

# Statisztikai Szemle

Közzététel: 2020. szeptember 2.

A tanulmány címe:

**Magyarország élelmiszer-gazdasági külkereskedelmének vizsgálata gravitációs modellel**

Szerző:

**SZÉKELYHIDI KATALIN**, a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Agrárgazdasági Kutatóintézet tudományos segédmunkatársa, a Szegedi Tudományegyetem PhD-hallgatója  
E-mail: [szekelyhidi.katalin@aki.naik.hu](mailto:szekelyhidi.katalin@aki.naik.hu)

DOI: <https://doi.org/10.20311/stat2020.9.hu1082>

**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 LXXXVI. törvény (Sztj.) 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 Sztj. 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 98. évfolyam 9. számában megjelent, Székelyhidi Katalin, által írt, 'Magyarország élelmiszer-gazdasági külkereskedelmének vizsgálata gravitációs modellel'* 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.

Székelyhidi Katalin

## **Magyarország élelmiszer-gazdasági külkereskedelmének vizsgálata gravitációs modellel**

### **Analysing the Hungarian foreign trade of agricultural and food products based on a gravity model**

SZÉKELYHIDI KATALIN, a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Agrárgazdasági  
Kutatóintézet tudományos segédmunkatársa, a Szegedi Tudományegyetem PhD-hallgatója  
E-mail: szekelyhidi.katalin@aki.naik.hu

A szerző Magyarország élelmiszer-gazdaságának külkereskedelmét vizsgálja gravitációs modell segítségével 1999 és 2018 között. A többféle becslési eljárást felölelő modell néhány magyarító változó hatásának tekintetében ugyan eltérő eredményre vezet, de az exportot leginkább befolyásoló tényezőket illetően a következtetések megegyeznek. Magyarország külpiaei lehetőségeit a távolság jelentős mértékben befolyásolja, csakúgy, mint az EU-tagság (Európai Unió), ami nagymértékben meghatározza célpiacaink körét. Emellett beigazolódni látszik a gravitációs modellben szokásosan kimutatott összefüggés az export nagysága és a partnerország gazdasági mérete, illetve népessége között. A szerző egy korábban még nem alkalmazott változót is beépít a modellbe: a kereskedelem szabadsága index – mely az országok által kiszabott vámokat és nem vámjellegű akadályokat számszerűsíti – tapasztalatai alapján, minél liberalizáltabb a partnerország kereskedelme, annál nagyobb lesz a szektor termékeinek magyarországi kivitele. A tanulmány a gravitációs modell körüli módszertani viták területén is szolgál hasznos tapasztalatokkal: nagyobb megbízhatósággal alkalmazható a külkereskedelmi termékforgalom magyarázatában a PPML-eljárás (Poisson pseudomaximum likelihood), mint a hagyományos OLS-becslés (ordinary least squares – legkisebb négyzetek módszere).

TÁRGYSZÓ: élelmiszer-gazdaság, külkereskedelem, gravitációs modell

In this study, the Hungarian foreign trade of agricultural and food products between 1999 and 2018 is analysed based on a gravity model. Various estimation methods are used, which show the same results for the most influencing factors in exports of the sector's products. Distance as well as EU membership has a significant effect on the country's foreign trade, and the economic size and population of the partner country prove important, too. The novelty of the research is the application of a variable, the Heritage Foundation's trade freedom index that hasn't been applied before in gravity models. This variable measures the level of trade liberalisation of countries based on tariffs and non-tariff barriers. The results suggest that the more liberalised a partner country's

trade is, the greater the Hungarian exports of the sector's products will be. One can also learn useful lessons from the various estimation methods of the gravity model: PPML (Poisson pseudo maximum likelihood) is more reliable and consistent than the OLS (ordinary least squares) when using a gravity model.

KEYWORD: food economy, foreign trade, gravity model

A világ országai az utóbbi évtizedekben felismerték, hogy a külkereskedelemből származó előnyök fokozhatók, ha az egymás közötti korlátokat csökkentik. Ennek okán a szabadkereskedelmi egyezmények, megállapodások száma az 1990-es évektől kezdődően számottevően növekedett. A jelenséget még jobban felerősítette, hogy a WTO-tárgyalások (World Trade Organization – Kereskedelmi Világszervezet) a 2000-es évek óta húzódnak anélkül, hogy jelentős eredmények születtek volna. Mindemellett a legtöbb kontinensen mélyebb, a vámok eltörlésén túlmutató regionális integrációk is létrejöttek. Éppen ezért egyre hangsúlyosabbá vált a külkereskedelmet befolyásoló tényezők meghatározása és azok hatásainak számszerűsítése. Magyarország külkereskedelmét tekintve a rendszerváltozást követően jelentős lépés volt az EU-csatlakozás, nemcsak a vámok és nem vámjellegű akadályok leépítése miatt, hanem külpiazi orientációnkat tekintve is, bizonyos értelemben meghatározottá vált célpiacaink köre. A közösségi szinten kialakított kereskedelempolitika részesévé váltunk, és kis ország lévén ez alapvetően befolyásolja külpiazi lehetőségeinket. Haszonélvezői lettünk az EU korábbi és jövőbeli egyezményeinek, megállapodásainak, de a pozitív hatások mellett egy-egy szabadkereskedelmi egyezmény révén, a megnövekedett verseny miatt hátrányok is érhetik országunkat az EU piacán. Különösen igaz ez a mezőgazdasági termékek és élelmiszerek esetében, amelyek mindig a szabadkereskedelmi tárgyalások legérzékenyebb pontját képezik.

A közgazdaságtan a gravitációs modellt – mely *Newton* egyetemes gravitációs törvényéből származik – a múlt század 20-as évei óta alkalmazza, elsőként a kiskereskedelmet vizsgálták segítségével. *Newton* kimutatta, hogy az univerzális gravitációs kölcsönhatás egy vonzerő, amely egyenesen arányos a kölcsönhatásban levő két test tömegének szorzatával, és fordítottan arányos a testek tömegközponti távolságának négyzetével. A külkereskedelmi folyamatok elemzésében a modellt először *Tinbergen* és *Pöyhönen* használta fel, akik a fizikális vonzerőt a kétoldalú kereskedelmi forgalommal, a testtömegeket az ország gazdasági súlyával és a testek közötti távolságot a két ország közötti földrajzi távolsággal helyettesítették. Azóta az eljárás rendkívül népszerű lett, számos jelenség, folyamat vizsgálatára használják, úgymint a

migráció, a külföldi befektetések és leginkább a külkereskedelmi forgalom leképezésére (Yotov *et al.* [2016]).

A tanulmány 1–3. fejezeteiben a gravitációs modell elméleti és módszertani hátterét mutatom be. Kitérek a modell nemzetközi kereskedelem elméleteivel való kapcsolódására, illetve bemutatom az alkalmazása során felmerülő módszertani kérdéseket, kihívásokat és a szakirodalom alapján a modellben leggyakrabban alkalmazott magyarázó változók körét.

A 4–6. fejezetben empirikus kutatásom eredményét ismertetem, ennek során a Magyarország élelmiszer-gazdaságának külkereskedelmét befolyásoló tényezőket vizsgálom 1999 és 2018 között. A gravitációs modellek becslési módszerei régóta vita tárgyát képezik, ezért különböző eljárásokat (OLS, REM [random-effect model – randomhatásmodell] és PPML) alkalmazok a konzisztens, torzításmentes becslést nyújtó változat megtalálásához.

## 1. A gravitációs modell elmélete

A gravitációs eljárás lényegében egy regressziós modell, amit számos területen alkalmaznak a területi interakciók modellezésére. A külkereskedelem elemzésekor egyrészt képes a területi egységek közötti termékforgalom, valamint annak feltérképezésére, hogy milyen tényezők játszanak szerepet a külkereskedelem alakulásában. Másrészt alkalmas egyezmények, megállapodások, integrációk időbeli hatásainak megragadására is (García-Navarro Pabsdorf-Gómez-Herrera [2013]). Illeszkedése a kezdetektől jónak bizonyult, és széles körben használták is, azonban elméleti magyarázata sokáig hiányzott. Az 1960-as évektől kezdődött meg elméleti hátterének megalapozása. Linnemann 1966-ban a gravitációs modellt egy exportkínálati és importkeresleti parciális egyensúlyi modellként értelmezte, de magyarázata sok ponton hibázott (Bergstrand [1985]). Anderson volt az első 1979-ben, aki a gravitációs modell elméleti alátámasztásával foglalkozott, meghatározása során elsőként élt azzal a komparatív előnyök elméletéből ismerős feltevessel, mely szerint az országok egy termék előállítására specializálódnak. A gravitációs egyenletet konstans helyettesítési rugalmasságú hasznossági függvényből származtatott keresleti függvényből vezette le (Anderson [1979]). Bergstrand volt a következő 1985-ben, aki megpróbálta a modell mikroökonómiai alapjait megteremteni. A szerző a világkereskedelem általános egyensúlyi modellje alapján írta fel a gravitációs egyenletet, újításként monopolisztikusan versenyző piacon. Modelljében számításba vette az árakat is, amelyeket hasznossági és termelési függvényekből kapott (Bergstrand [1985]). Helpman és Krugman [1985] külön vizsgálták a termékforgalom alakulását homogén és differen-

ciált termékek esetére. A szerzők munkájukkal az ágazaton belüli kereskedelem gravitációs modellel történő leírásának alapjait teremtették meg. *Deardorff* [1998] a klasszikus, nemzetközi kereskedelmet leíró Heckscher–Ohlin-modellel igazolta a gravitációs modellt, amely két ország egymás közötti kereskedelmét az országok termelési tényezőkkel való ellátottságából vezeti le. *Anderson* és *Wincoop* [2003] *Anderson* és *Bergstrand* gondolatmenetét folytatták, szintén konstans helyettesítési rugalmasságú hasznossági függvényből származtatva a gravitációs modellt, illetve munkájuk nyomán jött létre – a *McCallum* által 1995-ben említett határhataás vizsgálatára – egy konzisztens modell, az ún. multilaterális kereskedelmi ellenállás beépítésével. A fogalom lényege, hogy az országok között a gazdasági távolság is meghatározó, nem csak a fizikai. Az ellenállás fogalmába beletartozik minden olyan akadály – például vámok, nem vámjellegű akadályok, távolság, a gazdaságok relatív mérete és több, közvetlenül nem megfigyelhető tényező –, amely korlátozza két ország egymás közötti kereskedelmét. A multilaterális kifejezés nemcsak két ország közötti, hanem a világ többi részével szembeni akadályokra is utal. A 2000-es évektől kezdődően a gravitációs modellt több száz cikkben alkalmazták, népszerűsége az elméleti háttérének megalapozását követően jelentősen megnövekedett, számos kézikönyv jelent meg elméletéről, alkalmazásáról, módszertanáról.

## 2. Magyarázó változók a kereskedelem modellezésében

A kereskedelem gravitációs modellje az országpárok közötti export nagyságát alapvetően az országok jövedelme, a közöttük levő távolság, a népesség és egyéb változók függvényében határozza meg. A szakirodalmak alapján alapegyenlete egy időszakra vonatkozóan a következő:

$$X_{ij} = \beta_0 Y_i^{\beta_1} Y_j^{\beta_2} P_i^{\beta_3} P_j^{\beta_4} D_{ij}^{\beta_5} A_i A_j A_{ij} \varepsilon_{ij}, \quad /1/$$

ahol  $X_{ij}$  az  $i$  országból a  $j$  országba irányuló export nagysága,  $Y_i$  ( $Y_j$ ) az országok jövedelme, amely a GDP-vel (gross domestic product – bruttó hazai termék) ragadható meg,  $P_i$  ( $P_j$ ) az országok népessége,  $D_{ij}$  a két ország közötti távolság,  $\beta$  a magyarázó változók együtthatója. Továbbá  $A_i$ ,  $A_j$ ,  $A_{ij}$  az  $i$  országra,  $j$  országra és kettejük kapcsolatára jellemző dummy változók, amelyek minőségi, specifikus jellemzői az országoknak vagy országpároknak, és meghatározzák a két partner közötti kapcsolatot.

A gravitációs alapegyenlet multiplikatív formában írja fel a kereskedelem modelljét, amelynek logaritmusát véve az egyenlet lineáris formára hozható; így egy egyszerű loglineáris regressziós egyenletet kapunk:

$$\ln X_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_i + \beta_2 \ln Y_j + \beta_3 \ln P_i + \beta_4 \ln P_j + \beta_5 \ln D_{ij} + A_i + A_j + A_{ij} + \varepsilon_{ij}. \quad /2/$$

A modell logikája szerint minél magasabb az exportáló ország jövedelme, annál nagyobb szintű lesz a termelése, ezáltal annál több lesz az exportalapja. Éppen ezért  $\beta_1$  együttható értéke várhatóan pozitív. Ugyanezen logika alapján  $\beta_2$  is pozitív, hiszen minél nagyobb az importáló ország jövedelme, annál több terméket tud külföldről vásárolni. Ezzel szemben a népességgel kapcsolatban már nem ilyen egyértelmű az együtthatók előjele,  $\beta_3$  és  $\beta_4$  lehet pozitív és negatív is, attól függően, hogy az abszorpciós hatás érvényesül-e; azaz, ha egy ország nagy méretéhez képest keveset exportál, akkor az együttható előjele negatív lesz, illetve, ha a méretgazdaságosság teljesül – vagyis amikor minél nagyobb egy ország, annál többet exportál –, akkor az együttható pozitív értéket vesz fel. A gravitációs modellekben a GDP és a népesség helyett gyakran az egy főre jutó GDP-t veszik figyelembe, amely közvetetten a tényezőellátottság vizsgálatára is alkalmas, előjele tájékoztat a kereskedelem ágazatok közötti vagy ágazatokon belüli jellegéről (Martínez-Zarzoso [2003], Jámbor [2014]). Kutatásomban e szerepe nem érvényesül, mert Magyarország az egyetlen exportáló ország, míg az egy főre jutó GDP több ország egymással való kereskedelmének modellezése esetén alkalmas a tényezőellátottság szerepének vizsgálatára.

A gravitációs modellekben a magyarázó változók gyakran alkalmazott csoportja a közös nyelv (Paiva [2008], Hatab–Romstad–Huo [2010], Angulo et al. [2011], Serrano–Pinilla [2012], Cheptea [2013], Bojnec–Fertő [2015]), a közös határ (Sheldon et al. [2013], Melece–Hazners [2014], Said–Shelaby [2014]) és az integrációs tagság, amelyek általában standard elemei a gravitációs modelleknek. Előbbi kettő az eredmények alapján egyértelműen pozitívan befolyásolja a kereskedelmet, míg utóbbi esetében többnyire (főleg az európai és az amerikai kontinens integrációi esetében) pozitív kapcsolatról árulkodó eredmények születtek (Tang [2005], Egger–Larch [2011], García–Navarro Pabsdorf–Gómez–Herrera [2013], Neumanné [2014], Ravishankar–Stack [2014], Pietrzak–Lapinska [2015]).

Számos kutatás a közös múlt szerepét is vizsgálta, például a gyarmati múltat, amelynek megléte esetén többen szintén pozitív hatását mutatták ki (Paiva [2008], Crescimanno–Galati–Yahiaoui [2013], Melece–Hazners [2014]). Néhány elemzés a Szovjetunióhoz való tartozás hatásait tárta fel a volt tagországok kereskedelmére vonatkozóan (Byers–Işcan–Lesser [2000], Fidrmuc–Fidrmuc [2000], Melitz [2007], Bussière–Fidrmuc–Schnatz [2008], Melece–Hazners [2014]). A felsorolt kutatások

eredményei alapján ennek hatásai akár évtizedekkel a felbomlást követően is megfigyelhetők, annak ellenére, hogy a legtöbb, általuk vizsgált ország (Csehszlovákia, Jugoszlávia, balti államok) kereskedelme az 1990-es években már az EU-tagországok felé tolódott. E változó alkalmazásának Magyarország esetében is lehet jelentősége, mivel 1999 és 2018 között Magyarország top 10 exportpartnere közül 5 a volt szovjet blokk országa.

A kereskedelmi költségek számszerűsítése is több gravitációs modell tárgyát képezi, annak ellenére, hogy ezek beépítése okozza az egyik legnagyobb fejtörést, ugyanis pontos mérésük számos problémába ütközik. Ezek egyike, hogy bizonyos jelenségek – például a szerződési fegyelem – közvetlenül nem mérhetők. További problémaként jelentkezik, hogy a politika által létrehozott korlátok (vámok, nem vámjellegű akadályok) szintén nehezen gyűjthetők össze, leginkább a hiányzó adatok, a nehezen kezelhető adatbázisok, az aggregációs problémák és az országonként eltérő vámtarifaszámok következtében (*Anderson–Wincoop* [2003]). A szállítási költségek, ezen belül az áruk szállításának egységköltsége, az infrastruktúra és az időbeli költségek szintén nehezen számszerűsíthetők, és nem, vagy csak hiányosan állnak rendelkezésre ezek az adatok. A gravitációs modellek három fő csoportba sorolhatók a kereskedelem költségeinek mérése tekintetében, ugyanis léteznek:

- a szállítási költségekre;
- a politika által teremtett korlátokra (a vámokra és a nem vámjellegű akadályokra);
- a kereskedelmet korlátozó egyéb tényezőkre fókuszáló gravitációs modellek.

A *szállítási költségek* valamilyen formában minden gravitációs modellben megjelennek, legegyszerűbben a távolságot használva proxyként. Ennek fő magyarázata, hogy a távolság növekedésével a szállítási költségek is emelkednek (*Loungani et al.* [2002]). A távolság és a kereskedelem között negatív kapcsolat feltételezhető, és a modellekben általánosságban a távolság együtthatójának jelentős,  $-0,5$  és  $-1,5$  közötti az értéke (*Martínez-Zarzoso–Suárez-Burguet* [2005]).

A *vámok és a nem vámjellegű akadályok* beépítése a gravitációs modellekbe az egyik legproblémásabb terület a kereskedelem költségeit tekintve. A vámokra vonatkozóan kevés olyan kutatás található a szakirodalomban, amely kifejezetten ezek hatásaival foglalkozik, inkább csak kiegészítő változóként jelenik meg az elemzésekben. Ennek oka egyrészt az adatok gyűjtésének korábban már kifejtett nehézségeiben, továbbá a vámrendszer bonyolultságában keresendő, másrészt a vámok veszítettek is jelentőségükből, hiszen az országok az utóbbi évtizedekben egymás között jelentősen csökkentették azokat, így az érdeklődés a kereskedelmet korlátozó egyéb tényezők felé fordult. A vámok hatásainak vizsgálata közvetetten mégis a legtöbb gravitációs modell tárgyát képezi az egyezmények hatásainak feltárásán keresztül. Ezekben a kutatások-

ban egy dummy változó segítségével mérik fel az egyezmények hatásait, így akár a leglazább típusú integráció, a vámok leépítését célzó szabadkereskedelmi egyezmény is elemezhetővé válik. Ez a módszer közel sem tökéletes, hiszen sokszor már az integráció életbe lépését megelőzően több vagy az összes vám megszűnik, sok esetben nem azonnal, hanem fokozatosan, mint például a kelet-közép-európai országok csatlakozását megelőzően. Az átlagos vámszinteket ennek ellenére többen is beépítették gravitációs modelljükbe: *Iwanow–Kirkpatrick* [2007], *Wilson–Mann–Otsuki* [2003], *Lee–Park* [2007], *Fukao–Okubo–Stern* [2003], *Kepaptsoglou et al.* [2009], *Clausing* [2001]. A felsorolt kutatók mind szignifikáns, negatív kapcsolatot mutattak ki az átlagos vámszint és a kereskedelem mértéke között.

A nem vámjellegű akadályok rendkívül változatos formában jelennek meg a gravitációs modellekben, legtöbben azok kereskedelemcsökkentő hatását veszik górcső alá. A sokszínűséget az befolyásolja, hogy a nem vámjellegű akadályok eltérően fejtik ki hatásukat attól függően, hogy fejlett vagy fejlődő országok közötti kapcsolatról, piacra történő belépésről vagy már meglévő kereskedelmi kapcsolatról van-e szó, illetve, hogy milyen ágazatokat érint a vizsgálat. Fontos kérdés, hogy milyen változó használható a nem vámjellegű akadályok modellezésére. Több kutatás is kimutatta, hogy a nem vámjellegű korlátok csökkentik a kereskedelmet, illetve a fejlődő országok fejlett országokba irányuló exportját nagyobb mértékben vetik vissza, mint a két fejlődő vagy fejlett ország közötti kereskedelmet. Bizonyos esetekben egyáltalán nem érinti, akár növelheti is a kereskedelmet a nem vámjellegű akadály (*Gebrehiwet–Ngqangweni–Kirsten* [2007], *Disdier–Fontagné–Mimouni* [2008], *Anders–Caswell* [2009], *Xiong–Beghin* [2016], *Santeramo–Lamonaca* [2019]). Az erre vonatkozó kutatásokban az eredmények változékonyságát az is befolyásolja, hogy hogyan számszerűsítették azokat. Több kutatásban bizonyos szermaradványok, mérgeanyagok határértékére vonatkozóan szerepeltettek változókat (*Otsuki–Wilson–Sewadeh* [2001a], [2001b]; *Wilson–Otsuki* [2002]; *Gebrehiwet–Ngqangweni–Kirsten* [2007]; *Xiong–Beghin* [2017]). Néhányan az érvényben levő akadályok adott évre vonatkozó számát alkalmazták a gravitációs modellben (*Dal Bianco et al.* [2016], *Crivelli–Gröschl* [2016], *Santeramo* [2019]), míg mások előbbi mellett egy dummy változót is beépítettek arra vonatkozóan, hogy az adott ország milyen jellegű intézkedést (például állat- és növényegészségügyi intézkedéseket vagy technikai korlátokat) alkalmaz (*Chevassus-Lozza et al.* [2008], *Dal Bianco et al.* [2015], *Santeramo* [2019], *Crivelli–Gröschl* [2016]). Más kutatások létrehoztak egy gyakorisági indexet, amelynek lényege, hogy megszámlálják a nem vámjellegű akadályok számát minden négyes szintű HS-kódra (Harmonized system – Harmonizált áruleíró és kódrendszer), majd az összesített számot elosztják a négyes szintű HS-kódok számával a kettes szintű HS-aggregáción belül (*Crivelli–Gröschl* [2016], *Disdier–Fontagné–Mimouni* [2008]). Néhány szerző vámegyenértékeket alkalmazott a nem vámjellegű akadályok számszerűsítésére, amely megmutatja, hogy a nem vámjellegű akadályok hány százalékos vám-



nak feleltethetők meg (Frahan–Vancauterem [2006], Disdier *et al.* [2008], Dal Bianco *et al.* [2015], Arita–Mitchell–Beckman [2015]). A kutatások tapasztalatai azt mutatják, hogy a nem vámjellegű akadályok számszerűsítése nehézkes, mivel nagymértékben függ attól, hogy milyen terméket vizsgálunk és milyen típusú korlátozásról van szó, ezért érdemes őket specifikusan egy-egy ágazat vagy – még részletesebben – termék-szinten vizsgálni.

A kereskedelmet korlátozó egyéb tényezők közé tartoznak többek között az adminisztrációs költségek, a vámok kezelésének szakszerűsége és átláthatósága, a gördülékeny ügyintézés, a nemzetközi és regionális szabályoknak és standardoknak való megfelelés. Tágabb értelemben idesorolhatók az adott országon belüli intézkedések is: az üzleti környezet, az infrastruktúra fejlettsége, az átláthatóság, a hazai szabályozások (Portugal–Perez–Wilson [2012], Wilson–Mann–Otsuki [2003]). Az ezeket vizsgáló gravitációs modellek mindezeket a kereskedelem egyszerűsége (trade facilitation) kifejezéssel azonosítják, több kutatás szignifikáns hatást tulajdonított e tényezőknek a kereskedelem alakulásában (Iwanow–Kirkpatrick [2007], Lee–Park [2007], Wilson–Mann–Otsuki [2003]).

### 3. A gravitációs modell becslési módszerei

A gravitációs modellt sokáig csak keresztmetszeti adatokra használták, azaz egy időpontra vetített adatokat elemeztek segítségével. A paneladatok alkalmazásának lehetőségével az ezredforduló előtti néhány évben kezdtek el foglalkozni, egyre többen jutottak arra a következtetésre, hogy a keresztmetszeti adatok torz becslést adnak és a paraméterek értelmezése is félrevezető. A csak egy időpillanatra vonatkozó modellek nem veszik figyelembe az egyedek heterogenitását, például azt, hogy egy-egy időszak leképezhetett egy speciális gazdasági állapotot (válság), vagy befolyásolhatta adott időszak adatait (egy ország egyik évben még nem volt tagja egy kereskedelmi övezetnek viszont a következő évben már igen). Idesorolhatók a nyelvi, kulturális és történelmi sajátosságok hatásai is. Ezek a tényezők hozzájárulnak a kereskedelmi kapcsolatok heterogenitásához, ami azt jelenti, hogy egy-egy országpár kapcsolatára speciális tényezők is hatással lehetnek, amelyek akár időben is változhatnak. A gravitációs modellt éppen ezért célszerű paneladatokra alkalmazni, mert több év vizsgálatával ezek a hatások kiszűrhetők (Rault–Sova–Sova [2007]). Egyszerű keresztmetszeti elemzések esetén előfordulhat például az, hogy egy ország különböző mennyiséget exportál két országba, holott a két importáló ország körülbelül ugyanakkora GDP-vel rendelkezik és körülbelül ugyanakkora távolságra vannak az exportáló országtól. A különbségnek van valami nem megfigyelhető oka, mint pél-

dául a korábban említett multilaterális kereskedelmi ellenállás, ami korrelál a magyarázó változókkal. Ezt nevezzük nem megfigyelt heterogenitásnak, amelynek figyelmen kívül hagyása súlyos hibát ejt a becslésen (*Serlenga–Shin* [2004]). Sokan ezt a problémát úgy próbálják meg kezelni, hogy új változókat alkalmaznak a modellben: például a közös nyelvet, a gyarmati múltat, a kulturális, politikai sajátosságokat, a katonai szövetségek jelenlétét. Ezek közül néhány tényező könnyen megragadható, mint például a gyarmati múlt, a közös nyelv, de lehetnek olyan országspecifikus jelenségek, amelyek nem megfigyelhetők és sokszor nehezen számszerűsíthetők (ilyenek a történelmi, kulturális, politikai tényezők), ezért szükséges a heterogenitás kezelése az idő segítségével (*Cheng–Wall* [2005]). Ennek kiküszöbölésére gyakran alkalmaznak paneladatokat, amelyek előnye, hogy a változók közötti kapcsolat hosszabb időszakot tekintve vizsgálható és kezelhető, illetve az üzleti ciklusok szerepe is feltárható a modell segítségével (*Egger* [2000]). A paneladatok még nem jelentenek garanciát a pontos becslésre. Sokáig az eredetileg multiplikatív formában megjelenő modell loglinearizálását, majd az OLS-t alkalmazták a szakirodalomban. Ennek hátránya, hogy a paneladatokra alkalmazott OLS, másnéven pooled OLS nem veszi figyelembe azok panel jellegét, azaz, hogy az egyedek ugyanazok minden időszakban. A módszer több szempontból is torzított becslést eredményez, amit a nem megfigyelt heterogenitás, a 0 értékű forgalom és a heteroszkedaszticitás jelenléte okoz.

A nem megfigyelt heterogenitás többféle modellel kezelhető. Az egyik leggyakrabban alkalmazott technika a FEM (fixed-effect model – a fixhatásmodell), amely az országpárokra speciálisan jellemző, de közvetlenül nem megfigyelhető tulajdonságok jelenlétét feltételezi, amelyek nemcsak az eredmény változókra vannak hatással, de a magyarázó változókra is. Ezért ez a modell megengedi, hogy minden országpárnak legyen egy vagy kettő dummy változója a specifikus tulajdonság jelenlétére (*Cheng–Wall* [2005], *Chevassus-Lozza et al.* [2008], *Balta–Delgado* [2009], *Manchin–Pinna* [2009], *Cheptea* [2013], *Mika* [2017]). A fixhatásmodell hátránya, hogy a transzformációval kikerülnek a modelltől az időben állandónak tekinthető változók, mint például a közös nyelv vagy a távolság (*Rault–Sova–Sova* [2007]). Ha fontos szerepet tulajdonítunk olyan tényezőknek is, amelyek időben nem változnak, akkor a REM jó választás lehet. A REM azt feltételezi, hogy a látens országspecifikus tényezők nem korrelálnak a magyarázó változókkal, és azokat a hibatényező részének tekinti (*Martínez-Zarzoso–Nowak-Lehman* [2003]). A két becslési eljárás közötti választás annak függvénye, hogy mi a modellezés célja, előbbi például az integrációk kereskedelemre gyakorolt hatásainak vizsgálatára, míg utóbbi a kereskedelem általános magyarázatára, a befolyásoló tényezők meghatározására alkalmas (*García–Navarro Pabsdorf–Gómez-Herrera* [2013]).

A loglineáris regresszió második legnagyobb hibája, hogy mivel a gravitációs modell alapvetően multiplikatív formájú, a logaritmusát kell venni ahhoz, hogy reg-

resszióval becsülni lehessen. Ez azonban a 0 értékek eltűnéséhez vezet, amely az egyik legvitatottabb módszertani kérdés a gravitációs modell kapcsán (Gómez-Herrera [2013]). A probléma nemcsak a klasszikus OLS-regresszió esetében van jelen, hanem a FEM és a REM esetében is (Westerlund–Wilhelmsson [2008]). A 0 értékű forgalom meglehetősen gyakori jelenség, hiszen nincs olyan ország, amely a világon minden országgal kereskedne. Ennek figyelmen kívül hagyása a kereskedelmi kapcsolatokat magyarázó modell esetében súlyos hiba, hiszen a kereskedelem hiánya is értékes információkat hordoz (Burger–van Oort–Linders [2009]). Mivel a nullának nincs logaritmus, ezért az ilyen adat a transzformáció során kikerül az adatbázisból, és ezzel információt veszítünk. A 0 kereskedelem három formában jelenhet meg. A legegyszerűbb eset az, amikor egy véletlenszerűen hiányzó vagy titkosított adatról beszélünk, ekkor a 0 érték nem hordoz információt, így nem jár a kereskedelmi kapcsolat jellemzése szempontjából lényeges információvesztéssel. Nulla érték megjelenhet akkor is, ha két ország között a kereskedelmi forgalom ténylegesen 0, azaz valamilyen okból nem kereskednek egymással, illetve, ha kerekítési problémáról van szó (egy nagyon kicsi érték nullára kerekítése), és ez szisztematikusan jelentkezik az egész adatbázisban. Mindkét jelenség kizárása az adatbázisból információvesztéssel jár (Yotov *et al.* [2016]).

A 0 értékek kizárásához hasonlóan becslési torzítást okoz a loglineáris modellekben a heteroszkedaszticitás is, amely a szórások egyezőségére (homoszkedaszticitás) vonatkozó előfeltevés nem teljesülését jelenti (Hunyadi [2006]). Ez utóbbi két problémára a szakirodalom folyamatosan keresi a választ, az utóbbi években több cikkben is az eredeti, multiplikatív modellből történő közvetlen számítást alkalmazták sikeresen a PPML-eljárás (Poisson pseudomaximum likelihood) segítségével (Westerlund–Wilhelmsson [2008], Dal Bianco *et al.* [2016], Martin–Pham [2015], Arita–Mitchell–Beckman [2015], Márkus [2018], Santeramo [2019]). Silva és Tenreyro [2006] világítottak rá elsőként arra, hogy ha az eredeti kereskedelmi adatokat heteroszkedaszticitás jellemzi, akkor a loglineáris modellben is jelen lesz ugyanez a probléma. A PPML kiküszöböli mind a heteroszkedaszticitást, mind a 0 forgalom kizárásából adódó torzítást, ugyanis az eredeti multiplikatív formulát alkalmazza a gravitációs modell becsléséhez. Az eljárás megfelelő a nem megfigyelt heterogenitás kezelésére a fixhatás dummy változók beépítésével.

#### 4. Adatok

A magyar élelmiszer-gazdaság külkereskedelmének vizsgálatára alkalmazott gravitációs modellhez 1999 és 2018 közötti paneladatokat használtam. Az időszak kiválasztását az indokolta, hogy az eljáráshoz szükséges adatok a 2000-es évektől kez-

dődően szélesebb körben váltak elérhetővé, illetve a 2004. évi EU-csatlakozás hatásainak számszerűsítését is szerettem volna megvalósítani, így az adatbázisnak néhány ezt megelőző évet is tartalmaznia kellett. A modell eredményváltozója a magyarországi mezőgazdasági és élelmiszerexport (kétszámjegyű HS 01–24 kódok alapján) nagysága dollárban kifejezve a Comtrade adatai (<https://comtrade.un.org/data/>) alapján. Magyarország a vizsgált 20 év alatt 197 országgal került akár egyszeri alkalommal vagy tartósan kereskedelmi kapcsolatba, ennek alapján az adatbázisnak 3 940 megfigyelést kell tartalmaznia. Az ország valójában nem kereskedett minden évben, minden országgal, a külkereskedelmi adatok alapján a 3 940 lehetséges országpár, termékkategória és év kombináció közel kétharmada volt tényleges exporthoz köthető. Másként fogalmazva az adatbázis egyharmada valójában 0 értékű kivitel tartalmaz, de a külkereskedelmi kapcsolatok jellemzése szempontjából ennek is fontos információtartalma van. Kérdés, ha már volt két ország között kereskedelmi kapcsolat, akkor mi az oka szüneteltetésének, megszűnésének.

Ezt követően a gravitációs modell alapváltozóinak összegyűjtése következett a Világbank és a CEPII (Centre d'Études Prospectives et d'Informations Internationales – [francia] Világgazdasági, Kereskedelmi Kutatással Foglalkozó Intézet) adatbázisából, ez utóbbi számos magyarázó változót szolgáltatott, azonban az adatok csak 2015-ig álltak rendelkezésemre. Elsőként az importáló ország GDP-jét, a népességük nagyságát és az országpárok fővárosai közötti távolságot gyűjtöttem össze. Ezek közül a GDP-nél jelentkeztek hiányzó adatok, főként kisebb szigetországokat tekintve. Négy ország esetében (Amerikai Szamoa, Észak-Korea, Francia Polinézia és Grönland) a hiányzó értéket korábbi évek GDP-értékével pótoltam. Néhány kisebb szigetországnak (Mayotte-sziget, Karácsony-szigetek, Brit Virgin-szigetek, Anguilla, Saint Maarten és Saint-Barthélemy) a 20 éves időszak alatt csak 1-1 évre vonatkozóan volt elérhető GDP-értéke, továbbá az említett szigetek a többi változó tekintetében is nagy hiányosságokat mutattak, így ezeket töröltem az adatbázisból. A paneladatok folytonosságának és egyensúlyának biztosítása érdekében összevonásokat is alkalmaztam. A Holland Antillák 2010-ben bekövetkezett megszűnése után autonóm szigetekre bomlott, ezeket az idősor teljes egészében egy egységnek tekinttem. Hasonlóan tettem Szerbia és Montenegró esetében is. A végső adatkör a tisztítást követően így 3 760 megfigyelést tartalmazott.

Az adatbázis további magyarázó változói között szerepeltek dummy változók, amelyek a közös határ, a közös nyelv, az EU-tagság, a WTO-tagság, a schengeni övezethez való tartozás és a volt szovjet blokkhoz való tartozás hatásait hivatottak számszerűsíteni.

A nemzetközi kereskedelem és ezen belül az integrációelméletek egyik központi eleme az országok közötti kereskedelemkorlátozó eszközök vizsgálata. A korábban bemutatott tanulmányok több kísérletet is tettek a vámok, illetve nem vámjellegű akadályok gravitációs modellel történő leképezésére, de ezekkel kapcsolatban

számos probléma merült fel, amelyeket korábban kifejtettem. A nem vámjellegű akadályok több országra, több termék kategóriára és több évre visszamenőleges összegyűjtése nem lehetséges, a rendelkezésre álló adatbázisok inkább csak arra alkalmasak, hogy az érdeklődő lekérdezze, hogy egy-egy termék kivitele során milyen korlátozó intézkedések merülhetnek fel az importőr ország részéről egy adott időpontban. Ezekből az adatbázisokból egy ország teljes élelmiszer-gazdaságának 20 éves, 24 termék kategóriára (HS 01-24) kiterjedő, közel 200 országba történő kivitelét leképező adatbázis felépítése nem megoldható. A szakirodalom alapján is megmutatkozott, hogy a teljes élelmiszer-gazdaság helyett érdemes egy-egy termék kategóriára korlátozni a nem vámjellegű akadályok vizsgálatát. Ennek oka, hogy a különböző termékek esetében más-más nem vámjellegű akadályokat érdemes számba venni, például a növénytermesztésben szermaradványokra vonatkozóan, míg a húsféléknél a különféle állategészségügyi intézkedések számát illetően.

A kereskedelemkorlátozó eszközök másik nagy csoportjába a vámok tartoznak. A nem vámjellegű akadályokkal ellentétben ezekre vonatkozóan rendelkezésre állnak nyilvánosan elérhető adatbázisok, ezek közül is az UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development – Egyesült Nemzetek Szervezetének Kereskedelmi és Fejlesztési Konferenciája) által fenntartott (WITS-adatbázis (world integrated trade solution – integrált világkereskedelmi megoldások) tartalmazza az összes elérhető forrásból (többek között az UNCTAD TRAINS [trade analysis information system – kereskedelemelemzési információs rendszer], valamint a WTO vámadatbázisából) a legtöbb adatot, ráadásul ezek egyszerre és egy helyen több évre, több országra és több termék kategóriára vonatkozóan lekérhetők. Mindkét adatbázis tartalmazza a legtöbb gravitációs modell által használt ún. alkalmazott vámot egyszerű átlagformában és importtal súlyozott formában is. A TRAINS-adatbázis nagy előnye, hogy a manapság gyakori vámkvóták vámegyenértékét is megadja, illetve az országok által egymásnak nyújtott preferenciális váموkat is tartalmazza. Jelen esetben nem az adatok összegyűjtésével kapcsolatban jelentkeztek nehézségek, hanem a hiányzó adatok mennyiségével. A szakirodalmi elemzés során is megfogalmazódott *Anderson* és *Wincoop* [2003] alapján, hogy a vám adatok hiánya, az aggregációs torzítás és az adatbázisok szétszóródottsága okozza a legnagyobb problémát. Az országok hiányosan jelentik az általuk alkalmazott váموkat, ezáltal az adatbázisok lefedettsége nem elégséges, főleg nem hosszú idősoros panelvizsgálatok végrehajtásához. Ezt saját tapasztalataim alapján is alátámaszthatom, mind a TRAINS, mind a WTO adatait összegyűjtöttem a kétszámjegyű termék csoportokra, az általam vizsgált 20 évre vonatkozóan. A TRAINS-adatbázis alapján körülbelül 75 százalék volt a hiányzó adatok aránya, ugyanez a WTO esetében 90 százalékra rúgott. Több ország a vizsgált időszak alatt egyetlen vámadatot jelentett le egy-egy termék kategória esetében. Néhány kutató ezt úgy oldja meg, hogy a vámadatokat behelyettesíti a gravitációs modellben (*Gröschl* [2013],

*Kinzius–Sandkamp–Yalcin* [2019], *Felbermayr–Teti–Yalcin* [2018]), azaz az adott évben jelentett vám változatlanóságát feltételezve a következő jelentésig feltölti az idősor későbbi éveit is az adott vámmal. Ennek logikája abban rejlik, hogy az országok általában akkor jelentik be a vámtételeiket, ha abban változás történt, így logikus lehet egy 2005. évi vámtétel alkalmazása az elkövetkező néhány évben is. Akadnak, akik a vám visszafelé történő kitöltését választják. Ám ez kevésbé magyarázható, mert a bejelentést megelőzően vélhetően egy másik vám volt érvényben. Esetemben az extrapolálás sem oldja meg a helyzetet, ugyanis a hiányzó adatok száma olyan nagy, hogy egy-egy vámadat egész periódusra és több termékre történő kivetítését jelentené. A helyzetet tovább bonyolítja, hogy az országok között megkötött szabadkereskedelmi egyezmények során a mezőgazdasági termékeknél több esetben fokozatos vámleépítésekről van szó. Ennek a módszernek az alkalmazása torzítást eredményezne a becslésben. Hozzá kell tenni azt is, hogy azok a szakirodalmak, amelyek ezt a módszert javasolják, kevesebb országgal, termékkel vagy rövidebb időtávval dolgoznak. Éppen ezért egy másik megoldást választottam, és egy olyan mutatót is felhasználtam, amelyet eddig a szakirodalomban nem alkalmaztak.

A *Heritage Foundation* minden évben publikálja az országok rangsorát azok gazdasági nyitottsága, szabadsága alapján, amit 4 dimenzió és 12 mutató alapján határoz meg. Ez a 4 dimenzió a jogállamiság, az állami szektor mérete, a szabályozás hatékonysága és a piacok nyitottsága. Ez utóbbiak közé tartozik a kereskedelem szabadsága nevezetű index, amely egy 1 és 100 közötti pontszámot rendel minden országhoz. A mutató annál magasabb értéket vesz fel, minél liberalizáltabb az adott ország kereskedelme. A változó a kereskedelmet korlátozó mesterséges korlátok két fő csoportját számszerűsíti, a vámokat és a nem vámjellegű akadályokat. Képlete a következő:

$$\text{Kereskedelem szabadságfoka} = \left( \left( \frac{Vám_{max} - Vám_i}{Vám_{max} - Vám_{min}} \right) \times 100 \right) - NVA_i,$$

ahol  $Vám_{max}$  és  $Vám_{min}$  egy előre meghatározott maximális (50 százalék) és minimális (0%) vámszint,  $Vám_i$  pedig az adott ország által alkalmazott, forgalommal súlyozott átlagos vámszint százalékban kifejezve. Az  $NVA_i$  a nem vámjellegű akadályok alkalmazásáért kiszabott büntetőpont, amely a súlyosságától függően 0 és 20 közötti értéket vehet fel. A nem vámjellegű akadályok értékelésénél hat csoportot vettek figyelembe: a mennyiségi korlátozásokat, a piaci árba történő beavatkozásokat, a szabályozásból eredő korlátozásokat, a beruházási korlátozásokat, a vámkezelési eljárásokat és a közvetlen kormányzati beavatkozásokat. A szakirodalomban a kereskedelem szabadsága mutató használata eddig nem terjedt el, ugyan elérhető 1995-ig visszamenőleg, de csak mindössze 101 országra vonatkozóan, az adatbázis az ezt követő években 140-160 országra, majd 2009-től már folyamatosan 180 országra

vonatkozóan tartalmazza az indexet. A kutatók jellemzően legfeljebb 2014-ig, de általában korábbi évek adataira illesztettek gravitációs modellt, azonban ekkor még sok országra nem állt rendelkezésre az index tartósan, ugyanakkor az elkövetkező években már hosszabb időszoron is alkalmazhatóvá válhat. Fontos hozzátenni, hogy ezzel a mutatóval kapcsolatban is felmerülnek problémák, például az, hogy egy országra vonatkozó nemzetgazdasági szintű átlagos vámot használ, azaz nem termékszinten és nem csak mezőgazdasági és élelmiszeripari termékek vonatkozásában. Éppen ezért a mutató csak hozzávetőlegesen értelmezhető az élelmiszer-gazdaság termékeinek magyarországi exportja során felmerülő kereskedelemkorlátozó tényezők összességéeként. Emellett vizsgálatomban a hiányzó értékek e tekintetben is megjelentek: 20 ország esetében egyáltalán nem állt rendelkezésre adat.

## 5. Becslési módszerek

A gravitációs modell körüli tudományos viták jelenlegi állása szerint a hagyományos OLS kevésbé ajánlott, mert torzítja a becslést, ennek ellenére alkalmazása a mai napig megjelenik, főként különböző modellek összehasonlítása során. Legnagyobb hibája, hogy nem veszi figyelembe a látens országspecifikus hatásokat és az adatok paneljellegét. Az OLS helyett a FEM vagy a REM javasolt. A FEM beépíti az országokra, az országpárokra jellemző időben fix és változó specifikus hatásokat is, azaz a multilaterális kereskedelmi ellenállást, de ezzel párhuzamosan kizárja az időben nem változó magyarázó változókat, mint például a távolságot. Jó választás lehet abban az esetben, ha a kutatás célzottan valamilyen időben változó jelenség vagy esemény számszerűsítésére irányul, például egy szabadkereskedelmi egyezmény hatásainak vizsgálatára. A REM a hibátényező részének tekinti a látens országspecifikus változókat, így az időben állandó változók (mint például a távolság) továbbra is a modellben szerepelnek, azonban a multilaterális kereskedelmi ellenállás becslését nem teszi lehetővé. Mivel a kutatásom célja a magyarországi élelmiszer-gazdaság külkereskedelmét befolyásoló tényezők beazonosítása és hatásuk számszerűsítése, ezért a tanulmányban olyan modelleket alkalmazok, amelyek lehetővé teszik a korábban említett alap gravitációsmodell-változók hatásainak számszerűsítését és az erre alkalmas becslési eljárások összehasonlítását. Ennek értelmében a FEM-et nem használom, mert kizárna a kutatás szempontjából értékes változókat. Az OLS és a REM mellett a PPML-modellt is tesztelni fogom, ami az utóbbi években a gravitációs modell általánosan elfogadott becslési eljárásává vált, torzításmentes és konzisztens eredményei miatt.

Elsőként tehát az OLS-becslés egyenletét mutatom be:

$$\begin{aligned} \ln EXPORT_{ijt} = & \beta_0 + \beta_1 \ln Távolság_{ij} + \beta_2 \ln GDP_{jt} + \beta_3 Népesség_{jt} + \\ & + \beta_4 EUtagság_{ij} + \beta_5 \ln TF_{jt} + \beta_6 WTOtagság_{ij} + \\ & + \beta_7 SzovjetBlokk_{ij} + \beta_8 Schengen_{ij} + \beta_9 Szomszédosság_{ij} + \\ & + \beta_{10} KözösNyelv_{ij} + \varepsilon_{ij}, \end{aligned} \quad /3/$$

ahol *EXPORT* az eredményváltozó, amely Magyarország *j* országba *t* időpontban irányuló kivitelét jelöli,  $\varepsilon_{ij}$  pedig a hibatermék. Emellett a legfontosabb magyarázó változók a következők:

- *Távolság*: a két ország fővárosa közötti távolság kilométerben kifejezve,
- *GDP*: a partnerország bruttó hazai terméke *t* időpontban;
- *Népesség*: a partnerország népessége *t* időpontban;
- *EUtagság*: egy dummy változó, amely 1 értéket vesz fel, ha mindkét ország EU-tag, és 0-t, ha csak az egyik vagy egyik sem;
- *TF*: a partnerország külkereskedelmi szabadságának fokát jelöli *t* időpontban.

Emellett a gravitációs modell több kontrollváltozót is tartalmaz, amelyek az országok közötti gazdasági, kulturális, történelmi távolságot hivatottak magyarázni:

- *WTOtagság*, amely 1 értéket vesz fel, ha mindkét ország WTO-tagország, és 0 értéket, ha a partnerország nem WTO-tagország (Magyarország a vizsgált időszakban végig WTO-tagország volt, így a változó értelmezhető úgy is, mint a partnerország WTO-hoz való csatlakozásának hatása a kereskedelemre).
- *SzovjetBlokk*, amely 1 értéket vesz fel, ha az adott ország tagja volt az 1991-ben megszűnő szovjet blokknak, 0 értéket vesz fel, ha nem.
- *Schengen*, amely 1 értéket vesz fel, ha mindkét ország tagja a schengeni övezetnek, és 0 értéket, ha csak az egyik vagy egyik sem. A változó alkalmazását az indokolja, hogy a schengeni övezethez való csatlakozás lehetővé tette a belső határok mentén az ellenőrzés nélküli átkelést, ami a kereskedelem szempontjából is fontos lépés volt, hiszen ezáltal egy többlet adminisztrációs teher szűnt meg a határt átlépők számára. Feltételezésem szerint az EU-csatlakozás mellett ez is növelte a mezőgazdasági termékek és élelmiszerek kivitelét.



– *Szomszédosság*, amely a közös határ jelenlétét vizsgálja, azaz, a 0 érték azt jelenti, hogy a partnerország nem szomszédos Magyarországgal, és 1 értéket vesz fel abban az esetben, ha igen.

– *KözösNyelv*, amely Magyarország esetében ugyan nem releváns, de a CEPII adatbázisa alkalmaz egy kisebbségek arányára építő változót is. Ha a közös nyelvet beszélő kisebbségek aránya legalább 9 százalék a partnerországban, akkor a változó 1 értéket vesz fel (a magyar nyelv vonatkozásában Szlovákia és Románia esetében).

A továbbiakban az adatok paneljellegét is figyelembe vevő REM segítségével vizsgálom a kereskedelmet a következők szerint:

$$\begin{aligned} \ln EXPORT_{ijt} = & \beta_0 + \beta_1 \ln Távolság_{ij} + \beta_2 \ln GDP_{jt} + \beta_3 Népesség_{jt} + \\ & + \beta_4 EUtagság_{ij} + \beta_5 \ln TF_{jt} + \beta_6 WTOtagság_{ij} + \\ & + \beta_7 SzovjetBlokk_{ij} + \beta_8 Schengen_{ij} + \beta_9 Szomszédosság_{ij} + \\ & + \beta_{10} KözösNyelv_{ij} + (\alpha_j + \varepsilon_{ij}), \end{aligned} \quad /4/$$

ahol az előző egyenlethez képest különbség az  $\alpha_j$  beépítése, amely mindazokat a hatásokat jeleníti meg, amelyek korrelálatlanok a magyarázó változókkal. Ez azt jelenti, hogy a nem megfigyelt hatások a magyarázó változóktól függetlenek, nem korrelálnak azokkal, így ezek a hatások a hibatényező részének tekinthetők.

Az utolsóként alkalmazott eljárás a PPML-becslőfüggvény, amely az eredményváltozó eredeti értékeit használja, nem annak logaritmusát, miközben a magyarázó változók továbbra is logaritmizált értékükkel szerepelnek. Nagy előnye az előző modellekkel szemben, hogy nem zárja ki a 0 értékű kereskedelmet:

$$EXPORT_{ijt} = \exp \left[ \begin{aligned} & \beta_0 + \beta_1 \ln Távolság_{ij} + \beta_2 \ln GDP_{jt} + \beta_3 Népesség_{jt} + \\ & + \beta_4 EUtagság_{ij} + \beta_5 \ln TF_{jt} + \beta_6 WTOtagság_{ij} + \\ & + \beta_7 SzovjetBlokk_{ij} + \beta_8 Schengen_{ij} + \beta_9 Szomszédosság_{ij} + \\ & + \beta_{10} KözösNyelv_{ij} \end{aligned} \right] * \varepsilon_{ij}. \quad /5/$$

Az így felírt PPML-modell ugyanakkor a nem megfigyelt heterogenitást még nem kezeli, ennek kiküszöbölésére randomhatásmodellként is felírható:

$$EXPORT_{ijt} = \exp \left[ \begin{aligned} & \beta_0 + \beta_1 \ln Távolság_{ij} + \beta_2 \ln GDP_{jt} + \beta_3 Népesség_{jt} + \\ & + \beta_4 EUtagság_{ij} + \beta_5 \ln TF_{jt} + \beta_6 WTOtagság_{ij} + \\ & + \beta_7 SzovjetBlokk_{ij} + \beta_8 Schengen_{ij} + \\ & + \beta_9 Szomszédosság_{ij} + \beta_{10} KözösNyelv_{ij} \end{aligned} \right] * (\alpha_j + \varepsilon_{ij}). \quad /6/$$

## 6. Eredmények

A magyarországi élelmiszer-gazdaság külkereskedelmére felírt modellek közül elsőként a standard OLS-becsléssel foglalkozom. Ezt követően az adatok paneljelleget is figyelembe vevő REM, végül a gravitációs alapegyenletet eredeti, multiplikatív formájában használó PPML-eljárás eredményeit mutatom be.

### 6.1. Paneladatokra alkalmazott legkisebb négyzetek módszere

Az OLS-modell kapcsán elsőként a lineáris regressziós modell előfeltételeinek teljesülését vizsgáltam meg. A logaritmikus transzformáció miatt a lineáris kapcsolat előfeltételezése a függő és a független változók között a gravitációs modell esetében nem releváns. A magyarázó változók közötti korreláció jelenléte már az együtthatók előjelei alapján is észrevehető (lásd a Függelék táblázatát), ugyanis több változó esetében nem az elvárt előjel tapasztalható, így például a népesség, a WTO-tagság, a schengeni övezethez való tartozás, illetve a közös nyelv esetében, ami a modellben a várakozásokkal ellentétben mind fordított irányú kapcsolatot sugall az export vonatkozásában.

A multikollinearitás kiszűrésére alkalmazandó egyrészt a változók korrelációs mátrixa a változók közötti páronkénti kapcsolat tisztázására, illetve a VIF-mutató (variance inflation factor – varianciainflációs tényező), amely a változócsoportok között fennálló korreláció által okozott multikollinearitás nagyságát méri. A VIF-mutató küszöbértékére vonatkozóan a mutató 5 feletti értéke esetén erős, zavaró a multikollinearitás, ekkor káros mértékű a magyarázó változók összefüggése (Kovács [2008]). A korrelációs mátrix alapján több változó között kapcsolat fedezhető fel, például a távolság közepesen erős kapcsolatban áll a szomszédosság ( $r = -0,449$ ), a szovjet blokk ( $r = -0,422$ ), az EU-tagság ( $r = -0,523$ ) és a Schengen ( $r = -0,412$ ) változókkal, illetve ez utóbbi kettő egymással is ( $r = 0,697$ ). Az említett változók közötti kapcsolat logikus, hiszen az EU-tagországok néhány kivétellel a schengeni övezet tagjai is, így nagymértékű átfedés van a két változó között. Továbbá a szovjet blokk bizonyos országai közelebb helyezkedő, több esetben szomszédos országok. Mindemellett közepesen korrelál a közös nyelv a szomszédossággal, hiszen az előbbi szintén átfedésben van az utóbbival. A korrelációs mátrix után a VIF-mutatóval is megvizsgáltam a kérdést. Ugyan a VIF-mutató értékei alapján a partnerország GDP-je (3,03), a népesség (2,59), az EU-tagság (2,52), a távolság (2,12), a szomszédosság (1,78) és a schengeni övezethez való tartozás (2,18) esetén nem tűnik problémásnak a multikollinearitás jelenléte, ugyanakkor az egymás közötti korrelációk alapján e változókat a későbbiekben is célszerű figyelemmel kísérni.

A White-teszt, valamint a Wooldridge-teszt alapján is jelen van az OLS-regressziónál a heteroszkedaszticitás és az autokorreláció, a hiányukat feltevő nullhipotézist elvettem ( $Prob > \chi^2 = 0,000$ ,  $p < 0,05$ , és  $Prob > F = 0,000$ ,  $p < 0,05$ ). Meglétük esetén kezelésükre figyelmet kell fordítani a becslés robusztuságának biztosítása érdekében.

A standard OLS-módszerrel becsült regressziós függvény tehát amellet, hogy figyelmen kívül hagyja a panelhatásokat, több előfeltétel (heteroszkedaszticitás, autokorreláció) szerint sérül, illetve a multikollinearitás problémákat okozhat (bár nem jelentőset az alkalmazott diagnosztikai eljárások tapasztalatai alapján). A modellben minden beépített változó szerepeltetése indokolt 1, illetve 5 százalékos szignifikanciaszint mellett. A magyarázó változók együtthatói alapján a távolság negatív előjellel szerepel, 1 százalékos növekedése esetén az export nagysága átlagosan 1,7 százalékkal csökken minden más változatlansága mellett. Meglepő módon fordított irányú kapcsolatot jelez az exporttal a partnerország népessége, a WTO-tagság, a schengeni övezethez való tartozás és a közös nyelv is, a népesség 1 százalékkal történő növekedése esetén a kivitel átlagosan 0,3 százalékkal esett vissza, míg utóbbi három kontrollváltozó sorrendben közel 60, 30 és 100<sup>1</sup> százalékkal csökkentette a kereskedelmet a vizsgált időszakban a többi változó változatlansága mellett. (Lásd a Függelék táblázatát.) Az eredmények utalhatnak az OLS-becslés torzítására, ugyanis a szakirodalomban ezek a változók jellemzően pozitív előjellel szerepeltek. A WTO kapcsán némi magyarázattal szolgálhat, hogy napjainkban csak nagyon kevés olyan ország van, amelyik nem tagja a világszervezetnek, illetve a negatív előjel azzal magyarázható, hogy az országok, regionális blokkok az utóbbi években a WTO-tárgyalások sikertelenségei miatt egymás között kötnek szabadkereskedelmi megállapodásokat és nem a szervezet ernyője alatt. Továbbá Magyarország a vizsgált időszakban végig tagja volt a szervezetnek csakúgy, mint legfontosabb partnerei, kevés és főként olyan országok csatlakozása történt, amelyek nem jelentős kereskedelmi partnerei Magyarországnak. A modellben a partnerország GDP-je, az EU-tagság, a kereskedelem liberalizáltságának foka, a rendszerváltást megelőző szovjet kapcsolatok és a közös határ pozitívan befolyásolja a magyarországi exportot. A többi tényező változatlanságát feltételezve a partnerország jövedelmének 1 százalékos növekedése a magyarországi export hasonló mértékű növekedését idézi elő, míg a partnerország kereskedelmének 1 százalékkal nagyobb liberalizáltsága átlagosan 1,5 százalékkal emeli a kivitel nagyságát. Emellett az EU-tagság közel 80 százalékkal járul hozzá a mezőgazdasági és élelmiszeripari termékek exportjának bővüléséhez. Érdekesség, hogy az OLS-modellben a volt szovjet blokkhoz való tartozás együtthatója meglehetősen magas, közel négyszeresével nö-

<sup>1</sup> A dummy változók esetén a  $(e^\beta - 1) * 100$  képlet alkalmazásával számítható ki az együttható százalékos értéke.

velte az exportot, ha Magyarország a volt szovjet blokk egyik országával kereskedett a vizsgált időszakban. (Lásd a Függelék táblázatát.)

## 6.2. Randomhatásmodell

A következő lépésben a REM-t használtam, ami a legkisebb négyzetek módszeréhez képest annyi előrelépést jelent a becslés finomításában, hogy figyelembe veszi az adatok paneljellegét, és a nem megfigyelt heterogenitást exogén tényezőnek tekinti. Míg az OLS-modellben minden alkalmazott változó a kereskedelem szempontjából statisztikailag relevánsnak bizonyult, addig a REM-ben a partnerország népessége, a kereskedelem szabadságának foka, a szomszédosság és a közös nyelv változók nem szignifikánsak, illetve a WTO-tagság és a schengeni övezethez való tartozás alacsonyabb megbízhatósággal ugyan, de szignifikáns magyarázó változó a kereskedelem szempontjából. Az OLS-becsléshez képest a partnerország GDP-je és a WTO-tagság együtthatója szerényebb mértékű hatást mutat, míg a távolság, az EU-tagság és a szovjet blokkhoz való tartozás hatása erősödött a panelmodellben. (Lásd a Függelék táblázatát.) A REM – az OLS-regresszióhoz hasonlóan – a korábbi tesztek lefolytatva érintett a heteroszkedaszticitás és autokorreláció által, és a multikollinearitás jelenléte sem egyértelmű. A REM esetében külön nem tesztelhető ez utóbbi jelenléte, de a panelregresszió a modell futtatásakor megvizsgálja a változók közötti korrelációt, és abban az esetben, ha a multikollinearitás jelen van, kizárja a problémás változót, ami ezen modell esetében nem történt meg. Összehasonlítva az OLS és a REM megbízhatóságát, a magyarázóerőben nem figyelhető meg közöttük nagy különbség, azonban elvégezve a Breusch–Pagan-tesztet, amely a panelhatások figyelembevételének szükségességét méri, arra a következtetésre jutottam, hogy a REM jobb választás paneladatok esetében ( $Prob > \chi^2 = 0,000, p < 0,05$ ), mint az OLS regresszió.

## 6.3. Poisson pszeudomaximum likelihood modell

A következőkben a PPML-becslőfüggvénnyel vizsgáltam a kereskedelem és az általam kiválasztott magyarázó változók összefüggéseit. (Lásd a Függelék táblázatát.) Az eljárás nagy előnye, hogy nem zárja ki a 0 értékű kereskedelmet, továbbá automatikusan robusztus becslést ad a heteroszkedaszticitás és autokorreláció tekintetében. Azonban a modellt legalapvetőbb formájában alkalmazva a nem megfigyelt heterogenitást nem veszi figyelembe. A pooled OLS továbbfejlesztett változatának tekinthető annyiban, hogy azzal ellentétben a 0 értékű forgalmat is figyelembe veszi.

Az első PPML-modellem sem zárt ki magyarázó változókat nagymértékű multikollinearitás miatt. E becslési eljárás esetében is megfigyelhető az egyszerű OLS-

eljáráshoz hasonlóan, hogy szinte az összes változó szignifikáns hatást gyakorol Magyarország élelmiszer-gazdaságának kereskedelmére 1 százalékos szignifikanciaszint mellett. Az együttthatók előjelei megegyeznek a korábbi két modellben tapasztalt előjelekkel, kivéve a népesség esetében, amely a PPML-modellben már a várható pozitív előjellel szerepel. Emellett megfigyelhető, hogy csökkent bizonyos paraméterek együttthatója az OLS-regresszióhoz képest, például a távolság és a partnerország GDP-je esetében. Ez a jelenség több szakirodalomban is megfigyelhető volt (*Silva-Tenreiro* [2006], *Gómez-Herrera* [2013]). Az EU-tagság hatását viszont a PPML-modell nagyobbra becsüli. A kereskedelem liberalizáltságát mérő index együttthatója – az előző két modell ellentmondásos eredményéhez képest – itt szignifikáns pozitív hatást mutatott ki az eredményváltozóra, melynek értelmében a partnerország nyitottságának 1 százalékos növekedése a magyarországi kivitel – minden más változatlansága mellett – átlagosan 3,0 százalékkal növeli. A schengeni övezethez való tartozás nem idéz elő változást az eredményváltozóban. A PPML-modell közel 10 százalékponttal magasabb magyarázóerővel rendelkezik a korábbi két regressziós eljáráshoz képest.

Ezt követően a nem megfigyelt heterogenitás figyelembevételére randomhatásokkal is felírtam a PPML-modellt. Ebben a modellben az előzőkhöz hasonlóan a távolság, a partnerország jövedelme, valamint népessége, az EU- és WTO-tagság mutatkoztak szignifikáns magyarázó változónak, továbbá – hasonlóan a REM-hez – a schengeni övezethez való tartozás, 1 százalékos szignifikanciaszint mellett. Az első PPML-modellemhez képest a randomhatásokkal futatott PPML-ben a távolság együttthatója növekedett (1,7 százalékra), de az OLS-hez és a REM-hez képest viszont hasonló hatást mutatott. Szintén nagyobb hatást tulajdonított a második PPML-modell a partnerország GDP-jének (0,7 százalék) és népességének (0,4 százalék), de az EU-tagság és a WTO-tagság hatása csökkent. Az EU-csatlakozás körülbelül 70 százalékkal járult hozzá a mezőgazdasági termékek és élelmiszerek magyarországi kivitelének növekedéséhez, míg a WTO-tagság 16 százalékkal csökkentette. A PPML REM további eredménye, hogy az EU-csatlakozás mellett a schengeni övezethez való tartozás is lendített a szektor termékeinek kivitelén (52%). Végül, e modell szerint a partnerország kereskedelmének liberalizáltságát mérő indexben bekövetkező 1 százalékos növekedés Magyarország exportját 0,5 százalékkal emelte, lényegesen mérsékeltebb hatást mutatva a megelőző modellekhez képest. Bár a modell magyarázóereje (72,8%) kismértékben elmarad az első PPML magyarázóerejétől, ennek ellenére a PPML REM megbízhatóbbnak tekinthető az adatok paneljellegeinek figyelembevétele és a nem megfigyelt hatások kezelése miatt.

Magyarország élelmiszer-gazdaságának kivitelét vizsgálva a modellek közül, a szakirodalommal megegyezően, minden esetben a PPML-modellek bizonyultak a legmegbízhatóbbnak, ugyanis nem zárják ki a megfigyelések több mint negyedét kitevő 0 értékű forgalmat, és az első két modellhez képest magasabb magyarázóerővel rendelkeznek. A két PPML-modell közül a második, a randomhatásokkal kiegészítve

szített nagyobb megbízhatósággal alkalmazható, mert a nem megfigyelt hatásokat kiszűri, és azokat a hibatényező részének tekinti, így torzításmentesebb becslést eredményez. A Magyarország élelmiszer-gazdaságának külkereskedelmét leginkább konzisztensen magyarázó modell (PPML REM) szerint az ország kivitelét a szektor termékeiből legnagyobb mértékben a távolság, a partnerország GDP-je és népessége, az EU-tagsága, a schengeni övezethez való tartozása, valamint a partnerország kereskedelmének liberalizáltsága befolyásolta. A modell ugyanakkor a WTO-tagságnak negatív hatást tulajdonított, aminek oka lehet a korábban említett jelenség, mely szerint az utóbbi évtizedekben a WTO veszített jelentőségéből.

## 7. Összefoglalás

Magyarország számára már az EU-csatlakozás előtt is Európa jelentette a legfontosabb felvevőpiacot a mezőgazdasági termékek és élelmiszerek számára, és az EU-csatlakozással ez a folyamat tovább erősödött. EU-tagságunk a vizsgált időszakban körülbelül 70 százalékkal növelte Magyarország kivitelét a szektor termékeiből a leginkább torzításmentes becslési eljárással alkalmazott modell eredményeit tekintve. A schengeni övezethez való csatlakozás tovább bővítette a szektor termékeinek kivitelét, a modell becslése alapján 52 százalékkal. A gravitációs modellekkel már korábban igazolt összefüggés – mely szerint a szállítási és kereskedelmi költségek jelentősen befolyásolják egy-egy ország külkereskedelmét – Magyarország esetében is beigazolódott. Az EU-tagság mérésére proxyként használt távolság 1 százalékos növekedése a magyarországi kivitel átlagosan 1,7 százalékkal veti vissza, míg a schengeni övezethez való tartozás esetében megmutatkozott, hogy a partnerország kereskedelmének 1 százalékkal nagyobb liberalizáltsága 0,5 százalékkal növeli a kereskedelmet. Ez utóbbit egy olyan, vámokat és nem vámjellegű akadályokat számszerűsítő index segítségével vizsgáltam, amelyet korábban gravitációs modellekben még nem alkalmaztak. Megszokott összefüggés a gravitációs modellekben az importáló országok jövedelme és népessége, illetve az exportáló ország kivitele közötti pozitív irányú kapcsolat, amely Magyarország esetében is megmutatkozott. A partnerország GDP-jének és népességének 1 százalékos növekedése Magyarország élelmiszer-gazdasági kivitelét átlagosan körülbelül 0,7 és 0,4 százalékkal emeli.

A tanulmány a gravitációs modellek körüli módszertani kérdések terén alátámasztotta a szakirodalmi tapasztalatokat. A hagyományos OLS-becslés nem veszi figyelembe az adatok paneljellegét, semmilyen formában nem kezeli a nem megfigyelt heterogenitást, és ezáltal a legtöbb magyarázó változónál szignifikáns, valamint több esetben túlzó hatást mutat. Ehhez képest a REM előrelépést jelent, mérsékli a

magyarozó tényezők hatásfokát, de hátránya, hogy a 0 értékű forgalmat ez az eljárás is kizárja, ami nagy információvesztéssel jár. Ezzel szemben a PPML-modell a gravitációs modell eredeti formáját alkalmazva képes kiaknázni a 0 értékű exportban rejlő információkat, ami mind módszertani, mind elméleti szempontból kívánatos. A leginkább megbízhatónak mutakozó randomhatásokkal kiegészített PPML-modell a nem megfigyelt heterogenitást – a hibatényező részének tekintve – kizárja. Fontos hozzátenni ugyanakkor, hogy fixhatásmodellek alkalmazásával az említett jelenség megbízhatóbban kezelhető, de ezek hátránya, hogy kizárják az időben nem változó jelenségeket. A magyarországi élelmiszer-gazdaság külkereskedelmére felírt gravitációs modell a jövőben továbbfejleszhető célzottan egy-egy időben változó tényező vizsgálatával és a fixhatásmodellek felírásával a nem megfigyelt heterogenitás kezelésére.

## Függelék

*Magyarország élelmiszer-gazdasági külkereskedelmének gravitációs modellje OLS-, REM-, PPML- és PPML REM-becsléssel, 1999–2018*  
(Gravity model of the Hungarian foreign trade of agricultural and food products based on OLS, REM, PPML and PPML REM estimation methods, 1999–2018)

Változó	OLS	REM	PPML	PPML REM
Konstans	-1,167 (1,040)	9,750*** (2,732)	-15,075** (1,920)	-4,939*** (1,039)
Távolság	-1,731*** (0,046)	-1,948*** (0,159)	-1,075*** (0,048)	-1,729*** (0,121)
Partnerország GDP-je	1,051*** (0,035)	0,818*** (0,090)	0,490*** (0,037)	0,680*** (0,014)
Partnerország népessége	-0,286*** (0,042)	-0,032 (0,101)	0,321*** (0,044)	0,437*** (0,061)
EU-tagság	0,575*** (0,106)	0,673*** (0,142)	0,739*** (0,086)	0,520*** (0,014)
WTO-tagság	-0,879*** (0,119)	-0,371* (0,182)	-0,794*** (0,095)	-0,174*** (0,025)
Kereskedelem szabadságfoka	0,986*** (0,224)	-0,121 (0,317)	3,030*** (0,487)	0,514*** (0,057)
Szovjet blokkhoz való tartozás	1,535*** (0,086)	1,622*** (0,250)	0,335*** (0,068)	0,646 (0,336)
Schengeni övezetbe való tartozás	-0,334** (0,102)	0,274* (0,122)	-0,013 (0,078)	0,420*** (0,009)
Szomszédosság	0,484*** (0,115)	0,384 (0,440)	0,387*** (0,089)	0,002 (0,693)
Közös nyelv	-0,703** (1,263)	-0,958 (1,215)	0,403** (0,134)	0,219 (1,131)
Korrigált $R^2$	0,7262	0,7069	0,7912	0,7277
Megfigyelések száma	2 456	2 456	3 380	3 380

\*  $p < 0,1$ , \*\*  $p < 0,05$ , \*\*\*  $p < 0,01$ .

*Megjegyzés.* Zárójelben a heteroszkedaszticitásra és autokorrelációra robusztus standard hibák szerepelnek. OLS (ordinary least squares): legkisebb négyzetek módszere; REM (random-effect model): randomhatásmodell; PPML: Poisson pseudomaximum likelihood; EU: Európai Unió; WTO (World Trade Organization): Kereskedelmi Világszervezet.

## Irodalom

- ANDERS, S. M. – CASWELL, J. A. [2009]: Standards as barriers versus standards as catalysts: assessing the impact of HACCP implementation on US seafood imports. *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 91. No. 2. pp. 310–321. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8276.2008.01239.x>
- ANDERSON, J. E. – WINCOOP, E. [2003]: Gravity with gravitas: a solution to the border puzzle. *American Economic Review*. Vol. 93. No. 1. pp. 170–192. <http://dx.doi.org/10.1257/000282803321455214>
- ANDERSON, J. E. [1979]: A theoretical foundation for the gravity equation. *American Economic Review*. Vol. 69. No. 1. pp. 106–116.
- ANGULO, A. M. – MTIMET, N. – DHEHIBI, B. – ATWI, M. – YOUSSEF, O. B. – GIL, J. M. – SAI, M. B. [2011]: A revisited gravity equation in trade flow analysis: an application to the case of Tunisian olive oil exports. *Investigaciones Regionales*. Issue 21. pp. 225–239.
- ARITA, S. – MITCHELL, L. – BECKMAN, M. [2015]: *Estimating the Effects of Selected Sanitary and Phytosanitary Measures and Technical Barriers to Trade on US-EU Agricultural Trade*. Economic Research Report. No. 199. United States Department of Agriculture. Washington, D.C.
- BALTA, N. – DELGADO, J. [2009]: Home bias and market integration in the EU. *CESifo Economic Studies*. Vol. 55. No. 1. pp. 110–144. <http://dx.doi.org/10.1093/cesifo/ifn037>
- BERGSTRAND, J. H. [1985]: The gravity equation in international trade: some microeconomic foundations and empirical evidence. *Review of Economics and Statistics*. Vol. 67. No. 3. pp. 474–481. <http://dx.doi.org/10.2307/1925976>
- BOJNEC, S. – FERTŐ, I. [2015]: Institutional determinants of agro-food trade. *Transformations Business & Economics*. Vol. 14. No. 2. pp. 35–52.
- 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. <http://dx.doi.org/10.1080/17421770902834327>
- BUSSIÈRE, M. – FIDRMUC, J. – SCHNATZ, B. [2008]: EU enlargement and trade integration: lessons from a gravity model. *Review of Development Economics*. Vol. 12. No. 3. pp. 562–576. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9361.2008.00472.x>
- BYERS, D. A. – IŞCAN, T. B. – LESSER, B. [2000]: New borders and trade flows: a gravity model analysis of the Baltic states. *Open Economies Review*. Vol. 11. No. 1. pp. 73–91.
- CHENG, I. H. – WALL, H. J. [2005]: Controlling for heterogeneity in gravity models of trade and integration. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*. Vol. 87. No. 1. pp. 49–64. <http://dx.doi.org/10.20955/r.87.49-64>
- CHEPTEA, A. [2013]: Border effects and European integration. *CESifo Economic Studies*. Vol. 59. No. 2. pp. 277–305. <http://dx.doi.org/10.1093/cesifo/ifs035>
- CHEVASSUS-LOZZA, E. – LATOUCHE, K. – MAJKOVIČ, D. – UNGURU, M. [2008]: The importance of EU-15 borders for CEECs agri-food exports: the role of tariffs and non-tariff measures in the pre-accession period. *Food Policy*. Vol. 33. No. 6. pp. 595–606.
- CLAUSING, K. A. [2001]: Trade creation and trade diversion in the Canada–United States free trade agreement. *Canadian Journal of Economics/Revue Canadienne d'Économique*. Vol. 34. No. 3. pp. 677–696.



- CRESCIMANNO, M. – GALATI, A. – YAHIAOUI, D. [2013]: Determinants of Italian agri-food export in non-EU Mediterranean Partner Countries: an empirical investigation through a gravity model approach. *New Medit.* Vol. 12. No. 4. pp. 46–54.
- CRIVELLI, P. – GRÖSCHL, J. [2016]: The impact of sanitary and phytosanitary measures on market entry and trade flows. *The World Economy.* Vol. 39. No. 3. pp. 444–473. <http://dx.doi.org/10.1111/twec.12283>
- DAL BIANCO, A. – BOATTO, V. L. – CARACCILO, F. – SANTERAMO, F. G. [2016]: Tariffs and non-tariff frictions in the world wine trade. *European Review of Agricultural Economics.* Vol. 43. No. 1. pp. 31–57. <http://dx.doi.org/10.1093/erae/jbv008>
- DE FRAHAN, B. H. – VANCAUTEREN, M. [2006]: Harmonisation of food regulations and trade in the Single Market: evidence from disaggregated data. *European Review of Agricultural Economics.* Vol. 33. No. 3. pp. 337–360. <http://dx.doi.org/10.1093/eurrag/jbl015>
- DEARDORFF, A. V. [1998]: Determinants of bilateral trade: Does gravity work in a neoclassical world? In: *Frankel, J. A. (ed.): The Regionalization of the World Economy.* University of Chicago Press. Chicago. pp. 7–32.
- DISDIER, A. C. – FEKADU, B. – MURILLO, C. – WONG, S. [2008b]: *Trade Effects of SPS and TBT Measures on Tropical and Diversification Products.* Issue Paper. No. 12. International Centre for Trade and Sustainable Development. Geneva.
- DISDIER, A. C. – FONTAGNÉ, L. – MIMOUNI, M. [2008a]: The impact of regulations on agricultural trade: evidence from the SPS and TBT agreements. *American Journal of Agricultural Economics.* Vol. 90. No. 2. pp. 336–350.
- EGGER, P. [2000]: A note on the proper econometric specification of the gravity equation. *Economics Letters.* Vol. 66. No. 1. pp. 25–31. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-1765\(99\)00183-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-1765(99)00183-4)
- EGGER, P. – LARCH, M. [2011]: An assessment of the Europe agreements' effects on bilateral trade, GDP, and welfare. *European Economic Review.* Vol. 55. No. 2. pp. 263–279. <http://dx.doi.org/10.1016/j.euroecorev.2010.05.002>
- FELBERMAYR, G. J. – TETI, F. – YALCIN, E. [2018]: *On the Profitability of Trade Deflection and the Need for Rules of Origin.* CESifo Working Paper. No. 6929. Center for Economic Studies. Munich.
- FIDRMUC, J. – FIDRMUC, J. [2003]: Disintegration and trade. *Review of International Economics.* Vol. 11. No. 5. pp. 811–829. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1467-9396.2003.00419.x>
- FUKAO, K. – OKUBO, T. – STERN, R. M. [2003]: An econometric analysis of trade diversion under NAFTA. *The North American Journal of Economics and Finance.* Vol. 14. No. 1. pp. 3–24. [http://dx.doi.org/10.1016/S1062-9408\(02\)00118-3](http://dx.doi.org/10.1016/S1062-9408(02)00118-3)
- GARCÍA, E. C. – NAVARRO PABSDORF, M. – GÓMEZ-HERRERA, E. [2013]: The gravity model analysis: an application on MERCOSUR trade flows. *Journal of Economic Policy Reform.* Vol. 16. No. 4. pp. 336–348.
- GEBREHIWET, Y. – NGQANGWENI, S. – KIRSTEN, J. F. [2007]: Quantifying the trade effect of sanitary and phytosanitary regulations of OECD countries on South African food exports. *Agrekon.* Vol. 46. No. 1. pp. 1–17. <http://dx.doi.org/10.1080/03031853.2007.9523759>
- GÓMEZ-HERRERA, E. [2013]: Comparing alternative methods to estimate gravity models of bilateral trade. *Empirical Economics.* Vol. 44. No. 3. pp. 1087–1111. <http://dx.doi.org/10.1007/s00181-012-0576-2>

- GRÖSCHL, J. K. [2013]: *Gravity Model Applications and Macroeconomic Perspectives*. ifo Beiträge zur Wirtschaftsforschung. No. 48. Ifo Institute – Leibniz Institute for Economic Research at the University of Munich. Munich.
- HATAB, A. A. – ROMSTAD, E. – HUO, X. [2010]: Determinants of Egyptian agricultural exports: a gravity model approach. *Modern Economy*. Vol. 1. No. 3 pp. 134–143. <http://dx.doi.org/10.4236/me.2010.13015>
- HELPMAN, E. – KRUGMAN, P. R. [1985]: *Market Structure and Foreign Trade*. The MIT Press. Cambridge.
- HUNYADI L. [2006]: A heteroszkedaszticitásról egyszerűbben. *Statisztikai Szemle*. 84. évf. 1. sz. 75–82. old.
- IWANOW, T. – KIRKPATRICK, C. [2007]: Trade facilitation, regulatory quality and export performance. *Journal of International Development: The Journal of the Development Studies Association*. Vol. 19. No. 6. pp. 735–753. <http://dx.doi.org/10.1002/jid.1399>
- JÁMBOR A. [2014]: A horizontális és vertikális ágazaton belüli agrárkereskedelem meghatározó tényezői az EU új tagországaiban. *Közgazdasági Szemle*. LXI. évf. Május. 544–565. old.
- KEPAPTSOGLU, K. – TSAMBOULAS, D. – KARLAFTIS, M. G. – MARZANO, V. [2009]: Free trade agreement effects in the Mediterranean region: an analytic approach based on SURE gravity model. *Transportation Research Record*. Vol. 2097. No. 1. pp. 88–96. <http://dx.doi.org/10.3141/2097-11>
- KINZIUS, L. – SANDKAMP, A. – YALCIN, E. [2019]: Trade protection and the role of non-tariff barriers. *Review of World Economics*. Vol. 155. No. 4. pp. 603–643. <http://dx.doi.org/10.1007/s10290-019-00341-6>
- KOVÁCS P. [2008]: A multikollinearitás vizsgálata lineáris regressziós modellekben. *Statisztikai Szemle*. 86. évf. 1. sz. 38–67. old.
- LEE, H. – PARK, I. [2007]: In search of optimised regional trade agreements and applications to East Asia. *World Economy*. Vol. 30. No. 5. pp. 783–806. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9701.2007.01024.x>
- LOUNGANI, P. – MODY, A. – RAZIN, A. [2002]: The global disconnect: the role of transactional distance and scale economies in gravity equations. *Scottish Journal of Political Economy*. Vol. 49. No. 5. pp. 526–543. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-9485.00246>
- MANCHIN, M. – PINNA, A. M. [2009]: Border effects in the enlarged EU area: evidence from imports to accession countries. *Applied Economics*. Vol. 41. No. 14. pp. 1835–1854. <http://dx.doi.org/10.1080/00036840601044974>
- MÁRKUS Á. [2018]: Heterogén határhatások az Európai Unió egységes belső piacán – egy PPML- és OLS-elemzés tanulságai. *Statisztikai Szemle*. 96. évf. 4. sz. 375–402. old. <https://doi.org/10.20311/stat2018.04.hu0375>
- MARTIN, W. – PHAM, C. S. [2015]: *Estimating the Gravity Model When Zero Trade Flows are Frequent and Economically Determined*. Policy Research Working Papers. World Bank. Washington, D.C.
- MARTÍNEZ-ZARZOSO, I. – NOWAK-LEHMAN, F. [2003]: Augmented gravity model: an empirical application to MERCOSUR-European Union trade flows. *Journal of Applied Economics*. Vol. 6. No. 2. pp. 291–316. <http://dx.doi.org/10.1080/15140326.2003.12040596>

- MARTÍNEZ-ZARZOSO, I. – SUÁREZ-BURGUET, C. [2005]: Transport costs and trade: empirical evidence for Latin American imports from the European Union. *Journal of International Trade & Economic Development*. Vol. 14. No. 3. pp. 353–371. <http://dx.doi.org/10.1080/09638190500212121>
- MELECE, L. – HAZNERS, J. [2014]: Evaluation of Latvia's agri-food trade using the gravity model. *Actual Problems of Economics*. Vol. 159. No. 9. pp. 518–526.
- MELITZ, J. [2007]: North, South and distance in the gravity model. *European Economic Review*. Vol. 51. No. 4. pp. 971–991. <http://dx.doi.org/10.1016/j.euroecorev.2006.07.001>
- MIKA, A. [2017]: *Home Sweet Home: The Home Bias in Trade in the European Union*. Working Paper. No. 2046. European Central Bank. Frankfurt.
- NEUMANNÉ V. I. [2014]: *Az integráció hatása az EU tagországok külkereskedelmére – vizsgálatok gravitációs modellel*. Doktori értekezés. Pannon Egyetem. Veszprém.
- OTSUKI, T. – WILSON, J. S. – SEWADEH, M. [2001a]: What price precaution? European harmonisation of aflatoxin regulations and African groundnut exports. *European Review of Agricultural Economics*. Vol. 28. No. 3. pp. 263–284. <http://dx.doi.org/10.1093/erae/28.3.263>
- OTSUKI, T. – WILSON, J. S. – SEWADEH, M. [2001b]: Saving two in a billion: quantifying the trade effect of European food safety standards on African exports. *Food Policy*. Vol. 26. No. 5. pp. 495–514. [http://dx.doi.org/10.1016/S0306-9192\(01\)00018-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0306-9192(01)00018-5)
- PAIVA, C. [2008]: Assessing protectionism and subsidies in agriculture – A gravity approach. *Journal of International Development*. Vol. 20. No. 5. pp. 628–640. <http://dx.doi.org/10.1002/jid.1437>
- PIETRZAK, M. B. – ŁAPIŃSKA, J. [2015]: Determinants of the European Union's trade-evidence from a panel estimation of the gravity model. *Economics and Management*. Vol. 18. No. 1. pp. 18–27. <http://dx.doi.org/10.15240/tul/001/2015-1-002>
- PORTUGAL-PÉREZ, A. – WILSON, J. S. [2012]: Export performance and trade facilitation reform: hard and soft infrastructure. *World Development*. Vol. 40. No. 7. pp. 1295–1307. <http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.12.002>
- RAULT, C. – SOVA, R. – SOVA, A. M. [2007]: *Modelling International Trade Flows between Eastern European Countries and OECD Countries*. Discussion Paper. No. 2851. IZA Institute of Labor Economics. Bonn.
- RAVISHANKAR, G. – STACK, M. M. [2014]: The gravity model and trade efficiency: a stochastic frontier analysis of Eastern European countries' potential trade. *World Economy*. Vol. 37. No. 5. pp. 690–704. <http://dx.doi.org/10.1111/twec.12144>
- SAID, M. A. – SHELABY, A. A. [2014]: Potentials of Egypt agricultural bilateral trade with the Arab countries: gravity model evidence. *International Journal of Food and Agricultural Economics*. Vol. 2. No. 1. pp. 133–144.
- SANTERAMO, F. [2019]: *On Non-tariff Measures and Changes in Trade routes: From North-North to South-South Trade?* Working or Discussion Paper. No. 22. International Agricultural Trade Research Consortium. Ruttan Hall. <http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.287317>
- SANTERAMO, F. G. – LAMONACA, E. [2019]: On the impact of non-tariff measures on trade performances of the African agri-food sector. *Agrekon*. Vol. 58. No. 4. pp. 389–406. <http://dx.doi.org/10.1080/03031853.2019.1568889>

- SERLENGA, L. – SHIN, Y. [2004]: *Gravity Models of the Intra-EU Trade: Application of the Hausman-Taylor Estimation in Heterogeneous Panels with Common Time-specific Factors*. Discussion Papers. No. 105. University of Edinburgh. Edinburgh.
- SERRANO, R. – PINILLA, V. [2012]: The long-run decline in the share of agricultural and food products in international trade: a gravity equation approach to its causes. *Applied Economics*. Vol. 44. Issue 32. pp. 4199–4210. <http://dx.doi.org/10.1080/00036846.2011.587786>
- SHELDON, I. – MISHRA, K. S. – PICK, D. – THOMPSON, S. R. [2013]: Exchange rate uncertainty and US bilateral fresh fruit and fresh vegetable trade: an application of the gravity model. *Applied Economics*. Vol. 45. No. 15. pp. 2067–2082. <http://dx.doi.org/10.1080/00036846.2011.650330>
- SILVA, J. S. – TENREYRO, S. [2006]: The log of gravity. *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 88. No. 4. pp. 641–658. <http://dx.doi.org/10.1162/rest.88.4.641>
- TANG, D. [2005]: Effects of the regional trading arrangements on trade: evidence from the NAFTA, ANZCER and ASEAN countries, 1989–2000. *The Journal of International Trade & Economic Development*. Vol. 14. No. 2. pp. 241–265. <http://dx.doi.org/10.1080/09638190500093562>
- WESTERLUND, J. – WILHELMSSON, F. [2011]: Estimating the gravity model without gravity using panel data. *Applied Economics*. Vol. 43. No. 6. pp. 641–649. <http://dx.doi.org/10.1080/00036840802599784>
- WILSON, J. S. – MANN, C. L. – OTSUKI, T. [2003]: Trade facilitation and economic development: a new approach to quantifying the impact. *The World Bank Economic Review*. Vol. 17. No. 3. pp. 367–389. <http://dx.doi.org/10.1093/wber/lhg027>
- WILSON, J. – OTSUKI, T. [2002]: *To Spray or Not to Spray? Pesticides, Banana Exports, and Food Safety*. Policy Research Working Papers. World Bank. Washington, D.C. <http://dx.doi.org/10.1596/1813-9450-2805>
- XIONG, B. – BEGHIN, J. [2016]: Disentangling demand-enhancing and trade-cost effects of maximum residue regulations. *Nontariff Measures and International Trade*. Vol. 56. pp. 105–108. [http://dx.doi.org/10.1142/9789813144415\\_0006](http://dx.doi.org/10.1142/9789813144415_0006)
- YOTOV, Y. V. – PIERMARTINI, R. – MONTEIRO, J. A. – LARCH, M. [2016]: *An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model*. World Trade Organization. Geneva. <http://dx.doi.org/10.30875/abc0167e-en>