



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék

TDK-DOLGOZAT

**A magyar-osztrák államhatár ingázóforgalmának
elemzése**

Készítette:

Berzsenyi Bence

2024

Tartalom

1.	Bevezetés	1
2.	Irodalomkutatás	2
3.	Módszer kidolgozása	7
3.1	<i>A térségek ismertetése</i>	7
3.2	<i>Modellalkotás, adatgyűjtés</i>	11
4.	Határátkelők feltartóztató szerepének vizsgálata.....	23
5.	Összefoglalás	26
	Felhasznált irodalom	27

1. Bevezetés

Az Európai Unióban a Schengeni övezet ellenére is a leginkább elmaradott régiók a határmenti térségek. Ezekben a régiókban a gazdasági tevékenységek színvonala és a jövedelmek is sokkal alacsonyabbak, mint az országok belső régióiban. Ezekben a térségekben sokszor csak kisebb települések találhatók, igen szerény munka-, iskolai-, bevásárlási- és szórakozási lehetőségekkel. Különösen igaz ez Magyarországra, ahol a Trianoni békediktátum eredményeképpen a mesterségesen meghúzott határok külső oldalára kerültek a jelentősebb települések, közlekedési útvonalak, így itt ezek a települések még hátrányosabb helyzetben vannak, mivel természetes régióközpontjaik másik országban vannak. Ezen régiók fejlesztése szempontjából nélkülözhetetlen a határon átnyúló kapcsolatok fejlesztése.

Ezért dolgozatomban azt vizsgálom, hogy egy határszakasz mekkora feltartóztató erővel rendelkezik, mekkora időbeli távolságként lehet értelmezni egy ilyen jellegű akadályt. Ehhez gravitációs modellt fogok használni, aminek az együtthatóit belföldi értékekkel fogom kalibrálni, majd ez alapján fogom kiszámítani ezt az időbeli különbséget. Az elemzéseket a magyar-osztrák államhatárra fogom elvégezni. Előzetes várakozásaim szerint a határ feltartóztató hatása Ausztria felől Magyarország felé nagyobbak lesznek, mint a másik irányban.

A dolgozat többi részének a felépítése a következő: a 2. fejezetben összefoglalom a releváns szakirodalmat és meghatározom a kutatási hézagot. A 3. fejezetben ismertetem a módszertant, az adatgyűjtés módját, valamint a vizsgálatához szükséges egyenleteket, végül a 4. fejezetben elvégzem a releváns számításokat.

2. Irodalomkutatás

Megvizsgáltam a határon átvélő ingázó forgalommal foglalkozó szakirodalmat. Arra kerestem a választ, hogy a korábbi tanulmányokban hogyan modellezték a határon átvélő ingázó forgalmat, és mely tényezők befolyásolják azt a leginkább.

Egy olasz tanulmány szerint a határokon átnyúló ingázás egyre növekvő jelenség, amely mind a metropoliszi, mind a perifériás területeken megfigyelhető, főként a magánjárművek révén, amelyek számos negatív externáliát okoznak. A határon átnyúló ingázás európai makróövezetei közül Közép-Európa a legjelentősebb, ahol az EU-13 és az EU-15 országai közötti forgalom jelentős. Az egyes országok, határszakaszok sajátosságait szociális, gazdasági, területi és közlekedéshez kapcsolódó mutatókkal írják le, ilyenek például a GDP, a munkanélküliség, a települések elhelyezkedése, vagy az ingázók száma. A legjobb gyakorlatok elemzése négy tematikus területre terjed ki: kapcsolódás, multimodalitás, információs mobilitás és politikai együttműködés. Megállapították, hogy szükség van a határokon átnyúló kihívások integrált megközelítésére. A közlekedési szolgáltatások minőségi javítása lehetőséget nyújthat a határok menti kisebbségi kapcsolatok erősítésére és egyensúlyt teremthet az országok központi régióinak és legfontosabb közlekedési folyosóinak fejlesztésére irányuló számos politika mellett, a peremterületek fejlesztésére. [1]

Egy portugál tanulmány szerint az adminisztratív határok számos mobilitással kapcsolatos akadályt teremtenek. A határokon átnyúló közlekedés jelenléte kulcsfontosságú lehet az állampolgári mobilitás akadályának csökkentésében és az Európai Unió (EU) területi integrációjának növelésében. A legfrissebb felmérések szerint azonban a határokon átnyúló hozzáférhetőség továbbra is jelentős akadállyal számít az EU legtöbb határán. A tanulmány egy Határokon Átnyúló Közlekedési Permeabilitási Indexet javasol, amely lehetővé teszi az akadályok összehasonlítását az EU-n belül, ehhez a határon át közlekedő buszos és vasúti kapcsolat jóságának átlagának, valamint a határon átnyúló ingázások, a határ menti népsűrűségnek és a határon átnyúló utazási igények átlagának a hányadosát vették, az értékek 0-1 közötti skálán 0,25-ös skálával lettek értékelve. Az eredmények azt mutatják, hogy a határokon átnyúló közlekedés még nem eléggé fejlett az EU állampolgárainak egyre növekvő határátlépési igényeihez képest, még a legfejlettebb és társadalmilag-gazdaságilag legérettebb EU határterületeken sem. A határ mindkét oldaláról származó összetett jogi és adminisztratív keretek pedig

megnehezítik az összehangolt megoldások létrehozását a határokon átnyúló közlekedés javítására az EU határain. [2]

Egy európai tanulmány szerint a határokon átnyúló régiók az európai integráció laboratóriumai. A mindennapi határokon átnyúló interakciók révén a polgárok megtapasztalhatják az Európai Unió (EU) belső piacának előnyeit. Azonban számos határ akadály továbbra is megakadályozza az egyéneket és szervezeteket abban, hogy kihasználják az európai határrégiók teljes potenciálját és az integráltabb európai terület előnyeit. Ezen akadályok közé tartozik a határokon átnyúló tömegközlekedési szolgáltatások hiánya vagy nem megfelelő ellátása, azaz a határokon át jóval kevesebb járat közlekedik, min egy hasonló forgalmú, belföldi relációban. A határokon átnyúló tömegközlekedés tervezésének, finanszírozásának és a szabályozás egységesítésére tesz javaslatot, továbbá bemutat néhány jó példát, ahol határon átnyúló közösségi közlekedési rendszer működik. [3]

Egy spanyol tanulmány egy módszertant mutat be, amely részletes népességi és közlekedési adatok elemzésével értékeli az Európai Unión belüli határokon átnyúló kapcsolatokat. A közlekedési infrastruktúra jelentős hatással van a határokon átnyúló kapcsolatokra, valamint a regionális, városi vagy helyi fejlesztésekre. Az elemzés szakpolitikai szempontból történik, ahol a hálózati hatékonyság az elérhetőség fő mutatója. Célja a határokon átnyúló úti kapcsolatok minőségének számszerűsítése és azon területek azonosítása, ahol az infrastruktúra fejlesztése nagyobb előnyökhöz vezethet. A javasolt módszer egy gépi tanulási megközelítést alkalmaz, amely egy négyzetkilométeres népsűrűségi rács cellaszintű útvonal-kiosztását és a k-átlagos klaszterezést kombinálja. A módszerrel elvégzett számítás eredményei megmutatják, mennyire effektív az adott régióban a közlekedés, ami felhasználható befektetési döntések alapjául. [4]

Egy olasz-osztrák tanulmány szerint a tömegközlekedés új paradigmává válik a régiók elérhetőségének mérésében. Ez a tanulmány a Közép-Európa határokon átnyúló területein közlekedő ingázók közösségi közlekedési hozzáférhetőségét elemzi, mivel ezen a területen az utóbbi 20 évben jelentősen növekedett a határforgalom. A Magyarország és Ausztria közötti határt részletesen vizsgálták. Az itt használt gravitációs modell mutatói (például a kiindulási és célpontok közötti távolság, illetve a lakosok száma) nem teljesen felelnek meg a regisztrált mozgásoknak; inkább az átlagos jövedelem és a célpontokban elérhető munkalehetőségek magyarázzák jobban a

határokon átnyúló áramlásokat. Megállapították, hogy a határokon átnyúló tömegközlekedéshez való hozzáférhetőség jelentősen befolyásolja az ingázók számát; illetve a közösségi közlekedés hatása jelentősen alacsonyabb a nemzetközi ingázóforgalomban a hosszú utazási idő, az összetett multimodális láncok és a nem vonzó viteldíjak miatt. [5]

Egy lengyel-litván tanulmány célja a határokon átnyúló régiók fejlődését ösztönző feltételek és tényezők azonosítása, valamint az ezt akadályozó tényezők felderítése volt. A fő ösztönző feltételek az ingázási mozgások idő- és térbeli elkülönülése, a munkaerőpiaci körülmények valamint a közlekedési, szociális és ipari infrastruktúra állapota. Az eredmények alapján javasolt az új iparágak és tevékenységek (pl. turizmus, mezőgazdaság, építőipar, nyersanyag-feldolgozás) integrálása a meglévő környezetbe. [6]

Egy német-olasz-francia tanulmány szerint a nemzetállami határok átjárhatósága meghatározza az emberek és áruk áramlását az országok között, így jelentős hatással van az emberi fejlődés számos aspektusára, beleértve a kereskedelmet, a gazdasági egyenlőtlenségeket, a migrációt és a társadalmak etnikai összetételét világszerte. A tanulmány azt állítja, hogy a közlekedési infrastruktúra (utak, vasutak, kompok) és a határellenőrző pontok együttes mutatói lehetnek a határok átjárhatóságának világszerte. A jobb közlekedési infrastruktúra növeli az átjárhatóságot, míg az ellenőrző pontok korlátozhatják a belépéseket. Automatizált számítógépes módszereket és manuális ellenőrzéseket kombinálva, az OpenStreetMap és a Világélelmezési Program adatait felhasználva detektálták a határokon átnyúló közlekedési infrastruktúrát és ellenőrző pontokat. Az információk alapján 312 szárazföldi határ átláthatósági indexét határozták meg globálisan. Az elemzések kimutatták, hogy az ellenőrző pontok lezárási szintjétől függetlenül, Európa és Afrika rendelkezik a legátjárhatóbb határokkal, míg az amerikai kontinens a legkevésbé átjárható. A regressziós modellek azt mutatják, hogy a határátjárhatóság nagyobb a sűrűn lakott területeken, és hogy a gazdasági fejlettség – amely messze a legfontosabb magyarázó tényező – görbületi kapcsolatban áll a határok átjárhatóságával: a nagyon gazdag és nagyon szegény országok határai könnyen átjárhatóak, míg a mérsékelt jövedelmű országok határai jelentősen nehezebben átláthatók mind jogi, mind fizikai értelemben. [7]

Egy holland tanulmány alapján a határokon átnyúló ingázás hatékonyabban allokálhatja a munkaerőforrásokat, javíthatja a határ régiók gazdasági teljesítményét és

csökkentheti a gazdasági és területi egyenlőtlenségeket. Ez a tanulmány az EU és Svájc határokon átnyúló ingázását befolyásoló jellemzőket vizsgálta, beleértve a szocioökonómiai, infrastrukturális és kulturális tényezőket is. Az eredmények szerint az ingázók általában a várakozásoknak megfelelően reagálnak a bérekre, munkanélküliségre, elérhetőségre, nyelvi hasonlóságra és távolságra, azaz a magasabb béreket, a több munkalehetőséget, a kisebb távolságot és a hasonló nyelvet preferálják. Megállapították, hogy a határokon átnyúló ingázást különböző tényezők befolyásolják eltérően a különböző csoportok esetében, például a dolgozókét a fizetések, diákokét az oktatás minősége, ami csökkentheti az egyenlőtlenségeket a régiók szintjén, bár valószínűleg csak kismértékben a viszonylag alacsony számú ingázó miatt. Az eredmények nemek, életkor, oktatás és szektor szerint jelentős különbségeket mutatnak, jelezve, hogy egyes egyének és csoportok szintjén az egyenlőtlenségek csökkenése korlátozott lehet, sőt növekedhet is. [8]

Egy lengyel-spanyol tanulmány szerint a különböző villamosenergia-rendszerek, irányítórendszerek, a forgalomirányítási szabályozások különbözősége, valamint a különböző nyelvekből adódó kommunikációs problémák jelenti a legnagyobb problémákat a nemzetközi vasúti közlekedésben. Ezek a nehézségek következményekkel járnak a közlekedés folyamatosságára és hatékonyságára nézve, de ami még fontosabb, negatívan befolyásolják a biztonságot. A cikk Lengyelország és két szomszédos ország (Németország és Csehország), amelyek szintén az Európai Unió tagjai, példáján keresztül mutatja be a határokon átnyúló közlekedés fő problémáit. Ehhez a lengyel vasúttársaságokkal együttműködve elemezték a határokon átnyúló közlekedés területén végrehajtott folyamatokat és azonosították a fő problémákat. A kutatás részeként javaslatokat is tettek a lehetséges megoldásokra és fejlesztésekre. A cikk kizárólag a határátkelés és a manőverezési műveletek kérdéseire összpontosít a német és cseh határhoz közeli állomásokon, mivel ezek a folyamatok jelentik a lengyel vasúttársaságok határokon átnyúló vasúti közlekedésének legnagyobb területét. [9]

Egy lengyel tanulmány mikroszkopikus megközelítésben egy korábban lezárt, ma EU/Schengeni belső határ (Lengyelország-Szlovákia) határvidékét és az ottani földhasználat változásait elemzi. A kutatás bemutatja, hogy a nemzetközi határok milyen szerepet játszhatnak a rekreációs, turisztikai és egyéb hasznosítási területek kialakításában, azonosítva a határvonal és közvetlen környezetének elemeit és jellemzőit. A fejlesztések legfontosabb elemei közé tartoznak a határjelzők, utak és ellenőrzőpontok,

turistautak és ösvények, információs táblák és reklámok, valamint egyéb közvetlen határinfrastruktúra elemek. A kutatásnak mind elméleti, mind gyakorlati jelentősége van, mivel irányelvek alakíthatók ki a határ és annak tájának gondos alakítására és kezelésére a növekvő turizmus fényében, valamint fenntartható megoldásokat kínálhat a tájváltozás kérdéseiben. [10]

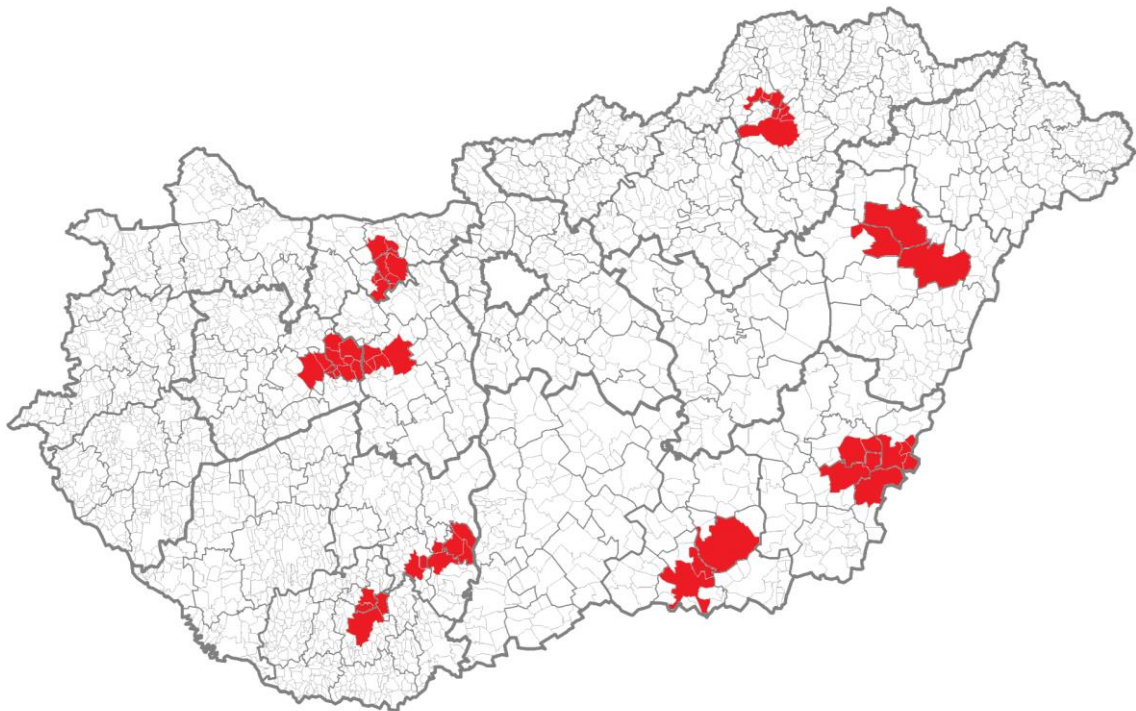
Az irodalomkutatás alapján a következő kutatási hézagokat azonosítottam: kevés tanulmány foglalkozik a határok feltartóztató szerepének vizsgálatával, nem találtam olyan kutatást, ami a határok feltartóztatását számszerűen próbálja kifejezni.

3. Módszer kidolgozása

A határok feltartóztató hatásának kifejezésére az ingázószámot fogom vizsgálni. Egy, az ingázószámot megadó modellt állítok fel a gravitációs modell alapján, és ennek paramétereit hangolom kilenc, magyarországi belföldi térség adatainak elemzésével, és a kapott paraméterekkel behelyettesítve fogom megkapni a határ feltartóztatását percben.

3.1 A térségek ismertetése

A belföldi forgalomra elérhető ingázószámot kilenc, magyarországi belföldi térségben vonatkozóan gyűjtöttem. A kilenc kiválasztott térség kilenc különböző adottságokkal rendelkező magyarországi terület, amely mindegyike legalább 2 db, 10 000 főnél népesebb települést, valamint legalább 2 db járásszékhelyt tartalmaz. A térségek elhelyezkedése az 1. ábrán látható.



1. ábra: A vizsgált területek elhelyezkedése Magyarország térképén

Veszprém-Várpalota-Székesfehérvár térsége

A térség a 8-as számú főút mentén található két vármegyeszékhely közti vonzáskörzetben található, ahol a két legnagyobb városának kölcsönös elvonzó hatása figyelhető meg. Veszprém és Székesfehérvár is jelentős iparral rendelkezik, a kettő között

kb. féltávon található Várpalota korábbi bányászváros, azonban a bányák bezárása után iparának újraindítása mára megtörtént. Korábban Várpalotához tartozott Pétfürdő is, aminek műtrágyagyára szintén a térség legjelentősebb munkahelyei közé tartozik. A fent említetteken kívül még Berhidának és Sárszentmihálynak van kisebb ipara, valamint a Várpalota és Veszprém között elterülő katonai gyakorlótéren, és ahhoz kapcsolódó egyéb létesítményekben is sokan dolgoznak. A térség jelentősebb középiskolái Székesfehérváron és Veszprémben találhatók, de Várpalotán és Pétfürdőn is találhatók ilyen intézmények. A térség legfontosabb közlekedési útvonala a 8-as számú főút, amelynek ez a szakasza 110 km/h-s sebességű gyorsúttá van fejlesztve. A főúttal párhuzamosan található mellékutakon érhetőek el a kisebb települések. A települések között a településekre betérő járatok mellett csak Várpalotára bemenő gyorsjáratok is közlekednek, a legfontosabb útvonalak: Veszprém-(Hajmáskér-Öskü-)Várpalota, Székesfehérvár-(Csór-)Várpalota, Veszprém-Berhida-Ősi, Székesfehérvár-Sárszentmihály-Nádasdladány(-Ősi), Várpalota-Pétfürdő(-Berhida), Várpalota-Ősi(-Nádasdladány), Várpalota-Tés. A térségen áthalad a MÁV 20-as számú vasútvonala, amin kétóránként felváltva közlekednek a Bakony és a Göcsej Intercityk, valamint csúcsidőszakban további Budapestre közlekedő személyvonatok, helyi forgalmú vonatok nem jellemzők. Szintén érinti a térséget a bezárt 27-es vasútvonal, amin szakaszosan teherforgalom zajlik. A terület térképvázlata a 2. ábrán látható.

Tatabánya-Tata-Oroszlány térsége

A térség a Tatabánya-Oroszlány-Tata háromszög településeit tartalmazza. A legjelentősebb elvonzó hatást a vármegyeszékhely Tatabánya okozza, de kisebb mértékű vonzás figyelhető meg Tata és Oroszlány esetén is, azonban a Tatabányáról kivezető utak menténi települések általában csak az egyikhez és a vármegyeszékhelyhez vonzódnak, a másik kisebb városhoz nem. A városok közül Tatabánya jelentkezik a legjelentősebb iparral, nagyobb ipari parkok találhatók még Tatán és Oroszlányban, kisebbek pedig Környén és Bajon. A térség legfontosabb középiskolái Tatán és Tatabányán találhatóak, de Oroszlányban is van középfokú oktatás. A térségen vezet át az 1-es főút és az M1-es autópálya, ami a Tata-Tatabánya közti forgalomban és a tranzitforgalomban játszik fontos szerepet, Oroszlány felé alsóbbrendű utakon lehet közlekedni. A legfontosabb autóbusszútvonalak: Tatabánya-Környe-(Kecskéd-)Oroszlány, Tatabánya-Tata, Tatabánya-Környe-Várgesztes, Tata-Baj, Oroszlány-Tatabánya-Tata, Oroszlány-Tata. A térségben halad a MÁV 1-es és 12-es vasútvonala, előbbi Tatabánya és Tata között, míg utóbbi Tatabánya és Oroszlány között. Mindkét vonalon óránként közlekednek

személyvonatok, amik a helyi forgalom mellett budapesti kapcsolatot is nyújtanak. Tata felé óránként közlekednek Tatabányáról InterCity vonatok, továbbá csúcsidőszakban gyorsított személyvonatok is. A terület térképvázlata a 3. ábrán látható.

Pécs-Komló térsége

A térség a két Baranya vármegyei városból, valamint a két leglogikusabb útvonalon köztük elhelyezkedő településekből, azaz Mánfából és Hosszúhetényből áll. A térségben a legvonzóbb település Pécs, mind ipari, mind oktatási szempontból, viszont Komló sem elhanyagolható ilyen szempontokból, továbbá kisebb üzemek találhatóak Hosszúhetényben is. A két város között kétféle útvonal létezik, Mánfán át a rövidebb, szélesebb utakból álló, kevésbé kanyargós, míg Hosszúhetény felé a hosszabb, szűkebb és kanyargósabb. Ezeken kívül Pécs Vasas nevű városrészén át lehet a két város között eljutni, azonban az az út keskeny, igen kanyargós és rossz állapotú. Autóbusszal az előbbi két útvonalon lehet utazni, vasúti kapcsolat a két város között nincs. A terület térképe a 4. ábrán látható.

Szeged-Hódmezővásárhely térsége

A két jelentős alföldi város között jelentős számú ember ingázik, és ez igaz a köztük fekvő Algyőre is. Ipari és oktatási szempontból is Szeged a legvonzóbb, rajta kívül még Hódmezővásárhelyen van középfokú oktatás, Algyőnek viszont jelentősebb nála az ipara. A két város közti közlekedés a 47-es főúton valósul meg, ami a térségben 100 km/h-s sebességhatárolású, ezen közlekedik a jelentős számú autóbussz is, több közülük Algyő belsőbb területeit feltárva. A két város közt található a MÁV 135-ös vasútvonala, amin óránként közlekednek a személyvonatok, amik Algyőn nem állnak meg, továbbá itt közlekednek a Szeged-Hódmezővásárhely közötti vasútvillamos járatok is, napszaktól függően 20-30 percenként. A térség térképe az 5. ábrán látható.

Békés-Békéscsaba-Gyula-Sarkad térsége

A Viharsarokban négy járásszékhely is igen közel található egymáshoz. Békéscsaba vonzáskörzete a Sarkadon túli településekre már kevésbé terjed ki, Békésé pedig már Gyulára is alig hat. Ipari szempontból Békéscsaba a legvonzóbb, nagyobb ipari park van Gyulán, kisebbek pedig Békésen és Sarkadon, valamint minden településen vannak kisebb-nagyobb mezőgazdasági üzemek. A legjelentősebb középiskolák Békéscsabán és Gyulán vannak, de találhatóak Sarkadon és Békésen is. Egyedi helyzet, hogy Békés vármegye egyes közigazgatási intézményei, például a megyei bíróság nem Békéscsabán, hanem Gyulán található, ez is forgalomgeneráló hatású. Békéscsaba és Gyula között

található a 44-es főút, ami végig 2x2 sávós, helyenként 110 km/h-s sebességkorlátozással, jelentősebb tranzitforgalommal, Békéscsabáról Békésre a 470-es főúton lehet eljutni, a többi település alsóbbrendű utakon közelíthető meg. A legfontosabb autóbuszos viszonylatok: Békéscsaba-Békés(-Tarhos), Békéscsaba-Doboz(-Sarkad), Békéscsaba-Gyula(-Sarkad), Békés-Gyula, Gyula-Doboz, Gyula-Sarkad(-Kötegyán-Újszalonta). A térségen halad át a MÁV 128-as vasútvonala, amin Békéscsaba és Kötegyán között általában óránként, azon túl jellemzően kétóránként lehet utazni, egy-egy sűrítőjáratral. A terület térképe a 6. ábrán látható.

Debrecen-Hajdúböszörmény-Balmazújváros

A három hajdúsági járásszékhely közti háromszögben nem található más, önálló település. Ipari és oktatási szempontból is Debrecen a legjelentősebb a három város közül, kisebb üzemek, illetve középiskolák pedig a másik kettőben is megtalálhatóak. A három település között mindenhol 2x1 sávós út található, ezeken pedig Debrecenbe/-ből gyakrabban, Hajdúböszörmény és Balmazújváros között ritkábban közlekednek autóbuszjáratok is. Debrecen és Hajdúböszörmény, illetve Balmazújváros között is kétóránként lehet vonattal utazni a MÁV 109-es, illetve 108-as vasútvonalán, utóbbi irányban pedig csúcsidőszakban sűrítővonatok is közlekednek. A térség térképe a 7. ábrán található.

Miskolc-Kazincbarcika térsége

A Sajó völgyében található térség a 26-os főút mentén terül el. A legnagyobb vonzó hatást Miskolc fejt ki, de Kazincbarcika vonzása sem elhanyagolható, főleg Sajószentpéter felett. Ipari szempontból Miskolc a legfontosabb település, nagyobb ipari parkok találhatóak Berentén és Sajóabonyban, kisebbek pedig Kazincbarcikán és Sajószentpéteren. A legfontosabb középiskolák Miskolcon találhatóak, de található középfokú oktatás Kazincbarcikán és Sajószentpéteren is. A térség fő közlekedési útvonala a 26-os főút Miskolc és Kazincbarcika között, valamint a Sajószentpétert elkerülő 260-as főút, a többi település alsóbbrendű bekötőutakon át közelíthető meg. A legfontosabb autóbuszjáratok: Miskolc-Sajószentpéter-Kazincbarcika, Miskolc-Szirmabesenyő(-Sajókeresztúr), Miskolc-Sajóabony, Miskolc-Sajóecseg, Sajószentpéter-Alacska, Kazincbarcika-Berente, Kazincbarcika-Múcsony. A térségen áthalad a MÁV 92-es és 94-es vasútvonala, előbbin jellemzően kétóránként közlekednek gyorsított jellegű személyvonatok Miskolc-Kazincbarcika között, míg utóbbin szintén

kétóránként közlekednek a személyvonatok Miskolc-Sajóecseg között. A terület térképe a 8. ábrán látható.

Szekszárd-Tolna-Bonyhád térsége

A térség három Tolna vármegyei városból, és a körülöttük elterülő falvakból áll. Mivel Szekszárd vonzása alacsony, így a térségben megfigyelhető két külső elvonzó hatás: Pécs oktatás és ipar szempontjából is, míg Paks ipari szempontból szív el embereket a térségből. A térség legjelentősebb városa Szekszárd, nagyobb üzemek, illetve középiskolák találhatóak még Bonyhádon és Tolnán, kisebb üzemek pedig a térség valamennyi településén előfordulnak. Közlekedés szempontjából fontos a térségen keresztülhaladó 6-os főút, az erről Szekszárd központja felé vezető 56-os főút, valamint a csupán 2x1 sávos M9-es autót, ezeket párhuzamos alsóbbrendű utak egészítik ki. A fontosabb autóbuszjáratok: Szekszárd-Bonyhád, Szekszárd-Tolna(-Fadd), Szekszárd-Bogyiszló-Tolna. A térségen halad át a MÁV 46-os vasútvonala, amin a kétóránként közlekedő Gemenc InterRégiókat csúcsidőszakban változó útvonalon és sűrűséggel személyvonatok egészítik ki. A térség térképe a 9. ábrán látható.

3.2 Modellalkotás, adatgyűjtés

Az ingázóforgalmat jellemzően az eltérő településen lakó és dolgozók, valamint tanulók utazásai alkotják. Ezért egy település súlyának meghatározásakor figyelembe vettem:

- a munkahelyek számát,
- a dolgozók számát,
- az iskolai férőhelyek számát,
- a diákok számát, valamint
- az átlagos jövedelmeket.

A két település távolságánál figyelembe vettem:

- a települések időbeli távolságát
 - egyéni és
 - közösségi közlekedéssel is, továbbá
- a közlekedő
 - személyautók
 - autóbuszok és
 - vonatok számát.

Fontos, hogy az ingázás irányított folyamat, így fontos az induló és az érkező település megkülönböztetése nélkülözhetetlen. A kapott modell az (1)-(4) egyenleteken látható módon következőképpen épül fel.

$$I_{A \rightarrow B} = \frac{m_A * m_B * G}{r^2} \quad (1)$$

$$m_A = x_{A0} + x_{A1} * mv_A + x_{A2} * di_A + x_{A3} * jov_A + x_{A4} * ifh_A + x_{A5} * mh_A \quad (2)$$

$$m_B = x_{B0} + x_{B1} * mv_B + x_{B2} * di_B + x_{B3} * jov_B + x_{B4} * ifh_B + x_{B5} * mh_B \quad (3)$$

$$r = x_{r0} + x_{ra} * n_a * t_a + x_{rb} * n_b * t_b + x_{rv} * n_v * t_v \quad (4)$$

Ahol:

$I_{A \rightarrow B}$: A településről B településre ingázók száma

m_A, m_B : a települések súlya

G : gravitációs együttható

r : települések távolsági tényezője

x_{A0}, x_{B0}, x_{r0} : konstans együtthatók

$x_{A1}, x_{B1}, x_{A2}, x_{B2}, x_{A3}, x_{B3}, x_{A4}, x_{B4}, x_{A5}, x_{B5}, x_{ra}, x_{rb}, x_{rv}$: súlytényezők

mv_A, mv_B : munkavállalók száma

di_A, di_B : diákok száma

jov_A, jov_B : átlagos jövedelem

ifh_A, ifh_B : iskolai férőhelyek száma

mh_A, mh_B : munkahelyek száma

n_a : közlekedő személyautók száma

t_a : menetidő személyautóval

n_b : autóbuszos eljutási lehetőségek száma

t_b : menetidő autóbusszal

n_v : vasúti eljutási lehetőségek száma

t_v : menetidő vonattal

A fenti adatok közül változóként az egyenletben a G és az x értékek szerepeltek, a többi adat rendelkezésre állt.

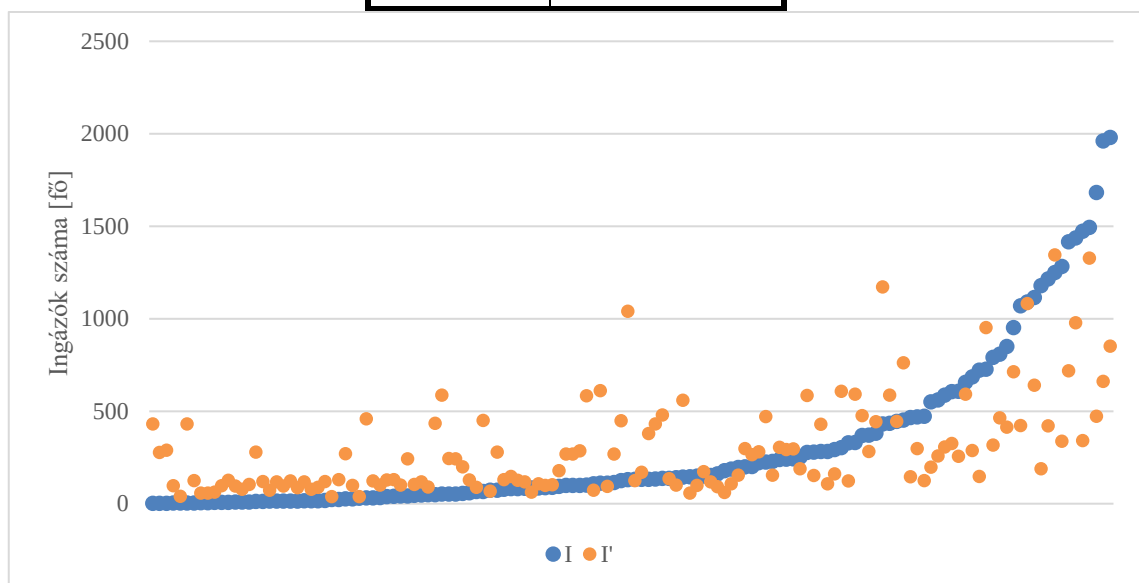
Az ingázószám-adatokat a Lechner Tudásközpont ingázószám-térképe [11] alapján gyűjtöttem össze, ahol szerepel az összes magyarországi településről a járásközpontokba ingázók száma, külön-külön minden járásközpontba. Az 1 és a 2 fős adatokat összevonva, „1-2 fő”-ként jelenítik meg, így ez nem jelent pontos adatot, ezen mértékű ingázószám egyébként is elhanyagolható forgalmat generál, így ezeket az adatokat nem vettem figyelembe. A munkavállalók és a diákok számát, az iskolai férő- és a munkahelyek

számát továbbá az átlagjövedelmet az Országos Építésügyi Nyilvántartás Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszeréből (OÉNY TEIR) [12] gyűjtöttem. A rendszer az átlagos jövedelemhez csak az átlagos személyijövedelemadó-alapot tartalmazza, de mivel az arányos a jövedelmekkel, azt használtam fel a modellben. Az eljutási időket a településeknek egy dedikált központi pontjától/-ig mértem, ez általában az autóbusz-állomás, a központi autóbusz-megálló, esetleg a polgármesteri hivatal volt, ahol az autóbusz-állomás messze esett a központtól. A személyautós menetidőket a Google Térkép [14] segítségével mértem le, az ingázó személyautók számát a Magyar Közút éves forgalomszámlálási adatainak [15] alapján, az egyes települések közti forgalmat a legrövidebb útvonalakra terhelve, célirányok szerint arányosan szétosztva, a zavaró forgalmi áramlatokat (pl. tranzitforgalom, távolabbi településről érkezők) szűréséből számítottam. Például, ha egy zsákfalu bekötőútján közlekedett 100 autó, és erről a településről 3 célállomásra ingáznak: A, B és C városokba, rendre 120, 60 és 20 fő, akkor az egyes településekre rendre $100/(120+60+20)*120=60$, $100/(120+60+20)*60=30$, illetve $100/(120+60+20)*20=10$ autó fog közlekedni. Az autóbuszos és vasúti eljutások számát a menetrendek.hu [13] adatbázisából gyűjtöttem, a markánsan hosszabb menetidővel, nagy kerülővel közlekedő járatok elhagyásával, a menetidőnél pedig az egyes járatok átlagos menetidejét vettem. A vasúti eljutási időadatokat megnöveltem a vasútállomásra történő kijutás idejével, amelynél a Google térkép [14] alapján a leggyorsabb lehetőséget vizsgáltam, továbbá közösségi közlekedéssel történő érkezésnél 2 perc átszállási időt adtam hozzá az alul/felüljáróval rendelkező állomásoknál, ilyen esetekben további várakozási idővel nem számoltam.

A gravitációs modellt Excel-ben implementáltam, és a paraméterek meghatározásához a Solver bővítménynek evolutív megoldóalgoritmusát alkalmaztam. Az optimalizálás célja a valós és becsült adatok közötti különbség négyzetösszegének a minimalizálása volt: $\min(I' - I)^2$. A kapott eredmények az 1. táblázatban találhatóak, valamint az eredeti (I) és az eredményül kapott (I') ingázószámok a 2. ábrán láthatóak.

1. táblázat: A számítás végeredménye

Paraméter	Érték
G	4,4358E+25
X _{a0}	6,2173E+116
X _{a1}	1,2981E+107
X _{a2}	1,6148E+113
X _{a3}	6,36063E+87
X _{a4}	2,78494E+86
X _{a5}	5,64569E+86
X _{b0}	1,73532E+29
X _{b1}	9,59103E+88
X _{b2}	5,47078E+88
X _{b3}	1,5101E+86
X _{b4}	5,99125E+86
X _{b5}	1,56893E+87
X _{r0}	5,9083E+116
X _{ra}	2,92288E+86
X _{rb}	8,15644E+85
X _{rv}	1,0747E+112



2. ábra: Az eredeti és az eredményül kapott ingázószámok

A kapott értékekből kiderül, hogy az ingázásnál a legfontosabb tényezők a kiinduló település esetén a dolgozók és a tanulók száma, az érkező település esetén pedig az öt tényező hasonló mértékben fontos. A közlekedési eszközök együtthatóinál a vasúté kirívóan nagy lett, ennek az lehet az oka, hogy számos településpár esetében nem állt rendelkezésre vasúti kapcsolati adat, így az ottani 0 értékek nagy számmal történő beszorzása nem változtat a végeredményen. A végeredményben az eltérések négyzetösszegének négyzetgyöke 4062,8504 lett, 140 elemzett kapcsolattal, ami átlagosan 29 ingázós hibát jelent.

A kijött eredmények miatt átalakítottam a modellt, mivel a tömegközlekedési eljutások igen torzítva jelennek meg, így a külön vasúti és autóbuszos eljutások helyett azok súlyozott átlagait alkalmaztam. Az új modellben az eddigi (4)-est az új (5)-ösre cseréltem ki.

$$r = x_{r0} + x_{ra} * n_a * t_a + x_{rtk} * n_{tk} * t_{tk} \quad (5)$$

Ahol új együttható:

x_{rtk} : súlytényező

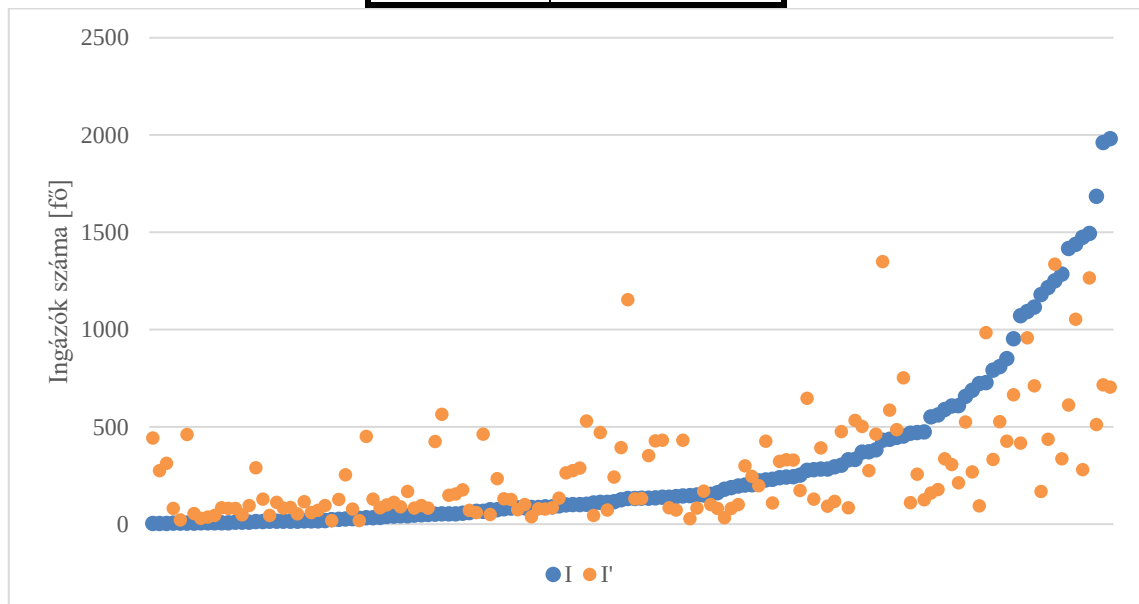
n_{tk} : tömegközlekedési eljutások száma

t_{tk} : tömegközlekedési eljutási idő

A kapott eredményeket a 2. táblázat tartalmazza, valamint az eredeti (I) és az eredményül kapott (I') ingázószámok a 3. ábrán láthatóak.

2. táblázat: A számítás végeredménye

Paraméter	Érték
G	7,23679E-06
X _{a0}	3,39899E+59
X _{a1}	1,33618E+87
X _{a2}	5,13856E+86
X _{a3}	1,23202E+85
X _{a4}	7,37961E+84
X _{a5}	7,4542E+83
X _{b0}	2,27657E+88
X _{b1}	1,15065E+87
X _{b2}	1,16742E+85
X _{b3}	4,85676E+29
X _{b4}	1,14807E+87
X _{b5}	1,95716E+85
X _{r0}	5,11196E+87
X _{ra}	2,10573E+79
X _{rtk}	6,36059E+80



3. ábra: Az eredeti és az eredményül kapott ingázószámok

A kapott eredmény szerint az ingázásnál a legfontosabb összetevő a kiinduló település esetén a dolgozók száma, utána pedig az iskolába járóké. Az érkező településen a

dolgozók száma és az iskolai férőhelyek száma a leghangsúlyosabb, míg a közösségi közlekedés súlya magasabb az egyéniénél. A számítás eredményeinek és az eredeti ingázószámok eltérésének négyzetösszegének négyzetgyöke 4138,3855 lett, ami kicsit magasabb az előzőnél, ez átlagosan 29,5 fős hibát jelent.

A modell további optimalizálása során a távolság esetében az egyéni és a közösségi közlekedés arányát vettem, valamint eldobtam a járatszámokat és a közlekedő autók számát, mivel azok növelése alapvetően nem csökkenti az ingázók számát. Ezen kívül, mivel a távolság lehetséges, hogy nem négyzetes kapcsolatban van az ingázók számával, így az hatványkitevőt is paraméternek vettem. A régi (1)-es és (5)-ös egyenletek kerültek lecserélésre az új (6)-os és (7)-es egyenletekre.

$$I_{A \rightarrow B} = \frac{m_A * m_B * G}{r^n} \quad (6)$$

$$r = x_{r0} + p_a * t_a + (1 - p_a) * t_{tk} \quad (7)$$

Ahol új együtttható:

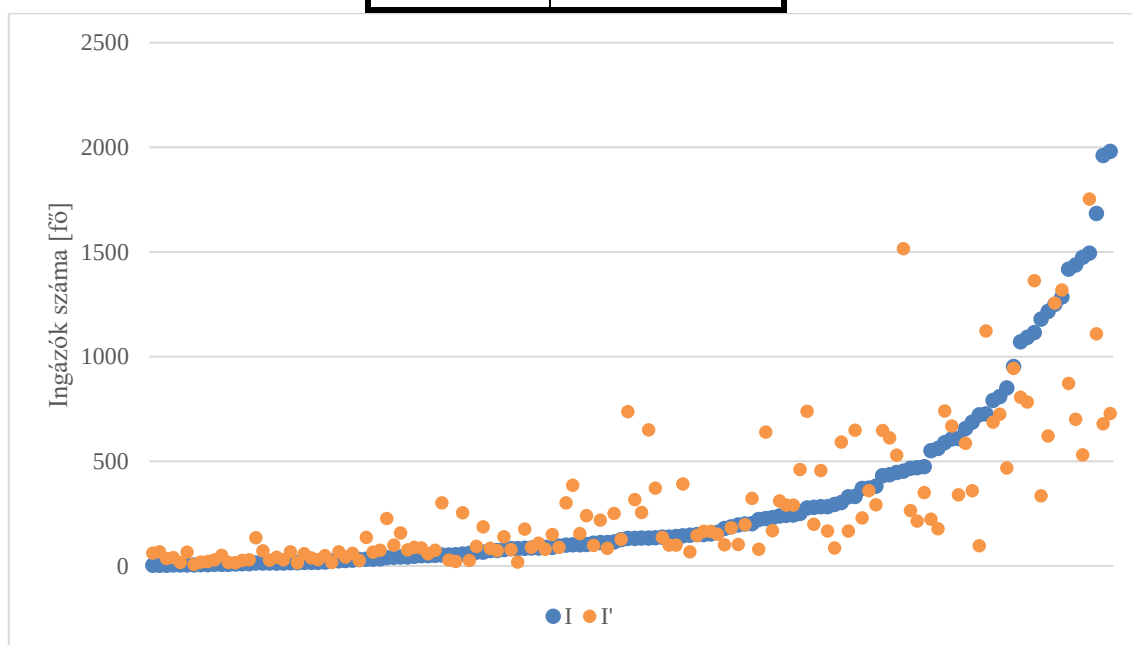
n: kapcsolati tényező

p_a: egyéni közlekedők részaránya, ami 0 és 1 közé eshet

A kapott eredményeket a 3. táblázat tartalmazza, valamint az eredeti (I) és az eredményül kapott (I') ingázószámok a 4. ábrán láthatóak.

3. táblázat: A számítás végeredménye

Paraméter	Érték
G	0,007008431
x_{a0}	71512,06058
x_{a1}	995,6982026
x_{a2}	966,1469982
x_{a3}	2,30362336
x_{a4}	35,68291817
x_{a5}	0,221442004
x_{b0}	808,1908614
x_{b1}	0,725604679
x_{b2}	0,747683639
x_{b3}	0,000733429
x_{b4}	995,3087952
x_{b5}	0,24438604
x_{r0}	44,79353731
p_a	0,668076538
n	5,087987286



4. ábra: Az eredeti és az eredményül kapott ingázószámok

Az újabb eredmények szerint a kiinduló település legfontosabb paraméterei a dolgozók és a diákok száma, míg a céltelepülésen az iskolai férőhelyek száma. Az egyéni és a közösségi közlekedést használók körülbelül 2/3-1/3 arányban oszlanak meg. A végeredmények és az eredeti ingázószámok különbségeinek négyzetösszegének négyzetgyöke 3348, 8068 lett, ami alacsonyabb az előző értékeknél, ez egy településre körülbelül 24 ingázós eltérést jelent.

A modellt ismét továbboptimalizáltam, mivel az ingázók célállomásánál nagyságrendekkel nagyobb lett az iskolák súlya, mint például a munkahelyeké, viszont határon átnyúló ingázásnál a tanulmányi motivációjuk elhanyagolhatóak a munkamotiváltak mellett, így a tanulmányt motiváló tényezőket elhagytam a számításokból. Az egyenletek közül a (2)-es és a (3)-as került lecserélésre a (8)-asra és a (9)-esre.

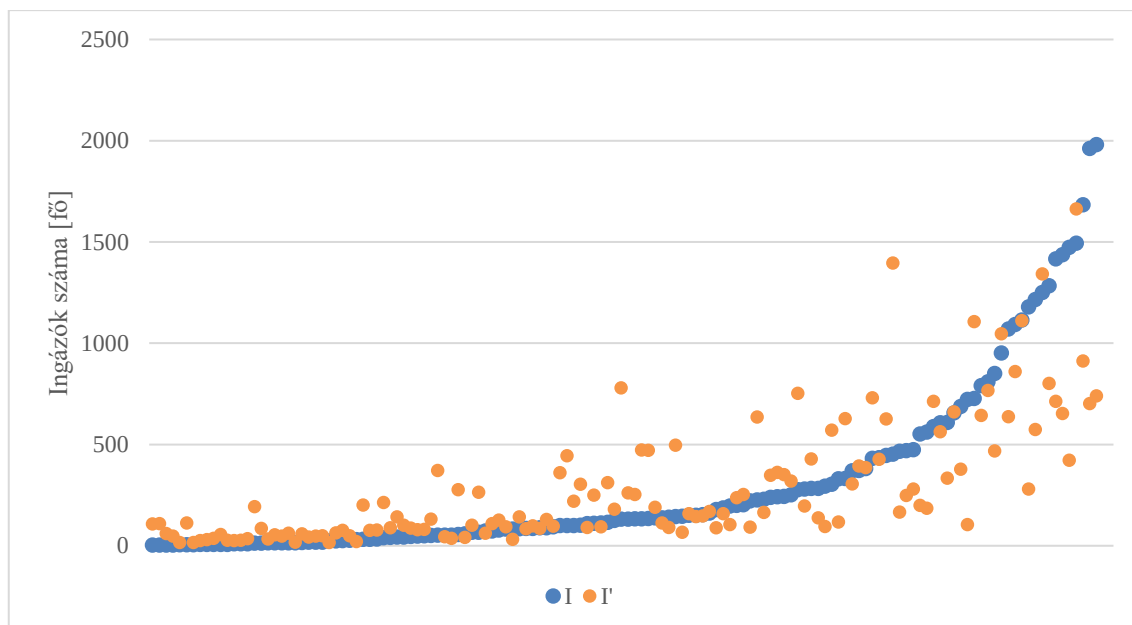
$$m_A = x_{A0} + x_{A1} * mv_A + x_{A3} * jov_A + x_{A5} * mh_A \quad (8)$$

$$m_B = x_{B0} + x_{B1} * mv_B + x_{B3} * jov_B + x_{B5} * mh_B \quad (9)$$

A kapott eredményeket a 4. táblázat tartalmazza, valamint az eredeti (I) és az eredményül kapott (I') ingázószámok a 5. ábrán láthatóak.

4. táblázat: A számítás végeredménye

Paraméter	Érték
G	0,002656418
x _{a0}	37813,73662
x _{a1}	547,546108
x _{a3}	1,912000443
x _{a5}	0,802463837
x _{b0}	59204,66951
x _{b1}	893,837834
x _{b3}	0,008055208
x _{b5}	393,7943377
x _{r0}	63,1603087
p _a	0,58113845
n	4,746925682



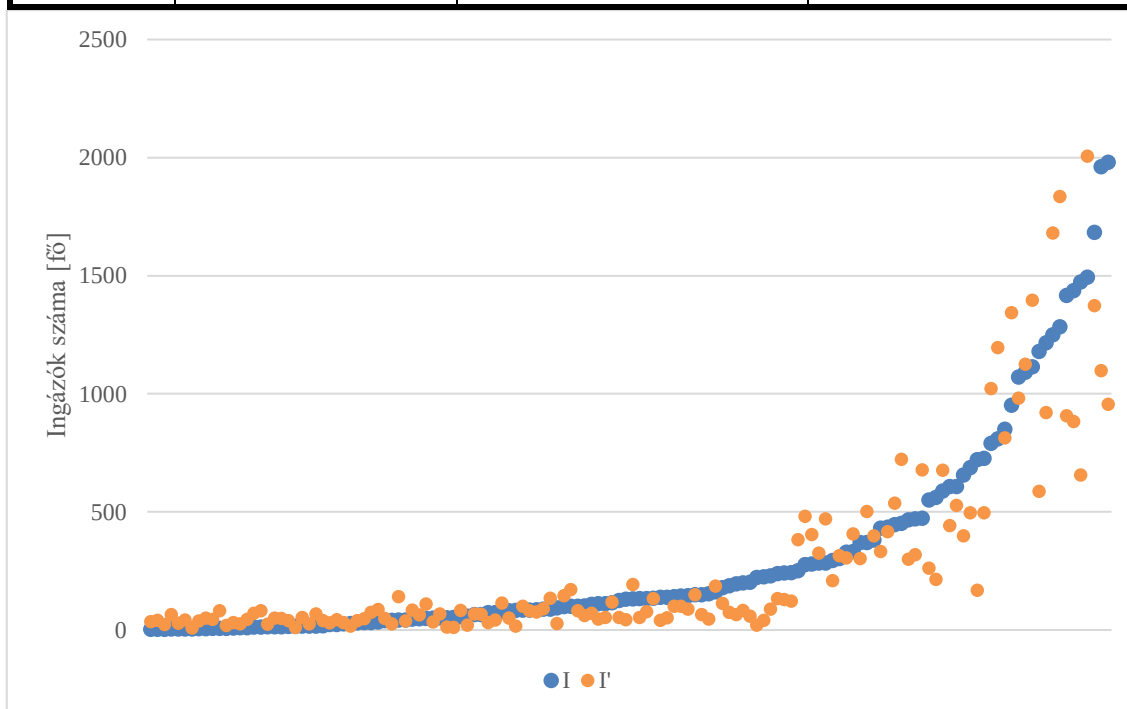
5. ábra: Az eredeti és az eredményül kapott ingázószámok

Az újabb eredmények alapján a kiinduló települések legfontosabb paramétere a dolgozók száma, az érkezőknél egyaránt fontos a dolgozók és a munkahelyek száma. Az egyéni közlekedés részaránya csökkent az előző eredményhez képest, és a pontosság is romlott, az eltérések négyzetösszegének négyzetgyöke 3507,7136, ami egy ingázásra nézve 25 fős különbség átlagosan.

Az ingázók eredeti és számított értéke alacsony ingázószám esetén közelebb áll egymáshoz, míg magasabb értékeknél nagyobb szórást mutat, ezért megvizsgáltam, több részletben optimalizálva pontosabb eredményt lehet-e kapni. Három részre osztottam fel az ingázók számát: 0-250, 250-750 és 750+. A zónahatárokon egyik településpárnál sem volt érték. A (6)-(9)-es egyenletekbe való behelyettesítés után kapott végeredmények az 5. táblázatban láthatóak, valamint az eredeti (I) és az eredményül kapott (I') ingázószámok a 6. ábrán láthatóak.

5. táblázat: A számítás végeredménye

Konstans	Érték 0-250 főnél	Értékek 250-750 főnél	Értékek 750 fő felett
G	99,27094809	0,073366264	0,137247731
X _{a0}	23414,05949	76225,27736	5794,433998
X _{a1}	590,4233135	829,6557003	986,9903132
X _{a3}	366,9624303	20,21341255	4,844468399
X _{a5}	511,4152285	104,7266753	0,82824881
X _{b0}	25903,1063	55345,36734	5850,421437
X _{b1}	401,0495378	367,4757295	999,999999
X _{b3}	67,9444275	106,5093077	22,21047039
X _{b5}	981,3844456	864,634754	953,9401322
X _{r0}	99,99999999	99,72832874	99,99999999
p _a	0,845031876	0,893175996	0,506632238
n	8,215882843	5,894825511	5,456048189



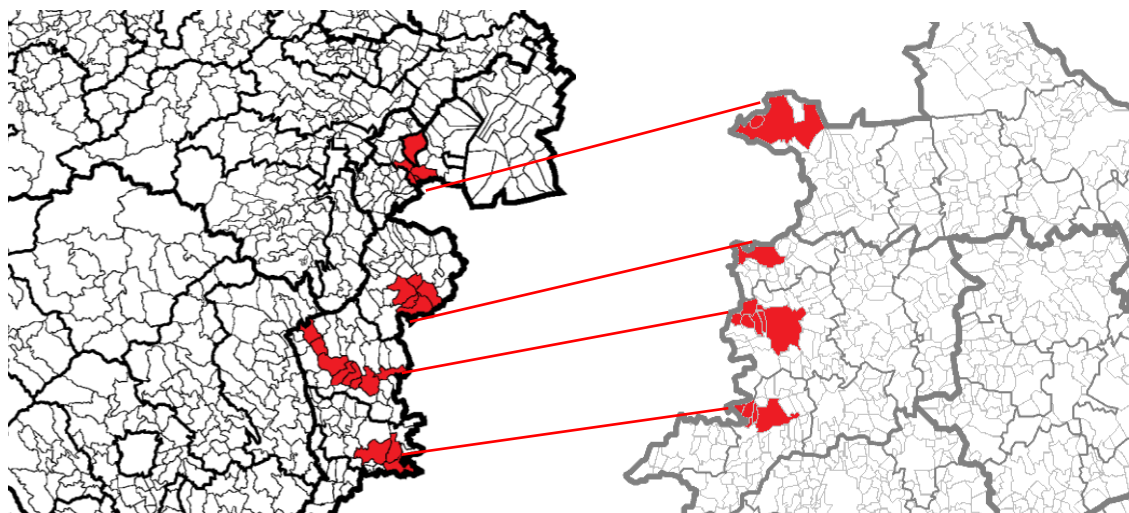
6. ábra: Az eredeti és az eredményül kapott ingázószámok

Az eredmények alapján általánosan elmondható mindhárom kategóriára, hogy a kiinduló településen a dolgozók száma, az érkezőnél pedig a munkahelyek száma a legfontosabb. Az egyéni közlekedés részaránya a kisebb számoknál jellemző 85-90%-os értékekről 750 fő feletti ingázószámoknál leesik 50% körülire. Az egyes kategóriákban

az eredeti és számított értékek különbségének négyzetösszegének négyzetgyöke rendre 607,0739, 1019,2828 és 2182,3402, ezek egy relációra vetítve 6,5, 36,4 illetve 155,8 fős hibát jelentenek, összesítve 2483,9656, illetve 17,7 a két szám, ami a megoldások közül messze a legkisebb eltérést jelenti.

4. Határátkelők feltartóztató szerepének vizsgálata

Az utolsó modellt alkalmazva vizsgáltam a magyar-osztrák határszakasz négy átkelőhelyének forgalmait elemezve, hogy mekkora a határ feltartóztató hatása. A határátkelőhelyek adatait a negyedéves forgalmi adatokból számítottam ki az osztrák statisztikai hivatal honlapján található adatsorból [17], a tranzitforgalmat a közúti keresztmetszeti forgalomnagyságok alapján szűrve mindkét oldalon, azaz, ha például egy terület Ausztria felé vezető kivezető útján 100 autó közlekedett, míg egy másik irányból (pl. a település elkerülőjén) érkezett 200 autó, és a határon 450 fő haladt át, a térségből ingázónak csak 150 főt vettem. A négy határátkelő környékén vizsgált térség a 7. ábrán látható.



7. ábra: A vizsgált területek elhelyezkedése Ausztria, illetve Magyarország térképének részletén

A térségek kiválasztásánál olyanokat kerestem, ahol a magyar és az osztrák oldalon is van járasszékhely, valamint szűrhető a tranzitforgalom, így választottam ki ezt a négy területet, amik: Körmend-Németújvár (Güssing), Szombathely-Felsőőr (Oberwart)-Pinkafő (Pinkafeld), Kőszeg-Felsőpulya (Oberpullendorf), Sopron-Kismarton (Eisenstadt). A határon átlépve, közösségi közlekedéssel csak a négyből két relációban lehet utazni: Szombathely és Felsőőr között tanítási napokon közlekedik két pár autóbusz, míg Sopron és Kismarton között vonattal lehet utazni, vulkapordányi (wulkaprodersdorfi) átszállással a REX6-os és az R64/REX64/REX65-ös vonatok között, amelyek nincsenek ilyen irányú közlekedéshez összehangolva. A többi relációban kizárólag egyéni közlekedési módot választva lehet utazni. Megjegyzendő, hogy mindegyik vizsgált

határátmeneten létezett korábban vasúti közlekedés, csak politikai okokból 1959-60-ban bezárásra kerültek.

A vizsgálathoz szükséges ausztriai adatokat az Osztrák Statisztikai Hivatal interaktív térképes felületéről [16] gyűjtöttem össze, a közösségi közlekedési lehetőségeket pedig a Volánbusz [18], illetve az Osztrák Szövetségi Vasút weboldaláról [19]. Az átlagjövedelemnél euróban szereplő értékeket az elmúlt 1 év átlagos árfolyamán váltottam át forintra, ami 380 forint/euró volt. A feltartóztatási időt a távolsági tényezők átalakulásából lehet számítani: $r'=(r+t_h)$, ahol t_h a határ által okozott feltartóztatási idő. Az átrendezett képlet a (10)-es egyenletben látható.

$$r' = \sqrt[n]{\frac{m_A * m_B * G}{I}} \quad (10)$$

A számítást elvégeztem mindhárom ingázószám-kategóriába történő behelyettesítéssel, valamint kiszámoltam az eredeti távolsági tényezőkkel a „határ nélküli” ingázószámot is, végül utóbbi értéke alapján soroltam be a négy határátmenetet a méretkategóriákba.

A relációkat megvizsgáltam Magyarország → Ausztria és Ausztria → Magyarország irányú ingázásra is. Mivel a határátlépési adatok le voltak bontva nemzetiség szerint, az osztrák állampolgárok valószínűsíthetőleg Magyarországra ingáztak, és fordítva. A nem magyar vagy osztrák állampolgárokat nem vettem figyelembe. A kapott eredmények a 6. táblázatban láthatóak.

6. táblázat: A számítás végeredménye

Viszonylat	Eredeti ingázószám [fő]	Számított ingázószám [fő]	Veszteségidő [perc]
Körmend → Németújvár	182	426	18,0
Németújvár → Körmend	22	398	72,9
Szombathely → Felsőőr	843	1687	18,1
Felsőőr → Szombathely	98	1721	87,7
Kőszeg → Felsőpulya	803	557	-6,7
Felsőpulya → Kőszeg	80	547	43,2
Sopron → Kismarton	866	2364	24,4
Kismarton → Sopron	163	2206	74,1

Az értékekből látszik, hogy általában kevesebben ingáznak a határon át, mint amennyien egy hasonló adottságú, de belföldi terepüléspár esetében. Egy helyen negatív hatás jött mi eredményül, ennek oka a módszer pontatlansága is lehet, de az is, hogy abban a térségben, Kőszegen viszonylag kevés munkalehetőség van, míg az osztrák oldalon enyhe túlkínálat figyelhető meg a többi térséghez képest. Az előzetes várakozásaimnak megfelelően, a magyar → osztrák viszonylatban alacsonyabb az átlagos feltartóztatási idő, egészen pontosan 13,5 perc, míg osztrák → magyar viszonylatban ez az érték 69,5 perc, ami kicsit több, mint ötszöröse az előbbinek. A feltartóztatás meglétének fő oka mindkét esetben az eltérő nyelv, pénznem, nyugdíj- és betegbiztosítás lehet, ezt egészíti ki osztrák → magyar viszonylatban a jóval alacsonyabb átlagfizetés: ez a vizsgált magyarországi területeken 450 000 és 520 000 Ft között alakult, míg a szomszédos ausztriai területeken 640 000-700 000 Ft közötti keresetet lehet havonta hazavinni.

5. Összefoglalás

A dolgozatom során a szakirodalom elemzése után kiválasztottam nyolc magyarországi belföldi térséget, amiknek vizsgáltam az ingázási jellemzőit, összegyűjtöttem a jellemző adatait. Ezután modelleket írtam fel az ingázásra a gravitációs modell alapján, majd azok paramétereit optimalizáltam a valós térségek számadatainak felhasználásával. A legjobb a több tartományra osztott modell lett, így ez alapján számítottam ki a határon átmenő forgalom jellemzőit, a határ feltartóztató hatását. A módszer eredményei alapján az előzetes várakozásaimnak megfelelően elmaradnak a határon átnyúló ingázás számai a hasonló adottságú, de belföldi ingázás adataitól.

Az általam kidolgozott és optimalizált módszer segítségével hatékonyan meg lehet mondani, hogy egy tetszőleges településpár között, bizonyos paraméterek ismeretében hányan fognak ingázni, ezt a határok feltartóztató szerepének vizsgálatán kívül lehet használni tervezésre is, például egy új üzem vagy egy új út megépülésével várhatóan melyik településről hányan fognak egy városba ingázni, előbbi esetben meg lehetne becsülni, melyik településről lenne szükséges szerződéses autóbuszokat közlekedtetni. További fejlesztésként lehetne még tovább pontosítani a módszert, azonban már most is egész nagy pontossággal képes becsülni.

Felhasznált irodalom

Folyóirat:

- [1] *F. Cavallaro and A. Dianin*, **Cross-border commuting in Central Europe: features, trends and policies**, *Transp. Policy*, vol. 78, pp. 86–104, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.tranpol.2019.04.008.
- [2] *E. Medeiros*, **Cross-border transports and cross-border mobility in EU border regions**, *Case Stud. Transp. Policy*, vol. 7, no. 1, pp. 1–12, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.cstp.2018.11.001.
- [3] *E. Medeiros et al.*, **Boosting cross-border regions through better cross-border transport services. The European case**, *Case Stud. Transp. Policy*, vol. 9, no. 1, pp. 291–301, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.cstp.2021.01.006.
- [4] *A. Christodoulou and P. Christidis*, **Bridges across borders: A clustering approach to support EU regional policy**, *J. Transp. Geogr.*, vol. 83, p. 102666, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2020.102666.
- [5] *F. Cavallaro and A. Dianin*, **Efficiency of public transport for cross-border commuting: An accessibility-based analysis in Central Europe**, *J. Transp. Geogr.*, vol. 89, p. 102876, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2020.102876.
- [6] *J. Lewczuk and L. Ustinovichius*, **The Concept of Multi-Functional Development of Cross-Border Regions: Poland Case**, *Procedia Eng.*, vol. 122, pp. 65–70, 2015, doi: 10.1016/j.proeng.2015.10.008.
- [7] *E. Deutschmann, L. Gabrielli, and E. Recchi*, **Roads, rails, and checkpoints: Assessing the permeability of nation-state borders worldwide**, *World Dev.*, vol. 164, p. 106175, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.worlddev.2022.106175.
- [8] *A. J. E. Edzes, J. Van Dijk, and L. Broersma*, **Does cross-border commuting between EU-countries reduce inequality?**, *Appl. Geogr.*, vol. 139, p. 102639, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.apgeog.2022.102639.
- [9] *W. Gamon and J. M. Naranjo Gómez*, **Main Problems of Railway Cross-Border Transport Between Poland, Germany and Czech Republic**, *Sustainability*, vol. 11, no. 18, p. 4900, Sep. 2019, doi: 10.3390/su11184900.

[10] *M. Więckowski, W. Łaska, D. J. Timothy, D. Michniak, and A. Cyargeenka, From closed border to open tourist space: Landscape changes along the Polish-Slovak border*, GeoJournal, vol. 89, no. 1, p. 33, Jan. 2024, doi: 10.1007/s10708-024-11001-0.

Elektronikus dokumentumok:

[11] *Lechner Tudásközpont: Minden harmadik foglalkoztatott ingázó – Elingázók aránya a foglalkoztatottakon belül – Népszámlálás 2011*
<http://webmap.lechnerkozpont.hu/webappbuilder/apps/foldgomb1708/> (letöltve: 2024.11.02.)

[12] **Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer**
<https://www.oeny.hu/oeny/teir/#/tablo/5> (letöltve: 2024.11.06.)

[13] **menetrendek.hu** <https://menetrendek.hu/> (letöltve: 2024.11.02.)

[14] **Google térkép** <https://www.google.hu/maps> (letöltve: 2024.11.06.)

[15] *Magyar Közút: Az országos közutak 2022. évre vonatkozó keresztmetszeti forgalma*
<https://internet.kozut.hu/download/az-orszagos-kozutak-2022-evre-vonatkozozo-keresztmetszeti-forgalma-2/> (letöltve: 2024.11.02.)

[16] **StatAtlas** <https://www.statistik.at/atlas/> (letöltve: 2024.11.06.)

[17] *Statistik Austria: Verkehr der Grenzenübergänge nach Nationalität*
<https://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/tableView/tableView.xhtml> (letöltve: 2024.11.06.)

[18] *Volánbusz: A 717-es (Szombathely – Bucsú – Oberwart [Felsőőr]) autóbuszjárat menetrendje*
<https://www.volanbusz.hu/files/public/menetrendek/nemzetkozi/715.pdf> (letöltve: 2024.11.06.)

[19] *ÖBB: Az 512-es (Wien-Ebenfurth-Wulkaprodersdorf-Sopron-Deutschkreutz) vasútvonal menetrendje*
https://www.oebb.at/de/dam/jcr:0cc2ed69-ba64-41ba-9544-a8c13073e97a/512_24.pdf (letöltve: 2024.11.06.)