

Nyelvi-matematikai kognitív mérőteszt alkalmazása a felsőoktatásba belépő hallgatóknál

Using a linguistic - mathematical test to evaluate freshmen

Oláh Tibor, PhD

Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium,

tiborolah71@gmail.com

Berezvai Szabolcs

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Műszaki Mechanikai Tanszék,

berezvai@mm.bme.hu

Sipos Bence

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,

bence.sipos.sb@gmail.com

Szilágyi Brigitta, PhD

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Geometria Tanszék, Budapesti Corvinus

Egyetem, Matematika és Statisztikai Modellézés Intézet, szilagyi@math.bme.hu

Absztrakt

Amikor az egyetemi oktatásba bejövő hallgatókat teszteljük, többféle célt fogalmazhatunk meg. Egyik ilyen lehet, hogy egy adott kurzus teljesítéséhez szükséges ismeretekkel bír-e a diák. Amennyiben nem, akkor speciális, az adott tárgy szükségleteit szem előtt tartó felzárkóztató kurzust hirdethetünk a sikertelen teljesítők számára, hogy megakadályozzuk a leszakadásukat. Az ilyen felmérés egy másik kimenete lehet egy olyan mérősor összeállítása, aminek eredményéből arról szeretnénk következtetéseket megfogalmazni, sikerrel veszi-e a bejövő hallgató az egyetemi képzésben megjelenő akadályokat, nem fog-e rövid időn belül

lemorzsolódni. Miként lenne jó egy olyan tesztet megalkotni, ami az utóbbi célt tekinti elsődlegesnek?

Cikkünkben egy ilyen, komplex tesztet mutatunk be, amelyet mostanra néhány száz hallgatóval töltöttünk ki. Ez a teszt reményeink szerint alkalmas arra, hogy segítse a felsőoktatásba bekerülőket és oktatóikat abban, hogy meglássák, szükség van-e a felzárkózást segítő beavatkozásokra, emellett a tehetségesek figyelmét a számukra leginkább megfelelő utakra hívja föl, hogy a későbbiekben sikeresen birkózzanak meg az új oktatási forma nehézségeivel, tehetségüket ki tudják bontakoztatni. Az általunk kidolgozott nyelvi és matematikai kérdéseket is tartalmazó felmérő alapul szolgál a nyelvi és matematikai kogníciók közötti kapcsolatok feltárásában.

Abstract

We can formulate multiple goals, when students entering university education are tested. One of these may be whether the student has the knowledge required to complete a particular course. If not, we can recommend unsuccessful performers special catch-up courses covering the needs of the particular subject in order to prevent them from falling out. Another output of such a test could be to compile a series of measures from which we could conclude whether first-year students successfully overcome the obstacles of university education and will not drop out in the short term.

How could it be possible to create such a test that prioritizes this latter goal? In this article, we present such a complex test, which was completed by a few hundreds of first-year students. We hope that this test is suitable to help first-year students entering higher education and their educators to see if there is a need for catch up, and to draw the attention of talents to the most suitable ways for them to successfully cope with the difficulties of the new form of education and to support them to unfold their talent. The proposed test, which also includes linguistic and mathematical questions, serves as a basis for exploring the relationships between linguistic and mathematical cognitions as well.

Kulcsszavak: nyelvi kompetencia, matematikai kompetencia, kogníció, lemorzsolódás, tehetséggondozás

Keywords: linguistic competence, mathematical competence, cognition, dropout, talent management

1. Bevezetés

*Kertemben érik a
leveles dohány.*

*A líra: logika;
de nem tudomány. (József Attila: Ha lelked, logikád)*

Nemzetközi szinten sokféle törekvés van arra, hogy a felsőoktatás és a közoktatás közötti szakadékot áthidaljuk. Minden ilyen szándék kiindulópontja, hogy a bejövő hallgatót megismerjük. Így tudjuk őt célzottan segíteni (Langie 2018, Bakonyvári 2017, Szilágyi 2019, Hives 2017).

Egy fontos szempontot szem előtt kell tartanunk: ki kell védenünk azt, hogy a hallgató egyetlen dolgozat, egyetemi mérés bizonyos típusú feladatainak elvégzéseként értelmezze, tekintse az eseményt. A magyar felsőoktatás (de az ezt megelőző oktatási szintekről is elmondható) számonkérési struktúrája kiválóan alkalmazkodik a tömbösített tanuláshoz: a ritkán, ellenőrző jelleggel véghez vitt tesztelések eredménye dönt egy-egy tárgy sikeres teljesítéséről; aki egyszer bizonyította, hogy tudja az anyagot, attól a későbbiekben nem kérik számon annak ismeretét. Ez azonban maga után vonja, hogy a hallgató számára gyakorlatias megoldás csak a dolgozatok előtti napot, éjszakát tölteni tanulással, majd gyorsan elfelejteni mindazt, ami így memorizálódott, helyet adva a következő feladatoknak (Berezvai 2019a, Berezvai 2019b).

Tapasztalhatjuk, hogy ez a munkamódszer az egyetemek év eleji felméréseinek abszolválásakor is megjelenik, de mivel ezek a számonkérések csak az alapismeretekre kérdeznek rá, csak pillanatnyi sikerként könyvelhető el. A megmérettetésre való rátanulás már középiskolában alkalmazott jól kiismerhető típusfeladatok számonkérésének formájában. Miért van ezzel gond?

Akár a műszaki, akár a gazdasági képzésben a hallgató számára kiemelten fontos, hogy a bevezető kurzusokon megtanultakat a szaktárgyakban alkalmazni tudja. Több kell annál, hogy néhány típuspéldát kezelni tudjon a diák. Ez nem mindig könnyű feladat, sokan a felsőoktatásban találkoznak vele először (Pacher 2017).

A műszaki felsőoktatásban az egyik legelterjedtebb gyakorlat egy, a gólyákkal megíratott matematika teszttel hozzá látni a fent vázolt probléma megoldásához. Ezzel ellenőrzi az intézmény, hogy a hallgató bír-e a tárgyak teljesítéséhez feltétlenül szükséges ismeretekkel, ki tudja-e számolni a legfontosabb mennyiségeket, nem vét-e súlyos műveleti hibákat. Egy ilyen felmérésnek nem is célja több, komplexebb kérdés megválaszolása (például csoportok kialakítása egy adott szakon, ha differenciált oktatást szeretnénk a későbbiekben megvalósítani). Ezzel csak az alapkészségek és -képességek meglétét ellenőrzik, a kiváló teljesítmény sem záloga a későbbi kiemelkedésnek.

Felmerül a kérdés, van-e mód arra, hogy ennél többet is megtudjunk egy év eleji felmérés eredményéből. Ha ilyen típusú teszt megírása a szándékunk, el kell kerülni, hogy néhány év sorainak ismeretében “ rohamtempóban fel lehessen készülni” rá, továbbá azt is, hogy azokat a hallgatókat se sokkoljuk egy első héten megírt dolgozat gyenge eredményével, akik szakválasztásában a matematika a későbbiekben sem játszik majd fontos szerepet. Egy ilyen tesztelés azzal a segítő szándékkal születik, hogy a hallgatók számára az egyetemen is biztosítani tudjuk annak lehetőségét, hogy a képességeiknek megfelelően a lehető legnagyobb ívű pályán haladjanak tovább.

Ezek átgondolása nyomán egy nyelvi és matematikai feladatokat egyaránt tartalmazó tesztort készítettünk, amivel a fent említettek mellett kiemelt célunk a matematikai és a nyelvi kogníciók tanulmányozása is volt. Tesztünk prediktív értékét a *Novel prediction test for freshmen at BME, Faculty of Chemical Technology and Biotechnology* című írásunkban vizsgáltuk (Szilágyi 2019). Most szeretnénk bemutatni, miért egy ilyen komplexitású tesztben látjuk a céljaink elérését leginkább szolgáló mérőeszközt.

A megismerő funkciók összes területe megjelenik az oktatásban. Amikor egy diák rosszul vagy gyengén teljesít, akkor sokszor éppen ezen funkciógyengeségről lehet szó. A vizuális figyelem problémája léphet fel a szövegszintetizálás és az analizálás feladatainál. A szövegkonstrukció

értelmezése sok esetben szöveganalizálási feladat. Az ok–okozati összefüggések is a gondolkodási kognícióhoz tartoznak. Ezek fel nem ismerése erőteljes problémát jelenthet például a szövegpercepció kapcsán. A probléma megléte esetén nyelvhasználati gyengeséget állapítanak meg a szakemberek.

Nyelv és gondolkodás kapcsolatban van. A nyelv minden módon (talán az artikulációt kivéve) érintett a problémákban. A diszkalkulia vizsgálatoknál kiderült például, hogy a matematikai kompetencia összefügg a nyelvi oldallal is. A nyelvi és a matematikai képesség korrelációjának feltételezései között található az a megállapítás, miszerint a kommunikáció és a matematika között is kimutatható korreláció.

A nyelvet és a matematikát sokan egymástól nagyon különböző két területnek gondolják. A helyzet azonban nem lehet ennyire sarkított. Alapszinten számos kapcsolatot létrehozhatunk nyelv és matematika között. Habár a nyelvnek nincs olyan szabályrendszere, ami megakadályozza az ellentmondásokat, hiszen a nyelvben valami lehet igaz és hamis is egyszerre, amit az intuíciós logika is erősít. A matematika fogalmai (összeg, függvény, teljes indukció) sem felelnek meg a nyelvnek (szó, mondat, egyeztetés), közöttük viszonylag nehezen tudunk releváns kapcsolatokat létrehozni. A matematika axiómarendszerekben gondolkodik, ami meghatározza a kapcsolatokat a fogalmak között.

Ha közelebbről megvizsgáljuk a nyelvet, megtalálhatjuk benne annak axiomatikus jellegét. Egy adott nyelv ábécéjét nevezhetjük halmaznak, így a szavak a halmaz elemeiből létrehozott véges sorozatok. A szavak halmaza két diszjunkt halmazra bomlik: értelmes és nem értelmes szavak halmazára. A szintaxisnak (mondattannak mint halmaznak) is van algoritmusa (a generatív nyelvtanok is igyekeztek algoritmikusan leírni a nyelvet). Az ábécé véges halmaza, amiben a konkatenáció asszociativitásával (azaz a nyelvben a betűk egymáshoz kapcsolásával) elemkapcsolatokat hozhatunk létre. Így jönnek létre a nyelvek, de minden rendszer is.

A nyelv olyan formális rendszer, amiben az alaphalmazból (ábécéből) véges karaktersorozatokat (sztringeket), azaz szavakat hozhatunk létre. Persze, tudjuk, hogy a helyzet nem ilyen egyszerű. Hiszen a szavak aztán szintén véges hosszúságú mondatokat hoznak létre, amelyek pedig szövegeket. Így a véges halmazt alkotó ábécé végtelen számú szöveget képes létrehozni. A Chomsky-féle hierarchia is célul tűzte ki a nyelvtanok típusainak leírását az 50-es évektől, a szabályos és az attól eltérő nyelvtanok analizését, produkciós szabályrendszerét (Chomsky 1956,

Chomsky 1963). Ez azonban csak az írott, karakterisztikusan értelmezhető nyelvre igaz, a hangzós nyelvre, a beszédre nem, ahol van individuális változó is.

2. A tesztek

Tesztünk két nagy egységből (nyelvi és matematikai) álló, a magyar diákok számára szokatlan feladatokat is tartalmazó feladatsor, amelynek segítségével kiszűrhetők bizonyos feladattípusokból tudásdeficittel rendelkező tanulók. Számukra az önálló felzárkózást segítő, segédanyagokat készíthetünk a jövőben, a legjobbaknak pedig a több éve működő tehetséggondozó kurzusainkat ajánlhatjuk.

Matematikából két feladatsort állítottunk össze. Az egyiket azok számára, akik középiskolában az alaptanterv szerint (heti 3-4 órában) tanulták a matematikát, a másikat pedig azoknak, akik fakultációra jártak, és 11-12. osztályban heti 5 órában tanulták a tárgyat. A feladatlapok szerkezete azonban teljesen hasonló volt, sőt több közös feladatot is tartalmaztak. Mindkét csoport számára 80 perc áll rendelkezésre a feladatok megoldására.

A magyar nyelvi feladatsor - kapcsolódva a matematikához - nem csak a matematikai tudást mérte, hanem a gondolkodási mechanizmusokat is. Felhasználtuk az általános és középszintű oktatásban tanult elemeket, viszont elsősorban a tanultak alkalmazását követelték meg a feladatok.

2.1. A mérés kivitelezése - *EduBase*

A tesztelést az *EduBase* online oktatási platform használatával valósítottuk meg. Ez egy felhőalapú, integrált oktatási felület egyedi tesztelő és vizsgáztató rendszerrel, amely eszköz- és platformfüggetlenségével biztosítja széleskörű használhatóságot. A felület megjelenése modern, kezelése rendkívül egyszerű és kényelmes, használata nem igényel külön oktatást. Webes megoldás lévén nincs különleges hardverigény, nem kell semmit telepíteni, a tananyagok és a tesztek számítógépről, laptopról és tabletről is bármikor elérhetőek. Akár a diákok, akár a kollégák meghívása a rendszerbe nagyon egyszerű és gyors. Lehet e-mailben küldeni meghívót, esetleg csatlakozási linket, de akár kivetíthetjük a csoport egyedi QR kódját, és a jelenlévők telefonjukat fenntartva, a kódot beszkennelve azonnal csatlakozhatnak is.

A rendszerbe sokféle típusú teszt építhető be: feleletválasztós, igaz-hamis, numerikus, szöveges vagy akár komplex matematikai kifejezéses kérdéstípusok is. Igény szerint a tesztek tartalmazhatnak segítő jellegű, rávezető kérdéseket, illetve kapcsolódó képeket, videókat. Egy elvégzett teszt eredményei azonnal láthatóvá válnak a kitöltők és a felügyelők (vagy az arra jogosultak) számára. Megtekinthetők az egyéni teljesítmények, de választható többféle összesítés és statisztikai megjelenítés is. A tesztkitöltés során végig nyomon követhető a válaszadás sebessége, a bizonytalanság és akár a csalásra utaló ablakváltás is. Az *EduBase* csapata kiemelt figyelmet fordít az adatvédelmi és adatkezelési szabályok betartására. Az alkalmazott módszerek teljes mértékben megfelelnek az alkalmazandó jogszabályoknak.

2.2. A mérőlapok szerkezete

A teszt során vizsgálhatók a feladat megoldására szánt idők. Fontos az is, hogy a diák megfelelő idő alatt képes-e végezni az adott feladattal, ezért a tesztek úgy állítottuk össze, hogy csak az elvárható sebesség mellett lehessen az összes feladatot elvégezni. A teszt több olyan példát is tartalmaz, amelynek sablon szerinti végigszámolása hosszabb úton vezet el a helyes megoldáshoz, míg az adott fogalom, probléma (például az integrálszámítás geometriai jelentésének, nyelvi szabály szintetizálásának) mélyebb megértése esetén egy sokkal rövidebb út juttat a sikerhez.

A matematika rész három egységre tagolható. Az első blokkal alapvető számolási készségek meglétét ellenőrizzük. A kitöltőknek számot kell adniuk arról, mennyire ismerik a hatványozás, azonosságait, milyen biztosan számolnak logaritmikus kifejezésekkel, tisztában vannak-e alapvető függvénytani fogalmakkal. A második blokkban is a későbbi tanulmányok szempontjából fontos ismeretek meglétét igyekszünk feltérképezni. Itt olyan, az előző blokk feladataihoz képest összetettebb példák szerepelnek, amelyekkel középiskolásként hasonló kontextusban találkozott a diák. Geometriai, függvénytani ismeretek, logikai kijelentések vizsgálata található ebben a blokkban. A harmadik blokkban olyan, egy magyar diák számára szokatlan szövegezésű feladatok is helyet kaptak, amelyek a tanult középiskolai ismeretek alapján megoldhatók, de szükséges a megoldáshoz a fogalmak mélyebb megértése. Ezen blokk feladatainak megoldásához szükséges a legmagasabb szintű absztrakciós készség. Szerepel például olyan paraméteres geometriai feladat a kitűzöttek között, amelynél függvénytani ismeretek is szükségesek a helyes megoldáshoz.

A magyar nyelvi képességek mérési szintjei azonosak a matematikáéval: elvárt, a tudás transzfer jellegéről, az alkalmazás rugalmasságáról informáló, valamint az erősebb absztrakciós készségeket értelmező szintek. A feladatok azonban nincsenek blokkokba szedve. Ennek az oka, hogy az anyanyelvi kompetencia és a tanult ismeretek mérése nehezebben határolható el. A készségszintű gondolkodási mechanizmusok (analizálás, szintetizálás stb.) oktatási folyamatban való alkalmazása, a tanult ismeretek beépítése szorosan összefügg a nyelvhez való viszony kulturális és életkori jellemzőivel.

A mérés során a készségszintű ismereteket így egyrészt meghagytuk eredeti feladatközegekben, másrészt feltételeztünk magasabb gondolkodási készséget is, így idegen problémahelyzetbe helyeztük azokat. A szövegabsztrakció, a szabályfelismerés, a nyelvi szintetizálás, a nehezített szóelőhívás, a jelentésazonosítás magasabb szintjei keveredtek az egyszerűbb feladatkijelölésekkel (Oláh 2005, 2015)

Nyelvi mérésünkben igyekeztünk olyan feladatokat alkalmazni, amelyek habár ismerősek lehetnek a tanulónak, viszont bizonyosan nem saját megszokott közegükben, feladathelyzetükben jelentek meg. Ahhoz, hogy az iskolai feladat-kondicionalitást meghaladjuk, s közelítsünk a valóságos készségekhez, át kellett lépniünk a sémákat, több esetben új feladatközeget kellett generálnunk. A kapott eredményektől azt vártuk, hogy azok kapcsolatokat mutathatnak a matematikai készségekkel, kompetenciával. Feltételeztük, hogy léteznek olyan kapcsolódási szegmensek, amelyek hasonló/azonos tudásalkalmazást, képességet követelnek meg.

A nyelvi teszt feladatai viszonylag széles procedurális készségspektrumot fognak be. A nyelvtani elemek ismeretén túl a nyelvi absztrakció több területét érintik. Az állítások felismerése, a szövegkorrekció, a nyelvi rendezettség feltételezi a logikai gondolkodást. A szövegbeli szó- és jelentésazonosítások a megértés (egyfajta szövegértés) magasabb szintű kompetenciáját, a szöveg strukturális értelmezését mutathatják. Az idegen szavak jelentésének azonosításai az analógiás gondolkodást, a szabályfelismerést jelzik.

A tudás készségszintű alkalmazása azt jelenti, hogy a kitöltő a gyakorlott ismereteket hogyan tudja aktiválni eltérő helyzetekben. Ezért a nyelvi feladatokat a matematikai feladatok készségszintű alkalmazásához igazítottuk. Az analízáló és szintetizáló gondolkodási mechanizmusokat összekapcsoltuk a feldolgozási sebességgel, a monotonitáttal is (például

keresse meg az összes megoldást). A tesztekben ismert próbálgatásos eljárás módszerét kellett túlhaladni a szógenerálási (betűkből szavak létrehozása) feladattípusnál. Ezt nehezítette a torlódó elemek (mássalhangzók) alkalmazása is.

A mérés lényeges részét képezte a nyelvi rendszer ismeretének és szabályainak alkalmazhatósága is. A nyelvi elemek (szavak) aktív vagy passzív ismerete, a szóelőhívás sikeressége, ezek rendszerszerű azonosítása (szófajokká például) is ezt szolgálták. A tárgyi anyag elsajátítása, alapvető ismeretek rutinszerű alkalmazása is kompetencifaktor. A különböző elem bővítések (utótagok hozzákapcsolása, frázisok, idiomatikus szerkezetek) a szintetizáló gondolkodást is méri (habár komoly kulturális összetevői is vannak – s ez nehezítheti a feladat procedurális besorolását). A nyelvnek is vannak axiómái, amit a szabályrendszerben elfogad. Ezen alapszintű nyelvi axiómák (például cselekvő ige felismerése - különbség a cselekvés és a történés között a cselekvő személyét illetően) közül több is megtalálható volt a feladatok között.

3. Eredmények

A tesztet a BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karának elsőévesekből álló csoportján végeztük el 2019 szeptemberében. Összesen 277 fő töltötte ki a tesztet, akik közül 150 fő férfi (54,2%), míg 127 fő (45,8%) nő. A kitöltők közül 130 fő (46,9%) járt középiskolában matematika vagy természettudományos tagozatra. Matematikából mindössze 60 fő (21,66%) érettségizett emelt szinten.

Az látható, hogy a nyelvi és a matematikai kognitív képességek eredményei szoros kapcsolatban vannak egymással, kogníció szempontjából kiegészítik egymást. Habár több esetben valamelyik területen (általában a matematikai oldalról) kiugróan magas tudást jelöl a mérés, a másik kompetencia kiegyenlíti (a másikhoz képest csökkenti vagy növeli) az összkompetenciát.

Ritkábban tapasztalható az az eset, hogy a nyelvi (anyanyelvi) kompetencia egyenlíti ki az összkogníciót. A mért tanulók 23%-a volt képes a nyelvi kognitív készségével erősíteni összteljesítményét. Nagyon lényeges eredményt mutat azonban, hogy ennek a kognitív kiegyenlítődének végesek a határai, így ezen esetekben a teljes kognitív mutató nem képes meghaladni a 65 %-ot. A fejlettebb matematikai tudás egyértelműen magasabb matematikai–nyelvi megismerő készséget eredményez. Az eredmények egyértelműen jelzik,

hogy az *NYMK* (nyelvi–matematikai kogníció mutató) nem emelkedik 70 % összeredmény felé, ha a matematikai képesség gyenge.

A nyelvi és matematikai kapcsolatok feltérképezéséhez korrelációvizsgálatot kell végezni. A Person-féle korrelációs együttható számításának szükséges feltétele a normális eloszlás megléte. Ennek ellenőrzését mutatja az alábbi táblázat. Látható, hogy minden esetben sérül a normalitás (van, ahol csak tendenciózusan), vagyis nem használhatjuk a korreláció alaptesztjét, helyette a korreláció robusztus tesztjét, a Spearman-féle korrelációt használhatjuk.

A Spearman-féle rangkorrelációs mátrixot elkészítve azt tapasztaljuk, hogy a teszt matematikai részén elért eredmények 92%-os, erősen szignifikáns ($p < 0,001$) korrelációt mutat. A teszt matematikai és nyelvi részén mutatott teljesítmények közepesen korrelálnak erős szignifikanciaszint mellett.

1. táblázat. A normális eloszlás vizsgálata a ferdeség és a csúcsosság segítségével

Változó	Esetek	Medián	Átlag	St.hiba	95%-os	konf.int.	Ferdeség	Csúcsosság
Mat_1	275	3	2,993	0,0668	2,862	3,124	-0,863***	-0,198
Mat_2	275	3	3,356	0,0841	3,192	3,521	-0,079	-0,726*
Mat_3	275	2	2,025	0,0667	1,895	2,156	-0,018	-0,759*
Mat_ere	275	57,1	59,82	1,15	57,56	62,07	-0,069	-0,695*
Kog_pont	275	30,84	30,81	0,399	30,03	31,59	-0,485**	1,374***
Össz	275	53,1	53,26	0,729	51,83	54,68	0,046	-0,656*

*: $p < 0,05$ **: $p < 0,01$ ***: $p < 0,001$

Mat_1: A teszt matematikai részében az 1-4. feladatok között a helyesek darabszáma

Mat_2: A teszt matematikai részében az 5-10. feladatok között a helyesek darabszáma

Mat_3: A teszt matematikai részében az 11-17. feladatok között a helyesek darabszáma

Mat_ere: Matematikából elért eredmény

Kog_pont: A nyelvi teszten szerzett pontszám

Össz: Összesen

4. Konklúzió

A jövőben tovább kívánjuk finomítani a tesztjeinket, megvizsgálni, hogy miként alakult a kitöltő hallgatók teljesítménye az első, illetve a második szemeszterben. Elemezni szeretnénk a különböző típusú nyelvi és matematikai feladatok kapcsolatát. Fontos számunkra, hogy az egyszeri tesztelés eredményéből minél pontosabb becslést tehessünk arra, sikerrel veszik-e az akadályokat a felvett diákok egyetemi éveik alatt, kiknél szükséges a szakmai segítség, illetve milyen mértékű hiányossággal állunk szemben.

5. Irodalomjegyzék

Bakonyvári, D. – Szilágyi, B. (2017): ZERO2HERO - Az alternatív felzárkóztatás. In: Aradi, B. – Bujdosó, Gy. – Horváth, G. – Szokol, P. (szerk.): *Informatika a felsőoktatásban 2017 konferencia kiadványa*, Debrecen, Debreceni Egyetem Informatikai Kar, 257-264.

Berezvai, Sz. – Pálya, Zs. – Hives, Á. – Horváth, D. – Szilágyi, B. (2019a): Innovative monitoring of study time and performance and its efficiency in first-semester calculus course for engineers. In: Nagy, B.V. – Murphy, M. – Jarvinen, HM. – Kálmán, A. (szerk.): *Varietas delectat... Complexity is the new normality*, Budapest, BME, 1395–1404.

Berezvai, Sz. – Pálya, Zs. – Hives, Á. – Horváth, D. – Szilágyi, B. (2019b): Hallgatói tanulási folyamat online monitorozása. In: Tóth, P. – Benedek, A. – Mike, G. – Duchon, J. (Szerk.): *Fejlődés és partnerség a felsőoktatásban határok nélkül*. Budapest: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Műszaki Pedagógia Tanszék, 532–541.

Chomsky, N. (1956): Three models for the description of language. *IRE Transactions on Information Theory*, 2, 3, 113-124.

Chomsky, N. – Schützenberger, M-P. (1963): The algebraic theory of context-free languages. In: Braffort, P. – Hirschberg, D. (szerk.): *Studies in Logic and the Foundations of Mathematics*, Amsterdam, 181-161.

Langie, G. – Hidvégi, M. – Pixten, M. – Pacher, P. – Szilágyi, B. (2018): Az MTMI (STEM) készségek korai azonosítása a felsőoktatásban a lemorzsolódás csökkentése érdekében. *Opus et Educatio*, 5, 2, 188-206.

Hives, Á. – Horváth, D. – Szilágyi, B. (2017): Olyan lesz a jövő, mint amilyen a ma iskolája. In: Tatala, I. (szerk.): *Matematikát, Fizikát és Informatikát Oktatók 41. Országos Konferenciája*, Budapest, Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar, 229-233.

Oláh, T. (2005): Az iskolai sikertelenség szociolingvisztikai oldalú megközelítése. *Új Pedagógiai Szemle*, Schüttler, T. (szerk), Budapest, 7-8. 45-57.

Oláh, T. (2015): Kompetenciamérés, tapasztalatok, visszacsatolások. *Modern Iskola*, Fülöp, H. (szerk.), Budapest, IX/2. 16-17.

Pacher, P. – Szilágyi, B. (2017): Növelhető-e a STEM szakokon sikeresen teljesítők aránya?. In: Tatala, I. (szerk.): *Matematikát, Fizikát és Informatikát Oktatók 41. Országos Konferenciája*, Budapest, Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar, 191-196.

Szilágyi, B. – Hornyánszky, G. – Berezvai, Sz. – Hives, Á. – Horváth, D. – (2019): Novel prediction test for freshmen at BME, Faculty of Chemical Technology and Biotechnology. In: Nagy, B.V. – Murphy, M. – Jarvinen, HM. – Kálmán, A. (szerk.): *Varietas delectat... Complexity is the new normality*, Budapest, BME, 1937-1947.