

Területi dummy változók a gravitációs modellben

Spatial dummy variables in the gravity model

Dusek Tamás Széchenyi István Egyetem
E-mail: dusekt@sze.hu

A gravitációs modell jól használható a területi interakciók empirikus vizsgálatakor. A távolságot és a tömegeket tartalmazó alapmodell elemzési lehetőségei kibővíthetők a dummy (mesterséges) változók alkalmazásával. A dummy változók a regressziószámításban elsősorban a minőségi változók bevonására használatosak. A területi dummy változók – az alapmodellhez képest – a térszerkezet részletesebb elemzését teszik lehetővé. Területi áramlási adatokra vonatkozóan alkalmazásuk sokrétűbb a nem térkapcsolati adatokénál, mert a területegységek tulajdonságai mellett a területegységek közötti térbeli viszonyok alapján is meghatározhatók. A területegységek tulajdonságai lehetnek területiek (például elhelyezkedés, szomszédsági kapcsolatok) és nem térbeliek. A tanulmány a Magyarország megyéi közötti migráció, mint szemléltető példa segítségével részletezi az egyes kérdéseket, valamint bemutatja a nemzetközi kereskedelem területéről végzett empirikus kutatások során használt dummy változókat.

Kulcsszavak: gravitációs modell, migráció, területi statisztika, dummy változó

Gravity model is an efficient method in empirical investigating of spatial interactions. The possible analytical power of basic model with only distance and weight variables can be extended with the use of dummy variables. Dummy variables are primarily used as proxy variables for qualitative variables in the regression analysis. Spatial dummy variables enable to analyse the spatial structure in a more efficient way compared to the basic gravity model. In the case of spatial interaction data, spatial dummies can be determined by the attributes of spatial units or by the spatial relations between spatial units. Attributes of spatial units can be both spatial (e.g. location, neighbourhood relationships) and nonspatial. The paper discusses the various questions with the help of data of the internal migration between Hungarian counties, as well as introduces dummy variables used in empirical researches of international trade.

Keywords:
gravity model,
migration,
spatial statistics,
dummy variable

Beküldve: 2016. szeptember 2.

Elfogadva: 2016. szeptember 16.

Bevezetés

A gravitációs modellben szereplő alapváltozókat a területegységek közötti távolság és a területegységekhez rendelt súlyok képezik. Ha ezek és a területközi áramlások ismertek, akkor többváltozós hatványkitevős regresszióval számszerű becslést lehet adni a távolságok, a súlyok és az áramlások közötti kapcsolat jellegére és szorosságára.¹ A gravitációs modellnek ez a fizikai analógiához, a gravitációs törvényhez közel álló formája a korai, társadalomfizikai indíttatású alkalmazásokra volt jellemző. Az 1960-as évektől kezdődően azonban, mint azt a gravitációs modell kalibrálásának alapkérdéseit tárgyaló korábbi tanulmányban (Dusek 2016) is bemutattuk, a területi interakciók gravitációs modellel történő magyarázata során számos további ismérvet is bevonnak a magyarázó változók közé. Jellemük szerint a pótlólagos változók lehetnek egyrészt valamilyen térbeli viszonyt leírók, amelyek távolságon kívüliek

¹ Erről, valamint a gravitációs modell használatára vonatkozó szakirodalomról lásd korábbi tanulmányomat (Dusek 2016).

vagy távolságot pontosítók, másrészt a területegységek tulajdonságaira vonatkozóak, amelyek a területegységek vonzerejével és/vagy kibocsátó erejével függnek össze.

A területegységek közötti távolságon kívüli térbeli viszonyok bevonásának a legáltalánosabb indoka abban rejlik, hogy a modell eredeti formájában két azonos nagyságú és azonos távolságú területegység között a vonzerő is azonos lesz. Ez a feltevés a homogén térrel és a tér differenciáló hatásának a tagadásával egyenlő. Ezért általánosságban aligha tartható, legfeljebb egy olyan idealisztikus helyzetként fogható fel, amelyhez a tényleges helyzetet viszonyítani lehet. A változók bevonásának konkrét oka mindemellett sokféle lehet. Kedvező esetben egy plauzibilis elméleti feltevést lehet a gyakorlatban ellenőrizni. Például, meg lehet vizsgálni, hogy a nagyvárosokat tartalmazó régiók vagy a tengerparti régiók ugyanúgy viselkednek-e, mint a többi régió; vagy, egy inkább minőségi és nem elhelyezkedési példával élve, vajon a népesség az alacsonyabb jövedelmű régiókból a magasabb jövedelmű régiók felé áramlik-e. Korábbi vizsgálatokat is meg lehet ismételni, összehasonlítva egy új helyzettel. A regresszió lépésről lépésre is javítható, vagy a hibátényezők elemzésével keresve új, olyan magyarázó változókat, amelyek kapcsolatban állnak a hibával, vagy véletlenszerűen, próba-szerencse jellegű vizsgálatot lehet végezni a magyarázó erő növelésére.

Jelen tanulmány az ilyen változókat tartalmazó gravitációs modellek közül csak a dummy változók bevonásában rejlő elemzési lehetőségeket tekinti át, egyrészt a magyarországi megyék közötti migráció 2013. évi KSH-adatok alapján történő, másrészt a nemzetközi kereskedelem területéről végzett empirikus kutatások során használt dummy változók vizsgálatával. A távolságot és a két súlyt tartalmazó modellt alapmodellnek nevezzük, a további magyarázó változókat is tartalmazó modellt pedig bővítettnek. A dummy változók maguk a regressziószámításon belül közismertek, ezért nem hivatkozunk velük kapcsolatban szakirodalomra, ahogyan például a regressziószámítást alkalmazó munkák sem hivatkoznak a regressziószámítást általában bemutató tankönyvekre.

A területi dummy változók jellemzői és alkalmazásuk a belföldi migráció vizsgálatokor

A dummy, más néven mesterséges változók többnyire a nem mennyiségi ismérvek regressziószámításba történő bevonására, valamint jóval ritkábban a mennyiségi változók dummy változóvá történő átalakítására használatosak. Leggyakoribb formájukban értékük a referenciacsoporthoz tartozó és többnyire a sokaság több mint felét kitevő megfigyelési egységeknél 0, a megkülönböztetett, a referenciához képest eltérő tulajdonságú megfigyelési egységeknél pedig 1. Például ha külön vizsgáljuk a területegységek szomszédságának hatását, a dummy változó értéke akkor lesz 1, ha a területegységek szomszédosak, és akkor 0, ha azok nem szomszédosak. Ekkor a lineáris regressziós egyenletnél a regressziós egyenesnek az y-tengellyel való metszéspontja lehet eltérő

a dummy változóval megkülönböztetett csoportoknál, a hatványkitevős regresszióknál pedig az a rugalmasságot befolyásolja. A lineáris változatban ismertek a dummy változók szakadási pontot eredményező és a regresszió meredekségét a megkülönböztetett csoportonként változtató alkalmazásai is. Az egyszerűség kedvéért csak a leggyakoribb esettel foglalkozunk, mert ez is elég sok elemzési lehetőséget biztosít.

Ha a dummy változóval megkülönböztetett csoportoknál megvizsgáljuk az átlagos becslési hibát, és ha az hasonlóan bizonyul a referenciacsoport hibájához, akkor dummy változóra nincs szükség. Ha eltérő, akkor a dummy változó javítja a becslést. Magas kiinduló determinációs együtthatónál a determinációs együttható abszolút növekedésének ugyanakkor kicsi a jelentősége. Például a távolság és a tömegek (ami a migrációnál a népesség száma) önmagában már a magyarországi megyei szintű vándorlás 85–86%-át megmagyarázzák, a magyarázatlan 14–15% eleve nem ad lehetőséget a determinációs együttható jelentős abszolút növekedésére. A következő két szempontból azonban mindenképp hasznos lehet új változók bevonása. Egyrészt, a referenciacsoporthoz tartozó átlagos eltérések mértékének ismerete fontos új információval szolgál, mivel megmutatja, hogy a két csoport közötti minőségi eltérés mekkora különbséget eredményezne akkor, ha egyébként nem lenne mennyiségi eltérés a megfigyelési egységek között. Másrészt, a többféle dummy változó egymástól független bevonása megmutatja, hogy melyik tényezőnek van nagyobb jelentősége.

A gravitációs modellben definíciószerűen már szerepel a távolság a magyarázó változók között, vagyis van már a területegységek közötti térbeli viszonyt kifejező változó. A területi dummy változó bevonása ezért a térszerkezet leírásának – a pusztán távolságon kívüli valamilyen pótlólagos információval történő – további pontosítását is jelenti.

A területi dummy változók vagy a területegységek tulajdonságai, vagy a területegységek közötti viszony alapján meghatározottak, így a következő két nagyobb csoportjukat lehet megkülönböztetni:

1. A területegységek tulajdonságai alapján történő meghatározáskor a tulajdonság lehet területi vagy bármilyen más. Például megkülönböztethetők dummy változóval az alacsony népsűrűségű területegységek, a tengerparti fekvésű, a repülőtérrel rendelkező területegységek, az átlagosnál magasabb egy lakosra jutó jövedelemmel rendelkező területegységek.
2. Területegység-párokra vonatkozó tulajdonságok alapján például az egymással szomszédos területegységek közötti kapcsolatok, a nagyvárossal rendelkező területegységek közötti kapcsolatok különböztethetők meg dummy változóval. Mindezeket és a változók használatát a következő példák szemléltetik.

A szomszédok közötti és a régió belüli áramlások megkülönböztetése

A magyarországi belföldi migráció megyei szintű vizsgálatakor felmerülhet a kérdés, hogy vajon a régiókon belüli áramlások nagyobbak-e, mint a régiók közöttiek. Ekkor

egyrészt a különböző régiókba tartozó megyék közötti áramlásokat 0-val, az azonos régióba tartozó megyék közötti áramlásokat 1-gyel kódolhatjuk. Másrészt a szomszédos megyék közötti áramlásokat szintén megkülönböztethetjük a többi áramlástól. Ez utóbbi azzal magyarázható, hogy a megyék közötti távolság mindig valamilyen átlagos távolság, amely a különböző megyékbe tartozó települések közötti közeli és távolabbi távolságokat egyesíti. Számításainkban a megyék közötti távolságot a megyék népességi súlypontjai közötti távolságként határoztuk meg, ami jelentősen meghaladja a megyék közötti vándorlások átlagos távolságát, a megyehatárok menti migráció nagyobb súlyai miatt. Például Pest megye és Bács-Kiskun megye súlypontjának távolsága 94 kilométer, miközben az előbbi megyéhez tartozó Nagykőrös és az utóbbihoz tartozó Kecskemét egymással szomszédos városok. Feltételezhetjük tehát, hogy a megyehatár menti nagyobb migráció miatt a szomszéd megyék közötti migrációt alulbecsüli az eredeti távolságmeghatározás, amit a szomszéd megye dummy változójával ellenőrizhetünk.

Az alapmodellt az 1. táblázatban, a számítások eredményeit a 2. táblázatban mutatjuk be. A 2. táblázatban nem adjuk meg az együttthatókhöz tartozó standard hibákat, t értékeket és megfigyelt szignifikanciaszinteket, mint az sokszor szokásos, mivel ez az eljárás csak a szokásjoggal indokolt a nem véletlen mintavétel eredményeként kapott adatoknál.

1. táblázat

Az alapmodell együttthatói

The coefficients of the basic model

Változó	Béta	Standardizált béta	VIF ^{a)}
Távolság	-1,30	-0,57	1,02
Népesség, kiindulópont	1,07	0,45	1,01
Népesség, végpont	1,19	0,50	1,01
Konstans	-7,91		

Determinációs együtttható: 85,77%

a) Multikollinearitást kifejező variancianövelő tényező.

2. táblázat

**A szomszédos megyéket és az azonos régióba tartozó megyéket
megkülönböztető bővített modellek együtthatói**

The coefficients of the model extended with the neighbourhood and same region dummies

Változó	Béta	Standardizált béta	VIF ^{a)}
Az azonos régióba tartozást megkülönböztető modell			
Távolság	-1,21	-0,53	1,36
Néesség, kiindulópont	1,09	0,46	1,02
Néesség, végpont	1,21	0,51	1,02
Régió dummy	0,15	0,08	1,35
Konstans	-8,35		
Determinációs együttható: 86,29%			
A szomszédos megyéket megkülönböztető modell			
Távolság	-1,11	-0,48	1,96
Néesség, kiindulópont	1,09	0,46	1,02
Néesség, végpont	1,21	0,51	1,02
Szomszéd megye dummy	0,16	0,12	1,93
Konstans	-8,54		
Determinációs együttható: 86,52%			
Az azonos régióba tartozást és a szomszédos megyéket is megkülönböztető modell			
Távolság	-1,08	-0,47	2,06
Néesség, kiindulópont	1,09	0,46	1,03
Néesség, végpont	1,22	0,52	1,03
Szomszéd megye dummy	0,13	0,10	2,11
Régió dummy	0,10	0,06	1,47
Konstans	-8,74		
Determinációs együttható: 86,75%			

a) Multikollinearitást kifejező variancianövelő tényező.

Mindkét dummy változó olyan területi viszonyt ír le, ami a távolsággal közepesen szoros kapcsolatban van, ami látszik a multikollinearitást kifejező variancianövelő tényező (VIF) növekedésén. Most az sem vezetne veszélyes multikollinearitáshoz, ha lényegesen nagyobb lenne a VIF értéke, mivel a két területi változót gondolatban mindig együtt alkalmazzuk. Az azonos régióba tartozás szerepe a kisebb, ez a változó csak 0,5, a szomszédos megye dummy 0,7%-kal növelte a determinációs együtthatót. Ha a megmagyarázatlan rész arányában fejezzük ki a determinációs együttható növekményét, akkor az az azonos régió dummy változónál 3,7, a szomszédos megye dummynál 5,3%. A standardizált együttható is utóbbi esetben nagyobb. Az azonos régióba tar-

tozásnál sem az azonos régió okozta a hatást, hanem a szomszédság. Ezt az is bizonyítja, hogyha a területi folytonosság kritériuma mellett, de máshogyan csoportosítva hozzuk létre a hét régiót, akkor többféle lehetőséget megvizsgálva, ugyanilyen vagy majdnem ugyanilyen mértékben növekedik a determinációs együttható.

A szomszéd megye dummy változóhoz tartozó 0,16-os együttható azt jelenti, hogy a szomszéd megyék közötti migrációnál egy $10^{0,16}=1,445$ -szeres szorzót kell alkalmazni, míg a nem szomszéd megyéknél ilyen korrekció nincs (mert esetükben $10^0=1$ a korrekciós tényező értéke). Vagyis a szomszéd megyék közötti áramlás 44,5%-kal nagyobb a nem szomszéd megyék közötti áramláshoz képest, egyéb tényezők változatlansága mellett. Az egyéb tényezők közül a távolság ebben az esetben nem tud változatlan lenni.

Ennek a két dummy változónak az együttes szerepeltetése (a 2. táblázat harmadik regressziója) azt jelenti, hogy mivel a két dummy változó között lehetséges az átfedés, ezért nem három, hanem négy megyepár kategória van:

1. A referenciacsoport, vagyis a se nem szomszédos, se nem azonos régióba tartozó megyék.
2. A szomszédos, de nem azonos régióba tartozó (például Nógrád és Pest) megyék. Esetükben a $10^{0,13}=1,349$ -es szorzót kell alkalmazni.
3. Az azonos régióba tartozó, de nem szomszédos megyék. (Ebből csak három kölcsönös pár van: Zala és Győr-Moson-Sopron, Bács-Kiskun és Békés, valamint Jász-Nagykun-Szolnok és Szabolcs-Szatmár-Bereg megyék.) Esetükben a $10^{0,10}=1,260$ -as szorzót kell alkalmazni.
4. Az azonos régióba tartozó és egyben szomszédos (például Nógrád és Heves) megyék. Esetükben a $10^{0,13} \cdot 10^{0,10}=1,698$ -as szorzót kell alkalmazni.

Ebből látszik, hogy egynél több dummy változó bekapcsolásakor meg lehet különböztetni az átfedésmentes és az átfedést tartalmazó eseteket. Ha az átfedésmentesség területi alapon meghatározott, akkor még egy pótlólagos területi elem jelenik meg az elemzésben. Például a szomszédos megyehatár dummy változót fel lehet bontani egy keleti és nyugati országrészt megkülönböztető csoportra. Ha Budapesttől és Pest megyétől a közöttük lévő sajátos, a megye-megye kapcsolattól eltérő kapcsolat miatt eltekintünk, akkor kilenc Dunától keletre és kilenc Dunától nyugatra fekvő megye alkotta, egymástól elszigetelten kezelt két megyecsoport közötti szomszédságot tudunk megkülönböztetni. Az e két dummy változót tartalmazó regressziókra vonatkozó eredményeket mutatja be a 3. táblázat. A területi differenciálás láthatóan értelmes volt, ugyanis – külön-külön bevonva a változókat a regresszióba – a korrekció míg a keleti országrészben 9,6, addig a nyugati országrészben 90,5%-os, ami nagyon jelentős különbség. A szomszédos megyék közötti migráció, illetve a migráció során átvitt átlagos távolság tényleges eltérésein kívül ebben megjelenik a nyugati megyék kisebb átlagos területének kisebb volta is, ami mellett a megyehatár menti migráció nagyobb arányú lehet. A két változó egyidejű bevonásakor 31,8, illetve 108,9% a korrekciós tényező. Ekkor az eltérés viszonyítási alapja más, mert a korábbi esetben az ország több mint felében nem vettük figyelembe a kapcsolatokat, és ott az képezte a referenciacsoportot.

Most pedig csupán Pest megye szomszédsági kapcsolatai és a két országrész közötti megyék közötti szomszédsági kapcsolatok alkotják az igen kis referenciacsoportot.

3. táblázat

A szomszédos megyéket külön keleti és nyugati megyecsoportok szerint megkülönböztető bővített modellek együtthatói

The coefficients of the model extended with the eastern and western separation of neighbouring counties

Változó	Béta	Standardizált béta	VIF ^{a)}
A keleti kilenc megye közötti szomszédságot megkülönböztető modell			
Távolság	-1,29	-0,56	1,14
Népesség, kiindulópont	1,07	0,45	1,01
Népesség, végpont	1,19	0,50	1,01
Szomszéd megye dummy, kelet	0,04	0,02	1,12
Konstans	-7,95		
Determinációs együttható: 85,80%			
A nyugati kilenc megye közötti szomszédságot megkülönböztető modell			
Távolság	-1,16	-0,50	1,30
Népesség, kiindulópont	1,13	0,48	1,06
Népesség, végpont	1,26	0,53	1,06
Szomszéd megye dummy, nyugat	0,28	0,14	1,33
Konstans	-8,98		
Determinációs együttható: 87,28%			
A keleti kilenc megye és a nyugati kilenc megyei közötti szomszédságot is megkülönböztető modell			
Távolság	-1,09	-0,48	1,56
Népesség, kiindulópont	1,14	0,48	1,06
Népesség, végpont	1,27	0,55	1,07
Szomszéd megye dummy, kelet	0,12	0,06	1,21
Szomszéd megye dummy, nyugat	0,32	0,16	1,44
Konstans	-9,25		
Determinációs együttható: 87,57%			
A keleti kilenc megye és a nyugati kilenc megyei közötti szomszédságot is és a szomszédságot általában megkülönböztető modell			
Távolság	-1,09	-0,48	1,99
Népesség, kiindulópont	1,14	0,48	1,08
Népesség, végpont	1,27	0,54	1,08
Szomszéd megye dummy, kelet	0,11	0,06	2,31
Szomszéd megye dummy, nyugat	0,31	0,16	2,51
Szomszéd megye dummy, teljes	0,01	0,01	4,44
Konstans	-9,25		
Determinációs együttható: 87,57%			

a) Multikollinearitást kifejező variancianövelő tényező.

A 3. táblázat utolsó regressziója a felesleges változó bevonására példa. Az eredeti szomszéd megye dummy változó tartalmát pontosabban, csaknem teljesen tartalmazza a külön a keleti és a külön a nyugati megyék közötti szomszédsági kapcsolatokat megkülönböztető dummy változó, így azok felesleges megkettőződését jelenti. A multikollinearitás nem tökéletes, hiszen Pest megye szomszédsága és a két országrész közötti kapcsolatok hiányoznak a két országrészen belüli szomszédságokból. A multikollinearitás a korábban kialakult együttthatókat alig változtatta, csak annyi problémát okozott, hogy önmagában a szomszéd megye dummy változónak gyakorlatilag nem lett hatása, és a determinációs együtttható is csak 0,001%-kal növekedett a változó elhagyásával számolt regresszióhoz képest.

4. táblázat

Egy vagy két magyarázó változós regressziókhoz tartozó determinációs együttthatók

The coefficients of determination belonging to the models with one or two independent variables

Magyarázó változó	Determinációs együtttható, %
Szomszédság dummy	21,6
Azonos régió dummy	9,1
Távolság	43,0
Távolság és szomszédság dummy	43,1
Távolság és azonos régió dummy	43,1

Az ismertetett példákban a területi dummy változók a már meglévő alapmodellhez képest kiegészítésként jelentek meg, ezért önálló magyarázó erejüket, jelentőségüket csak korlátozottan mérhettük. A 4. táblázat olyan regressziók determinációs együttthatóit mutattuk be, amelyeknél a dummy változók önmagukban vagy csak a távolság változója mellett jelennek meg. Ez azt mutatja, hogy bár önmagában is érzékelhető a magyarázó erejük (mindkét dummy változó a közeli és a távoli megyék közötti kapcsolatokat különíti el egymástól), de a távolság pontosabb meghatározásához képest azért lényegesen kisebb. Az alapváltozók mellett tehát mindenképpen inkább csak egy kisebb kiegészítő, pontosító szerepet tölthetnek be a regresszióban.

Az áramlás irányának a megkülönböztetése

Az áramlás nagyobb területegységek közötti jellege is eltérő lehet, amit szintén lehet kezelni területi dummy változókkal. Magyarországon például köztudottan nagyobb a keletről nyugatra, mint a nyugatról keletre történő migráció. (De ha nem lenne köztudott, az adatokra rápillantva könnyen felfedezhető lenne.) A Dunától keletre lévő kilenc megyéből a Dunától nyugatra lévő kilenc megyébe történő áramlást, valamint az

ellenkező irányú áramlást dummy változóval megkülönböztetve az 5. táblázatban bemutatott eredményeket kaptuk. (Budapest és Pest megye nem szerepel a megkülönböztetett terület egységek között.)

5. táblázat

A keletről nyugatra és a nyugatról keletre áramlás dummy változóival bővített modellek együtthatói

The coefficients of the model extended with westward and eastward migration

Változó	Béta	Standardizált béta	VIF ^{a)}
Csak a nyugatról keletre áramlást megkülönböztetve			
Távolság	-1,20	-0,53	1,18
Népesség, kiindulópont	1,00	0,42	1,08
Népesség, végpont	1,20	0,51	1,01
Nyugatról keletre dummy	-0,16	-0,12	1,25
Konstans	-7,73		

Determinációs együttható: 86,94%

Csak a keletről nyugatra áramlást megkülönböztetve			
Távolság	-1,39	-0,61	1,18
Népesség, kiindulópont	1,06	0,45	1,01
Népesség, végpont	1,26	0,53	1,09
Keletről nyugatra dummy	0,14	0,11	1,26
Konstans	-8,03		

Determinációs együttható: 86,70%

A nyugatról keletre és a keletről nyugatra áramlást is megkülönböztetve			
Távolság	-1,28	-0,56	1,68
Népesség, kiindulópont	1,02	0,43	1,09
Népesség, végpont	1,23	0,52	1,11
Keletről nyugatra dummy	0,08	0,06	1,70
Nyugatról keletre dummy	-0,11	-0,09	1,68
Konstans	-7,85		

Determinációs együttható: 87,17%

A nyugatról keletre és a keletről nyugatra áramlást is megkülönböztetve, a szomszédsági dummy változóval kiegészítve			
Távolság	-1,07	-0,47	2,81
Népesség, kiindulópont	1,03	0,43	1,09
Népesség, végpont	1,24	0,53	1,11
Keletről nyugatra dummy	0,07	0,05	1,71
Nyugatról keletre dummy	-0,13	-0,10	1,70
Szomszéd megye dummy	0,16	0,13	1,95
Konstans	-8,47		

Determinációs együttható: 87,97%

a) Multikollinearitást kifejező variancianövelő tényező.

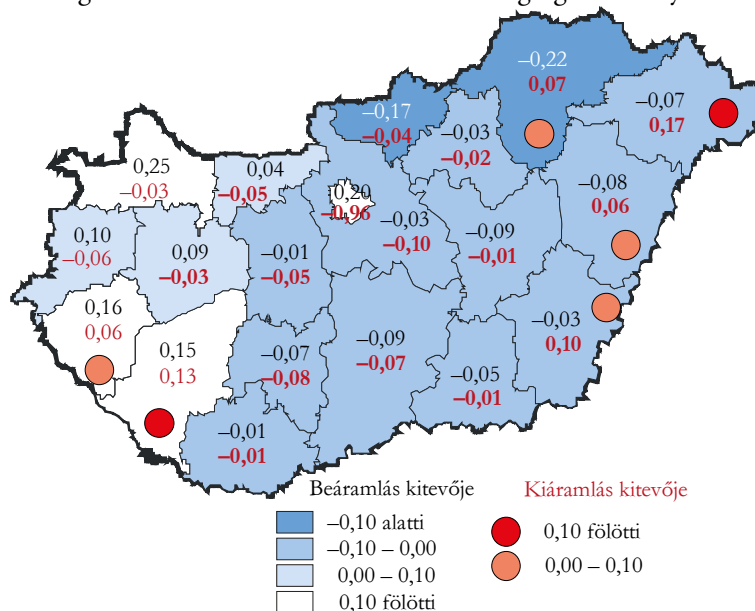
A determinációs együtthatók alapján a nyugatról keletre történő vándorlás megkülönböztetése nagyobb hatású (itt az alapmodellhez képest a tényleges helyzetben áramlási hiány van, míg a keletről nyugatra történő áramlásban többlet), de az eltérés nem túl nagy. A determinációs együttható abszolút növekedése 1,2 és 0,9, az együttes modellben 1,4%. A korábban magyarázatlan rész arányában kifejezve a növekedés 6,5, 8,2 és 9,9%. Vagyis ezeknek a dummy változóknak a hatása nagyobb, mint a szomszédos megye dummy változóké volt. Összességében a szomszédos megye dummy változót is tartalmazó még teljesebb regresszió a legjobb, márcsak azért is, mert a szomszédos megye dummy és az áramlás iránya dummy változók között minimális a kapcsolat. A szomszéd megye dummy változóhoz tartozó 1,95-os VIF-érték a távolsággal való közepes kapcsolattal (a távolsághoz tartozó VIF-érték 1,68-ról 2,81-ra növekedett) és nem az áramlás iránya dummy változókkal függött össze.

Területegységeket megkülönböztető dummy változók

Az eddigi dummy változókat területegység-párokra vonatkozó viszonyok alapján határoztuk meg. A területegységek tulajdonsága alapján képzett dummy változók, mint korábban említettük, egy további változót jelentenek. Bármelyik területegységet ki lehet választani, dummy változóval megkülönböztetni az oda irányuló és/vagy az onnan induló áramlásokat, továbbá meg lehet vizsgálni, hogy a többi területegység átlagához képest eltér-e ezek intenzitása. Az erre vonatkozó számítások eredményei az 1. ábrán és a 6. táblázatban láthatók.

1. ábra

A megyei dummy változókhoz tartozó együtthatók nagysága
The magnitude of coefficients of models belonging to county dummies



A nagy adattömegből csak az egyik legfontosabbat, a megye dummy változóhoz tartozó együtthatót mutatjuk be. A másik fontos adat a determinációs együttható növekedése, de ez kapcsolatban van az együttható abszolút értékével, és legfeljebb 0,5%-os. Az együttható +0,2 értéke például azt jelenti, hogy az adott területegység áramlási intenzitásához egy +58,5%-os korrekciót kell hozzáadni; a -0,1 pedig azt, hogy a korrekció -20,6%-os.

6. táblázat

A megyei dummy változókhoz tartozó együtthatók nagysága

The magnitude of coefficients of models belonging to county dummies

Főváros, megye	Kiáramló	Beáramló	Ki- és beáramló együtt
Budapest	-0,06	0,20	0,08
Pest	-0,10	-0,03	0,07
Fejér	-0,05	-0,01	-0,04
Komárom-Esztergom	-0,05	0,04	-0,01
Veszprém	-0,03	0,09	0,03
Győr-Moson-Sopron	-0,03	0,25	0,11
Vas	-0,06	0,10	0,02
Zala	0,06	0,16	0,12
Baranya	-0,01	-0,01	-0,01
Somogy	0,13	0,15	0,15
Tolna	-0,08	-0,07	-0,08
Bács-Kiskun	-0,07	-0,09	-0,08
Békés	0,10	-0,03	0,04
Csongrád	-0,01	-0,05	-0,03
Hajdú-Bihar	0,06	-0,08	-0,01
Jász-Nagykun-Szolnok	-0,01	-0,09	-0,06
Szabolcs-Szatmár-Bereg	0,17	-0,07	0,05
Borsod-Abaúj-Zemplén	0,07	-0,22	-0,08
Heves	-0,02	-0,03	-0,03
Nógrád	-0,04	-0,17	-0,11

A példa az eddigiekhez képest egy további elemzési lehetőségre is felhívja a figyelmet. A kiáramlás és a beáramlás megkülönböztetése az áramlás aszimmetriájának ki-mutatása miatt fontos. Ez hasonló a keletről nyugatra és a nyugatról keletre történő áramlás vizsgálatához, de nem ugyanaz, mivel iránytól függetlenül és megyékre bontva mutatja az áramlási aszimmetriát. Az aszimmetria Győr-Moson-Sopron megyénél és Budapestenél a legnagyobb. Az előbbinél az odaáramlásban 77,4%-os többlet és 7,5%-os hiány mutatkozik, utóbbinál 57,8%-os a többlet és 12,9%-os a hiány. Baranya, Heves, Tolna megyéknél áramlási szimmetria figyelhető meg, néhány további megyénél pedig csaknem teljes a szimmetria.

A területi dummy változók használata a tulajdonságváltozók vizsgálatára

A gravitációs modell kalibrálásának alapkérdéseiről szóló tanulmányban (Dusek 2016) említettük, hogy a gravitációs modell egyik leggyakoribb alkalmazásakor, a belföldi migráció vizsgálatakor valamennyi tanulmány bevon a vizsgálatba olyan ismérveket, amelyek a területegységek vonzerejével vagy kibocsátási potenciáljával lehetnek kapcsolatban. Ilyen ismérvek például a lakosság korszerkezetére, etnikai összetételére, iskolázottságára, gazdasági aktivitására vonatkozó mutatók, a migráns lakosság aránya, az átlagjövedelem, a lakásárak, a gazdasági növekedés, a gazdaság ágazati összetétele, a mezőgazdasági vállalkozások átlagos nagysága, a helyi kormányzati kiadások, a városi lakosság aránya, a nagyvárosok léte, a népsűrűség, a klimatikus viszonyokat leíró változók, a területegységek szomszédsága, a közbeeső lehetőségek és bármi más, amit az adott kontextusban fontosnak gondolnak az elemzés végzői. Egy-egy elemzés jellemzően 3-4 különböző változót von be.

A minőségi ismérv tulajdonságváltozóit eleve csak dummy változóval lehet bekapcsolni az elemzésbe. Ha az ismérv mennyiségi, akkor minőségi változóvá alakításuk információvesztéssel jár. Például a jövedelemszint, ami gyakran vizsgált, kettébontható egy magasabb és egy alacsonyabb jövedelmű csoportra, a közöttük lévő választóvonalat valamilyen középértékkel vagy természetes törésponttal (olyan értékkel, amelynek közelében nincsenek megfigyelések) meghatározva. A jövedelmeket az alkalmazásban állók bruttó átlagkereseteivel kifejezve, két csoportot alakítottunk ki:

Magasabb jövedelmű területegységek: Budapest, Győr-Moson-Sopron, Komárom-Esztergom, Fejér, Pest, Heves, Tolna és Vas megyék.

Alacsonyabb jövedelmű területegységek: a többi 12 megye. Az alkalmazásban állók havi bruttó átlagkeresete Vas megyében 202 846, Veszprém megyében 196 192 forint volt. Az első három helyezett megyét leszámítva, az említett két megye esetében mérjük az egymást követő megyék közötti legnagyobb különbséget. Az információvesztést mutatja, hogy a különbségek a magas és az alacsony kategóriákon belül is jelentősek, továbbá a magas kategórián belül nagyobbak, mint az alacsonyon belül.

Ezt követően két dummy változót hoztunk létre:

1. Alacsonyból magasba dummy: értéke 1, ha alacsonyabb jövedelmű megyékből a magasabb jövedelmű megyékbe történik az áramlás, egyébként 0.
2. Magasból alacsonyba dummy: értéke 1, ha magasabb jövedelmű megyékből alacsonyabb jövedelmű megyékbe történik az áramlás, egyébként 0.

Az ezekkel készült regressziószámítás eredményét mutatja a 7. táblázat. Az alacsonyabb jövedelmű megyékből a magasabb jövedelmű megyékbe áramlásnál 38%-os a többlet ($10^{0,14}=1,38$). A magasabb jövedelmű megyékből az alacsonyabb jövedelmű megyékbe áramlásnál jóval kisebb a korrekció, mindössze $-3,6\%$ -os ($10^{-0,016}=0,964$). Az eredmények összhangban vannak az előzetes várakozásokkal és a gazdaságelmélet által javasoltakkal, de nem a gazdaságelmélet determinisztikus változatával, hiszen az áramlás az alacsonyabbaktól a magasabb jövedelműek felé nem egyirányú és kizárólagos (és ezt nem befolyásolja az, hogy milyen jövedelemszintnél választjuk el a két csoportot egymástól).

7. táblázat

**Az alacsonyabb és a magasabb jövedelmű megyéket megkülönböztető
bővített modellek együtthatói**

The coefficients of the model extended to the higher income level and
lower income level dummies

Változó	Béta	Standardizált béta	VIF ^{a)}
A bővített alapmodell (alacsonyból magasba, magasból alacsonyba dummy változóval)			
Távolság	-1,31	-0,57	1,02
Népesség, kiindulópont	1,09	0,46	1,02
Népesség, végpont	1,16	0,49	1,03
Alacsonyból magasba dummy	0,14	0,11	1,15
Magasból alacsonyba dummy	-0,02	-0,01	1,14
Konstans	-7,85		
Determinációs együttható: 87,12%			
A szomszéd megye dummy változót is bevonva			
Távolság	-1,39	-0,61	1,18
Népesség, kiindulópont	1,11	0,47	1,03
Népesség, végpont	1,18	0,50	1,04
Alacsonyból magasba dummy	0,14	0,12	1,15
Magasból alacsonyba dummy	-0,01	-0,01	1,14
Szomszéd megye dummy	0,17	0,13	1,94
konstans	-8,51		
Determinációs együttható: 87,96%			
A szomszéd megye dummy változót is bevonva, valamint a nyugatról keletre és a keletről nyugatra áramlást is megkülönböztetve			
Távolság	-1,05	-0,46	2,81
Népesség, kiindulópont	1,05	0,44	1,14
Népesség, végpont	1,21	0,51	1,16
Alacsonyból magasba dummy	0,12	0,10	1,26
Magasból alacsonyba dummy	0,02	0,02	1,24
Szomszéd megye dummy	0,17	0,13	1,96
Keletről nyugatra dummy	0,04	0,03	1,81
Nyugatról keletre dummy	-0,11	-0,09	1,83
Konstans	-8,45		

Determinációs együttható: 88,69%

a) Multikollinearitást kifejező variancianövelő tényező.

A 7. táblázatban további két, még több, korábban már más egyenletekbe bevont magyarázó változót tartalmazó regressziót mutattuk be. Ezek egyik tanulsága, hogy a magas jövedelmű megyékből az alacsony jövedelmű megyékbe történő áramlás megkülönböztetése valóban nem fontos, nem jelentős magyarázó változó. Az összes többi

magyarázó változóhoz tartozó együtttható hatása azonban jelentős és a korábbiakhoz nagyon hasonló maradt.

Területi dummy változók a nemzetközi kereskedelem vizsgálatakor

A nemzetközi kereskedelem gravitációs modellel történő vizsgálata hagyományosan Tinbergen egy 1962-ben megjelent munkájára vezeti vissza a gravitációs modell ilyen jellegű használatát. A gravitációs modelleket alkalmazó tanulmányok rövid elmélet-történeti áttekintésében népszerűvé váltak még a következő fordulatok:

1. A gravitációs modell intuitíve vonzó és statisztikailag szignifikáns.
2. Elméletileg nem alátámasztott, hiányzik a mikroökonómiai alapja.

Ezek annyira elterjedtek, hogy konkrét hivatkozásuk nem is szükséges. A tanulmány kereteit és célját meghaladja a második tétellel kapcsolatos problémák bemutatása. Röviden csak annyit említünk meg, hogyha egy elméleti modelltől hiányzik a való világ egy jelentős tényezője, nevezetesen a távolság, akkor az az elméleti modell nem feltétlenül fogja adekvát módon leírni és magyarázni a való világ jelenségeit.

A területi dummy változók alkalmazásaival mindenesetre a nemzetközi kereskedelem gravitációs modellel történő vizsgálatakor találkozhatunk leginkább. A leggyakoribb dummy változó az azonos gazdasági integrációba, kereskedelmi övezetbe tartozás. A kutatási kérdés ebben az esetben az, hogy az ilyen egyezményeknek van-e, volt-e kereskedelemösztönző hatásuk. Ezek gyakran idősorokat használó elemzések. Mindegyik következő nemzetközi integrációt és egyezményt vizsgálták dummy változóval:

- Európai Unió
- Euróövezet
- KGST
- World Trade Organization (WTO)
- Brit Nemzetközösség
- European Free Trade Association (EFTA)
- North American Free Trade Association (NAFTA)
- Latin American Free Trade Association (LAFTA)
- Asean Free Trade Area (AFTA)
- Andean Community of Nations (ACN)
- Mercosur
- Central American Common Market (CACM)
- Caribbean Community and Common Market (CARICOM)
- South Asian Association for Regional Cooperation (SAARC)
- South Asia Free Trade Agreement (SAFTA)
- South Asia Preferential Trading Arrangement (SAPTA)
- Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC)
- African Common Market (ACM)
- East African Common Market (EACM)

A nemzetközi integrációkon kívül számos olyan tényező is bevonható az elemzésbe, amelyek előzetes feltevések szerint szintén hatást gyakorolnak a külkereskedelem nagyságára (8. táblázat). A változók bevonásának célja annak kiderítése volt, hogy a vizsgált tényezőknek van-e a nemzetközi kereskedelemre gyakorolt tényleges hatása, és ha igen, akkor az mennyire jelentős.

8. táblázat

**A gravitációs modellben szereplő dummy változók
a nemzetközi kereskedelem vizsgálatakor**
Dummy variables in gravity model
in the examination of international trade

Változó	Változó tartalma
Közös nyelv	Értéke 1, ha két ország hivatalos vagy üzleti nyelve azonos, egyébként 0
Közös határszakasz	Értéke 1, ha a két országnak van közös határszakasza, egyébként 0
Korábban azonos ország	Értéke 1, ha a két ország korábban azonos országba tartozott, egyébként 0
Tengerpart nélküli ország	Értéke 1, ha az országnak nincs tengerpartja, egyébként 0
Szigetország	Értéke 1, ha az ország sziget, egyébként 0
Gyarmatosítás	Értéke 1, ha két ország közötti gyarmattartó-gyarmatosító kapcsolat volt a múltban
Közös gyarmatosító	Értéke 1, ha a két országnak a múltban azonos gyarmatosítója volt
Egykori gyarmat	Értéke 1, ha az ország a múltban gyarmat volt
Bevándorlók	Értéke 1, ha adott országból bevándorlók aránya elér egy bizonyos szintet, egyébként 0

Összegzés

A tanulmányban elsősorban a területi dummy változók használatáról, értelmezéséről mutattunk be példákat. Emellett a dummy változók legelterjedtebb alkalmazásában, a nemzetközi kereskedelem vizsgálatában gyakran használt változókat is ismertettük. Az elvégzett alkalmazások is bizonyítják, hogy kreatív kezelésük számos összetett elemzésre ad lehetőséget mind a területi tulajdonságváltozók, mind a térkapcsolatok tekintetében. Ezen empirikus elemzések révén nemcsak sejtések szintjén maradnak a különböző elméleti feltevések, hanem azokat konkrétan igazolhatjuk vagy cáfolhatjuk is.

IRODALOM

DUSEK, T. (2016): A gravitációs modell kalibrálásának alapkérdései *Területi Statisztika* 56 (4): 374–389.