

Közzététel: 2019. november 7.

A tanulmány címe:

A hallgatói mobilitás vizsgálata gazdasághálózati módszerekkel

Szerzők:

KOSZTYÁN ZSOLT TIBOR, a PE-KMIT tanszékvezető egyetemi tanára, az MTA-PE Budapest Rangsor Kutatócsoport tudományos főmunkatársa, a kőszegi Felsőbbfokú Tanulmányok Intézetének (iASK) kutató szerzője, a PE Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Kutatóközpontjának vezető kutatója E-mail: kosztyan.zsolt@gtk.uni-pannon.hu

BANÁSZ ZSUZSANNA, a PE-KMIT egyetemi docense, az MTA-PE Budapest Rangsor Kutatócsoport tudományos munkatársa E-mail: banasz.zsuzsanna@gtk.uni-pannon.hu

CSÁNYI VIVIEN VALÉRIA, a PE-KMIT PhD-hallgatója, az MTA-PE Budapest Rangsor Kutatócsoport tudományos segédmunkatársa E-mail: csanyi.vivien@gtk.uni-pannon.hu

NEUMANNÉ VIRÁG ILDIKÓ, a PE-NGIT tanszékvezető egyetemi docense, a kőszegi Felsőbbfokú Tanulmányok Intézetének (iASK) kutató szerzője E-mail: virag.ildiko@gtk.uni-pannon.hu

TELCS ANDRÁS, a PE-KMIT egyetemi tanára, az MTA-PE Budapest Rangsor Kutatócsoport vezetője, a BME egyetemi docense, az MTA Wigner Fizikai Kutatóintézet osztályvezetője, tudományos tanácsadója E-mail: telcs.andras@gtk.uni-pannon.hu

DOI: <https://doi.org/10.20311/stat2019.11.hu1007>

Az alábbi feltételek érvényesek minden, a Központi Statisztikai Hivatal (a továbbiakban: KSH) Statisztikai Szemle c. folyóiratában (a továbbiakban: Folyóirat) megjelenő tanulmányra. Felhasználó a tanulmány vagy annak részei felhasználásával egyidejűleg tudomásul veszi a jelen dokumentumban foglalt felhasználási feltételeket, és azokat magára nézve kötelezőnek fogadja el. Tudomásul veszi, hogy a jelen feltételek megszegéséből eredő valamennyi kárért felelősséggel tartozik.

1. A jogszabályi tartalom kivételével a tanulmányok a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény (Szt.) szerint szerzői műnek minősülnek. A szerzői jog jogosultja a KSH.
2. A KSH földrajzi és időbeli korlátozás nélküli, nem kizárólagos, nem átadható, térítésmentes felhasználási jogot biztosít a Felhasználó részére a tanulmány vonatkozásában.
3. A felhasználási jog keretében a Felhasználó jogosult a tanulmány:
 - a) oktatási és kutatási célú felhasználására (nyilvánosságra hozatalára és továbbítására a 4. pontban foglalt kivétellel) a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - b) tartalmáról összefoglaló készítésére az írott és az elektronikus médiában a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - c) részletének idézésére – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző(k) megnevezésével.
4. A Felhasználó nem jogosult a tanulmány továbbértékesítésére, haszonszerzési célú felhasználására. Ez a korlátozás nem érinti a tanulmány felhasználásával előállított, de az Szt. szerint önálló szerzői műnek minősülő mű ilyen célú felhasználását.
5. A tanulmány átdolgozása, újra publikálása tilos.
6. A 3. a)–c.) pontban foglaltak alapján a Folyóiratot és a szerző(ke)t az alábbiak szerint kell feltüntetni:

„*Forrás: Statisztikai Szemle c. folyóirat 97. évfolyam 11. számában megjelent, Kosztyán Zsolt Tibor, Banász Zsuzsanna, Csányi Vivien Valéria, Neumanné Virág Ildikó, Telcs András által írt, 'A hallgatói mobilitás vizsgálata gazdasághálózati módszerekkel'* című tanulmány (link csatolása)”

7. A Folyóiratban megjelenő tanulmányok kutatói véleményeket tükröznek, amelyek nem esnek szükségképpen egybe a KSH vagy a szerzők által képviselt intézmények hivatalos álláspontjával.

Kosztján Zsolt Tibor – Banász Zsuzsanna – Csányi Vivien Valéria –
Neumanné Virág Ildikó – Telcs András

A hallgatói mobilitás vizsgálata gazdasághálózati módszerekkel*

Examining the mobility of higher education applicants
by economic network models

KOSZTYÁN ZSOLT TIBOR, a PE-KMIT¹ tanszék-
vezető egyetemi tanára,
az MTA-PE² Budapest Rangsor Kutatócsoport
tudományos főmunkatársa,
a kőszegi Felsőbbfokú Tanulmányok
Intézetének (iASK)³ kutató szerzője,
a PE Gazdálkodás- és Szervezéstudományi
Kutatóközpontjának vezető kutatója
E-mail: kosztjan.zsolt@gtk.uni-pannon.hu

BANÁSZ ZSUZSANNA, a PE-KMIT egyetemi docense,
az MTA-PE Budapest Rangsor Kutatócsoport
tudományos munkatársa
E-mail: banasz.zsuzsanna@gtk.uni-pannon.hu

CSÁNYI VIVIEN VALÉRIA, a PE-KMIT
PhD-hallgatója,
az MTA-PE Budapest Rangsor Kutatócsoport
tudományos segédmunkatársa
E-mail: csanyi.vivien@gtk.uni-pannon.hu

NEUMANNÉ VIRÁG ILDIKÓ, a PE-NGIT⁴ tanszék-
vezető egyetemi docense,
a kőszegi Felsőbbfokú Tanulmányok Intézetének
(iASK) kutató szerzője
E-mail: virag.ildiko@gtk.uni-pannon.hu

TELCS ANDRÁS, a PE-KMIT egyetemi tanára,
az MTA-PE Budapest Rangsor Kutatócsoport
vezetője,
a BME egyetemi docense,
az MTA Wigner Fizikai Kutatóintézet
osztályvezetője, tudományos tanácsadója
E-mail: telcs.andras@gtk.uni-pannon.hu

* A kutatás *Kosztján Zsolt Tibor* esetében a Bolyai János Posztdoktori Ösztöndíj, *Banász Zsuzsanna* és *Telcs András* esetében az Európai Unió, Magyarország és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával megvalósított, EFOP-3.6.2-16-2017-00017 azonosítójú, „Fenntartható, intelligens és befogadó regionális és városi modellek” című projekt keretében jött létre. *Csányi Vivien Valéria* az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával, *Neumanné Virág Ildikó* pedig a Felsőbbfokú Tanulmányok Intézete (iASK) kőszegi ösztöndíjának keretében vett részt a kutatásban. A szerzők köszönetüket fejezik ki *Tóth Dániel Gábor* hallgatónak az adatok előkészítésében, tisztításában végzett közreműködéséért. A tanulmányban foglaltak a szerzők véleményét tükrözik, ezért azok nem tekinthetők a támogató intézmények hivatalos álláspontjának.

¹ PE-KMIT: Pannon Egyetem Kvantitatív Módszerek Intézeti Tanszék

² MTA-PE: Magyar Tudományos Akadémia – Pannon Egyetem

³ iASK: Institute of Advanced Studies, Kőszeg

⁴ PE-NGIT: Pannon Egyetem Nemzetközi Gazdaságtan Intézeti Tanszék

A felsőoktatásba jelentkezők, valamint a frissdiplomások mobilitásának tényezőit számos tanulmány vizsgálta, azonban azok elsősorban kérdőíves vizsgálatokon alapultak. Az Oktatási Hivatal létrehozta a pályakövetési rendszert, amely lehetővé teszi, hogy egy felsőoktatásba jelentkező hallgatót, majd frissdiplomást végigkövessünk a születési helyétől az általa választott felsőoktatási intézményen keresztül egészen a munkahelyéig. A szerzők erre az értékes adatbázisra építve, a kvantitatív társadalomtudományi elemzésekben széles körben használt két módszer, a gravitációs modellek és a társadalmi hálók elemzésének egyesítésével vizsgálják, hogy a felsőoktatásba való bekerülés, a továbbtanulás milyen földrajzi mobilitást eredményez.

TÁRGYSZÓ: földrajzi mobilitás, jelentkezési preferenciák, gravitációs modell

Several studies have examined the factors of mobility of higher education applicants and recent graduates. These studies were mainly based on questionnaire surveys. However, in Hungary, there is an excellent source of career tracks maintained by the governmental Education Office, which allows one to follow students from the place of birth through the choice of higher education institution to the workplace. By combining gravity and network models, the student mobility network is modelled in this study.

KEYWORD: mobility, application preferences of students, gravity model

Az országon belüli nagyobb régiók közötti költözéseket mint áramlásokat szokás belföldi migrációnak vagy *területi mobilitásnak*, míg az országok közötti lakóhelyváltást nemzetközi migrációnak nevezni (Hárs [2012]). Az elmúlt évtizedekben migrációval foglalkozó tanulmányok egész sora született (Ghatak–Levine–Price [1996], Greenwood [1975], Greenwood–Hunt [2003]), melyek alapján a migráció egyik oka az emberi tőkébe való beruházás, és a költözésről szóló döntés azért születik, hogy emelje a dolgozó jövedelmét és/vagy bővítse a foglalkozási lehetőségeit. A migráció ugyanakkor fogyasztói álláspontból is megközelíthető; eszerint az emberek általában azért költöznek, mert jobb helyi adottságokat (például jobb környezetet, tágabb lakást, jobb megközelíthetőséget, parkokat, rekreációs és kulturális tevékenységeket) keresnek, változás (például házasság, válás, halál) történik a demográfiai helyzetükben, munkahelyet váltanak, vagy felsőoktatási tanulmányokat kezdenek (mely utóbbi jelen tanulmány témáját képezi). Az érettségizett diákok továbbtanulási döntéseiben megjelentek gazdasági tényezők is. Ráadásul a jövőbeli hallgatók döntési folyamatának térbeli dimenziója is van. A hallgatói mobilitás földrajzát a szakirodalom rendszerint vagy a humán tőkébe való beruházásként magyarázza, vagy egy egyszerű, rövid távú költség-haszon értékelésként. McCann és Sheppard [2001] az egyetemi tanulmányi célú migrációt egy szakaszos migrációs

döntési folyamat első lépésének tekintik, melyben a következő lépés a jobb munka-lehetőségek reményében születő döntés az elköltözésről. Tanulmányuk bemutatja, hogy a magasabb színvonalú felsőoktatási intézményekben való továbbtanulás lehetősége miatt a hallgatók lakóhelyükről elvándorolnak, migrációjukat a felsőoktatási intézmények jobb régióközi elérhetősége is befolyásolja, illetve a férfiak mobilab-
bak, mint a nők. Leginkább az Egyesült Államokban figyelhető meg, hogy a diákok az egyetemek minősége szerint választanak maguknak iskolát (*Epple-Romano* [2011]). *Ono* [2001], valamint *Lockley* és *Promnitz-Hayashi* [2012] japán hallgatók mobilitását elemzik olyan modellt használva, mely a diákok társadalmi származásán és demográfiai jellemzőin (nem és életkor), valamint az egyetemek számán és minőségén alapul. A fő következtetésük az, hogy a legtöbb egyetem, főleg a kiváló minőséget nyújtó intézmények a nagyvárosokban koncentrálódnak, így a diákok szívesebben költöznek olyan régiókba tanulni, ahol magasabb színvonalú felsőoktatási lehetőségek közül választhatnak. *Kjellström* és *Regnér* [1998] munkája már a lakóhely és az intézmény telephelye közötti földrajzi távolságot is tartalmazza olyan svéd diákok tanulmányaira ható tényezőként, akik hároméves vagy annál hosszabb időtartamú képzési programba kezdenek.

A mobilitásra vonatkozó klasszikus vélekedések a távolság fontosságát meghatározónak tartották a vándorlás kialakulásában. *Ravenstein* [1885] mobilitásról szóló, korszakalkotó cikkében fogalmazta meg azt a később alapvetésnek tekintett tételét, hogy két pont közötti (belső) migráció fordítottan arányos a két pont távolságával. Ma már ez a vélekedés árnyaltabb. Egyrészt a fordított arányosság helyett egy ún. gravitációs modellel írják le a földrajzi mobilitást (*Greenwood-Hunt* [2003]), ahol a távolság mellett szerephez jut a munkanélküliség és a gazdasági tényezők (úgy mint az egy főre jutó GDP [gross domestic product – bruttó hazai termék] vagy éppen az adózott jövedelem) is, másrészt napjainkban megjelentek ezen a területen is a hálózatos modellek (*Balcan et al.* [2009], *Simini et al.* [2012]).

A gravitációs modell⁵ a fizikából jól ismert általános tömegvonzás elvén alapszik (lásd az /1/ egyenletet, ahol a γ a gravitációs állandó, az erő egy m_i és m_j tömegpont nagyságával egyenesen, a két tömegpont közötti távolság $[d_{i,j}]$ négyzetével fordítottan arányos).

$$F_{i,j} = \gamma \frac{m_i m_j}{d_{i,j}^2} \quad /1/$$

A *Tinbergen* [1962] és *Pöyhönen* [1963] által – egymástól függetlenül – kifejlesztett gravitációs modellel, mint a nemzetközi kereskedelem analitikus elmélete, nagy

⁵ A gravitációs modellel és annak felhasználási lehetőségeiről lásd részletesen például *Dusek* [2003], [2016a], [2016b].

népszerűségnek örvend, elsősorban a kétoldalú kereskedelmi forgalom nagyságának magyarázatával kapcsolatban elért tapasztalati sikerének, valamint sokrétű alkalmazhatóságának köszönhetően. A modell közgazdasági változatával – melyet először *Tinbergen* [1962] javasolt (lásd a /2/ egyenletet), általánosított változatát pedig *Anderson* [1979] dolgozta ki (lásd a /3/ egyenletet) – modellezhetők az emberi viselkedés által indukált olyan áramlások ($Y_{i,j}$), mint például a tőke (*Chaney* [2018]), az információ (*Xing* [2018]) vagy a vizsgálatunk tárgyát képező mobilitás áramlása (*Barbosa et al.* [2018]). A /2/ egyenletben a tömegpontok, amelyek lehetnek gazdasági (például egy főre jutó GDP-) adatok, már nem feltétlenül függenek egyenesen arányosan az áramlás mértékétől, hanem a kitevők egy regressziós egyenlet együtthatói.

$$Y_{i,j} = \gamma \frac{m_i^\alpha m_j^\beta}{d_{i,j}^\delta} \quad /2/$$

Általános esetben a tömegpontok (például országok, régiók, megyék, kistérségek, városok) több jellemzővel is leírhatók (lásd a /3/ és a /4/ egyenleteket).

$$Y_{i,j} = \beta_0 d_{i,j}^{-\delta} \prod_I m_{i_I}^{\beta_I} \prod_J m_{j_J}^{\beta_J}, \quad /3/$$

ahol a β , illetve a δ regressziós együttható. Gyakran a modellt logaritmikus alakját használják, és dummy változókat is csatolnak hozzá:

$$\ln Y_{i,j} = \ln \beta_0 - \delta \ln d_{i,j} + \sum_I \beta_I \ln m_{i_I} + \sum_J \beta_J \ln m_{j_J} + \sum_k \beta_k E_k, \quad /4/$$

itt, ahol az E_k 0, 1 értékű dummy változókat.

A logaritmikus változat – amelyben nem lehetnek zéró tömegű pontok, sem zéró távolságok – egyszerű lineáris regresszióval megoldható. Ha a logaritmikus változat nem oldható meg, akkor az eredeti /3/ egyenletre kereshetünk megoldást (*Burger–Van Oort–Linders* [2009]). A gravitációs modell segítségével az egységek közötti áramlás és az egységek „vonzáskörzete” is vizsgálható (*Dusek* [2003], [2016a], [2016b]). Ebben az esetben abból indulunk ki, hogy a nagy gazdasági erőt képviselő települések, országok vonzást gyakorolnak a körülöttük elhelyezkedő kisebbekre. A vonzáskörzethez azok a földrajzi pontok (például városok, kistérségek) tartoznak, ahol a vonzáskörzet központjának vonzása nagyobb erejű, mint bármely más földrajzi ponté (*Tagai* [2007]).

A hálózatos megközelítés segítségével lehetőségünk nyílik a csúcok (itt például kistérségek) olyan csoportjainak – ún. moduljainak – azonosítására, melyeken belül a

vizsgált áramlás intenzívebb, mint a modulokon kívüli részhálózatokban (*Hossmann–Spyropoulos–Legendre* [2011]). A legtöbb ilyen modulképző eljárás (lásd például *Newman–Girvan* [2004]) nem veszi figyelembe, hogy a mobilitás távolságfüggő, vagyis azt, hogy a két pont közötti áramlás intenzitása (a hálózatban az élek súlya) függ a két pont földrajzi távolságától. Bár az egyre szélesebb körben alkalmazott, ún. távolságfüggő modellek (lásd például *Expert et al.* [2011]) már megoldást kínálnak erre a problémára, a távolság mellett figyelmen kívül hagynak olyan egyéb, gazdasági és munkaerőpiaci változókat, melyek az áramlások kialakulásában fontos szerepet játszanak.

Legjobb tudomásunk szerint eddig kevés olyan tanulmány készült, amely egyesíti a gravitációs és a hálózati modelleket, lehetővé téve az élek valószínűségének becslését (*Gadar–Kosztyan–Abonyi* [2018], *Wahid-Ul-Ashraf–Budka–Musial* [2019]). Ha a hálózati megközelítés adekvát, akkor a megértés, a modellalkotás első lépéseként a hálózatot leíró globális jellemzők, mint például a klaszterezettség, a denzitás vagy az aszimmetria alkalmazhatók. Ezek segítségével meg lehet sejteni, hogy a hálózat kialakulását milyen tényezők befolyásolják. Dolgozatunkban a két módszer ötvöztetésével olyan kérdésekre keresünk választ, mint például: Van-e az intézményeknek megtartó funkciója? Milyen módon játszanak szerepet az egyetemek és főiskolák a földrajzi mobilitásban, belső migrációban?

1. A földrajzi mobilitás vizsgálata Magyarországon

Bár *Sebők* [2015] disszertációjában bemutatta, hogy „a magyar népesség migrációs hajlandósága meglehetősen alacsony” a belső vándorlásra vonatkozó adatok alapján (*Dövényi* [2009] 749. old.), a felsőoktatásba jelentkező és friss diplomás hallgatókra vonatkozóan ez az állítás nem érvényes. Számos hazai kutató foglalkozott már a felsőoktatás térbeli mobilitásban betöltött szerepével, illetve az intézmények vonzáskörzeteinek meghatározásával. *Horváth* [2010] a felvett hallgatók lakóhelyét a képzés helyével vetette össze. A Közép-magyarországi régió és Budapest meghatározó szerepe bontakozik ki tanulmányában. A hallgatók a budapesti felsőoktatási intézményekbe áramlanak, és jelentős részük a képzés befejezte után sem tér vissza saját régiójába. *Nyüsti és Ceglédi* [2013] a magyarországi megyék tanulmányi és végzés utáni elvándorlásra gyakorolt hatását vizsgálták logisztikus regresszióval a DPR (Diplomás Pályakövető Rendszer) 2011-es adatain. Eredményeik azt mutatják, hogy a fővárosban és a Csongrád, Baranya, Hajdú-Bihar, illetve Győr-Moson-Sopron megyében lakó felvételizők nagyobb valószínűséggel maradnak helyben, mint a más megyében lakók. *Fónai* [2018] a joghallgatók térbeli mobilitását elemezte a DPR

2015-ös adatai segítségével. A jogi karok hallgatóinak térbeli mobilitása egybevág a magyar felsőoktatás alaptendenciával: a végzett hallgatók fele a fővárosban helyezkedik el. *Fónai* [2018] azonban felhívja a figyelmet arra, hogy a jogi karok hallgatóinak térbeli mobilitását jelentősen befolyásolják a társadalomtörténeti folyamatok és a főváros mint közigazgatási centrum vonzása.

Teperics [2005] Debrecen város középiskoláinak és felsőoktatási intézményeinek oktatási vonzaskörzetét tanulmányozta. A városba a felsőoktatásban tanuló hallgatók nagy része a Salgótarján-Szolnok-Békéscsaba vonaltól északra levő területekről érkezik. *Jancsó* és *Szalkai* [2017] ezzel szemben az összes magyarországi felsőoktatási intézmény vonzaskörzetét vizsgálták. Tanulmányukban a 2012, 2013 és 2014 szeptemberében induló felsőoktatási képzések általános felvételi eljárásának adatait elemzik. Az intézmények vonzaskörzetének megállapításánál azt veszik figyelembe, hogy az egyes járásokból és településekből mely települések felsőoktatási intézményébe vették fel a legtöbb hallgatót. Budapest meghatározó szerepe az ő eredményeikben is megjelenik. Számításaik szerint a 175 járásból 104 tartozik a főváros vonzaskörzetébe.

Az előbb leírtak alapján következtetésként levonható, hogy bár számos kutatás foglalkozott a felsőoktatásban tanuló és friss diplomás hallgatók térbeli mobilitásával, (a legjobb tudomásunk szerint) egyik sem egyesítette a gravitációs és a hálózati modelleket. Vajon e modellek összekapcsolásával milyen módon modellezhető a felsőoktatási intézmények szerepe a földrajzi mobilitásban? Tanulmányunk erre keresi a választ.

2. A felhasznált adatbázisok és az alkalmazott módszerek bemutatása

Javasolt módszerünk tehát egyesíti a hallgatói mobilitás leírására alkalmazott gravitációs modelleket és a legújabb hálózatelemzési módszereket; ezáltal lehetőség nyílik a hálózatok kialakulásának modellezésére és néhány, a mobilitást befolyásoló tényező azonosítására.

2.1. Felhasznált adatbázisok

Adatbázisunkat három nagy adatforrás összekapcsolásával állítottuk össze. A hallgatói jelentkezések adatai esetén a Felvi-re támaszkodtunk; vizsgálatunkba a 2011 és 2017 közötti időszak jelentkezési adatait vontuk be. A másik adatforrásunk

a DPR volt, ennek segítségével a 2014/2015-ös tanévben végzett hallgatók intézményválasztását és elhelyezkedését tanulmányoztuk. E kettőhöz hozzákapcsoltuk a KSH (Központi Statisztikai Hivatal) területi (kistérségi [2012-től rendelkezésre álló járási], valamint megyénkénti) gazdasági, munkanélküliségi és foglalkoztatási adatait. Mivel, ahogy azt a Felvi esetén említettük, 2012 előtti adatokkal is dolgoztunk, az összehasonlíthatóság miatt a KSH területi adatai közül csak a kistérségekkel foglalkoztunk. Végül e három nagyobb adatforrást kiegészítettük egy kisébbel, a HVG Diploma rangsorának oktatói kiválóság alapján összeállított alrangsorával.

2.1.1. Hallgatói jelentkezések

A Felvi adatbázisából a 2006 és 2017 közötti időszak hallgatói jelentkezési adatait gyűjtöttük ki. Mivel más, általunk vizsgálni szándékozott adatok (például a HVG Diploma rangsor intézményenkénti oktatói kiválóság indikátora) csak 2011-től voltak elérhetők, a 2011–2017-es időszakot vettük górcső alá. Mellőznünk kellett a 2012. év elemzését is, ugyanis erre az évre intézményiek helyett csak kari kiválósági adatok állnak rendelkezésre. Anonimizálva hozzáfértünk valamennyi információhoz, amely a vizsgált időszakban a jelentkezési lapokon szerepelt (a jelentkezők lakó- vagy tartózkodási helyének kistérsége, az elért pontszámuk, illetve az általuk megjelölt valamennyi egyetem és szak adatai, valamint annak a felsőoktatási intézménynek az adatai, ahová végül felvételt nyertek). Ezek közül mi a földrajzi tartózkodási helyre és a jelentkezők által megjelölt valamennyi intézményre, szakra vonatkozó adatokat választottuk ki, majd hozzájuk kapcsoltuk a szintén a Felvi által gondozott, 2011 és 2017 közötti oktatói kiválósági adatokat.

2.1.2. DPR

Mint említettük, a másik adatforrásunk a diplomások (abszolvált vagy diplomát szerzettek) DPR-e, amely 2003-tól szolgáltat bárki számára hozzáférhető, kutatási célból szabadon felhasználható adatokat. Mi ennek az Európai Unióban egyedülálló adatforrásnak a 2014/2015-ben végzett hallgatókra vonatkozó, 2017-ben elérhetővé vált adatbázisával foglalkoztunk. Maga a DPR rendkívül gazdag. Anonimizálva végigköveti a korábbi években végzett hallgatók munkaerőpiaci elhelyezkedését, fizetését, valamint a további megkezdett tanulmányaikat is. Ebből a sokrétű adatbázisból mi csak a diplomások születési helyének, illetve lakó- vagy tartózkodási helyének kistérségére, a diplomájukat adó intézményekre és szakjaikra, valamint az abszolutórium megszerzését követő első munkahelyük kistérségére vonatkozó anonimizált adatokat vettük figyelembe. Mivel a DPR nem tartalmaz információt arról, hogy hol volt a végzetek lakó- vagy tartózkodási helye az egyetemi jelentkezésük évében, a születési helyet tekintettük a mobilitási vizsgálataink kiindulópontjaként, míg a Felvi adatbázisában

már rendelkezésre álltak a tartózkodási helyre, ennek hiányában pedig a lakóhelyre vonatkozó információk, így a hallgatók intézményválasztásának vizsgálatakor már lehetőségünk volt a lakhely, illetve a tartózkodási hely adataival számolni.

2.1.3. Területi gazdasági és munkaerőpiaci adatok

A Felvi és a DPR adatbázisának kistérségi adataihoz – mint már említettük – hozzárendeltük a KSH által szolgáltatott, szintén ingyenesen elérhető kistérségi gazdasági és munkaerőpiaci adatokat. Mivel kistérségi szinten az egy főre jutó GDP-adatok nem elérhetők, a kistérségi vizsgálatokban helyettük az egy adófizetőre jutó éves nettó (adózott) jövedelmet és a munkanélküliségi rátát használtuk. A kistérségi központok közötti távolságadatokat a Google adatbázisa alapján, a közúton megtett kilométerek figyelembevételével kalkuláltuk.

2.2. Alkalmazott módszerek

Jelen alfejezetben a gravitációs és a potenciálmodellek segítségével meghatározzuk a földrajzi modulokat, majd bemutatjuk, hogy a gravitációs modellekkel miként lehet egy mobilitási hálózatban a hallgatói mobilitást mint a hálózat éleit modellezni. Ezt követően a vizsgált hálózatunk példáján keresztül illusztráljuk, hogy a gravitációs modellek és a hálózati aszimmetriát mérő mutató segítségével milyen módon állíthatjuk fel a felsőoktatási intézmények – hallgatói mobilitást tükröző – rangsorát.

2.2.1. Gravitációs és potenciálmodellek

Ahogy azt a bevezetőben is tárgyaltuk, a földrajzi mobilitás egyik leggyakrabban alkalmazott modellje az ún. gravitációs modell. Ennek keretében megpróbáljuk megmagyarázni a hallgatói áramlásokat, illetve a diplomások elhelyezkedését befolyásoló tényezőket.

A hallgatói áramlás modellezésére *Telcs és Kosztyán* [2014], valamint *Telcs et al.* [2015] munkáit vettük alapul. Az eredeti modell csak a 2011. évre vonatkozik.

$$Y_{i,j,t}^{\text{JEL}} = \beta_0 \text{GDP}_{i,t}^{\beta_1} \text{GDP}_{j,t}^{\beta_2} \text{FOGL}_{i,t}^{\beta_3} \text{FOGL}_{j,t}^{\beta_4} \text{OKT}_{j,t}^{\beta_5} D_{i,j}^{\beta_6} \epsilon_{i,j,t}, \quad /5/$$

ahol $Y_{i,j,t}^{\text{JEL}}$ a hallgatói jelentkezések száma i -edik kistérségből a j -edik egyetem kistérségébe a t -edik időszakban. $\text{GDP}_{i,t}$ a küldő i -edik kistérség (azaz a tartózkodási hely [ennek hiányában] a lakóhely kistérsége) egy főre jutó (vásárlóerő-

paritáson számított) megyei GDP-je, $FOGL_{i,t}$ pedig az i -edik kistérségi foglalkoztatási ráta a t -edik időszakban. $GDP_{j,t}$ a fogadó felsőoktatási intézmény telephelye kistérségének egy főre jutó (vásárlóerő-paritáson számított) GDP-je, míg $FOGL_{j,t}$ a fogadó intézmény kistérségének foglalkoztatási rátája a t -edik időszakban. $OKT_{j,t}$ a j -edik intézmény oktatói kiválósága a t -edik időszakban. $D_{i,j}$ a két kistérség központi települései közötti közúti távolságot, $\epsilon_{i,j,t}$ a hibtagot, β_0 – β_6 pedig a regressziós együtthatókat jelöli. A szerzők nem állítják – ahogyan *Telcs* és *Kosztján* [2014] sem –, hogy a jelentkezők ezen értékek alapján hozzák meg döntésüket. Mindemellett választásaikban – a szakirodalom alapján is – fontos szerepet játszik a távolság (lásd például *Hossmann–Spyropoulos–Legendre* [2011], *Jancsó–Szalkai* [2017], *Shamsuddin* [2016], *Skinner* [2019]), a megélhetés (lásd például *Avery–Hoxby* [2004]), az elhelyezkedési lehetőségek (lásd például *Montmarquette–Cannings–Mahseredjian* [2002]), valamint az intézmény reputációja (lásd például *Horstschräer* [2012], *Long* [2010], *Shamsuddin* [2016]). Ezen indikátorok a nevükben szereplő igen összetett tényezők és a hallgatók, közvélemény által érzékelt hatások proxy változóinak tekinthetők. Az /5/ egyenlettel leírt modellünk függetlennek tekintett változóit ezeknek az összetett tényezőknek egy-egy proxy változójaként szerepeltetjük. Az egyenlet logaritmikus változata a következőképpen írható le, amely már lineáris regressziós módszerekkel megoldható, és a β -együtthatók kiszámíthatók:

$$\ln Y_{i,j,t}^{\text{JEL}} = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{i,t} + \beta_2 \ln GDP_{j,t} + \beta_3 \ln FOGL_{i,t} + \beta_4 \ln FOGL_{j,t} + \beta_5 \ln OKT_{j,t} + \beta_6 \ln D_{i,j} + \ln \epsilon_{i,j,t} \quad /6/$$

A modell tovább finomítható, ha a megyei adatokhoz hasonló, de kistérségi szinten is elérhető adatokat keresünk, így például a megyei foglalkoztatási ráta és egy főre jutó GDP-adat helyett a kistérségi munkanélküliségi rátát (*MNELK*), illetve egy adózóra jutó nettójövedelem-adatot (*ADO*) (lásd a /7/ és logaritmikus változatban a /8/ egyenletet).

$$Y_{i,j,t}^{\text{JEL}} = \beta_0 ADO_{i,t}^{\beta_1} ADO_{j,t}^{\beta_2} MNELK_{i,t}^{\beta_3} MNELK_{j,t}^{\beta_4} OKT_{j,t}^{\beta_5} D_{i,j}^{\beta_6} \epsilon_{i,j,t} \quad /7/$$

$$\ln Y_{i,j,t}^{\text{JEL}} = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln ADO_{i,t} + \beta_2 \ln ADO_{j,t} + \beta_3 \ln MNELK_{i,t} + \beta_4 \ln MNELK_{j,t} + \beta_5 \ln OKT_{j,t} + \beta_6 \ln D_{i,j} + \ln \epsilon_{i,j,t} \quad /8/$$

Mivel a frissdiplomások mobilitásának vizsgálata esetén is kistérségi gazdasági adatokkal foglalkozunk, az összehasonlíthatóság érdekében elsősorban a /7/–/8/ modellt elemezzük. Az 1. c) ábrán látható, hogy ha a frissdiplomások esetében csak a

születési hely és a munkahely közötti áramlást modellezzük, akkor előfordulhat, hogy sem a küldő, sem a fogadó kistérségben nincs felsőoktatási intézmény. Ennek szerepe dummy változókkal vizsgálható. Mivel csak a 2014/2015-ben végzett hallgatók intézményválasztására és elhelyezkedésére vonatkozóan voltak adataink, így ez az időszak képezte az elemzésünk tárgyát. A gazdasági adatokat a küldő kistérség esetén a jelentkezés évében (t_i), míg a fogadó kistérség esetén az elhelyezkedés évében (t_j) vettük figyelembe. Erre az egyenletet a következőképpen írhatjuk fel:

$$\ln Y_{i,j}^{\text{MUNK}} = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln ADO_{i,t_i} + \beta_2 \ln ADO_{j,t_j} + \beta_3 \ln MNELK_{i,t_i} + \beta_4 \ln MNELK_{j,t_j} + \beta_5 \ln D_{i,j} + \beta_6 INT_i + \beta_7 INT_j + \ln \epsilon_{i,j}, \quad /9/$$

ahol $Y_{i,j}^{\text{MUNK}}$ a j -edik kistérségbe történő munkahelyi elhelyezkedést mutatja azok körében, akik az i -edik kistérségben születtek. INT_i , INT_j dummy változók, melyek értéke akkor 1, ha van felsőoktatási intézmény az adott kistérségben, különben 0.

A potenciálmodell esetén az előbbi egyenleteket minden tömegpontra megoldva megkapjuk a kistérségek vonzóképességét jellemző potenciálokat. E modell azt is megmutatja, hogy hol van a határa az adott kistérségben levő intézmények vonzóképességének. Fontos megjegyezni, hogy az intézmények vonzóképességének határai is klaszterezik (földrajzi értelemben) a kistérségeket.

2.2.2. Hálózatelemzési modellek

A következőkben azt ismertetjük, hogy miként írhatók le a gráfok nyelvén az adatbázisunkban rendelkezésre álló mobilitási jellemzők és jelentkezési preferenciák. Statikus esetben, ha az élek időben nem változnak, akkor egy G gráfot $G := (E, V)$ képpen adhatunk meg, ahol E a csúcsok ($E := \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$), míg V az élek halmaza ($v_{ij} = (e_i, e_j)$, $e_i, e_j \in E$, $v_{ij} \in V$). Dinamikus esetben, amikor az élek és a csúcsok időben változhatnak, egy t időpontban $G_t := (E_t, V_t)$ ír le egy gráfot, ahol $E_t := e_{1t}, e_{2t}, \dots, e_{nt}$, $v_{ijt} = (e_{it}, e_{jt})$, $e_{it}, e_{jt} \in E_t$, $v_{ijt} \in V_t$. Páros gráfok esetén a csúcsok halmazát két részre lehet bontani, így a gráf a következőképpen adható meg: $G^p := (E_1 \cup E_2, V)$, ahol $v_{ij} = (e_i, e_j) \in V$ esetén $e_i \in E_1, e_j \in E_2$. Páros dinamikus gráfok esetén pedig a gráf $G_t^p := (E_{1t} \cup E_{2t}, V_t)$, ahol $v_{ijt} = (e_{it}, e_{jt}) \in V_t$ esetén $e_{it} \in E_{1t}, e_{jt} \in E_{2t}$.

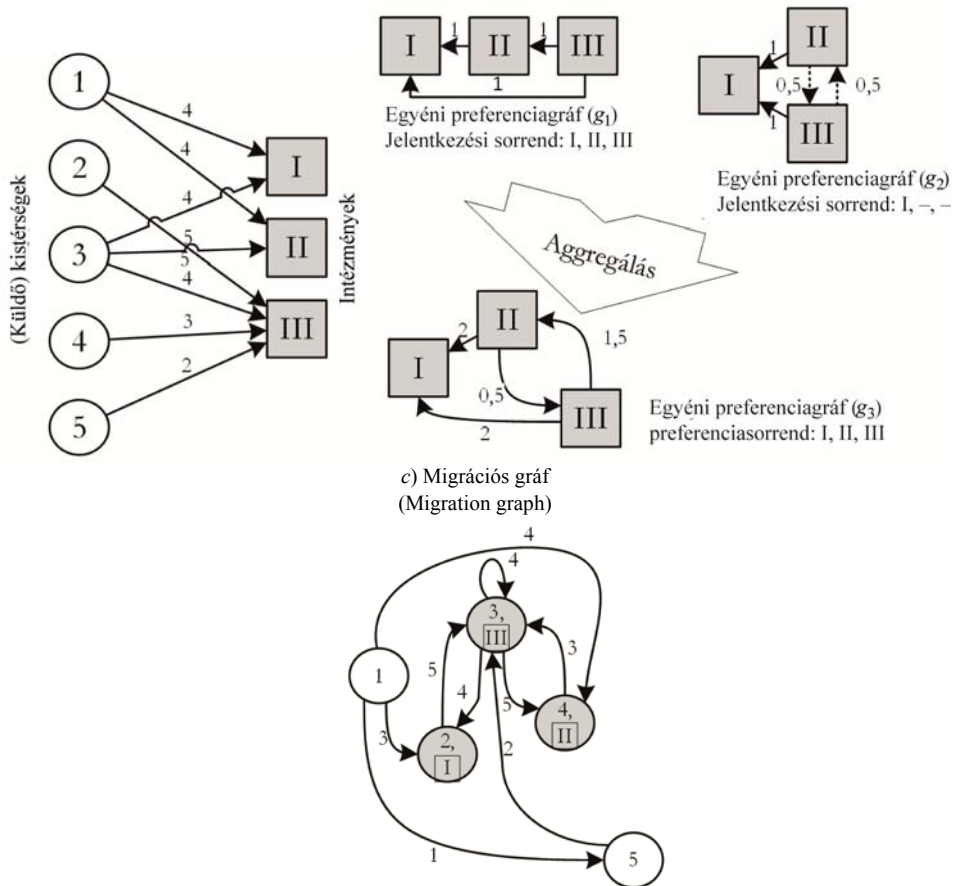
A vizsgált hálózatok ábrázolása

Amikor a hallgatói jelentkezéseket vizsgáljuk, akkor egy páros gráfot alkalmazhatunk, ahol különböző csúcsokat határozhatunk meg az intézményeknek és a küldő kistérségeknek. Az éleken az elsődleges jelentkezést tüntethetjük fel. (Lásd az 1. a) ábrát.)

1. ábra. A felsőoktatási jelentkezési preferenciák és a belső migráció modellezésére alkalmazott hálózatok (Networks for modelling preferences for applications to higher educational institutes and domestic migration)

a) Jelentkezések páros gráfja (Bipartite graph of applications)

b) Preferenciagráfok (részlet) (Preference graphs [excerpt])



Megjegyzés. ○ kistérségek (1, 2,..., 5); ■ intézmények (I, II, III). A nyilakon a jelentkezők száma olvasható.

Ennek az ábrázolásnak két nagy problémája van. Egyrészt, jóval kevesebb klaszterezési és modularitási módszer létezik páros gráfokra, mint nem páros gráfokra.

Másrészt, hasonlóan a gravitációs modellekhez, ha a küldő hely kistérsége és az intézmények között húzunk be éleket, akkor csak az elsősorú jelentkezéseket tudjuk megjeleníteni, miközben egy hallgató akár egyidejűleg több helyre is beadhatta jelentkezését. Ez az információ mind a gravitációs modelleknél, mind a páros gráfos reprezentációnál elveszik. Ugyanakkor, mivel a hallgatók legnagyobb részét felveszik abba az intézménybe, melyet jelentkezési lapjukon elsőként jelöltek be, ennek vizsgálata is fontos információ.

Telcs–Kosztyán–Török [2013], [2016] egy olyan preferenciagráfot javasoltak, melyen egyéni és aggregált szinten is, információvesztés nélkül megjeleníthetők a jelentkezési sorrendek. Az 1. b) ábra két jelentkezési sorrend egyéni preferenciagráfját és az ebből számított aggregált preferenciagráfot mutatja. A megjelenítésnél a szerzők feltételezik, hogy a nem megjelölt intézmények a megjelölt(ek)hez képest kevésbé preferálták, valamint a nem megjelölt intézmények (egyéb információ hiányában) egyenrangúak (lásd a második egyéni preferenciagráfot az 1. b) ábrán). Az egyéni preferenciagráfok éleinek összeadásával juthatunk el az aggregált preferenciagráfokig. Itt meg kell jegyezni, hogy a preferenciák ábrázolására más lehetőség is van (lásd például *Csató* [2016]). Tanulmányunkban mi az előbbi (*Telcs–Kosztyán–Török* [2013], [2016]) preferenciaprezentációt alkalmazzuk. *Kosztyán–Telcs–Török* [2016] vizsgálta először a vonzáskörzetek térbeli és időbeli változását, ugyanakkor adós maradt ezek magyarázatával, melyet jelen tanulmány pótol.

A DPR felhasználásával már az intézmények az elhelyezkedésben játszott közvetítő szerepe is vizsgálható. Az 1. c) ábrán azokat a kistérségeket, melyek nem rendelkeznek felsőoktatási intézménnyel, fehér körökkel ábrázoltuk, míg szürkével tüntetjük fel azokat, ahol felsőoktatási intézmények is vannak, illetve jelöltük az intézményeket is. Az 1. c) ábrán látható, hogy az 1. kistérségben született jelentkezők közül 1 fő az 5. kistérségben helyezkedett el (ahol nincs felsőoktatási intézmény), 3 fő az I. intézmény kistérségében, 4 fő a II. intézmény kistérségében. Az 1. c) ábra azok mozgását is szemlélteti, akik olyan kistérségben születtek (2., 3., 4. kistérségek), ahol felsőoktatási intézmény is van (I., II., III. intézmények).

Fontosabb hálózati mutatók, csoportok, modulok meghatározása

Számos hálózati mutató értékét meg lehet határozni, melyek közül a továbbiakban a legfontosabbakat mutatjuk be: denzitás (telítettség), modularitás, reciprocitás, aszimmetria. A gráf telítettsége (élsűrűsége vagy denzitása) valamennyi gráf esetén meghatározható, legyen szó akár páros gráfokról, akár irányított vagy irányítatlan gráfokról. A denzitás meghatározásához a gráfban levő élek számát az összes lehetséges él számához viszonyítjuk, értéke éppen ezért 0 és 1 közé tehető. Ha például a jelentkezési gráfban (lásd az 1. a) ábrát) a denzitás magas, akkor a felsőoktatási in-

tézményekbe nyilván eltérő számban, de szinte valamennyi kistérségből érkezik jelentkező. Az alacsony denzitás arra utal, hogy a felsőoktatási intézmények vonzáskörzete kevés kistérségre koncentrálódik. Hasonlóan érdekes lehet a mobilitási gráf telítettsége (élsűrűsége) is (lásd az 1. c) ábrát), mert például esetünkben az alacsony denzitás azt mutatja, hogy bizonyos kistérségekbe nem jutnak el a frissdiplomások.

A hálózat elemzésének igen hasznos eszköze a modularitás, azaz annak vizsgálata, hogy kialakulnak-e olyan csoportok, közösségek vagy más néven modulok, amelyeken belül a kapcsolat gyakoribb, mint a modulok között. A modulok kezelésére számos módszert találhatunk (lásd például *Salter-Townshend et al.* [2012]). Az egyik legáltalánosabban használt *Newman* és *Girvan* [2004] módszere, melynek létezik irányított és irányítatlan gráfokra, valamint páros gráfokra (*Liu-Murata-Wakita* [2012]) és dinamikus hálókra (*Chesbrough-Prencipe* [2008]) kialakított változata is. Ennek lényege, hogy a gráf éleihez rendelt súlyokat egy ún. nullmodellhez hasonlítjuk.

Legyen tehát $p_{i,j}$ egy nullmodell, mely az élek valószínűségét becsüli. A véletlen esettől (ún. konfigurációs modelltől) való pozitív eltérés (itt sűrűbb – belső – kapcsolatot) adja meg a modulokat. A módszert irányított gráfokra ismertettjük, de *Liu* és *Murata* [2010], illetve *Chesbrough* és *Prencipe* [2008] gondolatmenetét követve páros gráfokra és dinamikus hálókra is kiterjesztjük. Irányított gráfokra *Newman* és *Girvan* [2004] a következő nullmodellt javasolja:

$$p_{i,j} = \frac{1}{L} k_i^{\text{out}} k_j^{\text{in}}, \quad /10/$$

ahol L az élek száma, $k_i^{\text{out}} = \sum_j v_{i,j}$, $k_j^{\text{in}} = \sum_i v_{i,j}$.

A módszer talán legvitatottabb része, hogy nullmodellként egy véletlen gráfhoz hasonlítjuk a tényleges értékeket. Ha a csúcspontok földrajzilag jól meghatározhatók, akkor két csúcspont között az élek valószínűsége függhet a két pont közötti távolságtól is (lásd például *Barthélemy* [2011], *Expert et al.* [2011]), így érdemes ezeket a függéseket a tényleges élsúlyokat becsülő nullmodelleknél is figyelembe venni. Ilyen távolságfüggő nullmodell például *Expert et al.* [2011] modellje, ahol a távolságfüggést egy $f(d_{i,j})$ függvénnyel helyettesítjük:

$$p_{i,j}^{\text{DIST}} = \frac{k_i^{\text{out}} k_j^{\text{in}}}{f(d_{i,j})}, \quad /11/$$

ahol $p_{i,j}^{\text{DIST}}$ már távolságfüggő nullmodell, $f(d_{i,j})$ egy monoton távolságfüggő függvény.

Ha még a bejövő élek fontosságát is figyelembe vesszük egy regresszióegyenlettel kiszámolt együtthatók segítségével, akkor már nagyon közel vagyunk a gravitációs modellhez, amelyet a /12/ egyenlet formájában alkalmaztak élvalószínűségek becslésére.

$$p_{i,j}^{\text{GRAV}} = \beta_0 \frac{(k_i^{\text{out}})^{\beta_1} (k_j^{\text{in}})^{\beta_2}}{d_{i,j}^{\beta_3}}, \quad /12/$$

ahol β_0 – β_3 regressziós együtthatók.

A távolságfüggő nullmodell segítségével földrajzilag meghatározott, távolságfüggő modulok képezhetők. A nullmodell illesztéséhez vagy a különbség abszolút értékét $\left(\sum_{i,j} |v_{i,j} - p_{i,j}| \mapsto \min \right)$, vagy a regresszióhoz hasonlóan a különbségnégyzetek $\left(\sum_{i,j} (v_{i,j} - p_{i,j})^2 \rightarrow \min \right)$ minimumát kell meghatározni. Két nullmodell közül azt érdemes választani, amelyik jobban becsüli az élek valószínűségét. A becslés hibáját mátrixos formában a következő módon lehet kifejezni:

$$e = \frac{\|\mathbf{V} - \mathbf{P}\|_2}{L}, \quad /13/$$

ahol $v_{i,j} = \mathbf{V}$ az élmátrix, $p_{i,j} = \mathbf{P}$, pedig ennek $p_{i,j}$ nullmodellel történő becslése.

A gazdasági és a hálózati elemzések között talán a legszorosabb kapcsolatot mindeztáig a reciprocitás (a kölcsönös kapcsolatok mértékének) vizsgálata teremtette meg (*Squartini et al.* [2013]), amely irányított hálózatokban annak a valószínűségét méri, hogy két csomópont között kölcsönös kapcsolat alakul ki. *Souza, Comin és Costa* [2018] már arra is rámutat, hogy a gazdasági válságok fontos előrejelzője lehet a kereskedelmi hálózatok reciprocitásának csökkenése, amely egyben a hálózat aszimmetriájának növekedését is mutatja.

Tanulmányunkban két pont tekintetében az aszimmetriát a köztük futó élek súlyainak különbsége és az élek súlyainak maximális értéke közötti hányadosként értelmezzük:

$$a_{i,j} = \frac{v_{i,j} - v_{j,i}}{\max(v_{i,j}, v_{j,i})}. \quad /14/$$

Ugyanúgy az aszimmetriát is lehet nullmodellekkel becsülni. (Lásd a /15/ egyenletet.) A ρ^{NG} nullmodell jó tulajdonsága, hogy méretfüggetlen.

$$\rho_{i,j}^{\text{NG}} = \frac{p_{i,j}^{\text{NG}} - p_{j,i}^{\text{NG}}}{\max(p_{i,j}^{\text{NG}}, p_{j,i}^{\text{NG}})} = \frac{\frac{k_i^{\text{out}} k_j^{\text{in}}}{L} - \frac{k_j^{\text{out}} k_i^{\text{in}}}{L}}{\max\left(\frac{k_i^{\text{out}} k_j^{\text{in}}}{L}, \frac{k_j^{\text{out}} k_i^{\text{in}}}{L}\right)} = \frac{k_i^{\text{out}} k_j^{\text{in}} - k_j^{\text{out}} k_i^{\text{in}}}{\max(k_i^{\text{out}} k_j^{\text{in}}, k_j^{\text{out}} k_i^{\text{in}})} \quad /15/$$

Bármely szimmetrikus távolságfüggvény esetén ($d_{i,j} = d_{j,i}$) $\rho_{i,j}^{\text{DIST}}$ távolságfüggetlen:

$$\begin{aligned} \rho_{i,j}^{\text{DIST}} &= \frac{p_{i,j}^{\text{DIST}} - p_{j,i}^{\text{DIST}}}{\max(p_{i,j}^{\text{DIST}}, p_{j,i}^{\text{DIST}})} = \frac{\frac{(k_i^{\text{out}})^{\alpha} (k_j^{\text{in}})^{\beta}}{f(d_{i,j})} - \frac{(k_j^{\text{out}})^{\alpha} (k_i^{\text{in}})^{\beta}}{f(d_{j,i})}}{\max\left(\frac{(k_i^{\text{out}})^{\alpha} (k_j^{\text{in}})^{\beta}}{f(d_{i,j})}, \frac{(k_j^{\text{out}})^{\alpha} (k_i^{\text{in}})^{\beta}}{f(d_{j,i})}\right)} = \\ &= \frac{(k_i^{\text{out}})^{\alpha} (k_j^{\text{in}})^{\beta} - (k_j^{\text{out}})^{\alpha} (k_i^{\text{in}})^{\beta}}{\max\left((k_i^{\text{out}})^{\alpha} (k_j^{\text{in}})^{\beta}, (k_j^{\text{out}})^{\alpha} (k_i^{\text{in}})^{\beta}\right)}. \end{aligned} \quad /16/$$

Ha sikerül az élekre vonatkozóan jó nullmodelleket meghatározni, akkor lehetőség nyílik az aszimmetria vagy épp a reciprocitás kialakulásának modellezésére is.

2.2.3. A gravitációs és a hálózatelemzési modellek egyesítése

Gadar–Kosztyan–Abonyi [2018] tanulmányukban a /12/ modellt továbbfejlesztették: az élek becsléséből teljesen eltűntek a hálózatra vonatkozó mutatószámok, úgymint a bejövő és a kimenő élek száma, és azok helyett gazdasági tényezők kerültek a modellbe, például az egy főre jutó adóbevétel és a lakosok száma. Ha azt tételezzük fel, hogy a vonzóképeséget több gazdasági tényező határozza meg, akkor egy olyan gazdasági modellt kapunk, amelyben az élvalószínűségek a csomópontok gazdasági jellemzőitől függenek, és ezeket lehet összevetni a tapasztalt élsúlyokkal.

$$w_{i,j} = Y_{i,j} \sim p_{i,j}^{\text{ECO}} = \beta_0 d_{i,j}^{\delta} \prod_I m_i^{\beta_I} \prod_J m_j^{\beta_J}, \quad /17/$$

ahol $Y_{i,j}$ az áramlás, amely egyben (i, j) él $w_{i,j}$ súlya a hálózati modellben. Ekkor az áramlást és egyben a hálózatban az élek súlyát m_{i_l}, m_{j_l} gazdasági paraméterekkel (például az egy főre jutó GDP-vel, a munkanélküliségi vagy a foglalkoztatási rátával stb.) becsüljük. (Lásd az /5/ és a /7/ egyenleteket.)

Ha az élek becslésére rendelkezünk egy (például a /17/ egyenletben leírt) jól illeszkedő nullmodellel, akkor megkísérelhetjük a hálózat aszimmetriáját is gazdasági modellekkel becsülni:

$$\rho_{i,j}^{\text{ECO}} = \frac{\prod_{l=1}^M (m_{i_l}^{\alpha_l} m_{j_l}^{\beta_l} - m_{j_l}^{\alpha_l} m_{i_l}^{\beta_l})}{\max \left(\prod_{l=1}^M m_{i_l}^{\alpha_l} m_{j_l}^{\beta_l}, \prod_{l=1}^M m_{j_l}^{\alpha_l} m_{i_l}^{\beta_l} \right)} =$$

$$= \begin{cases} 1 - \prod_{l=1}^M \left(\frac{m_{j_l}}{m_{i_l}} \right)^{\tau_l} & , \text{ ha } \prod_{l=1}^M m_{i_l}^{\tau_l} \geq \prod_{l=1}^M m_{j_l}^{\tau_l} \\ \prod_{l=1}^M \left(\frac{m_{i_l}}{m_{j_l}} \right)^{\tau_l} - 1 & , \text{ ha } \prod_{l=1}^M m_{i_l}^{\tau_l} < \prod_{l=1}^M m_{j_l}^{\tau_l}. \end{cases} \quad /18/$$

Az aszimmetriát becslő /18/ nullmodellben csak a gazdasági tényezők aránya és hatásuk különbsége szerepel ($\tau_l = \alpha_l - \beta_l$).

2.2.4. A preferenciasorrendek és a rangsorok modellezése

Ebben a szakaszban egy látszólagos technikai vargabetűt írunk le, amely valójában a modellezés teljességének kulcsa. Mint korábban említettük, az éleken csak az elsős helyes jelentkezéseket tudjuk ábrázolni önkényes súlyozás bevezetése nélkül. Az aszimmetriamátrixhoz illetve a /18/ modellt, megkapjuk annak a modellnek a paramétereit, amely a további, nem elsős helyes jelentkezéseket is tükrözi. *Telcs, Kosztyán és Török* [2013], [2016] javasolták, hogy képezzünk az egyéni jelentkezési sorrendek aggregálásával aggregált preferenciagráfot (lásd az 1. b) ábrát), illetve e gráf szomszédási mátrixát, az ún. aggregált preferenciamátrixot. Ha a mátrix soraiban, oszlopaiban az intézmények sorrendjét úgy tekintjük, mint egy aggregált preferenciasorrendet, akkor a szomszédási mátrix átlója alatti háromszögben levő értékek összege lesz az ezzel ellentétes preferenciák összege.

A jobb érthetőség kedvéért álljon itt egy egyszerű példa. Tekintsünk most három jelentkezőt, akiknek az egyéni preferenciasorrendjét a következő vektorokkal írhatjuk le: $\mathbf{V}_1 = [e_2, e_1, e_3, e_4]^T$, $\mathbf{V}_2 = [e_1, e_2]^T$, $\mathbf{V}_3 = [e_3, e_2, e_1]^T$, ahol $\mathbf{V}_1, \dots, \mathbf{V}_3$ a jelent-

kezők felsőoktatási intézményekbe való jelentkezéseinek sorrendjei, e_1, \dots, e_4 pedig a megjelölt intézmények. Az egyéni jelentkezési sorrendek nem feltétlenül teljesek, ugyanakkor *Telcs, Kosztyán és Török* [2013], [2016] szerint, ha feltételezzük, hogy a nem megjelölt intézmények a preferenciasorrendben hátrébb helyezkednek el, valamint közöttük nem teszünk különbséget, akkor az egyéni preferenciasorrendek kiegészíthetők, azokból aggregált preferenciagráf, valamint aggregált preferenciamátrix (\mathbf{V}) képezhető. (Lásd az 1. a) táblázatot.) A preferenciagráfból ezután a /14/ képlet segítségével kiszámítható az aszimmetriamátrix. (Lásd az 1. b) táblázatot.)

1. táblázat

Aggregált preferenciamátrix és aszimmetriamátrix
(Aggregated preferences and asymmetry matrices)

a) Aggregált preferenciamátrix (Aggregated matrix of preferences)					b) Aszimmetriamátrix (Matrix of asymmetry)				
V	I_1	I_2	I_3	I_4	A	I_1	I_2	I_3	I_4
I_1	0,0	1,0	2,0	3,0	I_1	0,0	-1/2	1/2	1,0
I_2	2,0	0,0	2,0	3,0	I_2	1/2	0,0	1/2	1,0
I_3	1,0	1,0	0,0	2,5	I_3	-1/2	1/2	0,0	4/5
I_4	0,0	0,0	0,5	0,0	I_4	-1,0	-1,0	-4/5	0,0

Ha tehát az aggregált preferenciamátrix sorainak, oszlopainak sorrendjét (jelen esetben az I_1, I_2, I_3, I_4 sorrendet) tekintjük az aggregált preferenciasorrendnek, akkor az 1. a) táblázatban a (0,0 cellák alkotta) átló alatti „háromszögben” található értékek ($E_V = 2 + 1 + 1 + 0,5 = 4,5$) mutatják az ezzel ellentétes preferenciák összegét. *Telcs, Kosztyán és Török* [2013], [2016] szerint a legkevesebb ellentétes preferenciákat tartalmazó aggregált preferenciasorrend úgy is megfogalmazható, hogy keressük \mathbf{V} mátrix egy olyan átrendezettjét, ahol a háromszögben levő cellaértékek összege minimális. (Lásd a 2. táblázatot.) Az optimális sorrendet megtalálni általában nagyon nehéz, ugyanakkor *Telcs, Kosztyán és Török* [2013], [2016] több heurisztikus módszert is javasoltak a minimum közelítésére, vagyis az ellentétes preferenciák összegének minimalására. Vizsgálatunk szempontjából lényeges, hogy az aszimmetriatáblázatból is meghatározható az aggregált preferenciasorrend. Ebben az esetben is ugyanaz a feladat, mint az előbb: találjuk meg \mathbf{A} mátrix átrendezettjét, ahol az alsó háromszögben szereplő értékek összege minimális. Ha sikerül ilyen átrendezést találni, akkor akár a sorok, akár az oszlopok sorrendje egyben az optimális preferenciasorrendet is biztosítja.

2. táblázat

*A preferenciamátrix és az aszimmetriamátrix átrendezett mátrixai,
ahol a 0,0 cellák alkotta átló alatti értékek összege minimális*
(Rearranged aggregated preferences and asymmetry matrices,
where the sum of the cells below the 0.0 diagonal is minimal)

a) Aggregált preferenciamátrix (Aggregated matrix of preferences)					b) Aszimmetriamátrix (Matrix of asymmetry)				
V	I_2	I_1	I_3	I_4	A	I_2	I_1	I_3	I_4
I_2	0,0	2,0	2,0	3,0	I_2	0,0	1/2	1/2	1,0
I_1	1,0	0,0	2,0	3,0	I_1	-1/2	0,0	1/2	1,0
I_3	1,0	1,0	0,0	2,5	I_3	-1/2	1/2	0,0	4/5
I_4	0,0	0,0	0,5	0,0	I_4	-1,0	-1,0	-4/5	0,0

Vegyük észre, hogy a /14/ aszimmetria a /18/ által megadott modellel becsülhető, vagyis jelen esetben az aggregált jelentkezési sorrend gazdasági modellekkel. Ha például a /8/ modellből indulunk ki, ahol azt feltételeztük, hogy a felsőoktatási jelentkezéseket a tartózkodási hely (ennek hiányában a lakóhely) és a felsőoktatási intézmény közötti távolság, a gazdasági tényezők közül pedig az egy főre adózott jövedelem és a munkanélküliségi ráta befolyásolja, illetve hat még rájuk az intézmény reputációját jellemző oktatói kiválósági érték is, akkor felírható egy olyan modell, amely azt mutatja, hogy a páronként két intézmény közötti preferenciakülönbséget magyarázzák-e a megélhetési, elhelyezkedési lehetőségek, valamint az oktatói kiválósági értékek fontosságának különbségei.

Mivel az egyéni preferenciamátrixokat kiegészítettük, és ismerjük a jelentkezők számát, az aszimmetria becslése után a becsült aszimmetriamátrixból visszszámolhatjuk a becsült aggregált preferenciamátrixot. Ezen túlmenően becslés adható az intézményt bármely (nem csak az első) helyen megjelölt hallgatók számáról is.

3. Eredmények

Az eredmények bemutatásánál először a hallgatók jelentkezéseit, majd az elhelyezkedésüket modellezzük gravitációs és hálózatelméleti módszerekkel. Ezek után megpróbáljuk megmagyarázni a jelentkezésekben és az elhelyezkedésekben tapasztalható kistérségenkénti aszimmetriákat.

3.1. A hallgatói jelentkezések modellezése

Elsőként a hallgatói jelentkezések modellezésével foglalkozunk. Itt lehetőségünk nyílt az adatok idősoros vizsgálatára is.

3.1.1. Leíró statisztikák

A hallgatói jelentkezések száma 2011-ről 2012-re mintegy 35 ezerrel, azt követően további 17 ezerrel esett vissza. 2014 óta a jelentkezések száma lényegében azonos szinten, 120 ezer körül stagnál. (Lásd a 3. táblázatot.)

3. táblázat

Elsőhelyes felsőoktatási jelentkezések száma
(Number of first place applications to higher educational institutes)

Alapképzés szakterülete	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Agrártudomány	6 077	4 751	4 266	5 235	6 633	6 503	5 668	5 298	5 780	5 194	5 226	3 982
Bölcsészettudomány	17 935	12 876	10 054	13 514	14 444	13 304	10 439	6 622	6 852	5 847	6 383	6 344
Társadalom- tudomány	14 850	11 128	9 700	12 505	12 420	12 092	8 769	4 521	5 195	5 787	4 392	5 061
Informatika	7 201	7 271	6 313	8 052	8 295	9 054	8 060	6 810	7 772	8 068	8 638	9 430
Jog- és igazgatás- tudomány	10 238	6 465	6 788	9 039	9 502	9 560	6 476	6 681	7 039	6 096	6 512	6 203
Nemzetvédelem és hadtudomány	2 203	3 350	3 495	4 706	5 117	4 501	3 549	3 211	2 569	2 363	2 233	2 680
Gazdaság- tanulmányok	35 026	32 713	32 124	36 757	39 739	38 916	26 349	24 590	27 212	26 029	29 715	27 693
Műszaki tudományok	16 091	15 556	14 108	17 612	19 063	20 443	18 666	16 693	17 843	17 486	17 321	16 209
Orvos- és egészség- tudomány	15 324	12 076	11 238	13 422	16 170	15 745	14 584	14 441	17 300	17 716	20 010	16 816
Pedagógusképzés	8 804	5 757	5 855	10 592	13 356	13 931	10 431	9 022	10 633	11 268	10 878	11 920
Sporttudomány	4 434	3 265	2 364	2 899	3 454	3 830	3 004	2 587	4 356	3 762	3 703	3 141
Természettudomány	4 728	3 577	2 542	4 362	5 282	5 766	5 169	4 415	4 089	4 000	3 969	3 299
Művészet	5 305	5 160	5 049	5 211	6 558	8 086	5 908	4 829	5 286	6 097	6 193	5 988
<i>Összesen</i>	<i>148 216</i>	<i>123 945</i>	<i>113 896</i>	<i>143 906</i>	<i>160 033</i>	<i>161 731</i>	<i>127 072</i>	<i>109 720</i>	<i>121 926</i>	<i>119 713</i>	<i>125 173</i>	<i>118 766</i>

Forrás: Saját szerkesztés a Felvi adatai alapján.

Ennek oka lehet, hogy a bölcsészet- és gazdaságtudományi alapképzésekre való bejutást megnehezítette és megnehezíti a központilag előírt, a többi szakhoz képest

magasabb pontszám. A mérnöki férőhelyek száma növekedett, ugyanakkor továbbra is a gazdaságtudományi szakok a legnépszerűbbek. Arányaiban ugyan ma többen jelentkeznek mérnöki és informatikai területre, mint egy évtizeddel ezelőtt, mégis, a csökkenő jelentkezői létszám a műszaki területekre való jelentkezésekben is megmutatkozik. (Lásd a jelentkezések szakterületi bontását tartalmazó 3. táblázatot.) A leíró statisztikákon túl a preferenciasorrendek változásának vizsgálatával ugyanerre a következtetésre jutottak *Kosztyán, Telcs és Török [2016]* is, akik 2015-ig vizsgálták a hallgatói jelentkezéseket.

Természetesen a hallgatói jelentkezések számának csökkenését bizonyos fokig Magyarország előregedő népessége is magyarázza, ám az nem lehet oka egy ilyen mértékű, hirtelen történt visszaesésnek. Emellett a külföldi egyetemekre jelentkezők, akikről nem állnak rendelkezésünkre számadatok, illetve a jelentkezésüket az érettségi után elhalasztók is csökkentik az éves jelentkezői létszámot, csakúgy, mint a távoktatásban részt vevő hallgatók számának megtorpanása.

3.1.2. A gravitációs és a potenciálmódellek eredményei

A gravitációs modellek segítségével az elsődleges jelentkezéseket, illetve az azokat befolyásoló tényezők hatására kialakuló hallgatói áramlások mértékét lehet magyarázni. Mivel az általunk felhasznált adatok több évre elérhetők, lehetőségünk nyílik arra is, hogy a /7/ és a /8/ modellek szerint megvizsgáljuk az együtthatók 2011 és 2017 közötti változását, valamint megadjuk a fix hatású panelmodell együtthatóit. A 4. táblázatban a β -együtthatók értékei mellett feltüntettük a változók determinációs együtthatóhoz (R^2) való relatív hozzájárulását is, amelyet relatív fontosságként jelöltünk.

A 4. táblázat mindegyik évre vonatkozóan és a teljes modellt tekintve is azt mutatja, hogy az intézményválasztást elsősorban a jelentkező tartózkodási helyének kistérségében a megélhetési lehetőségeket tükröző, egy adózóra jutó nettó jövedelem befolyásolja. Ehhez képest kisebb jelentőséggel bír az akár a tartózkodási hely, akár a felsőoktatási intézmény telephelyének kistérségében mért munkanélküliségi ráta alakulása, valamint az intézmény és a jelentkező lakó- vagy tartózkodási helyének távolsága, míg a teljes modellben (abszolút értékben) a legkisebb együtthatóval és a legkisebb relatív fontossággal az oktatói kiválóság szerepel. Érdekes továbbá megjegyezni, hogy a modell magyarázó ereje 2016-ig minden évben folyamatosan csökken, ami azt mutatja, hogy a modellben nem szereplő egyéb szempontok szerepe felértékelődött. 2017-ben a modellilleszkedés javulása figyelhető meg, azonban a trend megfordulásának igazolásához további évek vizsgálata szükséges.

4. táblázat

Az összes elsőhelyes felsőoktatási jelentkezésre vonatkozó gravitációs modell eredményei
(Results of the gravity model for all first-place applications to higher educational institutes)

Változó	Együtt- ható	2011	2013	2014	2015	2016	2017	Panelmodell (2011–2017)	Relatív fontosság (%)
ADO_i	β_1	2,938	2,719	2,882	2,974	2,442	2,828	2,814	39,82
ADO_j	β_2	2,038	1,671	2,798	1,081	1,367	0,716	1,462	21,27
$MNELK_i$	β_3	0,099	0,677	0,509	1,126	0,750	1,141	0,808	10,15
$MNELK_j$	β_4	-0,448	-0,192	-0,430	-0,580	-0,678	-1,814	-1,257	16,34
OKT_j	β_5	-0,428	-0,386	-0,278	-0,138	-0,107	-0,095	-0,241	3,22
D_{ij}	β_6	-0,457	-0,596	-0,619	-0,688	-0,701	-0,724	-0,667	9,20
	R^2	0,872	0,847	0,729	0,682	0,539	0,730	0,663	100,00
	\bar{R}^2	0,871	0,846	0,728	0,682	0,539	0,730	0,663	100,00

Megjegyzés. Itt és az 5 táblázatban, ADO_i : egy adózóra jutó nettó jövedelem a jelentkező tartózkodási helyének kistérségében; ADO_j : egy adózóra jutó nettó jövedelem a felsőoktatási intézmény telephelyének kistérségében; $MNELK_i$: munkanélküliségi ráta a jelentkező tartózkodási helyének kistérségében; $MNELK_j$: munkanélküliségi ráta a felsőoktatási intézmény telephelyének kistérségében; OKT_j : oktatói kiválósági érték; D_{ij} : a jelentkező lakó- vagy tartózkodási helyének, illetve a felsőoktatási intézmény telephelyének kistérsége közötti közúti távolság.

Forrás: Saját szerkesztés a Felvi adatai alapján.

A fogadó helyek esetében a munkanélküliségi ráta β -ájának abszolút értéke 2013-tól folyamatosan emelkedett. A fogadóhelyeknél a „növekedés”, véleményünk szerint, annak tudható be, hogy a munkanélküliség növekedése megnehezítette a felsőoktatásba való bejutást, hiszen annak költségét nehezebb volt finanszírozni. Az eredményeket a távolságfüggés fokozódása is megerősíti, amely a földrajzi mobilitás csökkenésére utal.

A 4. táblázatban az egyes évek és a teljes modell pozitív együtthatói arra utalnak, hogy azon kistérségek lakói juthatnak el egyetemre nagyobb számban, ahol erre a gazdasági viszonyok kedvezőbb lehetőséget adnak. Kevésbé fontos tényező viszont az egy adózóra jutó nettó jövedelem a fogadó intézmények kistérségében. Ennek magyarázata abban rejlik, hogy a hallgatók egy része a szülőhelyén vállal munkát (lásd a 3.2.1. szakaszt), vagy legalábbis feltételezhető, hogy az egyetemre való jelentkezéskor még ezt tervezi.

A tartózkodási hely kistérségének munkanélküliségi rátája pozitívan, míg az egyetem kistérségéé negatívan befolyásolja a jelentkezéseket. Ez azt jelenti, hogy a nagyobb munkanélküliségi rátával rendelkező kistérségekből több a jelentkező, ugyanakkor kevesebben jelentkeznek olyan kistérségben levő intézménybe, ahol a mutató szintén magas. A HVG Diploma rangsor oktatói kiválósági alrangsorában az előrébb elhelyezkedő felsőoktatási intézmények kisebb rangszámot kapnak, így érthető a negatív érték, amely azt jelzi, hogy a jobb reputációval rendelkező intézmé-

nyekbe nagyobb számban jelentkeznek hallgatók. Érdekes azonban megjegyezni, hogy az intézmények reputációjának szerepe évről évre csökken. A távolság negatív együttműködője ugyancsak nem meglepő, hiszen minél messzebb van egy intézmény a lakó- vagy tartózkodási helytől, annál nehezebb az odajutás, annál költségesebb lehet a hazautazás a hallgató számára, és ez a szülőknek is nagyobb anyagi terhet jelenthet. A távolság együttműködőjének (fontosságának) növekedése arra enged következtetni, hogy a távolságok szerepe felértékelődik.

Telcs és Kosztyán [2014], illetve Telcs *et al.* [2015] javasolták, hogy érdemes a gravitációs modell alkalmazása során Budapest nélkül is megvizsgálni az eredményeket, valamint elvégezni az elemzést egy-egy szakterületre is, méghozzá olyanokra, amelyek képzési szakjait az ország számos helyén indítják (például a hadtudományi szakterület esetén, mely teljes mértékben Budapestre koncentrálódik, csak Budapest vonzóképesége lenne értékelhető). Az 5. táblázat tehát az összes jelentkezés mellett három ilyen szakterületet is vizsgál.

5. táblázat

A gravitációs modellek szakterületi összehasonlítása, 2011
(Comparison of the gravity models by specialty, 2011)

Változó	Együttműködő	Összes jelentkezés		Bölcsészettudományi jelentkezések		Gazdaságtudományi jelentkezések		Műszaki tudományi jelentkezések	
		Budapesttel	Budapest nélkül	Budapesttel	Budapest nélkül	Budapesttel	Budapest nélkül	Budapesttel	Budapest nélkül
ADO_i	β_1	2,814	1,926	1,276	2,763	2,627	3,316	3,65	1,382
ADO_j	β_2	1,462	0,475	1,106	1,266	0,705	0,958	1,565	0,952
$MNELK_i$	β_3	0,808	0,89	0,19	0,193	0,217	0,485	(0,042)	(0,027)
$MNELK_j$	β_4	-1,257	-1,644	-0,147	-0,876	-0,838	-1,363	-0,066	-0,067
OKT_j	β_5	-0,241	-0,383	-0,636	-0,666	0,095	-0,136	-0,155	-0,159
$D_{i,j}$	β_6	-0,667	-0,614	-0,911	-0,87	-0,658	-0,731	-0,853	-0,662
	R^2	0,663	0,668	0,724	0,542	0,608	0,596	0,654	0,655
	\bar{R}^2	0,663	0,668	0,723	0,542	0,607	0,596	0,654	0,654

Megjegyzés. A zárójelbe tett értékek 5 százalékos szignifikanciaszinten nem szignifikánsak.

Forrás: Saját szerkesztés a Felvi adatai alapján.

Az összes jelentkezést tekintve, ha a budapesti intézményeket kivesszük a vizsgálatból, azt tapasztaljuk, hogy a jövedelmi tényezők szerepe kevésbé fontos, viszont a munkanélküliségi rátáé és az oktatói kiválóságé – amely az intézmény reputációjának proxy mutatója lehet – felértékelődik az intézményválasztás során a Budapesttel számított eredményekhez képest. Mindez megerősíti Telcs és Kosztyán [2014], illet-

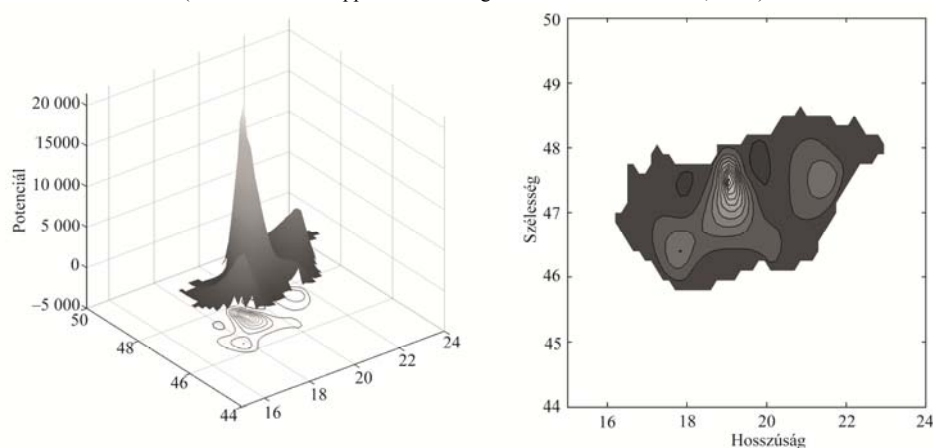
ve *Telcs et al.* [2015] megállapításait, kiegészítve azzal, hogy azok a 2011–2017-es jelentkezésekre is fennállnak.

Az idősoros gravitációs modellekkel kapott, szakterületekre vonatkozó adatok alátámasztják *Telcs* és *Kosztján* [2014], illetve *Telcs et al.* [2015] azon következtetését, hogy a bölcsészettudományi szakokra jelentkezők körében fontosabb tényező az oktatói kiválóság, mint akár a gazdaságtudományi szakokra, akár az ebbe a vizsgálatba bevont mérnöki területre jelentkezők számára. Érdekes eredmény, hogy a gazdaságtudományi területen az oktatói kiválóság fontosságára vonatkozó előjel megfordul, ha a budapesti intézményeket is figyelembe vesszük. Ennek az lehet az oka, hogy a népszerű budapesti intézmények oktatói kiválósági mutatói az utóbbi években általában kedvezőtlenebbek voltak, mint a vidéki egyetemeké. Ennek ellenére, mint ahogyan azt *Kosztján*, *Telcs* és *Török* [2016] is tanulmányukban bemutatták, Budapest szerepe folyamatosan erősödik. (Vesd össze például a 2. a) és c) ábrákat.) A műszaki területre jelentkezők körében a legkevésbé fontos tényező a munkanélküliségi ráta (a tartózkodási hely kistérségének ezen adatai nem is szignifikánsak). Ennek oka lehet, hogy a műszaki terület szakjain végzett hallgatók biztosan számíthatnak arra, hogy el fognak tudni helyezkedni, így ez a döntésüket kevésbé befolyásolja.

A 2011-es és 2017-es jelentkezésekre meghatározott potenciálmodell is Budapest szerepének növekedését jelzi, 2017-ben pedig Győr pozíciójának erősödését figyelhetjük meg a 2011 óta kiemelkedő Kecskemét mellett. (Lásd a 2. ábrát.)

2. ábra. A potenciálmodellek eredményei
(Results of the potential models)

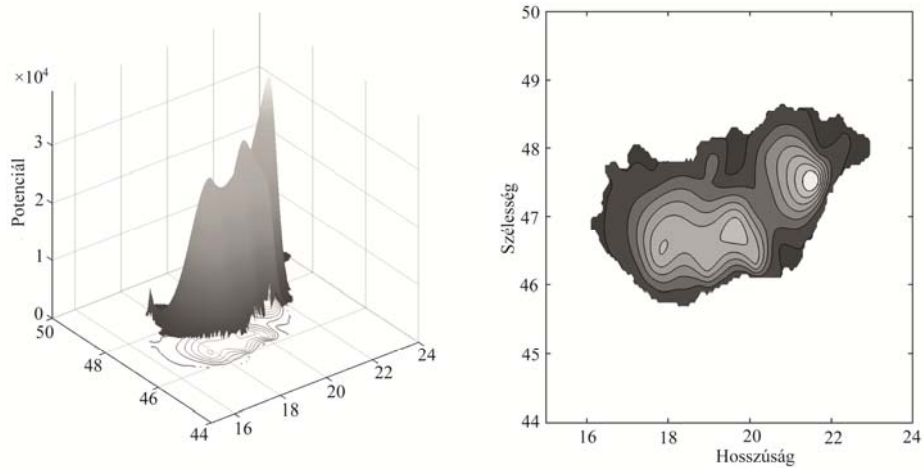
a) Összes felsőoktatási jelentkezés, 2011
(Total number of applications to higher educational institutes, 2011)



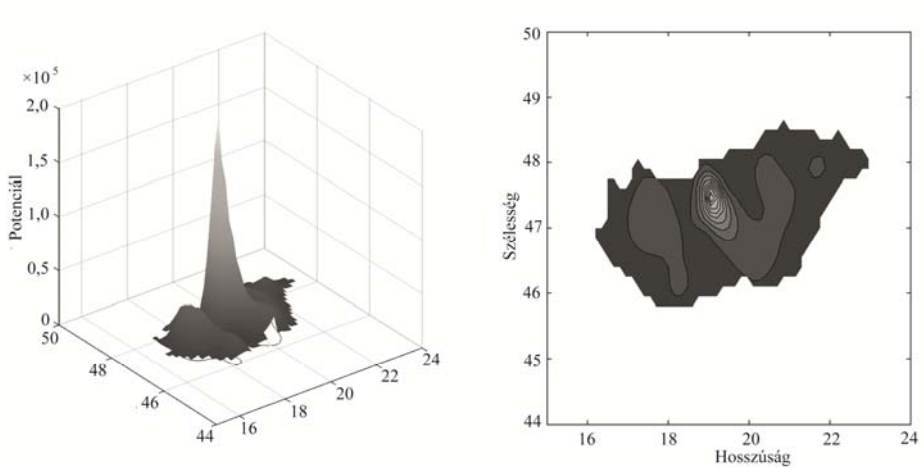
(Az ábra folytatása a következő oldalon)

(Folytatás)

b) Összes jelentkezés a budapesti felsőoktatási intézményekbe leadott jelentkezések nélkül, 2011
(Total number of applications without applications to higher educational institutes in Budapest, 2011)



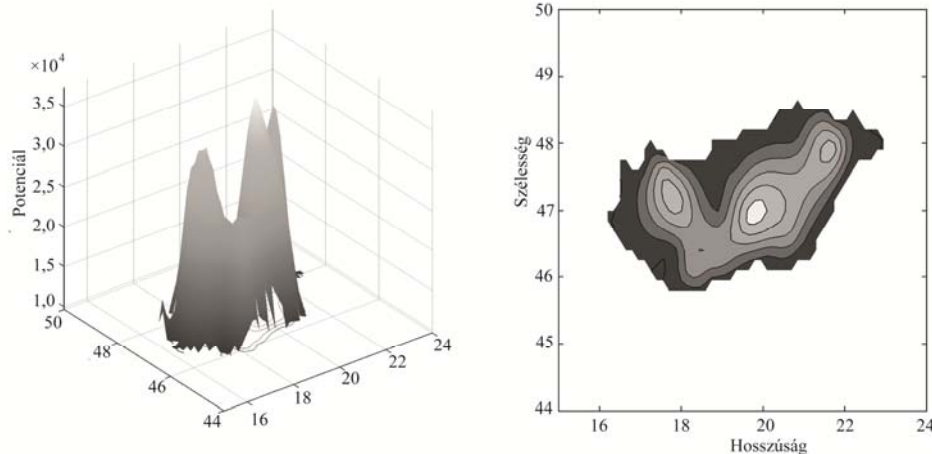
c) Összes felsőoktatási jelentkezés, 2017
(Total number of applications to higher educational institutes, 2017)



(Az ábra folytatása a következő oldalon)

(Folytatás)

d) Összes jelentkezés a budapesti felsőoktatási intézményekbe leadott jelentkezések nélkül, 2017
 (Total number of applications without applications to higher educational institutes in Budapest, 2017)



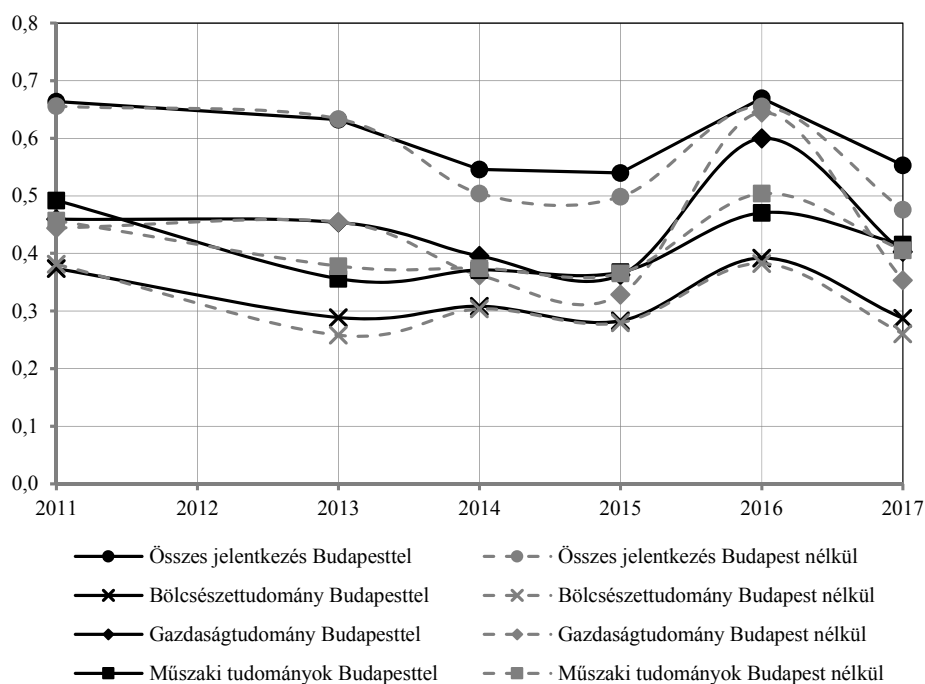
Forrás: Saját szerkesztés a Felvi adatai alapján.

3.1.3. Hálózatelemzés

A hálózati mutatók közül az egyik legegyszerűbb a denzitás időbeli változása. Ennek 3. ábrán látható értékei nemcsak azt jelzik, hogy (2016-ot kivéve) 2011-hez képest egyre kevesebben, hanem azt is, hogy egyre kevesebb helyről jelentkeztek hallgatók felsőoktatási intézményekbe a vizsgált időszakban.

Ez a jelenség nemcsak a bölcsészeti- és a gazdaságtudományok tekintetében figyelhető meg, amelyek elsődleges érintettjei voltak az egyetemi finanszírozás átalakulásának, hanem a műszaki tudományok területén is. Ha az összes jelentkezőt tekintjük, akkor a budapesti egyetemek nélkül vett denzitás egyre inkább elválík az összes jelentkezésre meghatározható denzitástól, ami arra enged következtetni, hogy a vidéki felsőoktatási intézmények vonzáskörzete egyre inkább beszűkül: nemcsak kevesebben, hanem egyre kevesebb helyről jelentkeznek a vidéki felsőoktatási intézményekbe. Ez az egyszerű mutató egy, az idősoros gravitációs modelleknél tapasztalt távolságfüggés-felértékelődéshez hasonló jelenségre hívja fel a figyelmet: a hallgatói mobilitás (a lakó- vagy a tartózkodási hely kistérségéből) a felsőoktatási intézmények telephelyének kistérségébe az évek során csökkent. Különösen a vidéki felsőoktatási intézmények számíthatnak egyre inkább kizárólag a hozzájuk közel fekvő kistérségekből jelentkezőkre.

3. ábra. A hálózati denzitás időbeli alakulása
(Changes in network density over time)



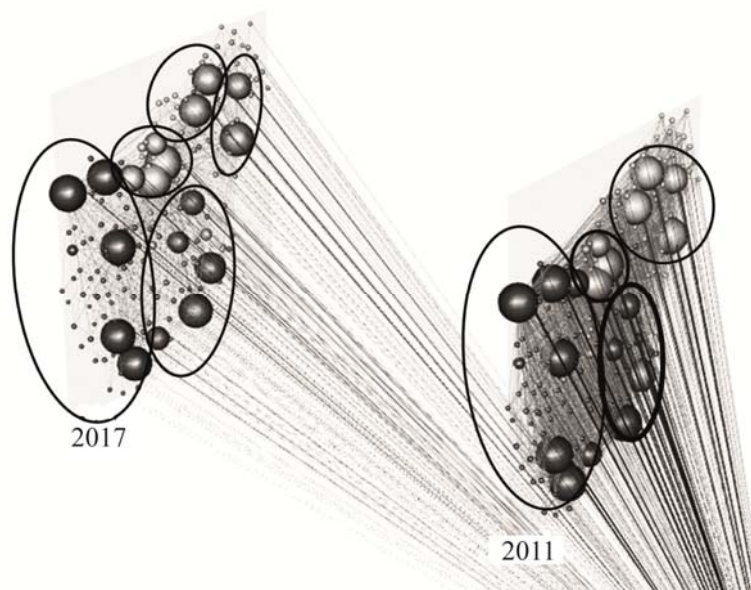
Megjegyzés. Denzitás: élek száma osztva a lehetséges élek számával (itt a kistérségek és a felsőoktatási intézmények szorzatával).

Forrás: Saját szerkesztés a Felvi adatai alapján.

Bár Newman és Girvan [2004] nullmodellje, melyet a /15/ modell ír le, nem tartalmaz földrajzi tagoltságot, a Louvain-féle klaszterezés után mégis földrajzilag jól elkülöníthető modulokat kapunk. (Lásd a 4. ábrát.) A 4. ábrán a csúcsokból kifelé, egy közös középpontba mutató ágak tekinthetők hurokéleknek. Ezt úgy kell értelmezni, hogy a jelentkezők ugyanabban a kistérségben található felsőoktatási intézménybe jelentkeztek, mint ahol laknak. 2017-hez képest 2011-ben a vastagabb élek a nagyobb jelentkezőszámoknak tulajdoníthatók. A 2017-re vonatkozó hálózati diagram a kisebb denzitás miatt ritkább. A csúcsok nagysága a fokszámmal és nem a jelentkezők számával arányos. Ha ugyanis a jelentkezők számával arányosan ábrázoltuk volna a gráf csúcsait, akkor Budapesten kívül alig látszana más település. A foksám megmutatja, hogy hány kistérségből jelentkezett az adott kistérség felsőoktatási intézményébe hallgató. A klaszterezés eredménye jól elkülöníthető földrajzi régiókat határoz meg, a 2011-es adatok alapján 4, a 2017-es adatok alapján 5 klasztert.

A 2011-es adatokhoz képest 2017-re a keleti régió kettévált: az egyik meghatározó klaszter felsőoktatási intézményei Miskolc és Eger, a másiké Debrecen és Nyíregyháza. Egy klasztert alkot a földrajzilag legnagyobb Dunántúli régió, ahol több felsőoktatási intézmény (például a Pannon Egyetem, a Kaposvári Egyetem, a győri Széchenyi István Egyetem, [2017-ig] a Nyugat-magyarországi Egyetem) található. A földrajzi tagoltság szintén arra utal, hogy a távolságok (ha nem is a legfontosabb, de mégis) fontos szerepet játszanak a jelentkezésekben. Ezt mutatja a távolságfüggést bemutató 5. ábra is (a vízszintes tengelyen a tartózkodási hely kistérsége és a felsőoktatási intézmény telephelyének kistérsége közötti távolság látható, a függőleges tengelyen pedig a /11/ modellből nyert távolságfüggvény $[f(d_{i,j})]$ értéke).

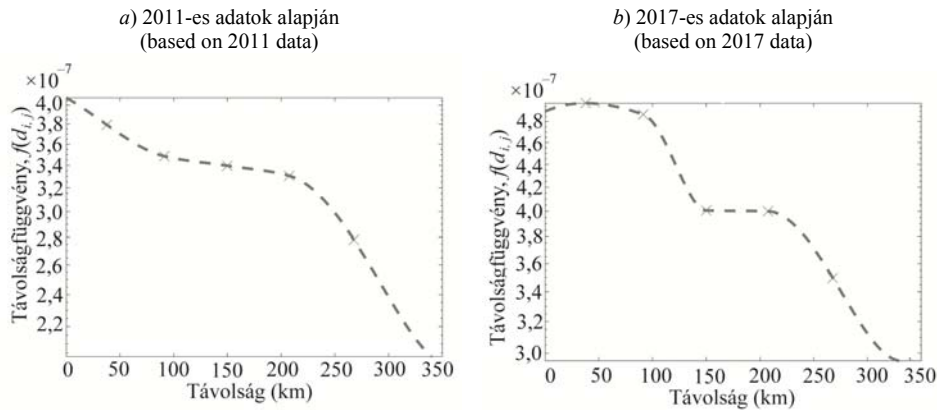
4. ábra. A felsőoktatási jelentkezések alapján megjelenő kistérségi modulok Magyarország térképén
(Subregional modules based on applications to higher educational institutes depicted on a map of Hungary)



Megjegyzés. Az élek vastagsága arányos a kapcsolatok erősségével.

Forrás: Saját szerkesztés a Felvi adatai alapján.

5. ábra. A felsőoktatási jelentkezések távolságfüggése
(Distance dependence of applications to higher educational institutes)



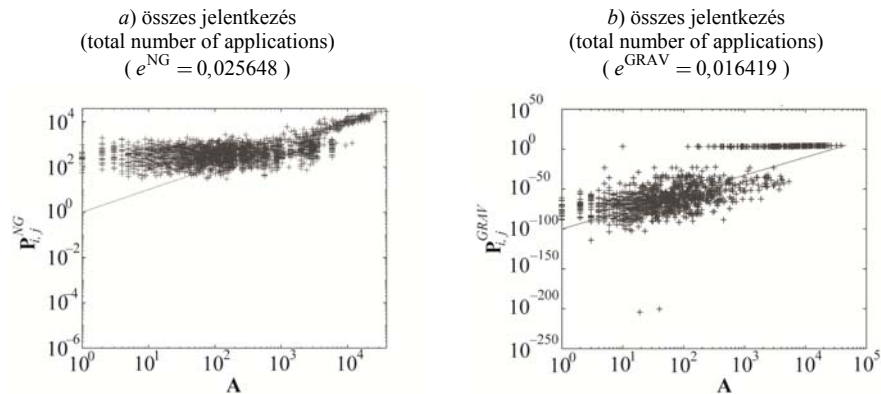
Megjegyzés. Az ábrán a távolság a tartózkodási hely kistérsége és a felsőoktatási intézmény telephelyének kistérsége közötti távolságra utal.

Forrás: Saját szerkesztés a Felvi adatai alapján.

3.1.4. A gravitációs és a hálózati elemzés összekapcsolása

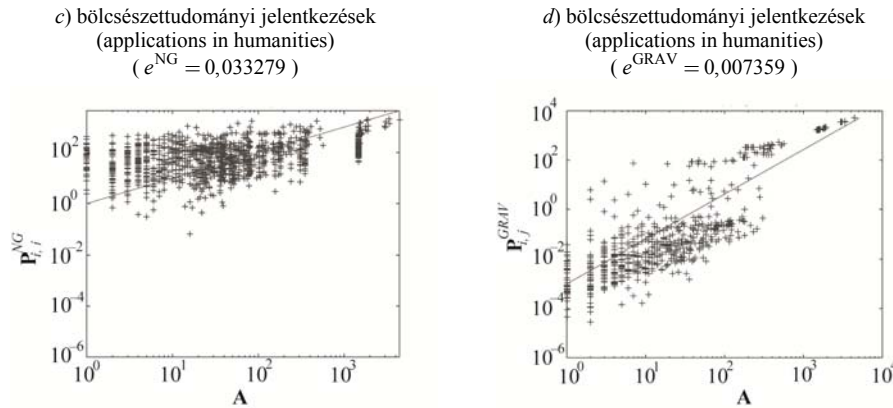
A gravitációs modelleket felhasználhatjuk a hallgatói elsőhelyes jelentkezéseket leíró gráf éleinek becslésére is. Ebben az esetben ugyanazt a /7/ egyenletet használjuk, mint a gravitációs modelleknél, csak itt a /17/ nullmodell becslésére. Összehasonlítva Newman és Girvan [2004] nullmodelljével, a javasolt gravitációs modell jelentősen csökkenti a nullmodell becslésének hibáját. (Lásd a /13/ egyenletet, valamint a 6. ábrát.)

6. ábra. Nullmodellek illeszkedése, 2011
(Nullmodel fit, 2011)



(Az ábra folytatása a következő oldalon)

(Folytatás)



Megjegyzés. A tengelyeken a becslült (\mathbf{P}), illetve a tényleges (\mathbf{A}) élek száma szerepel. $e = \|\mathbf{A} - \mathbf{P}\|_2 / L$ a modell hibája.

Forrás: Saját szerkesztés a Felvi adatai alapján.

A Louvain-féle klaszterezés ebben az esetben a potenciálmódellekhez hasonló eredményt ad, Budapest dominanciájával. Ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy a két elmélet egyesítése nem kell, hogy a jelentkezői páros gráf éleinek, vagyis az intézményekbe történő elsődleges jelentkezőknek a becslésre korlátozódjon, hanem az ezekből származtatott mutatók becslésére, sőt ebben az esetben a modellezésére is felhasználható. Hiszen a nullmodell tulajdonképpen az eredeti gráf egy közelítését adja. Lehet tehát a denzitásokat, a klaszterezettségét vagy más mutatókat is modellekkel becsülni.

Mi terjedelmi korlátok miatt csak a hálózat aszimmetriájának modellezésére mutatunk be egy példát. Ehhez először kilépünk az összes elsődleges jelentkező modellezésének korlátaiból. Feltételezzük, hogy a /7/ egyenletben szereplő tényezők nemcsak az elsődleges jelentkezőket határozzák meg, hanem – bár eltérő mértékben (ahogyan arra *Telcs et al.* [2015] is rávilágított) – fontosak a további jelentkezők szempontjából is. Így feltételezzük, hogy a végső preferenciasorrend, melyet a 2.2.4. szakaszban leírt módon egy aggregált preferenciamátrixszal jellemzünk, e tényezőkkel modellezhető. Ahogy az a 2.2.4. szakaszban szerepel, nem a preferenciagráfot, hanem annak aszimmetriamátrixát becsüljük. Ennek érdekében felhasználjuk azt a megfigyelést, hogy a preferenciamátrixhoz hasonlóan az aszimmetriamátrix olyan átrendezése, ahol a mátrix átlója alatti értékek összege minimális, egyúttal egy preferenciasorrendet is megad. Vagyis, végső soron a jelentkezők alapján meghatározható preferenciasorrendet fogjuk gazdasági modellekkel becsülni.

Mivel a /18/ egyenlet szerint a távolság kiesik a modelltől, ezért két felsőoktatási intézmény esetében a preferenciakülönbségeket 1. a két intézményi telephely kistérségére jellemző, egy adózóra jutó nettó jövedelem (τ_1) és 2. munkanélküliségi ráta

arányának (τ_2) fontossága, valamint 3. az intézmények oktatói kiválósági értékei arányának (τ_3) fontossága alapján értékeljük. A 4. táblázat gravitációs modelljeinek fogadó intézményekre (j) vonatkozó eredményei alapján nagyobb jelentkezői létszámot és így a preferenciasorrendben is előkelőbb helyet remélhetünk abban az esetben, amikor a fogadó intézmény kistérségében a munkanélküliségi ráta alacsony, az egy adózóra jutó nettó jövedelem magas, és az intézmény az oktatói kiválósági alrangsorban előkelő helyet foglal el.

Éppen ezért a 6. táblázat pozitív τ_1 együtthatója azt jelzi, hogy a jelentkezés szempontjából előrébb sorolt intézmények kistérségében a jobb megélhetési lehetőségeket jellemző, proxy mutatónak használt egy adózóra jutó nettó jövedelem fontosabb, mint a hátrébb sorolt intézmények esetében. Másképp megfogalmazva, a jelentkezők inkább választanak olyan intézményt, amelynek kistérségében a megélhetési kilátások kedvezőbbek (ez összhangban van a gravitációs modell eredményeivel). Erre utalnak Telcs *et al.* [2015] ordinális logisztikus regressziós eredményei is, melyek szerint az egyes gazdasági és munkaerőpiaci adatok a második, harmadik és későbbi helyeken megjelölt intézmények esetén kevésbé relevánsak. Hasonlóan értelmezhető a τ_2 negatív értéke is. A gravitációs modell alapján már levontuk azt a következtetést, hogy a jelentkezők nagyobb valószínűséggel jelölnek be olyan intézményeket, amelyek kistérségében a munkanélküliségi ráta alacsonyabb. Ebből adódóan τ_2 negatív értéke itt is arra utal, hogy a hátrébb sorolt intézmények esetében a munkanélküliségi ráta is kevésbé releváns. Mivel – mint arról már volt szó – az oktatói kiválósági alrangsorban előrébb szereplő intézményekhez kisebb rangszámot rendelünk, a negatív τ_3 ugyancsak arra utal, hogy az oktatói kiválóság a jelentkezők számára az előkelőbb helyre sorolt intézmények vonatkozásában fontosabb.

6. táblázat

Az aszimmetriamodell paramétereinek becslése
(Estimation of the asymmetry model parameters)

Változó	Együttható	2011	2013	2014	2015	2016	2017
ADO_i / ADO_j	$\tau_1 = \alpha_1 - \beta_1$	0,056	0,048	0,042	0,016	0,027	0,105
$MNELK_i / MNELK_j$	$\tau_2 = \alpha_2 - \beta_2$	-0,043	-0,035	-0,031	-0,005	-0,019	-0,026
OKT_i / OKT_j	$\tau_3 = \alpha_3 - \beta_3$	-0,106	-0,081	-0,071	-0,062	-0,042	-0,047
	R^2	0,606	0,528	0,478	0,476	0,438	0,485
	\bar{R}^2	0,606	0,528	0,478	0,475	0,437	0,485

Megjegyzés. ADO_i : egy adózóra jutó nettó jövedelem az i -edik felsőoktatási intézmény telephelyének kistérségében; ADO_j : egy adózóra jutó nettó jövedelem a j -edik felsőoktatási intézmény telephelyének kistérségében; $MNELK_i$: munkanélküliségi ráta az i -edik felsőoktatási intézmény telephelyének kistérségében; $MNELK_j$: munkanélküliségi ráta a j -edik felsőoktatási intézmény telephelyének kistérségében; OKT_i : az i -edik felsőoktatási intézmény oktatói kiválósági értéke; OKT_j : a j -edik felsőoktatási intézmény oktatói kiválósági értéke.

Forrás: Saját szerkesztés a Felvi adatai alapján.

Idősorososan vizsgálva az értékeket azt tapasztaljuk, hogy a modell magyarázó ereje és együttthatóinak értéke a 2017-es évet kivéve az idő előrehaladtával csökken. A gravitációs modelleknél az együttthatók értékének csökkenése azt jelezte, hogy azok egyre kevésbé játszanak szerepet az elsős helyes jelentkezéseknél, itt viszont azt, hogy a preferenciasorrendben különböző helyen álló intézményekre vonatkozó fontossági értékek kiegyenlítődnek. Ahol jó illeszkedést kapunk az aszimmetriára, ott érdemes a tényleges és a modellezett értékeket összehasonlítani. Ezáltal arra a kérdésre kaphatunk választ, hogy vajon a jelentkezések alapján kialakult preferenciasorrend és a gazdasági, munkanélküliségi, oktatói kiválósági adatok alapján modellezett preferenciasorrend mennyire korrelál egymással.

7. táblázat

Preferenciasorrendek modellezése 2011-es felsőoktatási jelentkezési adatokon
(Modelling preference orders based on 2011 data on applications to higher educational institutes)

Tényleges preferenciasorrend	Becsült preferenciasorrend	Felsőoktatási intézmény	ADO (forint)	MNELK (%)	OKT	Elsős helyes jelentkezések tényleges száma	Elsős helyes jelentkezések becsült száma	Összes jelentkezés száma
1.	1.	ELTE	1 929 477	4,12	1	15 339	13 461	44 213
2.	3.	DE	1 542 460	9,10	3	12 552	10 437	39 965
3.	2.	SZTE	1 528 263	6,18	2	11 953	10 653	37 603
4.	6.	PTE	1 555 151	8,03	6	10 803	9 212	34 045
5.	7.	BCE	1 929 477	4,12	8	9 605	8 263	28 383
6.	18.	BGF	1 929 477	4,12	41	7 388	5 778	28 274
7.	10.	SZIE	1 696 694	4,67	13	8 056	7 583	26 884
8.	9.	BME	1 929 477	4,12	11	8 580	6 858	23 165
9.	5.	NYME	1 392 972	2,07	3	6 582	6 232	19 524
10.	14.	ME	1 484 443	11,94	9	5 308	5 005	17 189

Megjegyzés. ELTE: Eötvös Loránd Tudományegyetem; DE: Debreceni Egyetem; SZTE: Szegedi Tudományegyetem; PTE: Pécsi Tudományegyetem; BCE: Budapesti Corvinus Egyetem; BGF: Budapesti Gazdasági Főiskola; SZIE: Szent István Egyetem; BME: Budapesti Műszaki Egyetem; NYME: Nyugat-magyarországi Egyetem; ME: Miskolci Egyetem. ADO: egy adózóra jutó nettó jövedelem a felsőoktatási intézmény telephelyének kistérségében; MNELK: munkanélküliségi ráta a felsőoktatási intézmény telephelyének kistérségében; OKT: a felsőoktatási intézmény oktatói kiválósági értéke.

Forrás: Saját szerkesztés a Felvi adatai, valamint *Telcs–Kosztján–Török* [2013] preferenciasorrendje alapján.

A 7. táblázat a tényleges – leginkább az összes jelentkezések alakulását követő – hallgatói preferenciasorrend első 10 helyén szereplő felsőoktatási intézményeket (lásd *Telcs–Kosztján–Török* [2013]), valamint azok becsült preferenciasorrendjét mutatja be. A két preferenciasorrend Spearman-féle rangkorrelációja 0,61. Annak

megértéséhez, hogy a javasolt módszer miatt sorolt bizonyos intézményeket „hátrébb” vagy „előrébb”, a táblázatban feltüntettük a felsőoktatási intézmények telephelyének kistérségére vonatkozó, egy adózóra jutó nettó jövedelmet és munkanélküliségi rátát, valamint az intézmények oktatói kiválósági értékét is.

Például a BGF (Budapesti Gazdasági Főiskola; mai nevén Budapesti Gazdasági Egyetem) azért került hátrébb a becült sorrendben, mert a modellben szereplő oktatói kiválósági értéke jelentősen alacsonyabb, mint a többi, listában szereplő intézményé. Ugyanakkor megállapítható, hogy bár az oktatói kiválóság fontos tényező a jelentkezések esetében, vannak olyan intézmények is, amelyek annak ellenére népszerűek a hallgatók körében, hogy oktatói kiválósági értékük másokénál alacsonyabb. A modell szerint a Miskolci Egyetem sem kerülne be a preferenciasorrend első tíz intézménye közé, mivel a Miskolci kistérségben 2011-ben jelentős, 10 százaléknál feletti volt a munkanélküliség. Ezzel szemben becslésünk a mára megszűnt Nyugat-magyarországi Egyetemet – a Sopron-Fertődi kistérségre jellemző viszonylag alacsony egy adózóra jutó nettó jövedelem ellenére – az általa ténylegesen elfoglalt helynél előrébb sorolta volna; ennek oka egyrészt az alacsony kistérségi munkanélküliségi ráta, másrészt az intézmény oktatói kiválósági alrangsorban betöltött harmadik helye miatt.

Ahogy az a 2.2.4. szakaszban bemutattuk, az aszimmetriamátrixból az összes hallgató számának ismeretében visszaállíthatjuk az aggregált preferenciamátrixot, így az aszimmetriamátrix becsléséből becslhetjük a preferenciasorrendet, tehát az összes jelentkezést és – ami az intézmények számára ennél is fontosabb – az összes elsőhelyes jelentkezést. A modell az első 10 intézmény esetében alul-, a rangsor végén pedig felülbecsüli a jelentkezések számát, ami a modell illesztésére vezethető vissza. További tényezők bevonásával jobb illesztést és így jobb becslést is kaphatunk a jelentkezők számára vonatkozóan.

3.2. Intézmények szerepe a hallgatói mobilitásban

Ehhez a kutatáshoz a DPR adatbázisát használjuk. Ez ugyan nem tartalmaz adatokat a hallgatók jelentkezési lapján megjelölt összes intézményről, arról viszont igen, hogy mely intézménybe vették fel őket, majd a végzés után mely kistérségben helyezkedtek el.

3.2.1. Leíró statisztikák

A vizsgálatunkba azokat a Magyarországon született, 2014/2015-ös tanévben végzett hallgatókat vontuk be, akik a magyarországi munkaerőpiacon helyezkedtek el. Az így kialakított adatbázis 62 834 főt tartalmazott. Közülük 26 087 fő (41,52%)

abban a kistérségben vállalt munkát, ahol a felsőfokú tanulmányait végezte, 26 598 fő (42,33%) pedig a születési helyének kistérségében. A két halmaz átfedésében vannak azok (13 753 fő, 21,89 százalék), akik ugyanabban a kistérségben választottak felsőoktatási intézményt és munkahelyet is, ahol születtek.

A 8. táblázatban az a 20 kistérség szerepel, ahol a többi kistérséghez képest a legmagasabb a felvettek arányában a helyben maradók száma – vagyis azoké, akik ugyanabban a kistérségben születtek, mint ahol a felsőoktatási intézményük telephelye és a munkahelyük is található. A listában (Budapest kivételével) túlnyomórészt a keleti országrészből kaptak helyet kistérségek.

8. táblázat

Az intézmények megtartó ereje vs. hallgatói mobilitás, 2015
(Institutional retention vs students' mobility, 2015)

Kistérség	Azok száma, akik				Helyben maradt / felvett hallgatók aránya (%)	ADO ₂₀₁₅ (forint)
	egyetemi felvételt nyertek	egyetemének és munkahelyének kistérsége ugyanaz	születési helyének és munkahelyének kistérsége ugyanaz	helyben maradtak*		
Mezőtúri	3	1	57	1	33,33	1 424 872
Budapesti	31 675	20 376	12 588	10 439	32,96	2 407 078
Hódmezővásárhelyi	84	25	150	21	25,00	1 542 104
Miskolci	2 025	646	923	485	23,95	1 790 368
Zalaegerszegi	263	64	300	57	21,67	1 754 509
Sárospataki	80	21	21	17	21,25	1 524 721
Nagykanizsai	90	27	162	17	18,89	1 670 486
Tatabányai	82	26	151	15	18,29	1 959 062
Szekszárdi	179	38	239	29	16,20	1 724 598
Debreceni	4 936	1 266	1 096	788	15,96	1 895 356
Szolnoki	333	77	367	53	15,92	1 809 230
Kalocsai	64	14	100	10	15,63	1 387 789
Kecskeméti	699	175	482	107	15,31	1 784 468
Mosonmagyaróvári	145	27	211	21	14,48	1 613 681
Szegedi	4 272	1 076	801	570	13,34	1 824 646
Bajai	198	33	169	26	13,13	1 441 025
Gyulai	148	22	135	19	12,84	1 605 768
Szombathelyi	821	150	399	101	12,30	1 893 935
Győri	2 235	537	583	259	11,59	2 161 106
Kaposvári	757	129	277	85	11,23	1 634 944

* A születési hely kistérsége megegyezik az egyetemével és a végzés utáni munkahelyével (a 2. és a 3. adatszlop metszete). ADO₂₀₁₅: 2015. évi, egy adózóra jutó nettó jövedelem a kistérségben.

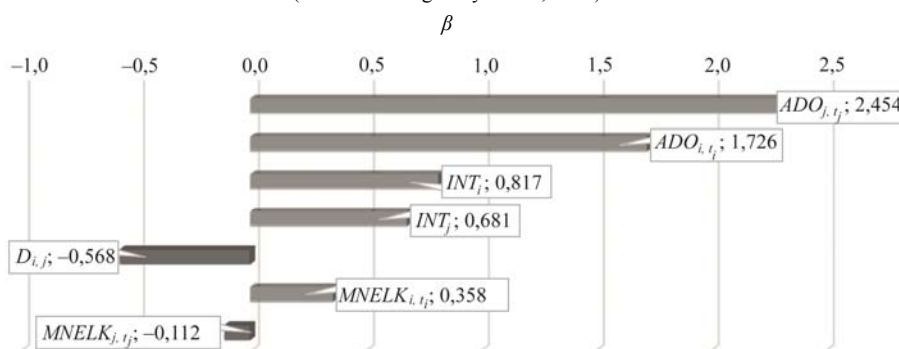
Forrás: Saját szerkesztés a DPR adatai alapján.

A kistérségek a 8. táblázatban a táblázat utolsó előtti oszlopa szerinti sorrendben kerültek listázásra, vagyis a felsőoktatási intézmények megtartó ereje szerint. 2015-ben a nettó jövedelmek kistérségi átlaga 1 582 466 Ft volt (nemcsak a 8. táblázatban felsorolt 20 kistérségé, hanem az összes kistérségé is). A nagy megtartó erővel rendelkező (a 8. táblázatban szereplő) kistérségek túlnyomó többségében (a 20 kistérségből 17-ben) magasabb a kistérségi jövedelem, mint az átlag (1 582 466 Ft).

3.2.2. A gravitációs modell eredményei

A gravitációs modellel a következőket vizsgáltuk: 1. munkanélküliségi ráta ($MNELK_{i,t_i}$) és egy adózóra jutó nettó jövedelem (ADO_{i,t_i}) a születési hely kistérségében (i), a felsőoktatási intézménybe való jelentkezés évében (t_i); 2. munkanélküliségi ráta ($MNELK_{j,t_j}$) és egy adózóra jutó nettó jövedelem (ADO_{j,t_j}) az elhelyezkedés kistérségében (j), az elhelyezkedés évében (t_j); 3. a születési hely és a munkahely kistérsége közötti távolság ($D_{i,j}$), valamint 4. a /9/ modellben szereplő INT_i (van-e a születési hely kistérségében felsőoktatási intézmény) és INT_j (van-e az elhelyezkedés kistérségében [fogadó kistérségben] felsőoktatási intézmény) dummy változók.

7. ábra. A gravitációs modell eredményei, 2011
(Results of the gravity model, 2011)



Megjegyzés. $R^2 = 0,326$, $\bar{R}^2 = 0,324$; valamennyi együttható szignifikáns.

Forrás: Saját szerkesztés a DPR adatai alapján.

A 7. ábra szemlélteti a gravitációs modell eredményeit (amelyben minden változó szignifikánsnak bizonyult) a β -együtthatók abszolút értéke szerint csökkenő sorrendbe rendezve. A legfontosabb tényező, talán nem meglepő módon, az egy adózóra jutó nettó jövedelem a fogadó kistérségben. Ennek pozitív volta utal a fogadó kistérségben

ség vonzókéességére. Az, hogy ez a β -érték a legnagyobb, arra enged következtetni, hogy a fizetési kilátások döntő szerepet játszanak a születési hely és a munkahely közötti mobilitásban. Ugyancsak pozitív az előjel az egy adózóra jutó nettó jövedelem esetén a küldő, itt a születési hely kistérségében, mint ahogyan azt a jelentkezőknél is láthattuk. Megfigyelhető, hogy a születési hely kistérségében az egy adózóra jutó nettó jövedelem magas volta teremtheti meg annak az esélyét, hogy a hallgató egyetemre juthasson (lásd a 3.1.2. szakaszt) és később akár ott, akár „zsebében” a diplomával máshol munkát vállalhasson.

Nagyon érdekes és lényeges eredmény, hogy közvetlenül a jövedelmi adatok β -együtthatója után két dummy változó β -ja következik, megelőzve nemcsak a munkanélküliségi rátáét, hanem a távolságét is a születési hely és a munkahely kistérsége között. A mobilitást segíti, ha van felsőoktatási intézmény a munkahely közelében, de az még inkább, ha van a születési hely közelében. Nem véletlen, hogy a multinacionális cégek előszeretettel települnek egyetemi városok köré, hiszen a felsőoktatási intézmények jelentős szerepet játszanak mind a hallgatók vonzásában, mind azok végzés utáni ott tartásában. Az egyetemek az innovációra gyakorolt jelentős hatásuk miatt egy adott térség fejlődését társadalmi, gazdasági és kulturális szempontból egyaránt kedvezően befolyásolhatják. Ugyanis az állami ráfordítások folyamatos csökkenése miatt rendszerint a helyi köz- és üzleti szféra felé fordulnak, és megpróbálnak közvetlen környezetükből minél több hallgatót felvenni, valamint szakmai szolgáltatások nyújtásával bevételeiket növelni. A hallgatók helyben tartása és az üzleti szférával kialakuló szakmai kapcsolatok mellett a kulturális rendezvényeknek is helyet és közönséget adó felsőoktatási intézmények regionális szerepvállalása vitathatatlan. A hallgatói mobilitást, bár kisebb mértékben, de pozitív irányban befolyásolja, ha a munkanélküliségi ráta a születési hely kistérségében más kistérségekhez képest magasabb, ugyanakkor kismértékben akadályozza, ha ez a munkahely kistérségére igaz, csakúgy, mint az, ha viszonylag nagy a születési hely és a munkahely kistérsége közötti távolság.

3.2.3. Hálózati elemzés

Az 1. c) ábrán bemutatott hallgatói mobilitási gráf 3 285 csúcspárt tartalmaz. Ez a lehetséges mozgásokat ($175 \times 175 = 30\,625$) tekintve 0,11 értékű denzitást jelent, amely a jelentkezési gráfoknál jóval alacsonyabb érték, annak mintegy ötöde. (Lásd a 3. ábrát.) A bejövő élek a felsőoktatással rendelkező kistérségek köré csoportosulnak. Ez leginkább akkor látszik, ha kiszámítjuk a hálózat aszimmetriáját, majd ebből rangsort képzünk, amely elején a leginkább vonzó (lásd a 9. táblázatot), a végén pedig a legkevésbé vonzó (lásd a 10. táblázatot) kistérségek helyezkednek el.

Az első 10, frissdiplomások számára leginkább vonzó kistérség
(The top 10 most attractive subregions for fresh graduates)

Helyezés	Kistérség neve	Van-e ott felsőoktatási intézmény?	2015-ben végzett hallgatók		Összes 2015. évi	
			oda-	el-	oda-	el-
			vándorlása*		vándorlás*	
1.	Budapesti	Van	17 656	4 163	68 672	66 263
2.	Gödöllői	Van	2 148	300	3 624	3 305
3.	Győri	Van	742	778	6 348	5 045
4.	Székesfehérvári	Van	619	887	4 850	4 389
5.	Veszprémi	Van	407	579	3 727	3 679
6.	Kecskeméti	Van	439	642	4 369	4 051
7.	Tatabányai	Van	348	350	2 806	2 679
8.	Szegedi	Van	708	1 140	5 976	5 204
9.	Pécsi	Van	549	1 096	5 510	5 150
10.	Egri	Van	407	723	3 107	2 620

* Hurokélek, azaz a kistérségen belüli vándorlások nélkül.

Forrás: Saját szerkesztés a DPR és a KSH adatai alapján.

A 9. és 10. táblázatok alapján szembeötlő, de a korábbi eredmények alapján nem meglepő, hogy az első 10, frissdiplomások számára leginkább népszerű kistérség mindegyikében található felsőoktatási intézmény. Ez nem igaz azokra a kistérségekre, amelyek az aszimmetriamutatók alapján kialakított sorrendben hátrébb helyezkednek el (így a lista végén szereplő, 10. táblázatban bemutatott utolsó 10 kistérségre sem). Ha azonban nemcsak a 2014/2015-ös tanévben (tehát a 2015-ben) végzetek vándorlását tekintjük (lásd a 9. és a 10. táblázatban a „2015-ben végzett hallgatók odavándorlása”, illetve a „2015-ben végzett hallgatók elvándorlása” oszlopokat), hanem a KSH által kistérségenkénti bontásban közölt országos vándorlási statisztikákat is (lásd a 9. és a 10. táblázatok utolsó két oszlopát), akkor az oda- és az elvándorlások között nem tapasztalunk ilyen mérvű különbséget. Például a Budapesti vagy a Gödöllői kistérségbe települők száma 2015-ben alig haladta meg az onnan elvándorlókat, míg a Budapesti kistérségbe hétszer, a Gödöllői kistérségbe pedig négyszer több frissdiplomás érkezett munkát vállalni, mint amennyien az ott születettek közül máshol próbáltak szerencsét.

Budapest túlsúlya („agyelszívó” hatása) markánsan megmutatkozik abban, hogy a harmadik helytől kezdve már minden esetben negatív az oda- és elvándorló frissdiplomások egyenlege.

10. táblázat

A 10, frissdiplomások számára legkevésbé vonzó kistérség
(The 10 least attractive subregions for fresh graduates)

Helyezés	Kistérség neve	Van-e ott felsőoktatási intézmény?	2015-ben végzett hallgatók		Összes 2015. évi	
			oda-	el-	oda-	el-
			vándorlása*		vándorlás*	
166.	Csongrádi	Nincs	35	72	661	706
167.	Karcagi	Nincs	29	246	1 113	1 198
168.	Kisvárdai	Nincs	31	478	2 291	1 783
169.	Szentesi	Nincs	9	374	1 048	1 091
170.	Sziksói	Nincs	13	268	643	729
171.	Balassagyarmati	Nincs	21	318	873	980
172.	Fehérgyarmati	Nincs	22	172	863	1 136
173.	Nagyatádi	Nincs	16	205	818	924
174.	Ózdi	Nincs	24	266	1 144	1 488
175.	Vásárosnaményi	Nincs	26	189	1 042	1 359

* Hurokélek, azaz a kistérségen belüli vándorlások nélkül.

Forrás: Saját szerkesztés a DPR és a KSH adatai alapján.

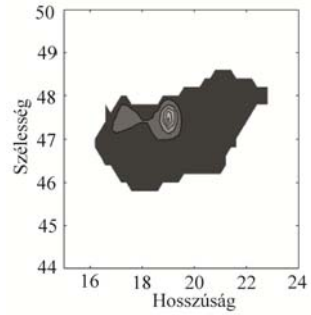
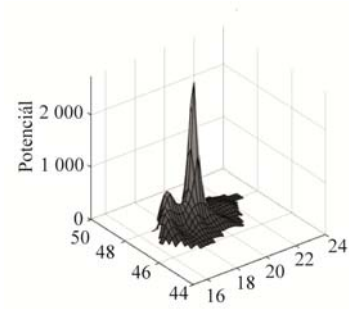
3.2.4. A gravitációs, a potenciál- és a hálózati elemzés összekapcsolása

Ha a mobilitási gráfban az élek becslésére írjuk fel a gravitációs modellt, majd ezek alapján számoljuk ki a potenciálmodelleket, akkor nemcsak Budapest torzító hatásától, hanem a hurokélektől is megszabadulhatunk; hiszen az utóbbi esetekben nem beszélhetünk tényleges mobilitásról, ugyanis a hallgató ugyanabban a kistérségben vállal munkát, mint ahol született. A hálózat éleire felírt gravitációs modell és az abból számolható potenciálmodell egyesítésével a 8. ábrát kapjuk.

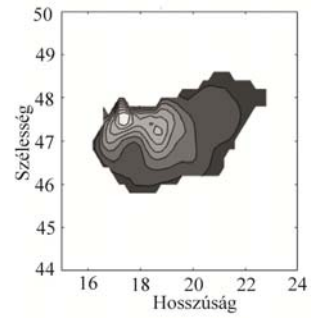
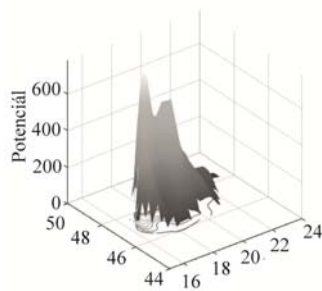
Itt is megfigyelhető, hogy Budapest mellett Győr és a nyugati kistérségek vonzó-képessége jelentős. A Budapest nélkül vett Pest megyei kistérségeket a Győri kistérség előzi meg a frissdiplomásokra gyakorolt vonzóképeség tekintetében.

8. ábra. A hálózati gravitációs és a potenciálmódel eredményei, 2015
(Results of the network gravity and potential models, 2015)

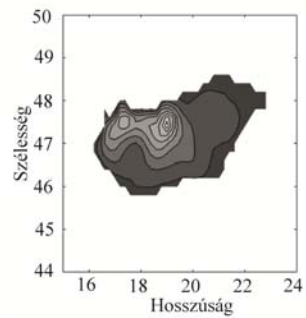
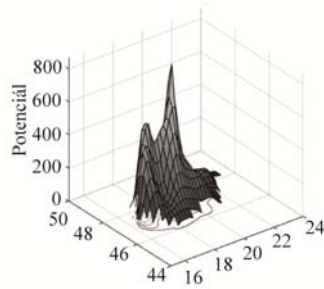
Budapesttel
(with Budapest)



Budapest nélkül
(without Budapest)

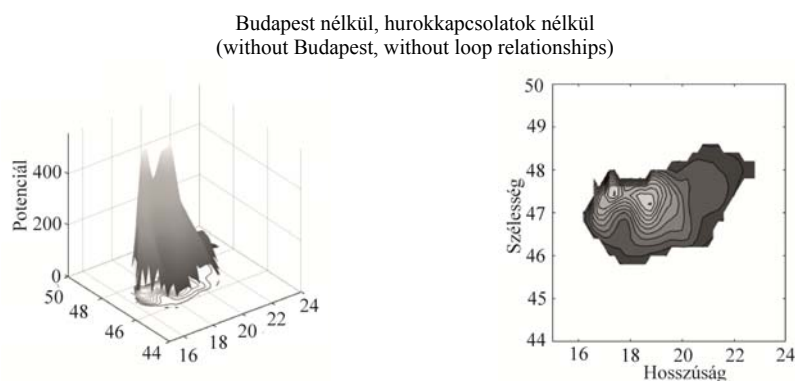


Budapesttel hurokkapcsolatok nélkül
(with Budapest, without loop relationships)



(Az ábra folytatása a következő oldalon)

(Folytatás)



Forrás: Saját szerkesztés a DPR adatai alapján.

4. Következtetések

Jelen tanulmányban a gravitációs modelleket és a hálózati megközelítést igyekeztünk ötvözni. Vizsgálataink rávilágítottak a felsőoktatási intézmények mobilitásában (lásd a 7. ábrát), valamint a hallgatók megtartásában (lásd a 8. táblázatot) játszott fontos szerepére. A 8. táblázatban közölt eredmények alapján az ország keleti kistérségeiben levő felsőoktatási intézmények élen járnak a hallgatók megtartásában, de új frissdiplomásokat kevésbé tudnak magukhoz vonzani (lásd a 10. táblázatot). A kistérségek vonzóképesége tekintetében, akár a hallgatói jelentkezéseket, akár a végzettek elhelyezkedését elemezzük, elsődleges szempontnak tekinthetők a megélhetési, jövedelemszerzési lehetőségek. (Lásd a 4. és az 5. táblázatokat, valamint a 7. ábrát.) A 4. táblázat adatai szerint az oktatói kiválóság ugyancsak szignifikáns tényező a jelentkezések során, ám jelentősége az évek előrehaladtával mérséklődik.

Az évek során egyre csökkenő R^2 -értékek (lásd a 4. és a 6. táblázatokat) azt valószínűsítik, hogy a gazdasági, munkanélküliségi és az intézményi kiválósági szempontok mellett egyre inkább más tényezők befolyásolják a hallgatók mobilitását, melyek kutatása, feltárása még előttünk álló feladat. Az általunk javasolt módszerekkel már az intézményi rangsorok is magyarázhatók, amennyiben azok kialakulását megfelelő modellekkel becsülni tudjuk.

Irodalom

- ANDERSON, J. E. [1979]: A theoretical foundation for the gravity equation. *The American Economic Review*. Vol. 69. No. 1. pp. 106–116.
- AVERY, C. – HOXBY, C. M. [2004]: Do and should financial aid packages affect students' college choices? In: *Hoxby, C. M. (ed.): College Choices: The Economics of Where to Go, When to Go, and How to Pay For It*. National Bureau of Economic Research Conference Report. University of Chicago Press. Chicago. pp. 239–302. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226355375.001.0001>
- BALCAN, D. – COLIZZA, V. – GONÇALVES, B. – HU, H. – RAMASCO, J. J. – VESPIGNANI, A. [2009]: Multiscale mobility networks and the spatial spreading of infectious diseases. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 106. No. 51. pp. 21484–21489. <https://doi.org/10.1073/pnas.0906910106>
- BARBOSA, H. – BARTHELEMY, M. – GHOSHAL, G. – JAMES, C. R. – LENORMAND, M. – LOUAIL, T. – MENEZES, R. – RAMASCO, J. J. – SIMINI, F. – TOMASINI, M. [2018]: Human mobility: models and applications. *Physics Reports*. Vol. 734. 6 March. pp. 1–74. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2018.01.001>
- BARTHÉLEMY, M. [2011]: Spatial networks. *Physics Reports*. Vol. 499. Nos. 1–3. pp. 1–101. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2010.11.002>
- BURGER, M. – VAN OORT, F. – LINDERS, G.-J. [2009]: On the specification of the gravity model of trade: zeros, excess zeros and zero-inflated estimation. *Spatial Economic Analysis*. Vol. 4. No. 2. pp. 167–190. <https://doi.org/10.1080/17421770902834327>
- CHANEY, T. [2018]: The gravity equation in international trade: an explanation. *Journal of Political Economy*. Vol. 126. No. 1. pp. 150–177. <https://doi.org/10.1086/694292>
- CHESBROUGH, H. – PRENCIPE, A. [2008]: Networks of innovation and modularity: a dynamic perspective. *International Journal of Technology Management*. Vol. 42. No. 4. pp. 414–425. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2008.019383>
- CSATÓ L. [2016]: Felsőoktatási rangsorok jelentkezői preferenciák alapján. *Közgazdasági Szemle*. LXIII. évf. Január. 27–61. old. <http://dx.doi.org/10.18414/KSZ.2016.1.27>
- DÖVÉNYI Z. [2009]: A belső vándormozgalom Magyarországon: folyamatok és struktúrák. *Statisztikai Szemle*. 87. évf. 7–8. sz. 749–762. old.
- DUSEK T. [2003]: A gravitációs modell és a gravitációs törvény összehasonlítása. *Tér és Társadalom*. 17. évf. 1. sz. 41–58. old. <https://doi.org/10.17649/TET.17.1.873>
- DUSEK T. [2016a]: A gravitációs modell kalibrálásának alapkérdései. *Területi Statisztika*. 56. évf. 4. sz. 374–389. old. <https://doi.org/10.15196/TS560402>
- DUSEK T. [2016b]: Területi változók a gravitációs modellben. *Területi Statisztika*. 56. évf. 5. sz. 549–564. old. <https://doi.org/10.15196/TS560503>
- EPPLE, D. – ROMANO, R. E. [2011]: Peer effects in education: a survey of the theory and evidence. In: *Benhabib, J. – Bisin, A. – Jackson, M. O. (eds.): Handbook of Social Economics*. Vol. 1. North Holland. Amsterdam, New York. pp. 1053–1163. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53707-2.00003-7>
- EXPERT, P. – EVANS, T. S. – BLONDEL, V. D. – LAMBIOTTE, R. [2011]: Uncovering space-independent communities in spatial networks. *Proceedings of the National Academy of*

- Sciences of the United States of America*. Vol. 108. No. 19. pp. 7663–7668. <https://doi.org/10.1073/pnas.1018962108>
- FÓNAI M. [2018]: A térbeli mobilitás mintázatai joghallgatók körében. *Miskolci Jogi Szemle*. 13. évf. 1. sz. 5–23. old.
- GADAR, L. – KOSZTYAN, Z. T. – ABONYI, J. [2018]: The settlement structure is reflected in personal investments: distance-dependent network modularity-based measurement of regional attractiveness. *Complexity*. Vol. 2018. Article ID 1306704. <https://doi.org/10.1155/2018/1306704>
- GHATAK, S. – LEVINE, P. – PRICE, S. W. [1996]: Migration theories and evidence: an assessment. *Journal of Economic Surveys*. Vol. 10. No. 2. pp. 159–198. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-6419.1996.tb00008.x>
- GREENWOOD, M. J. [1975]: Research on internal migration in the United States: a survey. *Journal of Economic Literature*. Vol. 13. No. 2. pp. 397–433.
- GREENWOOD, M. J. – HUNT, G. L. [2003]: The early history of migration research. *International Regional Science Review*. Vol. 26. No. 1. pp. 3–37. <http://dx.doi.org/10.1177/0160017602238983>
- HÁRS Á. [2012]: Földrajzi mobilitás. In: *Fazekas K. – Scharle Á. (szerk.): Nyugdíj, segély, közmun-ka. A magyar foglalkoztatáspolitikai két évtizede, 1990–2010*. Országos Foglalkoztatási Közalapítvány. Budapest. 169–181. old.
- HORSTSCHRAER, J. [2012]: University rankings in action? The importance of rankings and an excellence competition for university choice of high-ability students. *Economics of Education Review*. Vol. 31. No. 4. pp. 1162–1176. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2012.07.018>
- HORVÁTH T. [2010]: Diplomások területi elhelyezkedése Magyarországon. In: *Garai O. – Horváth T. – Kiss L. – Szép L. – Veroszta Zs. (szerk.): Diplomás pályakövetés IV. Frissdiplomások*. Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft. Budapest. 131–154. old.
- HOSSMANN, T. – SPYROPOULOS, T. – LEGENDRE, F. [2011]: A Complex Network Analysis of Human Mobility. In: *Proceedings of the 2011 IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPs)*. IEEE. Piscataway. pp. 876–881. <https://doi.org/10.1109/INFCOMW.2011.5928936>
- JANCSÓ T. – SZALKAI G. [2017]: A magyarországi felsőoktatási vonzaskörzetek jellemzői, az intézmények elérhetősége és a középiskolák szerepe a jelentkezésekben. *Földrajzi Közlemények*. 141. évf. 4. sz. 370–385. old.
- KJELLSTRÖM, C. – REGNÉR, H. [1998]: *Does Distance to a University Affect Enrollment Decisions? Evidence from Data on Three Cohorts of Swedes*. Stockholms universitet, Institutet för social forskning. Stockholm.
- KOSZTYÁN Z. T. – TELCS A. – TÖRÖK Á. [2016]: Felsőoktatásba jelentkezők preferenciáinak térbeli és időbeli szerkezete, teljesítményfüggése. *Statistikai Szemle*. 93. évf. 10. sz. 917–942. old.
- LIU, X. – MURATA, T. [2010]: An efficient algorithm for optimizing bipartite modularity in bipartite networks. *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*. Vol. 14. No. 4. pp. 408–415. <https://doi.org/10.20965/jaciii.2010.p0408>
- LIU, X. – MURATA, T. – WAKITA, K. [2012]: *Extending Modularity by Incorporating Distance Functions in the Null Model*. <https://arxiv.org/pdf/1210.4007.pdf>
- LOCKLEY, T. – PROMNITZ-HAYASHI, L. [2012]: Japanese university students' call attitudes, aspirations and motivations. *CALL-EJ online*. Vol. 13. No. 1. pp. 1–16. http://callej.org/journal/13-1/Lockley_Promnitz-Hayashi_2012.pdf

- LONG, M. C. [2010]: Changes in the returns to education and college quality. *Economics of Education Review*. Vol. 29. No. 3. pp. 338–347. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2009.10.005>
- MCCANN, P. – SHEPPARD, S. [2001]: Public investment and regional labour markets: the role of UK higher education. In: *Felsenstein, D. – McQuaid, R. – McCann, Ph. – Shefer, D. (eds.): Public Investment and Regional Economic Development: Essays in Honour of Moss Madden*. Edward Elgar, Cheltenham. pp. 135–153.
- MONTMARQUETTE, C. – CANNINGS, K. – MAHSEREDJIAN, S. [2002]: How do young people choose college majors? *Economics of Education Review*. Vol. 21. No. 6. pp. 543–556. [https://doi.org/10.1016/S0272-7757\(01\)00054-1](https://doi.org/10.1016/S0272-7757(01)00054-1)
- NEWMAN, M. E. J. – GIRVAN, M. [2004]: Finding and evaluating community structure in networks. *Physical Review E*. Vol. 69. No. 2. p. 026113. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.69.026113>
- NYÜSTI S. – CEGLÉDI T. [2013]: Vándorló diplomások, diplomáért vándorlók. In: *Garai O. – Veroszta Zs. (szerk.): Frissdiplomások 2011*. Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft. Budapest. 173–207. old.
- ONO, H. [2001]: *Migration Patterns among Japanese University Students*. Paper presented at the meeting of the Center for Economic Policy Research Conference of the European Network on Japanese Economy. Oxford.
- PÖYHÖNEN, P. [1963]: A tentative model for the volume of trade between countries. *Weltwirtschaftliches Archiv*. Bd. 90. pp. 93–100.
- RAVENSTEIN, E. G. [1885]: The laws of migration. *Journal of the Statistical Society of London*. Vol. 48. No. 2. pp. 167–235. <https://doi.org/10.2307/2979181>
- SALTER-TOWNSHEND, M. – WHITE, A. – GOLLINI, I. – MURPHY, T. B. [2012]: Review of statistical network analysis: models, algorithms, and software. *Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal*. Vol. 5. No. 4. pp. 243–264. <https://doi.org/10.1002/sam.11146>
- SEBŐK M. [2015]: *Munkaerő-piaci mobilitás Magyarországon*. PhD-értekezés. Pécsi Tudományegyetem. Pécs.
- SHAMSUDDIN, S. [2016]: Berkeley or BUST? Estimating the causal effect of college selectivity on Bachelor's degree completion. *Research in Higher Education*. Vol. 57. No. 7. pp. 795–822. <https://doi.org/10.1007/s11162-016-9408-0>
- SIMINI, F. – GONZÁLEZ, M. C. – MARITAN, A. – BARABÁSI, A.-L. [2012]: A universal model for mobility and migration patterns. *Nature*. Vol. 484. No. 7392. pp. 96–100. <https://doi.org/10.1038/nature10856>
- SKINNER, B. T. [2019]: Choosing college in the 2000s: an updated analysis using the conditional logistic choice model. *Research in Higher Education*. Vol. 60. No. 2. pp. 153–183. <https://doi.org/10.1007/s11162-018-9507-1>
- SOUZA, P. J. – COMIN, C. H. – COSTA, L. D. F. [2018]: Topology and dynamics in complex networks: the role of edge reciprocity. *EPL (Europhysics Letters)*. Vol. 122. No. 2. p. 26001. <https://doi.org/10.1209/0295-5075/122/26001>
- SQUARTINI, T. – PICCIOLO, F. – RUZZENENTI, F. – GARLASCHELLI, D. [2013]: Reciprocity of weighted networks. *Scientific Reports*. Vol. 3. 23 September. <https://doi.org/10.1038/srep02729>
- TAGAI G. [2007]: A potenciálmodell erényei és korlátai a társadalomkutatásban. *Tér és Társadalom*. 21. évf. 1. sz. 145–158. old. <https://doi.org/10.17649/TET.21.1.1099>

- TELCS A. – KOSZTYÁN Z. T. [2014]: Egyetemi rangsorok versus hallgatói preferenciák. *Educatio*. 23. évf. 4. sz. 600–615. old. http://epa.oszk.hu/01500/01551/00070/pdf/EPA01551_educatio_2014_04.pdf
- TELCS, A. – KOSZTYÁN, Z. T. – NEUMANN-VIRÁG, I. – KATONA, A. – TÖRÖK, Á. [2015]: Analysis of Hungarian students' college choices. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. Vol. 191. 2 June. pp. 255–263. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.391>
- TELCS A. – KOSZTYÁN Z. T. – TÖRÖK Á. [2013]: Hallgatói preferencia-sorrendek készítése egyetemi jelentkezések alapján. *Közgazdasági Szemle*. LX. évf. Március. 297–317. old.
- TELCS, A. – KOSZTYÁN, Z. T. – TÖRÖK, Á. [2016]: Unbiased one-dimensional university ranking – application-based preference ordering. *Journal of Applied Statistics*. Vol. 43. No. 1. pp. 212–228. <https://doi.org/10.1080/02664763.2014.998180>
- TEPERICS K. [2005]: Debrecen oktatási vonzáskörzete, In: Czimre K. (szerk.): *Kisközségtől az eurórégióig – Prof. Dr. Süli-Zakar István tiszteletére szerzett tanulmányok gyűjteménye*. Didakt Kft. Debrecen. 58–71. old.
- TINBERGEN, J. [1962]: *Shaping the World Economy; Suggestions for an International Economic Policy*. The Twentieth Century Fund. New York.
- WAHID-UL-ASHRAF, A. – BUDKA, M. – MUSIAL, K. [2019]: How to predict social relationships – physics-inspired approach to link prediction. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. Vol. 523. 1 June. pp. 1110–1129. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.246>
- XING, Z. [2018]: The impacts of information and communications technology (ICT) and e-commerce on bilateral trade flows. *International Economics and Economic Policy*. Vol. 15. No. 3. pp. 565–586. <https://doi.org/10.1007/s10368-017-0375-5>