

Magyarország határátkelőinek térökonometriai elemzése

Hazánk és a közvetlen szomszédságában elhelyezkedő országok közötti, illetve a Magyarországot tágabb értelemben körülvevő nemzetközi gazdasági centrumok kapcsolatának értékelése szempontjából a határátkelők, mint az országhatár okozta elválasztó hatás csökkentésére szolgáló eszközök, vizsgálata kiemelten fontos tényező. A hazai gazdasági és társadalmi működési folyamatok területén a történelmi és kulturális viszonyok miatt kiemelkedő a határon átnyúló együttműködések jelentősége.¹

DOI 10.24228/KTSZ.2018.4.4

Szabó Zsombor

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem - Közlekedés és Járműmérnöki Kar
e-mail: szabo.zsombor@mail.bme.hu

Török Árpád

torok.arpad@mail.bme.hu

1. BEVEZETÉS

Az országhatárok vizsgálata napjainkban kiemelt jelentőségű. Míg az európai kutatások elsődleges célja az együttműködések jellegének minél világosabb feltárása, addig a világ többi részén a fókusz a nemzetközi együttműködések gazdaságra gyakorolt hatásán van. Jelen kutatás kiemelt célja a határok, a határmenti régiók, illetve a határátkelők jellemző paraméterei és a keresztező forgalom nagysága közötti kapcsolatrendszer leírása. Számos nemzetközi döntés-előkészítő, illetve helyzetfeltáró tanulmány [16], [17] világosan megmutatta, hogy a határátkelők elhelyezkedése, egymáshoz való viszonya, illetve a kapcsolódó közlekedési igények értékelése során kiemelkedő súllyal célszerű

figyelembe venni a határkapcsolatot biztosító úthálózat jellemzőit (pl. úttípus, nemzetközi úthálózat, speciális műszaki létesítmények: alagút, híd, stb.), a szomszédos országok közötti kapcsolat sajátosságait, különös tekintettel a speciális nemzetközi egyezmények hatására kialakuló ellenőrzés nélküli határvonalakra.²

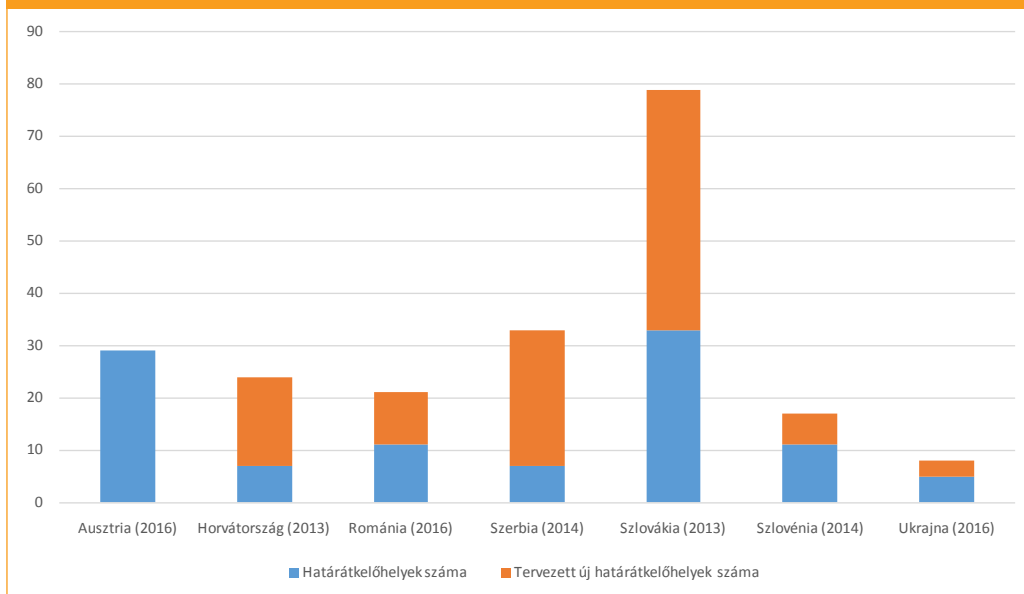
A téma jelentőségét és aktualitását mutatja, hogy válogatva az MTI (Magyar Távirati Iroda) híreiből, számos cikkre bukkanhatunk, amelyek a szomszédos országokkal kapcsolatot teremtő új szükséges határátkelőkre vonatkoznak [22]. Kiemelt probléma, hogy míg hazánkban 25 kilométerenként van egy határátkelő, addig ez a szám Nyugat-Európában óhat körül alakul.

¹ A szerzők ezúton szeretnék megköszönni azon önkormányzatok hozzájárulását, akik megkeresésükre az adatokhoz való hozzájárulást vagy adatokat biztosítottak: Abatijvár, Esztergom, Gönc, Lipót, Sopron és Sopronkövesd

² A schengeni rendszer alatt jelen cikkben azon vizsgált országok csoportját értjük, akik alkalmazzák az 1985-ben bevezetett schengeni egyezményt, amely többek között eltörölte a részt vevő államok közötti határellenőrzést.

1. ábra: Határátmenet-fejlesztések a 2014-2020-as ciklusban

(forrás: MTI közszolgálat [22] alapján saját szerkesztés)



Az 1. ábra Magyarország és a szomszédos országok között jelenleg működtetett és a jövőben tervezett határátkelőhelyek számát mutatja be. Zárójelben a megállapodás évét tüntettük fel. Mint az látható Ausztria esetében még az új határátkelőhelyek száma nem került meghatározásra, csupán az emelésre vonatkozó célkitűzéseket rögzítették.

Európát, és ezen belül is Közép-Európát tekintve a határok helyzete speciálisnak tekinthető, hiszen az itt húzódó határvonalak 97,4 százaléka a 19. század folyamán megváltozott, csupán a Románia és Bulgária közti természetes határvonal, a Duna nem változott az említett időszakban. A történelmi határok jelentős része földrajzi egységekhez kötődött, ami azonban napjainkban már nem mondható el, hiszen a Kelet-Közép-Európát jellemző jelenlegi határok 55 százaléka nem köthető természetes földrajzi egységhez [4]. Emiatt az európai határmenti kutatások az akadályok vizsgálata helyett az úgynevezett eurorégiók, vagyis határon átnyúló nemzetközi regionális együttműködések gazdasági hatásaival foglalkoznak.

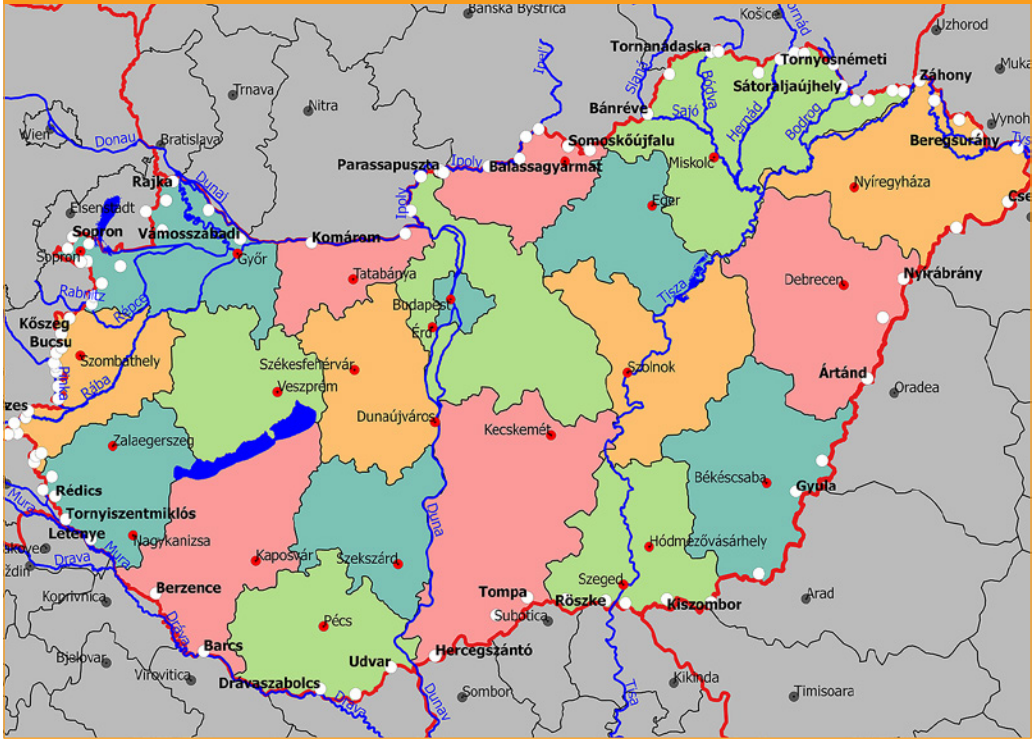
Mindezek alapján jelen kutatás célja egy olyan eszköz kialakítása, amely alkalmas az elkészült, valamint tervezett határátmenetek megfelelőségének vizsgálatára. A bemenő adatokat a Magyar Közút Nonprofit Zrt. 2015-ös keresztmetszeti forgalmakat közreadó kiadványa biztosította [15]. Ezen kívül számos adatot online internetes oldalról értünk el (rendőrség, Wikipédia, Google Maps), illetve felhasználtuk az Egységes Hídnnyilvántartási Rendszert [23] és Magyarország Helységnévtárát [24], valamint a szlovák közút (SSC – Slovenská správa ciest) adatbázisát [25].

2. A MODELL ISMERTETÉSE

2.1. A modell lehatárolása

A modellben Magyarország közúti határátkelőit térökonometriai módszerekkel vizsgáltuk. Ehhez eredményváltozóként a határátkelők kétirányú forgalmát vettük figyelembe egységjármű/nap/két irány mértékegységgel. A vizsgált időszakban (2015.) 103 db határátkelőhely volt Magyarországon, ezek elhelyezkedését mutatja a térkép (2. ábra).

2. ábra: Magyarország határátkelőhelyeinek térképe (forrás: saját szerkesztés)



2.2. A modell felépítése

2.2.1. A fő probléma magyarázóváltozói

Amint az már a bevezetőben szerepelt, jelen vizsgálat számos fontos kérdésre keresi a választ. E fejezetben a vizsgálatához szükséges paraméterek kerülnek bemutatásra. A megvizsgált döntés-előkészítő tanulmányok áttekintése után a kutatás fő célja a vizsgált hazai határátkelőkön jelentkező forgalmi igények becslésére alkalmas modell azonosítása. Fontos hangsúlyozni, hogy a közlekedésmoделlezésben a forgalom ráterhelés során széles körben alkalmaznak regressziós becsléseket, ezért e módszertani keretek jelen elemzés során is megfelelőnek minősíthetők [6].

E modellek azonban a térbeli összefüggéseket nem vizsgálják, noha ez a tényező jelen esetben nem elhanyagolható. Ennek oka, hogy esetünkben nem egy egyszerű útvonalválasztási

problémát vizsgálunk, tekintve, hogy olyan kölcsönhatásokat is szeretnénk tetten érni modellünkkel, amelyek esetében a térben egymáshoz közelebb elhelyezkedő egységek vonatkozásában az egymásra hatás intenzitása erősebb (pl. szolgáltatásfejlesztés igénykeltő hatása – a határátkelőhelyek és kapcsolataik kapacitásbővítése a teljes határszakaszra irányuló összes mobilitási igényre élénkítő hatást gyakorolhat).

A feltárt szakirodalom alapján a regressziós vizsgálat során az alábbi tényezőket mindenképpen célszerű a magyarázóváltozók között vizsgálnunk ([16], [17]):

- hiddal való ellátottság,
- út típusa,
- európai utak hálózata,
- célország,
- schengeni-határok.

Az előzetes vizsgálatok eredményei alapján a schengeni határok és a célország oly mérték-

ben függnek össze, hogy a dummy³ változók sajátosságai miatt külön nem vonhatók be a modellbe.

A hiddal való ellátottságot két tényező vizsgálja. Az egyik egy dummy változó, amelynek értéke akkor 1, ha a határ egy hídon van. A másik tényező pedig a határfolyók mérete és a hidak forgalma közti összefüggés leképezésére irányul. A második tényező figyelembevétele azért lehet indokolt, mert a nagyobb folyók esetében a nagyobb hídépítési költségek miatt a kapcsolatok vélhetően jóval ritkábbak, de jelentősebbek. Így további három változó került be a hidak tekintetében. Az egyik a folyók felett átívelő híd, míg a másik kettő a folyók határmenti, illetve teljes hossza.

Az utak típusát, a kategóriaváltozók miatt, szintén dummy változók reprezentálják. Itt a viszonyítási alapot az önkormányzati kezelésű utak jelentik. Szintén ebbe a körbe vonható az európai utak esete, azonban itt a változók kialakítása egy fokkal bonyolultabb összefüggést követ. Az európai utak rangsorolása a következő: az A osztályú főutak kelet-nyugati (tízrel osztható számok pl.: E60), illetve észak-déli irányban (ötrel osztható számok pl.: E65, E75) kötik össze Európa egyes részeit. Ezeket egészítik ki az A osztályú összekötő (egyéb kétszámjegyű), illetve a B osztályú (három számjegyű) utak. Ennek megfelelően az európai utak hatását három változóba kódoltuk. Az egyes változók azt mutatják, hogy a határátmenet hány, adott típusú európai út része.

Az utolsó szempont a célsország. Itt azt vizsgáltuk, hogy az adott határátkelőn Magyarországról kilépve melyik országba lehet belépni. A kategóriaváltozók miatt itt is dummy változókat alkalmaztunk, amelyeknek a viszonyítási pontja ebben az esetben Ukrajna volt.

2.2.2. Egyéb magyarázóváltozók

A határátkelőhelyek közlekedés-szemponthoz elemzése a jelenlegi kutatásokban leginkább

az áruszállításra koncentrál. Ennek oka, hogy a közlekedési költségek egyik fontos eleme a határátkelőhelyek okozta veszteség, ami leginkább a teherszállításban érhető tetten. Az áruszállításban ugyanis a tehergépjármű legkisebb idővesztése is hatalmas kiesést okozhat, ami hosszú távon a kereskedelmi kapcsolatok leépülését vagy átterelődését eredményezheti.

A határkeresztezés költségnövekedéssel jár, aminek okai a kérés, a vámvizsgálat, a megengedhető legnagyobb tömeg szabványának változása, illetve a közlekedési mód közti váltás. Így leggyakrabban dummy változóval szokás modellezni, ami akkor vesz fel egyet, ha a kiindulási és a célhelyszín határral van egymástól elválasztva, például [12]. A határon át történő szállítást megkönnyítik a nemzetközi egyezmények, a technológiai fejlődés, a szállítási infrastruktúra, az integrált közlekedési hálózatok, valamint a „földrajzi akadálymentesség” (smooth geography) [2].

A publikált cikkek a határátkelő tanulmányozása során főképp az amerikai-kanadai kapcsolatokra fókuszálnak. A NAFTA (North American Free Trade Agreement – Észak-amerikai Szabadkereskedelmi Egyezmény) keretrendszerének köszönhetően Kanada, illetve Kanadán belül kiemelten Ontario a legjelentősebb kereskedelmi partnerei az Amerikai Egyesült Államoknak. A kutatás alapja, hogy Ontario állam és az USA között többnyire hidakon keresztül folyik a forgalom [8]. Ezek a hidak azonban túlterheltek, köszönhetően többek között annak, hogy Ontario az USA negyedik legnagyobb kereskedelmi partnere [8]. Mindez alátámasztja jelen cikk egyik célkitűzését, hogy amennyiben egy határátkelő híd formájában épült meg, befolyásolja-e a határforgalmat?

Az amerikai és kanadai kutatások nagy része vizsgálja továbbá azt, hogy milyen hatással van a várakozási idő a gazdasági mutatókra. Különösen a szeptember 11-i terrortámadások után a várakozási idő jelentősen megnőtt a határátkelőhelyeken. [9] cikkében egy olyan modellt épít, amelyben mérhetőek ezen hatások. Itt az USA és Kanada közötti 15 db legforgalmasabb határátkelő forgalmi adatait vizsgálja, 1972 és 2011 között. A vizsgálat során, egy idősoros

3 Dummy alatt jelen cikkben azon bináris változókat értjük, amelyek akkor vesznek fel egyet, ha az adott tulajdonság az adott vizsgált egyedre igaz.

adatokon alapuló többváltozós lineáris regresszió került alkalmazásra, a magyarázóváltozók két csoportba sorolásával. A folytonos változók csoportjába sorolta az Egyesült Államok GDP-jét, az autógyártás mértékét Észak-Amerikában, az amerikai és a kanadai dollár közti árfolyamot és a két országban jellemző üzemanyagárat. A tanulmány három dummy változót határozott meg:

- 9/11 hatása (a 2001. szeptember 11. terrortámadás rövidítése), amely változó akkor 1, ha a 2001-es évet vizsgáljuk,
- 9/11 utáni akkor 1, ha az adott év nagyobb, mint 2001
- a gazdasági válság hatását, amelynek változója akkor 1, ha az adott év 2009 utáni.

A modelleket pedig a két irányra, illetve területspecifikusan is felépítették. Az eredményekből látszik, hogy a határátkelések szigorítása jelentős mértékben csökkentette a határon átkelő tehergépjárművek számát, azonban a 2008-as gazdasági világválság is jelentősen csökkentette a forgalmat.

A bemutatott nemzetközi kutatások modelltartó magyarázóváltozói megfelelők lehetnek a modell pontosítása szempontjából, azonban sok esetben ezek vagy országspecifikus tényezők, amelyeket már reprezentál a vonatkozó dummy változó, vagy pedig alkalmazásuk elsősorban idősoros adatként célszerű, azonban az ez irányú vizsgálatok nem tartoznak jelen cikk tárgykörébe. Közvetetten azonban, számos új magyarázóváltozót lehet bevezetni. Az amerikai példákön keresztül látszik, hogy egyrészt a kapacitás igencsak döntő a határátkelőhely forgalmának meghatározása esetén, így modellünket bővítettük ezen adatokkal. Noha valószínűleg a kihasználtsági adatok közvetlenebb módon befolyásolnák a forgalmi adatokat, mint a kapacitásadatok, azok magas korrelációja a forgalommal megakadályozza a használhatóságukat.

Szintén új változóként vonjuk be a súlykorlátozás értékét. Mivel a határátkelőhely forgalmának meghatározó része a teherszállításhoz köthető, így egyáltalán nem mindegy, hogy az adott útra milyen korlátozás vonatkozik. A maximális kapacitás az úthálózaton 44 ton-

na. Ennek oka, hogy ma Magyarországon a megengedett legnagyobb össztömeg 40 tonna, viszont a negyven lábas konténerek esetében 44 tonna. Ezen határ felett pedig már csak külön engedéllyel közlekedhetnek járművek. 2013. július 1-jével a 209/2013. (VI. 18.) kormányrendelet értelmében a nehéz tehergépjárművek csak gyorsforgalmi úton vagy főútvonalon közlekedhetnek, így az egyéb utak esetében, ahol más korlátozás nincs megadva, a 12 tonnás határ került beállításra. Azokon az útvonalakon, ahol sem az áruszállítás, sem az autóbusz-közlekedés nem engedélyezett, ott a korlát 3,5 tonna, természetesen amennyiben más korlát nincs.

A kapacitással némiképp összefüggő paraméter az egyes határátkelőhely nyitva tartásának kérdése. A schengeni határokon ez nem jelent problémát, azonban a többi esetben szignifikáns befolyása lehet. A nyitva tartás heti bontásban került vizsgálatra, ami azért szükséges, hogy a célok között megfogalmazott, a román-magyar határon nyitott, új határátkelőhelyek modellbe vonása is elvégezhető legyen a későbbi kutatásokban.

A határátkelőhely vizsgálata során mindenképp szükséges kitérni a határmenti lakosság kérdéskörére is. Általánosságban elmondható, hogy nagyvárosok környékén magasabb a határforgalom mértéke (például: Sopron, Bratislava (Pozsony)), azonban e városok nem közvetlenül a határ mellett fekszenek (például: Szeged, Oradea (Nagyvárad)). Emiatt a határvárosok lakossága mellett, érdemes más, nagyobb területi egység lélekszámát is vizsgálni. Az Európai Unió a határmenti régiók megállapítása esetében a NUTS-3-at veszi alapul, emiatt ez lesz a modell egyik magyarázóváltozója. Azt is figyelembe kell venni, hogy Magyarország esetében a 19 megyéből 14 határmentinek számít. Emiatt érdemes lehet egy finomabb felbontást is alkalmazni, ami a járási szint [4]. Mivel a szomszédos országok esetében sok helyen hiányzik a LAU-1-es felbontás, így ezt csak hazai szinten lehet alkalmazni.

2.2.3. Klasszikus lineáris regresszió

A multikollinearitás elkerülése végett, az egymással korreláló magyarázóváltozók kiszűrése

1. táblázat: Az alapmodell együtthatóinak táblázata (forrás: saját szerkesztés)

		Együttható	Std. Hiba	Pr(> t)	
Tengelymetszet		2280	4271	0,5951	
Magyar lakosságszám	Megye	3,11E-03	1,67E-03	0,0669	.
	Járás	-3,53E-03	8,28E-03	0,6714	
	Település	1,66E-01	3,84E-02	4,64E-05	***
Szomszédos NUTS-3 régió lakossága		2,13E-03	3,99E-03	0,5947	
Határátkelő tulajdonságai	Nyitva tartás	-12,49	14,88	0,4040	
	Kapacitás	-0,46	0,43	0,2840	
	Összsúly korlát	14,47	19,81	0,4675	
	Tehergépjármű korlátozás	1098	931,3	0,2422	
	Autóbusz korlátozás	-1483	1170	0,2089	
Híd		-550	798	0,4928	
Országra kategória dummy változók	Ausztria	5467	2004	0,0080	**
	Horvátország	-1107	1914	0,5647	
	Románia	809,4	1863	0,6652	
	Szerbia	-180,2	1899	0,9247	
	Szlovákia	1628	2294	0,4801	
	Szlovénia	4331	2199	0,0526	.
Európai nemzetközi E-út hálózat	A osztályú főút	4190	1592	0,0103	*
	A osztályú kiegészítő	-631	1348	0,6411	
	B osztályú	1921	1826	0,2961	
Magyar úthálózat dummy változói	Autópálya	8434	3458	0,0171	*
	Autóút	4580	3797	0,2315	
	Főút	2641	1282	0,0429	*
	Egyéb	828,8	955	0,3883	
Szomszédos országok úthálózatának dummy változói	Elsőrendű főút	-2420	3123	0,4409	
	Másodrendű főút	-3717	3150	0,2418	
	Összekötő út	-5042	3231	0,1229	
	Helyi út	-5601	3223	0,0864	.
Folyószelesség		4,16	3,73	0,2680	
R ²		0,7757			
F-statisztika p-értéke		1,38E-14			

után felállításra került az alapmodell, amelynek paramétereit az 1. táblázat tartalmazza. A magyarázó- és az eredményváltozók közti korrelációértékeket szemléltető táblázat terjedelmi okok miatt jelen cikknek nem képezi részét. A multikollinearitás kiszűrésével viszont lehetőségünk van az egymással összefüggő modell változók együttes figyelembevételének elkerülésére (pl. a heti nyitva tartási idő és a

határátkelő korlátozására vonatkozó dummy változó között az R² érték 0,8938, így nem szerepelhetnek egy modellben).

Az 1. táblázat első oszlopa a modell által vizsgált magyarázóváltozókat tartalmazza, a második a vonatkozó együtthatókat, míg a harmadik a kapcsolódó p-értékeket, vagyis azt a szignifikanciaszintet, amely mellett el lehet

fogadni az adott változó nulla értékére vonatkozó nullhipotézist. (. ha $p < 0,1$,* ha $p < 0,05$, ** ha $p < 0,01$, és *** ha $p < 0,001$)

Összevetve a táblázatot a magyarázóváltozókat leíró bekezdések tartalmával (2.2.1, 2.2.2 fejezetek), látható, hogy egyes korábban említett paraméterek nem képezik a modell részét. Az egyik ilyen a határ túloldalán fekvő település lakosság száma. Ennek oka, hogy az első alapmodell eredménye szerint az együttható értéke nagy valószínűséggel 0, illetve az ettől való eltérést nagy valószínűséggel a véletlen okozza (1-hez közeli p-érték). Bár a modellben maradtak magas p-értékkel jellemezhető együtthatók, ezek egy meghatározó része dummy változó, amelyek a szomszédos országok szerepének összehasonlításához szükséges relatív súlyokat reprezentálnak, emiatt a modellben ezeket célszerű továbbra is megjeleníteni. Például Szerbia vagy Ukrajna esetében, ahol a p-érték 0,9 felett van, arra utal a magas p-érték, hogy a határforgalomban nincs szignifikáns eltérés, csak azért, mert a határátkelő Szerbia vagy Ukrajna felé biztosít átjárást. Azonban a határ túloldalán fekvő település nem dummy változó, és a kirívóan magas p-értékének (nagyobb, mint 0,9) köszönhetően eltekinthetünk a tényező további vizsgálatától.

A másik fontos változtatás, hogy mind a hazai, mind a szomszédos országok úthálózatának reprezentálásánál az egyes csoportokat összevontuk. A külföldiek esetében ez az autópályára és az autóútra vonatkozik. Ennek oka, hogy Magyarországon minden autópályás és autóút a szomszédos országban autópályaként folytatódik, illetve ez visszafelé is igaz. Minden külföldről érkező autópályát Magyarországon gyorsforgalmi útként folytatódik, így ezen adatok összefüggnek egymással. Magyarországon pedig a külterületi főutakat (nem gyorsforgalmi utakat) két csoportra a számozott és a nem számozott utakra (a KRESZ szabályainak megfelelően jelezve van-e zöld táblával az út száma a helyszínen) bontottuk. Ugyanis a csoportokon belüli forgalom nagyságban nem található szignifikáns eltérés. (A modell együtthatói nem mutattak jelentős különbséget). Ennek oka, hogy a határt elérő elsőrendű főutak 36 százalékaival fut párhuzamosan

gyorsforgalmi út, amely elszívja a forgalmat, míg a másodrendű utak esetében hasonló elszívó hatást eredményező helyzet nem áll fenn. A számmal nem jelölt főutak csoportjában az eltérés hiányát az okozhatja, hogy a járművezetők valószínűleg nem tesznek különbséget az összekötő és a bekötő utak között (nincs szignifikáns érzékelhető különbség).

Megvizsgálva az együtthatókat a következőket lehet megfigyelni. Egyrészt míg a megye, illetve a határ menti település lakosság száma pozitív irányba, addig a járás népessége negatív irányba befolyásolja a forgalmat. Ennek oka arra vezethető vissza, hogy a jelentősebb központtal rendelkező járástak valószínűsíthetően gyengítik a határon átmenő ingázást, ugyanis egy nagyobb járásközpont feltehetően jobban vonzza az ingázókat, mint egy határon túli nagyváros. Bár számos, most magyarázott változó szignifikancia szintje magasabb, mint az elfogadható, azonban a modell kritériumrendszerének módosításával az e változókat jellemző értékek is az elfogadható tartományba kerülhetnek (így szignifikánsak lehetnek).

A korlátozások esetében az látható, hogy az éjszakai átjárás engedélyezése érdemben nem befolyásolja a forgalmat (ezt mutatja a negatív együttható), továbbá a jelenlegi kapacitások sem befolyásolják érdemben a forgalmat, nincsenek állandósult szűk keresztmetszetek. A híddal való ellátottság önmagában szintén nem okoz jelentős forgalomnövekedést, ugyanis itt a legkisebb vízfolyások is helyet kaptak, amelyek egyrészt nem képviselnek kiemelkedő elválasztó hatást, másrészt pedig a határok is felfoghatók egy akadályként, amelyen bizonyos pontokon lehet csak átkelni. Amennyiben azonban a folyó szélességét is vizsgáljuk egyértelműen pozitív hatást kapunk.

Az országokat tekintve a következőket lehet megfigyelni. Amennyiben a határátkelő valamely schengeni országba vezet, az nagy mértékű forgalomnövelő hatást jelent. Ezekről valamivel elmarad a Románia irányú forgalom. Illetve megfigyelhető, hogy Szerbia és Ukrajna hatása közel megegyezik. Továbbá látható még, hogy a Horvátország irányú forgalom jelentősen kisebb.

Felmerülhet a kérdés, hogy a magyarázóváltozók száma magas a mintaelemszámhoz képest, azonban a magyarázóváltozók nagy száma a kategóriaváltozók dummy változóval való reprezentálása okán adódott.

3. METODOLÓGIA

E fejezetben a modellalkotás lépéseit ismertetjük. Az előzőekben bemutattuk, hogy jelen modell célja a határátkelők forgalmának becslése speciális térökonometriai eljárás alkalmazásával (2.2.3).

Modellünk azonosítása során a térökonometriai modell felállításának öt lépését követjük [1]:

1. súlymátrix előállítás,
2. Moran-féle I-próba meghatározása,
3. klasszikus lineáris regressziós modell felállítása,
4. térben eltolt lineáris regressziós modell felállítása,
5. a becslő modell felállítása.

3.1. Súlymátrix előállítás

A súlymátrix két alapvető típusát különböztetjük meg: a bináris vagy az inverz távolság alapú súlymátrix. A bináris szomszédsági mátrix 0 és 1 értékű elemekből épül fel (1 - ha a vizsgált térbeli reláció két eleme szomszédos, 0 - ha a vizsgált térbeli reláció két eleme nem szomszédos). Az inverz távolság alapú súlymátrix egyes celláiban a két elem távolságának inverz függvénye található. A súlymátrix egyes elemeit a következő képlet (1) segítségével lehet meghatározni [7]:

$$w_{i,j} = \frac{1}{d(i,j)^a} \quad (1)$$

Ahol a egy tetszőleges paraméter, a gyakorlatban értéke leggyakrabban 2. Jelen tanulmányban ettől eltérünk, ugyanis az (1) távolság-hanyatlás görbeként is értelmezhető. [3] által ismertetett kutatás eredményei szerint a kitevő optimálisan 1,94 értéket vesz fel. Kutatásunk során is az $a=1,94$ paramétert vizsgáljuk, amennyiben $i=j, w_{ij}=0$. A fentiekén túl számos tanulmány javasolja a sorstandardizált

súlymátrixok alkalmazását. Ennek lényege, hogy a mátrix minden egyes elemét elosztjuk adott sorhoz tartozó sorösszeggel. Ennek eredményeként minden sorra vonatkozóan a sorösszeg értéke 1, és $\sum_{i,j} w_{ij} = N$, ahol N a megfigyelések száma [7].

3.2. Moran-féle I-próba

Annak eldöntésére, hogy egy térbeli adatsor elemei között autokorreláció van-e számos módszer mellett a leggyakrabban a Moran-féle I-próbát alkalmazzák. A képlete, sorstandardizált súlymátrix alkalmazása esetén, a következőképpen alakul [7]:

$$I^* = \frac{\sum_{i,j} (w_{ij}(x_i - \mu)(x_j - \mu))}{\sum_i (x_i - \mu)^2} \quad (2)$$

ahol:

- x_i, x_j : két pontban mért érték
- μ : x várható értéke
- w_{ij} : térbeli súlymátrix egy eleme

Amennyiben az I^* értéke nagyobb, mint a várható értékéé (3) akkor pozitív, ellenkező esetben negatív autokorrelációról beszélhetünk [7]:

$$E(I^*) = \frac{-1}{N-1} \quad (3)$$

3.3. A klasszikus lineáris regressziós modellek felépítése

A térökonometriai modell azonosítása során az utolsó két lépésünk a klasszikus és a térben eltolt regressziós modell felépítése (4), amelynek eredményeként meghatározható a hibavektor. Ez alapján elvégezhetjük a térökonometriai modell felépítését [20]:

$$y_i = \alpha + \sum_{l=1}^k \beta_l x_{li} + u_i, i = 1..N \quad (4)$$

ahol:

- y_i : az i -edik eredményváltozó,
- x_{li} : az i -edik eredményváltozóhoz tartozó l -edik magyarázó változó,

- α : a konstans tag,
- β_i : a i -edik magyarázó változóhoz tartozó együttható,
- k : magyarázó változók száma,
- N : megfigyelések száma,
- u_i : i -edik hibtag.

A 3. lépés esetében az y_i helyére az eredeti y vektor értékei kerülnek, míg a 4. lépésben a térben eltol Wy értékek.

3.4. A becslő modell felállítás

A vizsgált probléma térökonometriai értékelésére alapvetően két eltérő módszertani keretrendszer alkalmazható. A térbeli késleltetés modellje (Spatial Autoregressive Models – SAR) lehetőséget teremt, hogy „egy változó bizonyos pontban mért értékét ugyanezen változónak a tér más pontjain mért értékeivel hozzuk összefüggésbe” [7]. E módszer esetében az idősoelemzés mintájára úgynevezett térbeli késleltetést alkalmazunk. A modellt az alábbi összefüggéssel írhatjuk le (5) [7]:

$$Y_{(N \times 1)} = \rho W_{(N \times N)} Y_{(N \times 1)} + X_{(N \times K)} \beta_{(K \times 1)} + \varepsilon_{(N \times 1)} \quad (5)$$

ahol:

- y : eredményváltozó értékeinek a vektora,
- ρ : térbeli autoregressziós paraméter,
- W : sorstandardizált súlymátrix,
- Wy : az eredményváltozó térben késleltetett értékeinek a vektora,
- X : az exogén változók mátrixa,
- β : az exogén változók paramétervektora,
- ε : a hibtagok vektora ($E(\varepsilon_i) = 0, V(\varepsilon_i) = \sigma^2$)

E módszer tekintetében megállapítható, hogy a térbeli hatások modellezése során a klaszszikus lineáris regressziós modellbe egy új tagot veszünk fel. Mivel jelen esetben a legkisebb négyzetek módszere nem vezet eredményre, így a ρ paraméter meghatározásához a maximum-likelihood módszer használata szükséges [7].

A másik eljárás a térbeli hiba autokorrelációs modellje (Spatial Error Models – SEM). E modell esetében a „regressziós egyenlet a magyarázó változóknak és a független változónak a tér-

beli autokorreláció hatásaitól „megtisztított” viszonyát tárja elénk” [7]. Itt az autokorreláció tehát hibaként szerepel a modellben, ezért a hibtagok között jellemző térbeli autokorreláció korrekcióját szolgálja. A becslőmodell az alábbi összefüggéssel írható le (6):

$$Y_{(N \times 1)} = X_{(N \times K)} \beta_{(K \times 1)} + \varepsilon_{(N \times 1)} \quad (6)$$

$$\varepsilon_{(N \times 1)} = \lambda W \varepsilon + \zeta$$

ahol:

- λ : az autoregresszív hibtagok térben késleltetett értékeinek paramétere
- ζ : hibtagok vektora

Annak eldöntésére, hogy melyik modellt célszerű alkalmazni az R project beépített függvényét (spdep:LMtest) használtuk [10, 11, 18, 21]. A beépített függvény a megadott regressziós modellre meghatározza a Lagrange-multiplikátor tesztet, mind a SAR (LMlag), mind pedig a SER (LMerr) modellekre, valamint ezek robosztusságát (RLMerr, RLMlag) is megadja.

4. AZ EREDMÉNYEK ISMERTETÉSE

4.1. A térökonometriai modell kiválasztása

A térökonometriai modell kiválasztását a 2. táblázat alapján végeztük el [18]. A vizsgálat során hat eltolásmátrixot vizsgáltunk, az alábbi paramétereknek megfelelően. A mátrix típusa kétféle lehet, sorstandardizált (W), illetve bináris (B) [19]. A hozzárendelés típusa négyféle lehet:

- Összes: minden határátkelő mindegyikre hatással van,
- Szomszéd: a szomszédos határátkelők hatnak egymásra,
- Főutakhoz: azon határátkelők vannak egymásra hatással, amelyek a két szomszédos másodrendű, vagy magasabb rangú határátkelők között vannak,
- Országhoz: azon határátkelők vannak egymásra hatással, amelyek ugyanazon ország felé biztosítanak átjárást, illetve mindkét irányban plusz egy-egy.

A minősítő táblázat a modellek azonosításán túl hat paramétert tartalmaz, azonban az al-

2. táblázat: A térökonometriai modell kiválasztásának táblázata
(forrás: [18] és [19] cikkei alapján saját szerkesztés)

	0. modell	1. modell	2. modell	3. modell	4. modell	5. modell
Mátrix típusa	W	W	W	B	W	B
Hozzárendelés	Összes	Szomszéd	Főutakhoz	Országhoz	Országhoz	Főutakhoz
Moran I	-0,1392	-0,1841	-0,1768	-0,0386	-0,1474	-0,0185
Moran I p-értéke	0,3296	0,4276	0,3205	0,4534	0,3811	0,2924
LMerr p-érték	0,0796	0,0981	0,0668	0,1494	0,0816	0,7544
LMlag p-érték	0,6192	0,9014	0,7861	0,7901	0,6303	0,0594
RLMerr p-érték	0,0175	0,0364	0,0188	0,0153	0,0172	0,0086
RLMlag p-érték	0,0933	0,1982	0,1350	0,0492	0,0899	0,0013

kalmazandó eljáráshoz csupán csak az utolsó négyet kell elsődlegesen figyelembe venni, ugyanis a másik kettő a Moran-I próba jóságát írja le, ami ha nem megfelelő, akkor egyik metódus sem alkalmazható. A paraméterek között az első sorban a Moran-I értéke látható, míg ennek p-értékét a második sor mutatja. A harmadiktól a hatodik sorig vannak azon paraméterek, amelyek elsődlegesen meghatározzák a modell típusát. Az első két sor az általános teszt, míg a második két teszt a robusztus teszt p-értékeit tartalmazza. Amelyik módszer p-értékei kedvezőbbek, azt a modellt célszerű alkalmazni [18].

4.2. Modellek összehasonlítása

A 2. táblázat alapján csak az 5. modellt célszerű a térbeli késleltetés autokorrelációs modelljével lefuttatni (sar25), azonban a sorstandardizált súlymátrixok alkalmasak lehetnek a SEM eljárások számára. A további vizsgálatok azt mutatták, hogy a 4. modell nem vezet eredményre, így csak a maradék három mátrixhoz rendelhető SEM metódus (errorsalm20, errorsalm21, errorsalm22). Az összehasonlítást a 3. táblázat foglalja össze, ahol az egyes modellek az ismertetett azonosítókkal kerültek megkülönböztetésre.

Mint ahogyan az 1. táblázatban itt is (3. táblázat:) az egyes sorokban az együtthatók és a hozzájuk tartozó p-értékek láthatók. A 4. táblázat az egyes modellek összehasonlítását tartalmazza. A ρ/λ sor az aktuális

modellre vonatkozó térbeli autokorrelációs paramétert mutatja. A harmadik sor ennek a p-értékét adja meg. A negyedik sor a logaritmus likelihood függvény értékét, míg az ötödik sor az ebből számított AIC (Akaike Information Criteria) értékét mutatja. Általánosan elmondható, hogy ezek abszolút értékben minél kisebbek, annál jobbnak tekinthető a modell [5].

Az együtthatókról megállapítható, hogy összességében a hatások nem módosulnak a klasszikus modellhez képest. Az egyetlen SAR modellt vizsgálva (sar25) az látható, hogy Szerbia együtthatója csökkent Ukrajnához képest. Ezzel szemben a SEM modellek esetében az országok hatásai visszaesnek, csupán Ausztria és Szlovénia tartja meg erős helyzetét, amiből arra lehet következtetni, hogy a többi ország esetében jelentősebbek a térbeli hatások.

Megbecsülve a modell alapján várható forgalomlefordítást a következőket lehet megállapítani. Vannak kiemelkedően túlterhelt határátkelőhelyeink, amelyek a fontosabb első és másodrendű főutak (például: 84, 42, 49, 56), illetve a Duna-hidak (13, 14), a Dráva-híd Drávaszabolcsnál (58) és az új Ipoly-hidak (22103 illetve 22105). A 84-es szerepét Sopron közelsége biztosítja, a 42-es és a 49-es a Románia, az 56-os a Horvátország felé kialakítandó főbb autópályák (M3, M4 illetve M6) helyettesítő főújtjai. Természetesen a legtúlterheltebb út a modell alapján egyértelműen az M1-es autópálya. Mindezek alapján arra következtet-

3. táblázat: A térbeli modellek összehasonlítása (forrás: saját szerkesztés)

	Térbeli képletletés modellje az 5-ös mátrixra			Térbeli hiba modellje a 0-ás mátrixra			Térbeli hiba modellje a 1-es mátrixra			
	Egység	Std. Hiba	Pr(> z)	Egység	Std. Hiba	Pr(> z)	Egység	Std. Hiba	Pr(> z)	
Tengelymetszet	2461.30	3526.50	0.4852	2685.40	3232.80	0.4061	2454.50	3498.10	0.4829	
Magyar lakosságszám	Megye	2.53E-03	1.43E-03	0.0774	2.85E-03	1.10E-03	0.0096**	3.00E-03	1.21E-03	0.0135*
	Járás	-4.43E-03	6.88E-03	0.5192	-1.11E-02	5.17E-03	0.0319*	-7.22E-03	5.78E-03	0.2116
	Település	1.57E-01	3.25E-02	1.39E-06***	1.37E-01	2.82E-02	1.18E-06***	1.49E-01	2.99E-02	6.44E-07***
Szomszédos NUTS-3 régió lakossága	1.73E-03	3.39E-03	0.6106	6.93E-03	2.71E-03	0.0105*	5.05E-03	2.97E-03	0.0885*	
Határátkelő tulajdonságai	Nyitva tartás	-11.22	12.34	0.3633	-15.25	11.80	0.1962	-14.62	12.36	0.2371
	Kapacitás	-0.42	0.36	0.2434	-0.70	0.33	0.0312*	-0.60	0.35	0.0852*
	Összűly korlát	11.53	16.54	0.4858	-7.14	14.05	0.6112	7.18	15.02	0.6328
	Tehergépjármű korlátozás	1267.70	779.93	0.1041	-1694.40	729.89	0.0203*	-344.17	759.27	0.6503
Autóbusz korlátozás		974.45	0.1208	443.13	957.01	0.6433	-605.54	982.10	0.5375	
		-595.37	664.96	0.3706	-1121.30	614.71	0.0681	-969.80	626.45	0.1216
Híd	Ausztria	4474.60	1682.60	0.0078**	7586.30	1306.90	6.44E-09***	6815.80	1460.80	3.07E-06***
	Horvátország	-1440.70	1551.10	0.3530	-83.72	1256.60	0.9469	-486.16	1351.90	0.7191
	Románia	515.42	1546.60	0.7389	297.00	1283.60	0.8170	555.32	1353.10	0.6815
	Szerbia	-309.49	1524.20	0.8391	1457.00	1185.20	0.2189	751.03	1328.70	0.5719
	Szlovákia	1339.80	1944.60	0.4908	682.90	1620.80	0.6735	1108.30	1707.60	0.5163
	Szlovénia	3473.10	1821.40	0.0566	7036.90	1395.90	4.63E-07***	5908.70	1558.30	1.50E-04***
	A osztlály főút	4317.30	1340.30	0.0013**	3621.20	1122.70	0.0013**	3713.30	1247.50	0.0029**
Európai nemzetközi E-út hálózat	A osztlály kiegészítő	-473.07	1132.00	0.6760	-782.20	1041.50	0.4526	-724.15	1077.40	0.5015
	B osztlály	1844.10	1506.70	0.2210	2628.40	1400.70	0.0606	2427.90	1527.90	0.1121
Magyar úthálózat dummy változói	Autópálya	8067.10	2881.10	0.0051**	10947.00	2488.40	1.09E-05***	9901.50	2722.50	2.76E-04***
	Autóút	4874.80	3170.00	0.1241	4564.50	2787.90	0.1016	4320.00	3035.40	0.1547
	Főút	2422.90	1072.90	0.0239*	2784.10	961.13	0.0038**	2657.90	1007.00	0.0083**
	Egyéb	642.26	805.12	0.4250	1062.70	691.26	0.1242	891.38	730.66	0.2225
Szomszédos országok úthálózatának dummy változói	Elsőrendű főút	-2324.10	2610.60	0.3733	-638.81	2403.70	0.7904	-1326.20	2548.40	0.5493
	Másodrendű főút	-3445.50	2628.20	0.1899	-3525.00	2404.90	0.1427	-3705.30	2576.40	0.1504
	Összekötő út	-4756.00	2699.00	0.0780	-6211.60	2452.20	0.0113*	-5657.70	2641.60	0.0322*
	Helyi út	-5317.30	2686.60	0.0478*	-6600.00	2488.90	0.0080**	-6192.40	2667.10	0.0202*
Folyósélesség	4.40	3.12	0.1580	5.17	2.72	0.0569	5.03	2.80	0.0724*	

	Térbeli hiba modellje a 2-es mátrixra			Térbeli hiba modellje a 4-es mátrixra			
	Egység	Std. Hiba	Pr(> z)	Egység	Std. Hiba	Pr(> z)	
Tengelymetszet	2068.20	3415.20	0.5448	2941.90	3242.50	0.3643	
Magyar lakosságszám	Megye	3.03E-03	1.15E-03	0.0085**	2.85E-03	1.09E-03	0.0091**
	Járás	-8.33E-03	5.48E-03	0.1287	-1.10E-02	5.14E-03	0.0319*
	Település	1.49E-01	2.85E-02	1.85E-07***	1.37E-01	2.82E-02	1.16E-06***
Szomszédos NUTS-3 régió lakossága	6.34E-03	2.82E-03	0.0243*	6.83E-03	2.68E-03	0.0107*	
Határátkelő tulajdonságai	Nyitva tartás	-14.50	12.05	0.2289	-16.70	11.86	0.1593
	Kapacitás	-0.64	0.34	0.0594	-0.73	0.33	0.0255*
	Összűly korlát	4.16	14.82	0.7789	-6.93	14.08	0.6227
	Tehergépjármű korlátozás	-1170.60	763.91	0.1254	-1708.30	730.04	0.0193*
Autóbusz korlátozás		25.24	977.35	0.9794	478.98	956.51	0.6165
		-1034.40	619.17	0.0948	-1147.00	614.04	0.0618
Híd	Ausztria	7414.10	1376.20	7.15E-08***	7622.50	1279.20	2.54E-09***
	Horvátország	-147.46	1259.20	0.9068	92.25	1199.80	0.9387
	Románia	543.54	1281.20	0.6714	395.29	1226.40	0.7472
	Szerbia	1238.30	1244.60	0.3197	1501.50	1139.00	0.1874
	Szlovákia	902.14	1618.80	0.5773	789.02	1582.30	0.6180
	Szlovénia	6636.30	1462.70	5.70E-06***	7111.80	1360.50	1.72E-07***
	A osztlály főút	3370.60	1194.70	0.0048**	3599.80	1113.30	0.0012**
Európai nemzetközi E-út hálózat	A osztlály kiegészítő	-665.69	1052.00	0.5269	-817.29	1043.60	0.4335
	B osztlály	2653.20	1507.40	0.0784	2689.30	1429.50	0.0599
Magyar úthálózat dummy változói	Autópálya	10494.00	2652.20	7.59E-05***	10942.00	2485.40	1.07E-05***
	Autóút	4422.00	2965.60	0.1359	4614.70	2808.50	0.1004
	Főút	2683.40	990.41	0.0067**	2789.30	963.35	0.0038**
	Egyéb	965.48	713.59	0.1761	1035.50	689.46	0.1331
Szomszédos országok úthálózatának dummy változói	Elsőrendű főút	-1201.80	2492.00	0.6296	-651.23	2401.90	0.7863
	Másodrendű főút	-3677.10	2510.00	0.1429	-3543.10	2399.80	0.1398
	Összekötő út	-5971.50	2565.60	0.0199*	-6244.50	2452.40	0.0109*
Helyi út	-6352.60	2601.10	0.0146*	-6643.80	2489.80	0.0076**	
Folyósélesség	5.28	2.73	0.0550	5.33	2.70	0.0481**	

hetünk, hogy a határ felé irányuló gyorsforgalmi közúthálózat kapacitásának bővítése indokolt lehet, ugyanis a tervezett autópálya-helyettesítő határátkelők a legtúlerheltebbek (M3-41, M4-42, M6-56, M85-84), valamint elmondható, hogy a nagyobb folyókon (Duna, Dráva, Ipoly) új hidak építése válhat szükségessé. A modellel kimutatható továbbá az M15-ös és az M70-es autótutak bővítésé-

nek szükségessége, amely összhangban van a hazai infrastruktúra-fejlesztésekkel [13, 14].

Ezzel szemben egyes határátkelők esetében a jelenlegi forgalom elmarad a becslöttől. Ezek jellemzően a Szerbia és Horvátország felé vezető fontosabb utak (M5, M7, 6), de ide tartozik például a 26-os is. Ennek oka, hogy ezen irányok inkább kiesnek a nemzetközi fő irányokból.

4. táblázat: A térbeli modellek összehasonlítása (forrás: [19] alapján saját szerkesztés)

	sar5	errorsalm0	errorsalm1	errorsalm2	errorsalm4
R ²	0,7839	0,8286	0,7995	0,8118	0,8291
ρ/λ	0,0343	-0,6004	-0,2909	-0,4244	-0,5836
p-érték	0,0820	1,04E-04	1,24E-02	1,95E-03	1,30E-04
L _c	-931,1929	-925,1766	-929,5786	-927,9058	-925,3812
AIC	1924,4	1912,4	1921,2	1917,8	1912,8

4.3. Kiemelt hatások vizsgálatának összefoglalása

A megvizsgált nemzetközi döntés-előkészítő, illetve helyzetfeltáró tanulmányok [16, 17] alapján az alábbi öt kiemelt tényezőt azonosítottuk, amelyek vizsgálatát kiemelten fontosnak minősítettük a határátkelők forgalmának becslésére vonatkozóan:

- híddal való ellátottság,
- út típusa,
- európai utak hálózata,
- célország,
- schengeni-határok.

A híddal való ellátottság problémájának megértéséhez célszerű figyelembe vennünk, hogy az a modell alapján nem gyakorol szignifikáns hatást a forgalomra. A közlekedőknek kevésbé lényeges, hogy mi képezi az elválasztó hatást/kapacitáscsökkenést. Legyen az egy határátkelő szakasz vagy a részhálózatokat elválasztó természetes képződmény (pl. folyó, hegy, völgy stb.)

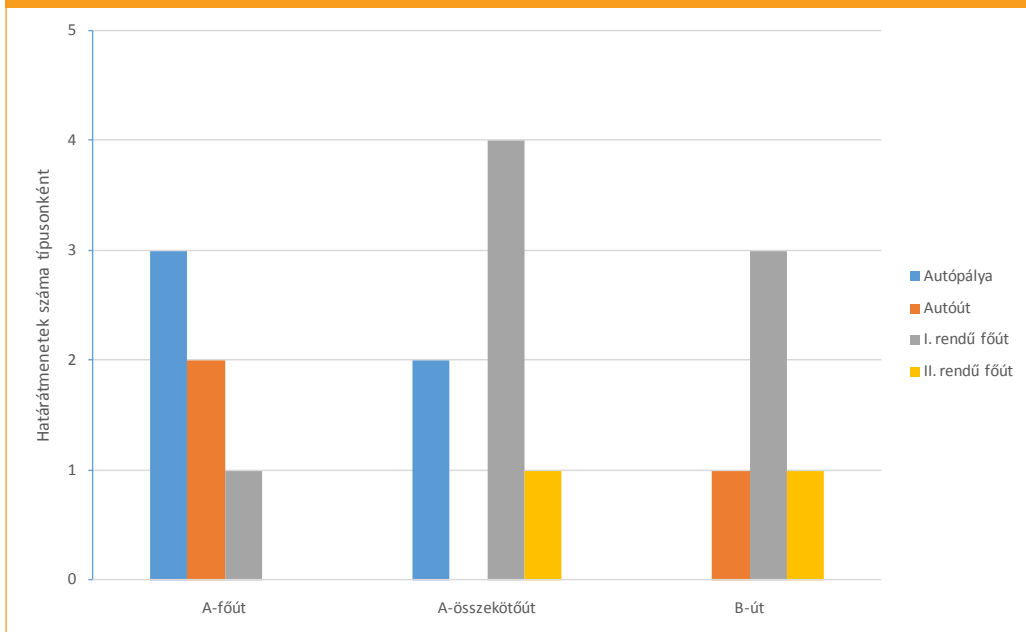
Az úthálózat hatásai az előzetes elvárásoknak megfelelően alakultak. Az együttthatók megfelelően megadják, hogy minél magasabb kategóriájú egy főút, annál nagyobb rajta a forgalom. Azonban e definícióértékű megállapítást számos körülmény árnyalja. Az első körülmény, hogy az első- és másodrendű főutak, illetve az összekötő és bekötő utak közötti különbség nem mutatható ki a modellel. Ez a korábbi megállapításokhoz igazodva két okra vezethető vissza. Az egyik, hogy az elsőrendű utak harmada mellett van párhuzamos autópálya, ahová átterelődött a forgalom, míg a másodrendű főutakra ugyanez nem mondható el, illetve az említett kategóriapárok kö-

zött nincs látványos különbség. Fentiekén túl hangsúlyos tényező, hogy a szomszédos országok határhoz vezető útjainak esetében nem lehet a modell szerint különbséget tenni az autópályák és az autóutak között. Ennek oka, hogy Magyarországon minden gyorsforgalmi út a határ túloldalán autópályaként folytatódik, és ez visszafelé is igaz, vagyis minden külföldről jövő autópálya gyorsforgalmi útként folytatódik hazánkban. Így a lineáris összefüggés elkerülése okán a modellben a külföldi oldalon csak a gyorsforgalmi út, mint kategória, volt vizsgálható.

Az európai utak rendszerében ugyanezen minta már nem figyelhető meg. Itt az A osztályú összekötő utak együttthatója szignifikánsan negatívra adódott a rendszerbe nem bevont utakhoz képest. Ezen hatás okainak felkutatása jelentősen túlmutat jelen cikk célkitűzésein, ugyanis alaposabb egyedi vizsgálatokkal lehetne meghatározni (például a nemzetközi szakirodalomból ismert lehetőségelemzéssel). A probléma általános szemléltetését mutatja a 3. ábra, ami a nemzetközi E-úthálózat egyes útkategóriáin belül előforduló úttípusok megoszlását szemlélteti.

Mint a 3. ábrán látható az A osztályú összekötő utak legtöbbször elsőrendű főutakon fordul elő. Ami azonban nem látható, hogy ezek azon elsőrendű főutak, amelyekkel párhuzamosan még nem épült autópálya. Továbbá két esetben (M7, 42) is megfigyelhető, hogy a határátkelő egyszerre része az A osztályú főútnak és az A osztályú összekötő útnak. Ezzel szemben a B osztályú utak közé rendszerint kiegészítő gyorsforgalmi útszakaszok (M70 vagy a 41-es főút), illetve nagy forgalmú főutak (14-es főút) tartoznak.

3. ábra: A nemzetközi E-úthálózaton belüli útkategóriák megoszlása (forrás: saját szerkesztés)



Az utolsó két szempont a célország és a schengeni országok hatásai. Mivel ezeket a modellben sem lehetett szétbontani, így itt is egyben kerülnek bemutatásra. A schengeni országokkal meglévő erős kapcsolat hatását a becslő modell vonatkozó együttthatói is tükrözik. Azokat Románia követi, mint 2007-ben csatlakozott EU tag. Ukrajna és Szerbia hatása, minthogy nem tagjai a közösségnek, nagyjából megegyezik, ezen csak a térbeli modell hatásai változtatnak valamennyit. Azonban a Horvátország felé irányuló forgalom jelentősen elmarad a többi szomszédos országtól, amelynek oka, hogy az Adriai-tenger horvát kikötői által generált forgalom elmarad a többi iránytól.

5. ÖSSZEZÉS

Megállapítható, hogy a térökonometriai modell felállítását követően (4.1. fejezet) a becslőmodell alkalmazásának eredményeként a határátkelőkre vonatkozóan gyenge az autokorrelációs kölcsönhatás. Megvizsgálva a kiemelt tényezőként azonosított magyará-

zó változók hatását, rögzíthetjük, hogy az elválasztó hatások modellezése során hasonló hatást mutat a hidak és a határátkelőhelyek vizsgálata. A kettő együttes alkalmazása esetén többelhatás nem mutatkozik. A tovább lépés tekintetében több jövőbeni kutatási célkitűzés is kirajzolódott. Világossá vált, hogy az európai úthálózat szélesebb körű vizsgálata indokolt, hiszen a hatások részletes értékelése a hatékony hálózatfejlesztési célok megvalósítása szempontjából alapvető jelentőségű összefüggéseket tárhat fel. Emellett a tranzitforgalmak mélyebb vizsgálata is szükséges, hiszen a nemzetközi kapcsolatok és kereskedelem szempontjából kiemelten fontos a hazánkba érkező, illetve az átmenő nemzetközi forgalom struktúráját alakító hatások feltárása. Fentiekén túl célunk az országok dummy változóval való leképzése mellett a nemzetközi szakirodalomban tárgyalt egyéb módszerek (pl. gazdasági tényezők hatásának leképezése) alkalmazására irányuló kutatások megvalósítása.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] *L. Anselin. Spatial Econometrics: Methods and Models.* Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, (1988). ISBN: 90-247-3735-4
- [2] *A. de Palma, R. Lindsey, E. Quinet és R. Vickerman (szerk.). Handbook of Transportation Economics.* Cheltenham Glos, Edward Elgar Publishing Limited, (2011) pp. 84-87. ISBN: 978 1 84720 203 1
- [3] *P. Hagget (szerk.). Geográfia. Globális szintézis.* Budapest, TYPOTEX Kiadó, (2006). pp. 398–399. ISBN: 963 9548 60 X
- [4] *Illés I. Regionális gazdaságtan – Területfejlesztés.* Budapest, TYPOTEX, (2008) pp. 190-205. ISBN: 978 963 279 004 6
- [5] *A. C. Cameron, P. K. Trivedi. Microeconometrics: Methods and Applications.* New York, Cambridge University Press, (2005). pp. 278–279. ISBN: 978-0-521-84805-3
- [6] *M. D. Meyer és E. J. Miller. Urban Transportation Planning.* McGraw-Hill, 2nd edition, (2000). ISBN: 0-07-242332-3
- [7] *Varga A. Térökonometria.* Statisztikai szemle, Vol. 80, No. 4, (2002) pp. 354-370. ISSN: 0039-0690
- [8] *M. Moniruzzaman, H. Maoh és W. Anderson. Short-term prediction of border crossing time and traffic volume for commercial trucks: A case study for the Ambassador Bridge.* Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol. 63, (2016) pp. 182-194. ISSN: 0968-090X
- [9] *H. F. Maoh, S. A. Khan és W. P. Anderson. Truck movement across the Canada–US border: The influences of 9/11 and other factors.* Journal of Transport Geography, Vol. 53, (2016) pp. 12-21. ISSN: 0966-6923 DOI: <http://doi.org/f8smfd>
- [10] *R. Bivand, G. Piras: Comparing Implementations of Estimation Methods for Spatial Econometrics.* Journal of Statistical Software, Vol. 63, No. 18, (2015) pp. 1-36. ISSN: 1548-7660, DOI: <http://doi.org/cqjx>
- [11] *R. S. Bivand, J. Hauke, és T. Kossowski: Computing the Jacobian in Gaussian spatial autoregressive models: An illustrated comparison of available methods.* Geographical Analysis, Vol. 45, No. 2, (2013) pp. 150-179. ISSN: 1538-4632, DOI: <http://doi.org/cqjx>
- [12] *N. Limão és A. J. Venables: Infrastructure, geographical disadvantage, transport costs and trade.* World Bank Economic Review, Vol. 15, (2001) pp. 451-479. ISSN: 1564-698X
- [13] *Szalóki F. M15 expressway- upgrade and widening to a 2+2 traffic lanes motorway between M1 motorway and Rajka (HU-SK border) XV. Európai Közlekedési Kongresszus és X. Budapesti Nemzetközi Útügyi Konferencia, Budapest (2017) pp. 12-17*
- [14] *Szalóki F. M70 expressway- upgrade and widening to a 2+2 traffic lanes motorway between Letenye and Tornyiszentmiklós (HU-SL border) XV. Európai Közlekedési Kongresszus és X. Budapesti Nemzetközi Útügyi Konferencia, Budapest (2017) pp. 18-24*
- [15] *One Planet Mérnökiroda Kft. Az országos közutak 2015. évre vonatkozó keresztmetszeti forgalma.* Budapest, Magyar Közút Nonprofit Zártkörűen Működő Részvénytársaság, (2016)
- [16] *Japan International Cooperation Agency, Oriental Consultants Global Co., LTD., and Padeco Co., LTD. Preparatory Survey on the Cross-Border Road Network Improvement Project – Final Report, Volume 1: Main Report.* Dhaka, Bangladesh, Roads and Highways Department, Ministry of Road Transport and Bridges, The People’s Republic of Bangladesh, (2016)
- [17] *United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific The Road Networks connecting China, Kazakhstan, Mongolia, the Russian Federation, and the Korean Peninsula.* UNESCAP, (2001)
- [18] *Ignacio Sarmiento-Barbieri: An Introduction to Spatial Econometrics in R.* Champaign, IL, University of Illinois, (2016) URL: http://www.econ.uiuc.edu/~lab/workshop/Spatial_in_R.html
- [19] *Roger Bivand et. al.: Spatial Dependence: Weighting Schemes, Statistics and Models.* Bergen, Norges Handelshøyskole,

- (2017) URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/spdep/spdep.pdf>
- [20] *Elek Péter, Bíró Anikó: Ökonometria.* Budapest, Eötvös Lóránt Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Tanszék, (2010) URL: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0041_ekonometria/01_het_ekonometria_vegleges_1_1.html
- [21] *R Core Team: A language and environment for statistical computing.* Wien, R Foundation for Statistical Computing, (2017) URL: <https://www.r-project.org/>
- [22] *MTI közszolgálat.* <http://mti.hu/mti/Default.aspx> (letöltve: 2017. 04. 23.) (MTI közszolgálat, 2017)
- [23] *Egységes Hídnilyántartási Rendszer.* <http://www.hidatok.hu/> (letöltve: 2017. 05. 12.)
- [24] *Magyarország Helységnévtára.* <https://www.ksh.hu/apps/hntr.main> (letöltve: 2017. 05. 12.)
- [25] *Slovenská správa ciest.* <http://www.ssc.sk/sk/cinnosti/rozvoj-cestnej-siete/dopravne-inzinierstvo/celostatne-scitanie-dopravy-v-roku-2015.ssc> (letöltve: 2017. 05. 12.)



Evaluating the Hungarian Border Crossings from Spatial Econometric Point of View

The evaluation on the border crossings, as the objects to reduction the separation influence, is really important for our country, to evaluate the relationship of the neighbouring and other nearby countries and international economic centers with Hungary. In our country's life the cross-border partnerships have an important role because of historical and cultural causes. In the current paper, our task is to investigate changes of the cross-border traffic, with the help of the spatial econometrics. The objective is to show the influence of five outstanding areas on the crossing traffic, and to investigate the spatial relationship between them.



Bewertung der ungarischen Grenzübergänge aus der Sicht der räumlichen Ökonometrie

Die Bewertung der Grenzübergänge, als Objekte zur Reduzierung des Trennungseinflusses, ist für unser Land wirklich wichtig, um die Beziehungen zwischen den Nachbarländern und anderen nahe liegenden Ländern sowie internationalen Wirtschaftszentren und Ungarn zu bewerten. Im Leben unseres Landes spielen die grenzüberschreitenden Partnerschaften aufgrund historischer und kultureller Ursachen eine wichtige Rolle. In dieser Arbeit haben wir uns die Aufgabe vorgenommen, Veränderungen des grenzüberschreitenden Verkehrs mit Hilfe der räumlichen Ökonometrie zu untersuchen. Unser Ziel war dabei, den Einfluss von fünf herausragenden Bereichen auf den grenzüberquerenden Verkehr aufzuzeigen und deren räumliche Beziehung zu untersuchen.