ismerkedhettek meg, ahol az utóbbi 1929-ben tarthatott egy több napig tartó szemináriumot az olasz–magyar kapcsolatok kialakulásáról.

42 Roberto Papini valószínűleg nem puszta tudatlanságból nem hallott a magyar aktivisták vagy a *Nyolcak* munkásságát, hanem az olasz szakma azon rétegéhez tartozott, akik a velencei biennálék magyar pavilonján keresztül tájékozódtak a magyar modern művészetről.

43 Roberto Papini: Gli ungheresi sono sopra tutto…., in *Catalogo dell'Esposizione di Arte Moderna Ungherese al Palazzo delle Esposizioni*, Róma, 1932. február, 1–4.

44 (*Megnyílt a római-magyar kiállítás*), in: Budapesti Hírlap, 1932. január 24., 15.

45 (*Olasz államférfiak a római magyar kiállításon*), in: Budapesti Hírlap, 1932. február 6., 8.

46 A három filmhíradó alatt az alábbi Aba-Novák Vilmos művek kerültek lencsevégre: All'osteria, Red's Band, és Trattoria.

47 *Képzőművészet Vásárlások a római magyar kiállításon*, in: Ujság, 1932. február 26., 7.

formai és stílszerű szintézisre törekszik, és igyekezett visszafognia vad és ellenszenves színvilágát.[48] Ennek következtében Cipriano Efisio Oppo nem tekinti a magyar képzőművészt az olasz modernizmus legígéretesebb reprezentánsaként, viszont elismeri tehetségét és dicséri vizuális nyelvezetét. Ezzel szemben Corrado Pavolini, az *Il Tevere* műkritikusa, Aba-Novák Vilmos városi tájképeinek színvilágán egy expresszív kubizáló hajlamot vesz észre.[49] Az állami vásárlások, a kedvező műkritika, és a nagy számú állami jelenlét nem elégítették ki Gerevich ambícióit. Valószínű, hogy a Mussolini-nak tartott tárlatvezetés arra ösztönözte az olasz kormányfőt, hogy műtárgyfotókat kérjen azokról a magyar művekről, melyek elnyerték ízlését.[50] E 19 műtárgyfotó közül 5 az Aba-Novák Vilmos festményekről készült, és 2 Molnár C. Pál műveiről.[51] Végeredményképp nyugodtan kijelenthető, hogy az 1932-es római *Mostra d'Arte Ungherese* jelképezi azt az államközi és szakmai sikert, amit Gerevichnek sikerült elérnie. E publicitást sok szempontból is úgy láthatjuk, hogy Aba-Novák Vilmos hírneve egyenesen eljutott Mussolinihoz, s ebből komoly előny származott. Habár a római tárlat erkölcsi és szakmai sikerét nem tudta újra megismételni, kihasználva Gömbös Gyula olaszbarát külpolitikájának ambícióit, *Fränkel* József 1932. december és 1933 februárja között két kiállítást tudott még létrehozni.[52] A két tárlat ugyan már nem Gerevich Tibor támogatása révén jött létre, azonban továbbra is reprezentációs célokra lettek megrendezve. Az első a milánói *Casa d'Artisti*ben nyílt meg 1932. december 8-án.[53] Sajnos a tárlat katalógusa még mindig lappang, azonban a rendezvény valószínűleg egy másik ürügyből jött létre. Gömbös 1932. novemberi római látogatása nyilvánvalóvá tette, hogy a nem rég kinevezett magyar miniszterelnök Mussolini Itáliáját fogja tekinteni elsődleges külpolitikai partnereként.[54] A hivatalos találkozó sikerét megköszönve Mussolini kész volt fogadni Aba-Novák Vilmost, Szőnyi Istvánt, és Iványi-Grünwald Bélát. E három képzőművész, akik a *Fränkel* Szalon támogatott és protezsáltjaiként jelentek meg az olasz kulturális életben, 1932. december 14-én lépték át az olasz kormányfő irodájának küszöbét. A hivatalos eseményt a magyar és az itáliai sajtó különböző mércével vizsgálta meg. A magyarországi újságok tudósítottak a találkozás valódi okáról. A három képzőművész által Mussolininek átadott fotóalbumot diplomáciai ajándéknak szánták, hogy hivatalosan bekerülhessenek az olasz fasiszta kultúrpolitika köztudatába.[55]

### 3. Félsikerek Genovában és Torinóban (1937)

Az 1935-ös magyar–olasz barátsági szerződés aláírása és a budapesti Olasz Kultúrintézet 1936-os megnyitásának köszönhetően nyilvánvalóvá vált, hogy az olasz–magyar kultúrpolitikai kapcsolatok többet jelentenek mint egy kultúrreprezentációs és államilag legitimizált egyezmény. A „modern magyar művészet" propagandisztikus eszközként egyre több érdeklődésben részesült olyan baráti államokban mint Itália, ahol a sajtó és a helyi politikai

48 c. e. o.: *Esposizione d'arte moderna ungherese*, in: La Tribuna, 1932. január 24., 3.
49 c. pav.: *Mostre Romane Venti pittori ungheresi*, in: Il Tevere, 1932. január 28., 3.
50 ACS_SPD_CO_DF_b.368
51 Ez az 5 Aba-Novák Vilmos műtárgyfotó előkerült a Mussolini iratokból: 1. L'incantatore; 4. All'osteria; 6. Perugia; 7. Perugia, Via dell'Acquedotto.
52 A második kiállítás 1933. február 8-án nyílt meg a genovai *Galleria Vitelli*ben. E kiállítás idején vásárolta meg a genovai Modern Művészeti Képtár számára a helyi *podestà* Aba-Novák Vilmos cirkuszos témájú festményét.
53 *Mostra di pittori ungheresi: I maestri Ivanyi Grünwald Béla, Aba Novák Vilmos, Szőnyi István e l'on. Déry Béla*, Milano, Casa d'Artisti, 1932. december
54 Vonyó József: *Gömbös Gyula és a hatalom, Egy politikussá lett katonatiszt*, Budapest, 2018, 297.; Juhász Balázs: *Olasz–Magyar katonadiplomáciai és katonapolitikai kapcsolatok a Bethlen-kormánytól a Gömbös–kormányig*, doktori disszertáció, Budapest 2014, 181–186.
55 *Aba-Novák Huszonnégy kép Venti Quattro Quadri Twenty-four pictures*, Gyoma 1932; *Iványi-Grünwald Béla Tizenkilenc kép Diciannove quadri Nineteen Pictures*, Gyoma 1932; *Szőnyi István tizenhat képe sedici quadri sixteen pictures*, Budapest 1932.

réteg képes volt tömegeket mozgósítani. Ugyanakkor, már az 1932-es római kiállításnál észrevehetjük, hogy a magyar művészet szerves beépülése az itáliai műkereskedelembe egy tiszavirág életű kísérletnek tekinthető, azonban egy utolsó próbálkozás e kísérlet véghezviteléhez 1937-ben ment végbe Selinkó Géza és Lehel Ferenc közös együttműködése révén. Mindketten a *Fränkel Szalon* képügynökei voltak, azonban a vállalkozói szellemiség inkább Selinkó Gézára volt jellemző, aki az 1920-as évek elején kezdte el műkereskedői pályafutását.[56] 1928 és 1929 között, a Független Művészek Társaságának kurátora és kincstárnokaként jelentős itáliai kapcsolatokra tehetett szert. Egyrészt Ő szervezte meg Mario de Hajnallal – a fiumei nemzetközi kiállítások titkárságának elnöke – a Független Művészek Társasága által támogatott olasz–magyar vándorkiállításokat.[57] Másrészt az *Associazione Amici dell'Ungheria* Őt bízta meg az 1932-es Sanremói magyar kiállítás rendezésével, amely Aba-Novák Vilmos, Rudnay Gyula, Iványi–Grünwald Béla és más magyar képzőművész műveit is bemutatta.[58] Valószínűnek tartom, hogy az Itáliában töltött periódus és az olasz ügyféllel folytatott tárgyalások arra ébresztették rá, hogy az olasz–magyar kultúrpolitikai közeledés egy fontos üzleti tényezővé is válhat, amely magánvállalkozóknak is kezdeményezhet. Ennek is köszönhető, hogy Selinkó Géza pusztán üzleti lehetőségként tekintett a vándorkiállításra, amely Lehel Ferenccel együtt vitt végbe 1937-ben. Sajnálatos módon kevés irat került elő azzal kapcsolatban, hogy milyen képzőművészektől állíthattak ki, azonban a szervezők igyekeztek minél jobban arra törekedni, hogy a kor „nagy neveit" mutassák be.[59] A vándorkiállítás a „Magyar Mesterek képei" cím alatt vált ismerőssé, amelynek tárlatait Pápán, Szombathelyen, és Nyíregyházán, illetve két itáliai városban (Genova, Torino) és Londonban zajlottak le.[60] Habár nem rendelkezünk olyan forrással, amely be tudná bizonyítani Selinkó Géza széles itáliai kapcsolatrendszerét, ügyesen be tudta vonni a sajtót és a műkritikát. A kiállító magyar képzőművészek nevei már nagyon régóta köztudottak voltak az itáliai közvélemény szemében, azonban nincsenek róla adatok, hogy milyen évben lettek megfestve. Ezen belül Aba-Novák Vilmos temperafestményeinek témái hasonlítottak azokhoz a munkákhoz, amelyek az 1932-es és 1933-as genovai tárlatokon már ismertek voltak. A genovai kiállítás, melynek megnyitóján a ligúr tartományszékhely podestá-ja is megjelent, gyorsan elnyerte a sajtó szimpátiáját.[61] Aba-Novák Vilmos festményeinél a genovai műkritika a kompozíciók témájának bohémságát, és színtónusainak expresszionizmusát tekintette egyedinek. Ugyanakkor a festmények kimagasló kolorizmusa arra a tényre reflektált, amely szerint a képzőművész hasonló színeket használ, mint az újjászülető magyar népművészeten belül. A kiállítás, amely a genovai Carlo Felice Színház Redout-ban lett megszervezve, a torinói Accademia Albertina szalonja vált a következő állomása. A tárlat vernisszázsát egy előadás előzte meg, amit Lehel Ferenc tartott meg 1937. november 27-én. Habár nem rendelkezünk forrásanyaggal az előadás szövege kapcsán, a torinói sajtó értesülései szerint Lehel Aba-Novák Vilmos műveit egy „mesebeszélő"-nek tartja, aki egyedi vizuális nyelvezetével nagyon közel áll a kortárs európai képzőművészethez, mint bárki más.[62] Sajnos a genovai és a torinói kiállítások nem végződtek komoly anyagi bevétellel, s emiatt a „magyar modern művészet" csak propagandisztikus eszköz maradt, amelynek itáliai megnyilvánulása a szakmai és az erkölcsi sikerhez kötődött.

56 „Képkiállítás az Iparoskörben", in: *Mohácsi Hírlap*, 1924. július 20., 3.
57 „*Az olasz–magyar tárlat társasvacsorája*", in: Győri Hírlap, 1928. október 16., 3.
58 „*Magyar művészek sikere San Remo-ban*", in: Budapesti Hírlap, 1932. január 5., 9.
59 Ide tartoztak Székely Bertalan, Szőnyi István, Berény Róbert, Aba-Novák Vilmos, Kmetty János, Perlrott-Csaba Vilmos, Bernáth Aurél, Czóbel Béla, Csók István, Glatz Oszkár, Herman Lipót, és Iványi-Grünwald Béla.
60 A. Tóth Sándor: „*Képzőművészeti Szemle*", in: Protestáns Szemle 46 (1937. március), 3. sz., 160.
61 „*Alla Mostra Ungherese*", in: Il Lavoro, 1937. november 7., 3.
62 mar. ber.: „*Pittori ungheresi all'Accademia Albertina*", in: La Stampa, 1937. november 24., 4.

## 3. Konklúzió

A *Fränkel* Szalon és Selinkó Géza–Lehel Ferenc páros itáliai kultúrpropagandista tevékenységét sok értelemben egy komplex és széles skálájú próbálkozásnak lehetne definiálni, amelynek érdemei erkölcsi és anyagi szinten nyilvánultak meg. Ennek ellenére Nekik sem sikerült az olasz műkereskedelem vérkeringésébe elhelyezni Aba-Novák Vilmos munkásságát, s ezért ezt is egy rövid életű próbálkozásnak tarthatjuk. Ettől eltekintve a képzőművész 1932 és 1942 között az olasz műkritika szemében az új magyar művészet „caposcuola"-ként lett elkönyvelve. Műalkotásai már nemcsak a velencei biennálékon, hanem az 1936-os Milánói Triennálén is szakmai sikert arattak. Azonban e hírnév és műveinek erkölcsi és műkritikusi elismerései 1942-ig nem jöhettek létre egy erős kultúrpolitikai támasz nélkül, melyek lehetővé tették volna, hogy 1940-ben megnyerje Arno Breker-vel együtt a velencei biennálé legjobb külföldi képzőművészének járó díját.

## Irodalomjegyzék


[1.] Rudnay Gyula olaszországi sikere, in Pesti Napló, 1925. április 10., 12. oldal
[2.] Lacagnina, Davide: Un'altra modernità. Vittorio Pica e la Galleria Pesaro (1919–1929), in Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa. Classe di Lettere e Filosofia 8 (2016), 5. kötet, 2. sz., pp. 723–922.
[3.] Nagy András (szerk.): Tamás Henrik emlékezései (művészekre, képszalonokra, a Tamás Galéria…) és műgyűjteménye (kiáll. kat.: Pécs, Janus Pannonius Múzeum, 2004. április 2.–december 5.), Pécs, 2004.
[4.] Balla Ignác: Az „Amici dell'Ungheria" szerepe és programmja, in Magyar Külpolitika 13 (1932), 3. sz., pp. 5–7.
[5.] (Gerevich előadása a milanói iparművészeti kiállításon), in Budapesti Hírlap, 1923. október 5., 5. oldal
[6.] Vincenzo Bucci: Cronache d'arte Pittori Ungheresi, in Corriere della Sera, 1931. október 7., 5. oldal
[7.] Ang.: Mostre cittadine I pittori ungheresi al Circolo della Stampa, in Il Lavoro, 1931. november 22., 4. oldal
[8.] Francesca Billiani–Laura Pennacchietti: Architecture and the Novel under the Italian Fascist Regime, Manchester, 2019
[9.] Angela Madesani–Elisabetta Staudacher (szerk.): Galleria Pesaro. Storia di un mercante creatore di collezioni (kiállítási katalógus: Milano, Galleria Maspes, 2017. szeptember 21.-október 14.), Milano 2017.
[10.] Nagy erkölcsi és anyagi sikerrel zárult a magyar festők milánói kiállítása, in 8 Orai Ujság, 1931. december 4., 4. oldal
[11.] Carlo Carrà: La mostra dei pittori ungheresi, in L'Ambrosiano, 1931. november 25., 3. oldal
[12.] v. b.: Cronache d'arte Venti pittori ungheresi, in Corriere della Sera, 1931. november 7., 3. oldal
[13.] Ujváry Gábor: Egy tudós kultúrpolitikus kalandjai Rómában és a magyar hivatalokban Gerevich Tibor és a római Magyar Akadémia, in: Jankovics József (főszerk.): „Nem süllyed az emberiség!"… Album amicorum Szörényi László LX. születésnapjára, Budapest 2007., pp. 1493–1517.
[14.] (Megnyílt a római-magyar kiállítás), in Budapesti Hírlap, 1932. január 24., 15. oldal
[15.] (Olasz államférfiak a római magyar kiállításon), in Budapesti Hírlap, 1932. február 6., 8. oldal
[16.] c. e. o.: Esposizione d'arte moderna ungherese, in La Tribuna, 1932. január 24., 3. oldal

[17.] c. pav.: Mostre Romane Venti pittori ungheresi, in Il Tevere, 1932. január 28., 3. oldal
[18.] Vonyó József: Gömbös Gyula és a hatalom, Egy politikussá lett katonatiszt, Budapest, 201
[19.] Juhász Balázs: Olasz–Magyar katonadiplomáciai és katonapolitikai kapcsolatok a Bethlen-kormánytól a Gömbös–kormányig, doktori disszertáció, Budapest 2014
[20.] Képkiállítás az Iparoskörben, in Mohácsi Hírlap, 1924. július 20., 3. oldal
[21.] Az olasz–magyar tárlat társasvacsorája, in Győri Hírlap, 1928. október 16., 3. oldal
[22.] Magyar művészek sikere San Remo-ban, in Budapesti Hírlap, 1932. január 5., 9. oldal
[23.] A. Tóth Sándor: Képzőművészeti Szemle, in Protestáns Szemle 46 (1937. március), 3. sz., 160. oldal
[24.] Alla Mostra Ungherese, in Il Lavoro, 1937. november 7., 3. oldal
[25.] mar. ber.: „Pittori ungheresi all'Accademia Albertina", in La Stampa, 1937. november 24., 4. oldal

**Rövidítésjegyzék**

[1.] MNL-OL: Magyar Nemzeti Levéltár – Országos Levéltár
[2.] MKCS: Művészettörténeti Kutatócsoport
[3.] ACS_SPD_CO_DF_b.: Archivio Centrale dello Stato_Segreteria Particolare del Duce_Carteggio Ordinario_DF_busta

**Lektorálta:** Bizzer István, PhD adjunktus, Pázmány Péter Katolikus Egyetem Bölcsészettudományi Kar

# A WAGRAMI ÉPÜLETKERÁMIÁK JELENTŐSÉGE A DUALIZMUS KORI ÉPÍTÉSZETBEN

**Pintér Bálint**
*ELTE BTK Filozófiatudományi Doktori Iskola, Művészettörténet program, doktorandusz,*
*pinter.balint@indamail.hu*

**Absztrakt**
A homlokzati ornamensek tömegtermelése új fejezetet nyitott az építészettörténetben, hiszen az üzemek költséghatékonyan és gyorsan tudtak a kor divatjának megfelelő épületdíszeket előállítani. A legkorábbról ismert sorozatgyártott tagozatok és szobrok kerámiából készültek. Ez az újszerű építészeti díszítésmód – a Bécs melletti (wagrami) terrakotta gyárnak köszönhetően – igen korán, már az 1840-es években megjelenhetett a magyar építészetben.
A wagrami gyár – Victor Brausewetter elképzelésének köszönhetően – teljes mértékben az építészek igényeinek kiszolgálására rendezkedett be, így nem csupán ornamenseket, hanem komplett homlokzati sémákat, kisarchitektúrákat is kínált. Ebből kifolyólag a gyár vezető szerephez jutott a térségben. A korszak jeles építészei – Ludwig Förster (Dohány utcai Zsinagóga) és Ybl Miklós (nagycenki plébániatemplom) – mellett a vidéki építőmesterek is nagy számban rendeltek terrakottákat az üzemből. Ezeknek a kerámiáknak az alkalmazása széles körben elterjedt a Monarchiában, az egyszerűbb lakóházaktól a templomokon át a reprezentatív kastélyokig találkozhatunk a gyár termékeivel.
A dualizmus idején a magyar és az osztrák városok épületein sok esetben teljesen azonos homlokzati elemeket figyelhetünk meg. Ezekre a kapcsolatokra az építészettörténeti kutatások komoly figyelmet fordítanak, azonban a megoldást rendszerint a stílusáramlatokban vagy éppen az építészek személyében keresik. A homlokzatok egyedinek tűnő motívumai pedig nem ritkán egy-egy tervező kézjegyeként kerülnek aposztrofálásra. Ezek a jellemzők valóban minden esetben az építészek invencióinak tulajdoníthatók, vagy éppenséggel a wagrami üzem építészeti sémáinak befolyásáról tanúskodnak?
A kutatásaim során a – hazai művészettörténet-írásban még ismeretlennek számító – wagrami terrakották historizmusra gyakorolt hatását vizsgálom. Ennek eredményeként sikerült kimutatnom a gyár termékeinek széles felhasználási körét, valamint sajátos építészeti koncepcióját, amely új kérdéseket vet fel a korabeli építési gyakorlattal kapcsolatban.

***Kulcsszavak**: 19. század, dualizmus, építészet, historizmus, ornamentika, sorozatgyártás, épületkerámia*

## 1. Bevezető

Tanulmányomban a – hazai kutatás számára ismeretlennek számító – wagrami kerámiagyár historizmusra gyakorolt hatását vizsgálom. A magyar művészettörténet-írás csupán a sikeres Zsolnay gyár kapcsán figyelt fel erre az épületdíszítési módra és főként az 1870-es évek végétől, a pirogránit eredményes alkalmazásától kezdődően foglalkozik a termékeivel, különös tekintettel a századforduló környékére, Steindl Imre, valamint Lechner Ödön munkásságára [1].
A sorozatgyártott építészeti terrakottákat az osztrák wagrami üzemnek köszönhetően azonban már jóval a Zsolnay gyár működése előtt széles körben használták Magyarországon, termékeik népszerűsége pedig a dualizmus korában sem csökkent.
Az ipari forradalom hatására Angliában, a 18. század közepén született meg a kerámiakészítésben az az újszerű koncepció, amelynek keretében létrejöttek az első építészeti ornamensek sorozatgyártásával foglalkozó üzemek. Céljuk az épületszobrászatban alkalmazott kőszobrok költséghatékony, ugyanakkor időtálló helyettesítése volt. Ebben az időben ez a

homlokzatdekorációs módozat újdonságnak számított, amit Európa nagy részén nem ismertek. Az építészeti terrakották a 19. század elején weimari közvetítéssel azonban megjelentek Berlinben is.
A kor egyik legnagyobb építésze, Karl Friedrich Schinkel (1781–1841) a német építészeti tradíciók felelevenítésével nyerstégla burkolatú, középkori formavilágú épületeket álmodott meg, amelyeket terrakotta elemekkel kívánt díszíteni. Az ötlet megvalósításával a berlini fazekast, Tobias Feilnert (1773–1839) bízta meg, akinek a műhelyében kivitelezték a Schinkel által tervezett díszeket és felkerültek a Friedrichswerdersche Kirche homlokzatára [2].



**1. ábra: A berlini Friedrichswerdersche Kirche homlokzatának Feilner-féle terrakotta dísze**
Forrás: saját felvétel

Schinkel különösen érdeklődött az iránt, hogy az ipari gépeket és a tömeggyártást, hogyan lehetne a képzőművészet, valamint az építészet szolgálatába állítani. Weimarban már volt egy erre irányuló sikeres vállalkozás, Schinkel viszont az eredeti forráshoz szeretett volna visszanyúlni, így jó barátjával, Peter Christian Wilhelm Beuthtal (1781–1853) tanulmányutat tett az ipar fellegvárában, Angliában [3]. A III. Frigyes (1770–1840), porosz uralkodó által támogatott kirándulás hivatalos célja az volt, hogy Schinkel angol mintákat keressen a Berlinben létesítendő Altes Museum terveihez. Ezzel párhuzamosan viszont ipari üzemek és gyártási folyamatok után kutatott, hogy a berlini iparművészetet fellendítse [3]. Erre irányuló terveinek részeként Feilnerrel közösen az angol gépiesített módszereket átvéve belekezdett az épületkerámiák sorozattermelésébe, továbbá szakmailag támogatta Beuthot, hogy megalapítsa a Gewerbeinstitutot, amely a magasszintű művészeti és építészeti tudással rendelkező iparosok, valamint gyárvezetők képzését tűzte ki célul. Ezekkel a kezdeményezésekkel Berlin elindult az úton, hogy Közép-Európa építészeti és iparművészeti központjává váljon.

## 2. Az ifjú Brausewetter Berlinben

Ebben az – iparművészet és épületkerámiák terén – fellendülőben lévő időszakban Berlinben tartózkodott egy königsbergi származású fiatalember, Victor Brausewetter, aki 1835-ben ösztöndíjasként felvételt nyert a Beuth által vezetett Gewerbeinstitutba [4]. Itt – a Schinkel által összeállított – Vorzeichnung für die Vorbilder für Fabrikanten und Handwerker című segédlet metszetei és leírásai alapján alapos tudást szerezhetett a középkori ornamensek, valamint a kortárs építészet világából. Emellett az antik emlékek másolása révén komoly ismeretekre tehetett szert a görög és római művészetek terén is. A képzés továbbá lehetővé tette, hogy képes legyen a gyártást segítő ipari gépek megtervezésére.
Fennmaradt például Brausewettertől egy dinamométer tervrajz [5], amely jól mutatja, milyen magas szintű műszaki tudással rendelkeztek a hallgatók. Kiválóan ismerhette az éppen használatban lévő építészeti terrakotta díszeket, amik ekkoriban majdnem minden Schinkel tervezte épületen, többek között a Bauakademie homlokzatán is láthatóak voltak. Az intézet és Schinkel közötti szoros kapcsolatnak köszönhetően pedig nem zárható ki, hogy bepillantást nyerhetett a Feilner-féle kerámiagyár működésébe.
A tanulmányait követően Brausewetter európai körútra indult, amelynek egyik állomása Bécs volt [6]. Itt találkozott az arisztokrata származású Ignaz Freiherr von Doblhofffal (1776–1856), akire nagy benyomást tett építészeti és iparművészeti tudásával. Ebből az ismeretségből született meg végül az a terv, miszerint – a Doblhoff által megvásárolt wagrami Fayencefabrikban – Victor Brausewetter vezetésével Ausztriában elsőként kezdjenek művészi igényű terrakották gyártásába [7]. Brausewetter hamar nekilátott az építészeti elemek, ornamensek, illetve szobrászati díszek megtervezéséhez, ezért 1839-ben a gyár mellé költözött, hogy folyamatosan tudja felügyelni a munkálatokat.

## 3. Brausewetter és a wagrami gyárkomplexum kiépítése

Amikor Brausewetter megérkezett Wagramba, ami közigazgatásilag Kottingbrunnhoz tartozott, a településen csupán néhány épület állt, úgymint a napszámosok kisméretű lakóházai, két fazekasműhely (Lindenberg és Braun) és Doblhoff kerámiaedény gyára, amelyhez csatlakozott egy vendégház is. Ezeket az épületeket említi Victor Brausewetter dédunokája, Gertrude Sagasser visszaemlékezéseiben, amely összhangban van a korabeli térképeken feltűnő csekély számú ingatlannal [6]. Ha megnézzük az 1819. évi kataszteri térképet [8], jól láthatjuk, hogy a települést egy – Kottingbrunnból induló és Leobersdorfba tartó – szélesebb út szelte ketté, délről pedig a Grenzegasse határolta. Három épület az út nyugati, míg a többi a keleti oldalán helyezkedett el. A nyugati oldalon álló három épülethez csupán két házszámot, a 71-est és a 72-est rendelték, tehát három házból kettő összetartozhatott. Elképzelhetőnek tartom, hogy ezek lehettek Lindenberg és Braun fazekasműhelyei, ugyanis a helyi szájhagyomány szerint itt égetőkemencék voltak.
Doblhoff gyára – az 1869. évi harmadik katonai felmérés során készített térkép [9] alapján – a szemközti oldalon, Wagram fő útjának keleti részén, illetve a Grenzegassetól északra fekvő telken terült el. A kerámiaüzem Sagasser leírása alapján – Brausewetter érkezésekor – egy terméskőből falazott földszintes épület volt. Ennek ellentmond Schweickhardt 1840 körülre datálható, Bécs környékét bemutató térképe [10], amelyen a magasságot érzékeltetve ábrázolták a fontosabb létesítményeket. Ezen a kerámiagyárat egy L alaprajzú emeletes épületként jelenítették meg. Amennyiben megnézzük az 1819. évi kataszteri térképet, azt tapasztalhatjuk, hogy ez az épület – amiben később Doblhoff gyára foglalt helyet – sokkal inkább egy szabálytalan U alaprajzra hasonlít, mint sem egy L formára. A területen továbbá feltűnnek más épületek is, amiket az 1840 körüli térképen nem találunk. Ennél a pontnál még joggal gondolhatnánk azt, hogy a két térkép készítése között eltelt közel húsz évben kicsit

átformálódhatott a település, ezért érdemes összehasonlítani az 1869. évi térképpel is. Az itt megfigyelhető telekhatárok és épületelrendezések az 1819. évi térkép információival vágnak egybe, persze a kerámiaüzem esetében jól láthatók már a gyár bővítésének nyomai. Összességében megállapíthatjuk, hogy az 1840 körüli térkép forrásértékét kritikával kell kezelnünk, így az üzem kinézetére vonatkozó információkat is. Ez a térkép – a túlzásaival együtt – ugyanakkor kiválón szemlélteti, hogy ebben az időben Wagram legjelentősebb épületkomplexuma Doblhoff gyára volt, amely méreteivel kitűnt a többi épület közül.
Az ifjú Brausewetter a gyárban töltötte mindennapjait. Az épületben volt saját konyhája, hálója és dolgozószobája, ahol saját kezűleg tervezte, illetve rajzolta meg a különféle motívumokat és terrakotta díszeket, amelyek aztán gyártásba kerültek. Brausewetter teljes mértékben az építészek igényeinek a kiszolgálására törekedett, így nem csupán figurális szobrokat, ornamenseket és tondókat, hanem komplett homlokzati sémákat is kínált volna. Tervei megvalósításához azonban korszerűsíttetnie kellett az üzemet, illetve családalapítás miatt bővíttetnie a saját lakrészét. Az építkezések 1845-re fejeződtek be, majd Victor Brausewetter egy évvel később összeházasodott Jane Anne Incledonnal [6]. Brausewetter rendszerint építészként hivatkozott magára, sőt ismerünk általa tervezett épületeket is, mint például a Weissenbach an der Triestingben található Cornides villát, így elképzelhetőnek tartom, hogy az üzem átépítésében tevékenyen részt vehetett.



**2. ábra: Victor Brausewetter: Cornides Villa wagrami terrakottákkal díszített tornya, Weissenbach an der Triesting**
Forrás: saját felvétel

A wagrami gyár a 2. világháborús bombázásokban teljesen megsemmisült, tehát az üzem kialakításának bemutatása rendkívül problematikus. A rekonstruálásban igaz segítséget nyújtanak Sagasser visszaemlékezései, illetve a korabeli térképek, viszont az információk sok esetben ellentmondanak egymásnak. Az biztos, hogy a szabálytalan U alaprajzú gyárat – az osztrák udvarházak, ún. Vierkanthof-ok mintájára – központi udvarral ellátott, emeletes, négyszög alaprajzú épületté bővítették ki. Az 1869. évi térkép alapján a környező épületek egy

részét is hozzákapcsolták az üzem központi tömbjéhez, ezzel több udvart és kertet (belső és külső udvar, Schweizerhof) is kialakítva. Sagasser visszaemlékezésében leírja a különböző szárnyak és épületrészek funkcióját, ezek azonban igen nehezen azonosíthatóak be a térképen látható síkrajzi elemekkel. Az imént említett térképen az épülettömbök egy része pirosra, a többi viszont feketére van színezve. A katonai felmérések során készített 1:25000 arányú térképeken – mint amilyen az 1869. évi is – anyaguk, illetve funkciójuk szerint különböztették meg az épületeket, amiket aztán eltérő színekkel jelöltek. Pirosak lettek a tégla és a kőfalazású épületek, valamint – anyaguktól függetlenül – a lakóházak, feketék pedig a fa- és vályogházak, illetve minden gazdasági funkciójú épület. Az 1914-ből fennmaradt fotók alapján az épületkomplexum vakolt téglafalazattal rendelkezett, azonban csak a régi – a Brausewetter hálóját is magába foglaló – szárnyát jelölték pirossal, minden mást feketével. Ebből kifolyólag a színekkel valószínűleg az épületrészek funkcióját, nem pedig az anyagát szerették volna megkülönböztetni.

A négyszögletű belsőudvarral ellátott épületegyüttes utcafrontra eső traktusa volt tehát a család lakrésze, a többi viszont a gyártási folyamatok helyszíne. Ezt az elméletet támasztja alá egy Wohnhaus, azaz lakóház felirattal ellátott – 1914-ben készült – fénykép, amin az imént említett szárny látható. A bombázást egyedül az üzem óriási kéménye élte túl, amely – elhelyezkedéséből adódóan – a négyszög alaprajzú épület déli szárnyának keleti irányú meghosszabbításánál állhatott. Ezt a részt a katonai térkép fekete színnel jelölte. A gyárhoz tartozó telken feltűnnek további pirosra és feketére színezett síkrajzi elemek, de ezek pontosabb beazonosítása problematikus. Valószínűleg ezek egy része az itt dolgozó munkások, cselédek és szolgálók lakrészei voltak, míg a többi a birtok működésében fontos szerepet játszó gazdasági, illetve a gyártási folyamatokhoz kapcsolódó épület lehetett.



**3. ábra: 1914-es fotó a wagrami gyár lakórészének homlokzatáról**
Forrás: Sagasser G.: Geliebte Heimat. Kézirat. Wagram, 1979 [6]

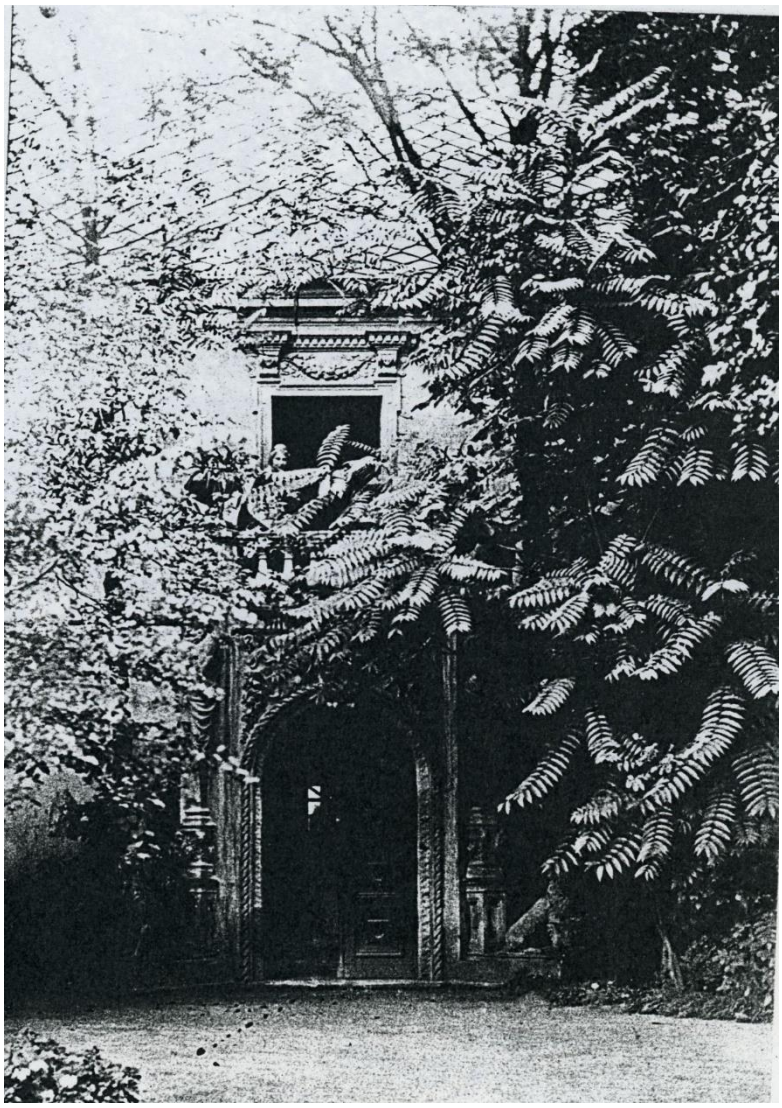
Egy 1914-es fényképen jól megfigyelhető Brausewetter lakóházának utcai homlokzata. Kívülről egy szerényebb kialakításúnak tűnő kétszintes épületnek látszik, amelyet nyeregtető fedett. A sík homlokzat egyszerű osztópárkánnyal került tagolásra. A lábazati rész rácsos ablakai arra engednek következtetni, hogy a lakóház alatt pince húzódhatott. A nyílások egyenes záródásúak voltak, a nyeregtetőn egy-egy kisméretű kiugratott ablak kapott helyet, tehát minden bizonnyal padlástérrel is rendelkezett az épület. A felvételen kiválóan látszanak – a földszinti nyílások szemöldökpárkányainál – a gyár terrakotta díszei. A bejárat felett továbbá megjelenik egy levélmotívummal keretelt kerámiatondó is. Ez nagy valószínűséggel a klasszicista szobrász, Thorvaldsen (1770-1844) Tél című domborművének a másolata.
Sagasser visszaemlékezéséből tudjuk, hogy a lakóház bejárati kapuja a földszintre vezetett. Emellett kapott helyet az új konyha, valamint azzal szemben a dolgozószoba. Ezt követte a régi konyha és Brausewetter első dolgozója. Az emeletre egy kőlépcső vezetett fel, amely piros szőnyeggel volt leterítve, közepén fehér vászonfutóval. Erre a szintre került a nagy ebédlő, az ízlésesen berendezett szalon és a nappali. Szintén ezen az emeleten, de az utcafrontra néző oldalon volt a háló és a gyerekszoba. Óriási, egymásba nyíló, kétszárnyú ajtók biztosították a szobákba való bejutást. Ezen kívül a belső udvar felőli oldalon – egy hosszú üvegfolyosó fölött – került kialakításra még két nagy szalon, egy vendégszoba és egy fürdő. Ezeket a belső kertből egy külön lépcsőn lehetett megközelíteni [6].
Mindegyik szobában volt egy mázas kerámiakályha, amelyet Brausewetter tervei szerint készítettek el. A szobák mennyezetét gyönyörű terrakottákkal ékesítették, az enteriőrben pedig a gyár által készített kerámiavázák és dísztányérok kapták a központi szerepet. Az 1912-es – szalont ábrázoló – fényképek alapján elmondhatjuk, hogy a belső elrendezés a korabeli kastélyok színvonalát képviselte. Stílusát tekintve leginkább a biedermeier enteriőrökhöz állt közel, ugyanakkor feltűnnek a kandalló párkányon – az üzem által készített – antikizáló kisplasztikák is.



**4. ábra: A wagrami gyár egyik szalonja, 1912**
Forrás: Sagasser G.: Geliebte Heimat. Kézirat. Wagram, 1979 [6]

Visszatérve az épület további részeihez, az egykori égető kemence és az ún. Kantgebäude fölött került kialakításra az agyagtermékek szárítására szolgáló terem, valamint a fazekasok és a modellezők műhelyei. A lakóház mellett, az utcafronton foglalt helyet a hengermű épülete, ahol a lovaskocsin leszállított, morzsolódó agyagot kőhengerekkel finomra döngölték, amit

aztán iszaposítottak. Ennek a közelében volt az utcáról a külső udvarra vezető nagy bejárati kapu, amivel szemben kaptak helyet a gazdasági épületek, mint az istállók, a szénapadlás, illetve egy raktár. A tűzifa elhelyezésére óriási kamra állt rendelkezésre, ugyanis a hatalmas égetőkemence, illetve a lakóház és a konyha ellátásához nagy mennyiségű fára volt szükség. Ezután következett a kerti pavilon, ami igazából egy nagyméretű ebédlő volt, aminek az eltolható üvegajtaja a kúttal ellátott belső udvarra nyílt. A másik fontos udvara a birtoknak az ún. Schweizerhof volt, ahol helyet kapott egy – a szerszámok és a gépek tárolására szolgáló – raktár, amelyhez csatlakozott egy hengeres ruhasimító gépezettel felszerelt, nagyméretű mosókonyha és egy – a munkásoknak kialakított – ház is [6]. A Schweizerhofról is fennmaradt néhány felvétel, amelyen látszik néhány terrakottával díszített épület. Az egyiken romantikus, szögletes-füles szemöldökpárkányok tűnnek fel, a másikon viszont egy összetett, félköríves kerámiakapuzat jelenik meg, fölötte – már a reneszánsz formavilágot idéző – terrakotta balkonnal és ablakkereteléssel. A Schweizerhof kertjét pedig Szent Ambrus kerámiaszobra ékesítette. Ezek az udvarok gondos tervezés nyomán jöttek létre, ahol a sétányok mentén elhelyezett terrakotta szobrok és balusztrádos korlátok teljes összhangban álltak a növényzettel.



**5. ábra: A Schweizerhof terrakotta díszes épülete**
Forrás: Sagasser G.: Geliebte Heimat. Kézirat. Wagram, 1979 [6]

Úgy tűnik, Brausewetter a gyár átépítésénél nagy gondot fordított a családi terek igényes kialakítására. Érdekes kettősség tapasztalható az épületkomplexum esetében. Habár ez egy funkcionális üzemi terület volt, azonban a kertek és a pavilonok megjelenése, valamint a lakóház belső tereinek megoldásai a korabeli kastélyok hangulatát idézte. Brausewetter és családja a nemesi létnek megfelelően rendezkedett be a gyárban, cselédek, szolgálók, szakácsok, kertészek és kocsisok segítették a mindennapjaikat, miközben folyamatosan felügyelte a munkálatokat, a fejlesztései révén pedig rendkívül hatékonyan tudott termelni. Brausewetter folyamatosan követte a technikai újításokat és ennek megfelelően alakította át az üzemet. Így amikor elkezdődött a vasúthálózat kiépítése, a wagrami gyárnak saját állomása lett. Összehangolta a gyártási folyamatot az új infrastruktúrával, ezzel pedig még gyorsabban és hatékonyabban tudta kiszolgálni a megrendelők igényeit.

## 4. A wagrami gyár működése

### *4.1 Tulajdonosváltás*

A gyár korszerűsített formája tökéletesen megfelelt Brausewetter elképeléseinek. Egy ekkora komplexum eredményes üzemeltetéséhez a munkások mellett megfelelő számú és képzettségű rajzolókat, modellezőket, valamint szobrászokat is alkalmaznia kellett. Továbbra is voltak olyan termékek, amelyeket Brausewetter saját kezűleg rajzolt meg, de túlnyomóan szakmai irányítóként vett részt már a gyártásban. Egy korabeli leírás a wagrami üzemmel kapcsolatban 3200 db számozott késztermékét, valamint 80 000 konvenciós forint bevételt említett [7]. Ennek a termelési szintnek a fenntartását nyáron 130, télen pedig 60 munkás biztosította, a minták tervezésére, valamint másolására pedig egész évben hat-nyolc rajzolót foglalkoztatott [7].

Brausewetter rendkívül sokat dolgozott a gyár gördülékeny működésért, így első pillantásra nem is olyan meglepő, hogy a korabeli sajtó 1849-ben a wagrami Doblhoff üzemet helytelenül Brausewetter gyáraként aposztrofálta. Ez érdekes momentum, ugyanis az 1840-es évek második felében Brausewetter tényleg egyre nagyobb tulajdonrészt szerzett meg, mivel Doblhoff nem tudta pénzzel kifizetni munkáját, ezért a gyár tulajdonrészét ajánlotta fel neki. Ennek eredményeként ebben az időszakban már vele azonosították a gyárat, jogilag azonban csak 1860-ban került a nevére [7]. Ez a tulajdonosváltás megmutatkozik a termékek szignójában is, hiszen a kezdeti periódusban alkalmazott jelöléseket, felváltotta a V. Brausewetter - Wagram feliratú ovális pecsét.




**6. ábra: A wagrami gyár pecsétje a tulajdonváltást követően**
Forrás: saját felvétel

*4.2 Sikerek*

Brausewetter termékeinek motívumvariációi rendkívül széles skálán mozogtak. Berlini tanulmányait ismerve azonban nem meglepő, hogy elsősorban a klasszikus antikvitás művészetét tekintette példaértékűnek, így a reliefek, valamint a figurális körplasztikák a római előképeket, illetve a legkvalitásosabb klasszicizáló szobrászok – Canova, Thorvaldsen – munkáit követték, némely esetben pedig pontosan másolták azokat. Utóbbi csoportba tartoznak a négy évszakot ábrázoló tondók, amelyek egy az egyben Thorvaldsen reliefjei nyomán készültek. Ezek az utánzatok olyan minőséggel bírtak, hogy maga a klasszicista szobrászmester is igen elismerően szólt Brausewetter tevékenységéről és a termékek finom kialakításáról. Az antik formakincs mellett azonban ismerte korának legújabb romantikus és historizáló áramlatait is. A középkorias indafonatokat, a kúszóleveleket, a stilizált, grafikus szalagfonatokat a homlokzati elemek tervezésénél alkalmazta. Bevonta a neves kortárs szobrászokat is a munkába – többek között Anton Dominik Fernkront (1813–1878) –, akik magas színvonalú világi és egyházi témájú szobrokat alkottak, amelyeket aztán az üzem sokszorosított [6].

Az üzem eredményességét bizonyítja, hogy az 1840-es évektől kezdődően rendszeres részvevője és díjazottja volt a különféle kiállításoknak, amelyek közül mindenképpen kiemelkedik az 1855-ös párizsi világkiállítás, az 1871-es londoni és az 1873-as bécsi világkiállítás [6]. A siker nem meglepő, hiszen a wagrami gyár lényegében új lehetőségeket, összetett homlokzati elemeket, illetve kisarchitektúrákat kínált, amelyek által kvalitásos, a kor stílusáramlatainak megfelelő homlokzatok születhettek. A sorozatgyártás, valamint a korszerű technikai módszerek révén pedig mindezt gyorsan és költséghatékonyan, az aktuális piaci ár alatt tudták biztosítani. A másodvonalbeli mestereknek különösen nagy segítséget jelentett ez, hiszen elegendő volt nekik egy egyszerű homlokzatot megtervezniük, amelyen csupán a díszítések helyét kellett megjelölniük. A különféle szobrászati és építészeti elemeket már a gyár katalógusából választották ki, amelyeket aztán vasúton, rövid időn belül kiszállítottak, sőt az összetettebb kerámiadíszek az üzem mérnökének vezetésével kerültek felhelyezésre, összeállításra. Ennek köszönhetően a kerámiaüzem terrakotta díszei lényegében az egész Monarchia területén elterjedtek. Közép-Európa országaiba sikeresen exportálták is az ornamenseket, továbbá a leírások alapján Itáliába, Angliába, Svédországba, az Orosz

Birodalomba, török területekre, valamint az amerikai kontinensre is szállították a termékeket [6].

## 5. Wagrami terrakották a magyar építészetben

### 5.*1 Osztrák tervezők közvetítő szerepe*

*A* gyár földrajzi elhelyezkedésből adódóan a terrakotta termékek hamar megjelentek Magyarországon is, ahol széles körben alkalmazták őket. Már az 1840-es években – elsősorban a kor újításai iránt fogékony osztrák építészek közreműködésével – feltűntek a wagrami kerámiák az építkezéseknél. Alois Pichl (1782-1856) a nagyugróci Keglevich-kastély belső díszítéséhez rendelt 1846 és 1848 között Wagramból mázas kerámiákat [11]. Josef Hötzl (1819-1875) az 1840-es évek második felében – egy szombathelyi kisméretű kastély – a Bagolyvár homlokzati dekorációjánál alkalmazott nagyszámban wagrami terrakottát [12]. A terrakotta ornamensek elterjedésében – a katalógusok mellett – az üzem elsőszámú megrendelőjének, Ludwig Försternek (1797-1863) lehetett óriási szerepe, hiszen nem csak a híres wagrami kerámiás épületeivel, hanem az Allgemeine Bauzeitungban megjelentetett tanulmányaival és ábráival is próbálta felhívni a figyelmet az üzemre [13]. Förster Pesten a Dohány utcai Zsinagóga látványos téglahomlokzatával és terrakotta formáival, amihez 7264 darab wagrami idomtéglát rendelt, valószínűleg felkeltette az érdeklődést a gyár termékei iránt [14].

### *5.2 Ybl Miklós és a wagrami terrakották*

Fontos megemlíteni Ybl Miklóst (1814–1891) is, aki a hazai építészek között elsőként kezdte alkalmazni a wagrami terrakottákat az épületein, amiről kiválóan tanúskodik egy levéltári dokumentum. Ez Viktor Brausewetter, a wagrami Doblhoff-féle kerámiagyár „megbízottjának" levele Ybl Miklóshoz [15]. Ebből fény derül arra, hogy Ybl 1847-ben a wagrami gyárból rendelt építészeti kerámiákat: arabeszkeket, rozettákat, konzolokat, pilaszterfőket és lábazatokat Károlyi György (1802–1877) pesti címére, nagykárolyi (ma: Carei, Románia) használatra, valamint az ikervári építkezésekhez. Szintén Ybl tervei szerint valósult meg a fóti Szeplőtelen Fogantatás temploma, amelynek homlokzatát gazdagon borítják a különféle terrakotta motívumok. Sajnos ez esetben nem maradt fenn, hogy Ybl honnan rendelte a kerámiákat, ugyanakkor 1850-ből ismerünk egy előzetes kalkulációt, amiben már tételesen szerepelnek a terrakotta díszek [16]. Ebben az időszakban viszont egyedül a wagrami gyár foglalkozott a közelben építészeti terrakották sorozatgyártásával. Ezt figyelemebe véve, illetve az építész korábbi megrendeléseinek ismeretében a fóti terrakották esetében is joggal feltételezhetjük a wagrami eredetet. Ybl által 1860-ban tervezett nagycenki plébániatemplom látványos terrakotta kapuzatánál – a motívumegyezések alapján – viszont biztosra vehetjük, hogy Brausewetter üzemében készítették az elemeket. A kaputimpanon domborművének indafonatos motívuma egy az egyben megegyezik Förster gumpfendorfi templomának wagrami díszével és a kaposújlaki kastély kápolnájának terrakottájával, azonban a közepén lévő tondók a megrendelők igénye szerint eltérő kialakítást kaphattak.



**7. ábra: Egy indafonatos wagrami terrakotta dísz különféle variációi. Felső sor balról: a nagycenki templom és a szombathelyi Bagolyvár. Alsó sor balról: a gumpfendorfi templom és a kaposújlaki kastély kápolnája.**
Forrás: saját felvétel

*5.3 A terrakották elterjedése vidéken*

Az idő előrehaladtával egyre több hazai településen jelentek meg a wagrami termékek. Már nem csak a kor vezető építészei, hanem a vidéki kismesterek is előszeretettel rendeltek az üzem katalógusaiból. A területi eloszlást figyelve egyértelműen kitűnik Dunántúl, ahol kimagaslóan magas a wagrami terrakottákkal díszített épületek száma. Természetesen az ország többi részén, sőt Erdélyben is találkozhatunk az üzem kvalitásos termékeivel.

A wagrami üzem egyik közkedvelt dísze az inda és levéldíszes akrotérion, amelyet oromzatokra, ablakok feletti szemöldökpárkányokra szoktak felhelyezni. Ezt a kerámiaelemet figyelhetjük meg többek között a szombathelyi Zrínyi Ilona utca 8. vagy a Rákóczi Ferenc u. 14., a kőszegi Várkör 27., valamint a Rákóczi Ferenc utca 21. és a keszthelyi Kossuth Lajos utca 13. szám alatti lakóépületen. A gyár félköríves terrakotta ívsora szintén gyakori eleme a homlokzatoknak, amit általában a romantikus épületeken figyelhetünk meg, mint a veszprémi Ruttner-házon vagy éppen a szombathelyi Bagolyváron. Hasonló dekorációs funkciót látott el a rácsos-törpekonzolos motívumsor is, amely jelen van – az előbb említett – Ruttner-házon, valamint a kaposújlaki Somssich-kastély kápolnáján.



**8. ábra: Wagrami terrakotta akrotérion. Felső sor balról: a szombathelyi Zrínyi Ilona utca 8. számú és a kőszegi Várkör 27. számú épülete. Alsó sor balról: a keszthelyi Kossuth Lajos utca 13. számú és a kőszegi Rákóczi Ferenc utca 21. számú lakóháza.**
Forrás: saját felvétel

Egy másik igen népszerű eleme a gyárnak a homlokzat síkjából kitekintő fej, amelynek különféle változatai voltak, mint a sisakos Periklész, az idős filozófus vagy az ifjú fiú. A szobrok előképei a berlini Altes Museum antik gyűjteményében találhatóak meg, amelyek már az 1830-as években Berlinben voltak, tehát nagy valószínűséggel Brausewetter tanulmányai során személyesen is találkozhatott ezekkel az alkotásokkal. Ilyen terrakotta fejeket figyelhetünk meg a szombathelyi Bagolyvár homlokzatán és az Árpád utca 91. számú épületen, valamint Mosonmagyaróváron a Fő utca 15. számú lakóházon. Kedvelt termékek voltak továbbá a puttók és az oroszlánok által díszített konzolok, amelyekkel találkozhatunk Szombathelyen az egykori Líceum homlokzatán, a régi kaposvári zárdán, Szegeden a Kárász utca 16. számú házon vagy éppen Debrecenben a Széchenyi utca 43. számú épületen.



**9. ábra: A berlini Altes Museum gyűjteményének Periklész szobra és a wagrami gyár terméke a szombathelyi Árpád utca 91. számú épületén.**
Forrás: saját felvétel

A wagrami üzem az oszlop- és pilaszterfejezeteknek széles választékát kínálta. Ezeket az elemeket különféle formában és eltérő méretben lehetett megvásárolni. A nagyobbik korinthoszi fejezetet gyakran alkalmazták a több emeletet átívelő óriáspilaszterek ékesítésére, mint például Szombathelyen, a Széchenyi István utca 10. számú lakóház homlokzatán, de kisebb építmények díszítésre is alkalmas volt, ahogy azt a kaposújlaki kastély kápolnáján láthatjuk.

Az emberalakok által közrefogott terrakotta címerek is sok helyen feltűnnek, például Nagykanizsán, a Király utca 15. és a szombathelyi Thököly Imre utca 32. számú épületen, illetve egykor Csík vármegye székházának oromzatán is látható volt. Természetesen csupán a figurák és a címerpajzs készültek sorozatgyártásban, amiket az utómunkálatok során – a megrendelő igényei alapján – egyedivé alakítottak. Így kerülhettek például a pajzsra különböző évszámok. Jelentős mennyiségben maradtak fenn még a levélmintájú parapet reliefek is, amelyeknek egyik igen látványos példája Szombathelyen, az 1870-es években épült püspöki iskola homlokzatán figyelhető meg. Ezen a terrakotta domborművön középen, az akantuszok között egy pelikán bújik meg, de ismerünk olyan verziót is, ahol bagoly jelenik meg rajta. Vannak még más változatai is a levelekkel körülvett madarakat ábrázoló domborműveknek, amelyet többek között Sopronban, a Petőfi tér 8. számú lakóház homlokzatán figyelhetünk meg. Ezek a kerámiatermékek több darabból álltak, így az egyes elemek szabadon variálhatóak voltak, ezért nem meglepő, hogy a motívumok nagyon széles skálájával találkozhatunk.

Fontos említést tenni még a kisarchitektúrák közé tartozó terrakotta termékekről is. Ilyen többek között a Victor Brausewetter által megálmodott szökőkút, amely nagy sikert aratott az 1873-as bécsi világkiállításon [17]. A talapzatot lényegében egy kannelúrás oszlop alsó része, lábazata

adja, amelyet meanderrel ékesítettek. Felfelé haladva az oszlop törzse hirtelen véget ér és egy abakuszhoz hasonló elemet láthatunk, amelyen egy puttókból álló szoborcsoport figyelhető meg. A négy egymástól eltérő mozdulatban ábrázolt, kontraposztos puttó könnyedén tart egy robosztus megjelenésű, kiszélesedő, négykaréjos tálcát. A mezítelen puttók lábán csavarodó vékony drapéria lehullik az abakuszra, ahol négy – a reneszánsz művészetből jól ismert – groteszk delfinné alakul át. A vízköpő delfinfejek és a puttók egységes kompozíciót alkotnak. A karéjos tálca igazából négy kisebb medencéből tevődik össze, amelynek közepéből egy obeliszkszerű elem nő ki. Ez azonban klasszikus antik motívumokból, akantusz levelekből, amforából áll, csúcsa pedig tálban végződik. A víz ebből a tálból szökik ki, ami aztán a kiszélesedő karéjos tálcára érkezik, ahonnan vízesésszerűen folyik tovább, miközben a delfinek sugárban, négy irányba köpik a vizet.

A neoreneszánsz formavilágot követő 31 darabból összeállított, 7 m magas és 2,5 méter átmérőjű kerámiaszökőkút művészi kialakításával olyannyira elnyerte a látogatók tetszését, hogy egy orosz érdeklődő rögtön meg is vásárolta a kiállított darabot villája díszének. Ez a termék került felállításra 1900-ban a szombathelyi Szent István parkban [18], amely az idő múlásával sajnos megsemmisült, ugyanakkor a szökőkút – habár jelenleg csak töredékes formában – Weissenbach an der Triestingben, a wagrami gyár tulajdonosa, Victor Brausewetter által tervezett Further str. 14. szám alatti villa kertjében még megtekinthető.



**10. ábra: A wagrami terrakotta szökőkút az 1873. évi kiállításon, a szombathelyi Szent István parkban és Weissenbach an der Triestingben**
Forrás: Teirich V.: Von der Wiener Weltausstellung 1873. Blätter für Kunstgewerbe, 3, 1874. pp. 48. [17]; Vas Megyei Levéltár, Vizmathy album 151. fol. 394. kép; saját felvétel

## 6. A wagrami gyár hatása

A fentiekben ismertetett wagrami díszeket hazai példákon keresztül kívántam bemutatni, de természetesen ugyanezek a terrakotta motívumok megtalálhatók az egykori Osztrák-Magyar Monarchia más településein is. Különösen nagy számban vannak jelen Ausztriában – a gyár környező területein – Bad Vöslauban, Badenben, Leobersdorban, valamint a Triesting völgyében, illetve a nagyvárosokban, például Bécsben, Pozsonyban és Zágrábban. Ebből következik, hogy a különböző területeken – látszólag egymástól független épületeken – teljesen azonos motívumokkal találkozhatunk. Ezekre az összefüggésekre az építészettörténeti kutatások komoly figyelmet fordítanak, azonban a megoldást rendszerint a stílusáramlatokban vagy éppen az építészek személyében keresik. A homlokzatok egyedinek tűnő motívumai pedig

nem ritkán egy-egy tervező kézjegyeként kerülnek aposztrofálásra. Ugyanakkor láthatjuk, hogy sok esetben ezeknek a motívumegyezéseknek egy sokkal kézenfekvőbb magyarázata van, ami nem más, mint a sorozatgyártás.

Brausewetter üzeme nem csupán közvetlenül – a terrakotta motívumuk sorozatgyártása és a termékeinek exportálása révén – tudott hatni a 19. századi épületek homlokzati megjelenésére, hanem közvetetten is, mivel nagy befolyással volt a később alapított kerámiagyárak termékkínálatára. Ebből kifolyólag a kortárs üzemek a wagrami terrakottákhoz hasonló, sokszor pedig teljesen azonos motívumokat készítettek. Ennek egyik igen látványos példája a bécsi Wienerberger gyár, amely a wagrami üzem sikerei láttán – Theophil Hansen segítségével – 1851-ben belefogott az építészeti kerámiák előállításába [7]. Hansen, aki az 1840-es években Förster mellett az egyik legfőbb megrendelője volt a wagrami gyárnak, tehát jól ismerte Brausewetter termékeit, tervezőként ügyesen hasznosíthatta a tapasztalatait a Wienerbergernél, így a bécsi gyár terrakotta díszeinek egy jókora része – például az olvasó fiú és Nepomuki Szent János szobra vagy a puttós konzol – tökéletes mása a wagrami kerámiáknak. Ebből kifolyólag felmerülhet a kétely egyes motívumok kapcsán, hogy azt a példányt valójában melyik üzem gyárthatta, Wagram vagy Wienerberger. Ennek eldöntésében tudnak segíteni a terrakottákat megjelölő egyedi pecsétek. Ezeket viszont rendkívül nehéz, sokszor lehetetlen észrevenni, mivel a kerámiák gyakran rejtőzködnek az épületen. Égetés után néha bekenték festékkel, illetve mázzal a terméket, nem ritkán pedig teljesen bevakolták az ornamenseket a falba, hogy elfedve a díszítőelemek eredeti anyagát, létrehozzanak egy homogén homlokzatot. Ezáltal tényleg kihívás meghatározni egy-egy terrakotta dísz gyártási helyét. A Wienerbergerben természetesen készítettek egyedi ornamenseket is, amelyek az évtizedek során egyre népszerűbbeké váltak az építészek körében, sőt a bécsi üzem egy idő után a székhelynek köszönhetően komoly konkurenciává vált.




**11. ábra: A wagrami gyár terrakotta szobra és a Wienerberger katalógusa**
Forrás: saját felvétel; Wienerberger Ziegelfabriks- und Bau-Gesellschaft: Katalog. 1865
Letöltve 2022. június 29-én, az Archiv Historische Dachziegel weboldalról:
http://dachziegelarchiv.de/kat_thumbs.php?kat_id=387&kat_typ=10#grossbildview

## 7. További kutatási lehetőség, Wagram és a Zsolnay kapcsolat

A wagrami gyár eredményein felbuzdulva nemcsak a Wienerberger, hanem több épületkerámiával foglalkozó kisebb-nagyobb üzem is létrejött. Ezek közül ki kell emelnünk a pécsi Zsolnay gyárat, amely a század vége felé komoly tényezővé vált a piacon. A korai Zsolnay motívumok egyértelműen azt a felfogást követik, amelyet a wagrami gyár is képviselt. Egyes elemek – főleg a terrakotta díszek – megtévesztő rokonságban állnak Brausewetter és a Wienerberger ornamenseivel. A termékek közti formai hasonlóságok alapján joggal feltételezhetjük, hogy a wagrami üzem – amely lényegében meghonosította és elterjesztette az Osztrák-Magyar Monarchiában az épületkerámiák alkalmazását – valamilyen formában hatással volt a Zsolnay gyár elindulására, illetve motívumkínálatára. Ennek pontosabb kimutatása azonban még további kutatásra vár.


## Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék nyilvánítani Papp Gábor Györgynek, aki elvállalta a doktori témavezetésemet és észrevételeivel, hasznos tanácsaival segíti a kutatómunkámat. Köszönöm továbbá Otmar Rychliknek az önzetlen segítségét, aki megmutatta a wagrami kerámiákról összegyűjtött információit. Hálás vagyok a Vas Megyei Levéltárnak és Magyar Zsidó Levéltárnak, hogy rendelkezésemre bocsátották a gyárral kapcsolatos dokumentumaikat.


## Irodalomjegyzék


[1.] Merényi Gy.: Zsolnay építészeti kerámia az Osztrák-Magyar Monarchia korában. Budapest: Vince Kiadó, 2015

[2.] Mende J.: Tobias Chr. Feilner in Berlin. Kunst und Industrie im Zeitalter Schinkels. Berlin: Deutscher Kunstverlag, 2014

[3.] Schinkel, K. F.: Reise nach England, Schottland und Paris im Jahre 1826. Berlin: Henschelverlag Kunst und Gesellschaft, 1986

[4.] Geheimes Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz, GStA I. HA Rep. 76. Vb Sekt. 4 Tit. VIII Nr 3. 0013. 11. Aufnahme der von Seydlitzschen Stipendiaten in das Gewerbeinstitut I.

[5.] Nottebohm, V. H.: Beschreibung, Theorie und Gebrauchsanweisung des Batchelder'schen Dynamometers. Polytechnischen Journals, 92. 1844. pp. 410-420.

[6.] Sagasser G.: Geliebte Heimat. Kézirat. Wagram, 1979

[7.] Rychlik O.: Zur Geschichte und Kunstgeschichte der Niederösterreichischen Terrakottaproduktion in Wagram bei Leobersdorf. Jahrbuch für Landeskunde von Niederösterreich, 62, 1996. pp. 507-528

[8.] Habsburg Birodalom - Kataszteri térképek: Kottingbrunn. 1819 Letöltve 2022. július 03-án, az Arcanum weboldalról: https://maps.arcanum.com/hu/map/cadastral/?layers=3%2C4&bbox=1798255.3595076713%2C6096336.536433878%2C1812326.742462617%2C6101228.662902276

[9.] Habsburg Birodalom - Harmadik Katonai Felmérés (1:25000): Wagram. 1869 Letöltve 2022. július 03-án, az Arcanum weboldalról: https://maps.arcanum.com/hu/map/thirdsurvey25000/?bbox=1799864.536921338%2C6095069.459737808%2C1812753.7308159259%2C6099550.580521028&map-list=1&layers=129

[10.] Schweickhardt: Karte von Österreich - Bécs és környéke. 1840 körül Letöltve 2022. július 03-án, az Arcanum weboldalról: https://maps.arcanum.com/hu/map/lower-austria-1840/?bbox=1803022.3136928487%2C6095492.661797188%2C1809808.949359355%2C6097852.13705856&map-list=1&layers=33
[11.] Sisa J.: Alois Pichl (1782-1856) építész Magyarországon. Budapest: Akadémia Kiadó, 1989
[12.] Pintér B.: A szombathelyi Bagolyvár. Vasi Honismereti és Helytörténeti Közlemények, 1, 2017. pp. 35-81.
[13.] Förster, C. F. L.: Ein Landhaus in Baden bei Wien. Allgemeine Bauzeitung, 12, 1847. pp. 115-118.
[14.] Magyar Zsidó Múzeum és Levéltár, II-C-I-I B9/4 d.79.243, Thonwaren Fabrik zu Wagram bei Loebersdorf, Victor Braussenwetter
[15.] Budapest Főváros Levéltára, HU BFL XV.17.f.331.a 66/2–3. A wagrami Doblhoff-féle kerámiagyár megbízottjának levele Ybl Miklóshoz.
[16.] Budapest Fővárosi Levéltára, HU BFL XV.17.f 331.a 6a, Előzetes költségbecslések
[17.] Teirich V.: Von der Wiener Weltausstellung 1873. Blätter für Kunstgewerbe, 3, 1874
[18.] Pintér B.: A szombathelyi Szent István park egykori szökőkútjának története. Vasi szemle, 74, 2020. pp. 309-321.

**Lektorálta:** Papp Gábor György PhD, tudományos munkatárs, MTA BTK Művészettörténeti Intézet

# EGY ÉPÍTÉSZ ÉS EGY SZOBRÁSZ ÉLETÚTJÁNAK KERESZTEZŐDÉSEI A DUALIZMUS KORI MAGYARORSZÁGON CZIGLER GYŐZŐ ÉS SZÉCSI ANTAL KÖZÖS MUNKÁI

**Tóth Enikő**
*Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Történelemtudományi Doktori Iskola, doktorandusz,*
*Magyar Építészeti Múzeum és Műemlékvédelmi Dokumentációs Központ, művészettörténész, muzeológus, toth.eniko@mma-mem.hu*

**Absztrakt**
A művészet történetében számos olyan művészbarátság ismert, amely közös alkotói tevékenységet, munkákat eredményezett. Ilyen volt Czigler Győző építész és Szécsi Antal szobrász barátsága, akik mindketten Budapesten alkottak a dualizmus idején a historizmus szellemében. Czigler Győző, a sikeres műépítész, az ókori építészet 1887-től kinevezett műegyetemi tanára több mint 200 munkát hagyott az utókorra. Szécsi Antal szintén elismert alkotója volt a korszak magyar művészeti szcénájának, s a Magyar Királyi József Műegyetemen mintázást oktatott.
Egy emlékmű, szobor talapzatának elkészítése, elhelyezési munkája építészi feladat volt a korban. Ezt Szécsi esetében számos alkalommal Czigler, illetve irodája végezte el, míg az általa tervezett épületek esetében több alkalommal is találkozhatunk Szécsi, mint épületszobrász nevével. A Czigler iroda tervezte Szécsi Baross Gábor-szobrának talapzatát a budapesti Keleti pályaudvar előtt, de közös munkájuk a Czuczor Gergely-emléktábla a Múzeum körúton, Saxlehner András mauzóleuma, Stoczek József sírja a Fiumei Úti Sírkertben és Hollán Ernő síremléke a Mezőlak melletti Tima-pusztán. Szécsi mintázta Budapesten a Czigler által tervezett Kereskedelmi Akadémia portikusza előtt álló szoboralakokat, továbbá az Országos Erdészeti Egyesület székháza és az Andrássy úti Saxlehner-palota homlokzati díszeit. Sajnos nem minden épületplasztika maradt fenn az utókor számára, hiszen a II. világháborús bombázások a tetők jó részét, s az azokon elhelyezett szobrászati elemeket is elpusztították a fővárosban. Ekkor semmisültek meg a Luther utcai Magyar Királyi Vasút- Posta- és Távírdai Tisztképző Tanfolyam épületének tört oromzataiban álló alakok, valamint a Pesti Hazai Első Takarékpénztár kupoláján található Hermész-szobor, melyeket a háború után másolat formájában sem állítottak vissza.
Jelen tanulmány azt hivatott bemutatni, hogy a két életút mikor és hogyan keresztezte egymást, s milyen emlékei vannak a két művész barátságának – legyenek azok írott források, vagy közös alkotások.

***Kulcsszavak**: Czigler Győző, Szécsi Antal, építészet, szobrászat, dualizmuskori magyar művészet*

## 1. Bevezetés

A művészbarátságok egy-egy életmű kutatása szempontjából komoly jelentőséggel bírnak. Így igaz ez Czigler Győző (1850–1905) építész és Szécsi Antal (1856–1904) szobrász barátságára is, akik a dualizmus időszakának ismert magyar alkotói voltak. Mindketten a kor konzervatív művészeti irányzatát, a historizmust képviselték, amelyet a hazai politikai elit támogatott. Az utókor nem tekintett rájuk élvonalbeli művészekként, mint Ybl Miklósra, vagy Steindl Imrére, kimaradtak a magyar művészettörténet kánonjából.

A historizmus művészettörténeti rehabilitációja csak néhány évtizede tart, s egyre nagyobb figyelem övezi a kutatók körében a Cziglerhez, vagy Szécsihez hasonló alkotókat. A nagy, kánonba emelt nevek – így Ybl Miklós vagy Steindl Imre – mellett az építészettörténet fokozatosan górcső alá veszi a kevéssé ismert, városaink arculatáért sokat dolgozó építészek életművét, bár így is számos adóssága van még. A historizmus szobrászatában – százalékos arányban – még ennél is nagyobb feltáratlan anyag vár monografikus feldolgozásra.
Jelen tanulmány egy építész és egy szobrász életútjának és munkásságának párhuzamait, kapcsolódási pontjait taglalja, bemutatva ezzel a két barát együttműködését.



**1. ábra: Czigler Győző és Szécsi Antal**
Források: Magyar Iparművészet, 2, 1905. 2. melléklet; Tolnai Világ-Lap, 26, 1904. 789.

*1.1 Kutatástörténeti áttekintés*

Czigler Győző építész, műegyetemi tanár kora egyik legbefolyásosabb és legismertebb magyar építésze volt, életművét mégis sokáig hanyagolta a művészettörténet. Neve a hazai historizmus-kutatás fontos műveiben többször említésre került, [1] s a fontosabb lexikonokban is szerepelt. [2] Mégis, munkásságát 2021 előtt monografikus céllal csak néhány rövidebb terjedelmű tanulmányban publikálták, így Vizy László a Zsolnay építészeti kerámiákról írt cikksorozatában [3] és Kalmár Miklós a Műegyetem történeti kampuszát bemutató kötetben. [4] Az életmű átfogó feldolgozására tett első kísérlet egy szakdolgozat volt 2010-ben a Pázmány Péter Katolikus Egyetemen, melyet Takács Katalin művészettörténész írt, a kutatás azonban újabb tíz évre lendületet vesztett. [5] 2020-ban jelen tanulmány szerzője egyik kurátora volt a Magyar Építészeti Múzeum és Műemlékvédelmi Dokumentációs Központ, valamint Budapest Főváros Levéltára együttműködésében megvalósuló Czigler Győző emlékkiállításnak, valamint felkérést kapott a Holnap Kiadótól a czigleri életművet egy monografikus kötet formájában feldolgozni, az Építészet mesterei sorozat részeként. [6] A kötet 2021-ben megjelent, azonban a további kutatások újabb és újabb művek azonosítását tették

lehetővé. Czigler jelen tanulmányig azonosított munkáinak száma 213, ami a maga korában – különös tekintettel arra, hogy mindössze 55 évet élt – kimagasló teljesítmény.
Czieglerrel szemben Szécsi Antal életművét monográfia még nem vizsgálta. Neve lexikonszócikkekben szerepelt, [7] illetve életútját legátfogóbban a Művészet folyóiratban megjelent nekrológ mutatta be. [8] Nőtlenül, gyermektelenül hunyt el, hagyatéka testvérei, Mayer Károlyné, Scheftsik János, Novrhovszky Jánosné, Schuster Jánosné, Scheftsik Maris és családjaik között szóródott szét. [9] Sorsa azóta ismeretlen, csak néhány darabja bukkant fel művészeti aukciókon. A jövőben remélhetőleg előkerülnek újabb elemei, amelyek segíteni fogják az életmű alaposabb megismerését. A téma feldolgozása – ahogy a dualizmus hasonló kaliberű, egykor elismert szobrászegyéniségeinek jó része esetében – még adóssága a művészettörténetnek. Jelen tanulmány néhány eddig publikálatlan életrajzi adattal igyekszik hozzájárulni a jövőbeni kutatásokhoz.

## 2. Kapcsolódási pontok a két alkotó életútjában és művészetében

A két alkotó életútjában számos párhuzam és kereszteződés figyelhető meg, melyeket érdemes megvizsgálni.
Czigler Győző 1850. július 19-én látta meg a napvilágot Aradon. Édesapja, nagyapja és több felmenője az építészet területén tevékenykedtek, s ő maga is, már egészen fiatal korában tapasztalatot szerzett leendő szakmájában, apja irodájában. [10] Felsőfokú tanulmányait a bécsi Akademie der Bildenden Künstén, vagyis a Képzőművészeti Akadémián végezte 1869 és 1872 között, Theophil Hansen tanítványaként. [11] Ókori és reneszánsz építészetre szakosodott, s a mesterénél elsajátított szemlélet egész építészi pályafutása során meghatározó maradt. [12]
A nálánál hat évvel fiatalabb Szécsi Antal 1856. május 29-én született Pesten, Scheftsik (más írásmód szerint Schewczik, Schefcsik, vagy Seftsik) Károly hivatalnok és Wagner Anna gyermekeként, cseh eredetű családban. Születési nevét 1885-ben, 29 éves korában magyarosíttatta. [13] Tanoncéveit Oppenheimer Ignác épületdíszítő szobrász műhelyében töltötte [14], aki később, az 1890-es években Czigler Országos Kaszinójának (Budapest V. ker. Semmelweis utca 1–3.) homlokzati díszeit is készítette. [15] Az ifjú Scheftsik szintén a bécsi Akademie der Bildenden Künstét végezte el, ahol egy fiatal mester, Edmund von Hellmer szobrásztanítványa lett.
Életútjának és művészetének máig legalaposabb feldolgozása egy nekrológ, amely a Művészetben jelent meg, egy bizonyos D. I. munkája nyomán. [16] Az írás nem közölt dátumot a bécsi tanulmányokhoz, azonban megemlítette, hogy ezek után még néhány évet eltöltött a császárvárosban, ahol szobrokat készített a Burg-múzeumhoz és a bécsi világkiállítás épületeihez. Bécsben 1873-ban volt világkiállítás, amelyet Czigler Győző is megtekintett, s ha Szécsi ekkoriban végzett volna az akadémián, tanulmányi ideje átfedésben lett volna Cziglerével. [17] A nekrológ szerzője ezen a ponton tévedett, hiszen a szobrász, az akadémiai levéltári források alapján csak 1878 októberében iratkozott be az intézménybe, s azt végül csak 1882 júniusában hagyta el. [18] 1873 előtt nem is lehetett volna Hellmer tanítványa, hiszen őt 1879-ben, egy évvel Szécsi valós beiratkozása után hívták meg az akadémiára. [19] Czigler eddigre már Budapesten dolgozott. 1884-ben már egészen biztosan a fővárosban kellett tevékenykednie a szobrásznak: szeptemberben a hírlapok arról számoltak be, hogy „*Két fiatal szobrászunk Seftsik Antal és Brestyánszki Béla, két sugárúti* [Andrássy úti] *palota homlokzatára készítenek szobrokat*.” [20] A Seftsik neve mellett említett mű nem más, mint Czigler Győző Saxlehner-palotájának (Budapest VI. ker. Andrássy út 3.) homlokzati szobordísze, Szécsi egyik első ismert, budapesti munkája.
Czigler és Szécsi pályafutása ezt követően több szálon is összefonódott, hiszen a szobrász nem csak épületszobrászat terén, hanem emlékmű-pályatervek és szoborkompozíciók kapcsán is gyakran dolgozott az építésszel. Cziglernek – aki 1890 és 1893 között Magyar Királyi József

Műegyetem mérnöki és építészi szakosztályának dékánja volt – jelentős szerepe lehetett Szécsi 1893-as műegyetemi mintázásoktatói kinevezésében. [21] Ugyanebben az évben, Czigler és irodavezetője, Dvořák Ede (1861–1920) kettős ajánlására felvették a szobrászt a Magyar Mérnök- és Építész-Egylet tagjai közé. [22]
Visszaemlékezések alapján a két ember sokban hasonlított egymáshoz, hiszen a munkájuknak éltek, s ennek rovására nem alapítottak családot. Ugyanakkor, míg Szécsi visszavonult életet élt, [23] Czigler népszerű társasági ember volt, aki számos egyesületben töltött be vezető szerepet. Híres volt arról, hogy tanítványait segítette szakmai előmenetelükben, s így volt ez a barátaival is, akiknek támogatásra volt szükségük. [24] Mivel az általa tervezett épületek kivitelezését többnyire rendszeresen vele dolgozó alvállalkozókkal végeztette el, valószínűleg Szécsi esetében is ő lehetett az, aki felkérte a munkára. Ez, valamint az építész-egyletbe és a műegyetemre történő ajánlás arról tanúskodhat, hogy barátját támogatta szakmai előmenetelében – amire zárkózott természete miatt Szécsinek szüksége is lehetett. Czigler sokkal inkább volt menedzser alkat, remek kapcsolatépítési képességgel. Jó ismeretségben állt a korszak magyar elitjének több tagjával, így többek között Tisza Istvánnal, ifj. Tisza Kálmánnal, valamint Vaszary Kolos esztergomi érsekkel. [25]
Szécsi és Czigler jó ismeretségéről a kutatás jelenlegi állása szerint leginkább közös munkáik, pályaműveik tanúskodnak, továbbá az, hogy a 48 évesen, szívrohamban elhunyt Szécsi temetését Czigler szervezte egykori kollégája, Balázs Ernő (1856–1930) társaságában. [26] A szobrász egyébként el is készítette az építész mellszobrát, amelynek holléte a kutatás előtt ismeretlen, nagyobb közgyűjteményben nem található. [27]

## 3. A képfaragás az építészet szolgálatában. Épületszobrászati munkák

A dualizmus korában a társművészetek, az építészet és a szobrászat szorosan összefonódtak. Az épületeknek szinte elmaradhatatlan elemei voltak a szobrászati díszek, melyeket csak a 20. század modern törekvései kezdtek elhagyni a homlokzatokról. A szobrászati díszítést Czigler is fontosnak tartotta, s épületei díszét számos alkalommal Szécsi Antal készítette el. A szobrász szerzőségéről nem minden esetben került elő forrás, így jelen tanulmány csak az eddig azonosított közös munkákat vizsgálja.

### *3.1 A Saxlehner-palota allegorikus alakjai*

Szécsi Antal a budapesti közönség előtt az Andrássy úti Saxlehner-palota szobrászati díszeivel debütált. Az egykori Sugárút, az Andrássy út kiépítését 1871-ben kezdték, s teljes szakasza az 1890-es évekre épült be. Az Oktogon és a Váci körút (ma Bajcsy-Zsilinszky út) közt húzódó rész épületei az 1880-as évek derekára készültek el. [28] Itt található Czigler munkája, első emeleti ablaksora fölött Szécsi szoborkompozícióival, melyeket a firenzei San Lorenzo bazilikában található Sagrestia Nuova Medici sírjai, Michelangelo alkotásai ihlethettek.
Az építtető Saxlehner András (1815–1889), a Hunyadi János keserűvíz forgalmazója és neje 1883. április 12-én vásárolták meg a Sugárút és a Szerecsen utca (a mai Paulay Ede utca) közt húzódó telkeket. [29] Palotájukra tervpályázatot hirdettek, s meghívták rá a fiatal Cziglert is. A pályaműveket Friedrich von Schmidt bécsi építész bírálta el. [30] Szécsi szobrászati megbízatásáról először 1884 szeptemberében adtak hírt a lapok. [31]
A héttengelyű, szimmetrikus Andrássy úti homlokzat szélső tengelyei rizalitot képeznek, s első emeleti részükön balusztrádos, korinthoszi oszlopos erkélytömbök emelkednek ki. A rizalitok közti tengelyek első emeleti ablakait, illetve a középső, háromtengelynyi balusztrádos erkély ajtóit váltakozva háromszögű és szegmensíves oromzatok koronázzák. Szécsi bronzszobrai a második, negyedik és hatodik ablakok háromszögű oromzatain nyugszanak. Bronzból készültek még a főbejárat körüli, falra rögzített figurális lámpatartók, a főpárkány frízének

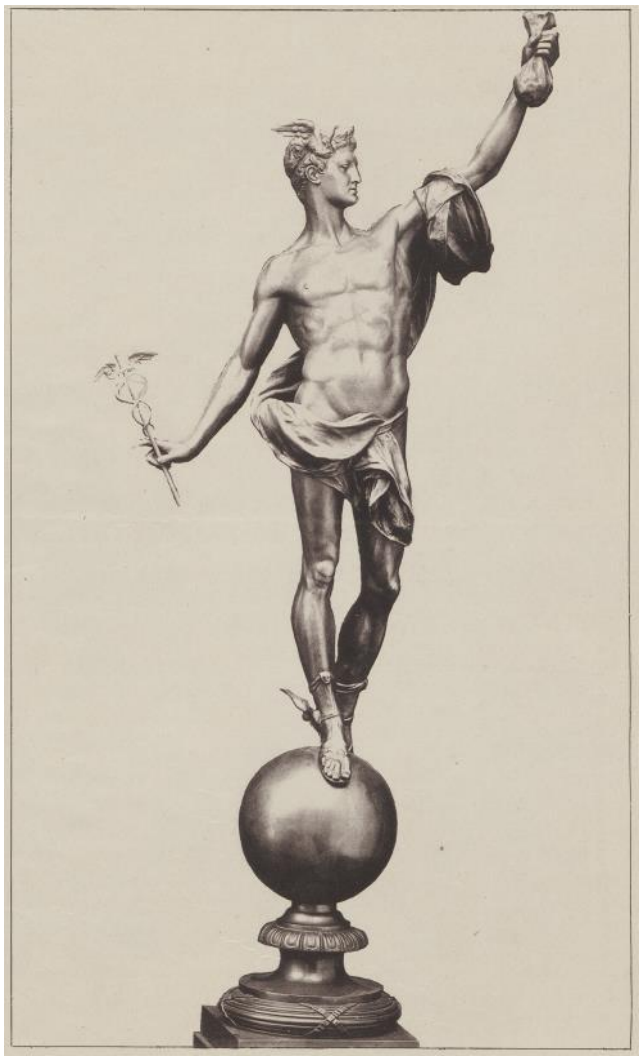
girlandos motívumai és monogramot közrefogó koszorúi, továbbá a geiszon függőlemeze alján sorakozó rozetták.
A Szécsi-féle szobrok a korabeli sajtó alapján a művészetet, tudományt, békét, jólétet, földművelést és ipart szimbolizálják. [32] Más vélemény szerint görög isteneket és istennőket ábrázolnak, tehát Dionysos, Démétér, Aphrodité, Arész, Zeusz és Héra tűnik fel előttünk. [33] A megvalósult változat azonban eltér ezektől.
A baloldali szoborpárból az első egyértelműen a tudományt testesíti meg, kopasz, szakállas férfi képében. Jobb kezében iránt és armilláris gömböt tart, baljában körzőt fog és karjával könyvekre támaszkodik. Lábszárait, egyik oldalt a boka fölött, másikon combközéptől drapéria borítja, amely jobb vállán átvetve, felső testének nagy részét szabadon hagyva jelenik meg. Párdarabja a művészet allegóriája, vagyis egy nőalak hangszerekkel, aki ruhában, fejkendővel látható. A zenei vonatkozás azért is érdekes, mert Saxlehner András lánya, Saxlehner Emma operaénekesnő volt. [34] Köztük a falon egy női portré látható, nyakában gorgó fejjel, amely Pallasz Athénét, a bölcsesség és művészetek istennőjét jelöli.
A középső szoborpárból az első egy kontyos hajú nőalak, akinek növényi mintás ruhája egyik mellét fedetlenül hagyja. Támaszkodó kezében búzakalászokat tart, másikkal pedig a mögötte elhelyezkedő gyümölcsök felé nyúl. Ő a jólétet, békét testesíti meg és a görög Démétérrel, vagy a római Ceresszel, a földművelés és termékenység istennőjével azonosítható. Párdarabja egy felfelé néző férfialak. Felső teste fedetlen, fején sisak, támaszkodó kezében a győzteseknek járó pálmaág található, másik karjával pedig egy pajzsra támaszkodik. Ez az alak a győztes háború allegóriája, s az istenek közül leginkább a görög Arésszel és a római Marssal azonosítható. A két alak közt található női portrét a jólétre utaló búzakalászok veszik körül.
A jobb szélső szoborpárban aktokat láthatunk, melyeknek csak ágyékát fedi drapéria. A baloldali egy nőalak. Támaszkodó karjára sikló tekeredik, s hátával egy nagy, tengeri csigaházra támaszkodik. A tengeri állatok és a szép, meztelen test a szépség istennőjére, Aphroditére utal. Párdarabja egy robusztus, izmos, szakállas férfialak, aki egyértelműen Heraklésszal, vagyis Herkulessel azonos. Oroszlánbőrön nyugszik, s husángot tart magánál, ugyanis legyőzte a nemeai oroszlánt. A két alak közt Hermész feje látható, szárnyas sisakkal. Előtte szárnyak helyezkednek el, feje mögül hattyúk bújnak elő, melyek, mint attribútumok, szintén Aphrodité jelenlétére utalhatnak.



**2. ábra: A tudomány és a művészet allegóriája a Saxlehner-palota homlokzatán**
Forrás: Nagy Krisztina fotója, Magyar Építészeti Múzeum és Műemlékvédelmi Dokumentációs Központ

*3.2 További épületszobrászati munkák*

Nagyjából a Saxlehner-palotával egy időben, 1884 és 1885 között épült Czigler tervei alapján a Kereskedelmi Akadémia Alkotmány utca 9–11. szám alatti székháza. Az épület téglahomlokzatú, vakolt és festett tagolóelemekkel. Az épülettesten nem található figurális dísz, csak ókori építészetből eredeztethető architektonikus formák. Portikusza két oldalán egy-egy ión fejezetű oszlop áll bronz szobrokkal. Nyugaton a béke, szárnyas nőalak képében, felemelt jobb karjában olajággal, baljában síppal. Keleten a kereskedelem allegóriáját, vagyis Hermészt láthatjuk, fején szárnyakkal, jobbjában szárnyas pálcával, baljában pénzes erszénnyel. Az alakok Szécsi munkái [35], ahogy az utca túloldalán álló, Alkotmány utca 6. szám alatti, Czigler által tervezett, északi neoreneszánsz Országos Erdészeti egyesületi székház (1885–1886) kapuzati dísze is. Dór háromnegyedoszlopokkal keretezett kapuját tört szegmensíves oromzat koronázza, felfelé ívelő szélein egy férfi- és egy nőalakkal. A fatörzs és a tölgyfalevelekből képzett erdészcsillag az építtető egyesületre, az erdészetre és a vadászatra utal. [36]
A Városmajor utca 31. szám alatti iskolaépület egykor Mayer Ferenc tábornok nevét viselő fiúárvaház volt, amely 1886-ban épült Czigler tervei alapján. [37] Előtte áll a névadó mellszobra, Szécsi munkája. [38] Egy egyemeletes, első emeletén téglahomlokzatú neoreneszánsz épület, viszonylag egyszerű talapzaton nyugvó mellszoborral, mégis igényes munkák, s a két alkotó együttműködésének bizonyítékai.
A Magyar Királyi Vasút- Posta- és Távírdai Tisztképző Tanfolyam Luther utca 3. számú, téglahomlokzatú, vakolt-festett tagolású neoreneszánsz épülete (1889–1890) az építész monumentálisabb művei közé tartozik. Tört szegmensíves oromzataiban álló szobrait Szécsi mintázta, de napjainkra elpusztultak. Tematikájuk a posta–távírda és a vasút volt, előbbit a tervek alapján egy földgömbön álló, postakürtöt fújó, vélhetően távíróvezetékeket tartó nőalak, utóbbit egy szárnyaskerékre állított, hagyományos attribútumaival ábrázolt Hermész testesítette meg. A szobrok horganyból készültek, amely olcsóbb volt a bronznál, de a csapadéknak jól ellenállt. Az öntést a Schlick-gyár kivitelezte, Szécsi a szobrok modelljét készítette el, ahogy a legtöbb esetben. [39] Szécsi Antal mellett Szabó Antal épületszobrász is dolgozott a díszítésen, aki többek között a főpárkány frízének reliefjeit és a második emelet falát díszítő medalionokat készítette a posta, a vasút, továbbá a távírda tematikájára. [40]
A Luther utcai épülethez hasonlóan, Szabó Antal épületszobrásszal együtt díszítette Szécsi a Pesti Hazai Első Takarékpénztár Erzsébet körút 1-3. szám alatti palotáját (1891–1892). Munkája a sarki hagymakupola csúcsán álló Hermész-szobor volt, [41] amely a II. világháború pusztításai során megsemmisült. A tematika módosult Czigler engedélyezési terveihez képest, hiszen a tervező szárnyas nőalakot képzelt el, felemelt jobbjában méhkassal, amely a takarékpénztárak és pénzintézetek jelképe, baljában pedig olajágkoszorúval, a béke jelképével. Szécsi férfialakot, egy Hermészt készített, amely felemelt jobbjában tartja az olajágkoszorút, baljában pedig a méhkast. Az istenség a fején található szárnyak alapján azonosítható, attribútumai kiegészültek a czigleri elképzelés szerint. [42] Modellje Réthy Menotti (1867–1911) atléta, a kor elismert magyar sportembere volt. [43] Réthy többször állt modellt Szécsinek, így a Baross Gábor-szobor mellékalakjain is ő látható. [44] A szobrász tagja volt a Budapesti Torna Clubnak, s a lövészet terén jeleskedett. [45] Réthy Menottival való személyes ismeretsége is ide vezethető vissza.



**3. ábra: Hermész a Kereskedelmi Akadémia előtt**
Forrás: Az Építési Ipar, 503, 1886, képmelléklet



**4. ábra: A Pesti Hazai Első Takarékpénztár palotája, a kupolán Szécsi Antal Hermész-szobrával, Divald Károly fénynyomatán**
Forrás: Építő Ipar, 856, 1893, képmelléklet

*3.3 Síremléképítészet*

A dualizmuskori építészek síremlékek, mauzóleumok tervezésével is foglalkoztak, így Czigler Győző is. Legismertebb funerális munkája a palotát építtető Saxlehner családhoz köthető.
Saxlehner András 1889. május 24-én hunyt el Bécsben, hamvait a budapesti Kerepesi temetőben – a Fiumei Úti Sírkertben – helyezték örök nyugalomra. [46] A család impozáns mauzóleumot emeltetett neki budapesti lakóháza építészével. Czigler szimmetrikus kompozíciót tervezett, közepén timpanonos fülkével, két oldalán egy-egy oszlopsorral, amelyek a nyolcadkör ívében húzódtak. Előtte egy, a nyolcszög három oldalából képzett alaprajzú, lépcsőn megközelíthető terasz feküdt, amelybe mélyítve kapott helyet a szarkofág. A fülkében az elhunyt bronz mellszobra állt, amelyet Szécsi mintázott. Az oszlopsorokat záró pillérek tetején triposzokat, a mellvéden hamvvedreket helyeztek el, melyeket Marchenke Vilmos mintái alapján öntött bronzból a Schlick-gyár. [47] A mauzóleumot 1953-ban bontották le, amikor ezt a területet hozzákapcsolták a gumigyárhoz. Saxlehner napjainkban az Új Köztemetőben nyugszik, fekete márvány obeliszk alatt. [48]
Szintén Szécsi és Czigler közös munkája egy egyszerűbb, görög sztélékre emlékeztető síremlék a Fiumei Úti Sírkertben, amelyet Stoczek József műegyetemi tanárnak emeltek az egyetemi polgárok adományaiból 1891 őszén, világos színű haraszti kőből. Elején látható a tanár profilból ábrázolt bronz portréja, melyet Szécsi mintázott. [49]
A két művész Budapesten kívül is jegyzett funerális munkát, így a Pápa melletti Mezőlak és Békás határán Hollán Ernő (1824–1900) síremlékét, az Ybl Miklós által tervezett, 1869-ben épült neogótikus, görög kereszt alaprajzú Békássy-Hollán sírkápolnában. [50] Czigler tervei alapján készült az architektonikus keret, egy hellén stílusú, korinthoszi oszlopokkal övezett aediculás szoborfülke, amelyben mandorlában látható Hollán képmása, mellkép formájában,

szemből ábrázolva, előtte az érdemeire utaló babérággal. Az architektonikus részt festett, angyalos kompozíció keretezi, melyet Lotz Károly kartonjai alapján Kölber Dezső készített. [51]




**5. ábra: A Saxlehner-mauzóleum terve**
Forrás: BFL XV.17.d.328.4288



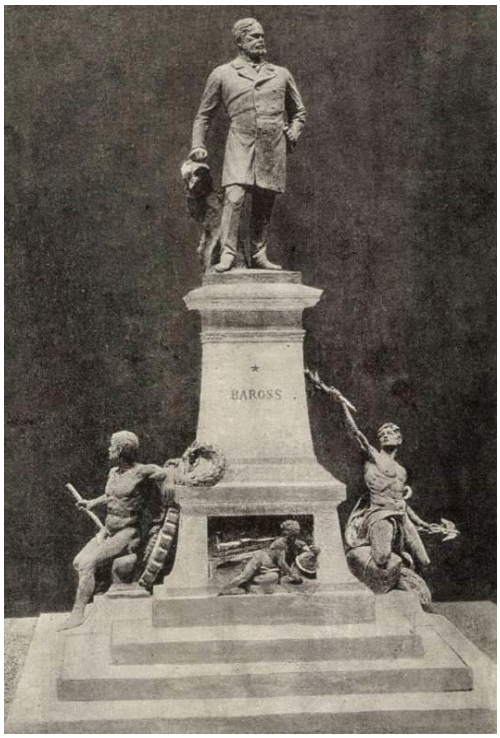

**6. ábra: A Saxlehner-mauzóleum**
Forrás: Építő Ipar, 886, 1893. 7. képmelléklet

## 4. Az építészet a szobrászat szolgálatában – emlékművek, talapzatok

Az emlékművek elhelyezése, architektonikus kialakítása építészeti feladat, amelyet Szécsi munkáinál többször Czigler irodája végzett el.
Az alkotópáros legjelentősebb közös emlékműve, az 1891-re datálható Szabadságharc-emlékmű csak makett és terv formájában készült el – ahogy a többi pályamunkát sem ítélte a zsűri megvalósításra alkalmasnak. A pályázat kiírói pontos helyszínt nem jelöltek meg, de lehetséges helyszínként felmerült az Andrássy úti (ma Kodály) körönd, az épülő Országház előtti tér, illetve a mai Hősök tere. [52] Bár a szobor megvalósítása elmaradt, a pályaműveket díjazták: Strobl Alajos, Zala György és Róna József munkái 1200 forintnyi, Donáth Gyula, Szécsi Antal és Köllő Miklós munkái hatszáz forint tiszteletdíjat kaptak. [53] Bár nem aratott diadalt, Szécsi minden bizonnyal büszke volt művére, hiszen egy fennmaradt kép alapján előkelő helyet kapott műtermében. [54] Az emlékmű alján négy, oldalain két-két ión oszloppal övezett diadalív nyílt, amelyek együtt alkották az oszlop alépítményét. Belsejükbe Lotz Károly készített falképterveket. [55] A diadalíveket lépcsőről lehetett volna megközelíteni, amelynek két típusa volt: egyik mellvédjén oroszlánok kaptak helyet, a másik pedig kétkarú volt, s középen egy-egy lovas kompozíció helyezkedett el. Az ívek fölött reliefek és kisebb szoborkompozíciók álltak, fölöttük pedig az Igazság, Testvériség, Egyenlőség és Béke allegóriái, illetve egy, Hungária győzelmét megjelenítő szoborcsoport. A diadalíveket ión oszlopsorok kötötték össze. Az emlékmű felső részén egy magas, kannelurázott, címeres törzsű korinthoszi oszlop állt, tetején a Szabadság géniuszával.
A Keleti pályaudvar előtti Baross Gábor-szobor talapzatát Czigler irodavezetője, Dvořák Ede tervezte, s főnöke művezetőként felügyelte a munkát. A szoborpályázatot Strobl Alajos nyerte, mégis Szécsi kapta a megbízást, hiszen a művét érő kritikák miatt Strobl visszavonta a nevezést. [56] Bár a szobrot többször áthelyezték, az eredeti talapzat rekonstrukciója napjainkban is megtekinthető. Magas, lépcsőzetes lábazaton áll, amelynek felső részén két kisebb, íves talapzat nyugszik. Ezeken fekszenek az akt mellékalakok, amelyeknek Réthy Menotti volt modellje. [57] Az egyik alak jobbjával babérágat nyújt Baross felé, baljában Hermész szárnyas pálcáját tartja, kifejezve ezzel a vasminiszter érdemeit a kereskedelem fejlesztésében. A másik alak az ipar területén szerzett érdemekre utal: üllőn ül, kalapácson támaszkodik, mögötte fogaskerék helyezkedik el. A talapzat elülső és hátsó oldalán fekvő téglalap alakú relieftáblák találhatóak, melyek közül egyik a Baross által szabályozott Vaskapu-szoros, másik a vasút allegóriája. Előbbi férfiakt vastag láncot szorít, hátterében hajók láthatóak, utóbbi földgömbre támaszkodik, s mögötte egy gőzmozdony halad el füstölgő kéménnyel. A lépcsőzetes lábazat fölötti, hasáb alakú rész alul profilozott, fent fogrovatos párkány zárja, ezáltal klasszikus építészeti formákat követ. Tetején Baross Gábor sziklára támaszkodva látható. Czigler Barosst személyesen is ismerte, [58] s egy anekdota szerint ő javasolta Szécsinek, hogy a szoborhoz Grexa János műegyetemi kvesztor álljon modellt, aki szerinte nagyon hasonlított az egykori vasminiszterre. [59]
Eddig ismert legkisebb közös munkájuk Czuczor Gergely (1800–1866) bencés szerzetes, költő és nyelvtudós emléktáblája, amely a Múzeum körúton, a mára lebontott Brázay-ház – a költő egykori lakóháza – homlokzatán helyezkedett el. Bár az épület Budapest ostromakor elpusztult, a táblát visszaállították és a Szécsi által mintázott portré most is megtekinthető a Múzeum körút 23–25. számú épület falán. A Czigler által tervezett díszes kőkeretet nem rekonstruálták, helyette egyszerű márványtábla látható. [60]



**7. ábra: A szabadságharc-emlékmű, Szécsi- és Czigler-féle pályamű**
Forrás: Építő Ipar, 1891. 12. képmelléklet




**8. ábra: Szécsi Antal pályaműve a Baross-szobor pályázatán**
Forrás: Képes Folyóirat – A Vasárnapi Ujság füzetekben, 15. Budapest, 1894. p. 469.




**9. ábra: Czuczor Gergely-emléktábla**
Forrás: Országos Széchenyi Könyvtár, DKA-031628

## 5. Kapcsolati háló

Czigler és Szécsi esetében számos közös ismerős és barát azonosítható. Mindketten tagjai voltak az építész-egyletnek és tanítottak a műegyetemen, s minden bizonnyal megfordultak egymás műtermében a közös munkafolyamat során.
A szobrászművész Czigler irodájának két alkalmazottjával, Dvořák Edével és Balázs Ernővel jó ismeretséget ápolt. Dvořák Cziglerrel közösen ajánlotta Szécsit az építész-egylet tagjai közé, s ő tervezte a Baross-szobor talapzatát. Az szobrász és az építész műegyetemi kollégák is voltak, hiszen Dvořák 1888-tól Czigler tanársegédje, 1900-tól adjunktusa volt az ókori építészeti tanszéken, Szécsi pedig 1893-tól mintázást oktatott. [61] Az építész 1883-ban, bécsi műegyetemi tanulmányait követően került a Czigler-irodába, tanulmányi ideje (1879–1883) átfedésben volt Szécsi bécsi tanulmányaival az akadémián (1878–1882). [62] Ismeretségük a tanulmányi időszakból jelenleg nem bizonyítható. Dvořák Czigler irodavezetője volt, így az életmű létrehozásában kiemelkedő szereppel bírt, s minden bizonnyal az építésszel együttműködő iparosokkal, művészekkel is kapcsolatot tartott. Fontos megjegyezni, hogy Dvořák és Szécsi is nőtlenek, gyermektelenek voltak, ezért hagyatékuk részben szétszóródott, részben elveszett.
Míg Dvořákkal az eddig ismert források a két művész jó ismeretségéről, Balázs Ernővel szoros barátságról tanúskodnak. A szobrász Cziglernél köthetett vele ismeretséget, hiszen abban az időszakban, amikor Szécsi visszatért Budapestre, Balázs Cziglernél dolgozott. Tervei alapján épült fel a ceglédi takarékpénztár, [63] melynek szobrai Szécsi műtermében készültek 1889–1890-ben. [64] Közös munkájuk az 1894-ben átadott Golgota téri Kálvária, melyet Balázs a Székesfőváros Mérnöki Hivatalával tervezett. [65] Szoros barátságukról tanúskodik az, hogy a halálos ágyán fekvő szobrász még elküldetett Balázsért, hogy beszélhessen vele, s a művész temetését Balázs és Czigler ketten finanszírozták. [66]
Nemcsak Czigler irodai munkatársaival, hanem egyéb közeli kollégáival is kimutatható Szécsi jó ismeretsége és munkakapcsolata. Szécsi műterméről a Magyar Géniuszban jelent meg egy fénykép, amelyen látható az Ybl Miklós által tervezett Gloriett makettje. [67] Ez 1884–1885-ben épült és a Hősök tere helyén állt, majd 1898-ban áttelepítették a Széchenyi hegyre. [68] Az

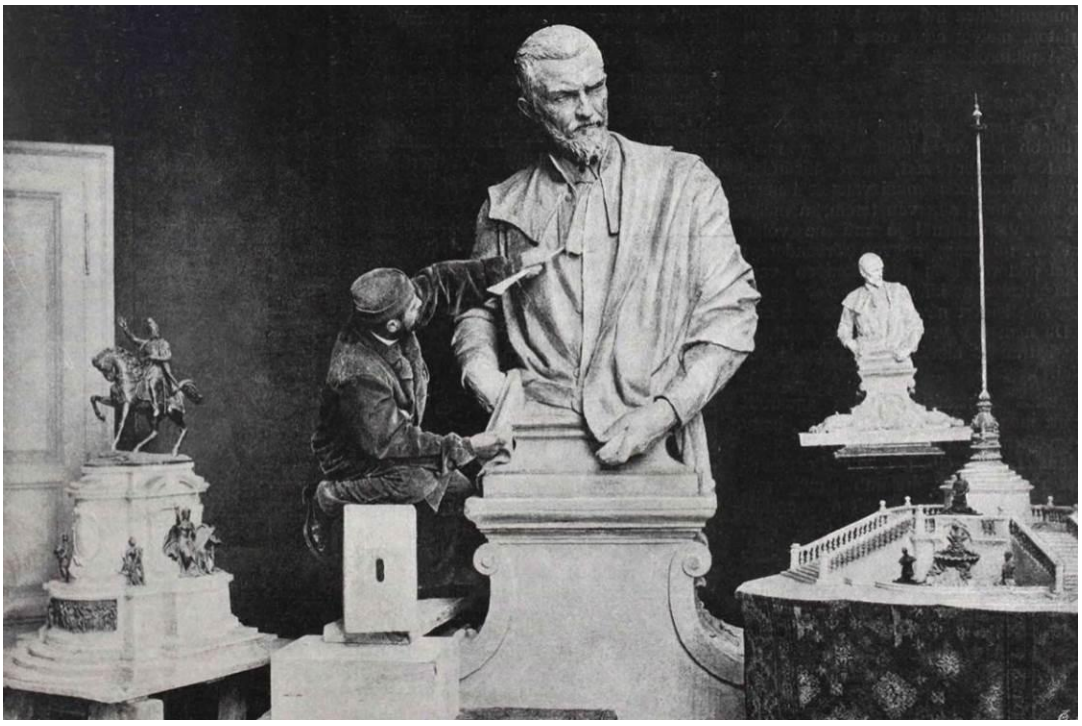
ismert források csak Ybl-re, mint tervezőre utalnak, de a Szécsi-műteremben található makettből arra lehet következtetni, hogy a szobrász részt vehetett a kivitelezésben nagyjából a Saxlehner-palotával egy időben. Ybl Miklós felfedezte a fiatal Czigler tehetségét, s támogatta őt korai pályafutása során. [69] 1883 és 1888 között az építész jegyzője volt a Magyar Mérnök- és Építész-Egylet műépítési szakosztályának, amely fölött Ybl elnökölt, [70] s az idősebb szaktekintélynek szerepe lehetett abban is, hogy egyik fontos megbízója, a Pesti Hazai Első Takarékpénztár 1890 körül már Cziglerhez fordult megbízásaival, aki megtervezte nekik a Fő utca 10. és Erzsébet körút 1–3. szám alatti palotákat. Ha a Gloriett szobrászati kivitelezése valóban Szécsi nevéhez köthető, a szálak valószínűleg Cziglerhez is elvezetnek, hiszen a fiatal szobrász a Saxlehner-palota szobraival tűnt fel, s a kút ezzel nagyjából egy időben épült.

Az építészeken kívül a társművészetek művelői között is találunk olyat, aki többször is dolgozott Szécsivel és Cziglerrel. Lotz Károly (1833–1904) festőművész készítette a Saxlehner-palota és a Hollán-síremlék festészeti díszítését, de a Szabadságharc-szobor pályaművéhez is festett vázlatokat. Lotz ezen felül Rákosi Jenő József körút 5. szám alatti házán, [71] valamint a Tihanyi Apátság restaurálásán dolgozott együtt Cziglerrel. [72] Az építész rajzolójánál fennmaradt hagyatékában található Lotz-levelek jó munkakapcsolatról tanúskodnak. [73]

A művészeken kívül kimutatható még kapcsolata a Saxlehner családdal, akik a palota szobrai kapcsán találkozhattak a szobrásszal, aki később Saxlehner András mauzóleumában álló mellszobrát és fia, Saxlehner Árpád büsztjét is elkészítette. [74] Ismeretségben állhatott a Luczenbacher családdal is, ugyanis ifj. Luczenbacher Pál támogatta a Mayer árvaház [75] és a Kereskedelmi Akadémia építkezéseit. [76] Cziglernek visszatérő megbízója volt, így a szobi kálvária (1881–1890) és leányiskola (1884–1885), valamint a Teréz körút 49. szám alatti bérház (1886–1887) köthető a nevéhez.



**10. ábra: Szécsi Antal szobrász műterme a Lendvay utca 8. szám alatt**
Forrás: Vasárnapi Ujság, 47, 1898. p. 820.



**11. ábra: Szécsi Antal műterme, jobbra a Gloriett makettje**
Forrás: Magyar Géniusz, 49, 1897. p. 785.

## 6. Összegzés

Szécsi Antal és Czigler Győző a magyar historizmus jeles alakjai a szobrászat, illetve az építészet terén. Nem voltak művészzsenik, az újítások helyett az akadémiai hagyományokhoz, a régi stílusokhoz ragaszkodtak. Életüket a munkának szentelték, amit alázattal, szorgalmasan végeztek, igényes életművet hagyva az utókorra. Életútjukat tekintve figyelemreméltó az a támogatói magatartás, ahogy Czigler felkarolta Szécsit, hiszen ajánlotta a Magyar Mérnök- és Építész-Egyletbe, a műegyetemre, továbbá számos alkalommal felkérte közös munkára. Iránta tanúsított tiszteletét fejezi ki az a gesztus is, hogy a fiatalon elhunyt barát temetésének terhét átvállalta a rokonságtól, s méltó ceremóniát rendezett Szécsi búcsúztatására.
Jelen tanulmány e két művész közös munkásságát mutatta be, s igyekezett bizonyítékokat bemutatni a két alkotó barátságára és együttműködésére, továbbá támpontokat adni a további kutatásokhoz – első sorban Szécsi Antal szobrászművész életművének jövőbeni feldolgozásához.

## Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti témavezetőmet, Rozsnyai Józsefet a tanulmány lektorálásáért, munkahelyemet, a Magyar Építészeti Múzeum és Műemlékvédelmi Dokumentációs Központot a konferencián való részvételem támogatásáért. Köszönet még az esemény szervezőinek, továbbá férjemnek, Gharz Aldin Mohanadnak.

## Irodalomjegyzék

[1.] Sisa J. (szerk.), A magyar művészet a 19. században. Építészet és iparművészet. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia Bölcsészettudományi Kutatóközpont, Osiris Kiadó. 2013. pp. 207-219.

[2.] Vadas F., Nováky Á.: Czigler, Győző. In Allgemeines Künstlerlexikon, 23, München-Leipzig: De Gruyter Database. 1999. pp. 311-312.
[3.] Vizy L.: A Zsolnay építészeti kerámia mesterei 10. Czigler Győző építész-professzor munkássága. Magyar Építőipar, 2, 2009. pp. 79-80.
[4.] Kalmár M.: Czigler Győző élete és munkássága. In Armuth M., Lőrinczi Zs. (szerk.), Műegyetem – A történeti campus. Budapest: 6 Bt Kiadó. 2013. pp. 226-243.
[5.] Takács K.: Czigler Győző építész. Művészettörténet képzés, szakdolgozat. Piliscsaba: PPKE. 2010.
[6.] Tóth E.: Czigler Győző. Budapest: Holnap Kiadó. 2021.
[7.] Kenyeres Á. (szerk.), Magyar életrajzi lexikon, 2, Budapest: Akadémiai Kiadó. 1982. p. 724.
[8.] D. I.: Szécsi Antal. In Lyka K. (szerk.), Művészet, 4, Budapest, 1904. pp. 258-260.
[9.] Pör a Venus-szoborkut miatt. Pesti Napló, 167, 1914. p. 13.
[10.] Nagy V.: Czigler Győző emlékezete. A Magyar Mérnök- és Építész-Egylet (MMÉE) Közlönye, 19, 1911. p. 250.
[11.] Külföldi Egyetemjárás. Letöltve 2022. május 28-án: https://leveltar.elte.hu/hu/leveltar/kutatas/adatbazisok/kulfoldi-egyetemjaras
[12.] Papp G. Gy.: Gerster Kálmán (1850–1927) munkássága. Doktori disszertáció, ELTE BTK, 2007. p. 125.
[13.] Scheftsik, Antonius Josephus, Terézvárosi római katolikus kereszteltek anyakönyve, 1856. 568. folyószám. Letöltve 2022. május 20-án: https://www.familysearch.org/ark:/61903/3:1:9398-N4SM-1?cc=1743180&personaUrl=%2Fark%3A%2F61903%2F1%3A1%3AXXS6-R9W
[14.] D. I.: Szécsi Antal. In Lyka K. (szerk.), Művészet, 4, Budapest, 1904. p. 258.
[15.] Déry A.: Budapest eklektikus épületszobrászata. Művészettörténet – Műemlékvédelem, 1. Budapest: Országos Műemlékvédelmi Hivatal. 1991. p. 94.
[16.] D. I.: Szécsi Antal. In Lyka K. (szerk.), Művészet, 4, Budapest, 1904. p. 258.
[17.] Nagy V.: Czigler Győző emlékezete. A MMÉE Közlönye, 19, 1911. p. 250.
[18.] A forrásokat közli: Külföldi Egyetemjárás. Letöltve 2022. május 28-án: https://leveltar.elte.hu/hu/leveltar/kutatas/adatbazisok/kulfoldi-egyetemjaras
[19.] Hellmer, Edmund. In: Tolnai Új Világlexikona, 6. Budapest: Tolnai Nyomdai Műintézet és Kiadóvállalat Rt. 1927. p. 245.
[20.] Szobrászati hírek. In Fővárosi Lapok, 1884, 212. p. 1374.
[21.] A Királyi József-Műegyetem programmja az 1893/1894-ik tanévre. Budapest, 1893. p. 9.
[22.] A MMÉE Heti Értesítője, 1893. p. 48.
[23.] D. I.: Szécsi Antal. In Lyka K. (szerk.), Művészet, 4, Budapest, 1904. pp. 258-260.
[24.] Nagy V.: Czigler Győző emlékezete. A MMÉE Közlönye, 19, 1911. pp. 250-252.
[25.] Vaszary Kolos, Tisza István és ifj. Tisza Kálmán Czigler Győzőnek írt levelei Bauer Gyula építési rajzoló hagyatékában, magántulajdon
[26.] Szécsi Antal temetése. Az Ujság, 166, 1904. p. 15.
[27.] D. I.: Szécsi Antal. In Lyka K. (szerk.), Művészet, 4, Budapest, 1904. p. 260.
[28.] Gyáni G.: Fővárosból „székváros” és a millennium. In Bácskai V., Gyáni G., Kubinyi A. (szerk.) Budapest története a kezdetektől 1945-ig – Várostörténeti tanulmányok 6. Budapest, 2000. p. 149.
[29.] Budapest Főváros Levéltára (BFL), XV. 37. c. 3846. 29247.
[30.] Bauer Gy.: Czigler Győző. Kézirat a szerző hagyatékában, magántulajdon 1905.
[31.] Szobrászati hírek. In Fővárosi Lapok, 1884, 212. p. 1374.
[32.] Képzőművészeti hírek. Pesti Hírlap, 250, 1884. p. 3.
[33.] Déry A.: Budapest eklektikus épületszobrászata. Művészettörténet – Műemlékvédelem, 1. Budapest: Országos Műemlékvédelmi Hivatal. 1991. 67–69. ábra.

[34.] Kempelen B.: Családkönyv 1. Nemes családok, polgárcsaládok. Budapest, 1940. p. 126.
[35.] Ghyczy G. (szerk.), A budapesti Kereskedelmi Akadémia huszonkilenczedik évi jelentése az 1885-86-iki tanév végén. Budapest: Budapesti Kereskedelmi Akadémia. 1886. p. 4.
[36.] Az Országos Erdészeti Egyesület palotája. Gazdasági Mérnök, 52, 1886. p. 52.
[37.] Czigler Győző. Építő Ipar, 14, 1905. p. 122.
[38.] Mai rajzmellékletünkön. Az Építési Ipar, 503, 1886. p. 373.
[39.] Baross Gábor Budapesten, 1889. december 21-én kelt levele Czigler Győzőnek címezve. Bauer Gyula hagyatéka, magántulajdon
[40.] Speidl B.: A közlekedésügyi m. kir. tanfolyamok épülete. Vasúti és Közlekedési Közlöny, 123, 1890. p. 1196.
[41.] A hazai első takarékpénztár budapest-erzsébetvárosi fiókintézetének palotája. Építő Ipar, 856, 1893. p. 105.
[42.] Klösz Gy. felvétele, BFL XV.19.d.1.8.146.
[43.] Csorba L.: A három Menotti és a Keleti-pályaudvar. Az olasz-magyar kapcsolatok „mellékalakja" – főszerepben. In Jankovics J. (szerk.), „Nem sűlyed az emberiség!" … Album amicorum Szörényi László LX. születésnapjára. Budapest: MTA Irodalomtudományi Intézet. 2007. pp. 1483-1484.
[44.] Hajós A.: Levelek. Kiről mintázták a Baross-szobor atléta alakját. Sporthirlap, 74, 1925. p. 12.
[45.] Budapesti polgári lövész-egyesület. Herkules, 12, 1894. p. 94.
[46.] BFL XV.17.d.328.4288.
[47.] St.: A Saxlehner család mauzoleuma a budapesti kerepesiuti temetőben. Építő Ipar, 850, 1893. p. 75.
[48.] Merényi-Metzger G.: A Saxlehner család sírboltja. Turul, 1, 2003. p. 20.
[49.] Síremlékek II. Építő Ipar, 779, 1891. p. 420.
[50.] Prakfalvi E.: Két sírkápolna a történelmi veszprémi egyházmegyében: Békás és Szőlőskislak – Ybl Miklós és Ágoston József művei. Művészettörténeti Értesítő, 66, 2017, pp. 201-216.
[51.] Új emlékművek. In Lyka K. (szerk.), Művészet, 6, 1903. pp. 424-426.
[52.] A szabadságharc-szobor tervezői. Fővárosi Lapok, 96, 1891. pp. 699-702.
[53.] A szabadságharc-szobor ügye. Fővárosi Lapok, 131, 1891. p. 970.
[54.] Szécsi Antal szobrász műterme. Vasárnapi Ujság, 47, 1898. p. 820.
[55.] Székely B.: A szabadságharc-szobor pályaművei. Fővárosi Lapok, 61, 1891. pp. 437-439.
[56.] E.: Baross Gábor szobra. A MMÉE Heti Értesítője, 1898. pp. 217-219.
[57.] Hajós A.: Levelek. Kiről mintázták a Baross-szobor atléta alakját. Sporthirlap, 74, 1925. p. 12.
[58.] Baross Gábor Czigler Győzőnek írt levelei Bauer Gyula építési rajzoló hagyatékában, magántulajdon
[59.] Dr. Kovács Z.: Baross Gávor redingotja. Népszabadság – Budapest melléklet, 2001. november 23. p. 37.
[60.] Czuczor emléktáblája. Vasárnapi Ujság, 41, 1896. p. 686.
[61.] Dvořák Ede és Szécsi Antal szolgálati és minősítési táblái a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár levéltárában
[62.] Special-Protokoll von Eduard Dvořák, Nr. 208. 22. Dezember 1899; Studienbücher 1878/79–1882/83. Technische Universität Wien, Universitätsarchiv
[63.] Kérelem. A MMÉE Heti Értesítője, 20, 1889, p. 156.
[64.] D. I.: Szécsi Antal. In Lyka K. (szerk.), Művészet, 4, Budapest, 1904. p. 260.
[65.] Az uj Kálvária. Pesti Hírlap, 347, 1890, p. 3.
[66.] Szécsi Antal meghalt. Pesti Napló, 166, 1904. p. 15.

[67.] Szécsi Antal munka közben. Magyar Géniusz, 49, 1897. p. 785.
[68.] Hidvégi V.: Gloriett. Ybl Miklós Virtuális Archívum. Letöltve 2022. május 15-én: https://ybl.bparchiv.hu/hu/alkotasok/gloriett
[69.] Nagy V.: Czigler Győző emlékezete. A MMÉE Közlönye, 19, 1911. p. 250.
[70.] A MMÉE tisztikarának, választmányának és tagjainak névsora 1883. év végén. In Melléklet a H.-Értesítő 37-ik számához. Budapest. 1883. 1.
[71.] Bauer Gy.: Czigler Győző. Kézirat a szerző hagyatékában, magántulajdon 1905.
[72.] Ybl E.: Lotz Károly élete és művészete. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia. 1938. p. 316.
[73.] Lotz Károly Czigler Győzőnek írt levelei Bauer Gyula építési rajzoló hagyatékában, magántulajdon
[74.] D. I.: Szécsi Antal. In Lyka K. (szerk.), Művészet, 4, Budapest, 1904. p. 260.
[75.] Mayer Ferenc fiu-árvaház. Kislexikon. Letöltve 2022. május 28-án: http://www.kislexikon.hu/mayer_ferenc_fiu-arvahaz.html
[76.] Bricht L.: A Budapesti Kereskedelmi Akadémia története alapításától 1895-ig. Budapest: Singer és Wolfner, 1896. pp. 23-24.

**Lektorálta:** Rozsnyai József PhD, egyetemi adjunktus, Pázmány Péter Katolikus Egyetem

# Nyelvtudományi Szekció / Linguistics

# A MŰÉRTELMEZŐ SZÖVEGEK ÉRTÉKELÉSÉNEK MEGBÍZHATÓSÁGA A MAGYAR NYELV ÉS IRODALOM KÖZÉPSZINTŰ ÍRÁSBELI ÉRETTSÉGI VIZSGÁN

**Juhász Milán**
*Eötvös Loránd Tudományegyetem, Nyelvtudományi Doktori Iskola, doktorjelölt,*
*jmilaan@gmail.com*

**Absztrakt**
Jelen tanulmány témája a fogalmazásértékelések megbízhatóságának vizsgálata. Középpontjában a magyar köznevelési rendszer keretein belül megrendezett magyar nyelv és irodalom középszintű írásbeli érettségi vizsga műértelmező szövegalkotási feladatának javítási-értékelési útmutatójának vizsgálata, valamint a javító pedagógusok értékeléskultúrájának feltárása áll. A pilot kutatás célja felmérni, hogy a jelenleg alkalmazott javítási-értékelési útmutató alkalmazásával mennyire egységesen járnak el a bíráló pedagógusok az értékelés folyamatában. Ehhez kapcsolódóan a vizsgálat hipotézise az, hogy a jelenleg alkalmazott javítási-értékelési útmutató alapján bíráló pedagógusok ugyanazon tanulói szövegproduktumra adott értékelései között statisztikailag is kimutatható különbség van. A kutatási mintába harminc érettségiztető magyartanár tartozik, akik eltérő munkatapasztalattal (gyakornok – PED1 – PED2 – mesterpedagógus) rendelkeznek, és különböző intézménytípusban (gimnázium – technikum – szakiskola – szakképző iskola) dolgoznak. Mindegyikük ugyanazt a három tanulói szövegproduktumot (érettségi feladatként elkészített műértelmező esszé) értékelte a központilag kiadott érettségi útmutató alkalmazásával. A kapott pontszámok leíró statisztikai módszerekkel kerültek elemzésre. Az eredményekből arra következtethetünk, hogy a bíráló pedagógusok között, valamint a felállított csoportok (pályakezdő pedagógusok-gyakorlott pedagógusok; gimnáziumi tanárok-egyéb intézménytípusban tanító tanárok) között a tartalom, a szerkezet és a nyelvi igényesség szempontjaiban is jelentős – sok esetben szignifikáns – eltérés van, annak ellenére, hogy ugyanazt az értékelési szempontsort alkalmazták. A pályakezdő pedagógusok, valamint a gimnáziumi tanárok ugyanis jóval szigorúbban pontoztak, mint a tapasztaltabb pedagógusok, illetve a más intézménytípusban tanító kollégáik.
A pilot kutatás eredményei rávilágíthatnak arra, hogy milyen – a megbízhatóságot gyengítő – hibái lehetnek egy javítási-értékelési útmutatónak, illetve milyen mértékű különbségek mutatkoznak az értékelő pedagógusok gyakorlatai között. Ezeket feltárva a későbbiekben ki lehet dolgozni egy olyan mérőeszközt, amely csökkentheti a különböző bírálók ugyanarra a szövegproduktumra adott – pontszámban kifejezett – értékelései közötti különbségek mértékét, lehetőséget teremtve ezáltal az objektívabb fogalmazásértékelés megvalósulására.

***Kulcsszavak**: szövegalkotás, esszéjavítás, fogalmazásértékelés, értékelési szempontsor, érettségi*

## 1. Bevezetés

A magyar köznevelési rendszerben az anyanyelvi nevelés hangsúlyosan jelen van, a Nemzeti alaptanterv kulcskompetenciái között második helyen szerepel (Nat, 2020: 297). Az anyanyelvi nevelés keretein belül a szövegalkotási képességek folyamatos fejlesztése szintén kitüntetett szerepű, a Nat és a kerettantervek is megfogalmazzák, hogy a tanulóknak meg kell tanulniuk helyesen kifejezni a véleményüket, és ez a kívánalom már az alapelvek és célok között is megjelenik. Az alaptanterv ezen felül beemeli a célok közé a digitális szövegfeldolgozást, amelyen keresztül fejlődhet a tanulók íráskészsége és a digitális kompetenciája is, valamint a

szövegalkotáshoz köti a retorikai ismeretek elsajátítását is. Ahogy a szöveg fogalmaz, elvárás, hogy a tanulók „rendelkezzenek megfelelő retorikai ismeretekkel, tagolt, arányos szöveget tudjanak alkotni. Ismerjék az érvek, a cáfolatok fajtáit" (Nat, 2020: 301).
Szembetűnő, hogy a szövegalkotási képesség fejlesztése több műveltségi területen is megjelenik, azaz tantárgyakon átívelő célként van jelen az oktatási dokumentumokban, jelezve azt, hogy a megfelelő fejlettségű írásbeli szövegalkotás a mindennapi boldogulásban fontos szerepet játszik (Nagy, 2009), ezért fejlesztése elengedhetetlen nemcsak a magyar nyelv és irodalom tantárgyon belül, hanem az iskolai nevelés-oktatás minden területén. Ugyanakkor a hagyományos iskolai gyakorlatban a szövegalkotási képesség fejlettségének mérése leginkább a magyar nyelv és irodalom tantárgyhoz kapcsolódik, hiszen kimeneti követelményként jelen van több intézményi szinten is, így például az általános iskolában (központi felvételi eljárás), de a középiskolában is (érettségi vizsga). A produktumorientált, eredményközpontú fogalmazásértelmezés és -értékelés egyik velejárója, hogy a szövegalkotó tanuló és a szövegalkotási képességet mérő pedagógus is az írástechnikára, a helyesírásra, valamint az ellenőrzésre koncentrál (hiszen ezek könnyebben kvantifikálható szempontok), és másodlagossá válik a tartalom: valójában a gondolatok és a jelentés helyett gyakran a forma és a rögzítés kerül előtérbe az értékelés során (Szilassy, 2012).
A kimeneti méréseknél az elkészült szövegproduktumot szummatívan értékelik a pedagógusok, hiszen egy-egy nevelési-oktatási szakasz záróaktusaként jelennek meg, azzal a céllal, hogy egy pontszámmal kifejezve minősítsék a tanulót. A szummatív értékelés hatékonyságának alapfeltétele, hogy objektív, hiteles és megbízható adatokkal szolgáljon, valamint a tényleges tudásszintet fejezze ki (Falus, 1998: 403). A szövegalkotás mérése azonban – ahogy számos kis- és nagymintás fogalmazásvizsgálat rávilágít – meglehetősen problematikus, és a nehézség éppen a szövegalkotási képesség komplexitásából fakad. Azonban ezen túl is sok egyéb tényező befolyásolja az értékelést (pl. a tanuló aktuális állapota, a mérés körülményei, a kiadott feladatok, az alkalmazott javítási-értékelési útmutató stb.), amelynek megbízhatósága mindezek miatt gyakran megkérdőjelezhetővé válik (Csákberényiné Tóth, 2011).
Jelen tanulmány célja, hogy a mérés megbízhatóságához kapcsolódó tényezők közül megvizsgálja a középszintű érettségi vizsgán alkalmazott javítási-értékelési útmutató működését és alkalmazását két-két pedagóguscsoport pontszámainak összehasonlításán keresztül.

## 2. A kutatás elméleti alapjai

A magyarországi köznevelési intézményekben dolgozó pedagógusok a fogalmazásértékelés folyamata során jellemzően a fogalmazásképesség két nagyobb részképesség-csoportját mérik: a fogalmi kidolgozást és a különböző nyelvi konvenciók ismeretét (Molnár, 2000). Amikor tehát a pedagógusok elbírálnak egy fogalmazást, ezt a két komplex tényezőt mérlegelik, és fejezik ki egy-egy értékítélettel (Orosz, 1972). A tanulói szövegproduktumok értékelésére irányuló modern neveléstudományi kutatások szintén ezt a kétténezős felosztást követik, azonban az értékelés folyamatában jóval több területre és részképességre fókuszálnak (ilyen például a problémaérzékenység, a saját vélemény kifejtettsége, a szövegszerűséget biztosító nyelvi utalóelemek használata, a hangnem stb.), eltérő számú szempont mentén (Nagy, 2013). Míg a jelenleg alkalmazott, központilag kiadott javítási-értékelési útmutatókban (pl. Magyar nyelv és irodalom középszintű érettségi javítási-értékelési útmutató, 2022: 12-14.) a klasszikus hármas felosztás jelenik meg (tartalom, szerkezet, nyelvi megformáltság), és a három szempontot a javító pedagógusok holisztikusan értékelik, addig a hazai és nemzetközi fogalmazásvizsgálatokban ennél jóval részletesebb értékelési szempontsorokkal dolgoztak, lehetőséget adva az analitikus értékelés megvalósulására is. Orosz Sándor nagymintás fogalmazásvizsgálatában összesen tizennyolc szempont jelent meg (Orosz, 1972), Horváth

Zsuzsanna egy harminckét pontos szempontsort dolgozott ki (Horváth, 1998), Molnár Edit Katalin pedig hat rögzített és részletezett, ötfokú skálát alapul vevő szempontsor alapján értékelte a tanulói szövegproduktumokat (Molnár, 2000). Figyelemre méltó Kádárné Fülöp Judit munkája is (Kádárné Fülöp, 1990), amiben a szerző átfogó elemzést közölt az IEA-vizsgálat standardizált fogalmazáselbírálási rendszeréről, valamint részletesen ismertette a nemzetközi fogalmazásvizsgálatban alkalmazott Takala-modellt (Takala, 1987). Ennek újdonsága abban ragadható meg, hogy a modell kidolgozója megkülönböztette a diskurzustervezési és a szövegszerkesztési jártasságot, kompetenciát is. Előbbiben a fogalomkincs és a gondolkodásmódok ismerete, utóbbiban a kommunikációs normák és a stíluseszközök ismerete játszik szerepet (Horváth, 1998).

Noha a fenti fogalmazásvizsgálatok rávilágítanak arra, hogy egy szövegproduktum értékelése során számos szempontot szükséges figyelembe venni a minél objektívabb értékelés megvalósítása érdekében, a magyar iskolarendszerben mégis háttérbe szorul az analitikus megközelítés, éppen abból adódóan, hogy egy fogalmazás értéke a javító pedagógusok oldaláról nézve nehezen számszerűsíthető. Emellett a folyamatalapú írásmodell és a rá épülő tanítási szemléletmód kultúrája sincs jelen a mindennapi pedagógiai gyakorlatban, a legtöbb pedagógus megrekedt az eredményközpontú fogalmazásértékelés szintjén (Szilassy, 2012), amire a kimeneteli követelmények is ráerősítenek.

A 2017-ben életbe lépő új érettségi értékelési szempontsorban a szempontok három fő aspektusban jelennek meg: a szövegek tartalmát, szerkezetét és nyelvi minőségét kell értékelniük a javító pedagógusoknak. Ugyanakkor a három fő szemponton belül nincsenek jól elkülöníthető alszempontok, a különböző képességszintekbe történő besorolást viszont egy röviden megfogalmazott jellemzés segíti. Ez azonban meglehetősen elnagyolt, és kevésbé konkrét megfogalmazása az elvárt elemeknek. A tartalomra összesen huszonöt pont adható, öt teljesítménytartományra bontva, a szerkezetre öt pont adható, három szintre bontva, a nyelvi igényesség (stílus, nyelvhelyesség) szempontra pedig tíz pont adható, és négy teljesítményszint jelenik meg (1. táblázat). A helyesírás és az íráskép a három szemponttól függetlenül értékelendő: az írásképre maximum két pont adható. A helyesírás értékelése 2017-ben szintén módosult, az addig jelen lévő hibakereső eljárás helyett a helyesírást jutalmazó értékelés lépett életbe: ha egy tanuló sok súlyos helyesírási hibát vét, nem pontlevonást kap, hanem a maximális helyesírási pontszámból veszít pontokat. Aki viszont jó helyesírással oldja meg a vizsgafeladatokat, megkaphatja a maximális pontszámot. Emellett a 2017-es év előtt a helyesírás 15 pontot ért, ez a módosított érettségiben majdnem a felére, mindössze 8 pontra csökkent.

**1. táblázat: A műértelmező szövegalkotási feladatok értékelési szempontjai a középszintű magyar nyelv és irodalom érettségi vizsgán**

| | |
|---|---|
| **Tartalmi minőség** – adható összesen 25 pont.<br>A bázisszöveg és a feladat értése; tudáskeretének ismerete (vonatkozó tárgyi tudás, általános tájékozottság); a válaszelemek megfelelése a feladat szempontjainak, szövegbázisának; a problémaérzékenység, lényeglátás, tématartás, gondolatgazdagság, releváns példák, véleménynyilvánítás szerint. | |
| **25–20 pont** | a feladatban kijelölt valamennyi értelmezési szempontra utal, kitér, válaszol; kifejtett, indokolt, tárgyszerű állítások, következtetések; ítélőképesség, releváns értékítélet; az értelmezési szempontoknak megfelelő tájékozottság (fogalmak, indokolt példák, hivatkozások) meggyőző alkalmazása |
| **19–15 pont** | részleges megfelelés a feladat szempontjainak; helyenként kifejtetlen állítások, következtetések; az értelmezési szempontoknak megfelelő tájékozottság (fogalmak, indokolt példák, hivatkozások) részben elfogadható alkalmazása, esetleges tárgyi tévedések; több elemében helytálló kifejtés, releváns vélemény |

| | |
|---|---|
| **14–10 pont** | jellemzően hiányos megfelelés a feladat szempontjainak; kevés releváns, kifejtett állítás, helyenként megalapozatlan következtetések; korlátozott fogalmi tájékozottság, előfordul tárgyi tévedés; törekvés releváns vélemény megfogalmazására |
| **9–5 pont** | alig reflektál a feladatban adott szempontokra; többségében felületes közlések, megalapozatlan állítások; hiányos tárgyi-fogalmi tudás, esetenként alapvető félreértések; törekvés azonosítható vélemény megfogalmazására |
| **4–0 pont** | nem reflektál a feladatban adott szempontokra, sok tartalmatlan közlés, hiányzó vagy jellemzően téves fogalomhasználat; félreértések, alig vagy nem azonosítható álláspont |
| **Szövegszerkezet** – adható összesen 5 pont.<br>A felépítés (gondolati íve, logikája, a műfajnak való megfelelés); a szerkezet (koherencia, arányosság, tagolás, terjedelem: 400-800 szó) szerint. | |
| **5–4 pont** | tudatosan felépített gondolatmenet; arányos tagolású szerkezet: bekezdések, felvezetés, kifejtés, lezárás; elvárt terjedelem |
| **3–2 pont** | részben rendezett gondolatmenet; aránytalan, erőltetett és/vagy hiányzó szerkezeti egységek (bekezdések, felvezetés, kifejtés, lezárás) elvárt terjedelem |
| **1–0 pont** | bizonytalan, azonosíthatatlan gondolatmenet; kirívó szövegtagolási hibák, hiányok; elvárt alatti terjedelem (400 szónál kevesebb) |
| **Nyelvi igényesség (stílus, nyelvhelyesség)** – adható összesen 10 pont. A nyelvi regiszter, a szókincs, a köznyelvi normának való megfelelés szerint. | |
| **10–8 pont** | megfelelő nyelvi regiszter; választékos, világos megfogalmazás és mondatszerkesztés; pontosan alkalmazott, az értelmezési szempontokhoz illő gazdag szókincs; kifejező, árnyalt, következetes előadásmód; esetleg néhány kisebb nyelvi bizonytalanság |
| **7–6 pont** | gördülékeny megfogalmazás, átlátható mondatszerkesztés; az értelmezési szempontoknak megfelelő szókincs; többnyire szabatos előadásmód; esetleg néhány, az értelmezést nem befolyásoló nyelvi, nyelvhelyességi hiba |
| **5–3 pont** | jellemzően töredékes vagy dagályos előadásmód, értelemzavaró mondatszerkesztési, szókincsbeli pontatlanságok, nyelvhelyességi hibák; bizonytalanság a nyelvi regiszterben |
| **2–0 pont** | a szövegre nagyrészt jellemző igénytelen, pongyola nyelvhasználat; a megértést alapvetően gátló stilisztikai, nyelvhelyességi hibák, szegényes, szétesős mondatszerkesztés; sivár szókincs, értelemzavaró szóhasználat |

A középszintű érettségi vizsgán a tanuló két feladattípus közül választhat (műelemzés vagy összehasonlító elemzés), az elkészült szövegproduktumot a javító tanár a témafüggetlen és témafüggő (a választott feladat tartalmi kifejtésére vonatkozó) kritériumokból szerveződő javítási-értékelési útmutató alapján minősíti. Az értékelési útmutató kiemeli egyúttal azt is, hogy a benne található tartalmi elemektől eltérő minden jó megoldás elfogadható.

A fogalmazásértékelés minősége és objektivitása azonban nem garantálható kizárólag a vizsgát és a vizsgáztatást szervező írásos dokumentációval. Az értékelések megbízhatósága számos további tényezőtől függ. Például a különféle skálapontok egyértelmű definiálásától (Nagy, 2013), a bíráló pedagógus szigorúságától (Eckes, 2008), a bíráló gondolkodásának kulturális meghatározottságától, személyiségjegyeitől, tulajdonságaitól (Szilassy 2012; Fülöp, 2017), a pedagógus tanítási tapasztalatától (Juhász, 2021), a szövegalkotásra vonatkozó tudásától és az ez alapján kialakított elvárásaitól (Horváth 1998; Tóth 2008; Kerner 2009). A fentiekből kirajzolódik, hogy maga a vizsgáztató, az értékelő tanár a leginkább számottevő résztvevője az értékelési folyamatnak: „a vizsgahelyzetben lévő tanár az értékelő interpretátor szerepét vállalja, azaz beavatott és minősítési joggal felruházott személlyé válik, aki az adott és egységes

kritériumokat érvényesíti saját hallgatólagos minősítésével egyetértve vagy azokat korlátozva, azokon túllépve." (Horváth–Gintli, 2013:108).
A tanulmány további részében azt vizsgálom, hogy a középszintű érettségi vizsgán alkalmazott központilag kiadott értékelési skála használata ellenére mutatkozik-e különbség a független bírálók ugyanazon szövegproduktumokra adott pontszámai között, valamint, hogy milyen hasonlóságok és különbségek írhatók le a bíráló pedagógusok értékítéletei között.

## 3. Kutatási cél és kutatási kérdések

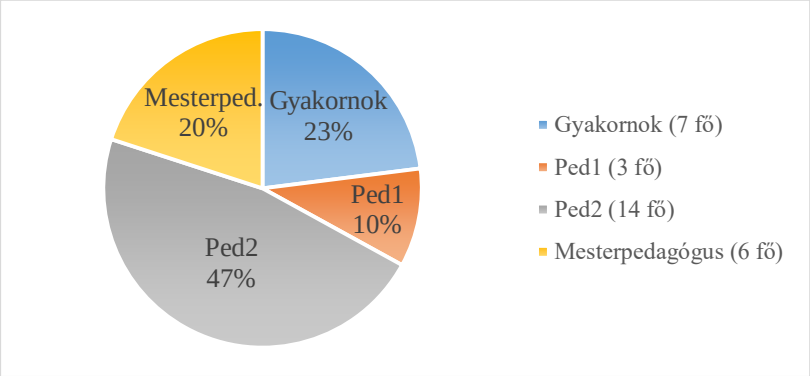
Egy szövegproduktum értékelése sosem lesz szubjektivitástól mentes, viszont az értékelési szempontsorok reliabilitása mérhető, megbízhatóságuk növelhető. Jelen vizsgálat a szövegalkotás értékeléséhez kapcsolódóan – a kérdéskört leszűkítve – a variabilitás okait kutatva arra a kérdésre keresi a választ, hogy mutatkozik-e különbség a pedagógusok értékítéletei között, ha az érettségi vizsgán alkalmazott központilag kiadott javítási-értékelési útmutató használatával bírálják a tanulói szövegproduktumokat. A felhasznált harmincfős minta a pedagógusok munkatapasztalata alapján két csoportra oszlik (pályakezdő és tapasztalt pedagógusok). Ezen felül az intézménytípus tekintetében is két csoport különíthető el: a gimnáziumban és az egyéb intézménytípusban tanító pedagógusok.
A pilot vizsgálat három alapvető kérdést jár körül:

1) van-e kimutatható különbség az érettségi javítási-értékelési útmutatója alapján bíráló pedagógusok pontszámai között? Ha igen, ezek szignifikánsak-e?
2) Melyik értékelési szempontokban mutatkozik a legnagyobb mértékű eltérés?
3) Befolyásoló tényező-e a tanítási tapasztalat és az intézménytípus az értékelésben?

Feltételezhetően a pontszámok között kimutatható eltérés van, hiszen az érettségi vizsgán használt értékelési szempontsor viszonylag nagy szabadságot biztosít a javító pedagógusok számára; a teljesítménytartományokon belül is nagy mozgástere van a bírálónak. Emellett feltehető, hogy a legnagyobb mértékű különbség a tartalmi minőség szempontjában mutatkozik, mivel ez a legkevésbé megragadható értékelési szempont, valamint itt jelenik meg a legtöbb pontcsoport, a legtágabb teljesítménytartományokkal. Feltételezhető továbbá, hogy a tanítási tapasztalat is befolyásoló tényező, mivel önmagában a szempontok fontosságának megítélésében is különböznek a pályakezdő és a gyakorlott pedagógusok (Juhász, 2021; Szabó, 2007). Nagy valószínűséggel a gimnáziumban tanító és a más intézménytípusban tanító pedagógusok pontszámai között is eltérés mutatkozik, hiszen ezekbe az intézménytípusokba jellemzően eltérő szociokulturális háttérrel rendelkező tanulók járnak, eltérő fejlettségű fogalmazáskészséggel. A szociokulturális háttérre különösen érzékeny nyelvi-kommunikációs kompetenciákra összpontosító magyar nyelv és irodalom írásbeli vizsga tekintetében markáns különbség mutatkozhat az eltérő minőségű fogalmazásokhoz szokott javító pedagógusok értékelési kultúrájában (Horváth–Gintli, 2013).

## 4. Kísérleti személyek, anyag és módszer

A vizsgálatban harminc fő középiskolában dolgozó magyartanár vett részt, akik mindannyian érettségiztető pedagógusok. A tanítási tapasztalatuk alapján két csoportba lehetett sorolni őket: pályakezdő pedagógusok (1–13 év munkatapasztalat) és gyakorlott, tapasztalt pedagógusok (14–34 év munkatapasztalat), mindkét csoportba 15-15 fő került. Az intézménytípust tekintve a mintába tartozó pedagógusok fele (15 fő) gimnáziumban tanít, 15 fő pedig egyéb intézménytípusban (technikum, szakképző iskola, szakiskola). Bár a kutatásban nem volt szempont, de a pedagógus-életpályamodell besorolása alapján a megkérdezettek 37%-a gyakornok, 23%-a pedagógus I., 27%-a pedagógus II. és 13%-a mesterpedagógus. Nemi eloszlást tekintve 13 fő férfi és 17 fő nő alkotja a mintát.




**1. ábra: A bírálók megoszlása a pedagógus-életpályamodell kategóriái alapján**

A bíráló pedagógusok három, érettségire készített műelemző esszé szövegét kapták meg értékelésre. Mindhárom tanulói szöveg Kosztolányi Dezső *Szemüveg* című novelláját elemzi (Magyar nyelv és irodalom középszintű érettségi, 2021). A feladat szövege az alábbiakban olvasható:

*Kosztolányi Dezső novelláinak visszatérő témája a főhős szembesülése léte mulandóságával. Olvassa el figyelmesen és értelmezze a novellát! Dolgozatában mutassa be a narrátort, illetve viszonyát az általa elmondott történethez! Elemezze a novella központi, címadó motívumának jelentésbővülését, szerepét a főszereplő megismerési folyamatában! Kifejtésében vizsgálja meg a mű szerkezeti-stilisztikai sajátosságait!*
*Megoldása 400–800 szó terjedelmű legyen!*

A három tanulói szövegről készült másolatokat a pedagógusok kézhez kapták, majd az érettségi javítási-értékelési útmutatója alapján pontozták. Ezután valósult meg a kapott pontszámok leíró statisztikai módszerekkel való feldolgozása (átlagok, medián, szórás elemzése), és a szignifikáns különbségek vizsgálata, független mintás t próbával és Mann-Whitney U próbával. Az adatok elemzése az SPSS-programcsomaggal történt.

## 5. Eredmények

A következőkben az eredmények kerülnek bemutatásra. Látni fogjuk, hogy az összesített pontszámok alapján milyen minőségűre értékelték a pedagógusok a három tanulói szöveget, a három szempontot (tartalom, szerkezet, nyelvi igényesség) hogyan pontozták külön-külön, milyen mértékű különbségek jelentkeztek a bírálók között, mely szövegek és szempontok esetében beszélhetünk szignifikáns különbségről. Ezután összehasonlításra kerülnek a gimnáziumban és az egyéb intézménytípusban tanító pedagógusok pontszámai, a két csoport közötti különbségek, végül a pályakezdő és a tapasztalt, gyakorlott pedagógusok eredményei kerülnek bemutatásra.

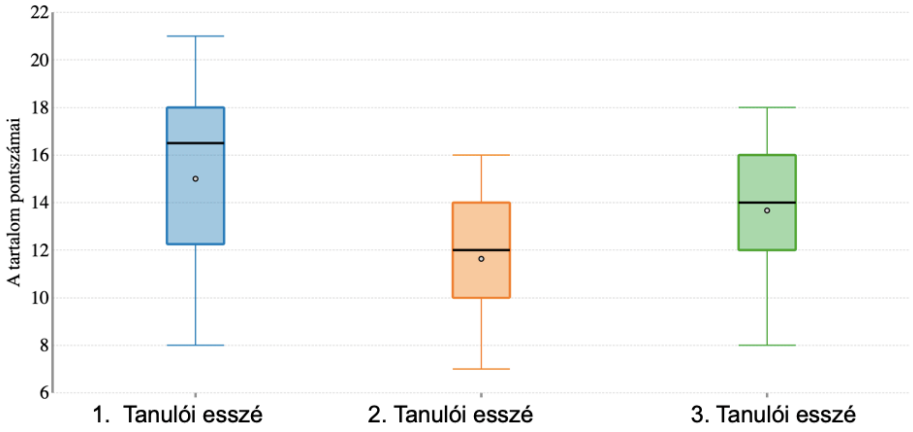
### *5.1. A szempontokra adott összesített pontszámok*

Az alábbi táblázat a három szöveg tartalmára adott összesített pontszámokat mutatja be. A tartalom pontszámait tekintve azt találjuk, hogy a pedagógusok pontszámai között jelentős különbség van, a szórás pedig a három szempont közül itt mutatkozik a legmagasabbnak, az első szöveg esetében ez 3,58, tehát ez osztotta meg leginkább a bírálókat (2. táblázat).

**2. táblázat: A tartalom pontszámai (0-25 pont)**

| | *N* | *Min* | *Q1* | *Median* | *Q3* | *Max* | *Mean* | *SD* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. Szöveg** | 30 | 8 | 12,25 | 16,5 | 18 | 21 | 15 | 3,58 |
| **2. Szöveg** | 30 | 7 | 10 | 12 | 14 | 16 | 11,63 | 2,72 |
| **3. Szöveg** | 30 | 8 | 12 | 14 | 16 | 18 | 13,66 | 2,74 |

Mint látható, a három szöveg közül az első szöveg tartalmát értékelték a legjobbra a pedagógusok (medián=16,5), ugyanakkor ennél a szövegnél jelent meg a legmagasabb különbség is a pontszámok között: volt, aki a tartalomra a 25 pontból 21 pontot adott, azonban volt olyan bíráló, aki ugyanezt a szempontot mindössze 8 pontra értékelte (2. ábra). Ez a szélsőség arra enged következtetni, hogy a tartalmi szempontot a bírálók valóban szabadabban értelmezték, aminek az egyik oka lehet az is, hogy az útmutatóban megfogalmazottakat eltérő módon közelítették meg.



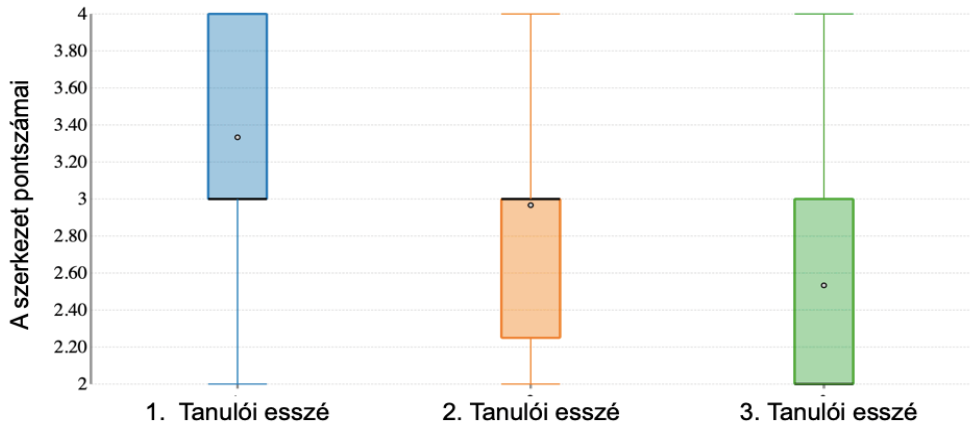

**2. ábra: A három szöveg tartalmára adott összpontszámok**

Hasonló adatokat találunk a szerkezetre adott pontszámok tekintetében is (3. táblázat). Bár a szórás itt kisebb mértékű (0,66-0,71), ez feltehetően abból adódik, hogy szűk tartományban mozoghattak a bírálók, hiszen erre a szempontra maximum 5 pont adható a javítási-értékelési útmutató alapján. Az útmutatóban a szerkezeti szempont főképp a szöveg makroszintű elrendezésére, a nagyobb szerkezeti, mondatszintű összefüggésekre, a szöveg felépítésének logikájára fókuszál, a szöveg belső koherenciájára utaló elvárások kevésbé jelennek meg benne, így a szövegszerkezetet globálisan szemléli.

**3. táblázat: A szerkezet pontszámai (0-5 pont)**

| | *N* | *Min* | *Q1* | *Median* | *Q3* | *Max* | *Mean* | *SD* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. Szöveg** | 30 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3,33 | 0,66 |
| **2. Szöveg** | 30 | 2 | 2,25 | 3 | 3 | 4 | 2,96 | 0,71 |
| **3. Szöveg** | 30 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2,53 | 0,62 |

Az első két szöveg szerkezetére adott pontszámok mediánja 3, a harmadik szöveg szerkezeti minőségét viszont gyengébbnek ítélték meg a pedagógusok (medián=2). A harminc bíráló közül senki nem értékelte a szerkezet szempontját 5 pontra, ez utalhat arra is, hogy a szerkezet tekintetében komolyabb elvárásai voltak a pedagógusoknak. A szerkezeti szempont esetében az első szöveget értékelték a bírálók a legjobbra (3. ábra).



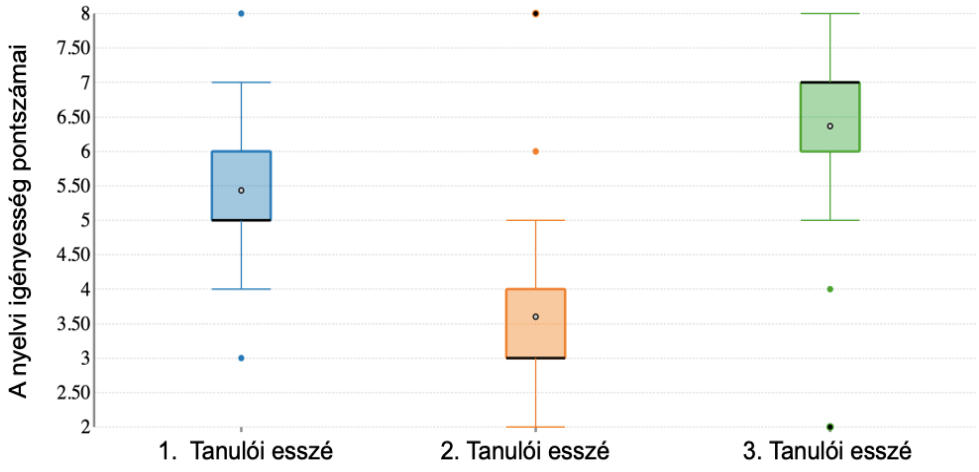

**3. ábra: A három szöveg szerkezetére adott összpontszámok**

A nyelvi igényesség esetében is szélsőséges eredményeket találunk (4. táblázat), jelentős különbség mutatkozik a bírálók között. A maximum pontszám mindegyik szövegnél nyolc pont volt a tízből, azonban voltak olyan bírálók, akik a második és a harmadik szöveg nyelvi minőségére csupán két pontot adtak. Ez a tartalmi szemponthoz hasonlóan összefüggésben állhat az útmutató általánosító jellegével, azzal, hogy a nyelvi igényességbe tartozó elvárások nem kellő mértékben definiáltak, így nem biztos, hogy a bírálók ugyanazt értik egy-egy indikátor alatt.

**4. táblázat: A nyelvi igényesség pontszámai (0-10 pont)**

| | *N* | *Min* | *Q1* | *Median* | *Q3* | *Max* | *Mean* | *SD* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. Szöveg** | 30 | 3 | 5 | 5 | 6 | 8 | 5,43 | 1,13 |
| **2. Szöveg** | 30 | 2 | 3 | 3 | 4 | 8 | 3,6 | 1,37 |
| **3. Szöveg** | 30 | 2 | 6 | 7 | 7 | 8 | 6,36 | 1,54 |

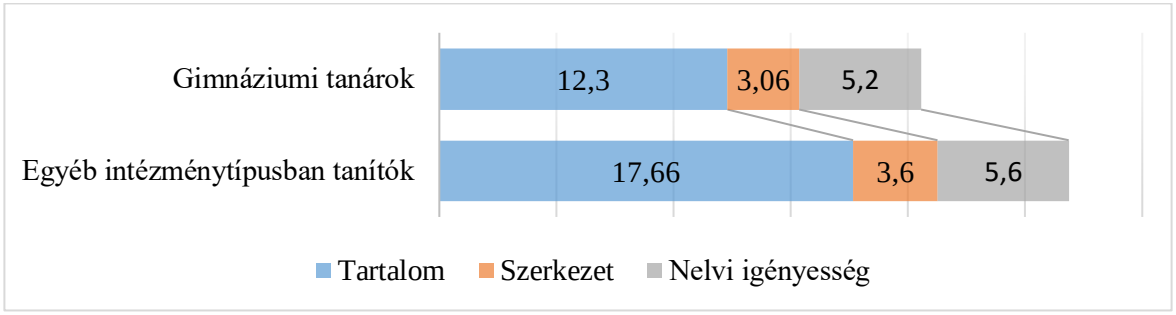
Meglepő eredmény, hogy míg a harmadik szöveg tartalmában a leggyengébbnek bizonyult, a nyelvi igényességet tekintve ezt a szöveget értékelték a legmagasabbra a pedagógusok. Ez arra enged következtetni, hogy a két szempont között gyenge a korreláció, a bírálók egymástól független szempontokként tudják értékelni a tartalmat és a nyelvi igényességet.




**4. ábra: A három szöveg nyelvi igényességére adott összpontszámok**

*5.2. A gimnáziumban tanítók és az egyéb intézménytípusban tanító pedagógusok közötti különbségek*

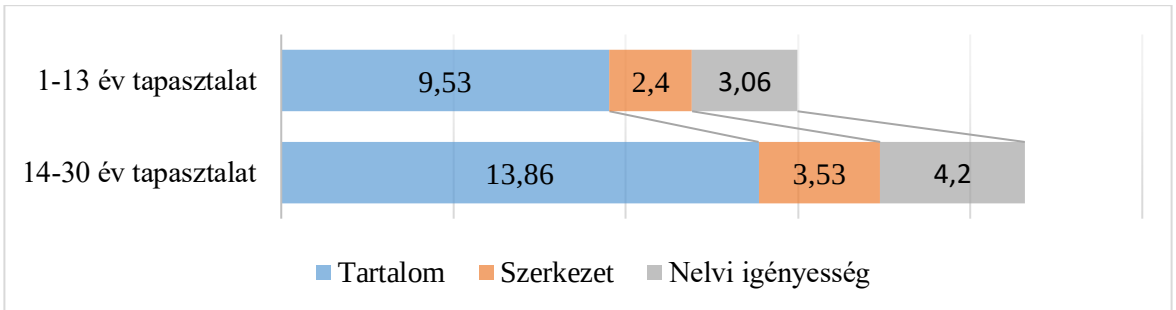
A gimnáziumban tanítók és az egyéb intézménytípusban tanítók csoportjai között szintén jól látható különbségek mutatkoztak. Mindhárom szöveg esetében a gimnáziumi tanárok alacsonyabb pontszámokat adtak a szempontokra, mint az egyéb intézménytípusban tanító kollégáik. Az eredmények alapján a két csoport közötti különbség három területen szignifikáns: az első szöveg tartalmában (t(30)=-6,136, p=0,001), a második szöveg tartalmában (t(30)=-6,180, p=0,001), és a második szöveg szerkezetében (U=39,500, Z=-3,295, p=0,001). Még inkább kirajzolódik a két csoport közötti különbség, ha a három szempontra adott pontszámok átlagait hasonlítjuk össze. Az 5. ábrán a második szöveg pontszámainak átlagait látjuk.




**5. ábra: A második szövegre adott pontszámok átlagainak összehasonlítása a két csoportban**

*5.2. Az 1-13 év és 14-30 év közötti tanítási tapasztalattal rendelkező pedagógusok közötti különbségek*

Több tanulmány is rávilágít arra, hogy a pályakezdő pedagógusok szigorúbbak az értékelésben, mint a gyakorlott pedagógusok (pl. Szabó, 2007). A két csoport közötti különbség a három szöveg pontszámaiban is mérhető, és alátámasztást nyert az a hipotézis, hogy az első csoportba tartozó bírálók (1-13 év tanítási tapasztalat) alacsonyabb pontszámra értékelték mindhárom szöveg esetében a szempontokat, mint a gyakorlottabb pedagógusok (14-30 év tanítási tapasztalat). A két csoport közötti különbség szignifikáns az első szöveg tartalmában (t(30)=-8,656, p=0,001), a második szöveg tartalmában (t(30)=-7,044, p=0,001), a harmadik szöveg tartalmában (t(20)=-7,231, p=0,001), a második szöveg szerkezetében (U=38,500, Z=-3,184, p=0,001) és a második szöveg nyelvi igényességében (U=72, Z=-2,943, p=0,001). A pontszámok átlagai szintén nagy különbséget mutatnak, amely a második szöveg esetében a legmagasabb (6. ábra).




**6. ábra: A második szövegre adott pontszámok átlagainak összehasonlítása**

## 6. Összegzés és következtetések

A kutatás eredményeinek tükrében elmondható, hogy mindhárom hipotézis alátámasztás nyert. A vizsgálatban részt vevő pedagógusok ugyanazon szövegproduktumra adott értékelései között pontszámban kimutatható különbség mutatkozik. A különbség a három vizsgált szempont közül a tartalom tekintetében a legnagyobb, de markánsan megjelenik a szerkezet és a nyelvi igényesség szempontjaiban is. A kutatás rávilágít arra, hogy számos egyéb tényezőn túl a tanulói szövegproduktumok értékelését alapvetően befolyásolja az is, hogy a bíráló pedagógus milyen intézménytípusban dolgozik, és hány év tanítási tapasztalattal rendelkezik. A gimnáziumi tanárok ugyanis alacsonyabb pontszámra értékelték a szövegeket, míg az egyéb intézménytípusban tanító pedagógusok magasabbra. A két csoport közötti különbség három területen szignifikáns: az első és a második szöveg tartalmában, valamint a második szöveg szerkezetében.

Látványos eltérés mutatkozik a pályakezdő pedagógusok és a gyakorlott pedagógusok pontszámai között is: a kevesebb tanítási tapasztalattal rendelkező bírálók szigorúbban pontoztak, szemben a gyakorlottabb tanárokkal, akik magasabb pontszámra értékelték mindhárom szöveget. A két csoport közötti különbség szignifikáns mindhárom szöveg tartalmát tekintve, illetve a második szöveg esetén a szerkezet és a nyelvi igényesség szempontjaiban.

A jelenség hátterében meghúzódó okok feltárására a vizsgálat nem tért ki. További kutatások feladata lehet annak feltérképezése, hogy milyen jelenségek magyarázzák az ilyen nagymértékű különbségeket, főképp akkor, ha egy standardizált mérőeszközzel – jelesül az érettségi javítási-értékelési útmutatójával – történik a fogalmazásértékelés. Az intézménytípusok közötti különbséget indokolhatja az, hogy a pedagógusok a tanulók eltérő fejlettségű szövegalkotási képességével találkoznak, egy gimnáziumban oktató tanárnak magasabb elvárásai lehetnek egy fogalmazással szemben, míg a szakképzési rendszerben dolgozó pedagógusok magasabb pontszámra értékelhetik a gyengébb minőségű szövegeket, hogy esélyt adjanak saját tanulóiknak, például a továbbtanulásnál. Erre pedig a jelenlegi javítási-értékelési útmutató lehetőséget ad, hiszen viszonylag rugalmasan értelmezhetők a benne található szempontok.

A pályakezdő és a gyakorlott pedagógusok közötti különbségek oka gyökerezhet abban, hogy a kezdő pedagógusok alapvetően magasabb elvárásokkal vannak jelen az iskolarendszerben, így az értékelési folyamat során is szigorúbb elveket követnek, mint azok a kollégáik, akik több év óta tanítanak (Szivák, 1999). Ez nemcsak a fogalmazásértékelés folyamatában van jelen, hanem az oktatás-nevelés legtöbb területén megmutatkozhat.

Érdemes lehet nagyobb mintán vizsgálni a javítási-értékelési útmutató reliabilitását a Cronbach-alfa érték kiszámításával, és megvizsgálni a szempontok közötti összefüggéseket is. További kérdés, hogy a bírálók közötti különbségek csökkenthetők volnának-e egy másfajta, például analitikus értékelési skála alkalmazásával. A holisztikus értékelés ugyanis nem biztosítja a fogalmazások különböző aspektusokból történő értékelését, így nem feltétlenül derül ki az sem, hogy a tanuló egy adott szemponton belül mely vizsgált tényezőben fejlett, melyikben gyengébb. Ehhez szükséges volna egy olyan mérési módszer kidolgozására, aminek a segítségével standardizált mérési mutatókat lehet készíteni a fogalmazások értékeléséhez (vö. Orosz, 1972).

Az esszé típusú teljesítmények értékelése során emellett természetszerűen kirajzolódnak különféle értékelői profilok is, ennek vizsgálata viszont más kutatásmódszertani eszközökkel valósítható meg (például fókuszcsoportos interjúval, mintajavításokkal). Ezek alkalmazásával feltárhatjuk a probléma mélyebb rétegeit, és árnyaltabb képet kaphatunk a különbözőségek okairól, arról, hogy a pedagógusoknak milyen motivációi, attitűdjei érvényesülnek a fogalmazásértékelés folyamatában. Az objektivitás növelésének módja lehet a pedagógusok továbbképzése, az eltérő értékfelfogások közelítése, közös etalonok kialakítása, de a közmegegyezéssel elfogadott analitikus szempontok alkalmazása is (Horváth 2009).

**Irodalomjegyzék**


[1.] Csákberényiné Tóth K.: Fantáziafogalmazások jellemzői 4. osztályban. Anyanyelv-pedagógia, 1, 2011 Letöltve 2022. június 27-én, az Anyanyelv-pedagógia weboldalról: https://www.anyanyelv-pedagogia.hu/cikkek.php?id=301

[2.] Eckes, T.: Rater types in writing performance assessments: a classification approach to rater variability. Language Testing, 2, 2008. pp. 155-185.

[3.] Falus I.: Didaktika: Elméleti alapok a tanítás tanulásához. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó. 1998

[4.] Fülöp K.: Esszészövegek szerkezetének kvantitatív elemzése. Anyanyelv-pedagógia, 2, 2017. Letöltve 2022. június 27-én, az Anyanyelv-pedagógia weboldalról: https://www.anyanyelv-pedagogia.hu/cikkek.php?id=679

[5.] Horváth Zs.: Anyanyelvi tudástérkép. Középiskolai tantárgyi feladatbankok III. Budapest: Országos Közoktatási Intézet. 1998

[6.] Horváth Zs.: A magyar nyelv és irodalom érettségi vizsga kultúrafelfogása. 2009 Letöltve 2022. június 27-én, az OFI weboldalról: https://ofi.oh.gov.hu/tudastar/erettsegi/uj-erettsegi/magyar-nyelv-irodalom

[7.] Horváth Zs., Gintli T.: Magyar nyelv és irodalom. Közép- és emelt szint. 2013 Letöltve 2022. június 27-én, az Oktatási Hivatal weboldalról: https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/unios_projektek/tamop318/meresmetodika/MagyarNyelvIrodalom.pdf

[8.] Juhász M.: Az érvelő esszé értékelési szempontjainak megítélése pályakezdő és gyakorlott pedagógusok által. Anyanyelv-pedagógia, 1, 2021
Letöltve 2022. június 27-én, az Anyanyelv-pedagógia weboldalról: https://www.anyanyelv-pedagogia.hu/cikkek.php?id=879

[9.] Kerner A.: Esszé a középiskolában. A filozófiai esszé. Anyanyelv-pedagógia, 2, 2009 Letöltve 2022. június 27-én, az Anyanyelv-pedagógia weboldalról: https://www.anyanyelv-pedagogia.hu/cikkek.php?id=164

[10.] Magyar nyelv és irodalom érettségi feladatlap. Középszint. 2021 október Letöltve 2022. június 27-én, az Oktatási Hivatal weboldalról: https://www.oktatas.hu/bin/content/dload/erettsegi/feladatok_2021osz_kozep/k_magyir_21okt_fl.pdf

[11.] Magyar nyelv és irodalom érettségi javítási-értékelési útmutató. Középszint. 2022 május Letöltve 2022. június 27-én, az Oktatási Hivatal weboldalról: https://www.oktatas.hu/bin/content/dload/erettsegi/feladatok_2022tavasz_kozep/k_magyir_22maj_ut.pdf

[12.] Molnár E. K.: A fogalmazási képesség fejlődésének mérése. Iskolakultúra, 8, 2000. pp. 49-59.

[13.] Nagy Zs.: 11. osztályos tanulók szövegalkotási képessége és szövegtani ismeretei. Anyanyelv-pedagógia, 3, 2009 Letöltve 2022. június 27-én, az Anyanyelv-pedagógia weboldalról: https://www.anyanyelv-pedagogia.hu/cikkek.php?id=186

[14.] Nagy Zs.: A fogalmazásértékelés megbízhatósága két független bíráló értékítéleteinek elemzése alapján. Magyar Pedagógia, 3, 2013. pp. 153-179.

[15.] Nat 2020 Letöltve 2022. június 27-én, a Magyar Közlöny weboldalról: https://magyarkozlony.hu/dokumentumok/3288b6548a740b9c8daf918a399a0bed1985db0f/letoltes

[16.] Orosz S.: A fogalmazástechnika mérésmetodikai problémái és országos színvonala. Budapest: Tankönyvkiadó. 1972

[17.] Ransdell, S., Levy, C. M., Kellogg, R.: The structure of writing processes as revealed by secondary task demands. L1 – Educational studies in Language and Literature, 2, 2002. pp. 141-163.
[18.] Szabó Cs. M.: A pályakezdő pedagógus. In Bábosik I., Torgyik J. (szerk.), Pedagógusmesterség az Európai Unióban. Budapest: Eötvös Kiadó. 2007. pp. 125-146.
[19.] Szilassy E.: Az írás és fogalmazásjavítás stratégiái. Anyanyelv-pedagógia, 1, 2012 Letöltve 2022. június 27-én, az Anyanyelv-pedagógia weboldalról: https://www.anyanyelv-pedagogia.hu/cikkek.php?id=357
[20.] Szivák, J.: A kezdő pedagógus. Iskolakultúra, 4, 1999. pp. 3-13.
[21.] Takala, S.: Writing as a construct. Equality in Language Learning. Proceedings of the Nordic Conference of Applied Linguistics 1987. pp. 109-115.
[22.] Tóth B.: Fogalmazástanítás – miért és hogyan másképpen?. Anyanyelv-pedagógia, 1, 2008 Letöltve 2022. június 27-én, az Anyanyelv-pedagógia weboldalról: https://www.anyanyelv-pedagogia.hu/cikkek.php?id=15

**Lektorálta:** Dr. Raátz Judit, tudományos főmunkatárs, ELKH Nyelvtudományi Kutatóközpont

# AZ INESSIVUSI ÉS ILLATIVUSI VÁLTOZÓK VIZSGÁLATA A SZLOVÁK KÖZMÉDIA MAGYAR NYELVŰ MŰSORAIBAN

**Illés Dániel**
*Nyitrai Konstantin Filozófus Egyetem, doktorandusz, daniel.illes@ukf.sk*

**Absztrakt**
Az inessivusi és illativusi esetragoknak két alakja létezik: inessivusi *-ban/-ben* és *-ba/-be* (bVn), illetve illativusi *-ba/-be* és *-ban/-ben* (bV). Az inessivusi esetrag a *Hol?* kérdésre felelő rag, elsősorban valamely földrajzi helyen való tartózkodást jelöl. Az illativusi esetrag a *Hová?* kérdésre felelő rag, valamely földrajzi helyre való iránymutatást jelöl. A nem standard inessivusi *-ba/-be* alak a beszélt nyelvben stigmatizáltnak számít, az illativusi *-ban/-ben* alak pedig hiperkorrekt. A nyelvjárásokban, bizalmas köznyelvben gyakran előfordul a nem standard alakok használata. A kutatás célja az inessivusi és az illativusi változók standard és nem standard alakjának gyakorisági vizsgálata a szlovákiai magyar beszélők formális megnyilatkozásaiban a szlovák közszolgálati televízió (RTVS) magyar nyelvű műsoraiban megjelenő riportokon keresztül. A kutatás kérdéskörei: formális beszédhelyzetben milyen gyakorisággal fordul elő az inessivusi és illativusi esetragok standard és nem standard alakja, milyen gyakoriságbeli különbség figyelhető meg a beszélők által betöltött szerep alapján, hogyan befolyásolja a megszólalók származási helye, neme, illetve az esetragokat követő fonéma az esetragok megjelenését. A kutatás során a 2021. november 1. és 2021. november 30. között adásba került Hírek és Itthon vagyunk című műsorokban szereplő 124 riportalany, 18 riporter és 6 műsorvezető megszólalásai kerültek elemzésre. A riportalanyok közül összesen 69 személy esetében jelentek meg a vizsgált esetragok. Az elemzett felvételek hossza 219 perc. A riportalanyok származási helyük szerint három csoportba kerültek besorolásra. Nyugat-Szlovákia (15 nő, 16 férfi): Pozsonyi-, Nagyszombati-, Nyitrai kerület; Közép-Szlovákia (5 nő, 11 férfi): Besztercebányai kerület; Kelet-Szlovákia (13 nő, 9 férfi): Kassai kerület. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a beszélőknek a műsorokban betöltött funkciója jelentős mértékben befolyásolja a megszólalásaikban megjelenő inessivusi esetrag alakját. A riportalanyok esetében befolyásoló tényező a nem, a származási hely és az esetragot követő szó első fonémája is. Az illativusi esetragok esetében a nem standard alakok száma minimalis. A szlovákiai magyar nyelvhasználat hasonló módszerrel elemezhető más nyelvi jelenségek esetében is, a kutatás kiterjeszthető más beszédhelyzetekre, valamint az eredmények összevethetőek a vizsgált nyelvi jelenségek társadalmi megítélésével, attitűdjével.

***Kulcsszavak**: esetrag, gyakoriságvizsgálat, formális beszédhelyzet, Szlovákia, változó*

## 1. Bevezetés

A vizsgálat célja annak vizsgálata, hogy mely tényezők befolyásolják az inessivusi (bVn) és az illativusi (bV) változók használatát a szlovákiai közszolgálati televízió (RTVS) magyar nyelvű tévéműsoraiban. A műsorokban elhangzó megszólalások elemzésével képet kaphatunk arról, hogy formális beszédhelyzetben milyen mértékű váltakozás figyelhető meg az említett esetragokban.
A vizsgálatban elsősorban az inessivusi (bVn), másodsorban pedig az illativusi (bV) esetragok standard, illetve nem standard alakjait vizsgálom. A kutatás kérdéskörei: a formális beszédhelyzetben milyen arányú a standard és nem standard alakok előfordulási aránya, hogyan befolyásolja a megszólaló szerepköre az esetragok előfordulását, a riportalanyok esetében milyen hatással van a nem és a származási hely a változók használatára, illetve hogyan befolyásolja az esetragokat követő fonéma a változók használatát.

## 2. Az inessivusi (bVn) és az illativusi (bV) esetrag

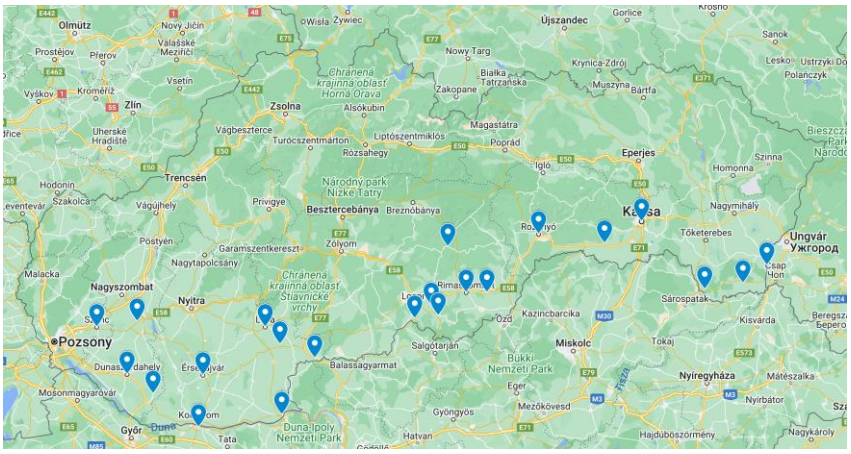
Az inessivusi és az illativusi esetragoknak két változata van: inessivusi *-ban/-ben* és *-ba/-be* (bAn), illetve illativusi *-ba/-be* és *-ban/-ben* (bA). Az inessivusi *-ba/-be* a beszélt nyelvben stigmatizáltnak számít, az illativusi *-ban/-ben* pedig hiperkorrekt [1]. A *-ban/-ben* rag a *Hol?* kérdésre felelő helyhatározórag. Elsősorban valaminek a belsejében vagy valamely földrajzi helyen való tartózkodást jelöl. A nyelvjárásokban és a népies vagy bizalmas köznyelvben a *-ban/-ben* rag funkciójában gyakran *-ba/-be* ragot használnak [2]. A *-ba/-be* rag a *Hová?* kérdésre felelő helyhatározórag. Elsősorban valaminek a belsejébe vagy valamely földrajzi helyre való irányulást jelöl. Az élőbeszédben a *Hol?* kérdésre felelő határozó is kaphat nem standard inessivusi *-ba/-be* végződést, különösen akkor, ha a ragos alak után álló szó mássalhangzóval kezdődik [2]. Az inessivusi *-ban/-ben* rag egy korábbi *belen* alakra vezethető vissza, az illativusi *-ba/-be* rag pedig a *belé* alakra, ami a korai ómagyar korban még névutó, a 16. század végén viszont már mai alakjában létező rag. Már az ómagyar korban tapasztalható, hogy a *-ban/-ben* ragnak megjelenik a *-ba/-be* változata, valamint a *-ba/-be* rag a *-ban/-ben* változata [3]. A Magyar nemzeti szociolingvisztikai vizsgálatban 4-4 feladattal vizsgálták a (bA) és (bAn) változót. Az inessivusi *-ba/-be* ragot tartalmazó mondatokat a megkérdezettek 60%-a ítélte helyesnek, a hiperkorrekt *-ban/-ben* ragot pedig a megkérdezettek 50%-a [4].

## 3. A regionális köznyelv Szlovákiában

A regionális köznyelv a nyelvjárási beszélők szemszögéből köznyelvnek érzékelt, köznyelvi szerepkörű változat, sajátos területi vonásokat mutat, a nyelvjárások és a beszélt köznyelv közé tehető, amely gyakran jelenik meg az elektronikus médiában [5]. A szlovákiai magyar nyelv beszélőire nagyobb mértékben jellemző a nyelvjárási(as) nyelvhasználat, valamint a standard nyelvváltozat normáján kívül álló mindennapi beszélt elemek megjelenése olyan beszédhelyzetekben és színtereken is, ahol Magyarországon nem. Olyan színtereken is elfogadott a nyelvjárás használata, ahol a magyarországi beszélőközösségekben nem vagy jóval kevésbé, például: hivatalokban, kórházakban. A szlovákiai magyar beszélők köznyelvinek szánt beszédmegnyilvánulásait több nyelvjárási elem színezi, mint Magyarországon [6].

## 4. A vizsgálat területe

Az elemzés során a 2021. november 1. és 2021. november 30. között adásba került Hírek és Itthon vagyunk című műsorokban szereplő 124 riportalany, 18 riporter és 6 műsorvezető megszólalásai kerültek elemzésre. A riportalanyok közül 69 személy megszólalásában jelentek meg a vizsgált esetragok. Az adatok a riportokban feltüntetett helyiségnevek alapján kerültek csoportosításra. A térkép azon települések elhelyezkedését mutatja Szlovákián belül, ahonnan a riportalanyok a feltüntetett információ alapján származnak.




**1. ábra: Az adatközlők származási helyét ábrázoló térkép**

A riportalanyok származási helyük szerint három csoportba kerültek besorolásra. Nyugat-Szlovákia (15 nő, 16 férfi): Pozsonyi-, Nagyszombati-, Nyitrai kerület; Közép-Szlovákia (5 nő, 11 férfi): Besztercebányai kerület; Kelet-Szlovákia (13 nő, 9 férfi): Kassai kerület.

## 5. Az vizsgálat folyamata

A vizsgálat során a Szlovák Rádió és Televízió 2021. november 1. és 2021. november 30. között adásba került Správy – Hírek és Sme doma – Itthon vagyunk című műsorait elemeztem. Az előbbi esetében ez húsz, utóbbi esetében pedig három felvételt jelentett, az elemzett műsoridő hossza összesen 3 óra és 39 perc. Az elemzéshez azért választottam a két említett műsort, mivel ezek rendszeresen jelentkeznek, a bennük szereplő megszólalók Szlovákia legtöbb régióját képviselik, a témák sokszínűsége miatt különböző társadalmi csoportokba tartozó személyek, a műsorok műfaja miatt pedig a megszólalók származási helye a riportok során feltüntetésre kerül. A felsorolt szempontok alapján a vizsgálat alkalmas arra, hogy a szlovákiai regionális köznyelv vizsgálatát több szempont alapján el lehessen végezni.
Az említett felvételek szabadon elérhetőek az RTVS internetes oldalán. A leiratok elkészítéséhez az Alrite program volt a segítségemre, amely hangfelvételekből képes leiratot készíteni. A program által készített leirat nem volt tökéletes az elemzés elkészítéséhez, a felvételeket újra meg kellett hallgatnom, a program által hibásan érzékelt kifejezéseket javítanom kellett. Ki kell emelni, hogy a program nem hasonló vizsgálatokhoz készült elsősorban, minden esetben a köznyelvi formára igyekezett javítani a hallott szöveget.
Az elemzés szempontjai alapján javított szövegben kijelöltem azokat a kifejezéseket, amelyek inessivusi (bVn) vagy illativusi (bV) esetragot tartalmaztak, feltüntettem a ragok esetében használt alakot, ezt saját észlelésem alapján tettem. Minden kifejezés esetében rögzítettem az megszólaló funkcióját a műsorban, nemét, származási helyét. A funkció szerinti csoportosítást azért tartottam fontosnak, mivel a riporterek esetében egy előre elkészített szöveg felolvasásáról van szó, a riportalanyok megszólalásai ezzel szemben természetesebbek. Részletesebben a riportalanyoktól származó adatokkal foglalkoztam, mivel a riporterekkel és műsorvezetőkkel szemben a szlovákiai magyar nyelvhasználót ők reprezentálják a leginkább.

## 6. Hipotézisek

Feltételezem, hogy a megszólalók által betöltött szerep hatással lesz az esetragok váltakozására. Abból kiindulva, hogy a riporterek és műsorvezetők foglalkozása a nyilvános megszólalás, magasabb arányú standard alakú előfordulást feltételezek.

A riportalanyok esetében nemük alapján nem tételezek fel jelentős különbséget, az egyes régiók alapján minimális eltéréseket azonban igen. A ragozott szót követő szó első fonémája alapján a Nyelvművelő kéziszótár megállapításával megegyezően feltételezem, hogy a magánhangzók előtt magasabb lesz a standard alakban előforduló inessivusi (bVn) esetrag.
Az illativusi esetrag (bV) hiperkorrekt alakban csak néhány esetben fog előfordulni várakozásaim szerint.

## 7. Eredmények

A kutatás eredményeit a vizsgált szempontok alapján külön táblázatokban tüntetem fel. Minden esetben közlöm a változók számát összesítve és változatokra bontva is. A standard és nem standard, illetve hiperkorrekt alakok előfordulását a konkrét értékekkel és százalékban kifejezve is közlöm.

### *7.1 Az inessivusi (bVn) esetrag váltakozásának vizsgálata*

Az inessivusi (bVn) esetrag váltakozását a szlovákiai magyar nyelvű hírműsorokban a megszólalók személye alapján három kategóriába soroltam. Külön kerültek feltüntetésre az eredmények a riportalanyok, a riporterek és a műsorvezetők tekintetében, ezen kívül közlöm az összesített adatokat is. Az eredmények a riportalanyok esetében csoportosításra kerültek a származási helyük és nemük alapján is. Külön táblázatban tüntettem fel az eredményeket az esetragokat követő fonéma alapján (zöngés és zöngétlen mássalhangzók, illetve magánhangzók).

**1. táblázat: Az inessivusi (bVn) esetrag váltakozása a riportalanyok esetében (N = 69)**

| | Változók száma | Standard alakok száma (bVn) | Standard alakok előfordulása (%) | Nem standard alakok száma (bV) | Nem standard alakok előfordulása (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **-ban/-ba változat** | 84 | 51 | 60,71 | 33 | 39,29 |
| **-ben/-be változat** | 73 | 44 | 60,27 | 29 | 39,73 |
| **Összesen** | 157 | 95 | 60,51 | 62 | 39,49 |

Az elemzett változók közül 157 származott a riportalanyoktól, tehát olyan megszólalóktól, akiknek a beszéde természetes. Azon riportalanyok száma, akik esetében a vizsgált esetragok megjelentek, 69. Az elemzés eredményei alapján az inessivusi (bVn) változó az esetek kb. 60%-ában a standard alakban jelent meg, kevesebb mint 40%-ában pedig nem standard (bV) alakban. Minimális, kevesebb mint 0,5% eltérés figyelhető meg a *-ban/-be* és a *-ben/-be* változatok előfordulásában, ami azt jelzi, hogy a magánhangzó minősége nem befolyásoló tényező.

**2. táblázat: Az inessivusi (bVn) esetrag váltakozása a riporterek esetében (N = 18)**

| | Változók száma | Standard alakok száma (bVn) | Standard alakok előfordulása (%) | Nem standard alakok száma (bV) | Nem standard alakok előfordulása (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **-ban/-ba változat** | 230 | 215 | 93,48 | 15 | 6,52 |
| **-ben/-be változat** | 123 | 115 | 93,50 | 8 | 6,50 |
| **Összesen** | 353 | 330 | 93,48 | 23 | 6,52 |

A riporterek megszólalásaiban összesen 353 alkalommal fordult elő az inessivusi (bVn) változó). Standard alakban (bVn) kb. 93,5%-ban, nem standard alakban (bV) 6,5%-ban. A *-ban/-ba* és a *-ben/-be* változatok aránya között az eltérés minimális, 0,02%.

**3. táblázat: Az inessivusi (bVn) esetrag váltakozása a műsorvezetők esetében (N = 6)**

| | Változók száma | Standard alakok száma (bVn) | Standard alakok előfordulása (%) | Nem standard alakok száma (bV) | Nem standard alakok előfordulása (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **-ban/-ba** | 106 | 95 | 89,62 | 11 | 10,38 |
| **-ben/-be** | 52 | 47 | 90,38 | 5 | 9,62 |
| **Összesen** | 158 | 142 | 89,87 | 16 | 10,13 |

A műsorvezetőktől származó adatok esetében 158 alkalommal fordult elő az inessivusi (bVn) változó. Az esetek megközelítőleg 90%-ában standard alakban (bVn) jelent meg a változó, míg kb. 10%-ában nem standard alakban (bV).
Ahogyan várható volt, a spontán beszélők nagy százalékban produkálták a nem standard változatot. Ami viszont talán meglepő, hogy a műsorvezetők jelentősen nagyobb arányban használtak nem standard alakokat, mint a riporterek.

**4. táblázat: Az inessivusi (bVn) esetrag előfordulása összesítve (N = 93)**

| | Változók száma | Standard alakok száma (bVn) | Standard alakok előfordulása (%) | Nem standard alakok száma (bV) | Nem standard alakok előfordulása (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **-ban/-ba** | 420 | 361 | 85,95 | 59 | 14,05 |
| **-ben/-be** | 248 | 206 | 83,06 | 42 | 16,94 |
| **Összesen** | 668 | 567 | 84,88 | 101 | 15,12 |

Az összesített adatok alapján, amelyben szerepelnek a riportalanyoktól, riporterektől és a műsorvezetőktől származó adatok is, az elemzett felvételeken 668 alkalommal találkozhatunk az inessivusi (bVn) változattal. Mind a *-ban/-ba*, mind a *-ben/-be* változat esetében kb. 84%-ban figyelhető meg a standard alakok (bVn) használata. A korábbi táblázatok tanúságai alapján megállapítható, hogy legnagyobb mértékben (kb. az esetek 60%-ában) a riportalanyok esetében jelennek meg a nem standard alakok. A riporterek esetében ez kb. 6,5%, a műsorvezetők

esetében pedig kb. 10%. Ez az összesítő táblázat is felhívja a figyelmet arra, hogy az adatközlők státuszának szétválasztása nélkül végzett vizsgálat mennyire torzíthatja az eredményeket.

**5. táblázat: Az inessivusi (bVn) esetrag előfordulása a riportalanyok neme alapján (N = 69)**

| | Változók száma | Standard alakok száma (bVn) | Standard alakok előfordulása (%) | Nem standard alakok száma (bV) | Nem standard alakok előfordulása (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Férfi** | 89 | 49 | 55,06 | 40 | 44,94 |
| **Nő** | 68 | 46 | 67,65 | 22 | 32,35 |
| **Összesen** | 157 | 95 | 60,51 | 62 | 39,49 |

A riportalanyoktól származó adatok elemzésre kerültek a nemük figyelembevételével is. Az elemzett felvételekben előforduló inessivusi (bVn) változók közül 89 származott férfi, 68 női megszólalótól. A standard alak a férfi megszólalók adatainak 55,06%-ában, a női megszólalók adatainak 67, 65%-ában fordult elő. Megállapítható, hogy a nők esetében 12%-kal gyakrabban fordult elő a standard (bVn) változat, mint a férfiaknál.

**6. táblázat: Az inessivusi (bVn) esetrag előfordulása a ragot követő szó első fonémája szerint a riportalanyok esetében (N = 69)**

| | | Változók száma | Standard alakok száma (bVn) | Standard alakok előfordulása (%) | Nem standard alakok száma (bV) | Nem standard alakok előfordulása (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Mássalhangzók** | **Zöngés** | 50 | 26 | 52,00 | 24 | 48,00 |
| | **Zöngétlen** | 31 | 18 | 58,06 | 13 | 41,94 |
| | **Összesen** | 81 | 44 | 54,32 | 37 | 45,68 |
| **Magánhangzók** | **Összesen** | 76 | 51 | 67,11 | 25 | 32,89 |

A riportalanyok adatait csoportosítva lettek aszerint, hogy az interjúk során milyen fonémák követték az inessivusi (bVn) változókat. Amennyiben magánhangzó volt a vizsgált kifejezést követő szó első hangja, az esetek 67,11%-ában standard alakban fordult elő. Mássalhangzók esetében csaknem 13%-kal kisebb érték figyelhető meg, 54,32%. A mássalhangzók vizsgálata során megkülönböztettem a zöngés és a zöngétlen mássalhangzókat. A két kategória eredményei közti különbség 6,06%. legkisebb arányban a zöngés mássalhangzókat megelőzően fordult elő az inessivusi esetrag standard alakja.

**7. táblázat: Az inessivusi (bVn) esetrag előfordulása a riportalanyok származási helye szerint (N = 69)**

| | Változók száma | Standard alakok száma (bVn) | Standard alakok előfordulása (%) | Nem standard alakok száma (bV) | Nem standard alakok előfordulása (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nyugat-Szlovákia** | 64 | 41 | 64,06 | 23 | 35,94 |
| **Közép-Szlovákia** | 46 | 30 | 65,22 | 16 | 34,78 |
| **Kelet-Szlovákia** | 47 | 24 | 51,06 | 23 | 48,94 |
| **Összesen** | 157 | 95 | 60,51 | 62 | 39,49 |

A riportalanyok származási helye alapján csoportosított adatokból látható, hogy Szlovákia 3 régiójából származnak az eredmények. Az elemzés során 64 változó köthető Nyugat-Szlovákiához, 46 Közép- és 47 Kelet-Szlovákiához. Nyugat- és Közép-Szlovákia eredményei a standard alakok előfordulását illetően csaknem megegyeznek. Az előbbi esetében 64,06% , utóbbi esetében pedig 65,22% a standard alakok előfordulási aránya. A kelet-szlovákiai adatoknál ennél kisebb, 51,06%-os eredmény látható, a különbség Közép-Szlovákiához képest több mint 14%. A riportalanyok megoszlása az egyes régiókban a következő: Nyugat-Szlovákia 31, Közép-Szlovákia 16, Kelet-Szlovákia pedig 22 riportalany.

*7.1 Az illativusi (bV) esetrag váltakozásának vizsgálata*

Az illativusi (bV) esetrag váltakozását a megszólalók szerepköre alapján vizsgáltam. Az eredményeket feltüntető táblázatban közlöm a riportalanyokra, a riporterekre és a műsorvezetőkre vonatkozó eredményeket. Minden esetben feltüntetem a változók számát és a standard és hiperkorrekt alakok előfordulását százalékos formában és a konkrét értékek feltüntetésével is.

**8. táblázat: Az illativusi (bV) változók előfordulása**

| **Riportalany (N = 69)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Változók száma** | **Standard alakok száma (bV)** | **Standard alakok előfordulása (%)** | **Hiperkorrekt alakok száma (bVn)** | **Hiperkorrekt alakok előfordulása (%)** |
| **-ba/-ban** | 13 | 13 | 100,00 | 0 | 0,00 |
| **-be/-ben** | 13 | 12 | 92,31 | 1 | 7,69 |
| **Összesen** | 26 | 25 | 96,15 | 1 | 3,85 |
| **Riporter (N = 18)** | | | | | |
| | **Változók száma** | **Standard alakok száma (bV)** | **Standard alakok előfordulása (%)** | **Hiperkorrekt alakok száma (bVn)** | **Hiperkorrekt alakok előfordulása (%)** |
| **-ba/-ban** | 22 | 22 | 100,00 | 0 | 0,00 |
| **-be/-ben** | 13 | 13 | 100,00 | 0 | 0,00 |
| **Összesen** | 25 | 25 | 100,00 | 0 | 0,00 |

| Műsorvezető (N = 6) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Változók száma** | **Standard alakok száma (bV)** | **Standard alakok előfordulása (%)** | **Hiperkorrekt alakok száma (bVn)** | **Hiperkorrekt alakok előfordulása (%)** |
| **-ba/-ban** | 36 | 36 | 100,00 | 0 | 0,00 |
| **-be/-ben** | 22 | 22 | 100,00 | 0 | 0,00 |
| **Összesen** | 58 | 58 | 100,00 | 0 | 0,00 |

Az elemzett felvételeken összesen 109 esetben volt megtalálható az illativusi esetrag, legnagyobb számban a műsorvezetők megszólalásaiban. A riporterek és a műsorvezetők esetében az említett esetrag minden esetben standard alakban jelent meg, nem fordult elő a hiperkorrekt alak. A riportalanyok megszólalásaiban 1 alkalommal volt megtalálható a hiperkorrekt alak, ami a változók számát tekintve az esetek 3,85%-át jelenti.

## 8. Összegzés

A formális beszédhelyzetben, tehát egy televízióműsorban megszólaló személyeket a betöltött szerepük alapján több csoportra oszthatjuk. Az összesített adatok alapján megállapítható, hogy a vizsgált esetekben az inessivusi esetrag (bVn) 84,88%-ban standard alakban jelent meg. A riporterek esetében 93,48%, a műsorvezetők esetében 89,87%, a riportalanyok esetében pedig 60,51% ez az érték, amely 20%-kal magasabb mint ahányan a Magyar nemzeti szociolingvisztikai vizsgálatban helytelennek ítélték a nem standard alakot. Az adatok alapján megállapítható, hogy nyilvános beszédhelyzetben is befolyásoló tényező az inessivusi esetragok (bVn) használata során a megszólaló által betöltött szerep.
A riportalanyok neme alapján csoportosított adatokból az látszik, hogy a női megszólalók 12,59%-kal gyakrabban használták a vizsgált rag standard alakját.
A Nyelvművelő kéziszótár megállapításával összhangban, amennyiben az esetragot követő szó magánhangzóval kezdődött, magasabb volt a standard előfordulásának aránya, a vizsgált eseteken ez az érték 12,79%. A mássalhangzók közül a zöngétlenek esetében 6,06%-kal magasabb volt a standard alakok előfordulása.
Az inessivusi esetrag (bVn) standard alakban a kelet-szlovákiai riportalanyoknál 51,06%-ban fordult elő, ez elmarad a másik két régió 64-64%-os értéke mellett, tehát a riportalanyok származási helye is hatással lehet a rag használatára. Az illativusi esetrag (bV) hiperkorrekt alakban a műsorvezetők és a riporterek adataiban nem fordult elő, a riportalanyok adataiban 1 alkalommal, ami az esetek mindössze 3,85%-a.

## Köszönetnyilvánítás

Készült a VEGA 1/0316/21-es számú, Egyszerű és szervezett nyelvi menedzselés szlovák–magyar kétnyelvű környezetben megnevezésű projekt keretében.

## Irodalomjegyzék

[1.] Kontra, M.: Gondolatok a (-bVn) és a (-bV) nyelvi változókról. In Sándor K. (szerk.), Nyelvi változó – nyelvi változás. A 9. Élőnyelvi Konferencia előadásai. Szeged, JGyF Kiadó. 1998. pp. 9–22.
[2.] Grétsy, L. Kemény, G.: Nyelvművelő kéziszótár. Budapest, Tinta. 2005. pp. 70–72.
[3.] Korompay, K.: A névszóragozás. In. Benkő, L., A magyar nyelv történeti nyelvtana I. Budapest, Akadémiai Kiadó. 1991. pp. 284–318.

[4.] Kontra, M.: Nyelv és társadalom a rendszerváltáskori Magyaroroszágon. Budapest, Osiris Kiadó. 2003.
[5.] Juhász, D.: Néhány gondolat a nyelvjárások veszélyeztetettségéről. In Hoffmann, I., Kis, T. (szerk.), Magyar nyelvjárások XLI. Debrecen, Debreceni Egyetem. 2003. pp. 255–259.
[6.] Szabómihály, G., Lanstyák, I.: Magyarok Szlovákiában VII. kötet. Nyelv. Somorja, Fórum Kisebbségkutató Intézet. 2011. pp. 572.

**Lektorálta:** Dr. habil. Dr. István Kozmács, PhD., habilitált egyetemi docens, Nyitrai Konstantin Filozófus Egyetem

# GENERÁCIÓS NYELVHASZNÁLATI KÜLÖNBSÉGEK AZ OROSZ RÖVID ALAKÚ MELLÉKNEVEK HANGSÚLYRENDSZERÉBEN

**Dora János Balázs**
*Eötvös Loránd Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar*
*Nyelvtudományi Doktori Iskola*
*doktorandusz hallgató, orosz nyelvészet program*
*dora.jani.balazs@gmail.com*

**Absztrakt**
Jelen tanulmány a rövid alakú melléknevek hangsúlyvariációit és azok változását vizsgálja különböző korcsoportok nyelvhasználatában. Kutatásaink célja bemutatni a vizsgált korosztályok közötti hangsúlybeli eltéréseket a nőnemű rövid alakú melléknevek, ill. a melléknevek középfokának képzése tükrében. A hitelesebb nyelvhasználati helyzetkép bemutatásának érdekében felmérést végeztünk, melynek eredményeit összevetettük a szótárakban kodifikált alakokkal. Az összevetés során azt tapasztaltuk, hogy a szótárakban található adatok nem egyeznek a valóságban mért eredményeinkkel. Ebből következik az, hogy szükséges új kutatásokat végezni akár különböző korcsoportok nyelvhasználatára vonatkozóan, melyek segíthetnek egy nyelvi változás, új tendencia nyomon követésében, leírásában. Tanulmányunk erősíteni hivatott a szótárakban megjelölt hangsúlyvariánsok és nyelvi szabályok felülvizsgálatát. Ebben a munkában arra az általános szabályra koncentrálunk, mely szerint a melléknév középfokának hangsúlya igazodik a nőnemű rövid alakú melléknév hangsúlyához. Ezzel ellentétben kutatásaink során azt a jelenséget figyeltük meg, hogy a melléknevek véghangsúlyos alakjának használata középfokban egyre gyakrabban fordul elő akkor is, ha a melléknév nőnemű rövid alakja tőhangsúlyos volt. A véghangsúly felé irányuló tendencia leginkább a fiatalabb korosztály nyelvhasználatára jellemző, de változások az idősebb korosztály nyelvhasználatában is tetten érhetők.

***Kulcsszavak**: nyelvhasználat, rövid alakú melléknevek, generációs különbségek, hangsúlyváltozás, nyelvi variancia*

## I. A rövid és teljes alakú melléknevek általános jellemzése

Az orosz nyelvben megkülönböztetünk rövid és teljes alakú mellékneveket. Jelzős szerkezetekben a teljes alakú melléknév állhat a főnév előtt жаркий день 'forró nap', de akár elkülönülve bővítményes jelzőként is удобное для встречи время 'a találkozásra alkalmas idő'. Az említett példákban rámutattunk, hogy a teljes alak állandó, tartós tulajdonságot és állapotot fejez ki. Ezzel szemben a melléknév rövid alakja egy állapotot fejez ki és állítmányi szerepe van a mondatban, például Дедушка болен, сегодня он не пойдёт на работу 'a nagypapa beteg, ma nem megy dolgozni. Vessük össze a teljes alakkal: Дедушка старый и больной, он уже на пенсии 'a nagypapa öreg és beteges, már nyugdíjban van'. Láthattuk, hogy a rövid alak csak egy jelenlegi állapotot fejez ki, míg a teljes alak általános érvényű jelentést hordoz magában. Fontos megemlíteni, hogy rövid alakjuk csak a tulajdonságot jelentő mellékneveknek van, viszont, ha az nem tulajdonságot fejez ki, akkor állítmányi szerepben is a teljes alakot használjuk, például деревяный, настоящий, южный [1: 265].
A rövid alakú melléknevek hangsúlyvariációit régóta figyelemmel kísérik a nyelvészek. Ezzel a nyelvi jelenséggel számos orosz nyelvész, például N. Sz. Valgina, [4]; V.L. Voroncova [5]; L. P. Kriszin [11]; T.G. Fomina [16], illetve német W. Lehfeldt [2] és francia M. G. Veber [6] ruszista is

foglalkozott. Az orosz hangsúlyrendszer ezen szegmense meglehetősen vitatott és ellentmondásos. Megfigyelhető, hogy a szótárak nem egyező módon kodifikálják a rövid alakú melléknevek különböző hangsúlyvariációit [7]; [10]; [13]; [9]. Gyakran előfordul szótári ellentmondás, de hasonló ellentmondásosság jellemzi a nyelvhasználókat is, hiszen jelenlegi felméréseink és régebbi tanulmányok alapján elmondható, hogy különböző hangsúly-preferenciái vannak egy fiatalabb korosztályhoz és egy idősebb generációhoz tartozó nyelvhasználónak is.
Számos nyelvész említést tesz arról, hogy a rövid alakú melléknevek hangsúlyrendszere meglehetősen instabil [12: 383–386]; [3: 48–49]. Ezzel szemben a teljes alakú melléknevek hangsúlyrendszere nem váltakozik. Érdekes szabályszerűség figyelhető meg abban az esetben, ha a rövid alak hangsúlya megegyezik nőnemben és semlegesnemben, úgy többes szám harmadik személyben sem fog különbözni a hangsúly helye, például: *богáтый — богáт — богáта — богáто — богáты* viszont, ha a hangsúly nőnemben és semleges nemben különbözik, úgy a többes szám harmadik alak hangsúlya is eltérő lesz: *гнéвный — гнéвен — гневнá — гнéвно — гнéвны»* [8: 119]. Abszolút többségben vannak azok a rövid alakú melléknevek, amelyek fix hangsúlyrendszerrel rendelkeznek, melyek nagy részére tőhangsúlyosság jellemző. A véghangsúlyos melléknevek száma korlátozott, egyes nyelvészek 60 közé teszik ezt a mennyiséget [16: 23].

## II. A rövid alakú melléknevek hangsúlyvariációi

Ami a semleges nemű rövid alakú melléknevek hangsúlyrendszerét illeti, itt is megfigyelhető variáció, viszont a túlnyomó többség tóhangsúlyosnak nevezhető. Létezik néhány melléknév, ami tőhangsúlyos és véghangsúlyos variációkkal is rendelkezik: *бело и белó, врéдно и вреднó, грéшно и грешнó, желто и желтó, звóнко и звонкó, нéжно и нежнó, óстро и остро́, пестро и пестрó, сéро и серó, стáро и старó*, ýзко и узкó [11: 14].
A hangsúlyvariációk tanulmányozásakor azt vettük észre, hogy a szótárak és felmérések között húzódó eltérés azzal a szótáralkotási módszerrel magyarázható, mely szerint a szerzők új szótárak kiadásakor már elismert, korábbi munkákra hivatkoznak és az azokban található adatokat ültetik át saját munkájukba. Ezt a véleményt támasztja alá M. L. Kalencsuk is, amikor arra hívja fel a figyelmet, hogy bizonyos rövid alakú melléknevek hangsúlyvariációja nem kiment a használatból, hanem a gyakorlatban valójában sohasem létezett, viszont a szótárak újra és újra ismétlik őket [11:16].
M. L. Kalencsuk egy korábbi felmérésének köszönhetően kimutatható néhány eltérés a nyelvhasználatban attól függően, hogy a beszélő milyen korcsoporthoz tartozik. A szerző két csoportra osztotta a válaszadóit életkor szerint, ami alapján a fiatalabb korosztályhoz sorolta a 18-45 éves, idősebb korosztályhoz pedig a 45-80 éves megkérdezetteket.

**1.táblázat**

| Fiatalabb korosztály | | Idősebb korosztály | | Fiatalabb korosztály | | Idősebb korosztály | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| бе́ло 70% | бело́ 30 % | бе́ло 70 % | бело́ 30 % | вре́дно 20 % | вредно́ 80 % | вре́дно 20 % | вредно́ 80 % |
| гре́шно 86 % | грешно́ 14 % | гре́шно 66 % | грешно́ 34 % | желто 80 % | желто́ 20 % | желто 60 % | желто́ 40 % |
| зво́нко 20 % | звонко́ 80 % | зво́нко 20 % | звонко́ 80 % | не́жно 56 % | нежно́ 44 % | не́жно 34 % | нежно́ 66 % |
| о́стро 50 % | остро́ 50 % | о́стро 50 % | остро́ 50 % | пестро 50 % | пестро́ 50 % | пестро 35 % | пестро́ 65 % |
| се́по 50 % | серо́ 50 % | се́по 90 % | серо́ 10 % | ста́ро 20 % | старо́ 80 % | ста́ро 20 % | старо́ 80 % |
| у́зко 42 % | узко́ 58 % | у́зко 50 % | узко́ 50 % | | | | |

Forrás: [11].

Az első táblázat alapján a сéро, ýзко szavak esetében abszolút elmondható, hogy az idősebb korosztály tőhangsúlyos formákat preferálja, de ezt a jelenséget a vizsgált mellékneveknél nem célszerű szabályszerűségnek nevezni, mivel három másik esetben желто, нежно, пестро a fiatalabb generációhoz tartozók preferálták a tőhangsúlyos formákat. Amit viszont mindenképpen érdemes kiemelni ennek a tanulmánynak köszönhetően, az a nyelvhasználat és a szótárban jegyzett alakok egymásnak való ellentmondása, mivel a szótárban nem találjuk meg a cepo véghangsúlyos változatát [9: 370], ami viszont kimutatható M.L. Kalencsuk felmérésnek köszönhetően [11: 15].

A többes számú rövid alakok harmadik személyére szintén jellemző az instabil hangsúlyrendszer. Ez a hangsúlyvariáció, mely a XVIII. és XIX. században már jelen volt, az orosz nyelv nemzeti korpuszból vett néhány idézettel is alátámasztható:

Онѝ болтлѝвы всѐ, любѐзны,
И да̀же **о̀стры** на̀ полдня̀,
Притѐм онѝ мне ѝ полѐзны:
Онѝ так хва̀лят всѐ меня̀!
[Н. А. Некрасов. Актриса : «На сцене я для всех загадка...» (1841)]

Мы̀ **быстры̀** и на̀готѐве,
Мы̀ **остры̀**.
В ка̀ждом жѐсте, в ка̀ждом взгля̀де, в ка̀ждом сло̀ве.
[М. И. Цветаева. «Мы быстры и наготове...» [Ace, 1] (1913)]

M.L. Kalencsuk tanulmánya alapján kimutatható, hogy hangsúlyvariáció az alábbi 16 melléknévnél бедный, властный, вредный, гордый, грешный, добрый, круглый, мертвый, мокрый, нежный, немой, острый, теплый, толстый, хитрый, храбрый már a XVIII. és XIX. században jelen volt [11: 15]. A szerző megfigyelései alapján megállapítható, hogy a többes számú harmadik személyű hangsúlyvariánsok nyelvtörténeti okokra vezethetők vissza. Az óorosz nyelvben ezen különbségek segítségével állították szembe egymással a rövid alakú melléknév állítmányi és jelzői szerepét. A szóvégi hangsúly jellemezte az állítmányi, a szó eleji hangsúly pedig a jelzői funkcióját a melléknévnek [11: 16]. Érdemes ezzel egybevetni M.G. Veber tanulmányát, aki „A” és „B” modellekre osztotta a rövid alakú mellékneveket [6: 65-78]. Fontos azonban megjegyezni, hogy az utóbbi (B modell) a XIX. században még jelen volt, azonban mára kiment a használatból. A szerző az alábbi példát hozza Lermontov egy művéből: Я вернулся домой угрюм и сердит, amely szerkezet a magyartól teljesen idegen. Ebben a példában a rövid alak speciális igei-névszói állítmány része, ami a mai orosz nyelvben inkább teljes alakkal fejezhető ki «Сын пришел из школы грустный» [1: 263].

Létezik egyéb magyarázat arra, hogy miért lehet bizonyos mellékneveknek mellékneveknek kétféle hangsúlyvariációja. M.L. Kalencsuk saját munkájában hivatkozik M.Sz. Szuhanovára, aki arra a következtetésre jutott, hogy a hangsúlyvariánsoknak stilisztikai, illetve jelentést megkülönböztető szerepük volt [15: 5; 11: 16]. Némi szabályszerűséget is véltek felfedezni a nyelvészek a hangsúlyok váltakozásában, melyeket morfológiai okokra tudtak visszavezetni. Az -н- tövű melléknevek nagy hányada rendelkezik többes szám harmadik személyben hangsúlyvariációkkal például: вку́сны / вкусны́ ; гру́стны / грустны́ ; гря́зны / грязны́ , de -к- tövű melléknevek is szabályszerűséget mutattak és normának tekintették a szóelei hangsúlyozást, például: га́дки, ги́бки, ре́дки [9: 467; 11: 16]. Ehhez a szabályszerű meghatározáshoz csatlakozik még N.A. Eszkova, aki korábban már felfigyelt egy kivételre, ami a ловкий volt. Mára a változások olyan mértéket öltöttek, hogy a fent említett szabályosság kezdi elveszíteni a jelentőségét, hiszen számos rövid alakú melléknévnél többes szám harmadik személyben, például: бойки, жалки, низки, редки, хрупки kimutatható a változás a fiatalabb generáció válaszadóinál [11: 16]. A 2. táblázat ezt a nyelvhasználati különbséget hivatott bemutatni.

| 2. táblázat | Idősebb korosztály | Fiatalabb korosztály |
|---|---|---|
| **близки́** | 52 % | 48 % |
| **бойки́** | 50 % | 76 % |
| **жалки́** | 50 % | 56 % |
| **низки́** | 54 % | 56 % |
| **редки́** | 10 % | 58 % |
| **хрупки́** | 40 % | 68 % |

Forrás: [11].

A rövid alakú mellékneveknek van még egy csoportja, mely általában akkor használatos, ha méret kifejezéséről van szó. Ferenczy Gyula meghatározása alapján ide hat melléknév tartozik: велик, мал, широк, узок, короток, длинен [1:267]. Ehhez a szemantikai csoporthoz állnak közel azok a rövid alakú melléknevek, melyek tulajdonságát, ha a слишком, чересчур 'túl' nyomatékosító szókkal erősítjük, akkor a rövid alak véghangsúlyossá válik, például: брюки чересчур длинны́ [példa innen: 11:35].

Egyes nyelvészek úgy vélik, hogy az ilyen melléknevek, melyek szemantikája túlzó fokú jelentéstöbblettel rendelkezik, különálló lexémaként kezelendő és nincs teljes alakjuk sem.

| 3.táblázat | Fiatalabb generáció | | Idősebb generáció | |
|---|---|---|---|---|
| **Konkrét jelentés** | édko 64 % | edkó 36 % | édko 50 % | edkó 50 % |
| **Túlzó jelentés** | édko 42 % | edkó 58 % | édko 50 % | edkó 50 % |
| | | Forrás: [11]. | | |

Ez az értelmezés tükröződik N.A. Eszkova és I. L. Reznyicsenko szótáraiban is [9: 123; 14: 159-160].
M.L. Kalencsuk tanulmányában összegyűjtötte azon mellékneveket[1], melyek rendelkezhetnek túlzó fokú jelentéssel. A szerző felmérésének egy következő stádiumában azt tesztelte, hogy kimutatható-e különbség a korábban már alkalmazott, életkor alapján történő összehasonlításban. Az idősebb tesztkitöltők fele-fele arányban szavaztak a különböző hangsúlyvariációkra, nem volt kimutatható semmilyen tendencia, azonban a fiatalabb nyelvhasználók többsége (64%) a szó elejére teszi a hangsúlyt, ha a mondatban nincs túlzó fokú

[1] *1 бедный, близкий, бойкий, бурный, быстрый, важный, ветхий, вкусный, влажный, властный, вредный, гладкий, гордый, грешный, громкий, грубый, грустный, едкий, жалкий, жуткий, звонкий, знатный, маленький, мутный, наглый, нежный, нервный, низкий, острый, редкий, тихий, толстый, узкий, хрупкий* [11: 22].

jelentéstöbblet. Ha a mondat rendelkezik ezzel a jelentéstöbblettel, akkor a válaszadók 58%-a a végére teszi a hangsúlyt.

Szükséges kiemelni, hogy semleges nemben kevéssé mutatható ki hangsúlyeltérés a rövid alakú melléknevek terén akár túlzó, akár konkrét jelentésről legyen szó. Számottevő eltérés különböző életkorú nyelvhasználóknál nem vélt felfedezni M. L. Kalencsuk, kivéve едкó rövid alakú melléknév tekintetében, melynek véghangsúlyos alakját részesítik előnyben a fiatalabb generáció képviselői (ld 3. táblázat). Ezt az eredményt fontosnak tartjuk összevetni azzal a fent említett ténnyel, hogy egy ideig a ловкий is normától, szabályszerűségtől eltérő volt, azonban 20-30 év elteltével több melléknév ment át hasonló változáson, mely következtében a szabályszerűség fellazult. M.L. Kalencsuk felméréseiben láthattuk, hogy jelentős mértékben nem, de nyomon követhető növekedés a véghangsúlyos rövid alakú melléknevek esetében. Ezt bizonyítja a felmérésünk is, melyet 2022 február közepétől március közepéig folytattunk. Az említett felmérést 160 orosz anyanyelvű töltötte ki. A megkérdezettek 89% rendelkezik felsőfokú végzettséggel. M.L. Kalencsukhoz hasonlóan mi is két korcsoportra osztottuk a válaszadóinkat: 18- 45 ill. 46-80 éves válaszadókat gyűjtöttünk. Kérdőívünket 18 és 45 év között 74, 46 és 80 év között pedig 86 válaszadó töltötte ki.

Vizsgálódásunk tárgyát 19[2] melléknév képezi, melyek N.A. Eszkova szótára alapján nőnemben kétféle hangsúlyvariációval rendelkeznek. A melléknevek középfokának képzésekorérvényben lévő általános szabály szerint, ha a hangsúly nőnemben a szótőre esik, úgy a melléknév középfoka is tőhangsúlyos lesz (*беднá — беднée; важнá — важнée; вкуснá — вкуснée; грустнá — грустнée; веселá — веселée; холоднá — холоднée*) [9: 467].

Elemzésünk egyik feladatának tekintettük megvizsgálni, hogy relevánsnak nevezhető-e a fent említett szabály a mai nyelvhasználatra is kivetítve. Felmérésünkben a kitöltőknek az Orosz Nyelv Nemzeti Korpuszából vett rövid mondatokban kellett megjelölni a számukra preferált hangsúlyvariánst. Fontosnak véljük kiemelni, hogy nem nyelvhelyességi tesztet kívántuk kitöltetni, hanem a nyelvi preferenciák kimutatását tűztük ki célul. Jelen cikkünk ebből a 19 melléknévből 11 olyan esetet kíván bemutatni, melyek a legeklatánsabb módon mutatják ki a nyelvhasználati különbségeket az általunk tanulmányozott két korcsoport között.

Csak azokat az eseteket vizsgáltuk meg részletesebben, ahol a kapott eredmények megoszlóak voltak. Ezek közül középfokban a *сходнée*, *дряблée* alakok szinte százalékpontos megoszlással ugyanolyan eredményt produkáltak mindkét vizsgált korcsoportnál (ld. 4. táblázat). A többi melléknévnél a felmérés egészét tekintve, tehát 160 megkérdezett válaszai alapján a következő eredményeket kaptuk: *жаднée* (88%), *лестнée* (84%), *плавнée* (81%), *суровее* (99%), *хилée* (85%), *здрáвее* (78%). Ennek fényében nem tartottuk indokoltnak megvizsgálni részletesebben, korcsoportokra lebontva a felsorolt melléknevek hangsúlypreferenciáit, hiszen jelentős eltérés a hangsúlyvariációk között nem volt kimutatható. Ugyanígy a nőnemű rövid alakok esetében a következő mellékneveknél sem tartottuk indokoltnak a korcsoportok szerinti elemzést: *жестóка* (97%), *здорóва* (98%),

**4. táblázat**

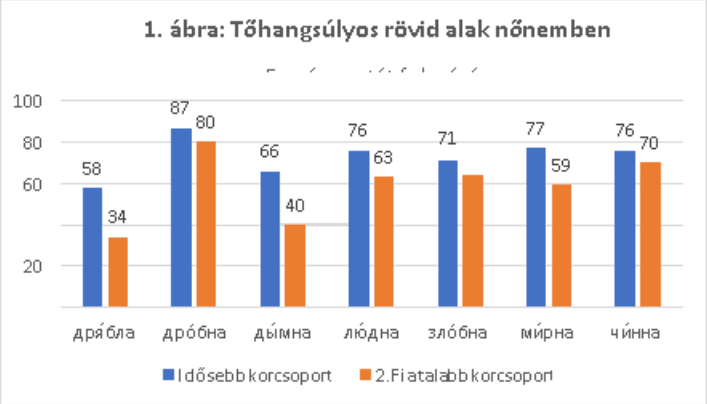
| **Fiatalabb korosztály** | **Fitalabb korosztály** | **Idősebb koroszály** | **Idősebb korosztály** |
|---|---|---|---|
| дря́блее (10%) | дряблéе (90%) | дря́блее (10%) | дряблéе (90%) |
| схóднее (62%) | сходнée (38%) | схóднее (61%) | сходнée (39%) |

Forrás: saját elemzés

[2] дробный, дряблый, дымный, жадный, жестокий, здоровый, здравый, злобный, лестный, лиловый, людный, мирный, плавный, склонный, страстный, суровый, сходный, хилый, чинный

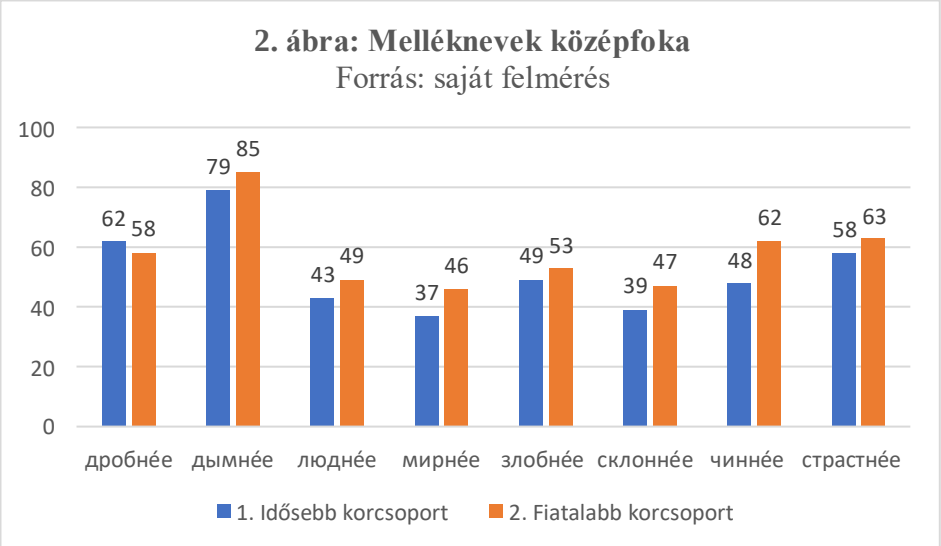
*здра́ва* (98%), *схо́дна* (96%), mivel egyértelmű konszenzus figyelhető meg a használatukban. A vizsgált 11 melléknév közül 7 melléknévnél (*дря́блый, дробный, людный, злобный, мирный, чинный*) mutatható ki nyelvhasználati különbség a korosztályok között..

Az egyes számú ábrán látható, hogy a tanulmányozott mellékneveknél az idősebb korosztály jelentős mértékben preferálja a tőhangsúlyos nőnemű rövid alakú mellékneveket, míg a fiatalabb korosztályra ez kevésbé jellemző, következtetésképpen inkább a véghangsúlyos variánsokat használják.




A véghangsúlyos alakok előnyben részesítése a fiatalabb korosztálynál nem csak a rövid alakú mellékneveknél mutatható ki, de a melléknevek középfokának képzésekor is. Ebből a szempontból nyolc melléknevet vizsgáltunk meg (ld. 2. ábra). A nyolc melléknévből hétnél volt kimutatható eltérés. A дробный esetében az idősebb korosztályhoz tartozók szívesebben használják a véghangsúlyos alakot, mint a fiatalabb korcsoporthoz tartozók. Elmondható tehát, hogy bár az idősebb korosztály a tőhangsúlyos nőnemű rövid alakot részesíti előnyben, az esetek többségében (67%) középfokban a véghangsúlyos alakot választják. Ez bizonyítja azon felvetésünket, hogy ellentmondásos a kiindulási szabály, ami alapján a nőnemű rövid alak hangsúlyához igazodik a melléknevek középfokának hangsúlya. Szemléltetésként: az idősebb korosztály képviselőinek többsége (66%) a tőhangsúlyos nőnemű rövid alakot részesíti előnyben a ды́ мна (ld.1.ábra) szó esetében, míg középfokban a véghangsúlyos variáns lett a preferált alak 79%-ban. Ugyanebben a kérdésben a fiatalabb korosztály 29%-a döntött a nőnemű tőhangsúlyos rövid alak mellett.

A 2. ábrán látható, hogy mindkét variációra meglehetősen magas értékek jöttek ki. N.A. Eszkova szótára [9] alapján készítettünk egy táblázatot a melléknevek kodifikált középfokú alakjairól, melyet szükségesnek gondoltunk összevetni a saját felméréseinkből kapott eredményekkel.



A táblázat, mely egészében tartalmazza minden vizsgált korosztály eredményeit szemlélteti az általunk használt szótár néhány hiányosságát:

1. a szótárban kodifikált alakok ellentmondanak a társadalom magas iskolázottságú rétegére jellemző nyelvhasználatnak;
2. nem tartalmaz variánsokat olyan esetben, amikor felméréseink alapján indokolt lenne,pl.: злóбнее/злобнéе (ld. 5. táblázat).

**5. táblázat**

| **Szótárban kodifikált variáns [9].** | **Felmérésünk eredménye** |
|---|---|
| людне́е | лю́ днее: 53% |
| мирне́е | ми́рнее: 57% |
| злóбнее | злобне́е: 50% |
| склонный* *: nincs középfoka | скло́нне: 52%, склоннéе: 38% |
| чиннéе | чи́ннее: 44% |
| страстнéе | стрáстнее: 39% |
| лиловéе | лило́вее: 95% |
| сходнéе | схóднее: 57% |
| дробнéе | дрóбнее: 37% |

Forrás: saját elemzés

**Következtetések**

Kutatási eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a szótárak gyakran ellentmondanak az aktuális nyelvhasználatnak, illetve némely esetben az azokban kodifikált alakok megkérdőjelezhetőnek bizonyultak. Korcsoportokra bontva kimutattuk azt az új jelenséget, miszerint egyre több melléknév középfoka és rövid alakja lesz véghangsúlyos, de még továbbra is elterjedtnek nevezhető a tőhangsúlyos variáns is, például a melléknevek középfokában. Ez azzal magyarázható, hogy korábban a középfok hangsúlya igazodott a nőnemű rövid alak hangsúlyához, viszont ez az olykor életkortól függő nyelvhasználati sajátosság kiszorulóban van. Olyannyira, hogy a vizsgált esetekben hiába preferálta az idősebb korosztály rövid alakban a tőhangsúlyt, középfokban az esetek többségében mégis a véghangsúlyos formát választotta. Ez bizonyította azon hipotézisünket, miszerint a melléknév középfokának hangsúlya és a nőnemű rövid alakú melléknév alakjának hangsúlya közötti összefüggés gyengül.

**Irodalomjegyzék**


[1.] Ferenczy Gyula: Orosz nyelvtan és nyelvhasználat. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Bp., 1996. 332 o.

[2.] Lehfeldt W. Некоторые наблюдения над изменениями акцентной нормы современного русского языка. Revue des études slaves, tome 59, fascicule 3, 1987. [Internetes forrás]. – Elérhető itt: (https://www.persee.fr/doc/slave_0080-2557_1987_num_59_3_5678) (utolsó letöltés: 2022. 01. 27.).

[3.] Абызов А. А., Здорикова Ю. Н. Вариативность словесного ударения в глаголах прошедшего времени, кратких причастиях и кратких прилагательных. // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Филология, педагогика, психология. 2019. № 3. С. 39–54.

[4.] Валгина Н. С. Активные процессы в современном русском языке: учеб. пособие для студентов вузов. Москва: Логос, 2003. 304 с.

[5.] Воронцова В. Л. Активные процессы в области ударения // Русский язык конца XX столетия (1985—1995). М.: Языки русской культуры, 2000. С. 303–325.

[6.] Гиро-Вебер М. Бисинхронный метод описания прилагательного в предикативной позиции в современном русском языке 65-78. Inn.: Теория функциональной грамматики: Качественность. Количественность / Отв. ред. А. В. Бондарко. СПб.: “Наука”, 1996. 264 с
[7.] Горбачевич К. С. Современный орфоэпический словарь русского языка. Все трудности произношения и ударения. М.: АСТ, 2010. 480 с.
[8.] Дунев А. И. Дымарский М. Я. и др. Русский язык и культура речи : учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. В. Д. Черняк. 2-е изд. М.: Юрайт, 2014. 525 с.
[9.] Еськова Н. А. Словарь трудностей русского языка. Ударение. Грамматические формы. М.: Языки славянской культуры, 2014. 536 с.
[10.] Каленчук М. Л., Касаткин Л. Л., Касаткина Р. Ф. Большой орфоэпический словарь русского языка. Литературное произношение и ударение начала XXI века: норма и ее варианты. 2-е изд. М.: Аст-Пресс Книга, 2017. 1024 с.
[11.] Каленчук М.Л. Активные процессы в просодической системе русского языка: акцентуация прилагательных. Русский язык в научном освещении. № 2 (34). 2017. С. 9–28,
[12.] Крысин Л. П. Современный русский язык: Активные процессы на рубеже XX–XXI веков. М.: Языки славянских культур, 2008. 712 с.
[13.] Ожегов С. И. Толковый словарь русского языка: Ок 100 000 слов, терминов и фразеологических выражений / С. И. Ожегов; Под. ред. проф. Л.И. Скворцова. — 28-е изд., перераб. — Москва : Мир и Образование, 2019. — 1376 с.
[14.] Резниченко И. Л. Словарь ударений русского языка. М., 2008.
[15.] Суханова М. С. Ударение прилагательных в акцентной системе современного русского словоизменения. Автореферат дисс.… канд. филол. наук. М., 1981.
[16.] Федянина, Н. А. Ударение в современном русском языке / Н. А. Федянина. - 2-е изд. перераб. и доп. - М. : Русский язык, 1982. - 302 с.
[17.] Фомина Т. Г. Русское словесное ударение: учеб. пособие. М.: Флинта, 2017. 384 с.
[18.] Лермонтов М.Ю. Герой нашего времени. Letöltve innen 2022. 07. 01-jén az alábbi oldalról: https://klassika.ru/read.html?proza/lermontov/geroi.txt&page=10].

**Lektorálta**: Pálosi Ildikó Veronika PhD, egyetemi adjunktus, ELTE BTK Orosz Nyelvi és Irodalmi Tanszék

# INTERACTIVE LISTENING IN L2 ARGUMENTATIVE DIALOGUES

**Tamás Tamara**
*University of Szeged, tomitami92@gmail.com*

**Abstract**
This study examines development in argumentation and interactive listening (IL) through eight first-year English majors' argumentative dialogues to explore developmental trajectories of interactional fluency (IF) with regard to these features. Development in argumentation was examined through the following aspects: presence of the *claim + reason(s) + supporting evidence* structure, maintainance and development of interaction, negotiation, and use of expressions which were intended to aid interaction (e.g. agreeing, disagreeing, and giving opinions). Development in IL was examined through the number and distribution of (a) *listenership displays*, (b) *contingent responses*, and (c) *collaborative completions*. Conversation analysis (CA) as a research method was applied to explore the features on the micro-level. The participants discussed six topics in pairs (e.g. learner motivation and foreign language anxiety) between 5 and 7 minutes and audio recorded them during a semester as part of a regular speaking course. Participants received instruction on and ample practice with argumentation skills and IL in the course. The recordings were transcribed, analysed, and categories of the examined features were established. The results indicated marked differences between the four pairs both in terms of argumentation and IL. For example, Balázs and Marci's (pseudonyms) showed consistent patterns over the semester: they used diverse argumentative expressions and they displayed the features of IL under examination from the first dialogue. In contrast, Áron and Gábor showed development in both areas (use of IL features and more varied argumentative expressions). Based on the findings, features of argumentation and IL under examination are teachable but the factors which might facilitate learning need to be investigated in future studies. Considering the limitations of the present study (voice recordings only, relatively short time period, and relatively small number of recordings), future directions might include an investigation of how IL can be effectively taught in classroom settings, how participants develop during longer periods (e.g. one school year or longer), and how the participants themselves notice development in their overall performance and if they find developing IL beneficial.

***Keywords****: interactional competence, L2 dialogues, argumentation, interactive listening, conversation analysis*

## 1. Introduction

Fluency has been conceptualised in various ways both in everyday and research contexts. For example, a broad (overall speaking proficiency, often used in everyday contexts) and a narrow (temporal aspects, used in research contexts) sense of fluency can be distinguished to emphasise the different conceptualisations of laypersons and researchers [1]. Later on, other categorisations became necessary to study fluency in the narrow sense more effectively [2]. The vast majority of fluency research has been done from a psycholinguistic/cognitive perspective, from which investigators attempt to ascertain how individuals produce speech on different proficiency levels. Speakers' production is investigated through monologic tasks (e.g. picture descriptions and narratives) to better understand the underlying cognitive processes.
However, with the prevailing popularity of communicative language teaching, where interacting in a foreign language is a common task, researchers have realised that not all features

of fluency based on monologic production can explain how speakers use a language in interaction. Investigating interactional fluency (IF) has become more widespread in recent years with the aims of reconceptualising existing fluency features that explain interactional behaviour and identifying features which have an impact on interaction [3].
There have been studies which addressed these challenges. Interactional competence (IC) has become a major interest in connection with IF. Researchers have explored whether interactional features such as turn-taking [4] can be taught, what features can be effectively assessed in exams and in classrooms [5], and how interactive listening (IL) can help better understand emerging problems during interaction [6], [7].
This study investigates development in argumentation and IL through the argumentative dialogues of eight first-year English majors' audio recordings to explore IF through these features during a semester, using CA as a research method.
Based on the existing literature and previous studies, my research question is the following: What are the developmental trajectories of pairs over a semester with regard to argumentation and interactive listening?

## 2. Theoretical background

### *2.1. Monologic fluency*

Research on fluency on its own focuses on fine-grained features of fluency, such as pauses and repairs. Although there are various definitions of fluency, they approach the construct from a psycholinguistic/cognitive perspective from which it is considered as a primarily cognitive and individual accomplishment.
For example, fluency can be conceptualised in a broad and a narrow sense. In the broad sense, fluency refers to what can be called overall oral proficiency. In the narrow sense, fluency entails temporal aspects of speech, such as speech rate and number and duration of silent pauses [8].
With the increasing research interest, additional categorisations were necessary to facilitate reliable and accurate measurements of different dimensions of the construct. With the use of utterance, cognitive, and perceived fluency, researchers could have better understood the complexity of this phenomenon [9]. Utterance fluency refers to those observable phenomena in speech which can be objectively measured (e.g. number and duration of silent pauses). Cognitive fluency encompasses processes which aid or hinder speech production (e.g. working memory and semantic retrieval) and how these processes manifest in speakers' utterances. Perceived fluency is how listeners evaluate a speaker's performance with regard to oral proficiency. Finally, utterance fluency can be further divided into breakdown (interruptions in speech), speed (how fast and densely someone speaks), and repair fluency (repetitions and corrections).
The vast majority of studies have employed statistical analyses with cross-sectional research designs (e.g. linear regression analysis and correlation analysis) to identify the impact of different fluency aspects such as pauses, speed, and repairs [10], differences in the location of pauses in L1 and L2 speakers' performance [11] [12], differences in utterance fluency from beginner to advanced levels [13] [14], and how L2 fluency features can be distinguished from L1 speaking style [15]. Moreover, these studies frequently combine (both trained and untrained) raters' subjective judgements with objective measures to ascertain which fluency features are salient for listeners and the extent to which they have an impact on raters' judgements.
Results of previous research have shown that: (1) subjective fluency ratings correlate significantly with pause and speed fluency while repair fluency only has a minor impact on judgements; (2) L2 speakers tend to produce more pauses within clause boundaries compared to L1 speakers; and (3) pause and speed fluency can be examined and assessed to determine a

learner's proficiency level because L2 speakers' patterns become closer to L1 speakers' production.

### *2.1.Interactional fluency*

Despite the fact that dialogues are more common in real life situations and that interactional tasks may provide a better representation of how learners would use a language in different settings outside of instructional contexts, research has mainly focused on monologic performance. Moreover, learners often evaluate their fluency based on their performance in interactions both inside and outside the classroom, and for many of them, being able to interact with others in an L2 is considered an important goal when they would like to develop their skills. Therefore, research on how learners perceive different features of interactional fluency, what features can be developed, and how learners can benefit from explicit instruction of particular features should be investigated in greater detail.

Three possible reasons may explain researchers' preference of monologic performance: (1) there are restricted possibilities (e.g. vocabulary, grammar, and speech acts) from which learners can choose to complete a task; (2) these restricted possibilities can ensure relatively predictable performance outcomes; and (3) the researcher can measure different aspects of fluency more unambiguously compared to dialogic performance [16].

To ensure controllability and predictability in the case of dialogic fluency, researchers have investigated how accurately monologic task performance can predict learners' success in interaction. The findings have strengthened the contention that some features of interactional fluency cannot be measured or predicted through monologic performance. Moreover, findings suggest that learners can perform dialogic tasks more fluently: they talk faster with shorter pause durations. One possible explanation is that participants alternate between speaker and listener roles and when they are the listeners, they have more time to think and can build on the other's utterances [17].

Nevertheless, more research is needed to clarify which measures can provide reliable results for interactional fluency and how to address challenges which might pose problems in measuring and interpreting the results. For instance, identifying features of IF and reinterpreting existing measures based on monologic production need to be investigated to better understand how learners use certain phenomena which might have a different purpose in interaction and how they are perceived by listeners.

One construct which has attracted particular attention in IF research is IC since it encompasses skills necessary for learners to become successful participants in interaction in various situations. IC has become particularly relevant for conversation analysis (CA) research which has identified multiple components of the construct to better understand how interactions work and what issues can cause difficulties for interlocutors' actions.

A synthesis of existing knowledge on IC showed that this multicomponential construct entails the ability to adapt and alter utterances both to the micro- and macro-level of an interaction. The former contains topic management and IL, for example, while the latter includes the larger context of an interaction, such as socio-cultural and pragmatic norms [18]. Tools have also been developed to facilitate learner-oriented assessment [19]. Moreover, exploring the teachable features of IC has also contributed to a better understanding of the construct. Hesitation phenomena have been investigated from a problem-solving perspective to ascertain possible differences in their use compared to monologic fluency [20]. How turn-taking can be teachable and whether students find explicit instruction about it useful has also gained research interest [21].

One component which has gained particular attention in recent years is IL. It involves the demonstration of attention, engagement, and understanding by verbal and non-verbal resources

in a given interaction. Three categories of verbal and non-verbal behaviours have been described which demonstrate IL: listenership displays, contingent responses, and collaborative completions [22]. Listenership displays include minimal responses (e.g. *yes*, nodding), continuers (e.g. uhum), and assessments (e.g. *right*, *exactly*). Contingent responses provide some reference to interlocutors' understanding of previous utterances in the forms of formulating (e.g. paraphrasing), extending (e.g. providing examples as a follow up to previous utterances), and accounting (e.g. agreeing and disagreeing with prior claims). During collaborative completions, a speaker finishes the other's utterance, demonstrating their understanding and listenership. However, the presence of certain behaviours does not automatically entail active listenership, but instead they may be used to imitate comprehension. Therefore, for example, the joint appearance of listenership displays and contingent responses may demonstrate understanding in a more reliable way than listenership displays alone.

## 3. Methodology

The aim of the present study is to examine participants' developmental trajectories with regard to argumentation and IL. It employs CA as a research method [23] to explore how participants formulated their arguments and how they displayed engagement and understanding in interaction. CA has established and investigated those relevant for examining fluency in interaction such as turn management and topic management. How CA can contribute to a better understanding of language learning and development both inside and outside the classroom has gained more attention in recent years [24], [25]. researchers have also discussed how CA can facilitate creating curriculum and classroom materials [26]. One advantage of employing CA is that it examines development from an emic perspective, which focuses on how participants actually accomplish certain actions (in the case of the present study argumentation and IL), without explicit assumptions about what might be important in the analysis.

### *3.1.Participants and context*

The participants of the study were eight first-year English majors at the University of Szeged. They were in the English Studies, American Studies, or teacher education programme. Four of them were males and four of them were females, all between the ages of 18 and 24. They were all enrolled in the same language class which was taught by the researcher. One pair had known each other before the study which might have an impact on their performance. Although the number of students in the class was fourteen, the data of six students' were not analysed for the following reasons: one student interrupted his studies and his peer did the dialogues with the researcher; further, the length of recordings for two pairs was inconsistent (there were 5-minute and 15-minute recordings for the same pairs) which might have posed problems both in the examination of general tendencies in participants' performance and developmental trajectories. English majors need to take language classes to prepare them for their Academic English (AE) exam at the end of their first phase of study. One of these language classes is Communication Skills, the aim of which is to improve students' speaking skills and prepare them for the speaking part of the AE exam.
The study was conducted during online instruction (spring semester, 2021) which may have posed additional challenges in completing the tasks. Although two students had known each other before the study, the others' only interaction was during this pair work. The participants' names are fictitious to protect their anonymity.

*3.2.Materials*

The course covered the following areas: communication, communication skills, argumentation skills, critical thinking, active listening, barriers to effective communication, giving and accepting feedback, nonverbal communication, and presentation skills. During the semester, the participants submitted five to seven speaking assignments. To improve argumentation skills, students received a list of useful expressions to facilitate argumentative dialogues (e.g. agreeing/disagreeing, giving opinions, and interrupting) [27]. The dialogues covered the following topics: success, relations between Hungarian and foreign students, competition, motivation, working while studying, education systems in Europe (creativity, collaboration, communication, and critical thinking), and foreign language anxiety (FLA). The topics were chosen from prompts used in previous semesters. Students received the tasks in the following format:

"Motivation is vital for people who are learning foreign languages. What do you believe is the most important or effective motivation, and how do you think language teachers can assist students in finding that motivation? Support your claim(s)."

*3.3.Procedure*

The students recorded the dialogues themselves and sent them to the teacher/researcher after each occasion. The teacher/researcher gave grades and feedback to inform them what areas they needed to pay attention in future assignments. Participants' performance was graded based on the following aspects: grammar, vocabulary, pronunciation, task accomplishment, and interactive communication. The recorded data was transcribed manually with VOICE mark-up conventions 2.1 [28]. Development in argumentation was examined through the following features: (a) structure of argumentation: claim + reason(s) + supporting evidence, (b) use of expressions from the received list, (c) maintainance and development of interaction, and (d) negotiation (based on [5]). With regard to IL, the number and distribution of (a) listenership displays, (b) contingent responses, and (c) collaborative completions were examined, focussing on the use of linguistic resources (based on [6]). Given that the dialogues were audio recorded, the use of body language was not examined in this study.

It is important to note that the categorisation of IL features was based on only one researcher's judgements. Others may have categorised certain instances differently despite the fact that categorisation was based on the sequential environment.

## 4. Results

In this section, the results will be presented in the following order: Table 1 contains the total number of IL features for each pair with the number of turns to make it easier to compare the results. Figures 1, 2, 3, and 4 show changes in the number of listenership displays and contingent responses for each pair through the semester. Then, the developmental trajectories of the four pairs (Áron–Gábor, Balázs–Marci, Barbi–Anna, Lilla–Maja) will be presented. Examples of the established categories will be provided without their sequential environment or in two consecutive turns; however, examples were chosen which illustrate the categories without providing longer turn sequences.

**Table 1: Total number of IL features and turns in dialogues**

| | Listenership displays | Contingent responses |
|---|---|---|
| **Áron and Gábor (120 turns)** | **61** | **39** |
| ***Balázs and Marci (45 turns)*** | ***10*** | ***30*** |
| **Barbi and Anna (53 turns)** | **6** | **23** |
| ***Maja and Lilla (58 turns)*** | ***5*** | ***12*** |

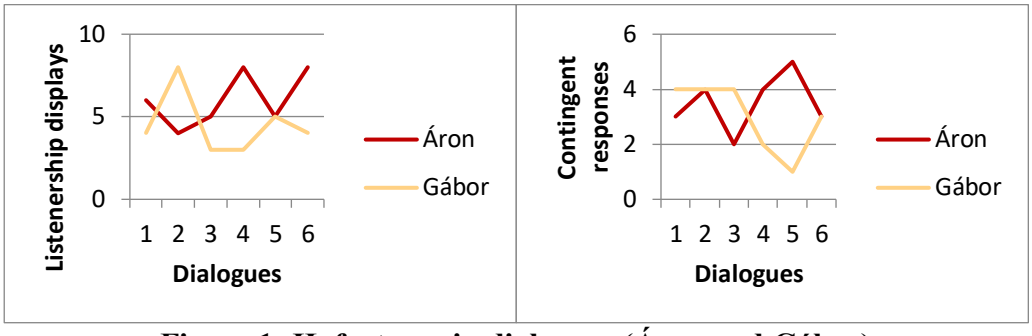



**Figure 1: IL features in dialogues (Áron and Gábor)**

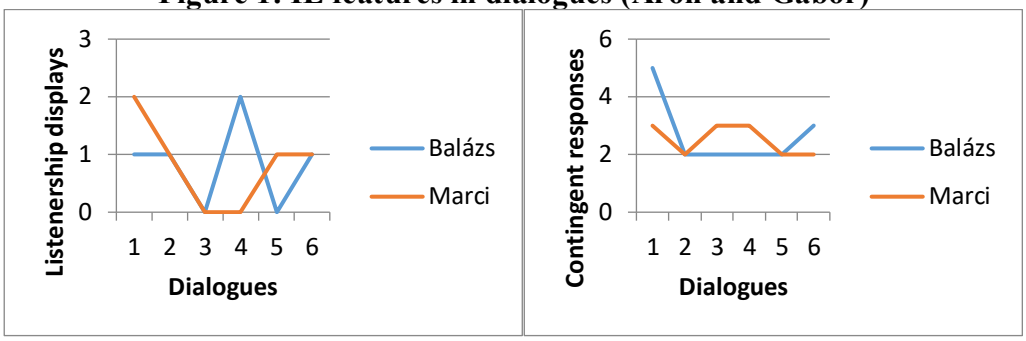



**Figure 2: IL features in dialogues (Balázs and Marci)**

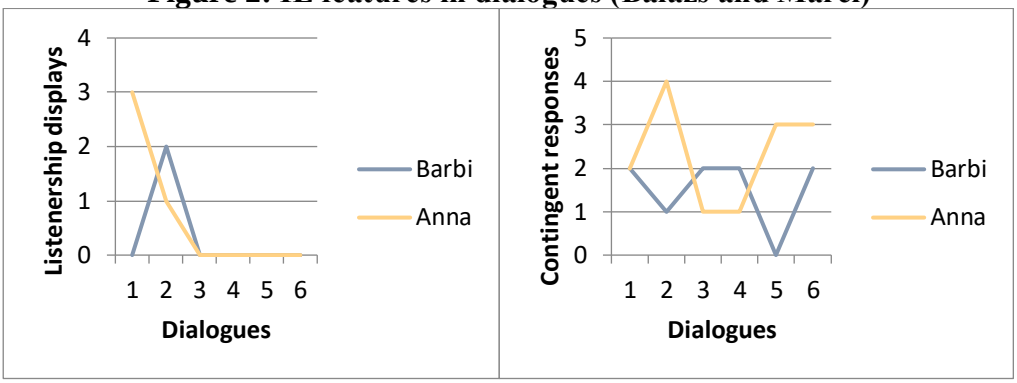



**Figure 3: IL features in dialogues (Barbi and Anna)**

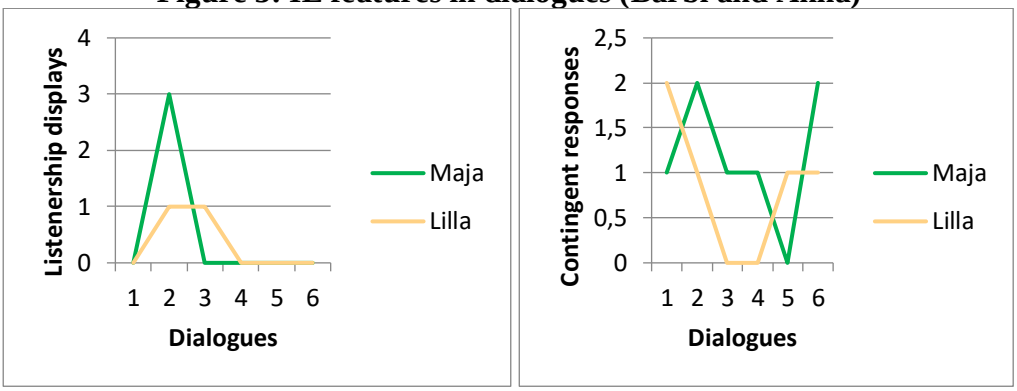



**Figure 4: IL features in dialogues (Maja and Lilla)**

*4.1. Áron and Gábor*

As regards argumentation skills, Áron and Gábor showed development in terms of the structure of argumentation and the use of expressions from the list. During the first dialogue, they talked about success in rather general and vague terms, with a lot of repetitions, which did not move the conversation forward. For example:

"Success means many things for many people it can mean a lot of money or family friends but it is individual." (Áron)

They frequently used *some people* instead of *I*:

"For some people it is earning money for some people it is material success." (Gábor)

They mainly repeated each other's opinions and they used *Yes, I agree with you* as a reaction to everything the other said even if the rest of their turns did not show agreement. They listed several general points but did not truly support them with evidence and they did not connect their contributions during the conversation.
However, performance in the first task can be seen as a trial run, especially because students did it online and they did not know each other before the semester. Furthermore, previous knowledge in connection with argumentative dialogues was not explored, so it is possible that they had not had many opportunities to engage in this type of task with other students before the study.
In the fifth and sixth dialogues, they talked more about their own and their friends' experiences. The use of *I* and *you* became much more frequent compared to the first two dialogues. They answered the questions more elaborately and they asked questions which were not written in the description of the assignments. For example, after reading the topic (FLA) aloud, Áron asked Gábor how he understood FLA and what experienced he had:

"How should I imagine this? What does language anxiety means to you and how do you experience it in your everyday life?"

Moreover, they used more appropriate minimal responses such as *yeah*, *yes*, and *I see*, and understanding checks such as *Okay I understand now*. They also used various expressions of agreeing, disagreeing, or giving their opinion in appropriate places (*I couldn't agree with you more*, *Let me say another thing*, *The way I see it*, and *Personally*).

In the majority of cases, Gábor led the dialogues, for example by initiating turns and topic switches:

"Exactly so <slow> when this kind of situation </slow> will be over what do you think what kind of method would you use to bring eh foreign and Hungarian people together?"

"Okay but eh what can you you know ADVISE for students who look for a job? where what what should they do? how can they easily find a job?"

Regarding contingent responses, accounting was the most frequent feature (32) which was predictable given that the participants were engaging in argumentative dialogues, while formulating (4) and extending (3) were barely used. Examples of each category are provided

bellow. The parts which facilitated categorisation along with the sequential environment are underlined.

*Formulating:*

"Yeah I yeah I ag- I completely agree with you and <u>like you know like you said it can definitely be improved</u> like bringing my own example my eh my speaking you know like eh anxiety" (Gábor)

*Extending (consecutive turns):*

"Anxiety is made from one of eh one eh like you know personality traits so if someone is anxious they are eh they tend to be more anxious they are going to be more anxious about this as well" (Gábor)

"<u>Yeah and let me say something? I think that it can be improved</u> so I **(.)** believe that practice makes perfect and if you practise speaking with random people from abroad or who study here in" (Áron)

*Accounting:*

"<u>Well that's a really good point you mentioned and I would say you are right (.) but</u> I think that we have to **(.)** think about that that for foreign people English is also their second language" (Áron)

"<u>Yeah I completely agree with you in that</u> **(.)** I mean I- it's a great feeling you know it's a great feeling of achievement if you: know that eh you can understand another another language" (Gábor)

*4.2.Balázs and Marci*

Balázs and Marci started the dialogues by rephrasing the descriptions of the tasks. Their arguments were well-formulated from the beginning. Although they used listenership displays sparingly, they displayed high levels of engagement and understanding with the frequent use of contingent responses. The amount of extending was even higher than that of accounting. They also used expressions for argumentation which were not on the list (e.g. *I can agree with your definition but, well seeing this through*, and *I actually get where you are coming from with that quote but*).
The initiation of turns and topic switches were balanced, with asking questions or extending used to keep the conversations going:

"bu:t in life there are a lot of cases where you have to cooperate with only one person for example your BOSS or project leader i don't know <>inhales<> do you think they are disadvantaged? (Balázs)

"but I know it's a personal problem because I know people who do both at the same time and they are just fine (.) but what about free time? (.) if you work during the weekends do you even have time for yourself?" (Marci)

The amout of extending (14 times) was the highest in Balázs and Marci's data, followed by accounting (10) and formulating (6). They usually used extending when they agreed with each other and discussed those points in more detail. Examples of the three features are provided below.

*Formulating:*

"I get that what you are saying about those who cannot bear defeat with dignity" (Balázs)

"What is your opinion about cooperation? You said that you think parents should take their children to sports clubs so that they can decide what sport they like and what to take part in (.) but what if they choose one that is not a team sport?" (Marci)

*Extending (consecutive turns):*

"Yes indeed and they are not getting the welcome they deserve is truly a huge deal hh they did nothing wrong we are just biased and they're suffer from it (.) although this is nowadays I see the improvement in the problem" (Balázs)

"It is actually pretty sad that a lot of Hungarians feel this way about people from other countries in this day and age but it's clearly something that has to do with foreign students not getting a warm welcome" (Marci)

*Accounting:*

"Wow hh you are absolutely right e:h and you see the problem realistically (.) for example a high school teacher hh has to have enough time to hh two hundred and fifty or more students" (Balázs)

"Well I agree with what you said but I also think that it has to do with the fact that we don't want to seem stupid (.) when talking to a native speaker of course we are anxious because we don't want to make any mistakes" (Marci)

*4.3.Barbi and Anna*

In Barbi and Anna's dialogues, questions at the end of turns moved the dialogues forward. However, there were long between-turn pauses (often 3–4 seconds) which made the dialogues hesitant. They provided examples to justify their claims but they only discussed their point of view in the majority of cases, without reacting to what the other had said or whether they agreed with the other's claims. Moreover, the recordings just stopped, without any summary or reflection on what they had been talking about in connection with the different topics.
Their data contained six listenership responses (*Yes*, *Yeah*) and 23 contingent responses, from which one was categorised as formulating, five as extending, and 17 as accounting.

*Formulating:*

"as you said they can benefit eh from it they can learn how to deal with (.) stressful situations or (.) because it's e:h it's really important for example during their studies or hh at a workplace" (Anna)

*Extending:*

"Yes I can relate to that because (1) I don't know I (.) don't feel safe when I'm surrounded by with people who I don't know" (Barbi)

"Yes and eh (1) that kind of person can benefit from this (1) ability in his whole life so hh I think it's a good thing" (Anna)

*Accounting:*

"I do not agree with the fact that Hungarians **(.)** don't want to know anything about **(.)** foreign people or at least I am really interested in other countries' culture and their habits and in my opinion it is ehm really important to be open to new experiences" (Barbi)

"Yes I (2) I can <@> agree with that </@> too but the problem is that they don't know why Hungarians can be pessimists (1) because they don't know our (1) history our (2) they don't know anything about Hungary so" (Anna)

*4.4.Maja and Lilla*

Although Maja and Lilla expressed their opinions about the topics, supported their claims and provided examples, there were only a few contingent responses in each dialogue. The number and variety of useful expressions did not change considerably during the semester; they used appropriate expressions from the beginning such as *I want to add something.* However, they frequently asked questions to keep the conversation going and unlike the other pairs' dialogues, their discussions had clear beginnings (greetings and a question about the topics) and ends which signalled they wanted to end the dialogues. For example:

"It was interesting to hear about your personal experiences on the subject. I'm glad we can conclude that competition can be beneficial to children."

"I am happy that we were able to discuss it and I was able to hear your opinion."
There were three instances of extending in the data, nine of accounting, and none of formulating.

*Extending:*

"May I add something here? I would like to say that there is an article I've read that many students struggle with language learning because they are lack eh sufficient" (Maja)

*Accounting:*

"I fully agree with this idea students may be encouraged to learn foreign languages if they find them an activity which requires them to know **(.)** a foreign language" (Maja)

"I strongly agree with you competition will teach children how to accept defeat they will not crumble if they are faced with this situation" (Lilla)

## 5. Discussion

The present study focussed on possible differences in the developmental trajectories of eight English majors' argumentative dialogues over a semester with regard to argumentation and IL. The results showed that participants displayed differences both in argumentation and IL in the dialogues.

The number of listenership displays and contingent responses did not show consistent direction or patterns in the participants' recordings (see Figures 1–4). It can be connected to multiple factors, such as data collection intervals, the time period involved, or the different numbers of turns in each pair's dialogues [21].

Despite the fact that there were students in the course who had already learnt about argumentation, their data showed considerable differences in this area. Although two pairs (Barbi–Anna and Maja–Lilla) expressed their opinions on the different topics and they supported their claims with evidence, their dialogues were not considered argumentative (compared to the other two pairs). One possible explanation might be that they interpreted the task differently, despite the instruction and feedback. Moreover, one main goal of the participants and the course was to develop fluency which might also have meant different aspects for different students, depending on which areas they wanted to concentrate on. Future studies should explore students' understanding and previous experiences of argumentative dialogues to provide sufficient instruction on this topic.

Although the participants did not show consistent patterns in their developmental trajectories quantitatively, qualitative differences could be explored by using CA. This research method revealed more appropriate use of argumentation and IL features in some participants' turns though the sequential environment. Qualitative differences and appropriateness might be as important as how often language learners use certain interactional features since quantitative differences alone might not be appropriate measures of development regarding IC and IF [23].

As for Áron and Gábor's development in the features of argumentation under examination, by the end of the semester, they supported their claims with evidence more often and they used various expressions from the list of agreement/disagreement. Balázs and Marci's arguments had the structure under examination from the beginning and they also included expressions to agree/disagree which were not on the list. An additional factor which may have influenced their consistent high performance is that they were the only students who had already known each other well before the study (they had gone to the same secondary school). Therefore, the degree to which relationships of students should be considered in analysing dialogues may be an interesting area to explore.

In terms of IL features, the results were also varied. Áron and Gábor used listenership displays more frequently compared to the other pairs; however, they had the highest number of turns as well (see Table 1). The influence of L1 speaking style might serve as a possible explanation for this notable difference. If these students frequently use verbal listenership displays in Hungarian, it is possible that they apply them in other languages as well. With regard to the other students, they might express listenership with non-verbal resources such as nodding, which was not included in the analysis of the present study. Another reason why Áron and Gábor used more listenership displays can be explained by the frequent occurrence of overlaps and interruption in their dialogues: in order to continue the dialogues, they needed to clarify if they understood what the other had said and how they wanted to proceed with the discussion. Therefore, turn-taking behaviour has a central role in shaping interaction [21]. The online setting might have also influenced the use of IL features given that students could not monitor their partner's gaze or body movements as effectively as in face-to-face interactions. Moreover, the present study supported the contention that listenership displays alone do not always signal understanding or engagement [22].

Continuers and collaborative completions were absent in the data which can be explained by the nature of the task. Participants discussed topics in an argumentative manner in a relatively short amount of time, which also influenced the length of their turns. Continuers might be more prominent elements in, for example storytelling, when the speaker has the floor until they finish a story and listeners display their engagement with the use of continuers [28]. As regards collaborative completions, participants might have applied them if they were given a collaborative task (e.g. planning a holiday or solving a problem together).
The present study supported the contention that IC features have an important role in IF [3] and developing tools to teach and assess IF may facilitate a better understanding of the construct [5].

## 6. Conclusion

The study examined development in argumentation and IL through eight first-year English majors' argumentative dialogues and explored developmental trajectories of IF with regard to these features. CA was used as a research method to investigate participants' development through a semester. For argumentation, the presence of the *claim + reason(s) + supporting evidence* structure, maintainance and development of interaction, and negotiation were examined. Moreover, participants received a list of expressions which were intended to aid interaction (e.g. agreeing, disagreeing, and giving opinions).
Development in IL was examined through the following categories: (a) *listenership displays*, (b) *contingent responses*, and (c) *collaborative completions*. The four pairs discussed six topics (e.g. learner motivation and foreign language anxiety) between five and seven minutes and audio recorded them during a semester as part of a regular speaking course. Participants received instruction on argumentation skills and IL in the course. The results showed considerable differences between the pairs in both areas.
The scope of this study was limited in terms of the nature of the data (voice recordings), the number of recordings (five to seven), the number of participants (four pairs), and the time period involved (14 weeks). Moreover, participants' previous experiences with dialogues in general and argumentative dialogues in particular were not explored.
Given the findings and limitations of the present research, future studies might explore the following aspects: (a) use of body language and objects in the environment during interaction, (b) IL features in other types of interactional tasks, (c) how argumentation and IL may develop over longer periods of time, (d) how L1 behaviour might influence how students use argumentation and IL, (e) how the relationship or participants might facilitate or hinder development in these features, and (f) if there are differences between the use of argumentation and IL on different proficiency levels.

## Bibliography


[1.][8.] Lennon, P.: Investigating fluency in EFL: A quantitative approach. Language Learning, 3, 1990. pp. 387–417.

[2.][9.] Segalowitz, N.: Second language fluency and its underlying cognitive and social determinants. International Review of Applied Linguistics in Language Teaching, 54, 2016. pp. 79–95.

[3.] Sato, M.: Exploring the construct of interactional oral fluency: Second language acquisition and language testing approaches. System, 45(2), 2014. pp. 79–91.

[4.][21.] Ryan, J., & Forrest, L.: 'No chance to speak': Developing a pedagogical response to turn-taking problems. Innovation in language learning and teaching, 15(2), 2019. pp. 103–116.

[5.] May, L., Nakatsuhara, F., Lam, D., & Galaczi, E.: Developing tools for learning oriented assessment of interactional competence: Bridging theory and practice. Language Testing, 37(2), 2020. pp. 165–188.
[6.][22.] Lam, D. M.: Don't turn a deaf ear: A case for assessing interactive listening. Applied Linguistics, 42(4), 2021. pp. 740–764.
[7.] Ross, S.: Listener response as a facet of interactional competence. Language Testing, *35*(3), 2018. pp. 357–375.
[10.] Bosker, H. R., Pinget, A. F., Quené, H., Sanders, T., & De Jong, N. H.: What makes speech sound fluent? The contributions of pauses, speed and repairs. Language Testing, 30(2), 2013. pp. 159–175.
[11.] Kahng, J.: The effect of pause location on perceived fluency. Applied Psycholinguistics, 39(3), 2018. pp. 569–591.
[12.] Tavakoli, P.: Pausing patterns: Differences between L2 learners and native speakers. ELT journal, 65(1), 2011. pp. 71–79.
[13.] Galaczi, E., & Taylor, L.: Interactional competence: Conceptualisations, operationalisations, and outstanding questions. Language Assessment Quarterly, 15(3), 2018. pp. 219–236.
[14.] Tavakoli, P., Nakatsuhara, F., & Hunter, A. M.: Aspects of fluency across assessed levels of speaking proficiency. The Modern Language Journal, 104(1), 2020. pp. 169–191.
[15.] De Jong, N. H., Groenhout, R., Schoonen, R., & Hulstijn, J. H.: Second language fluency: Speaking style or proficiency? Correcting measures of second language fluency for first language behavior. Applied Psycholinguistics, 36(2), 2015. pp.223–243.
[16.] Tavakoli, P.: Fluency in monologic and dialogic task performance: Challenges in defining and measuring L2 fluency. International Review of Applied Linguistics in Language Teaching, 54(2), 2016. pp. 133–150.
[17.] Roever, C., & Ikeda, N.: What scores from monologic speaking tests can (not) tell us about interactional competence. Language Testing, 39(1), 2022. pp. 7–29.
[18.] Galaczi, E., & Taylor, L.: Interactional competence: Conceptualisations, operationalisations, and outstanding questions. Language Assessment Quarterly, 15(3), 2018. pp. 219–236.
[19.] May, L., Nakatsuhara, F., Lam, D., & Galaczi, E.: Developing tools for learning oriented assessment of interactional competence: Bridging theory and practice. Language Testing, 37(2), 2020. pp. 165–188.
[20.] Peltonen, P.: Temporal fluency and problem-solving in interaction: An exploratory study of fluency resources in L2 dialogue. System, 70, 2017. pp. 1–13.
[23.] ten Have, P.: Doing conversation analysis: A practical guide. Sage Publications Ltd. 2007.
[24.] Gardner, R.: Classroom interaction research: The state of the art. Research on language and social interaction, 52(3), 2019. pp. 212–226.
[25.] Deppermann, A., & Pekarek Doehler, S.: Longitudinal conversation analysis-introduction to the special issue. Research on Language and Social Interaction, 54(2), 2021. pp. 127–141.
[26.] Markee, N., Kunitz, S., & Sert, O.: Introduction: CA-SLA and the Diffusion of Innovations. In S. Kunitz et al. (eds.), Classroom-based conversation analytic research. Springer. 2021. pp. 1–18.
[27.] Nikolovics N. & Szénásiné Steiner R.**:** Twenty-two steps to perfect communication. Lexika Kiadó. 2020.
[28.] VOICE Mark-up conventions, version 2.1. 2007.

[29.] Mandelbaum, J.: Storytelling in conversation. In J. Sidnell & T. Stivers (eds.), The handbook of conversation analysis. Chichester: Wiley-Blackwell. 2013. pp. 492–507.

**Reviewer:** Thomas A. Williams**,** PhD, Senior Assistant Professor, Department of English Studies, University of Szeged

# LANGUAGE IDEOLOGIES OF LEARNING A DISTANT CENTRAL LANGUAGE: A STUDY ON KOREAN STUDENTS LEARNING HUNGARIAN LANGUAGE

**Jeong Seong Eun**
*Eötvös Loránd Univiersity, PhD student, jse3145@naver.com*

**Abstract**
As globalization has become faster and increases, interest in foreign language education has increased. 'Super-diversity' that appears along with globalization has an influence on many language learners, they study small languages rather than English or other languages that are used a lot around the world. Swaan [1] elaborated a model of the world's languages, in which four different types of languages are defined. In his model, he defined the individual languages of each country as 'the central language' except for the 12 most used languages in the world. Among the speakers of central languages there are students who learn another central language that was geographically and historically far away from their country. This language is defined as 'a distant central language' in this study. This study aims to examine the various phenomena of foreign language learning in super-diverse modern society through the study of the learners of distant central languages. Notably, this study tries to look at the various underlying elements that worked in the process of choosing their target language by looking at why they learned a particular distant central language. This is because even though there are students studying a distant central language, research so far has focused only on students studying English or major languages.
Language learners choose a language to learn according to their values or beliefs and it can be expressed as 'ideologies', a set of beliefs. Based on this, it can be assumed that foreign language learning is influenced by learners' language ideologies. Appadurai [2] pointed out to explain the globalization phenomenon, such as foreign language learners' choice of language, ideology should be considered along with economics, politics, and culture. Therefore, it is necessary to study learners' language ideologies in order to study the phenomenon of foreign language learning phenomena occurring in the era of globalization.
For this purpose, in-depth interviews were conducted with 25 Korean students in the Department of Hungarian Language at Hankuk University of Foreign Studies. All interview contents were analyzed using the critical discourse research method led by Norman Fairclough, Teun A. van Dijk, and Ruth Wodak, an approach to investigating ideologies and power relations involved in discourse. The results indicate that Korean students learn Hungarian for economic purpose and efficiency, and to be competitive in employment. There is a perception among them that they need to use a foreign language as a native speaker in order to be competitive. It was found that students' language ideologies are related to Korea's history, economy and industrial structure.

***Keywords**: language ideologies, language learning, distant central language, Hungarian as a foreign language, critical discourse analysis*

## 1. Introduction

As an affect of globalization, human language is no longer tied to stable, resident communities; it moves across the world and constantly changes [3]. Jacquemet [4] points out that the most prominent feature of globalization are the cultural conventions, experiences, and connections between identity and space/region. In the past, identity and space have been "naturally"

connected, however, they have collapsed through globalization. The relationship between language and ethnicity, which were inseparable, is also changing through the deterritorialization in which the importance of the territorial boundaries of national states is reduced because of weakening territoriality which is the exclusive attitude or disposition of an individual or group to a geographical territory or space. This phenomenon of globalization has emerged as a new system with the global use of languages, along with the longtime interaction of numerous factors, including political, economic and cultural elements.

### *1.1 Global Language System Model*

Abram de Swaan proposed the 'Global Language System Model', which is the "ingenious pattern of connections between language groups" [1]. According to Swaan, every language has its value in communication, and calculated as prevalence, which means the number of competent speakers, and centrality, which is the number of multilingual speakers. Based on prevalence and centrality, Swaan categorizes the world's languages into four categories: peripheral, central, super-central, and hyper-central.

First, the lowest level, peripheral languages, is formed with 98% of the world's languages, while spoken by less than 10% of the world's population. These languages are used for conversation, narration, joking, aesthetics, identification, etc. rather than reading and are about memory and remembrance rather than recording. It is only used among native speakers in certain regions and is in the danger of extinction as more speakers learn central languages to communicate with others because of the increase in globalization.

The next level, central languages cover about 100 languages, which are officially used in education, media, and administration in each country. Unlike peripheral languages, these languages are recorded and written. Many speakers of central languages are multilingual because they are either native speakers of peripheral languages who have learned central languages or they are native speakers of the central language who have acquired super-central languages.

The upper level of the central language is super-central languages, which correspond to 12 languages (Arabic, Chinese, English, French, German, Hindi, Japanese, Malay, Portuguese, Russian, Spanish, Swahili) that are widely used worldwide, and serve as connectors between central languages. The super-central languages are primarily traces of colonies and they have been used in politics, administration, law, big business, technology, and higher education even after independence [1].

Lastly, the language at the top level is a hyper-central language connecting super-central languages. Today, the only language that corresponds to the hyper-central language is English, the most widely used as the standard for science, literature, business, and law, and the most widely used second language. Actually it is easy to find learners acquiring English, a hyper-central language, as a second language in public and private education. In addition, many studies related to foreign language learning are also targeted at English learning.

### *1.2 Super-diversity*

However, it is possible to capture the active appearance of learners learning foreign languages at the same or lower level of 'Global Language System Model'. Cook [5] identified the types of foreign language learners, arguing that there are learners that are not explained by Swaan's model. To explain this phenomenon, the concept of 'super-diversity' presented by Steven Vertovec can be referred to. Super-diversity explains a new dimension of linguistic diversity as mobility, liquidity, and complexity of modern urban environments grow. He argues that people are more likely to have knowledge of languages, cultures, and information and continue to

experience online and offline contact with people from diverse linguistic backgrounds [6]. This can be applied equally in terms of foreign language learning. Recently, among language learners, a phenomenon of learning a variety of languages has appeared. These languages are not just languages that are located at an upper level or are geographically and ethnically related to foreign language learners. As a cause for this phenomenon, Vertovec analyzes that modern society transcends the borders between countries, and this leads to the formation of a new consciousness that identifies itself with various countries. In addition, new forms of identification and reproduction have emerged which are defined as hybridity between cultures, and new concepts have been formed for areas located in long and short distances [7]. This can explain the phenomenon in which foreign language learners study languages of various cultures and regions in modern society beyond the existing geographical and cultural limitations.

### *1.3 Distant Central Language*

The diversity of learning languages and the number of students learning those languages are also increasing on the influence of super-diversity. To explain the learner's choice who learning the central language, geographically and culturally distant, I suggest the concept of distant central language (DCL). DCL can be defined by two filters. First, the 'central language' borrows concept defined in the 'Global Language System Model' of Abram de Swaan. Second, distant language means a language that is culturally and geographically faraway from the learner. Collectively, learning DCL means the learner studies a central language that is geographically and culturally distant from the language sphere in which he or she belongs.
The demand for DCL learning is increasing and becoming more dominant, reaching the point that we cannot overlook in the field of foreign language learning. Therefore, this study aims to examine the various phenomena of foreign language learning in super-diverse modern society through the study of the learners of DCL.

### *1.4 The phenomenon of Distant Central Language learning*

As evidenced by the phenomenon of DCL learning, in the three countries of East Asia (Korea, Japan, and China), students in the Hungarian departments of universities are learning Hungarian, which is the same or lower level of the Swaan's hierarchical language model. The Hankuk University of Foreign Studies in Korea has about 30 freshmen entering the Hungarian Department every year to learn Hungarian. In Japan, the Osaka University operates a Hungarian department, and in China, students are learning Hungarian through the Department of Hungarian Studies at Beijing Foreign Studies University.
In Hungary, Hungarian university students are learning the Korean language at the Korean department of Eötvös Loránd University, and Korean language courses are offered in the Korean Cultural Center in Budapest. Korean studies at universities of Netherland and Estonia have students who learning Korean language.

## 2. Language ideologies

Unlike native language acquisition, in which learners naturally acquire a language, foreign language learning is thoroughly and intentionally a 'planned event' by the learners, and foreign language learners choose a language to learn according to their values or beliefs. The individual's beliefs and values can be expressed as ' ideologies ', a set of beliefs. 'Language ideologies', an application of this concept to linguistics, is also defined in a similar context. The scholars agree that the language ideologies are traditionally defined as 'sets of beliefs about

language' [8], [9], [10]. Based on this, it can be assumed that foreign language learning is influenced by learner's language ideologies.
Hall [11] argues that language ideologies are very important for foreign language learning because they mediate decision-making in educational institutions and thus form the offering type of language education approach, even the terms used to refer to foreign language learners. It also affects people's decision to study additional languages, their choices of language and institutions to be educated from, and their investments and motivations to explore opportunities to use the target language or develop relationships with speakers of the target language [12]. In addition, Appadurai [2] points out that the ideologies should be considered along with economics, politics, culture, media, and technology to explain globalization phenomena. Therefore, it is necessary to study learners' language ideologies in order to understand foreign language learning occurring in the era of globalization.

## 3. Method

### *3.1 Data colletion*

This study was conducted with 25 Korean students enrolled in the Hungarian Department of Hankuk University of Foreign Studies (HUFS). The in-depth interview was conducted one-on-one through Zoom from May 18 to June 24, 2021. As this study was conducted with Korean interviewees, Korea's Personal Information Protection Act also had to be complied with. Before the in-depth interview, it was explained to the students that every interview will be recorded and the recorded material would not be used for any purpose other than that of the research project.
In addition, it was also presented that their personal information would not be disclosed according to Korea's Personal Information Protection Act, and that the research ethics will be observed. After that, the in-depth interview was recorded with the consent of the participants. The names of the students provided in this study are all pseudonyms.

### *3.2 Data analysis*

The collected interviews were analyzed by the Critical Discourse Analysis method. There are two main reasons for using the method of critical discourse analysis in the study. The first is that language ideology is, above all, a discourse phenomenon. The data collected in this study consists of a 'discourse format' that contains language in a specific way of understanding and claiming the world in which we live or any event that takes place there. The second is that the perspective of critical discourse analysis maintains an attitude toward understanding discourse phenomena in relation to the social conditions surrounding them. Critical discourse analysis is intended to understand by placing discourse practice in the context and structure of broader social practice, rather than just a semantic analysis of text. This study adopts the CDA of T.A.vanDijk, who argued that discourse expression is the way in which ideologies are expressed, adopted, and reproduced in the structures of socialized texts and conversations, it is not only to express the opinions of the group, but also to express personal knowledge and opinions about specific people, events, and situations.

## 4. Findings and discussion

As a result of analyzing the interviews, two significant features were found. First, the students considered Hungarian as a means of finding a job in the future and expected this to be a competitive advantage for them because there are few Koreans who can speak Hungarian. Second, the students showed perfectionism in foreign language learning. They had the idea that

they should reach a native level in the foreign language they were learning. In addition, it was found that these two characteristics of language ideologies were reflected in relation to the history, economy, and industrial structure of Korea.

*4.1 Perceiving Hungarian language as an economic benefit or competitiveness*

Many students said they chose the Hungarian major because they thought it would be advantageous in helping them get a job. When choosing a university course, students chose the Hungarian department because they had collected information on their own, or they had received a recommendation from people nearby that the Hungarian major would help them get a job.

> ***IR:*** *왜 헝가리어를 전공해요?*
> ***Interviewer (IR):*** *Why you major in Hungarian?*
> ***Sanu:*** *제 꿈을 위해서요. 내가 원하는걸 하면서 돈을 벌고 싶고, 경제적으로 성공할 수 있어서요. 큰 메리트를 봤던게 한국인들이 (다시 말해, 헝가리에) 많이 들어가고 있고 한국인들이 환대를 받는다고 들었어요. 그래서 내 꿈을 이루기 위해, 그리고 돈을 벌기 위해 헝가리어를 전공해요.*
> ***Sanu:*** *It's for my dreams. I want to make money by doing what I want, I could be financially successful. The big merit I saw is that a lot of Koreans are entering (namely Hungary) and I heard Koreans are welcomed. So I'm majoring in Hungarian to make my dreams come true and to make money.*
> ***IR:*** *꿈이 뭐예요?*
> ***IR:*** *What is that dream?*
> ***Sanu:*** *저는 동유럽과 우리나라의 무역에 관심이 있고, 제가 자동차 부분에도 관심이 많은데 왜냐하면 지금 헝가리 인건비가 싸서 우리나라 기업들과 세계 기업들도 많이 들어가있는 상태라서 헝가리에서 일 하는게 꿈입니다.*
> ***Sanu:*** *I am interested in trade between Eastern Europe and Korea, and I am interested in automobiles because Hungarian labor costs are low, and many Korean companies and many global companies are entering the market, so my dream is to work in Hungary.*

Sanu's answer revolved around economic, personal career benefits, and language was conceptualized as a means to him. In the interview with him, it was difficult to find interest or motivation for Hungarian culture, people, or history. These answers could be heard from multiple interviewees, including Unso.

> ***IR:*** *나: 헝가리는 어떻게 알게 되셨어요?*
> ***IR:*** *How did you get to know Hungary?*
> ***Unso:*** *제가 고등학교때 진로 목표가 외교관이였어서 외국어와 관련된 전공을 찾았는데, 나중에 (희망 진로가) 조금 바뀌어서 외국계 기업에 취직하는게 목표가 됐어요. 그래서 (전공할) 언어를 찾다 보니까 헝가리어과가 전망이 좋다고 해서 이렇게 진학을 결정하게 되고 헝가리라는 나라를 알게*

*되었습니다. 그리고 학과를 결정하면서 헝가리어과에 대해 들려왔던 정보가 좋은 정보가 많았어서 헝가리어과가 제일 마음에 들었어요.*

***Unso:*** *When I was in high school, my career goal was to be a diplomat, so I was looking for a major related to foreign languages, but later (hopeful career path) changed a little, so my goal was to get a job at a foreign company. So I was looking for a language (to major in), and I decided to go to the Hungarian department because the prospects were good, and I came to know the country of Hungary. Also, I liked the Hungarian Department the most because there was a lot of good information about the Hungarian Department when I decided on the department.*

***IR:*** *어떤 정보를 들었어요?*

***IR:*** *What information did you hear?*

***Unso:*** *한국의 대기업들이랑 연관지어서 하고 있는 인턴제도가 많았어서 전망이 좋다는 얘기가 많았었고, (헝가리어과가) 취업율도 높은 편이었어서 관심이 많이 갔었습니다.*

***Unso:*** *There were many internship systems related to large Korean companies, so the outlook was good, and the employment rate (in Hungarian Department) was high, so I was very interested.*

As with Sanu, what is noteworthy in Unso's interview is that she first talked about his dreams and future dreams when asked why they studied Hungarian and how they got to know Hungary. They set their own career goals first and then chose to learn Hungarian to achieve them. The interviewees also emphasized the economic advantage when explaining to others why they entered the Hungarian Department.

***IR:*** *나: 헝가리어과에 진학했다고 하면 왜 헝가리어과를 선택했는지 그 이유를 물어보는 질문을 많이 받아봤어요?*

***IR:*** *When you say you went to the Hungarian Department, have you got a lot of questions about why you chose the Hungarian language department?*

***Undam:*** *거의 백에 구십은 그런 질문을 했습니다. 그래서 대표적인 기업을 꼽아서 삼성, LG 이런 회사가 헝가리쪽에 많이 진출이 되어 있다고 이야기를 하면서 나도 헝가리어를 열심히 배우면 그쪽으로 취업할 수 있다. 싸인 받아라 이렇게 장난 식으로 이야기를 했었어요. 헝가리어를 배운다고 했을 때 친구들이 다 (의아한) 그런 반응이었지만 수그러드는게 없고 자부심을 갖고 애들한테 얘기를 했어요. (헝가리어를) 배우는 사람이 (많이) 없다 보니까 더 자부심을 갖게 된 것 같아요.*

***Undam****: Almost one hundred out of ninety have asked that question. So I picked representative companies and said that there are many companies like Samsung and LG that have entered Hungary and if I learn Hungarian diligently, I can get a job there. I jokingly told them to get my autograph. When I said that I was learning Hungarian, my friends all reacted that (surprisingly) but I didn't falter and I talked to them with pride. I feel more proud because there are not (a lot) people learning (Hungarian).*

Another point that can be seen from Undam's discourse is that interviewees think they are more competitive because there are few Koreans who can speak Hungarian. These responses were also found in the discourses of Yehun and Suyan. They had the expectation that they could gain competitiveness by learning Hungarian because many people are good at English, but there are few people who can speak Hungarian in Korea. Their responses indicated that the pride accompanied by learning DCL, which is not super-central. It also implies that they and their peers want to get a job at a large Korean company like Samsung or LG.

***IR:*** *헝가리어를 배운다는 것이 당신에게 어떤 의미인가요?*
***IR:*** *What does it mean to you to learn Hungarian?*
***Yehun:*** *헝가리어가 많은 국가에서 사용하지 않는 소수언어이니까 그거를 외국인인 제가 배우는 것 자체에 되게 메리트가 있는 것 같아요. 그래서 나중에 제가 헝가리에 투자한 한국 기업에 들어가게 된다면 헝가리어와 한국어를 다 할 수 있는 사람으로서 되게 이점이 될 것 같아요.*
***Yehun:*** *Hungarian is a minority language that many people don't learn, so I think there's a lot of merit in learning it as a foreigner. So if I join a Korean company that invested in Hungary later, I think it will be a significant advantage as a person who can speak both Hungarian and Korean.*

***IR:*** *헝가리어를 배운다는 것이 당신에게 어떤 의미인가요?*
***IR:*** *What does it mean to you to learn Hungarian?*
***Suyan:*** *영어가 아닌 다른 언어를 구사할 수 있다는 것 자체가 취업할 때 큰 강점이 되는 것 같아요. 헝가리어도 특수한 언어인데 전공하고 싶어하는 사람이 아무도 없어서 거기에서 오는 장점이 크다고 생각합니다.*
***Suyan:*** *I think being able to speak a language other than English is a huge strength in itself when I get a job. Hungarian is also a special language, and I think there is a great advantage of taking it from there because no one wants to major in it.*

Therefore, it was found that practical considerations, namely, economic benefit and competitiveness, were applied in selecting the foreign language as their major and it can be seen that economic factors have had a lot of influence on the language ideologies of Koreans learning Hungarian language.
Meanwhile, interviewees repeatedly referred to Hungarian or DCL as minority language or special language. However, this expression is not an idiosyncratic one, but they seemed confused with the use of the term.

*4.2 Perfectionism in foreign language learning*

Another aspect that stands out in the interviewees' discourses is that they perceive learning Hungarian as something they have to work hard for the future benefits that Hungarian will bring to them. This kind of perception stems from the idea that language skills are a competitive advantage.

***IR:*** *당신은 어느정도 수준까지 헝가리어를 공부할 계획이에요?*
***IR:*** *To what level do you plan to study Hungarian?*

***Sora:*** *그래도 기왕 시작한 건 끝을 봐야하지 않을까 생각하기 때문에, 어떻게 보면 이게 직업으로 연관이 될 수도 있기 때문에 먹고 살 정도는 해야하지 않을까 생각합니다.*

***Sora:*** *Still, I think I should get it over with that have already started, so in a way, this can be related to a job, so I think I should have enough to make a living.*

***IR:*** *끝을 봐야한다고 했는데, 그 끝이 어디에요?*

***IR:*** *You said you should get over with. Where is the over?*

***Sora:*** *내가 헝가리어를 할 때는 한국어를 하는 것처럼 원어민처럼 말하고 한국어를 맘 편히 말 하는 것처럼 할 수 있었으면 좋겠고, 한국어로도 헷갈리는 어려운 용어들도 할 수 있는 정도까지 가고 싶어요.*

***Sora:*** *When I speak Hungarian, I want to speak Hungarian like a native speaker like I do Korean, and to speak Hungarian as if I could speak Korean comfortably, and I want to speak difficult terms that are confusing even in Korean.*

This idea of learning Hungarian to the level of a native speaker or wanting to use it as a native language was found in many students. In a discourse of interviews, many students, including Jewu, answered they chose Hungarian as an alternative to English to be competitive. This is because even though they are already good at English, they think they are not competitive if they are not at the level of a native speaker, and they think they are not good at English.

***IR:*** *새로운 외국어를 배울 때 가장 중요하게 생각하는 요소가 뭐예요?*

***IR:*** *What is the most important factor when you learn a new foreign language?*

***Jewu:*** *내가 과연 이 언어를 배워서 써먹을 수 있을까? 먹고 살 수 있을까? 그 고민을 가장 많이 할 것 같아요. 제가 만약에 영어를 엄청 잘한다고 해도 원어민처럼 저보다 영어 잘 하는 사람은 널렸고, 다른 스펙을 겸비해서 이걸 더 발전시켜야 하니까요. 하지만 헝가리어는 처음은 어렵지만 소수인 쪽을 택해서 이걸로 큰 이점을 가져가는게 낫지 않을까 생각해요.*

***Jewu:*** *Will I be able to use this language well if I learn it? Can I make a living? I think I'll think about that the most. Even if I'm superb at English, there are many people who are better at English than me, like a native speaker, and I have to develop it further by combining other abilities. But it's hard at first, but I think it's better to choose the minority and take an enormous advantage of this.*

Like Jewo, Unho has said that she is not competitive in Chinese because she has neither lived in China nor received enough Chinese education and has therefore chosen Hungarian studies instead. Unho had already majored in Chinese at a foreign language high school for three years, and even though she was a student with quite a bit of Chinese proficiency, she felt she was lacking compared to other students.

***IR:*** *중국어학과하고 헝가리어학과에 둘 다 합격했는데 헝가리어학과를 선택한 이유가 뭐예요?*

***IR:*** *At that time, you passed both the Chinese language department and the Hungarian language department. Why did you choose the Hungarian language department?*

***Unho:*** *제가 중국어에 대한 자신이 없었어요. 실력도 다른 친구들에 비해서 그렇게 뛰어난것도 아니고, 이미 중국은 살다 온 친구들도 많기 때문에 중국어를 살려서 제가 취업을 하기에는 좀 어렵다는 생각을 했고, 그래서 특수한 언어인 헝가리어를 배워보자고 해서 여기를 왔습니다.*

***Unho:*** *I was not confident about Chinese. My skills aren't that great compared to other friends, and there are a lot of friends who have already lived in China, so I thought it would be a bit difficult for me to get a job using Chinese, so I came here to learn Hungarian, a special language.*

For Unho being good at Chinese is connected to experiences of living in China and to be a skilled speaker who is competitive in the labor market. Importantly, the possibility of upgrading skills and moving to China, even for a short period, is not mentioned.

Like Unho, most of the other learners also had quite high English skills. Most of them had B2-C1 English skills. Nevertheless, they evaluated themselves as poor English speakers because they had strict standards for English proficiency. They also said that it is difficult to say that you are good at languages if you are not as good as native speakers. They were already somewhat proficient in Super-central language or Hyper-central language, but they thought it would not be competitive or economical benefit unless it was perfect, and decided to learn DCL as an alternative. This perfectionism in language learning also influenced their decision to learn Hungarian. Therefore, it was found that practical considerations, that is, economic profit and competitiveness, were applied in selecting this particular foreign language as their major. And even when they were learning Hungarian, they had a perfectionism of learning a foreign language, and they answered Hungarian language should also be studied up to the level of their mother tongue.

### *4.3 Background of Language Ideologies Formation of Korean Language Learners*

As mentioned earlier, various backgrounds, such as culture, history and economy, must be considered to understand language ideologies. After the Korean War between 1950 and 1953, Korea was influenced by the United States as an ally of the United States in the face of communism in North Korea. In particular, in the 1980s, economic development was achieved enough to be called the “Miracle on the Han River,” and in line with the trend of globalization, national opening and global exchange were activated. In this process, foreign language speakers could take important social positions and take high-quality jobs and being able to speak a foreign language has become an impressive ability in society. People have also become increasingly interested in foreign language education and learning. Since the mid-1990s, the whole family immigrated to study English for their children, or study abroad in which young students who did not graduate from elementary, middle, or high school went to study abroad became popular, which caused some social problems [13], [14]. Interest in foreign languages learning not only English but also neighboring countries, Chinese and Japanese increased. After 35 years of Japanese colonial rule ended and Korea became independent in 1945, exchanges with Japan were cut off, but in 1965, diplomatic relations were established again and exchanges began. Meanwhile, diplomatic relations with China began in 1992 after the end of the Cold War. Unlike European countries, which live with relatively diverse countries and languages because of their geographical characteristics, Korea is concentrated on the relationship between

the U.S., China, and Japan, and political, economic, and cultural relations with these three countries occupy a very important proportion. This situation seems to have been the background for Koreans to relate foreign language learning to survival strategy, benefit, and competitiveness.

On the economic side, Korea's industrial structure is also related to seeing foreign languages as a means of economic benefits rather than a means of cultural consumption or the pleasure of learning a foreign language. In modern society, Korea's economic structure has grown based on manufacturing, the ratio of manufacturing to GDP in Korea is 27-28%, which is higher than other industries. While the manufacturing industry accounts for a high proportion, the domestic market is small, Korea is a country whose exports are important to the national economy. However, Korea is a monolingual country and needs people who have learned foreign languages. Large companies of Korea such as Samsung, Hyundai, and LG are entering the world, so it is necessary to have human resources who can speak the language of the country. With this background, foreign language ability has become a competitive advantage for Koreans to get a good job, Korean learners came to think of language as a competitive or economic benefit. In addition, to be competitive in the limited number of jobs or to get better jobs, better language skills were required, and this competition required even the level of a native speaker, which is a complete foreign language level. . Moreover, competition interacted with Korea's intense educational enthusiasm, leading to perfectionism in a foreign language. In some cases, those who gave up reaching this level in English chose to learn Hungarian, which was relatively less competitive because of the small number of learners.

In Hungary, Samsung and SK have recently intensively invested and have established many large factories. According to the Hungarian National Bank, South Korea was already among the top five FDI investors in 2019, and Hungary has attracted the 2nd highest volume of Korean investments in the EU during the period between 2018-2020. Moreover, Korean companies ranked number 1 on the list of foreign investors in 2021. Parallel to the increase in investment volume, the number of Korean companies, as well as their headcount is also on the rise. The KOTRA(Korea Trade-Investment Promotion Agency) and HIPA(Hungarian Investment Promotion Agency) reported that there are 261 Korean businesses employing over 20,000 people in the country. The interaction of this phenomenon with the language ideologies of Koreans will help explain the language ideologies of students learning Hungarian.

## 5. Conclusion

This study discussed about the language ideologies of DCL learners. For the study, in-depth interviews were conducted with 25 Korean university students learning the Hungarian language. The following results were got from this research. Korean students learning the Hungarian language learn this language in order to gain a competitive edge or to gain a job in the future. In particular, as the number of Korean global companies entering Hungary has increased rapidly over the past decade, students have tried to use their Hungarian language skills as a stepping stone for employment. At the same time, they were aware that there were some who questioned why they were learning Hungarian. They also had a perfectionist attitude towards foreign language learning not only in Hungarian but also in another languages (English, Chinese etc.). They had the idea that their level of the foreign language they were learning should be as good as that of a native speaker. They thought that in order to be competitive, they had to reach the level of a native speaker in learning a foreign language. Therefore, instead of describing their experience learning Hungarian to enjoy the learning process and the Hungarian culture, they talked about "*get over with*" in the language for the sake of future interests and competitiveness.

This language ideologies of learners seem to be deeply related to Korean history, culture, and economic factors. Korea was deeply influenced by the United States during the Korean War and the subsequent reconstruction process, and it was also strongly influenced by China and Japan, which are geographically co-located. In the process of rapid economic growth, foreign language skills, especially concentrated in English, Chinese, and Japanese, have come to mean guaranteeing good quality jobs and social position in Korea, and through this, the language ideologies that foreign language skills and learning is economical benefit have become naturalized and widespread.
In addition, the nature of the Korean economic structure has led Korean big companies such as Samsung and LG and their partner companies to need foreign language-enabled human resources. In particular, Samsung and SK, which have entered Hungary, are so popular that they ranked 3rd and 4th respectively in a survey of companies that Korean university students would like to work for in 2022. This economic background also made it possible to view foreign languages as a means of economic benefits, not as an area of culture or history. Korean students majoring in Hungarian language also seem to learn Hungarian for this, hoping to get a job at a large company that has entered Hungary as Korean companies are actively investing in Hungary.

**Biliography**


[1.] De Swaan, Abram. Words of the world: The global language system. John Wiley & Sons, 2013.
[2.] Appadurai, Arjun. Disjuncture and Difference in the Global Cultural Economy. In: Colonial discourse and post-colonial theory. Routledge, 2015. pp. 324-339.
[3.] Blommaert, Jan. The sociolinguistics of globalization. Cambridge University Press, 2010.
[4.] Jacquemet, Marco. Transidiomatic practices: Language and power in the age of globalization. Language & communication, 2005, 25.3. pp. 257-277.
[5.] Cook, Vivian J. Language user groups and language teaching. Contemporary Applied Linguistics, Volume 1: Language Teaching and Learning, 2009.
[6.] Vertovec, Steven. Super-diversity and its implications. Ethnic and racial studies, 2007, 30.6. pp. 1024-1054.
[7.] Vertovec, Steven. Conceiving and researching transnationalism. Ethnic and racial studies, 1999, 22.2. pp. 447-462.
[8.] Irvine, Judith T. When talk isn't cheap: Language and political economy. American ethnologist, 1989, 16.2. pp. 248-267.
[9.] Rumsey, Alan. Wording, meaning, and linguistic ideology. American anthropologist, 1990, 92.2. pp. 346-361.
[10.] Silverstein, Michael, et al. Language structure and linguistic ideology. The elements: A parasession on linguistic units and levels, 1979. pp. 193-247.
[11.] Hall, Joan Kelly. Essentials of SLA for L2 teachers: A transdisciplinary framework. Routledge, 2018.
[12.] Douglas Fir Group. A transdisciplinary framework for SLA in a multilingual world. The Modern Language Journal, 2016, 100.S1. pp. 19-47.
[13.] Lo, Adrienne, et al., eds. *South Korea's education exodus: The life and times of early study abroad*. University of Washington Press, 2017.
[14.] Lee, Mun Woo. *Early study-abroad and identities: Korean early study-abroad undergraduates*. Springer, 2015.



**Lecturer:** Dr. Csanád Bodó, Associate Professor, ELTE Eötvös Loránd University

# METHODOLOGICAL APPROACHES AND PROCEDURES OF AN EMPIRICAL STUDY ON THE AUSTRIAN WESTERN BORDER IN HUNGARY
## *LANGUAGE ATTITUDES TOWARDS DIALECTS IN HUNGARIAN GRAMMAR SCHOOLS IN WESTERN HUNGARY*

***Izsák Bálint István***
*ELTE Nyelvtudományi Doktori Iskola, doktorandusz, izsakbi@student.elte.hu*
*EJF Baja, főiskolai tanársegéd, izsak.balint@ejf.hu*

**Abstract**
Foreign language teachers play a very important role in education (especially in secondary and higher education) as they can draw the attention of students, young adults, and prospective professionals to a foreign language community and / or to the foreign language itself. On the other hand, the language varieties spoken by family members (e.g. dialects) or languages "acquired as part of an early learning process" do not only have positive effects in the acquisition of a new language or on the efficiency of foreign language learners. However, in the past ten years, research in the field of sociolinguistics proved that all of these can also have a positive influence on students' language attitudes towards a foreign language or on the foreign language speaker himself. The main goal of the research, described in this abstract, is to gather data related to the language attitudes in the region along the Hungarian - Austrian border. It also aims to describe attitude changes and the German language usage of the region (language environment, regional speech patterns and registers, German language lessons) to be seen in high schools and universities (pre test).

***Keywords****: sociolinguistics, language attitudes, dialects, education*

### 1. Scientific Questions
*1.1 The empirical study*

The empirical study essentially aimed to find out how Hungarian high school and university level students (prospective kindergarten teachers and primary school teachers) feel about the German language and its varieties (or about regional speech patterns), about Austria, about Austrians, about their German lessons and about Hungarian German dialects. In addition, an insight was also gained into the language attitudes of secondary school students (Students with a German family background or students with Hungarian as their mother tongue) and college students to the aspects surveyed in the border region of western Hungary. The aim of the research project was therefore also to use a corpus of surveys and biographical interviews related to the language usage of multilingual students and of their teachers: to identify culturally specific elements, patterns and affective moments in the "guided" acquisition of German (Austrian-German) and to name the opportunities and difficulties of language acquisition in the bilingual environment.
In the pre-study, the language attitudes of kindergarten teachers were surveyed with regard to perceptions and imaginations of regional varieties of German. The participants were future teachers who can or could be employed by so-called 'German nationality kindergartens' all over Hungary after a successful College graduation in Baja. They are Hungarian native speakers, mostly with a German background, who had learned German - in most of the cases - in the primary school or even in one of the secondary schools having an increased number of

lessons and who intend to use German (for daily communication) as a “nationality German language” in their field later.

Some respondents already had a university level degree at the time of the survey (pre test) and worked as tourist guides or in sales. The data collection was carried out in November 2019 using a questionnaire that included questions like sympathy and antipathy for languages and dialects, evaluated the language repertoire and the regional language forms of the German language in Hungary. However, this survey cannot be described as representative. The aim of the sample was to investigate the influence of affective, conative and cognitive factors in an exemplary survey in which, for example, age is kept constant as a parameter (cf. also the study on dialect evaluations on pupils by Plewnia / Rothe in 2012).
In the same preliminary study in Baja (at the Eötvös József College in Baja), the focus was, among other things, on the knowledge, understanding and experience of the subjects with regard to the attitude objects. A structuring approach was taken in terms of content and the categories obtained were differentiated on the material using an inductive approach (cf. also Venus 2017:114):

**Table 1: Categories of the preliminary survey in 2019 (the sample used in Baja)**

| **Experiences** | **Knowledge** |
|---|---|
| • negative experiences<br>• positive experiences<br>• travel to Austria | • media<br>• TV - channels<br>• life near to the Western border<br>• school subjects |
| **German people and Austrians** | **Austria and Germany** |
| • negative characteristics<br>• positive characteristics<br>• aspects related to education | • positive aspects<br>• negative aspects<br>• associations |
| **The language** | **German language education in Hungary** |
| • language usage (near to the border)<br>• pros and cons<br>• reason for choice<br>• future perspectives related to the language | • subjects, in which students have learned about German countries (DACH)<br>• chosen subjects |

Before the main survey, that was carried out in the winter semester 2020 and in summer semester 2021 (due to the epidemic crisis worldwide) on the western border (Sopron / Ödenburg and surroundings and Szombathely), the framework conditions of German lessons for the three different age groups were described.
Throughout Hungary, German is considered one of the most frequently chosen second or third foreign languages - despite a constant 'language erosion' nationwide - both at secondary level (grammar school) and at colleges and universities. In the primary school, German is even taught as a first foreign language in many schools in the western region of the country. At the so-called nationality primary schools, where the German language and the 'German nationality language'

are taught with an increased number of lessons (i.e. more than 6 lessons per week), German is also chosen as a first foreign language by parents and pupils.

The learning objectives are described by NAT 2012 (New: from 2020/21), i.e. by the National Basic Curriculum (2012) and by the officially approved Framework Curriculum for Foreign Language Teaching (2012). The Framework Curriculum for German Language Teaching (2012) uses the Common European Framework of Reference (CEFR 2001) as the main objective to promote communicative competence. This includes progression targets in the individual areas of "Reading Comprehension", "Listening Comprehension", "Writing Skills", "Oral Interaction" and "Coherent Speaking". But as Gombkötő - Kemény (2019) also describes in her dissertation regarding mediality and conceptuality in DaF (German as a foreign language) teaching in Hungary, these five areas "do not contain all of the aspects of spoken language".[1]

The framework curriculum (2010) of the bilingual 'German nationality schools' in Hungary and the competence model from 2010 serve as guidance for the local curricula and should be seen as a basis for them. For the German educational institutions in Hungary, the guiding principles of the individual conceptions, the framework curricula and competence models play additionally an enormous role. These are summarised under the term "Roots and Wings" and give a detailed description of the German education and school system in the country. Accordingly, German lessons at 'German nationality language oriented' schools as well as in German bilingual schools in Hungary should be probably created on the basis of this document. The study also attempts to answer questions by means of questionnaires and guided interviews with headmasters of bilingual / multilingual grammar schools and institutions, but also with German nationality language students and grammar school pupils. We focused on the following:

1.) *To what extent can attitudes determin the choice of German language and its regional language varieties on the western border.*
2.) *Can language attitudes contribute to an improvement of positive attitudes in the border region (maybe differently as in other regions of the country)?*
*and*
3.) *Are there any similarities (regarding to language attitudes in two different regions of Hungary) to find?*

In addition, other research questions arise from this context, which could also be asked at the scientific Conference in Pécs ('Tavaszi Szél' PhD conference organised by DOSZ) and in the context of some approaches related to the methodology:

1. How important is it to students and pupils in classes taught on a parity basis at the high school (and during university years) that the Austrian language variety ÖD is used in German lessons? What are their language attitudes?

2. How did language attitudes develop and what kind of influences formed lessons and daily experiences with the language near the Austrian border and which factors influenced this development?

[1] ebd. (Dissertation of Gombkötő-Kemény from 2019)

3. How important is it for teacher(s) to influence the attitudes of their students, to address the differences of language varieties at the linguistic level and to teach values and features of the ÖD in the classroom alongside the standard variety of German?

4. How well do students and pupils know the characteristic differences of the language varieties ÖD and DD?

5. Do students and pupils know the features of pluricentricity / pluricentric languages?

Related to the questions formerly presented the hypotheses could be the following:

1. *How important is it to students and pupils in this region that the Austrian language variety ÖD is used in lessons?*

   Thesis 1: In the settlements bordering Austria, the usage of the ÖD plays a significant role in the acquisition of the authentic Austrian language.

   Thesis 2: In the southern region of Hungary, the usage of the ÖD is no more widespread than that of other language varieties.

   Thesis 3: For people who work, or want to work in Austria, it is of great importance to learn the language of the region at an advanced level.

2. *How important is it for teachers to address differences of different varieties on a linguistic level and how important is it for teachers to teach values and specificities of the ÖD in the classroom besides the standard variety?*

   Thesis 4: There are institutions in the western region of Hungary that teach the ÖD (Austrian dialect) as a subject. The reason for this is to prepare the pupils in a subject-specific way.

   Thesis 5: In the southern region of Hungary (with the aim of preserving and cultivating one's own German mother tongue) the language of the region is taught thematically and is largely cultivated (instead of the ÖD).

3. *How well do students and pupils know the characteristic differences of the language varieties ÖD and DD?*

   Thesis 6: Students and pupils can distinguish different dialects based on their own knowledge of dialects.

   Thesis 7: In the western region of Hungary, teachers and also their students and pupils can more easily distinguish between the ÖD (Austrian language variety) and the DD (Standard German language)

*1.2 Methodological approaches*

First I tried to get a holistic picture of the situation education and the usage of the German language in the region (as already mentioned at the beginning of this paragraph) and also to determine, which factors may contribute to the fact that young people and their teachers use

more and more German (especially Austrian-German expressions) on a daily basis or in educational and school-related communication, and to the fact that they import these expressions into their own way of thinking. Naturally, the fact that many of the high school students (and undergraduates) participating in the empirical measurement are of German origin often plays a major role. In my opinion this is also a decisive factor.
As a German language teacher, I have gained wide – ranging experience regarding various activities and attitudes. For example, that language attitudes of colleagues related to the target language (DD, Standard German language variety) and the way of using languages during work. These are common to learning the language and the target language should also be used most of the time (not only during lessons) in order to achieve long-term success in the reception and production (cf. Lewandowski 1985) of the FS (foreign language education). This is precisely why I have intended to survey also the teachers, colleagues and to determine their attitudes towards language usage in relation to ÖD. According to previous research, there is a correlation between language attitudes and learning success (cf. e.g. Rost-Roth 2010).
It is also to mention which attitudes the dialect ÖD in the West - Hungarian region (if we also look at people with Hungarian as a mother tongue) triggers and how these characteristics can be separated from other results.
To analyse the data results in the first phase (from September 2019 to August 2021 and until December 2021 due to the global epidemic crisis), sociolinguistic research methods are best suited and they are as follows:

<u>To assess the directive repertoire:</u>
- Questionnaire
- Scales

<u>One method (selected) from the indirect methods</u>:
- The matched –guise method

First of all, a questionnaire (SoSe 2020) with as many questions as possible was compiled in order to be able to measure a wide spectrum (regional and interregional differences, but especially similarities between the regions) with regard to attitudes towards the ÖD (German Austrian dialect). With this method, linguistic aspects could be measured directly. According to Giles et al, questionnaires are used, for example, to investigate aspects of bilingual acquisition in bilingual education (Giles et al 1987b, 1069).
Information was obtained from these results by a so-called cluster method, in other words by a cluster analysis, in order to identify previously suspected similarities between two linguistic regions. In order to be able to highlight empirical data during the interdisciplinary research, various scales are also used during the main survey. Here, the test persons have to deal with different answer options. The statements of the scales are categorised in advance (and controlled by a sample first). From the different scale constructions, the scale constructions according to Cronbach are used primarily, because the Cronbach scale is particularly suitable for the measurement of the so-called internal consistency.
Dörnyei (2010) describes this concept as follows:

> It is obvious, however, that multi – items scales are only effective if the items within a scale work together in a homogeneous manner, that is, if they measure the same target area. In psychometric terms this means that each item on a scale should correlate with the other items and with the total score, which has been referred to a Likert's criterion of 'Internal Consistency' (Dörnyei, 2010:57)

For this purpose, subscales, that contain multi-items, are also created. The subscales are often named with the help of abbreviations which correspond to the individual attitude objects. DS

as an abbreviation will be used for the German language, DK means the culture (or culturally relevant aspects) of German speakers, DU as an abbreviation includes the German lessons, and for the subscales of attitudes towards (German language in Hungary) dialects in Hungary, the term DDU is used. Cronbach's analysis also highlights whether "the items point in one direction"[2]. This scale also determines "the quality of a scale" and "indicates how strongly the respondents' answer tendencies point in one direction" (Prüfer 2012:144). The values are between 0 and 1. In general, values that are above 0.7 are accepted. According to Kuckartz et al. (2013:247), values above 0.8 are considered good and values above 0.9 are considered very good. The so-called selectivity of the items refers to "how the item correlates with the overall scale formed, i.e. it is an indicator of how well the item in question represents the scale" (Kuckartz et al. 2013:246). As a result, Kuckartz describes the importance of this scale prior to the principal survey:

> In the preliminary phase of a secondary (main) survey, it is used to construct the best possible scales and to select the items for the instrument that will ultimately be used in the final survey. After the main survey, it serves to check the reliability and to make sure that all items used correlate sufficiently with the overall scale (Kuckartz et al. 2013:249).

In the current research, the following scale (example) takes place between the possibilities (which have been mentioned above), with the intention of showing existing reliabilities. The following is an overview of the relevant item - scale - statistics (analysis):

**Item analysis of the subscale "German language"**

**Table 2: Item - Scale - Statistics (sample based on Venus 2017 and used for piloting in SoSe 2020 > WiSe 2020)**

| **Item-scale-statistics** | | |
|---|---|---|
| | Item-scale-correlation | Cronbach - Alpha |
| **01**<br><br>**German language is harsh sounding.** | **between 0 und 1** | **between 0 und 1** |
| **02**<br><br>**German is a logical language.** | **between 0 und 1** | **between 0 und 1** |
| **03**<br>**I don't like to speak German.** | **between 0 und 1** | **between 0 und 1** |
| **04**<br>**I like this language very much.** | **between 0 und 1** | **between 0 und 1** |
| **05** | **between 0 und 1** | **between 0 und 1** |

[2] Venus (2017): Einstellungen als individuelle Lernervariable, S. 165.

| | | |
|---|---|---|
| **The German language plays a very important role in Europe.** | | |
| **06**<br>**After German, I learn other languages more easily** | **between 0 und 1** | **between 0 und 1** |

Consequently, very easy "tasks" are not suitable items for a survey and from the point of view of analysis, because "this should, after all, make it possible to differentiate the research participants" (cf. Venus 2017:167).
The data collecting instrument should also be presented to "non-experts", as this procedure is also recommended by experts (cf. Dörnyei 2010:55) of psychology, teaching practice and/or foreign language didactics and - Research:

> Select three or four people who are motivated to spend time to help you and whose opinion you value. Some of them should not be a specialist in the field – they are very useful in locating unnecessary jargon; others may be people who are accustomed to survey research or who know the target population very well (Dörnyei 2010:54).

In Baja in the mentioned sample of the pre test, the college students answered the questions online via a link at a single setting (language module by Barbara Westermayer from the PHNÖ in Baden). The 'prospective educators' were however asked to comment on conspicuous features. This so-called "feedback round" also helped in the sample presented (cf. also Venus 2017:161) to uncover and eliminate weaknesses in the formulation as well as problems of understanding.

To summarize, the aim of the pre test and of the survey was to explore and prove linguistic attitudes and awareness, but also to focus on problems connected to the language and to language awareness which have been in the focus of foreign language conferences in the past ten years in Hungary. Last but not least there were other goals, which had to be cleared on linguistic level, such as: to find out how Hungarian high school students were affected by the German language and its Austrian language varieties, by the Austrians and by their own German lessons at their own schools in Sopron, Szombathely and Győr.




**Köszönetnyilvánítás**

Ezúton szeretnék köszönetet mondani kollégámnak, Dr. Pogány Csilla PhD – nak, a szakmai lektorálásban való részvételéért, munkájáért és az instrukciókért.

**Irodalomjegyzék**


[1.] Ada Anders, CH.: *Wahrnehmungsdialektologie*: das Obersächsische im Alltagsverständnis von Laien 105. De Gruyter. 2010

[2.] Bauer W. & Bleck – Neuhaus J. & Dombois R. & Werthmann I.: *Forschungsprojekte entwickeln* 9 -67. Baden: Nomos Baden. 2016

[3.] Casper, K.: *Spracheinstellungen*. Theorie und Messung. HSSK 6 (Heidelberger Schriften zur Sprache und Kultur. Bd. 6). Norderstedt: Books on demand. 2002

[4.] Cuonz CH. & Studler R. (Hrsg.): *Sprechen über Sprache*. Perspektiven und neue Methoden der Spacheinstellungsforschung. Tübingen: Staufenburg Verlag. 2014

[5.] Dörnyei, Z.: The psychology of the language learner: *Individual differences in second language aquisition.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. 2005

[6.] Dittmar, N.: Grundlagen der Soziolinguistik: In: *Wissen und Varietäten im sozialen Kontext* 10-52. Tübingen: Niemeyer. 2012

[7.] Erikkson B. & Luginbühl M. & Tuor N. (Hrsg.): *Sprechen und Zuhören – gefragte Kompetenzen?* Überzeugungen zur Mündlichkeit in Schule und Beruf 143. Band 2. Bern:Hep Verlag. 201

[8.] Gal, S.: *Language shift: social determinants of linguistic change in bilingual Austria.* New York: Academic Press. 1979

[9.] Knipf- Komlósi, E.: Methodische und sprachliche Aspekte der Sprachinselforschung. In: Árkossy, K. & Brenner, K. & Erb, M. & Gerner, Zs. & Knipf, E. & Manherz, K. & Szabó, D. & Wild, K. (Hrsg.): *Ungarndeutsche Minderheitenkunde*. Budapest: Bölcsész Konzorcium. 2006. Letöltve 2021. november 17-én, a gépeskönyv.btk.elte.hu weboldalról: http://gepeskonyv.btk.elte.hu/adatok/Germanisztika/113Szab%F3/II%20Mundart,%20Mundartforschung,%20Sprachgeographie.pdf

[10.] Kuckartz, U., Rädiker, S., Ebert, Th., Schehl, J.: Statistik. *Eine verständliche Einführung*. Springer VS. 2013

[11.] Lenz, A. N. & Glauninger M. (Hrsg.): *Standarddeutsch im 21. Jahrhundert* – Theoretische und empirische Aspekte mit einem Fokus auf Österreich. Vienna university press (Wiener Arbeiten zur Linguistik 1). 2015

[12.] Linn A. & Bermel N. & Ferguson G.: *Attitudes towards English in Europe* 241. De Gruyter. 2015

[13.] Manherz, K.: *Sprachgeographie und Sprachsoziologie der deutschen Mundarten in Westungarn*. Budapest: Akademie. 1977

[14.] Manherz, K.: *Die Ungarndeutschen.* Budapest. 2000 Letöltve 2021. november 17-én, a www.bajaimuzeum.hu weboldalról: https://www.bajaimuzeum.hu/hu/karl-manherz-die-ungarndeutschen-mundarten-und-ihre-erforschung-ungarn-manherz-karoly-magyarorszagi

[15.] Müller, M.: Die Situation des Schulwesens für die deutsche Minderheit in Ungarn, In: Frank, Kostrzewa; Roberta, V Rada (szerk.) *Deutsch als Fremd- und Minderheitensprache in Ungarn* 74-117. Hohengehren: Schneider Verlag. 2010

[16.] Plewnia A. & Rothe A.: Sprache, Einstellungen, Regionalität, In: Eichinger,Plewnia, Schoel & Stahlberg (Hrsg.): *Sprache und Einstellungen. Spracheinstellungen aus sprachwissenschaftlicher und sozialpsychologischer Perspektive* 11. Tübingen: Narr Verlag. 2012

[17.] Putsche J.: *Spracheinstellungen von Grundschülerinnen und Grundschülern in einer Grenzregion* 54. Berlin: Peter Lang Verlag. 2011

[18.] Sándor, K. (2001): *Nyelv, nyelvi jogok, oktatás.* Budapest: Juhász Gyula Felsőoktatási Kiadó.

[19.] Schrader, F.-W. & Helmke, A.: Determinanten der Schulleistung. In: Martin K. W. Schweer: Lehrer-Schüler-Interaktion. *Inhaltsfelder, Forschungsperspektiven und methodische Zugänge* 285-302. Bern: Springer Verlag. 2019
[20.] Venus, TH. / Reimann, D. & Rössler A. (Hrsg.): *Einstellungen als individuelle Lernervariable*. Tübingen: Narr Francke. 2017

**Lektorálta:** Dr. Pogány Csilla PhD, főiskolai docens, Eötvös József Főiskola, Baja

# NYELVVIZSGÁK ÉS NYELVVÁLTOZATOK: AZ ANGOL ÉS A NÉMET NYELV TÖBBKÖZPONTÚSÁGÁNAK SZEREPE A KÜLÖNBÖZŐ NYELVI VIZSGÁKON

**Huber Máté**
*SZTE BTK Angol-Amerikai Intézet*
*egyetemi tanársegéd*
*hubermate@gmail.com*

**Absztrakt**

Jelen tanulmány egy komplex kutatási projekt része, amely a szociolingvisztika és a nyelvpedagógia határterületén mozogva vizsgálja azt a kérdést, hogy milyen szerepet tölt be az angol és a német nyelv többközpontúsága a magyar oktatási rendszerben. Ezen belül a tanulmány fókuszában olyan nyelvvizsgatípusok állnak, amelyek széles körben elterjedtek Magyarországon, mind a közoktatásból, mind pedig a felső-, ill. a felnőttoktatásból érkező vizsgázók körében. E két nyelv többközpontúságának nemzetközi szakirodalma igen kiterjedt, ezen belül pedig egyre intenzívebb figyelem irányul annak nyelvoktatásban betöltött szerepére, azonban az oktatási rendszerünkben egyre inkább alapkövetelménynek tekinthető nyelvvizsgák szerepe e tekintetben egyáltalán nem ismert, holott jól dokumentált washback-hatással bírnak, s ezen keresztül képesek befolyásolni a nyelvtanítás folyamatának egészét.

A vizsgálat öt különböző nyelvvizsgatípus, valamint a közép- és az emelt szintű érettségi vizsgák elemzését foglalja magában. A vizsgált nyelvvizsgatípusok közül háromnak, ill. az érettségi vizsgának is elérhető mind angol, mind pedig német változata, egy-egy vizsgatípust pedig kizárólag angolból, ill. németből tehetnek a vizsgázók. Az elemzés az akkreditált nyelvvizsgaszintek teljes skáláját lefedi, a Közös Európai Referenciakeret B1-től C1 szintjéig. Mindegyik nyelvvizsgatípusnál elemzésre kerül a vizsgaszabályzat, a vizsgaleírás, ill. a hivatalos mintafeladatsorok. Utóbbiak vizsgatípusonként eltérő számban állnak rendelkezésre; van olyan vizsga, amelyhez szintenként csak egy, másutt két-három hivatalos mintafeladatsor is elérhető. Így a tanulmány összesen 36 mintafeladatsor elemzésének eredményeit rögzíti, kiegészülve az idegen nyelvi érettségi 2020-as Nat-on alapuló hivatalos vizsgakövetelményeivel, ill. a legutóbbi négy érettségi vizsgaidőszak közép- és emelt szintű feladatsoraival, ami összesen 16 érettségi feladatsort jelent. Összegezve tehát nyolc vizsgatípus hivatalos leírása és követelményrendszere, valamint 52 vizsgafeladatsor képezi részét az elemzésnek.

Az elemzés arra a kérdésre keresi a választ, hogy megjelennek-e az angol és a német nyelv különböző sztenderd változatai a vizsgaleírásokban, követelményrendszerekben, ill. magukban a vizsgafeladatokban. A szakirodalom ajánlásai a többközpontúság megjelenítését elsősorban a receptív készségek terén tartják indokoltnak, azon belül viszont a nyelv minden szintjére kiterjedően, a kiejtéstől kezdve a helyesíráson, a szókincsen és a nyelvtanon át egészen a pragmatika szintjéig. Ezzel szemben jelen vizsgálat legalapvetőbb tanulsága az, hogy a többközpontúság meglehetősen marginális szerepet kap ezeken a vizsgákon. A vizsgaleírások szinte kivétel nélkül soha nem tesznek említést a célnyelv többközpontúságáról, igaz, explicit módon nem is állítják primátusba egyik nyelvváltozatot sem a többivel szemben – egyszerűen csak ignorálják a nyelvi variabilitást. A feladatsorok esetében is csak elszórtan jelennek meg szókincs-, helyesírás-, ill. kiejtésbeli eltérések, nagyon ritkán kiegészülve a szövegértés terén tárgyalt interkulturális tartalmakkal. Pozitív eredményként említhető ugyanakkor, hogy szisztematikus különbségek mutatkoznak az egyes vizsgatípusok között, ami arra utal, hogy megfelelő elméleti háttér és a nyelvi variabilitásra irányuló nyitottság megléte esetén igenis

lehetséges a többközpontú tartalmakat hangsúlyosabban beépíteni ezekbe az anyagokba, ahogy azt a pozitív példák mutatják.

E kutatás relevanciáját, ill. gyakorlati hasznát az adja, hogy a vizsgatípusok tudományos elemzése alapján megfogalmazott kritika fényében konkrét, tudományosan megalapozott javaslatokat állít a vizsgák fejlesztői elé, amelyek megvalósításával – kihasználva a vizsgák washback-hatását a nyelvoktatás egészének folyamatára – közelebb hozható egymáshoz a nyelvoktatás és a valós nyelvhasználat, ezzel pedig sikeresebbé tehető a nyelvtanulás folyamata is.

***Kulcsszavak**: többközpontúság, angol, német, nyelvvizsgák, érettségi vizsgák*

## 1. Bevezetés

A nyelvi többközpontúság elméletét a szociolingvisztikában először Kloss [1] vetette fel, majd Clyne [2] dolgozta ki részleteiben. Definíciójuk szerint alapvetően azokat a nyelveket tekinthetjük többközpontúnak, amelyeknek több országban (azaz több politikai-kulturális központban) van sztenderd változata. Ezt egészítette ki Muhr [3, 4, 5] a domináns, ill. nemdomináns nemzeti változatok közötti különbségtétel bevezetésével, egyebek mellett a kulturális, ill. politikai erőforrások relatív mennyisége alapján.

Ahogy arra egy korábbi munkámban már rávilágítottam [6], a többközpontúságnak számos következménye van a nyelvoktatásra nézve, amelyek azonban eddig viszonylag ritkán jelentek meg a tudományos és szakdidaktikai diskurzusban. Ugyan általánosan elfogadott alapvetés, hogy a különböző nemzeti változatokat egymással egyenrangúként kell kezelni úgy a német [7, 8, 3], mint az angol esetében [9, 10, 11], ennek az alapelvnek a konkrét megvalósítása mégsem kerül elő igazán az idevágó alkalmazott nyelvészeti, ill. nyelvpedagógiai kutatásokban. Nem is beszélve a különféle nyelvi vizsgák szerepéről ebben a kérdésben, ami bár alapvető fontosságú, ehhez képest mégis kifejezetten ritkán tárgyalt szegmense a témának. E tanulmány hat konkrét vizsgatípust elemez abból a szempontból, hogy a nyelvi többközpontúság hogyan, ill. milyen mértékben jelenik meg bennük.

## 2. Elméleti háttér: többközpontúság a nyelvoktatásban

Ha elfogadjuk, hogy egy nyelv tanításakor a szociolingvisztikai valóságot kell bemutatni, akkor hiba lenne figyelmen kívül hagyni egy többközpontú nyelv esetében a nemzeti változatok közötti különbségeket, amelyek minden nyelvi szinten jelen vannak [6, 9, 12, 13, 14].

Bár az angol és a német is többközpontú nyelv, sok tekintetben különböznek egymástól többközpontúságuk jellegében [15]. A legfontosabb különbség az, hogy míg az angolnak két domináns változata van (az amerikai és a brit angol), addig a németnek csak egy (a németországi német). A többi sztenderd változatot (az osztrák és a svájci németet, valamint a többi között a kanadai, az ausztrál, az új-zélandi vagy az indiai angolt) ez az elméleti keret nemdomináns változatoknak tekinti [14, 16]. Muhr ezt úgy foglalja össze, hogy a német esetében monodominancia, az angol esetében pedig kodominancia áll fenn [5] – ez a megkülönböztetés pedig, mint látni fogjuk, nagyon fontos következményekkel jár a két nyelv tanítására nézve [6].

Ami a többközpontúság nyelvoktatásban betöltött szerepét illeti, a szakirodalom a receptív készségek (azaz a hallott és olvasott szövegértés) elsődlegességét hangsúlyozza [6, 17, 18], hiszen a kommunikatív nyelvoktatás elsődleges célja, hogy a nyelvtanulók a legkülönbözőbb kommunikációs helyzetekben, a legkülönbözőbb kommunikációs partnerekkel meg tudják értetni magukat, és nem pedig az, hogy a produktív nyelvhasználatukban valamiféle

mesterséges anyanyelvi hatást érjenek el. Muhr ezt „a normák értelmes együttélésének” [17: p. 42] nevezi a német nyelvre nézve, de ugyanez a helyzet az angol nyelv esetében is, hiszen Marlina [9, 10] szerint a mai globális média olyan mértékben megkönnyíti a nyelvváltozatok közötti érintkezést, hogy lehetetlen megjósolni, hogy egy nyelvtanuló mely változatokkal fog találkozni élete során – akár anélkül, hogy valaha is anyanyelvi területre látogatna.

Mindezek alapján, annak érdekében, hogy a szociolingvisztikai valóságot a lehető legpontosabban tükrözze az idegennyelv-oktatás, az angol esetében egyfajta brit-amerikai kodominancia indokolt a tanteremben is. Ez fokozatosan kombinálható más, nemdomináns sztenderdekkel, a nyelvtudás szintjének emelkedésével párhuzamosan növekvő arányban. A német nyelv esetében viszont – ésszerű keretek között – a németországi német sztenderd monodominanciája a reális, amely mellett az osztrák és a svájci nemzeti változatok fokozatosan, a tudásszint növekedésével összhangban szintén bevezethetők [6, 15].

Fontos megjegyezni azt is, hogy a különböző nyelvváltozatok közötti különbségek a nyelv minden szintjén jelen vannak – a kiejtéstől a szókészleten és a nyelvtanon át egészen a pragmatikáig. Ezért a nyelvoktatásban mindezeknek tükröződniük kell, és a többközpontúság megjelenítése nem korlátozódhat pusztán a szókincsre [3, 6].

Ennek elsősorban a középhaladó szinttől kezdve kell előtérbe kerülnie, míg a kezdők számára célszerű egy viszonylag semleges alapszintet biztosítani, elkerülve a tanulók túlterhelését, majd fokozatosan egyre több többközpontú tartalmat bevezetni [3, 7, 19].

Ezzel kapcsolatban meg kell még említeni Muhr-tól a legközelebbi célnyelvi országhoz való „földrajzi közelség elvét” is, melynek lényege „a szomszédos országok nyelvi kapcsolatainak figyelembevétele” [3: p. 144]. Ez az alapelv magyarországi kontextusban a német esetében egyértelműen az osztrák sztenderd fontosságát hangsúlyozza, míg az angol esetében igazolni látszik a meglévő brit hegemóniát. Glauninger ehhez hozzáteszi, hogy egyes ausztriacizmusok (mint egykori „k.u.k. monarchizmusok”) még ma is „legalábbis passzívan [...] lehorgonyzottak” a magyar szókincsben, ami természetesen nagyban megkönnyítheti elsajátításukat a célnyelvi szókincs elemeként [18: p. 108].

A földrajzi közelség elvén [3] felül azonban szintén fontos szerepet játszik az adott célnyelvi ország mérete és relatív gazdasági-politikai ereje is [12], ami azért némileg árnyalja a képet, és a fentiekkel ellentétben a német esetében a németországi német, az angol esetében pedig az amerikai angol irányába dönti a mérleg nyelvét, még egy kelet-közép-európai kontextusban is. A kiút ebből a látszólagos ellentmondásból a nyelvtanuló egyéni terveinek és szándékainak figyelembe vételében keresendő [7, 20], hiszen, ha a tanuló például azt tervezi, hogy a jövőben Ausztriában (vagy Ausztráliában) fog dolgozni, akkor érdemes már a kezdetektől fogva elsősorban az osztrák (vagy ausztrál) sztenderd változatot tanítani neki. Látni kell ugyanakkor, hogy a mai globalizálódott világban igen nehéz előre látni, ill. megjósolni, hogy egy adott tanuló(csoport)nak a jövőben melyik változatra lesz szüksége, így nyelvtanárként a legjobbat egészen biztosan akkor tesszük a tanulóinkkal, ha – elsősorban a receptív készségek terén – minél inkább felkészítjük őket a nyelvváltozati sokszínűségre, különösen a sztenderd változatokat illetően [6]. Ugyanez igaz a különféle nyelvi vizsgákra is, melyek esetében szintén indokolt a normák sokszínűségének megjelenítése, legalább az olvasott és hallott szövegértés terén.

A többközpontúság nyelvtanításban való megjelenésének szükségessége ma már hivatalosan is elismert, mégpedig a Közös Európai Referenciakeret [21], ill. az ahhoz kapcsolódó English Profile [22], valamint Profile Deutsch [23] tanulási célokra vonatkozó javaslatai révén, amelyek között utóbbiban egy egész fejezetet szentelnek a többközpontúságnak.

Összefoglalva, a többközpontúság nyelvoktatásban betöltött szerepe kapcsán elmondható, hogy nyilvánvalóan nem ez a nyelvtanárok első és legfontosabb feladata, ugyanakkor a tanulási-tanítási folyamat céljai között határozottan ott kell, hogy legyen a

különböző nemzeti változatok, eltérő sztenderdek megismerése [6]. Ahogy Ammon és Hägi fogalmaz: „A nagyarányú hasonlóságokat nem szabad a nemzeti és regionális változatok javára elhanyagolni, és a tanított […] nyelvnek a lehető legnagyobb kommunikációs hatókörrel kell rendelkeznie" [12: p. 34].

## 3. Nyelvi vizsgák és többközpontúság

Mivel általában az iskolák és a tanárok egyik legfontosabb feladatuknak tekintik, hogy felkészítsék a diákokat a különféle vizsgákra, logikus következtetés, hogy e vizsgák követelményei és feladattípusai jelentős hatással vannak arra, hogy mit és hogyan tanítanak. Ezt a szakirodalom washback-hatásnak nevezi [24, 25, 26]. Jelen tanulmány kontextusára nézve mindebből az következik, hogy ha a vizsgákban számottevő többközpontú jelenléttel találkozunk, az pozitív irányban befolyásolhatja a többközpontúság megjelenítését a teljes tanítási-tanulási folyamatban.

Ennek fényében a következőkben többféle, a magyar oktatási rendszerben elterjedt nyelvi vizsga hivatalos vizsgakövetelményeinek és mintafeladatainak elemzésére teszek kísérletet. Elsőként az érettségi vizsgát elemzem, közép- és emelt szinten egyaránt, majd öt különböző típusú, államilag elismert nyelvvizsgát veszek górcső alá a többközpontúság szempontjából. Egészen pontosan három olyan vizsgát tárgyalok, amelyek angol és német nyelven is elérhetőek (BME, ECL és Origó), valamint két nyelvspecifikus vizsgát (egy angol nyelvűt: LanguageCert, és egy német nyelvűt: Goethe Zertifikat). Az elemzés a többközpontúság és a többféle nyelvi sztenderd jelenlétére összpontosít a vizsgakövetelményekben és mintafeladatokban, összehasonlítva ennek alapján a különböző típusú vizsgákat, valamint a két vizsgált nyelvet.

### *3.1 Az érettségi vizsga*

A magyar érettségi egy központosított, egységesített vizsga, amely az egész országban kötelező, és a középfokú oktatás végpontjaként, valamint ezzel egyidejűleg felsőoktatási felvételiként is szolgál. Létezik közép- és emelt szintű változata, előbbi a B1, utóbbi a B2 szintnek felel meg a Közös Európai Referenciakeret szerint az idegen nyelvek esetében. Legalább egy idegen nyelvből való letétele minden vizsgázó számára kötelező, így az itt elemzett anyag a magyar oktatási rendszer egésze szempontjából nagy jelentőséggel bír – különösen, ha figyelembe vesszük az érettségi viszonylag jól dokumentált washback-hatását, melynek révén jelentős befolyással bír az oktatási folyamat egészére [27, 28]. A jelen elemzés a következő anyagokra terjed ki, melyek mindegyike nyilvánosan elérhető online:

(1) az élő idegen nyelvek legújabb hivatalos vizsgakövetelményei, amelyek a 2020-as nemzeti alaptantervre épülnek, és tartalmazzák a vizsga felépítésének részletes leírását, szintjeit, készségeit, témáit, feladattípusait, a vizsgázóktól megkövetelt releváns nyelvtani ismereteket és szókincset, valamint az értékelés elveit és szempontjait, stb.

(2) négy-négy viszonylag friss vizsgafeladatsor angol és német nyelvből, mind közép-, mind emelt szinten (a 2020. őszi és a 2021. tavaszi vizsgaidőszakból, azaz összesen tizenhat vizsgadolgozat).

A legújabb vizsgakövetelmények egyáltalán nem tesznek említést a többközpontúságról, ill. a nyelvi normák sokféleségéről, és úgy tűnik, hogy valamiféle átfogó, nyelvváltozatokon átívelő nemzetközi norma-konstruktumot vesznek alapul, többször is utalva „az adott nyelvterületen általánosan elfogadott nyelvhasználat[ra]" [29: pp. 17, 26]. Úgy tűnik, a vizsgakövetelmények ezzel az érthetőséget és a kommunikációs sikert helyezik előtérbe, nem pedig az anyanyelvi normák szigorú követését. Ez egyfelől rendkívül pozitívan értékelhető, hiszen a nyelvoktatás kommunikatív szemléletét tükrözi, nem pedig a nyelvi normák merev

követését. Másfelől azonban a normák sokféleségének teljes mellőzése azt a hamis benyomást keltheti, hogy különböző normák egyáltalán nem is léteznek, ezért nem is kell őket figyelembe venni a diákok teljesítményének értékelésénél, vagy az adott vizsgára való felkészítésnél. Természetesen, mivel ez a dokumentum általános követelményeket tartalmaz, amelyek a magyar oktatási rendszerben oktatott összes idegen nyelvre vonatkoznak, felmerülhet az érv, hogy a többközpontúságot nem is szükséges megemlíteni benne, hiszen nem mindegyik érintett nyelv többközpontú. Az angol és a német esetében azonban mindenképp elfogadhatatlan a többközpontúság teljes figyelmen kívül hagyása, ráadásul ezeket a nyelveket messze a legtöbb diák választja vizsgatárgyként az érettségi vizsgára (de a spanyol vagy a francia esetében is hasonló a helyzet, hogy csak két további példát említsek).

Ami a tizenhat közelmúltbeli (2020-as és 2021-es) vizsgadolgozatot illeti, először az angol nyelv tekintetében mutatom be az elemzés eredményeit, majd a német nyelvvel hasonlítom össze őket. Általánosságban megállapítható, hogy a brit angol norma érvényesül, de bizonyos fokú többközpontú jelenlét is megfigyelhető. Helyesírási szempontból szinte kizárólag a brit angol a norma, csak alkalmanként fordul elő az amerikai angol helyesírás néhány szövegben, de soha nem az utasításokban, amelyek mindig a brit helyesírási szabályokat követik. Meg kell azonban jegyezni, hogy a hivatalos javítási-értékelési útmutató alapján a diákok válaszaiban minden változatot el kell fogadni, bár a többközpontúságról ebben a dokumentumban sincs szó, de a dokumentum a változatossággal szembeni tolerancia általános elvét hirdeti.

A szövegek, felvételek és feladatok tartalma különböző helyszínekről származik, amelyek közül sok olyan nemzetközi kontextust tükröz (pl. Svédország, Etiópia, Izland stb.), ahol az angol mint lingua franca szerepe feltételezhető, míg az anyagok egy része az angol nyelvű világ olyan másodlagos központjaiból származik, ahol nemdomináns változatok vannak jelen, mint Ausztrália, Kanada, India, Nigéria, Skócia, Wales, stb. A többség azonban olyan domináns változatokkal rendelkező elsődleges központokból származik, mint az USA és az Egyesült Királyság, melyek közül az előbbi vitathatatlanul sokkal kevésbé domináns szerepet játszik, mint az utóbbi.

Pozitív kivételként meg kell említeni a hallásértési felvételeket, amelyek – mind tartalmukat, mind a bennük szereplő beszélők kiejtését tekintve – az amerikai és a brit domináns normák kiegyensúlyozottabb eloszlását mutatják. A 24 (feladatsoronként három) elemzett felvételből 11-ben brit beszélő szerepelt, 10-ben amerikai, 3-ban pedig mindkettő, és a tartalom is hasonlóan egyenletes eloszlást mutat. Így azt lehet állítani, hogy a hallásértési felvételek esetében a két domináns angol nyelvváltozat kiegyensúlyozott kodominanciája valósul meg, bár a brit angol kissé dominánsabban jelenik meg az amerikai angol mellett, mivel minden utasítást mindig brit kiejtéssel olvasnak fel, még akkor is, ha a későbbi feladatban amerikai beszélő szerepel.

Sajnos a német nyelv esetében ez messze nem így van, ahol a németországi német kizárólagos szerepet játszik a hallásértési felvételeken, a 24 elemzett felvételen egyetlen osztrák vagy svájci beszélő sem szerepel, még akkor sem, ha a tartalom e másodlagos központok egyikéből származik. Néha némi nem anyanyelvi, magyar interferencia fedezhető fel a beszélők akcentusában. A németországi német norma általánosabb értelemben is érvényesül a helyesírást és a tartalmat tekintve is, bár egy kis többközpontú jelenlét ebben az esetben is kimutatható, noha sokkal kevésbé releváns, mint az angol esetében. A helyesírás mindig kizárólag a németországi német konvenciókat követi, sőt időnként néhány olyan kizárólag németországi német alakot is használnak, amelyek Ausztriában vagy Svájcban nincsenek jelen, jóllehet bizonyára ezekben az országokban is értik őket (pl. *Abitur, Kasse, Jura,* valamint a kicsinyítő *-chen* utótag kizárólagos használata, stb.).

Ami a tartalmat illeti, a szövegek, feladatok és felvételek elsősorban németországi német forrásokból származnak, bár néha nincs feltüntetve a forrás, és lehetetlen kikövetkeztetni,

ugyanakkor elég sok olyan nemzetközi téma is van, amely nem kapcsolódik közvetlenül egyetlen német nyelvű országhoz sem. Másodlagos központként Ausztria és Svájc nagyon ritkán szerepel, utóbbi középszinten egyszer sem. Hozzá kell azonban tenni, hogy ez a Németország-központúság elfogadhatóbb, mint az angol esetében a brit orientáció, mivel a német monodomináns pluricentrikus nyelv, szemben az angol kodominanciájával, amely legalább a két domináns sztenderd (azaz a brit és az amerikai angol) kiegyensúlyozott bemutatását teszi indokolttá.

A közelmúltbeli érettségi vizsgadolgozatok elemzését összefoglalva megállapítható, hogy van bennük némi többközpontú jelenlét, ami alapján feltételezhető bizonyos pozitív washback hatás, különösen a hallás utáni szövegértés tekintetében angolból, ahol a két kodomináns változat többé-kevésbé kiegyensúlyozott pozíciót látszik elfoglalni. Einhorn [27] és Vígh [28] megállapításai alapján várható, hogy ez a többközpontúságra való visszafogott nyitottság hatással lehet arra, ahogyan a tanárok a többféle sztenderdet megközelítik és beépítik a tanításukba. Fontosnak tartom továbbá ezen a ponton még egyszer megemlíteni azt is, hogy angolból nagyobb fokú nyitottság tapasztalható a többközpontúság irányában, mint németből, ami egyebek mellett a két vizsgatárgy közötti párbeszéd fontosságára hívja fel a figyelmet.

*3.2 Nyelvvizsgák*

Az ötféle nyelvvizsga elemzésekor minden esetben a hivatalos vizsgaszabályzatot, vizsgaleírást, témalistát, valamint az online szabadon elérhető mintafeladatokat (B1, B2 és C1 szinten) vettem figyelembe. Mindegyik vizsgánál az összes online elérhető mintafeladatsort bevontam az elemzésbe. A BME vizsga esetében szintenként 2 angol és 2 német mintafeladatsort elemeztem, méghozzá az általános, egynyelvű vizsgatípusból, míg az ECL vizsgánál szintenként 1 angol és 1 német mintafeladatsor volt elérhető, csakúgy, mint az Origó esetében. A nyelvspecifikus vizsgák közül az angolos LanguageCert-nél B1 szinten 2, B2 és C1 szinten pedig 3-3 mintafeladatsor elemzésére volt lehetőségem, míg a németes Goethe Zertifikat esetében B1 és B2 szinten 1-1, C1 szinten pedig 2 feladatsor volt elérhető (a felnőtteknek szóló vizsgatípusban). Összesen így tehát 36 nyelvvizsga-feladatsor képezi jelen elemzés tárgyát.

Általánosságban elmondható, hogy a vizsgaszabályzat és a vizsgaleírás egyik vizsgánál sem tesz említést semmilyen formában az érintett nyelv többközpontúságáról. Különösen problémás ez a megfigyelés, ha figyelembe vesszük, hogy ezek a dokumentumok tartalmazzák a vizsgák javítási-értékelési szabályait is, hiszen így nincs központilag, hivatalosan és nyilvánosan nyomon követhető módon lefektetve, hogy mely nyelvi normák szerint zajlik az értékelés, és hogyan állnak az értékelők a nyelvi változatosság különböző megnyilvánulásaihoz. Kivételt ez alól csak az Origó képez, amely mindkét nyelv esetében többször használja a „valamely célnyelvi országban” kifejezést, ezzel jelezve a célnyelvi országok és kultúrák, valamint indirekt módon a sztenderd változatok pluralitását.

Ugyancsak általánosan igaz az összes vizsgatípusra, hogy brit angol és németországi német hegemónia jellemzi őket. Minden vizsga minden összetevőjének egytől egyig az összes instrukciója brit, ill. németországi helyesírással, valamint hangzó szöveg esetében kiejtéssel jelenik meg, és magukban a feladatokban is mindenütt e két domináns norma szerint alakul a helyesírás. Ez persze megint csak védhető egyfelől az egységesség és a koherencia jegyében, ugyanakkor a fent részletezett többközpontú elméleti keret értelmében rendkívül negatívan értékelhető.

A hivatalos témalistákon, valamint a mintafeladatsorokban előkerülő témák, ill. tartalmi elemek többségében semlegesek, tehát nem kötődnek direkt módon egyik célnyelvi országhoz vagy nyelvváltozathoz sem. Gyakran előkerülnek azonban az angolos anyagokban specifikusan brit tartalmi elemek is (pl. az Egyesült Királyságban játszódó történetek, a font mint

fizetőeszköz említése, brit városok nevei, egy-egy turisztikai látványosság, stb.) Ritkán amerikai elemek is felbukkannak, ill. egy-egy esetben (az Origónál és a LanguageCert-nél) kanadai és ausztrál téma is előfordul. Hasonló a helyzet a német esetében is, ahol szintén a semleges tartalmi elemek dominálnak, de gyakran kerülnek elő Németország-specifikus témák, történetek, stb. Itt már előfordul olyan is, hogy kiegyenlített a nemzeti változatok ábrázolása, tehát az osztrák és a svájci német szinte a németországi némettel megegyező súllyal van jelen, de ez csak egyetlen vizsgatípus egyetlen szintjére igaz (Goethe Zertifikat B1). Egyebütt az osztrák és a svájci témák, tartalmi elemek csak ritkán kerülnek elő, ill. meg kell említeni még azt is, hogy a BME-s anyagokban egy alkalommal Dél-Tirol is szerepel mint helyszín. A témák, tartalmi elemek részletes vizsgatípusonkénti megoszlását az 1. táblázat mutatja.

**1. táblázat: Témák, tartalmi elemek**

| | **BME** | **ECL** | **Origó** | **LanguageCert** | **Goethe Zertifikat** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Angol** | témalista: *English-speaking countries* ←→ brit-specifikus elemek: *England, English friend, London, Bath, pounds,* stb. ←→ ritkán amerikai *(San Francisco)* | brit és semleges | főként semleges (egy brit, egy kanadai és egy amerikai témájú olvasott szöveg) | főként semleges (egy brit nemzeti park, egy brit kastély, stb. ←→ ausztrál *dot art*) | |
| **Német** | gyakran Németország-specifikus ritkán svájci/osztrák (Wien, német barátokkal ausztriai síelés) egy alkalommal Südtirol | németországi és nemzetközi vagy semleges témák | javarészt semlegesek (egy osztrák vonatkozású íráskészség-téma) | | B1: kiegyenlített ←→ B2, C1: németországi dominancia, ill. semleges témák |

A következőkben a négy kommunikatív alapkészségre (hallott szövegértés, olvasott szövegértés, íráskészség és beszédkészség) koncentrálok, amelyek nagyjából lefedik a vizsgák felépítését, vizsgarészeit is. Általánosan megfigyelhető, hogy a produktív készségekben jóval kisebb szerepet játszik a többközpontúság, mint a receptívekben, és ez a szakirodalom tanúsága szerint rendben is van így. Problémás azonban a nyelvtudásszintek közötti megoszlás, ami meglehetősen egyenetlen, és egyáltalán nem felel meg a korábban említett semleges alapszint elvének, és ez nem csak a produktív készségeknél van így, hanem általánosan jellemző az elemzett vizsgák feladatsoraira.

Angolból minden vizsgatípusnál kizárólag semleges témákat és feladatokat találunk mind az íráskészség, mind pedig a beszédkészség terén, és ez túlnyomórészt így van a német esetében is, bár ott találunk egy-két kivételt. A BME e tekintetben érdekes példa, ugyanis az

egyik B2-es német beszédkészség mintafeladat még általánosan fogalmaz, és *német nyelvű országokat* említ, ugyanakkor ugyanezen a szinten egy másik feladat már úgy instruálja a vizsgázót, hogy *„Ön német…”,* és az egyik C1-es mintafeladat is egy *német* kollégával kapcsolatos, míg osztrák és svájci témák vagy szereplők egyáltalán nem kerülnek elő. Ezzel szemben az íráskészség rész túlnyomórészt semleges témái és feladatai között egyenlő arányban jelenik meg egy-egy osztrák és németországi relevanciájú feladat, ami már pozitívumként értékelhető.

Hasonlóan túlnyomórészt semleges témák dominálnak a többi vizsgatípusnál is, azonban az ECL-nél és a Goethe Zertifikat-nál is előkerül egy-egy németországi relevanciájú íráskészség-feladat (pl. levél német barátnak), míg az Origónál egy osztrák téma jelenik meg. A produktív készségek részletes vizsgatípusonkénti bemutatását a 2. táblázat tartalmazza.

**2. táblázat: A produktív készségek**

| Nyelv | Készség | BME | ECL | Origó | LanguageCert | Goethe Zertifikat |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Angol** | **Írás-készség** | semleges | semleges | semleges | semleges | |
| | **Beszéd-készség** | semleges | semleges | semleges | semleges | |
| **Német** | **Írás-készség** | túlnyomórészt semleges témák ←→ B1: egy osztrák és egy német | B1, B2: levél német barátnak | egy osztrák téma | | túlnyomórészt semleges témák ←→ C1: egy németországi |
| | **Beszéd-készség** | javarészt semleges (B2: *deutschsprachige Länder*) ←→ C1: német kolléga, B2: Ön német… | semleges | semleges | | semleges |

Ami a receptív készségeket illeti, ezekben is a semleges vagy nemzetközi témák dominálnak, bár gyakran kerülnek elő brit és németországi, ill. egyszer-egyszer amerikai és kanadai elemek. Ismét pozitív példaként emelhető ki a Goethe Zertifikat, ahol az olvasott szövegértésnél a svájci, osztrák és németországi szövegek és témák kiegyenlített arányban vannak jelen, és itt-ott még osztrák és svájci szókincselemek is előkerülnek. Sajnos a többi német vizsgánál az olvasott szövegértés terén egyáltalán nem találkozunk nemdomináns változatokkal. Fontos megemlíteni, hogy a megjelenített nyelvi szintek tekintetében igen korlátozott a helyzet: elsősorban szókincselemekről, ill. az adott célnyelvi országhoz tartozó témákról van szó, ami a hallott szövegértés esetében nyilván kiegészül a kiejtéssel. A további nyelvi szintek (pl. nyelvtan, pragmatika) különbözőségei egyáltalán nem kerülnek elő.

A legösszetettebb képet a hallott szövegértés mutatja, ahol a tartalom és a kiejtés viszonya esetenként érdekes helyzeteket eredményez. A brit angol és a németországi német kiejtés dominanciája itt is jellemző, sőt, előfordulnak olyan esetek is, amikor észak-amerikai témát (vagy akár szereplőt) brit hanggal jelenítenek meg, vagy ugyanígy osztrák szereplőt németországi hanggal, stb. Ez nyilván kifejezetten káros, hiszen egyrészt összezavarhatja a vizsgázókat, másrészt azt a fals képzetet sugallhatja nekik, hogy az egyes nemzeti változatok között nincsenek kiejtésbeli különbségek, harmadrészt pedig washback-hatásként azt is eredményezheti, hogy a felkészítő tanárok – látva ezeket a mintaanyagokat – nem fognak

különösebb jelentőséget tulajdonítani a többközpontúság ezen aspektusának. Pozitív példaként itt az angol ECL vizsga emelhető ki, ahol nagyjából azonos arányban szerepeltetnek amerikai és brit beszélőket (akár egyazon felvételen belül is), sőt még egy új-zélandi hang is megjelenik, továbbá szabályos megfelelés figyelhető meg a szöveg és a beszélő kiejtése között, vagyis brit témát és szereplőt brit hanggal ábrázolnak, amerikait amerikaival, stb. Furcsa, hogy ugyanez nem valósul meg egyazon vizsga német változata esetében (de a többi német vizsgánál sem). A receptív készségek részletes vizsgatípusonkénti bemutatását a 3. és a 4. táblázat tartalmazza.

**3. táblázat: A receptív készségek angolból**

| Készség | BME | ECL | Origó | LanguageCert |
|---|---|---|---|---|
| **Olvasott szövegértés** | főként semleges, gyakran brit, ritkán amerikai témák | brit és nemzetközi vagy semleges témák | egy brit, egy kanadai és egy amerikai témájú szöveg | brit elemek: *lift, primary schooling* |
| **Hallott szövegértés** | túlnyomórészt brit kiejtés, semleges vagy brit témákkal<br>B1: helyenként magyaros (brit) akcentus<br>C1: 1x skót beszélő ←→ é-am. témák brit hanggal, ill. néhány mp. amerikai | instrukciók mindig brit kiejtéssel, túlnyomórészt semleges vagy brit témák,<br>hangok: amerikai (3), brit (4), új-zélandi (1)<br>(szabályos megfelelés szöveg és beszélő között) | kizárólag brit kiejtés, még amerikai témában is (hawaii tanulót brit akcentussal ábrázolnak) | Kizárólag brit kiejtés (←→*dollars*) |

**4. táblázat: A receptív készségek németből**

| Készség | BME | ECL | Origó | Goethe Zertifikat |
|---|---|---|---|---|
| **Olvasott szövegértés** | főként semleges, gyakran no.-i témák | főként semleges, gyakran no.-i témák | semleges | svájci, osztrák és no.-i szövegek és témák vegyesen, itt-ott osztrák és svájci szókincs (*Bankomatkarte, Velo* - utóbbi magyarázattal) |
| **Hallott szövegértés** | túlnyomórészt no.-i kiejtés, semleges vagy no.-i témákkal<br>B1: helyenként magyaros (no.-i ) akcentus + 1x osztrák<br>B2: 1x osztrák<br>C1: 1x svájci téma és osztrák beszélő, másutt német vs. osztrák | kizárólag no.-i kiejtés (osztrák beszélők is) ←→ *„német nyelvű rádióban”* túlnyomórészt semleges vagy németországi témák | kizáró-lag no.-i német kiejtés | túlnyomórészt no.-i hangok<br>(3-ból 1 feladat: 5-ből 1 felvétel svájci<br>1x osztrák szereplő is no.-i hanggal) |

## 4. Konklúzió

Jelen tanulmány 36 angol és német nyelvvizsga-feladatsor és 16 érettségi vizsgafeladatsor, tehát összesen 52 feladatsor, valamint az azokhoz kapcsolódó vizsgaleírások és -szabályzatok elemzésén alapul, melynek fókuszában a nyelvi többközpontúság e dokumentumokban való megjelenése áll. Legfőbb tanulságként kiemelendő, hogy brit angol, ill. németországi német dominancia jellemzi az elemzett vizsgák anyagait, ami azt jelzi, hogy a jelenleginél jóval nagyobb fokú többközpontú jelenlétre lenne szükség ezeken a vizsgákon, elsősorban a feltételezhető washback-hatásuk okán [24, 25]. Némi többközpontú jelenlét ugyan adott ezekben az anyagokban, de ez meglehetősen korlátozott, tehát egyértelműen az látszik, hogy a nyelvi többközpontúság egyáltalán nem fontos szempont az elemzett vizsgák anyagainak elkészítésekor.

Az idevágó szakirodalom tanúsága szerint a nyelv minden szintjén meg kell jeleníteni a különböző sztenderdeket [3, 23, 30], e vizsgákon azonban elsősorban a szókincs és a kiejtés különbségei kerülnek elő. Fontos alapelv továbbá az alapszint semlegessége, ami alapján leginkább a középfoktól kezdve lenne érdemes a többközpontúságra fókuszálni [3, 7, 18, 19, 23] – ehhez képest az elemzett vizsgák anyagaiban a többközpontú jelenlét nyelvtudásszintek közötti eloszlása meglehetősen kusza, egyenetlen képet mutat. Látni kell emellett azt is, hogy a vizsgák mintafeladataiban tapasztalható többközpontú jelenlét egyáltalán nem jelenik meg a hivatalos vizsgaleírásokban és szabályzatokban, amelyek semmiféle említést nem tesznek az érintett nyelvek többközpontúságáról. Ezen a téren mindenképp változásra lenne szükség.

Pozitívumként említhető ugyanakkor, hogy a szakirodalommal összhangban főként a receptív készségek terén kerülnek előtérbe a különböző nyelvi sztenderdek [17], valamint követendő példaként emelhető ki a Goethe Zertifikat C1 németből, ill. az ECL vizsga angolból. Ezeken a vizsgákon viszonylag kiegyenlített többközpontú ábrázolás valósul meg, ami azt mutatja, hogy mindez lehetséges, ill. van rá mód, amennyiben a vizsgák anyagainak fejlesztői megfelelő nyitottsággal állnak hozzá a nyelvi sokszínűség kérdéséhez. Érdemes lehet alapul venni a már meglévő jó példákat az új feladatsorok, ill. egyéb vizsgaanyagok elkészítésekor egy átfogóbb, általánosabb, vizsgatípusokon és szinteken átívelő többközpontú ábrázolás érdekében. Emellett az angol és a német mint vizsganyelvek, ill. vizsgatárgyak közötti párbeszéd fontossága is kiemelendő, ahogy azt már az érettségi esetében megfogalmaztam, hiszen az érettségin például angolból számottevően nagyobb nyitottság figyelhető meg a többközpontúságra nézve, mint németből. (A nyelvvizsgákon ilyen különbség nem volt megfigyelhető.)

Zárásképpen szeretném felhívni a figyelmet arra, hogy jelen elemzés tanulságai fontos üzenetet közvetítenek a nyelvvizsga-fejlesztőknek, s ebben áll ennek a tanulmánynak a jelentősége: annak érdekében, hogy a nyelvvizsgákat és a valódi nyelvhasználatot közelebb hozzuk egymáshoz, elengedhetetlenül szükséges az angol és a német nyelv többközpontúságának hangsúlyosabb figyelembe vétele. Ehhez kínál jelen tanulmány a vizsgatípusok tudományos elemzése alapján megfogalmazott kritika fényében konkrét, tudományosan megalapozott javaslatokat, amelyek megvalósításával – kihasználva a vizsgák washback-hatását a nyelvoktatás egészének folyamatára – közelebb hozható egymáshoz a nyelvoktatás és a valós nyelvhasználat, ezzel pedig sikeresebbé tehető a nyelvtanulás folyamata is.

## Irodalomjegyzék

[1.] Kloss, H.: Die Entwicklung neuer germanischer Kultursprachen seit 1800. Düsseldorf: Schwann. 197

[2.] Clyne, M. (szerk.): Pluricentric languages: Differing norms in different nations. Hága: Mouton de Gruyter. 1992
[3.] Muhr, R.: Das Deutsche als plurizentrische Sprache: Zur Sprachrealität der deutschsprachigen Länder und zum Normbegriff im DaF-Unterricht. Unterrichtspraxis / Teaching German: Zeitschrift des amerikanischen Deutschlehrerverbandes 1(2), 1996. pp. 137-146.
[4.] Muhr, R.: Norm und Sprachvariation im Deutschen: Das Konzept "Deutsch als plurizentrische Sprache" und seine Auswirkungen auf Sprachbeschreibung und Sprachunterricht DaF. Germanistische Linguistik 137-138, 1997. pp. 179-203.
[5.] Muhr, R.: Linguistic dominance and non-dominance in pluricentric languages: A typology. In R. Muhr (szerk.), Non-dominant varieties of pluricentric languages: Getting the picture. Frankfurt am Main: Peter Lang. 2012. pp. 23-48.
[6.] Huber, M.: A nyelvi többközpontúság elméletének szerepe a nyelvoktatásban az angol és a német példáján. Modern Nyelvoktatás 28(1-2), 2022. pp. 18-35.
[7.] Christen, H., Knipf-Komlósi, E.: Falle, Klinke oder Schnalle? Falle, Klinke und Schnalle! Informationen, Meinungen, Forderungen aus der Sektion „Deutsch als plurizentrische Sprache“. In M. Clalüna, G. Schneider (szerk.), Mehrsprachigkeit und Deutschunterricht. Neuchâtel: Bulletin Vals-Asla. 2002. pp. 13-19.
[8.] Hägi, S.: Nationale Varietäten im Unterricht Deutsch als Fremdsprache: Duisburger Arbeiten zur Sprach- und Kulturwissenschaft 64. Frankfurt am Main: Peter Lang. 2005
[9.] Marlina, R.: The pedagogy of English as an International Language (EIL): More reflections and dialogues. In R. Marlina, R. A. Giri (szerk.), The pedagogy of English as an International Language. New York City: Springer. 2014. pp. 1-19.
[10.] Marlina, R.: Teaching English as an International Language: Implementing, reviewing, and re-envisioning World Englishes in language education. Abingdon: Routledge. 2018
[11.] Sherman, J. E.: Uncovering Cultural Bias in EFL Textbooks. Issues in Applied Linguistics 18, 2010. pp. 27-53.
[12.] Ammon, U., Hägi, S.: Nationale und regionale Unterschiede im Standarddeutschen und ihre Bedeutung für Deutsch als Fremdsprache. Deutsch revital: Pädagogische Zeitschrift für das ungarndeutsche Bildungswesen, 2, 2005. pp. 27-39.
[13.] Krumm, H. J.: Norm, Varietäten und Fehler. Welches Deutsch soll der Deutsch als Fremdsprache-Unterricht lehren? In E. Neuland (szerk.), Variation im heutigen Deutsch: Perspektiven für den Sprachunterricht. Frankfurt am Main: Peter Lang. 2006. pp. 459-468.
[14.] Schneider, E. W.: English around the world. Cambridge: Cambridge University Press. 2011
[15.] Huber, M.: Plurizentrik in DaF-Lehrwerken: Zwei Lehrwerkreihen im Vergleich. In Csernicskó I., Kozmács I. (szerk.), Kétnyelvűség - oktatás - nyelvmenedzselés: Írások, tanulmányok Vančo Ildikó születésnapjára. Nyitra: UKF. 2021. pp. 113-127.
[16.] Ammon, U.: Die deutsche Sprache in Deutschland, Österreich und der Schweiz: Das Problem der nationalen Varietäten. Berlin: De Gruyter. 1995
[17.] Muhr, R.: Österreichisches Deutsch und interkulturelle Kommunikation im Kontext des Faches Deutsch als Fremdsprache. ÖDaF Mitteilungen: Informationen des Vereins „Österreichischer Lehrerverband Deutsch als Fremdsprache“ 1, 1996b. pp. 31-44.
[18.] Glauninger, M. M.: Österreichisches Deutsch. Deutschunterricht für Ungarn, 14(1-2), 2001. pp. 107-108.
[19.] Neuland, E.: Variation in der deutschen Sprache: Auswirkungen auf den (Fremd)Sprach(en)unterricht. In S. Moraldo (szerk.), Deutsch aktuell 2: Tendenzen der deutschen Gegenwartssprache. Rom: Carocci. 2011. pp. 48-63.

[20.] Hensel, S. N.: Welches Deutsch sollen wir lehren? Über den Umgang mit einer plurizentrischen Sprache im DaF-Unterricht. Zielsprache Deutsch, 1, 2000. pp. 31–39.
[21.] Council of Europe: Common European Framework of Reference for Languages. Strasbourg: Language Policy Unit. 2002
[22.] https://www.englishprofile.org/ (letöltés időpontja: 2022. 06. 22.)
[23.] Glaboniat, M., Müller, M., Rusch, P., Schmitz, H., Wertenschlag, L.: Profile deutsch: Gemeinsamer europäischer Referenzrahmen. Stuttgart: Langenscheidt. 2002
[24.] McKinley, J., Thompson, G.: Washback effect in teaching English as an international language. In J. I. Liontas, M. DelliCarpini, S. Abrar-ul-Hassan (szerk.), TESOL Encyclopedia of English Language Teaching (1st ed.). Hoboken, NJ: Wiley. 2018. pp. 1-12.
[25.] Pearson, I.: Tests as levers for change. In D. Chamberlain, R. J. Baumgardner (szerk.), ESPM in the classroom: Practice and evaluation. London: Modern English. 1988. pp. 98-107.
[26.] Réti, M.: A tanterv szerepe és lehetőségei a tartalmi szabályozásban – nemzetközi kitekintés alapján. In Bánkuti Zs., Lukács J. (szerk.), Tanterv, tankönyv, vizsga. Budapest: Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet. 2015. pp. 11-32.
[27.] Einhorn Á.: Az idegen nyelvi érettségi vizsga reformja. In Vágó I. (szerk.), Fókuszban a nyelvtanulás. Budapest: Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet. 2007. pp. 73-105.
[28.] Vígh, T.: A kétszintű idegen nyelvi érettségi tanítási-tanulási folyamatra gyakorolt hatása: Egy tanári kérdőíves felmérés eredményei. *Iskolakultúra* 7-8, 2012. pp. 62-79.
[29.] https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/erettsegi/kerdoiv2021/elo_idegen_nyelv.pdf (letöltés időpontja: 2022. 06. 27.)
[30.] Muhr, R.: Österreichisch – Bundesdeutsch – Schweizerisch: Zur Didaktik des Deutschen als plurizentrische Sprache. In R. Muhr (szerk.), Internationale Arbeiten zum österreichischen Deutsch und seinen nachbarsprachlichen Bezügen. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky. 1993. pp. 108-123.

**Lektorálta:** Dr. Fenyvesi Anna, habilitált egyetemi docens, SZTE BTK Angol-Amerikai Intézet

# ONLINE EDUTAINMENT
# A POSSIBLE CONGRUENCE BETWEEN EARLY LANGUAGE ACQUISITION WHILE PLAYING AND THE FLOW STATE IN VOCABULARY DEVELOPMENT DURING VIDEO GAMING

**Robert Arnold-Stein**
*University of Pannonia, PhD student, arnoldstein.robert@phd.uni-pannon.hu*

**Abstract**
Vocabulary acquisition is the most beneficial, still the hardest part of language learning. The child–adult interactions, especially playing, provide children with the most advantageous input to acquire language, because it utilizes implicit learning which takes place independently of conscious attempts when doing an animated cheerful activity. A prototypical example of learning by using explicit systems might be the late acquisition of a second language. Both the implicit and the explicit systems form their own mental representation in each person's brain by using inherent patterns that can serve an overall and/or higher goal which cause more adaptable neuroplasticity. Such systems are driven by neurotransmitters, particularly dopamine, which is attributed to every individual in completing a task, experiencing little wins and procedural learning. Following the latest research data, we attempt to find an answer to whether the video gaming is able to provide a similar environment for language acquisition as playing does for a toddler, due to the predominant application of the implicit system and the dopamine presence when the individual is enjoying little wins. The optimal performance at any task involves a real-time sensory-motor integration with maximal implicitness of the execution and the inhibition of the explicit system, therefore such an intense focusing can lead to the state of flow characterized by nine main elements. Video gamers reported such an experience, which is linked to quick problem solving, improvement of attention and lateral thinking that facilitate the incidental vocabulary acquisition. In our study, we compared 890 Hungarian high school students divided into video gamer and non-gamer groups who completed a receptive vocabulary levels test. It was proven that the video-gamer group performed significantly better compared to their non-gamer peers.

***Keywords****: implicit and explicit learning, state of flow, increased dopamine release, incidental vocabulary acquisition, procedural learning*

## 1. Play and language acquisition

### *1.1 Implicit and explicit learning systems*

The explicit and implicit information processing systems in the brain are employed to acquire, memorize and represent knowledge [1] and learning takes place when both systems cooperate thus the "…hierarchical development of cognitive functions where an increase of integral structures continues to increase the level of complex processing" [2]. While the implicit system is experience based or a form of unconscious incidental and procedural knowledge thus its content can only be transferred into task performance, the explicit system is rule-based or a form of intentional conscious and declarative process thus its content can be accessed to the conscious awareness [3]. Mastering a speech routine may facilitate to identify the grammatical patterns and immediately transfers the implicit knowledge to the explicit representation because the implicit knowledge requires to reiterate the sentence pattern intrinsically in order to rebuild

the sentence consciously [4]. The declarative/procedural (DP) processing model states that the language learning storage and use are based on these discrete memory parts in the brain [5]. Furthermore, according to Schmidt's noticing hypothesis the learners perceive features of the target language which must be incorporated into interlanguage as procedural knowledge to be ready to recognize all meaningful inputs [6]. Moreover, the interoperability between the implicit and the explicit knowledge implies memorizing the grammatical features by practicing the articulation of a grammar patterns which strengthens the motor unit in speech production [7].

*1.2.1 First language acquisition phases*

The phonology semantics and grammar of the L1 is mainly learned and used through the implicit system. Nevertheless, after early childhood the explicit system advances in favour to develop the individual's own vocabulary or mental lexicon, which is expected to rely on the declarative memory while the mental grammar is expected to rely on the procedural memory based on the declarative-procedural model [8]. The acquisition of the first language begins in in infancy (2 months – 1 year) and it depends thoroughly on the implicit learning because the child recognises subjects, objects and feelings and assigns initial voice patterns to them for identification[9]. Through further listening, the child infers additional voice patterns which s/he tries to imitate by vocalizing. Having memorized initial voices in the toddler period (1-4 years) the child mispronounces words, but the parents' error correction is inefficient until the pre-schooler (1-6 years) ages when the explicit learning time is to be initiated and the child acquires the proper pronunciation consciously [10]. In early language acquisition the parental play later the peer-play provide the primary learning environment in which the implicit and the explicit learning is the most effective. Declarative learning also happens in late or adult L2 learning in instructional (school) settings where the individuals recall the implicitly gained L1 grammar information and associate them to L2 grammar explicitly [11].

*1.2.2 Child language acquisition and play*

Activities, such as reading, singing and playing are the best ways for parents to foster their children's healthy mental development during the first 3 years when language acquisition occurs [12]. Playing also includes non-linguistic episodes, which can scaffold the child's early language development by providing predictable and meaningful referential contexts [13]. The development of mental schemes is mainly based on the objects that are carefully displayed by the parents when the child is mapping and denoting objects as mental stimuli through which the s/he formulates voice patterns [14]. In order to activate the primal vocal apparatus the interactive episodes with parents may help to determine the attentional focus and meaningful language reference of their actions. The most facilitating way is the joint attention of the adult-child interaction through which the produced non-linguistic context controls the child's attentional focus and utilization of the recognized object-names [15]. More adult-child joint attention induces a virtuous circle in which the child's actual idiomatic attention turns towards novel objects and their labelling. Symbolic and imaginative play sessions are also powerful vehicles to gain the child's motivation of determining the meaning of novel words of the mother tongue from context in an effortless way and keep the process of acquisition dynamic [16]. Symbolic play occurs when children apply objects to symbolize other objects whereas imaginative play occurs when children pretend to be someone, and the rule of the play is given by the fictional roles. Through more playing sessions the expressions of emotions intentions and compulsions are acquired as well as their linguistic references as words which are all stored in the mental lexicon along with additional constructed categories for novel features [17]. The

child play requires uttering words and structures constantly which can be considered a practicing area[18] that strengthens the comprehension of exposure [19].

### *1.3.1 Flow*

Flow is a mental state of optimal performance accompanied by a deep immersion in the task at a given time with well-defined goals and immediate feedback. The flow state relates to the challenges of the task and the skills obtained by the individual in which the task is seen as an opportunity for action. The pleasure of a task and the expected reward is due to the possible discovery and learning opportunity of a novel ability or expertise as well as of the fun of interaction found within the action. [20]. There are several environmental influences of flow like the personal importance of the task achievement motives (reward) and balance of challenge between the skills and risks. Interestingly, flow happens much frequently at active work than at recreation although the routine inhibits its development [21]. Research reveals that individuals who undergo flow state feel it as optimal and high performance of the brain while completely immersing in an activity and all decisions move fluidly to the next effortlessly with distorted time experience [22]. Nearly all the brain's inputs become transmitted towards a single activity due to muted interference from thinking for saving capacity sources by using a quicker and more efficient subconscious form of processing instead [23]. During the flow state the mind maintains two essential forms of intrinsic motivation mastery of comprehension and autonomy. Besides, the mind is in a loss of reflective self-consciousness in which timespan the brain implements any highly practiced skill represented in the implicit system without the interference of the explicit system. The implicit system is associated with the competence-based knowledge supported primarily by the basal ganglia which is applied to the effortless information processing that characterizes the flow state. The explicit system is linked to the cognitive functions located in the frontal lobe and the medial temporal lobe structures, which are responsible for cognitive flexibility. "…the experience of flow is a state of transient hypofrontality that enables the temporary suppression of the analytical and meta-conscious capacities of the explicit system" [24]. If the facilitating conditions are efficiently combined into production, the cognitive state allows the person to learn new skills, solve issues and create something novel.

### *1.3.2 Flow and implicit learning*

The explicit and implicit systems are significant at highly skill demanded human performances as well as for the easiness and flexibility that characterizes the flow experience. If the complexity of the task is greater than the capacity limit of the explicit system information processing or learning cannot occur; on the other hand, the implicit system does not seem to have capacity limit, because its performance is limited just to the quantity of the information of the motor tasks e.g., the finger movements on the video game controller which can be developed by practice [25]. The implicit learning process controls the acquisition of cognitive motor and social skills which are based on the facilitative operation of the dorsolateral prefrontal cortex. Having decided the precise movement, the primary motor cortex sends the output to the specific muscles thus the muscle memory can be acquired through the neuromuscular system by repetition [26]. The control of the basal ganglia and the supplementary motor cortex are supported by perceptual input from the parietal cortex without cognizant usage of the working memory thus the performance of the implicit expertise avoids awareness [27]. Motor skills are efficient when they are not explicitly factual but rather automatic without the inhibition of the explicit system facilitates the entrance into flow.

### *1.3.3 Flow and video gaming*

The concept of flow is often used by video gamers because they sustain high emotional states for long periods especially which contain highly realistic simulations of virtual environments like multiplayer online games [28]. According to the 'GameFlow' model the essential elements must be present to sustain the flow experience, like balance between skill and challenge, control of the situation, clear goal, immediate feedback, concentration, immersion and social interaction [29]. The flow factors are exerted by emotional and attentional processes signified particularly in cognitive and sensorimotor systems and the implication of midbrain reward system structures, which reflects enjoyment and positive game experience [30]. In action video games the active confrontation of the enemy initiates events which require effective control and focus which factors provide objective evidence for the actual presence of flow. Meanwhile the flow is idle when there is no direct enemy presence which gives opportunity of mapping in the virtual area or discussing the possible opportunities or strategy.

### *1.4.1 Video gaming and vocabulary learning*

The video games provide an opportunity for social interactions in which the participant encounters something novel, appealing and motivating [31]. The predominantly verbal (action) games promote memorising basic sentence chunks and patterns by practicing them in verbal communication, in addition, all figures, places and actions have names and attributes as innumerable nouns adjectives and verbs for vocabulary input. Every game has language set up and many users exploit the language learning potential regarding the English language because digital media uses English at most extent thus its encouraging chance of practice may be beneficial to English learners. Research found positive correlation among 60% of the responders between their game playing frequency and its usability for language learning they also believe video games are easy to use as they carry valuable and updated English vocabulary [32]. The gamers can enjoy their self-directed language learning because of the competitiveness and because orthographical regularities are difficult to acquire with playing thus the formal education is essential for L2 grammar. After all, games are effective in promoting L2 emergent literacy development for language learners, because the acquired verbal and literacy skills in early years of education are the most advantageously supported with the use of online games [33].

### *1.4.2 Video gaming and implicit / explicit learning*

Visual perception is an important part of video gaming as it can form a perceptual representation of 'what' there is versus exerting visuo-motor control of 'how' to act, therefore the nature of the stimuli initiates the corresponding system [34]. The controller usage requires mostly implicit knowledge, although due to the nature of the video games they can provide occurrences which generate transition between implicit knowledge into the explicit representation, like when a gamer explains the controller usage at a game [35]. The language exposure is also continuous while video gaming thus the possible intake can be powerful, motivating and contains metalinguistic information to some extent which leads to better performance with the explicit corrections [36]. The written rules of the games also contain novel vocabulary and the grammar of the target language which can be integrated into the participant's interlanguage. The L2 grammar is expected to be dependent on declarative memory at lower levels and rely on procedural memory at higher levels thus it must be practiced frequently. Lexical processing in L1 and L2 relies on similar neural substrates, but L1 and L2 grammatical processing differ

qualitatively and quantitatively with the area and level of activation and are becoming more automatic at higher fluency [37].

### *1.4.3. Error and feedback as a trigger of learning*

Implicit learning also occurs when the rules are reused from the knowledge gained from similar games. Implicit and explicit learning may take place at once in video games from different feedbacks e.g., sequential failures mean that one of the gamer's abilities is not up to the difficulty of the game level, although the gamer must find out explicitly which skill should be improved. It simply means to remap the prior actions to discover the exact origin of the failure. The explicit corrections were more meaning-based than the implicit ones thus the learner is required to percept, analyse and integrate the linguistic features of the feedback. The implicit correction does not trigger the notification of the failure to the same extent as the explicit correction, although Varnosfandrani and Baskturmen's research claims that the best is when both are present simultaneously [38]. There is a strong possibility to find both correction types in action video games (MMORPG/MOBA), because situational inference may take place or peer correction when one can explain the erroneous movements. The participants of video games are naturally expecting error correction occurrences while gaming due to the possibility of frequent errors. Furthermore, the explicit correction works sufficiently for morphological features as well, which means that the learner who relies more on explicit corrections, the errors s/he makes may trigger more accurate perception of the nature of the mistake and the extent to which it differs from its existing form in her/his interlanguage. Besides, the video gamers hold and watch game streaming, gamer podcasts and one to one verbal conversation sessions in chat rooms where anybody can comment on which sentences can be used as language recast that works as a recurrent discourse device [39].

## *1.5. Reward learning and dopamine presence*

Both infants/toddlers and teenager video gamers live in a rewarding and learning environment that provides intense stimuli for dopamine rich activities. Children are presented ubiquitously with stimuli, actions and contexts that activate positive reactions and by which the children's behaviour is modified with satisfaction when a novel reward occurs [40]. Reward learning works as intrinsic motivation through voicing when the child's intention in an uttered word reaches her/his goal thus obtaining more vocabulary means to possess more verbal power to win more reward [41]. The motivated students experience success in video gaming also because it displays challenging, interesting and educative activities and tasks at once with the promise of winning. The flow theory characterizes a mental state that may occur when performing activities featuring as autotelic and intrinsically rewarding which must be challenging but on the appropriate level of the participant thus facilitate better remembering and elevated sense of self control [42]. In game play there is a clearly present reward which can be achieved by the participant (9 conditions of flow by Csíkszentmihályi [43]). Factors of flow are connected to the reward system because this is activated in response to events defined by keeping an equilibrium between the challenge of the game and the gamer's skill. Such activity makes changes in midbrain areas closely related to emotion and reward processing manifested as rewarding effect of moments when the participant is able to cope with the demands of the task. Dopamine is a primary neurotransmitter that is involved in basal ganglia and the dorsolateral prefrontal cortex, and it is known to be instrumental in cognitive flexibility. An initial dopamine response to a rewarding stimulus encodes information about the salience, value and the context of a reward as well as the environmental exposure and the use of a second language are also considerable factors [44]. Thus video gaming can be linked to bilingual language performance

e.g., switching tasks which facilitate the performance on cognitive control tasks. For instance, Spanish-English bilinguals [45] and monolinguals show difference in word learning and bilinguals seems to be faster and more accurate in making decisions and have improved accuracy in learning new words [46]. Advantages of word learning are caused by extensive usage of striatum (putamen, caudate nucleus) which are linked to language control in bilinguals. By the adaptive control hypothesis [47] dopamine is important because the control-oriented mechanisms are needed to handle more languages to make the decision process more effective [48].

## 2. Study

### *2.1 research questions*

In order to reveal the facilitative effect of video gaming on English vocabulary development we initiated quantitative research, where we used a vocabulary levels test to compare the vocabulary knowledge of the gamer participants to their non-gamer peers. We have focused on measuring the receptive vocabulary level of the participants, thus the VLT test instrument was employed [49].

Our main research question was:
*How much does the video gaming contribute to the participants' results in a VLT test?*

Subordinate research questions:

- How much does watching videos in English contributes to the participants' results in VLT test?
- How much does the socioeconomic background of the participants contribute to the participants' results in VLT test?
- How much do participants' grades of English at school contribute to the participants' results in VLT test?

### *2.2 Participants, methods*

We conducted quantitative research because we expected more than 500 respondents with the cross-sectional cohort survey, with two consecutive samplings: the aim of the first sampling was to define the video gamers as the experimental group and the non-gamers as the control group, then we were able to run the VLT test on both groups. The participants were 890 secondary school students, between 14-20 years old ranging between 9-13 graders. Both surveys were run online and anonymously. Having validated the results, the non-gamer group consisted of 244 students which equals 27.5% of the participants and the video gamer group comprised 646 students, which is 72.5% of the participants, which shows a vast majority. However, these video gamers were various by playing *any* kind of video game on a daily basis including the hard-core gamers to the soft-core gamers. They differentiate in the played hours per day, the quality and the type of their gadget and the type of game which they play on, although both groups play games that run in English. Variables that we used to answer the subordinate research questions were gamer/non-gamer, watching videos in English, socioeconomic background, participants' grades of English. The latter was used as a confirmation of the evaluation of the test outcomes, because the student with a better English grade likely reaches a better VLT test result. We used SPSS 25 for the statistical calculations.

*2.3. Statistical findings*

The skewness and the kurtosis at the 'Gamers' are close to 0, which indicates normal distribution, but with the 'Non-Gamers' the numbers are close to 1, which means the dataset is the not-normally distributed (Table 1.).

**Table 1. Descriptives**

| **Do the participant play video games?** | **N** | **Mean** | **Median** | **Mode** | **SD** | **Skewness** | **Kurtosis** | **Range** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Gamers (Yes)** | 646 | 42.08 | 33 | 22 | 21.30 | .75 | -.68 | 77 |
| **Non-gamers (No)** | 244 | 56.55 | 58.50 | 70 | 20.72 | -.09 | 1.16 | 77 |

Significance must be bigger than 0.05, but D (646/244) = 0.00, thus it violates the assumption of normal distribution, consequently both of our data sets are not normally distributed.
In conclusion, we can only run a non-parametric test on our data, because our data set is not normally distributed (Table 2.).

**Table 2. Test of normality**

| **Do the participant play video games?** | **Kolmogorov-Smirnov[a]** | | | **Shapiro-Wilk** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| **Gamers (Yes)** | .181 | 244 | .000* | .883 | 244 | .000 |
| **Non-gamers (No)** | .085 | 646 | .000* | .955 | 646 | .000 |

* This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

A simple linear regression (Table 3.) was performed to test if *participants play video games* significantly predicted the participants' VLT test results. $R^2$ $(.323)^2$ = .103 = 10.3% of the performance can be accounted for video gaming, the 89.5% of the performance of VLT tests can be explained with other variables. p = .00 (p < .001)

**Table 3. Regression**

| **Model summary[b]** | | | | Std. error of the estimate | Change statistics | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Model** | R | $R^2$ | Adj.$R^2$ | | $R^2$ change | F change | df1 | df2 | Sig. F change | Durbin - Watson |
| **1** | ..323[a] | .10 | .103 | 21.21 | .10 | 56.71 | 1 | 685 | .000 | 1.85 |

a. Predictors: (Constant), Do participants play on video games?
b. Dependent Variable: Grouped Participants' results of VLT in %

The ANOVA test (Table 4.) revealed that there was a statistically significant difference in participants' VLT test results between gamers and non-gamers F (1, 680) = 56.71, p = 0.00. It was found that playing video games significantly influences VLT test results (β = 14.46, p < .000).

**Table 4. ANOVA[a]**

| Model | | Sum of squares | df | Mean square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Regression | 25534.63 | 1 | 25534.63 | 56.71 | .000[b] |
| | Residual | 218808.02 | 680 | 450.22 | | |
| | Total | 244342.65 | 681 | | | |

a, Dependent variable: Grouped Participants' VLT test results
b, Predictors: (Constant), Do participants play video games?

The $R^2$ term is equal to 0.629, indicating that 62.9% of the variability in the VLT test results is explained by the predictors (socioeconomic background participants' grade of English, do participants play video games? and watching videos in English). (Table 5.)

**Table 5. Model summary**

| Model | R | $R^2$ | Adjusted $R^2$ | Std. error of the estimate |
|---|---|---|---|---|
| 1 | .795[a] | .632 | .629 | 12.733 |

a. Predictors: (Constant), Participants' socioeconomic background, Participants' grade of English, Do participants play on video games?, Watching videos in English

Individual contributions of the variables in the model, (Table 6.) reveals that, B = (intercept) 42.07, it means if there is no video gaming involvement, on average 42.07 % can be reached in the VLT test, approx. at 1,500-word level. On the other hand, if a person starts playing video games, s/he can obtain 14.46 % higher score in a VLT test approx. at 2,000-word level. That 15% means a gamer knows 500-750 words more in average than a non-gamer.

**Table 6. Coefficients[a]**

| Model | Unstandardized coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. | Collinearity Statistics | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | B | Std. error | Beta | | | Tolerance | VIF |
| 1 constant | 42.07 | 1.35 | | 30.97 | .000 | | |
| Do participants play video games | 14.46 | 1.92 | 323 | 7.53 | .000 | 1.00 | 1.00 |

a. Dependent Variable: Grouped Participants' VLT test results

The Spearman's rho correlation (Table 7.) was used with a one-tailed analysis, because we had a hypothesis of such circumstances (video gaming) that are positively influencing the participant's test results. Participants' VLT test results correlated significantly with participants' grade of English, r = .83 video gaming r = .33, and participants' socioeconomic background, r = .38. Whereas watching videos in English was insignificant in correlation with participants' VLT test results r = .16. All $p < .001$. $R^2$ $(.833)^2$ = 0.6889 (68.89%), the participant's grades of English were correlated highly with VLT test scores, it can account for 69% of variation in test scores means that who had better grades can perform better on VLT test, which is a proof of test validity. $R^2$ $(.38)^2$ = .1444 (14.44%), the socioeconomic background of the participants was highly correlated with VLT test scores, it can account for 14.44% of variation in test scores. This result can be explained by the fact that the more expensive equipment the MMORPG or MOBA games require gives the participants more opportunity to communicate in English and thus to be exposed to more extensive vocabulary.

**Table 7. Correlation**

| Spearman's rho | | Grouped Participant's VLT test results | Participants' grade of English | Participants' socioeconomic background | Do participants play video games? | Watching videos in English |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Grouped participant's VLT test results** | Correlation coefficient | 1.00 | .833** | .381** | .338** | .165 |
| | Sig. 2-tailed | | .00 | .00 | .00 | .07 |
| | N | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 |

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

* Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed)

## 3. Conclusion

Having correlated variables that could modify our test results significantly we found that watching videos in English did not correlate significantly with the test results, thus in our research the non-interactive activity could not add to improving English literacy significantly. We also found play as the significant provider of the procedural and declarative learning occurrences by creating an intrinsic atmosphere for toddlers, and teenagers with presence of flow experience. Moreover, a communicative video game is a possible vehicle of language acquisition through implicit and explicit learning opportunities, when the participant discovers the virtual area to identify the objects and vocalise the items and makes the rules fit in the one's mental map. A failure event usually causes a little jolt in the flow, which means the player intensively looks for the reason of the failure consciously by using the declarative system, although an accelerated seek can lead to another flow experience. When a game level is completed, the subsequent level carries more difficult tasks in which, the player initiates a rediscovery of the unknown objects in order to expand the knowledge up the present game level otherwise the interest of the level cannot be maintained. Every small achievement is rewarded with dopamine hormone, which triggers the brain to pursue further novel and challenging situations with the potential of winning.

Play also assists the effortless progress of higher proficiency level of vocabulary knowledge and better fluency which means low activation of certain brain areas because the brain does not need to deploy subordinate sources to subserve language processing. Whereas the grammar is difficult to acquire in video game play thus the participants require instructional education to improve their language proficiency as it is seen in the correlation between the language grades and video gaming. After all, video games are effective in promoting extensive literacy development by using the target language on a daily basis supported with education, especially for those children who can play independently.

## 4. Citations

## References


[1.] Sun, R. (2001). *Duality of the Mind: A Bottom-Up Approach toward Cognition*. Lawrence Erlbaum Associates: Mahwah, NJ, USA.

[2.] Gold, J., & Ciorciari, J.A. (2020). A Review on the Role of the Neuroscience of Flow States in the Modern World. *Behavioral Sciences, 10*(9), pp. 5. doi:10.3390/bs10090137

[3.] Dienes, Z., & Perner, J. (2002). A theory of the implicit nature of implicit learning. In R. M. French & A. Cleeremans (Eds.), *Implicit learning and consciousness*, 68–92. Psychology Press.

[4.] Wessel, J. R., Haider, H., & Rose, M. (2012). The transition from implicit to explicit representations in incidental learning situations: more evidence from high-frequency EEG coupling. *Experimental brain research, 217*(1), 153–162.
[5.] Ullman, M. 2001.A neurocognitive perspective on language: The declarative/procedural model. *Nature Reviews Neuroscience 2*(), 717–726.
[6.] Schmidt, R. (2012). Attention, awareness, and individual differences in language learning. In. Chan, W. M., Chin, K. N., Bhatt, S. K. & Walker, I. (eds.). Perspectives on individual characteristics and foreign language education. *Studies in second and foreign language education*. *(6)*, 27–50. De Gruyter Mouton.
[7.] Smith, A., Zimmermann, G. N., & Abbas, P.J. (1981).Recruitment Patterns of Motor Units in Speech Production. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 24*(4), 567-576. doi:10.1044/jshr.2404.567
[8.] Ullman, M. (2001). A neurocognitive perspective on language: The declarative/procedural model. *Nature Reviews Neuroscience 2*(), 717–726.
[9.] Yang, J., Li, P. (2012). Brain Networks of Explicit and Implicit Learning, *PLoS ONE 7*(8). e42993.
[10.] Kristen, S., Sodian, B., Licata, M., Thoermer, C., & Poulin-Dubois, D. (2012). The development of internal state language during the third year of life: A longitudinal parent report study. *Infant and Child Development, 21*(6), 634–645.
[11.] Dienes, Z., & Perner, J. (1999). A theory of implicit and explicit knowledge. *Behavioral and Brain Sciences, 22*(5), pp. 752. doi:10.1017/S0140525X99002186
[12.] Kristen, S., Sodian, B., Licata, M., Thoermer, C., & Poulin-Dubois, D. (2012). The development of internal state language during the third year of life: A longitudinal parent report study. *Infant and Child Development, 21*(6), 634–645.
[13.] Tomasello, M., & Farrar, M. J. (1986). Joint attention and early language. *Child development*, *57*(6), 1454–1463.
[14.] Christakis, D., Zimmerman, F. & Garrison, M. (2007). Effect of Block Play on Language Acquisition and Attention in Toddlers. *Archives of pediatrics & adolescent medicine. 161*(10), 967-71. DOI: 10.1001/archpedi.161.10.967
[15.] Tomasello, M., & Farrar, M. J. (1986). Joint attention and early language. *Child development*, *57*(6), 1454–1463.
[16.] Buttelmann, D., Over, H., Carpenter, M., & Tomasello, M. (2014). Eighteen-month-olds understand false beliefs in an unexpected-contents task. *Journal of Experimental Child Psychology, 119*, 120–126. doi:10.1016/j.jecp.2013.10.002
[17.] Meadows, S. (2005). *The Child as Thinker: The Development and Acquisition of Cognition in Childhood*. 2nd ed. New York, NY, Routledge
[18.] Tomasello, M., & Mervis, C. (1994). The instrument is great, but measuring comprehension is still a problem. *Monographs of the Society for Research in Child Development, 59*(5), 174–179.
[19.] Lillard, A. S., Lerner, M. D., Hopkins, E. J., Dore, R. A., Smith, E. D., & Palmquist, C. M. (2013). The impact of pretend play on children's development: A review of the evidence. *Psychological Bulletin, 139*(1), 1-34. http://dx.doi.org/10.1037/a0029321.
[20.] Csíkszentmihályi, M. (2000). *Beyond Boredom and Anxiety. Experiencing Flow in Work and Play*. 25th Anniversary Edition. San Francisco: Jossey-Bass.
[21.] Gold, J., & Ciorciari, J.A. (2020). A Review on the Role of the Neuroscience of Flow States in the Modern World. *Behavioral Sciences, 10*(9), 137. doi:10.3390/bs10090137
[22.] Csíkszentmihályi, M., Abuhamdeh, S., and Nakamura, J. (2005). Flow. In. Elliot, A.J., Dweck, C.S., (Eds.). *Handbook of Competence and Motivation*. pp. 598–608. The Guilford Press: New York, NY, USA.

[23.] Dietrich, A. (2004). Neurocognitive mechanisms underlying the experience of flow. *Consciousness and Cognition*, *13*(4), 746–761.
[24.] Ibid. pp. 746.
[25.] Rose, M., Haider, H., & Buchel, C. (2010). The emergence of explicit memory during learning. *Cerebral Cortex, 20*(12), 2787–2797.
[26.] Dietrich, A. (2003). Functional neuroanatomy of altered states of consciousness. The transient hypofrontality hypothesis. *Consciousness and Cognition, 12*, 231–256.
[27.] Dietrich, A. (2004). Neurocognitive mechanisms underlying the experience of flow. *Consciousness and Cognition*, *13*(4), 746–761.
[28.] Borderie, J., & Michinov, N. (2016). Identifying Flow in Video Games: Towards a New Observation-Based Method. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations (IJGCMS), 8*(3), 19-38. http://doi.org/10.4018/IJGCMS.2016070102
[29.] Klasen, M., Weber, R., Kircher, T. T. J., Mathiak, K. A., Mathiak, K. (2012) Neural contributions to flow experience during video game playing, *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *7*(4), 485–495.
[30.] Ibid.
[31.] Sherry, J. L., Lucas, K., Greenberg, B. S., & Lachlan, K. (2006). Video game uses and gratifications as predictors of use and game preference. In Vorderer, P. & Bryant, J. (Eds.), *Playing video games: Motives, responses, and consequences,* 213–224. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
[32.] Blume, Carolyn. (2019). Games people (don't) play: An analysis of pre-service EFL teachers' behaviors and beliefs regarding digital game-based language learning. *Computer Assisted Language Learning*. *33*(1). DOI:10.1080/09588221.2018.1552599
[33.] Eisenchlas, S., Schalley, A., & Moyes, G. (2015). Play to learn: self-directed home language literacy acquisition through online games. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism, 19*(2), 1-17. DOI:10.1080/13670050.2015.1037715
[34.] Dienes, Z., & Perner, J. (1999). A theory of implicit and explicit knowledge. *Behavioral and Brain Sciences, 22*(5), 735-808. doi:10.1017/S0140525X99002186
[35.] Wessel, J. R., Haider, H., & Rose, M. (2012). The transition from implicit to explicit representations in incidental learning situations: more evidence from high-frequency EEG coupling. *Experimental brain research, 217*(1), 153–162.
[36.] Varnosfadrani, A., & Basturkmen, H. (2009). The effectiveness of implicit and explicit error correction on learners' performance. *System, 37*(1), 82-98. DOI:10.1016/j.system.2008.04.004
[37.] Abutalebi, J. (2008). Neural processing of second language representation and control. *Acta psychologica*, *128*(3), 466-78. 466-78.
[38.] Varnosfadrani, A., & Basturkmen, H. (2009). The effectiveness of implicit and explicit error correction on learners' performance. *System, 37*(1), 82-98. DOI:10.1016/j.system.2008.04.004
[39.] Ashby, F.G., & Maddox, W.T. (1998). Stimulus categorization. In *Measurement, Judgment and Decision Making*, pp. 251–301. Elsevier: New York, NY, USA.
[40.] Berridge, K., C. (2001). Reward learning: Reinforcement, incentives, and expectations. In. Medin D. L. (Ed.). *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, 40, 223–278. Academic Press.
[41.] Kristen, S., Sodian, B., Licata, M., Thoermer, C., & Poulin-Dubois, D. (2012). The development of internal state language during the third year of life: A longitudinal parent report study. *Infant and Child Development, 21*(6), 634–645.
[42.] Csíkszentmihályi, M., Abuhamdeh, S., and Nakamura, J. (2005). Flow. In. Elliot, A.J., Dweck, C.S., (Eds.). *Handbook of Competence and Motivation*. pp. 598–608. The Guilford Press: New York, NY, USA.

[43.] Csíkszentmihalyi, M. (1996). *Creativity*. New York: Harper Perennial. pp.111-113.
[44.] Wong, Patrick & Morgan-Short, Kara & Ettlinger, Marc & Zheng, Jing. (2012). Linking Neurogenetics and Individual Differences in Language Learning: The Dopamine Hypothesis. Cortex. *A journal devoted to the study of the nervous system and behavior, 48*(9) 1091-102.
[45.] Hernandez, A., Greene, M., Vaughn, K., Francis, D., & Grigorenko, E. (2015). Beyond the bilingual advantage: The potential role of genes and environment on the development of cognitive control. *Journal of Neurolinguistics. 35*. 109-119.
[46.] Kaushanskaya, M. & Marian, V. (2009). Bilingualism Reduces Native-Language Interference During Novel-Word Learning. Journal of experimental psychology. *Learning, memory, and cognition, 35*(3), 829-35.
[47.] Green, & Abutalebi J. (2013). Language control in bilinguals: The adaptive control hypothesis. *Journal of Cognitive Psychology, 25*(5).
[48.] Wong, Patrick & Morgan-Short, Kara & Ettlinger, Marc & Zheng, Jing. (2012). Linking Neurogenetics and Individual Differences in Language Learning: The Dopamine Hypothesis. Cortex. *A journal devoted to the study of the nervous system and behavior, 48*(9) 1091-102.
[49.] Webb, S., Sasao, Y., & Ballance, O. (2017). The updated Vocabulary Levels Test: Developing and validating two new forms of the VLT. ITL - *International Journal of Applied Linguistics. 168*(1).

**PhD Supervisor:** Dr. Ildikó Hortobágyi, Associate Professor, University of Pannonia/Veszprém

# Támogatóink:


















EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTÉRIUMA



INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI
MINISZTÉRIUM

A pályázat az Emberi Erőforrások Minisztériuma megbízásából az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő által meghirdetett Nemzeti Tehetség Program NTP-TK-M-21-0002 kódszámú pályázati támogatásból valósult meg.

# Támogatóink:



MESTERSÉGES INTELLIGENCIA
Nemzeti Laboratórium



PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
VIROLÓGIAI
NEMZETI LABORATÓRIUM






















**Együttműködő partnerünk:**



# XXV. TAVASZI SZÉL KONFERENCIA

Pécsi Tudományegyetem

**2022. május 6-8.**

www.dosz.hu