

OTDK-DOLGOZAT

Longauer Dóra

2013

FÖLDRAJZI TÉR, SZÁLLÍTÁSI KÖLTSÉG ÉS TÉRSZERKEZET:
A MAGYAR VÁROSOK ELHELYEZKEDÉSÉNEK ÚJ
GAZDASÁGFÖLDRAJZI SZIMULÁCIÓJA

GEOGRAPHICAL SPACE, TRADE COST AND SPATIAL STRUCTURE:
SIMULATING THE LOCATION OF THE HUNGARIAN CITIES WITH
NEW ECONOMIC GEOGRAPHY

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	1
2. Elméleti építőelemek: A térbeli elrendeződés gazdasági és történeti dimenziói.....	5
2.1. A térbeli struktúra gazdasági magyarázata.....	5
2.2. A térszerkezet történeti szempontú vizsgálata.....	8
2.3. A fejezet megállapításainak összegzése és értékelése.....	11
3. Módszertani építőelemek: Új gazdaságföldrajz és térinformatika.....	12
3.1. Az új gazdaságföldrajz.....	13
3.1.1. Új elemek az új gazdaságföldrajzi modellekben.....	14
3.1.2. A koncentráció több régiós modellje.....	15
3.1.3. Centrum és periféria: A kétrégiós modell.....	20
3.1.4. A tér heterogenitása: Egy- és kétdimenziós térbeli modellek.....	22
3.2. Térinformatika.....	24
3.2.1. A modellben alkalmazott térképek előállítás.....	25
3.2.2. Az eredmények értékelésének szempontjai és az optimális térszerkezet.....	27
3.3. Összegzés.....	29
4. Új gazdaságföldrajz a gyakorlatban: A magyar térszerkezet új gazdaságföldrajzi szimulációja.....	30
4.1. A modell-szimulációk feltételi környezete.....	31
4.2. A modell-szimulációk eredményei.....	34
4.2.1. A határmódosulás befolyása a magyar térszerkezet változásaira.....	34
4.2.2. Térszerkezet a történelmi Magyarországon.....	39
4.2.3. A külkapcsolatok térszerkezet-alakító szerepe Magyarországon.....	43
4.3. Összegzés.....	48
5. Összefoglalás.....	49
Irodalomjegyzék.....	53
Függelék.....	55

Táblázatok és ábrák jegyzéke

Táblázatjegyzék

1. táblázat	Legnépesebb városok az 1920. és 2010. években.....	35
2. táblázat	Vidéki városok népességszám-változás szerinti sorrendje 1920 és 2010 között.....	36
3. táblázat	Legnépesebb városok az 1900. évben.....	40

Ábrajegyzék

1. ábra	Tomahawk-diagram.....	21
2. ábra	Magyarország formájú négyzetháló.....	26
3. ábra	Magyarország formájú ponthálózat.....	26
4. ábra	Városok elhelyezkedése és egy szerkesztett ponthálózat.....	27
5. ábra	A mai Magyarországon tesztelt modell-szimuláció eredménye.....	37
6. ábra	A történelmi Magyarországon tesztelt modell-szimuláció eredménye.....	41
7. ábra	Magyarország és szomszédjai térségén tesztelt modell-szimuláció eredménye.....	45

1. fejezet

Bevezetés

A földrajzi tér egyik fontos jellemzője a tér szerkezete. A térszerkezet kifejezés ebben a dolgozatban a települések elhelyezkedésének struktúráját, a településrendszert jelenti, ezen belül is a városokra helyezve a hangsúlyt. A térszerkezetet befolyásoló térbeli folyamatok között szerepelnek földrajzi, társadalmi valamint gazdasági tényezők, de sok esetben a pusztán véletlen felel a térszerkezet jellegzetességeiért. A földrajzi tényezők között olyan adottságok determinálhatják a városok elhelyezkedését, mint például a térség természeti tényezőkkel való ellátottsága vagy a természeti környezet geológiai adottságai. Mivel a városok eleve társadalmi képződmények, nyilvánvaló, hogy érdemben hatnak rájuk a társadalmi változások is, a településrendszert befolyásolják a háborúk, a politikai átalakulások, a nemzeti kultúra térstrukturáló hatásai. A gazdálkodás színvonalának fejlődésével egyre hangsúlyosabbá vált a településrendszer formálódásában a gazdasági tényezők köre. A modernizáció és a motorizáció a termelési és szállítási technológia fokozatos javulásával idővel lebontotta a gazdasági tevékenység térbeli lehetőségeinek korlátait.

Van azonban egy olyan tényező, melyre a térszerkezeti elemzésekben általában kevés figyelem hárul, mégis triviálisnak tűnik, amint rátekintünk bármely térképre. Ez nem más, mint a földrajzi tér, vagyis a térszerkezetet meghatározó topográfiai terület kiterjedésének térstrukturáló hatása. A földrajzi tér térszerkezet-alakító szerepe többek között az államhatárok valamint a nemzetközi kapcsolatok szintjén nyilvánul meg (Hardi - Hajdú - Mezei, 2009). Általában jellemző az országok térszerkezetére, hogy a városok elhelyezkedése idomul az ország határaihoz, a városok szabályosnak tűnő hálózatot alkotnak az ország területén belül. A térbeli folyamatok azonban nem állnak meg az államok határainál, más államok is képesek érdemben befolyásolni egy ország térszerkezetét és a városok elhelyezkedését a nemzetközi politikai és gazdasági kapcsolatokon keresztül. Vagyis a földrajzi, társadalmi, gazdasági tényezőkön túl a településrendszert magában foglaló tér kiterjedése is felelős a térszerkezet formálódásáért. Jelen dolgozatban utóbbi tényező szerepét vizsgálom meg a magyar városok vonatkozásában.

Paul Krugman neve nem ismeretlen a tudományos életben, sem a közgazdászok, sem a földrajztudósok számára. A Nobel-díjas közgazdász nevéhez kötődik a koncentráció, mint térbeli jelenség magyarázatára alkalmas centrum-periféria modell, mely a közgazdaságtan elméletein és módszerein alapul (Krugman, 1991). Az általa képviselt közgazdasági irányzatot új gazdaságföldrajznak nevezte el, utalva ezzel arra, hogy a gazdasági és földrajzi (térbeli) jelenségek nem kezelhetők egymástól függetlenül és a földrajztudományban gyökerező gazdaságföldrajz a gazdaság megértésének egyik fontos eszköze. A modell a fent említett tényezők közül a gazdasági tényezőkkel magyarázza a termelés koncentrálódásának jelenségét. Krugman modelljével bemutatja, hogy a koncentráció kialakulása olyan gazdasági folyamatok eredménye, mint a modern ipari termelés dominánssá válása, a termékek és a fogyasztók igényeinek differenciálódása valamint a szállítás költségeinek csökkenése. A centrum-periféria alapmodellje egy absztrakt esetet mutat be, melyben két régiót feltételezünk és a gazdasági jelenségekben beállt változások függvényében alakul ki végső soron teljesen egyenletes eloszlás vagy koncentráció a régiók valamelyikében. A kétrégiós esetet Krugman (1993) később továbbfejleszti és felírja a koncentráció több régiós modelljeit, melyek még mindig absztraktak abban az értelemben, hogy nem valós térben elemzik a termelés-koncentrálódás jelenségét.

Krugmant és modelljét a tradicionális gazdaságföldrajz részéről sok kritika érte (Lengyel, 2003). A bírálók elsősorban azt emelik ki, hogy az új irányzat mellőzi a gazdaságföldrajzi kutatásokban nélkülözhetetlen empirikus tényeket, a modellből származó eredmények helytállóságára nincs semmilyen gyakorlati bizonyíték. Valóban léteznek hiányosságok az új gazdaságföldrajz empirikus megalapozása terén, de az utóbbi időben szerencsére jelentős előrelépés történt ezen a területen. Így például az új gazdaságföldrajz empirikus modelljeiként tekintenek a térbeli számítható általános egyensúlyi modellekre (SCGE), melyeket a fejlesztéspolitikai döntések megalapozásaként egyre szélesebb körben és egyre nagyobb hatékonysággal alkalmaznak térszerkezeti előrejelzésekre.¹ Munkám szempontjából azonban fontosabb, hogy Dirk Stelder, holland közgazdász révén egy olyan módszerrel gazdagodott a közgazdaságtan, amely lehetővé teszi a koncentráció jelenségének valós térben való modellezését az új gazdaságföldrajz elméleti keretén belül. A módszert Stelder (2005) a nyugat-európai városok elhelyezkedésének modellezésén keresztül mutatja be, és igen meggyőző eredményeket sikerül felmutatnia. Azon túl, hogy hasznos alternatívát nyújt az új gazdaságföldrajzi modellek empirikus megalapozásához, a módszer legnagyobb

¹ Az SCGE modellek működéséről és gyakorlati jelentőségéről ajánlom az Olvasó figyelmébe Járosi és szerzőtársai (2009) tanulmányát.

jelentősége abban rejlik, hogy segítségével a centrum-periféria modellben megismert gazdasági tényezők mellett a földrajzi tér térszerkezetre kifejtett hatásait is modellezni lehet. A módszer emiatt alkalmas az általam választott probléma vizsgálatára is.

Jelen dolgozatban a magyar térszerkezet új gazdaságföldrajzi modellezésére teszek kísérletet. Nem a teljes településhálózatot vizsgálom, az elemzés központi eleme az agglomerálódás egy magasabb szintje, a város lesz. Munkámhoz a Stelder által bemutatott módszert használok fel, amely lehetővé teszi, hogy különböző kiterjedésű földrajzi terek modellezésével vizsgáljam a problémakört és ezzel a földrajzi térnek a magyar térszerkezetre kifejtett hatását is bemutathassam. A földrajzi tér szerepén túl a modellel a Krugman-i tényezők, elsősorban a szállítási költség változásának magyar viszonylatban való érvényesülését is megvizsgálhatom. Ha sikerül hasznosítható eredményeket felmutatnom, akkor az egyben az új gazdaságföldrajz relevanciájának egy újabb, bizonyító erejű magyarázataként szolgálhat majd, hozzájárulva ezzel az irányzat elfogadottságának megerősítéséhez.

A magyar térszerkezetre is jellemző a városok elrendeződésének többé-kevésbé szabályszerű mivolta. Budapest centrális fekvése és a vidéki nagyvárosok főváros körüli gyűrűs hálózata is arra utal, hogy a városok elhelyezkedésében a földrajzi tér szerepet játszhatott (Hardi - Hajdú - Mezei, 2009). Ugyanakkor a történelem során az ország térbeli kiterjedése jelentős átalakuláson ment keresztül. A határváltozásokon túl az ország nemzetközi kapcsolatai is folyamatosan változtak. Többek között ezen indok alapján tartom a problémát vizsgálatra érdemesnek és relevánsnak.

A leírtak alapján munkám elsődleges célja az, hogy az új gazdaságföldrajzi iskola által képviselt elméleteket és gondolatokat közelebb hozzam a valós világ jelenségeihez. A térbeli koncentráció modelljét a valós, térképészek által felmért és térképek által képviselt térben vizsgálva az elmélet empirikus igazolására teszek kísérletet. Céлом továbbá, hogy a magyar városok elhelyezkedését a piacméret és a szállítási költség függvényében magyarázva rámutassak a földrajzi tér jelentőségére a térszerkezet formálódásában. A különböző földrajzi térben vizsgált modellek eltérő szempontú elemzéseket tesznek lehetővé, ezért úgy feltételezem, hogy a különböző modellekből kapott eredmények rámutatnak majd a magyar térszerkezet adott szempont szerinti jellegzetességeire. Ha valóban szerepe volt a földrajzi térnek a magyar térszerkezet formálódásában, akkor feltételezés szerint a főváros elhelyezkedése a történelmi Magyarországot mindenképpen magában foglaló földrajzi térben magyarázható. Úgy vélem, hogy hasonlóan nagyobb földrajzi térben lehet előre jelezni a

történelmi jelentőségű, a térszerkezeten belül mind a mai napig stratégiai szerepet ellátó városokat. Ezzel szemben az 1920. évi határmódosítást követően felértékelődött vagy a térszerkezetben betöltött domináns pozíciójukat megerősíteni képes városok a mai Magyarország által képviselt földrajzi térben lesznek előre jelezhetőek. Ha a magyar térszerkezet jellegzetességeire megfogalmazott feltételezések megerősítést nyernének a modellből származó eredményekkel, akkor a munkám nem csak a földrajzi tér magyar térszerkezetre kifejtett érdemi hatását támasztaná alá, de egyben az új gazdaságföldrajzi irányzat empirikus igazolásául is szolgálhatna.

Dolgozatom felépítése a következő. A bevezető fejezetet követően, a *második fejezetben* mutatom be a feldolgozott téma elméleti hátterét. A lényeges szakirodalom áttekintésével bemutatom azokat az elméleteket, amelyek a munkám szempontjából nagy jelentőséggel bírnak. Az elméleti áttekintés első felében a téma közgazdasági elméleteiről adok leírást, melyek szorosan köthetőek a dolgozatban alkalmazott módszertanhoz. A szakirodalmi áttekintés második részében a településrendszer fejlődésére ható tényezők és elsősorban a földrajzi tér szerepének magyar vonatkozásait tekintem át történeti nézőpontból, melyre az empirikus kutatás megalapozásához van szükség. Ezt követően, a *harmadik fejezetben* ismertetem a választott téma vizsgálatára alkalmazott módszereket. Részletes leírást adok Krugman centrum-periféria modelljéről, és röviden ismertetem a modell továbbfejlesztett, többrégiós változatait. A módszertan bemutatását a koncentráció többrégiós modelljével alkalmazott térinformatikai módszerrel folytatom, amely lehetővé teszi a térbeli koncentráció problematikájának valós térben való vizsgálatát. A *negyedik fejezet* tartalmazza a modellel elvégzett szimulációk eredményeit. A modellt három, különböző kiterjedésű földrajzi térben vizsgálom. Bemutatok egy-egy szimulációt a mai és a történelmi Magyarország térségén, valamint egy harmadik szimulációban kiterjesztem a vizsgálatot a Magyarországgal szomszédos országok területére is. A modelleket a szállítási költség függvényében vizsgálom és egy hiba-minimalizációs eljárás keretében választom ki minden esetben a szállítási költség azon értékét, amely mellett a szimulált térszerkezet a legjobban illeszkedik a valós térszerkezetre. Az eredmények elemzésével választ kapunk arra, valóban érvényesül-e a földrajzi tér térszervező szerepe a magyar térszerkezet vonatkozásában, és egyúttal kiderül az is, sikerül-e a kitűzött célokat megvalósítani. Végezetül, az *ötödik fejezetben* összegzem a munkám során elért eredményeket és a levonható következtetéseket, valamint kijelölöm a további lehetséges kutatások irányát a témában.

2. fejezet

Elméleti építőelemek: A térbeli elrendeződés gazdasági és történeti dimenziói

2.1. A térbeli struktúra gazdasági magyarázata

Jelen dolgozatban központi szerepet játszik a közgazdaságtanban új gazdaságföldrajzként ismert irányzat, mely Paul Krugman révén vonult be a köztudatba. Krugman (1991) egy térbeli általános egyensúlyi modellt alkotott, mely két absztrakt régiót feltételezve a centrum és a periféria térségek kialakulását magyarázza meg egy egységes matematikai keretbe foglalva. Krugman a gazdasági jelenségek térbeli dimenzióját emeli be a monopolisztikus verseny matematikai modelljébe (Dixit-Stiglitz, 1977) és egészíti ki a modellt további módszertani elemekkel, mint például a jéghegyelv (Samuelson, 1952) alapján számított szállítási költség vagy a mobil és immobil munkaerő illetve hagyományos és modern szektor megkülönböztetése. Krugman (2003) előszeretettel érvel a gazdaságföldrajz közgazdasági jelentősége mellett, úgy véli az állandó hozadéku tökéletes versennyel szemben a növekvő hozadékon alapuló monopolisztikus verseny a releváns a valós gazdasági folyamatokban. Döntő bizonyítéka ennek a gazdasági folyamatok térbeli lenyomata, hiszen például a városok létezése is növekvő hozadéki jelenség. Ezzel együtt Krugman (2003) rámutat arra, hogy az új gazdaságföldrajzi modellekkel történő elemzések egyik releváns szintje maga a város. A városok valóságos táptalajt jelentenek az ún. marshalli agglomerációs externáliáknak (Marshall, 1890), melyek a városokban fokozzák a növekedést, az agglomerálódás jelenségét, ellenpólust képezve ezzel a kevésbé fejlett vidékkel szemben. Ebből következően a centrum-periféria jelenség értelmezhető a város-vidék vagy város-falu viszonyrendszerben is. Krugman nagyon prózaian ír annak okáról, hogy ez az evidens gazdaságföldrajzi gondolkodás miért nem épült be már korábban a közgazdaságtan főáramába: „A közgazdászok nem tudtak olyan gazdaságföldrajzi modelleket készíteni, amelyek kielégítették volna a szakma egyre növekvő igényét a tudományos szigorra.” (Krugman, 2003 116. o.) A 21. századra az új gazdaságföldrajz a közgazdászok körében általánosan elfogadottá vált, melynek legfőbb

bizonyítéka, hogy egyre több közgazdász foglalkozik a gazdasági jelenségek regionális dimenziójával, mind empirikus, mind matematikai modellező síkon. A *Térbeli gazdaság* című átfogó munkájukban Krugman és szerzőtársai az új gazdaságföldrajz eredményeit szintetizálják (Fujita - Krugman - Venables, 1999).

Túllépve a kétrégiós modellen, Krugman (1993) megkísérli értelmezni modelljét a folytonos térben is. A klasszikus centrum-periféria modellből kiindulva kifejleszti a koncentráció egy- és kétdimenziós modelljeit. A bemutatott modellek jelentősége, hogy lehetővé teszik a központ-periféria problematika folytonos térben történő vizsgálatát, amely alkalmasabb a valós jelenségek megragadására. Ugyanakkor a modellek még nem alkalmasak a koncentráció folyamatának valós térben történő elemzésére. Ezt elsőként Dirk Stelder, holland közgazdásznak sikerül megvalósítani, akinek munkásságára nagy hatással voltak Krugman eredményei. Stelder (2005) egy olyan módszertant ismertet, amely segítségével az új gazdaságföldrajzi modellek a valós térben is alkalmazhatók válnak. A térinformatika által nyújtott lehetőségeket használja fel ehhez, és alakítja át a folytonos teret diszkrét térré úgy, hogy a térkép által képviselt valós térre egy szabályos, térkép formájú ponthálózatot illeszt. Az így kapott diszkrét tér lesz a térbeli koncentráció modellezésének elemzési színtere. A módszer segítségével Nyugat-Európa térségére mutat be egy szimulációt és igen magas hatékonysággal sikerül előre jeleznie a városok elhelyezkedését.²

Krugman (1993) egy- és kétdimenziós modelljei a tér folytonosságának hangsúlyozása mellett felhívják a figyelmet egy másik fontos térbeli jelenségre is, a tér homogén valamint heterogén jellegére. Homogén térben a lokációk központiséga egyforma, a lokációk egyike sem rendelkezik relatív földrajzi előnnyel más lokációkhoz képest, akárcsak egy kör kerülete mentén elhelyezkedő lokációk esetén (egydimenziós modell). Heterogén térben ezzel szemben előfordulnak földrajzilag kitüntetett pozícióban levő lokációk, akárcsak a kör középpontja, ha a kör teljes területét tekintjük (kétdimenziós modell). Az absztrakt modellek alapján könnyen belátható, hogy a valóságban létező tér minden esetben heterogén teret jelöl, akár az országokat, akár az országok egy csoportját, akár a kontinenseket vesszük figyelembe. A tér homogén valamint heterogén jellegének elkülönítése azért fontos, mert a fogalmi tisztánlátás lehetővé teszi a földrajzi tér térbeli koncentrációban betöltött szerepének vizsgálatát (Krugman, 1998). Stelder (2005) térinformatikai módszerekkel támogatott modelljének jelentősége ezek alapján az, hogy a valós térben való modellezés miatt térbeli

² Stelder (2005) Nyugat-Európára bemutatott modelljén kívül még egy olyan munkáról van tudomásom, amely az új gazdaságföldrajz modelljeit a valós térben alkalmazza. Bosker et al. (2010) az új gazdaságföldrajzi paraméterek becslését az új gazdaságföldrajz többdimenziós térbeli modelljével végzett szimulációkkal kombinálja és az európai régiók mintáján be is mutatja ennek megvalósítását.

heterogenitást feltételez és ezért a klasszikus Krugman-i tényezők mellett (szállítási költség, ipari termelés, termékdifferenciálás) a földrajzi tér térszerkezet-formáló hatását lehet kimutatni általa. Nem kevésbé elhanyagolható persze a többi tényező téralakító szerepe sem, gondoljunk csak a természeti környezet adottságaira vagy a politikai hatalom nyomásgyakorlására. Oly sokszor pedig a pusztán véletlen az, amely meghatározta egy-egy város térbeli helyzetét. Utóbbi tényező fontosságát Krugman (2003) is többször kiemeli munkáiban. A történelmi véletlenek - ahogy Krugman nevezi - képesek megindítani olyan önszerveződő folyamatokat, melyekben „sok vállalat és a sok munkás jelenléte ösztönöz arra, hogy még több vállalat és még több munkás legyen egy meghatározott területen” (Krugman, 2003 82. o.). A Stelder-i módszer fenntartásokkal ugyan, de alkalmas utóbbi tényezők vizsgálatára is.

Krugman (1993) a többdimenziós modellek segítségével vezeti be a köztudatba a többszörös (többes) egyensúly fogalmát is. A többes egyensúly az a jelenség, miszerint a koncentrációnak több egyensúlyi helyzete létezik, vagyis például egy város egy adott térségben több potenciális helyen tud kialakulni anélkül, hogy ez felborítaná a térbeli egyensúlyt. Ezen potenciális helyeket nevezi összefoglalóan a lehetséges egyensúlyok tartományának. Az, hogy a tényleges egyensúlyi koncentráció hol fog kialakulni a lehetséges egyensúlyok tartományán belül Krugman szerint a történelmi (véletlen) tényezőktől függ.

A koncentráció térbeli modelljének valós térben való interpretációja nem csak retrospektív jellegű elemzéseket tesz lehetővé, hanem alkalmazható előrejelzésekre is. Így például Stelder (2006) egy olyan modell körvonalait mutatja be, amely az európai kontinens agglomerálódását fogja elemezni. Érdekessége a modellnek az, hogy a ma érvényes térszerkezetből indul ki és azt elemzi, vajon milyen változások várhatóak a jövőben az európai agglomerációs struktúrában az európai integrációs politikáknak köszönhetően.

2.2. A térszerkezet történeti szempontú vizsgálata

Dolgozatomban a fent felvázolt, Stelder (2005) által bemutatott módszertant alkalmazom a választott téma elemzésére. A módszer segítségével Magyarországra mutatok be egy elemzést. Esetemben azonban korántsem triviális annak eldöntése, hogy milyen földrajzi tér a releváns illetve milyen egyéb szempontokat kell figyelembe venni az elemzés során valamint az eredmények értékelésekor. A következő részben ennek tisztázására vállalkozom.

Magyarország mai városszerkezete az elmúlt ezer év során fejlődött ki. Ez idő alatt természetes és mesterséges folyamatok is alakították országunk térszerkezetét. Magyarország esetében a történelmi sokszínűség okán fontos a történeti fejlődés vizsgálata. Történeti nézőpontból elemzik a településrendszer változásait Gyenizse - Lovász - Tóth (2011) illetve Beluszky - Győri (2005) is. A két forrás egyetért abban, hogy településeink fejlődésének kezdetei a honfoglalásig nyúlnak vissza. A római kori városaink és az államalapítás után létrejött városok nem foglalhatóak bele egy lineáris városfejlődési modellbe a népvándorlás korabeli pusztítások és elnéptelenedés, valamint az antik illetve középkori városok eltérő gazdasága, társadalmi szerepe miatt sem (Beluszky - Győri, 2005). Az államalapítás időszaka viszont azért meghatározó a magyar településrendszer szempontjából, mert ebben az időben váltják fel az ideiglenes, mobilis szállásokat az állandó települések, amik a településhálózat későbbi fejlődésére determinálóan hatnak (Gyenizse - Lovász - Tóth, 2011). A kor emberei számára a végleges letelepülésnél elsősorban olyan tényezők játszották a főszerepet, mint a helyi klíma, a kiváló minőségű forrásvíz, a földhasznosítás lehetőségei vagy a védelmi szempontok. Később, a XII. századtól megjelennek funkcionális városok is, melyek a helyi természeti erőforrásokat hasznosítva valamilyen funkció ellátására szakosodnak (bányászat, szőlőtermesztés, stb.). A XV. században még mindig a természeti adottságok determinálnak a településrendszer fejlődésében, a mezőgazdaság továbbra is prioritást élvez az ipari tevékenység előtt, így településrendszerünk fejlődésében azok a térségek dominálnak, amelyek természeti adottságaikból adódóan alkalmasak a kor színvonalának megfelelő mezőgazdálkodásra. A XVI. századtól azonban jelentős változások jelentkeznek a településrendszerünk fejlődésére ható tényezők körében, amely elsősorban új, eddig nem tapasztalt térszervező folyamatok megjelenésének köszönhető. A XVI.-XX. századi társadalom már nem alkalmazkodni igyekszik a természeti környezethez, hanem aktívan hasznosítani kívánja azt, elkezd gazdálkodni vele. Jelentős mértékű fejlődés tapasztalható az árucserre területén is, egyre több kereskedelemre specializálódott település alakul ki és

fejlődik. Ebből következik, hogy ettől kezdve meghatározó lesz a szállítási tevékenység térszervező szerepe. A XIX. században veszi kezdetét a közlekedés modernizációja, az első vasútvonalat 1846-ban nyitják meg és a következő fél évszázad alatt 22 ezer kilométernyi vasútvonal épül ki. Ezen a ponton visszautalnék Paul Krugman munkásságára, aki a térbeli folyamatok egyik releváns elemének a szállítási költséget tekinti. A szállítási tranzakciók költségeinek csökkenésével magyarázza a térbeli koncentráció jelenségének kialakulását. Ezek alapján a szállítási költség csökkenése révén feltételezett agglomerálódás jelensége a magyar folyamatokban is megmutatkozik, amely alátámasztja a modell alkalmazhatóságát a magyar viszonyok előrejelzésére, magyarázatára is.

A városok mellett a tér alapvető eleme az államhatár is, ezért nem elhanyagolható kérdés a településrendszer fejlődésének vizsgálatakor annak térbeli kerete, azaz a földrajzi határok szerepe. Hardi - Hajdú - Mezei (2009) valamint Gyenizse - Lovász - Tóth (2011) kutatásaikban az államhatár és a városállomány közötti dinamikus kapcsolatot vizsgálják. Az államhatár a társadalmi és gazdasági jelenségek alapvető térbeli strukturális alakítója (Hardi - Hajdú - Mezei, 2009). Az országok belső szerkezete, így a városhálózat is általában idomul az állam határaihoz. A magyar államhatár szempontjából a Honfoglalás és az I. Világháború közötti időszak többé-kevésbé egységesnek tekinthető, hiszen ebben az időszakban a településrendszer fejlődésének térbeli kiterjedése a Kárpát-medence térsége, annak ellenére is, hogy az ország állami egysége időnként megbomlik (Gyenizse - Lovász - Tóth, 2011). A másik releváns időszak az 1920. évet követően napjainkig tartó időszak. Az I. Világháborút lezáró Trianoni Békeszerződésben foglalt határmódosítások létrehozták Magyarország mai formáját, ezzel jelentősen megcsonkítva a korábban természetes úton kialakult térszerkezetet. A térszerkezetnek alkalmazkodnia kellett a változások miatt kialakult új helyzethez, ami településhálózat egészére nézve is strukturáló hatású volt. A XXI. századtól kezdve új elem lehet a településállomány fejlődésében az európai integráció határokat felülíró szerepe (Baranyi, 2007). Ennek vizsgálatára jelen dolgozat keretein belül nem vállalkozom, de mindenképpen egy lehetséges kutatási irányt jelent a témában. Munkám szempontjából a két alapvető térbeli keret, a Kárpát-medence valamint a mai Magyarország térsége lesz a meghatározó.

Az eddig tárgyaltak során csak az országhatárokon belül feltételezett térszervező folyamatokat vettük figyelembe. A magyar településrendszer átalakulásai ugyanakkor nem függetlenek a környező államokban zajló folyamatoktól sem (Gyenizse - Lovász - Tóth, 2011). A történelem során Magyarország külgazdasági kapcsolatainak változásával módosult azoknak az országoknak a köre is, melyek lényegi hatást gyakorolhattak az ország

térszerkezetére. Magyarország ezer éves múlttal rendelkezik, de a térségben már a Római Birodalom fennállásának idejében is gazdag városkultúra alakult ki. A Dunántúlon haladt keresztül az ismert római Borostyánkő-út, amely a Földközi-tenger és Észak-Európa között teremtette meg az összeköttetést. Az államalapítást követően a független, akkor még méreteiben jelentősen nagyobb Magyarország fontos gazdasági, politikai kapcsolatokat alakított ki a szomszédos országokkal. Ennek legfontosabb állomása a Visegrádon tartott találkozó volt, ahol a Lengyel és a Cseh Királysággal fűztük szorosabbra a kapcsolatot. Ezek a térségek a földrajzi közelségükből adódóan is nagy befolyással bírhattak a városok fejlődésére. A török hódoltságot követően a Habsburg Birodalom részeként Magyarországot újból a nyugati, szomszédos térségekhez fűzte szoros kapcsolat. A függetlenségért vívott háborús éveket a kiegyezéssel létrejött Osztrák-Magyar Monarchia fennállásának békés évtizedei követték, amikor Magyarországon dinamikus ütemben ment végbe a modernizáció, a városok fejlődése és az iparfejlődés. A II. Világháborúban a városok pusztítása és a mérhetetlen emberáldozatok miatt a korábban virágzó és népes városok újból elnéptelenedtek. A háborút követő újjáépítések már a szovjet megszállás alatt mentek végbe, Magyarország az egykori Szovjetunió országaival lépett gazdasági és politikai kapcsolatba. A rendszerváltást követően Magyarország szorosra fűzte kapcsolatait a szomszédos országokkal, Lengyelországgal, Csehországgal és Szlovákiával, amely a Visegrádi Négyek elnevezéssel vonult be a történelembe, utalva a sikeres, XIV. századi egyezményre. 2004-ben az Európai Unióba történő felvétellel az ország legfontosabb külkereskedelmi partnerévé Németország vált, de más Nyugat-Európai országokkal is sikerült fontos gazdasági kapcsolatokat kialakítani. Vagyis a történelem során nem csak az erőforrásokkal való gazdálkodás lehetőségei és az államhatárok kiterjedése, de a külpolitikai kapcsolatainkban domináns országok köre is változott.

2.3. A fejezet megállapításainak összegzése és értékelése

A fejezet második felében felvázolt problémák alapján az rajzolódik ki, hogy a magyar települések elhelyezkedését, a térszerkezet kialakulását az ország történeti fejlődése során több tényező is alakította. Ezen tényezők között figyelembe kell venni többek között a természeti környezet adottságait, a gazdálkodás fejlődésének téralakító erejét, valamint a földrajzi tér térszerkezetre kifejtett hatását. Utóbbi tényező kapcsán nem szabad megfeledkezni az államhatárok változásáról (I. Világháború előtti és utáni állapot), valamint az ország külgazdasági kapcsolatainak alakulásáról sem. A fejezet első részében, az új gazdaságföldrajzi iskola fejlődésének bemutatása során világossá vált, hogy ezen tényezők közül a ma ismert új gazdaságföldrajzi módszerekkel a centrum-periféria modellben feltételezett gazdasági tényezők, valamint a földrajzi tér hatásának modellezésére van lehetőség. Vagyis a dolgozatban utóbbi tényezők vizsgálatára helyezem a hangsúlyt. A következő fejezetben az ezt lehetővé tevő modell módszertani elemeit mutatom be.

3. fejezet

Módszertani építőelemek: Új gazdaságföldrajz és térinformatika

A dolgozatban alkalmazott modell félúton található a tisztán elméleti és az empirikus modellek között. Elméleti modell, hiszen a koncentráció Krugman által felírt térbeli modelljét használja fel és annak segítségével próbál meg előrejelzéseket adni a térbeli koncentrációra, a térszerkezet mintázatára vonatkozóan. Ugyanakkor mindezt a valós térszerkezet figyelembevételével teszi, vagyis az elmélet működőképességét a valóságban létező térben teszteli. Éppen emiatt a módszertanát tekintve is igen sokrétű: az új gazdaságföldrajz mellett módszertani elemeket kölcsönöz még a térinformatika (térképészet) területéről is. Az új gazdaságföldrajz szolgáltatja az elméleti modellt, ami a térbeli dinamikát és a potenciális egyensúlyt biztosítja a modellben. A centrum-periféria modellen alapuló több régiós modellben a centripetális és centrifugális erők harcának eredményeként az egyensúlyi térszerkezet különböző mintázatokat vehet fel a két szélsőséges eloszlás, a teljesen egyenletes és a tökéletesen koncentrált egyensúlyi eloszlás közötti széles skálán. A térinformatikai módszertanra azért van szükség, hogy azt a valós térszerkezetet, amiben az elemzés zajlik, precíz térképészeti eszközökkel modellezésre alkalmas formában reprodukálni lehessen. Térinformatikai eszközökkel a folytonos tér átalakítható diszkrét, egyenletes eloszlású térré, amely már alkalmas a térbeli modellekkel történő elemzésekre.

A következő két alfejezetben az imént röviden felvázolt legfontosabb módszertani elemeket mutatom be részletesen Krugman (1991, 1993, 1998), Fujita – Krugman - Venables (1999), valamint Stelder (2005, 2006, 2008) munkái alapján (új gazdaságföldrajz és térinformatika).

3.1. Az új gazdaságföldrajz

A közgazdaságtan fejlődésében úttörő jelentőségű volt az 1991. év. Ebben az évben jelenik meg Paul Krugman *Increasing Returns and Economic Geography* című írása, melyben elsőként vezeti le a térbeli koncentráció folyamatát. Ezzel Krugman megadta a kezdő lökést annak a gazdag és dinamikusan fejlődő irodalomnak, melyet az új gazdaságföldrajz elnevezéssel illetett. Az első megjelenés óta eltelt két évtized alatt elért eredmények az új gazdaságföldrajzot a közgazdaságtan egy ígéretes szegmensévé emelték. Paul Krugman munkája elismeréseként 2008-ban a Svéd Királyi Akadémia Nobel-díjjal jutalmazta, neve ezzel végérvényesen felkerült a közgazdaságtan legkiválóbb tudósainak listájára.

Korábban a térbeli dimenzió nem kapott szerepet a gazdaság általános egyensúlyi állapotának értelmezésében, a közgazdaságtan főáramához tartozó közgazdászok egy-pont gazdaságként értelmezték annak működését. Ennek legfőbb oka persze nem az volt, hogy a közgazdászok maguk nem ismerték volna el a földrajzi dimenzió fontosságát, sokkal inkább az, hogy a térbeli folyamatokért felelős jelenségek modellezése megoldatlan feladat volt. Jobb híján ezért általános szemlélet maradt a gazdaságmodellezésben a földrajz hiánya. Egészen 1991-ig, amikor Krugmannak elsőként sikerült modelleznie a térbeli objektumokra jellemző centrum-periféria jelenséget egy általános egyensúlyi keretben. Nagyszerű munkájában a gazdasági folyamatok méltatlanul elhanyagolt térbeli dimenzióját emeli be Dixit és Stiglitz (1977) 14 évvel korábban megjelent modelljébe, mely a monopolisztikus verseny matematikai leírását mutatja be. Krugmannak köszönhetően a 70-es évek monopolisztikus forradalmából kinőtte magát a térbeli forradalom és bezárult egy évtizedek óta tátongó rés, ami a térbeliség egzakt modellezésének hiányát jelentette.

Krugman modellje nem csak azért zseniális, mert magyarázatot ad a „hol?” kérdésre azáltal, hogy endogenizálja a térbeliséget, de mind emellett megválaszolja számunkra azt a korántsem triviális kérdést, hogy „miért?”. A térbeli struktúra kialakulásáért felelős jelenségek jól megmutatkoznak a modellben, megvilágosítva számunkra azokat a láthatatlan erőket és ellenerőket, amik a térbeli folyamatokért felelősek. A következő részekben a modell ismertetésére teszünk kísérletet.

3.1.1. Új elemek az új gazdaságföldrajzi modellekben

A valós térszerkezet, akár az országon belüli, akár az országok közötti fejlettségbeli különbségekre gondolunk, arra utal, hogy működniük kell olyan mechanizmusoknak, amik ezeket az egyenlőtlenségeket kialakítják. Ha a valóságban a main stream által előszeretettel feltételezett tökéletes versenypiac működne (amelynek fontos feltevései a tranzakciós költségek hiánya, a termékek homogenitása és az állandó skálahozadék), akkor nem alakulhatna ki a térségek között fejlettségbeli különbség. Az állandó hozadék és a tranzakciós költségek hiánya ugyanis arra késztetné a vállalatokat, hogy a fejletlen térségekre is kiterjesszék termelésüket, hiszen ezek a térségek új, potenciális piacokat jelentenek. A verseny természetében emiatt meg kell jelenjenek olyan tökéletlenségek, amik képesek lehetek ezt az érzékelhetően koncentrált térszerkezetet kialakítani. A következőkben ezeket a valós gazdasági folyamatokban megjelenő tökéletlenségeket és a térszerkezetre kifejtett hatásukat mutatom be, melyek egyúttal a centrum-periféria modellek fontos építőelemei is (monopolisztikus verseny, szállítási költség, munkaerő-mobilitás).

A monopolisztikus verseny modellje:

Az egyik legfontosabb eleme a centrum-periféria modellnek a piaci verseny természete. A jelenségek leírására a modell monopolisztikus versenypiacot alkalmaz. A monopolisztikus piacok jellemzője, hogy a piac továbbra is sokszereplős, akárcsak a tökéletes verseny modelljében, ugyanakkor a termékek tökéletes helyettesíthetősége már nem érvényesül. A termékek nem homogének, hanem egymásnak csupán tökéletlen helyettesítői.

Az ipari vállalatok termelésükben *növekvő hozadékot* érzékelnek, azaz megéri a termelésüket koncentrálni, hiszen az egységköltségük ez által csökkenthető. A vállalatok azonban csak ott tudnak skálahatást realizálni, ahol sok munkás él, hiszen ahhoz, hogy magas szinten termeljenek, több munkaerőre is szükségük van, ami számukra a termelés inputját jelenti. Ezért azokon a területeken fognak megjelenni a vállalatok, ahol magas az elérhető munkaerő aránya, ahol eleve adott valamekkora népességkoncentráció. A vállalatok ezen mechanizmus által tovább fokozzák a koncentráció jelenségét. A növekvő hozadék tehát a térbeli koncentrációt elősegítő fontos jelenség.

Szállítási költség, avagy a térbeli tranzakciók költsége:

Tökéletes versenykörülmények között a vállalatokat semmiféle tranzakciós költség nem terheli. Ez a feltételezés azonnal értelmét veszti, ha a szállítás költségeire gondolunk (üzemanyagárak, autópálya-díjak, vámok, stb.). Krugman a szállítási költség modellezésében a *Samuelson-féle jéghegy-elvet* alkalmazza. Nem vezet be a modellbe egy külön szállítási szektort, hanem egészen egyszerűen felteszi, hogy a termék szállítás közben elveszíti bizonyos százalékát, elolvad az út során, akár egy jéghegy. A termék ezen elolvadt része jelöli a szállítási költség nagyságát. Ha a szállítási költség alacsony, azaz a termék viszonylag kis százaléka vész el út közben, akkor a vállalatok számára érdemes lehet koncentrálni és egyetlen egy régióból kiszolgálni a fogyasztókat az előbb bemutatott növekvő hozadék okán. Magas szállítási költség ellenkezőleg hat, a vállalatoknak célszerű lehet más régiókba áttelepülni és több régióból kielégíteni a keresletet, hiszen így csökkenthetik a szállítási költségüket.

Mobil és immobil munkaerő:

A modell másik fontos eleme a munkaerő-piaci mobilitás definiálása. A *mobil munkaerő* feltételezésével lehetővé tesszük a munkások számára azt, hogy a régiók között szabadon mozoghassanak. A munkások emiatt abba a régióba fognak átköltözni, ahol a legmagasabb reálbért kínálják számukra. Koncentrált piacon magasabb reálbér tud kialakulni, aminek oka az, hogy a vállalatok a megnövekedett helyi jövedelemből magasabb bért tudnak fizetni a munkásoknak. Az eleve magas koncentráció tehát vonzza a munkaerőt a régióba, tovább erősítve ezzel a koncentráció jelenségét.

Ezzel szemben a helyhez kötött, *immobil munkaerő* olyan keresletet jelent, amit a vállalatoknak ki kell tudni szolgálniuk, akár egy távoli régióból, akár a saját régió termeléséből. Alacsony szállítási költség mellett ez nem jelenthet gondot, ugyanakkor magasabb költségek esetén a vállalatok számára lehet, hogy előnyösebb termelésük decentralizálása.

3.1.2. A koncentráció több régiós modellje

A modellben érvényesülő hatások olyan sokrétűek, hogy ebben a dolgozatban nem vállalkozom részletes leírásra, az előbbieken csak néhány fontos hatásmechanizmust mutattam be. A hatások könnyen nyomon követhetőek és megérthetőek, ha ismerjük a modell

alapegyenleteit. A következőkben ezért a több régiós térbeli modell matematikai levezetését mutatom be. A modell bemutatását a keresleti oldallal kezdem, majd a kínálati oldal következik, végül pedig a kapott eredmények térbeli kiterjesztése révén jutunk el a modell egyenleteihez.

Fogyasztók viselkedése:

A modellben két szektor létezését feltételezzük, mezőgazdasági (tradicionális) és ipari (modern) termékeket különböztetünk meg. A fogyasztók reprezentatívak, azonos preferenciákkal. A fogyasztói preferenciákat a mezőgazdasági és ipari termékek vonatkozásában Cobb-Douglas típusú hasznossági függvény írja le az $U = F^{1-\delta} \cdot M^\delta$ egyenlet szerint, ahol F jelöli a mezőgazdasági, M az ipari termékek fogyasztását, δ pedig részesedési paraméter, amely az ipari termékek fogyasztásának jövedelmen belüli részarányát jelöli. A reprezentatív fogyasztó a meglévő költségvetési korlátja mellett szeretné a lehető legmagasabb hasznosságot elérni, vagyis a következő hasznosságmaximalizálási problémával szembesül:

$$U = F^{1-\delta} \cdot M^\delta \rightarrow \max$$

$$Y = I \cdot M + F$$

ahol Y jelöli a fogyasztó jövedelmét, I az ipari termékek árindexe és feltételezés szerint a mezőgazdasági termék numeraire jószág. A hasznosságmaximalizálási feladat optimális megoldásából adódik a mezőgazdasági és ipari termék ártól függő egyéni kereslete:³

$$F = (1 - \delta) \cdot Y \quad [3.1]$$

$$M = \delta \cdot Y / I \quad [3.2]$$

Az ipari terméket jelölő M paraméter jelen esetben egy kompozit termék, az ipari termékek aggregált mennyiségi indexe. Ennek oka, hogy az iparban monopolisztikus verseny működik, a termelők differenciálják termékeiket. Az egyes ipari termékek feltevés szerint egymást csak tökéletlenül helyettesítik, ezért CES-típusú (konstans helyettesítési rugalmasságú) keresleti függvény alapján határozhatjuk meg az ipari termékek aggregált indexét az $M = (\sum_{i=1}^N m_i^\rho)^{1/\rho}$ összefüggés szerint. A függvényben m_i jelöli az i -dik ipari termék elfogyasztott mennyiségét, míg ρ a helyettesítés rugalmasságát (ε) meghatározó paraméter, amelyre érvényes a következő összefüggés: $\varepsilon = \frac{1}{1-\rho} > 1$. A fogyasztók adott fogyasztási szint mellett úgy igyekeznek összeállítani fogyasztói kosarukat, hogy annak költsége a lehető

³ A hasznosságmaximalizálási feladat részletes matematikai levezetése a Függelékben megtalálható.

legkevesebb legyen. Ezért a fogyasztók a következő költségminimalizálási problémával szembesülnek:

$$\sum_{i=1}^N m_i \cdot p_i \rightarrow \min$$

$$M = (\sum_{i=1}^N m_i^\rho)^{1/\rho}$$

ahol p_i jelöli az i -dik ipari termék árát, a többi paraméter értelmezése pedig megfelel a korábbiaknak. Megoldva a költségminimalizálási problémát, levezethetők az egyes ipari termékekre vonatkozó egyéni keresleti függvények:⁴

$$m_j = p_j^{-\varepsilon} \cdot \delta \cdot Y \cdot I^{\varepsilon-1} \quad [3.3]$$

Az egyéni keresleti függvényt megvizsgálva kiderül, hogy a helyettesítés rugalmasságát mérő ε paraméter további jelentéstartalommal is bír, hiszen egyúttal a kereslet árrugalmasságát is megadja.

Termelők viselkedése:

A modellben egyetlen egy input szerepel, még hozzá a munkaerő. Különbséget kell tenni a szektorális bontásnak megfelelően a mezőgazdasági és az ipari munka között, előbbi ugyanis „földhöz-kötött”, immobil, míg utóbbi mobil munkaerőt jelent. A rendelkezésre álló munkaerő értéke feltevés szerint fix és egységnyi, amelynek γ hányada jelenti az ipari munkaerőt, $1 - \gamma$ pedig ezek alapján a mezőgazdasági munkaerő nagyságát mutatja.

A mezőgazdasági termék előállítását állandó hozadéku technológiával történik, tökéletes versenykörülmények között, ezért a mezőgazdasági termékek homogének. További alapfeltevés, hogy egységnyi munkával egységnyi mezőgazdasági output állítható elő, ezért a mezőgazdaságban $F = L_F = (1 - \gamma)$ mennyiséget termelnek a vállalatok. A mezőgazdasági termék numeraire jószág jellege és az egységnyi határtermék miatt a mezőgazdasági munkások bére is egységnyi lesz.⁵

Az ipari szektorban ezzel szemben növekvő hozadék érvényesül és a termékek egymást csak tökéletlenül helyettesítik. Ugyanakkor az iparban is feltesszük, hogy a termékváltozattól függetlenül a termelők mind ugyanazt a technológiát alkalmazzák, emiatt az ipari vállalatok értékesített mennyisége és termékének ára is meg fog egyezni. (Később a modell térbeli kiterjesztésekor látni fogjuk, hogy az alkalmazott árakban is csak a bérek miatt lesznek eltérések a régiók között.) Az ipari termékek költségfüggvénye fix és változó költségekből

⁴ A költségminimalizálási feladat részletes matematikai levezetése a Függelékben megtalálható.

⁵ A $W_{L_F} = P_F \cdot MP_{L_F}$ optimum-feltételből adódik, hogy $P_F = 1$ és $MP_{L_F} = 1$ esetén $W_{L_F} = 1$.

tevődik össze, azaz a munkaerővel, mint egyedüli inputtal szemben fix és változó igényeket támasztanak a termelők a következő összefüggés szerint: $W \cdot l = W \cdot (\alpha + \beta \cdot x)$, ahol W az ipari munkások bére, l a vállalat ipari munkások iránti igénye, míg x a vállalat által megtermelt ipari termék mennyisége. A fogyasztói keresletek ismeretében a jól ismert profitmaximalizálási eljárás révén és annak feltételezésével, hogy hosszú távon a szabad piaci belépés miatt a termelők csak zéró-profitot tudnak realizálni, levezethető az optimumban érvényes egyensúlyi ár, kibocsátás, valamint munkaerő-felhasználás:⁶

$$p = W \cdot \beta / \rho \quad [3.4]$$

$$x = \alpha \cdot (\varepsilon - 1) / \beta \quad [3.5]$$

$$l = \alpha \cdot \varepsilon$$

Az egyensúlyi ár [3.4]-es képlet szerinti egyenletéből kiolvasható a monopolisztikus piacokra jellemző árképzési szabály, miszerint a termelők a költségfedezeti árakon felül egy bizonyos mértékű haszonkulcsot érvényesítenek, amely haszonkulcs mértéke függ a kereslet rugalmasságától. Az egyensúlyi kibocsátás [3.5]-ös képlete alapján az ε rugalmassági paraméternek egy újabb értelmezése adódik, az ipari termékek közötti helyettesítés rugalmassága és a kereslet árrugalmassága mellett a vállalatok által érzékelt skálahatás inverz mutatója is. Minél nagyobb ugyanis ε , annál nagyobb az egy vállalat által kibocsátott egyensúlyi mennyiség és emiatt annál kisebb a vállalat által érzékelt skálahatás intenzitása.

Az egyensúlyi nagyságok ismeretében epilógusként adódik a termelők száma, ami a modellben megegyezik a termékvariációk számával: $N = \gamma / \alpha \cdot \varepsilon$. A piacon működő vállalatok száma tehát endogén alakul ki a modellben.

A modell térbeli kiterjesztése:

A modell térbelivé tételéhez fel kell tenni, hogy több régió létezik, legyen a számuk R . Mivel a fogyasztók a zéró-profit feltevés miatt nem realizálnak profitjövedelmet, az aggregált jövedelem az r -dik régióban megegyezik az összes mezőgazdasági és ipari munkából származó bérjövedelemmel:

$$Y_r = \phi_r \cdot (1 - \gamma) + W_r \cdot \lambda_r \cdot \gamma \quad [3.6]$$

ahol ϕ_r a mezőgazdasági munkaerő, míg λ_r az ipari munkaerő r -dik régió belüli arányát jelöli.

⁶ A profitmaximalizálási feladat levezetése a Függelékben olvasható.

Az r -dik régióban érvényes ipari árindex az r -dik régióban fogyasztott ipari termékek termelés helye szerinti régióban működő vállalatok részarányával súlyozott átlagos ára, értéke a normalizációk⁷ elvégzését követően a következő összefüggés alapján adódik:⁸

$$I_r = (\sum_{s=1}^R \lambda_s \cdot W_s^{1-\varepsilon} \cdot T_{sr}^{1-\varepsilon})^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad [3.7]$$

ahol T_{sr} jelöli a szállítás költségét az s -dik régióból az r -dik régióba.

Az r -dik régióbeli ipari bér az ipari termék piacon érvényesülő kereslet és kínálat egyezőségének feltételezésével vezethető le. A nominálbér-egyenletet megkapjuk, ha a fogyasztói keresletek minden egyes régióra külön-külön érvényes, [3.3]-as összefüggés szerinti egyenleteit egyenlővé tesszük az r -dik régióban működő reprezentatív vállalat kínálatának [3.5]-ös egyenletével és mindehhez felhasználjuk a [3.4]-es egyensúlyi árösszefüggést. Az átrendezést és a normalizációkat követően az r -dik régióban kifizetett ipari nominálbérré a következő összefüggés érvényesül:⁹

$$W_r = (\sum_{s=1}^R Y_s \cdot I_s^{\varepsilon-1} \cdot T_{rs}^{1-\varepsilon})^{\frac{1}{\varepsilon}} \quad [3.8]$$

Az r -dik régióban érvényes ipari reálbér ezek után már egyszerűen adódik, amennyiben a nominálbért az árindexszel defláljuk:

$$\omega_r = W_r / I_r^{-\delta} \quad [3.9]$$

A modellben a dinamikát az ipari munkaerő feltételezett mobilitása adja. A munkaerő mindig oda költözik, ahol a legmagasabb reálbért fizetik. A mechanizmust a következő differenciálegyenlet, az ún. migrációs egyenlet biztosítja:

$$\dot{\lambda}_r = \eta \cdot (\omega_r - \bar{\omega}) \quad [3.10]$$

ahol $\bar{\omega}$ az átlagos reálbért jelöli, η pedig migrációs paraméter, amely a migráció sebességét fejezi ki.

A többregiós centrum-periféria modellt a [3.6] - [3.10]-es $5 \cdot R$ darab egyenlet írja le (ebből csak $5 \cdot R - 1$ a független egyenletek száma, mivel a modell megfogalmazása alapján teljesülnie kell a $\sum_{s=1}^R \lambda_r = 1$ feltételnek). Az első három egyenlet adja meg a modell rövid távú egyensúlyát, míg a hosszú távú egyensúly kialakulását az utolsó két egyenlet biztosítja. Rövidtávon a régiók között a reálbérek nem egyenlítődnek ki, ez okozza azt, hogy az alacsonyabb reálbért kínáló régiók ipari munkásai a magasabb reálbért biztosító régiókba vándorolnak. A hosszú távú egyensúly akkor alakul ki, amikor megszűnik az interregionális

⁷ Hogy átláthatóbbá tegye modelljét, Krugman négy egyszerű normalizációt alkalmazott: $L = 1$, $\gamma = \delta$, $\alpha = \gamma/\varepsilon$ és $\beta = \rho$.

⁸ Az ipari árindex-összefüggés levezetését a Függelékben tárgyalom.

⁹ A nominálbér-összefüggés levezetését a Függelék tartalmazza.

migráció, vagyis az ipari munkásokat semmi nem ösztönzi arra, hogy másik régióba költözzenek.

3.1.3. Centrum és periféria: A kétrégiós modell

A modell hosszú távú egyensúlyi megoldását a legkönnyebben a klasszikus, kétrégiós modellel szemléltethetjük. Kétrégiós esetben csak 9 egyenlettel kell dolgoznunk ($\gamma = \delta$ normalizációt felhasználva):

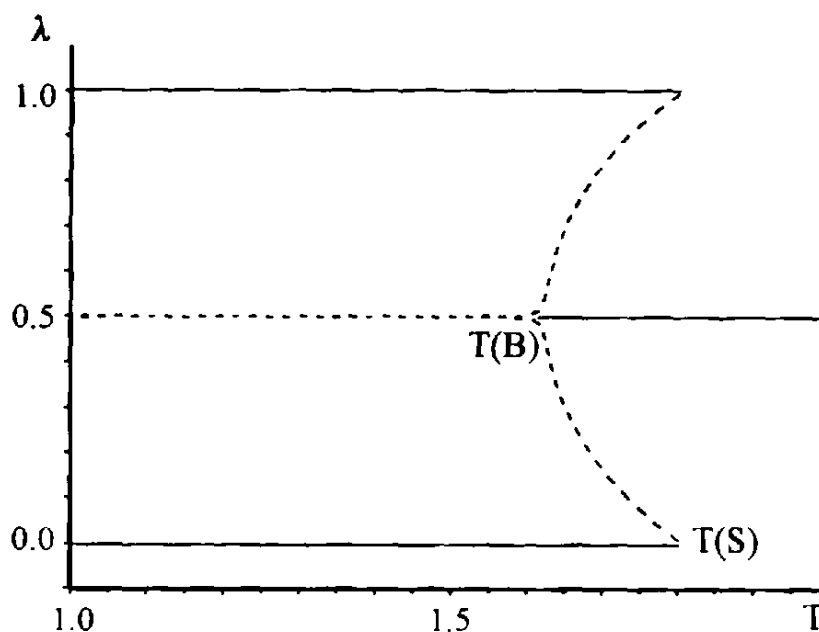
$$\begin{aligned} Y_1 &= \phi \cdot (1 - \delta) + W_1 \cdot \lambda \cdot \delta \\ Y_2 &= (1 - \phi) \cdot (1 - \delta) + W_2 \cdot (1 - \lambda) \cdot \delta \\ I_1 &= (\lambda \cdot W_1^{1-\varepsilon} + (1 - \lambda) \cdot T^{1-\varepsilon} \cdot W_2^{1-\varepsilon})^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \\ I_2 &= (\lambda \cdot W_1^{1-\varepsilon} \cdot T^{1-\varepsilon} + (1 - \lambda) \cdot W_2^{1-\varepsilon})^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \\ W_1 &= (Y_1 \cdot I_1^{\varepsilon-1} + Y_2 \cdot T^{1-\varepsilon} \cdot I_2^{\varepsilon-1})^{\frac{1}{\varepsilon}} \\ W_2 &= (Y_1 \cdot I_1^{\varepsilon-1} \cdot T^{1-\varepsilon} + Y_2 \cdot I_2^{\varepsilon-1})^{\frac{1}{\varepsilon}} \\ \omega_1 &= W_1 / I_1^{-\delta} \\ \omega_2 &= W_2 / I_2^{-\delta} \\ \dot{\lambda} &= \eta \cdot (\omega_1 - \bar{\omega}) \end{aligned}$$

Amennyiben a mezőgazdasági szektor egyenletes eloszlását feltételezzük, ϕ értékének 0.5-t választunk. A kétrégiós modellben három lehetséges térbeli egyensúly alakulhat ki: az egyenletes eloszlás mellett kialakulhat teljes koncentráció a régiók bármelyikében. Az, hogy végső soron milyen lesz az egyensúlyi térszerkezet, három paraméter, δ , ε valamint T értékétől függ. δ fejezi ki az ipari termelés részarányát az össztermelésben. Az ipar túlsúlya a gazdaságban azt jelzi, hogy egyre dominánsabban tud érvényesülni a növekvő hozadék a térbeli folyamatokban. Mivel a növekvő hozadék a koncentrációt elősegítő fontos jelenség, a paraméter magas értéke növeli a térbeli koncentráció kialakulásának valószínűségét. ε hármas jelentéssel bír, kifejezi a termékek közötti helyettesítés rugalmasságát valamint a kereslet árrugalmasságát, és egyben a vállalatok által érzékelt skálahatás inverz mutatója. Minél nagyobb a paraméter értéke, a termékek annál jobb helyettesítői egymásnak, a fogyasztók számára annál közömbösebb bármely két termék, a termelők számára pedig annál erősebb a verseny. A fogyasztók tehát egyre inkább megelégszenek a saját régiójukban előállított termékek fogyasztásával, míg a termelők egyre erősebb versenyt érzékelnek, ami

miatt egyre kevésbé vonzóak számukra a nagy és koncentrált piacok. ε növekedése tehát a dekoncentráció irányába hat. Végül T jelöli a szállítási költség mértékét, magas értéke a termelés dekoncentrációját támogatja.

A további munkám szempontjából a szállítási költség módosulásának hatása lesz jelentős, ezért érdemes kicsit közelebbről megvizsgálni a kétrégiós modellben. A szállítási költség függvényében mutatja be a lehetséges térbeli egyensúlyokat az ún. Tomahawk-diagram (1. ábra) (Fujita - Krugman - Veables, 1999). Magas szállítási költség mellett csak akkor van egyensúlyban a térszerkezet, ha mindkét régióban van ipari tevékenység, vagyis az egyenletes eloszlás lesz jellemző a termelés térbeli kiterjedésére. A szállítási költség alacsony értékei mellett ezzel szemben a térbeli egyensúlyt a koncentráció biztosítja, amely a régiók bármelyikében lehetséges. Közepes szállítási költség mellett mindkét térszerkezet, az egyenletes eloszlás és a koncentráció is potenciális egyensúlyt jelöl. A Tomahawk-diagramnak két kitüntetett pontja van, a törés- valamint a fenntarthatósági pont. Előbbit az ábrán $T(B)$, utóbbit $T(S)$ jelöli. A töréspont a szállítási költség azon értékét adja meg, amely alatt az egyenletes eloszlás instabillá válik. A fenntarthatósági pont jelöli a szállítási költségnek azt az értékét, amely felett a centrum-periféria helyzet fenntarthatatlan, vagyis a koncentráció instabillá válik. A két pont között a koncentráció és az egyenletes eloszlás is potenciális térbeli egyensúly.

1. Ábra. Tomahawk-diagram



[Forrás: Fujita - Krugman - Venables, 1999 68. o.]

3.1.4. A tér heterogenitása: Egy- és kétdimenziós térbeli modellek

A térbeli modellek kapcsán érdemes közelebbről is megvizsgálni a tér homogén illetve heterogén jellegének jelentőségét. Homogén (vagy semleges) térről akkor beszélünk, ha a lehetséges lokációk egyike sem rendelkezik relatív földrajzi előnnyel más lokációkkal szemben, azaz minden lehetséges lokáció központisége egyforma. Semleges a tér például egy kör mentén, ahol a lehetséges lokációk kizárólag a kör kerületén helyezkedhetnek el. Heterogén a tér akkor, ha található földrajzilag kitüntetett pozícióban levő lokáció, azaz létezik a többihez képest központibb helyen levő lokáció. Ilyen lokáció lehet például a kör középpontja, ha a lehetséges lokációk a körön belül is elhelyezkednek illetve ilyen a valós térszerkezet is.

Krugman (1991) modelljében eredetileg két régiót feltételezett, majd később kiterjesztette a modellt az egydimenziós és kétdimenziós térre is (1993). A kétrégiós, dimenzió nélküli esetben a régióknak nem létezik konkrét földrajzi helyzete, mindössze a régiók relatív földrajzi vetületére következtethetünk a modellspecifikációból. Minél nagyobb ugyanis a két régió közötti szállítási költség, feltehetőleg annál nagyobb a két régió közötti távolság is. A modell tehát nem az esetleges koncentráció földrajzi helyzetét jelzi előre, mindössze annyit mutat meg számunkra, hogy kialakulhat-e koncentráció a régiók valamelyikében és ehhez a két régió között milyen relatív elhelyezkedés illetve milyen egyéb paraméterértékek szükségesek. A tér még túl absztrakt ahhoz, hogy a valós térszerkezetre messzemenő következtetéseket vonjunk le belőle. Ebben az értelmezésben a tér semleges, hiszen nem lehetséges, hogy a régiók valamelyike kitüntetett földrajzi pozícióban legyen.¹⁰ Éppen ez a térbeli semlegesség az oka annak, hogy valamely régió relatív előnyét kell feltételeznünk ahhoz, hogy egyáltalán esély legyen a koncentráció kialakulására. Ennek gyakorlati megvalósítása a centrum-periféria modellben úgy lehetséges, hogy feltesszük, hogy a régiók között az ipari termelés kezdeti eloszlása nem egyforma, valamely régióban az ipar eleve koncentrálódik.

Az egydimenziós esetben a lehetséges földrajzi lokációk egy egyenes szakasz mentén, folytonosan helyezkednek el. A kétdimenziós modellben pedig egy adott sugarú körön belül alakulhat ki térbeli koncentráció. Ebben a két megközelítésben a földrajzi dimenzió tehát már erőteljesebben van jelen, hiszen a lokációk száma a tér folytonosságából adódóan végtelen

¹⁰ Belátható, hogy ahhoz, hogy egy régiónak földrajzi előnye legyen, legalább három régiót kell feltételezni és ekkor is kizárólag a szállítási költség alapján következtethetünk a régiók központiségára a túl absztrakt térértelmezésből kifolyólag.

éppúgy, mint a valóságban, és a köztük lévő távolság is konkrétan, valamilyen távolságmérték szerint definiált (egydimenziós esetben általában egyszerű távolság, kétdimenziós esetben pedig euklideszi távolság). A tér már nem homogén, mivel bizonyos lokációk (az egyenes szakasz közepe illetve a kör közepe) előnyösebb pozícióban vannak más lokációkkal szemben (az egyenes szakasz két végpontja illetve a kör kerületén elhelyezkedő lokációk). Éppen ezért ez a modell már elemezhető a zéró agglomeráció, vagyis az ipar egyenletes eloszlásának feltevésével. Ugyanakkor a tér még mindig túl absztrakt ahhoz, hogy a valós térszerkezetre is értelmezhetővé váljanak a modellből kapott eredmények.

Összefoglalva a térbeli modellek térkezelését azt mondhatjuk, hogy a háromféle térértelmezés jól kezeli a régiók egymáshoz viszonyított helyzetét, de még mindig nem tudunk egzakt választ adni arra a kérdésre, hogy a valóságban hol fog kialakulni koncentráció. Az egy- és kétdimenziós modellek óriási jelentősége az, hogy lehetővé teszik számunkra, hogy a földrajzi elhelyezkedés szerepét vizsgáljuk meg (Krugman, 1998). Választ kaphatunk arra, hogy a kialakult térszerkezetet mennyiben befolyásolta a földrajzi szempontból kedvező vagy kedvezőtlen pozíció. Éppen ez az a jelenség, amit a dolgozatban vizsgálni szeretnék. Mindössze egy olyan módszerre van szükségem, ami az eddig vizsgált absztrakt terek helyett a valós tér vizsgálatát is lehetővé teszi. A következő részben ennek bemutatása következik.

3.2. Térinformatika

A térinformatika egy alkalmazott tudomány, melynek jellegzetessége, hogy nem nevezhető meg egy olyan tudományterület, amihez szervesen kötődne. Sokkal inkább jellemző rá az, hogy a tudományterületek széles skálája alkalmazza eredményeit, így például a földrajz, térképészet, matematika, műszaki tudományok vagy közgazdaságtan. A térinformatika elsődleges feladata, hogy a számítógépes forradalom előtt csupán papíron tárolt, földrajzi helyhez kötött adatokat digitális formában tárolja és azokat a vizualizációs technikáknak köszönhetően térkép formájában megjelenítse. A térinformatika tehát nem csupán egy térképet jelent, hanem egy térbeli dimenzióval ellátott, térképhez kötött adatbázist, ún. geo-adatbázist. A térinformatikai feladatok számítógépes támogatása a kifejezetten erre a célra kifejlesztett Földrajzi Informatikai Rendszerekkel (GIS) történik (Fischer, 2006). A térinformatika lehetővé teszi a társadalom- és természetkutatók számára, hogy az adatokat térhez kötötten módosítsák, elemezzék és ábrázolják, kitágítva ezzel számukra jelentős mértékben az elemzési és vizualizációs eszköztárat. A térinformatika jelentős mértékben hozzájárult a közgazdaságtan térbeli dimenziójának terjedéséhez és elismeréséhez, hiszen például a térbeli adatok statisztikai elemzéséhez kifejlesztett térökonometriai módszerek is térinformatikai támogatást igényelnek és az itt bemutatásra kerülő modell is térinformatikai módszereket alkalmaz.¹¹

A hamarosan bemutatásra kerülő modell azzal a szándékkal veszi igénybe a térinformatika forradalmi eredményeit, hogy az előzőekben bemutatott többregiós térbeli modellt az eddig megszokott absztrakt tér helyett a valós, térképészek által felmért, szélességi és hosszúsági koordinátákkal definiált térben alkalmazza (Stelder, 2005). A térképek készítése nagyon pontos, precíziós technológiákat igényel, de erre a munkám során nem lesz szükség, hiszen a térképészettel kapcsolatba lépő kutatók számára ezek a megfelelő formátumokban elérhetőek és a térinformatikai szoftverekkel tetszés szerint módosíthatóak, szerkeszthetőek, valamint elemzés céljára felhasználhatóak. Ha rendelkezésemre áll a megfelelő térkép, akkor egy egyszerű, legtöbb GIS szoftverbe beépített modul segítségével átalakítható úgy, hogy modellezésre alkalmassá váljon. A továbbiakban ennek gyakorlati megvalósítását mutatom be.

¹¹ A térökonometriai módszerekről részletes leírást talál az Olvasó Luc Anselin (1988) vagy magyar nyelven Varga Attila (2002) munkájában.

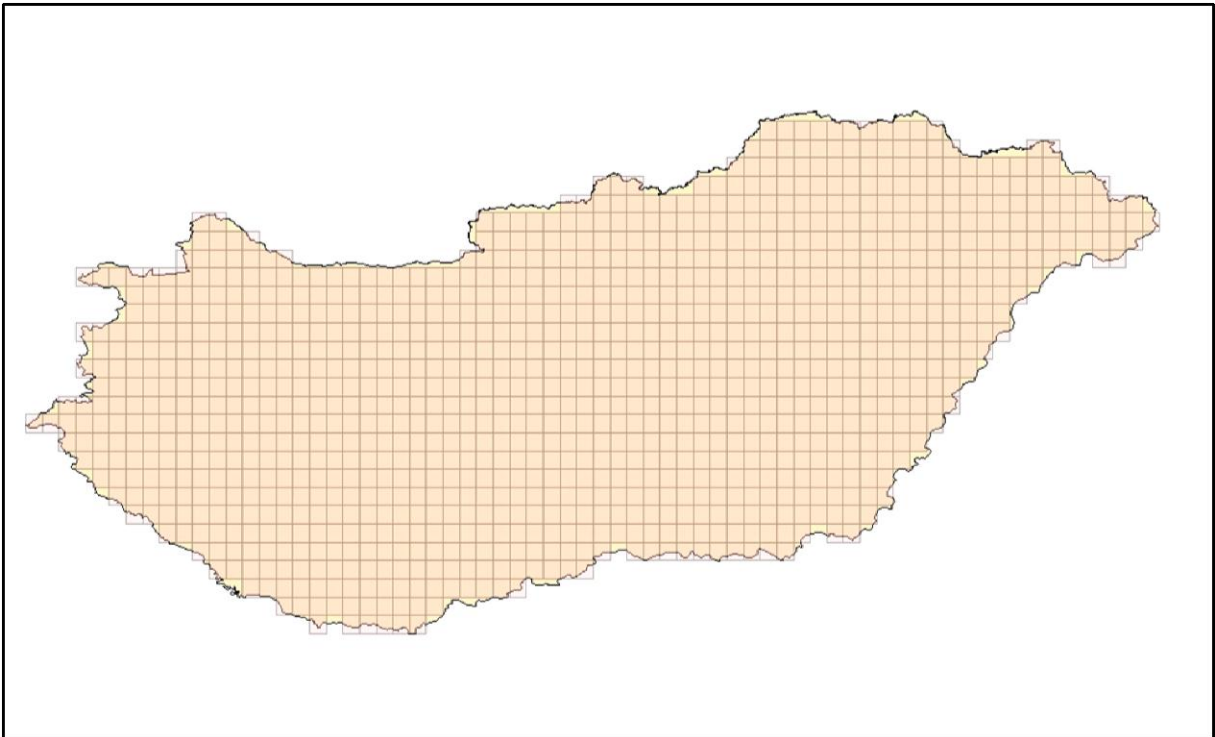
3.2.1. A modellben alkalmazott térképek előállítása

Ahhoz, hogy a térbeli modellekhez valós térszerkezetet rendeljünk, egy modellezési trükk felhasználása szükséges. A valóságban a földrajzi tér folytonos, az ismertett modell viszont csak diszkrét térben alkalmazható, hiszen véges számú lehetséges lokációt tud kezelni. Ezért a valódi, folytonos teret átalakítjuk diszkrét térré Stelder (2005) alapján, ami ugyan jelentős mértékű információvesztést okoz majd, de lehetővé teszi a modell valós térben történő tesztelését. Ehhez az előre kiválasztott térképre egy szabályos négyzethálót kell szerkeszteni úgy, hogy a négyzetháló illeszkedjen a kiválasztott térképre és lefedje az egész teret. Fontos, hogy a négyzetháló elemeit úgy válasszuk meg, hogy azok centroidjai a térképen belül helyezkedjenek el. Végül a kapott, térkép formájú négyzetháló elemeinek vesszük a középpontjaihoz rendelt koordinátáit. Ezek a koordináták fogják jelölni a továbbiakban a térszerkezetet, ami immáron diszkrét tér, de jól közelíti a folytonos teret. Az átalakításra azért van szükség, hogy azt a hatalmas mennyiségű információtartalmat, amit a folytonos térértelmezés jelent, a térbeli modell számára kezelhetővé válják. Ezzel a trükkel tehát lényegesen leegyszerűsíthető a térszerkezet folytonosságából adódó probléma. A 2. ábra a Magyarországra megszerkesztett négyzethálót mutatja be, míg a 3. ábra az annak centroidjaiból megszerkesztett ponthálózatot szemlélteti.¹²

Természetesen tetszőleges méretű és formájú ponthálózat megszerkesztésére van lehetőség. A háló mérete, azaz az egységnyi területre megszerkesztett pontok száma befolyásolja a várható eredmények pontosságát. Minél sűrűbben fedett a tér, annál jobban közelíti a folytonos térértelmezést a négyzetháló és így annál precízebb eredményekre számíthatunk a szimulációk során. Ugyanakkor minél sűrűbb a tér, annál több időt vesz igénybe az egyensúlyi térszerkezet kiszámítása, sőt bizonyos méret felett egy egyszerű otthoni számítógépen már lehetetlenné válik a modell futtatása. A diszkrét módon definiált tér optimális mérete a modellező egyéni preferenciáinak függvénye.

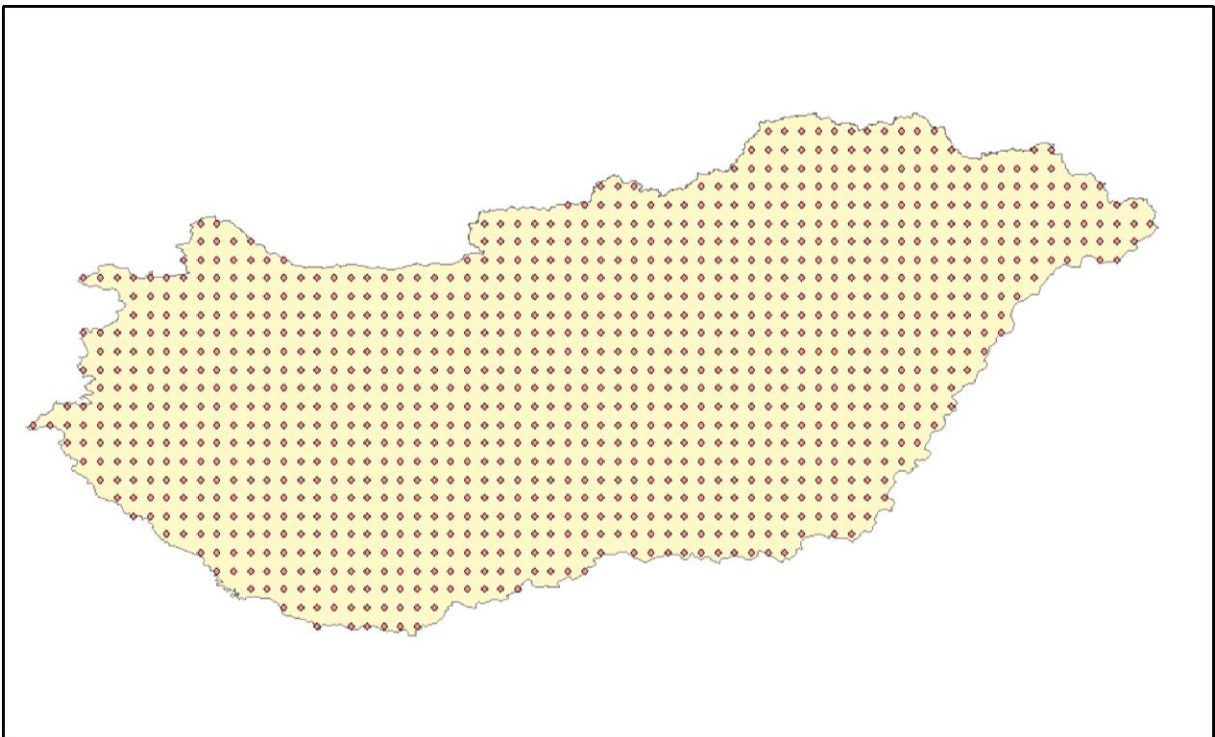
¹² A dolgozatban szereplő, térképeket mutató ábrákat az ArcGIS nevű térinformatikai program segítségével készítettem el.

2. *Ábra.* Magyarország formájú négyzetháló



[Forrás: saját szerkesztés]

3. *Ábra.* Magyarország formájú ponthálózat

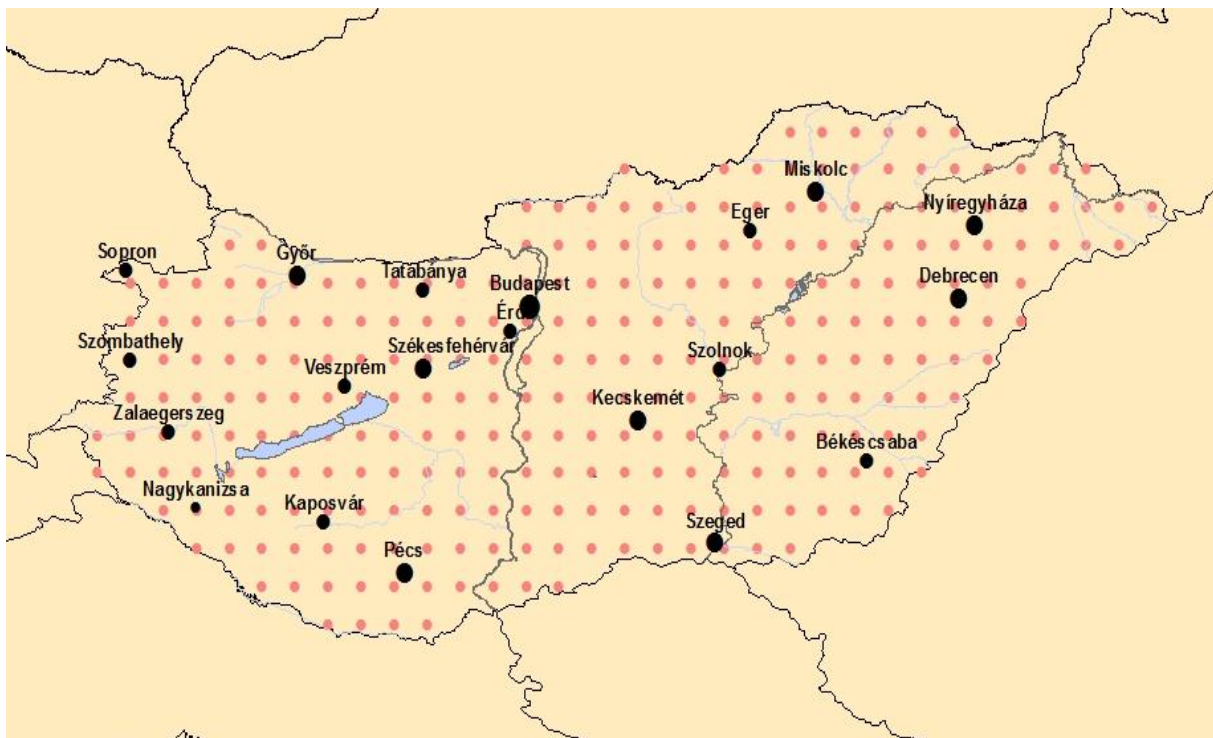


[Forrás: saját szerkesztés]

3.2.2. Az eredmények értékelésének szempontjai és az optimális térszerkezet

A diszkrét térértelmezésből következik, hogy csekély annak valószínűsége, hogy a szimulációk során a városokat valós helyén jelezzen előre a modell. Sőt ez szinte lehetetlen, hiszen még viszonylag sűrűn fedett térben is igen nagy valószínűséggel nagy számban lesznek olyan létező városok, melyek koordinátái nem egyeznek meg a szimulációban használt tér diszkrét módon definiált koordinátaival. A 4. ábra jól szemlélteti ezt a jelenséget. Az ábrán feltüntettem a húsz legnépesebb magyar várost és egy Magyarország formájú ponthálózatot. Az ábrán látható, hogy a legtöbb valós város nem illeszkedik a ponthálózat elemeire. A jelenséget az eredmények értelmezésekor is fontos lesz szem előtt tartani. Az eredményeket annak tükrében kell majd értékelni, hogy nincs lehetőség tökéletes megoldásra. Az egyensúlyi térszerkezet közelítheti a valóságot, de sohasem fog megegyezni a valós térszerkezettel.

4. Ábra. Városok elhelyezkedése és egy szerkesztett ponthálózat



[Forrás: saját szerkesztés]

A modellben a városok ott alakulnak ki, ahol az ipar a közvetlen környezetéhez képest koncentráltabban van jelen, ami ekvivalens azzal, hogy a népesség koncentrálódik a térségben. A modellben a városokat ezek szerint ipar-, illetve népességtömörülést mutató entitásokként értelmezzük. Ez a megközelítés megfelel a természetföldrajzban is elfogadott közgazdasági városfogalomnak, mely a települések által ellátott gazdasági szerepkörök településen belüli arányát veszi alapul, és a tipikusan nem mezőgazdasági jellegű településeket tekinti városnak (Beluszky - Győri, 2005).

A modell-szimulációk eredményeként kialakuló egyensúlyi térszerkezetben lesznek tehát olyan pontok, ahol a modell alapján városokat jelezhetünk előre. Az egyensúlyi térszerkezetnek három fontos jellemzője lesz. Az első a tér koncentrálttsága, amit a városok száma jelez a modellben. A második a tér mintázata, vagyis a városok elhelyezkedése. Már önmagában a városok számának és elhelyezkedésének ismeretében is lehetőség adódik a valós térszerkezetre vonatkozó következtetések levonására. Ugyanakkor egy harmadik fontos jellemzője is lesz majd az egyensúlyi térszerkezetnek, mégpedig a városok mérete. A modell a térbeli heterogenitás miatt nem egyforma nagyságú, uniformizált városokat fog előre jelezni, hanem különbségek adódnak majd a városok méretében is. Nyilvánvalóan mind a városok számát, mind elhelyezkedésüket, mind pedig a városok méretét befolyásolni fogja a földrajzi tér formája (Stelder, 2008) valamint a centrum-periféria modellből megismert paraméterek értéke.

A becsült térszerkezet jellemzőinek értékelése kapcsán felmerülhet a kérdés, hogyan lehet az előállt térszerkezet illeszkedését, ha úgy tetszik jóságát mérni.¹³ A szimulált tér diszkrét jellegéből és a modellabsztrakciókból adódóan nem lehetséges tökéletes előrejelzés, minden esetben előfordul majd valamekkora különbség a tényleges és becsült városok elhelyezkedésében. A legkézenfekvőbb megoldásnak ezért az tűnik, ha a szimulált városok valós városoktól való távolságbeli eltéréseit aggregáljuk. Az előállt egyensúlyi térszerkezetek közötti választásnál a statisztikában megismert módszerekhez hasonlóan itt is hasznosnak tűnik egy olyan elv alkalmazása, amelyben az előforduló hiba minimumát keressük. Vagyis azt a szimulált térszerkezetet tekintjük optimálisnak, melyben a szimulált és a tényleges városok elhelyezkedése közötti eltérés a lehető legkisebb. A hibaminimalizálás során persze több szempontot is figyelembe kell venni. Különböző kiterjedésű térben tesztelt modellek összehasonlítására a módszer nem alkalmas, mivel a hálózat mérete és a várható eredmények

¹³ Stelder (2005) a szimulált térszerkezetek jóságának mérésére egy a korrelációs együtthatóhoz hasonló elven alapuló mutatót alkalmaz, amely különböző hálózatokon tesztelt modellek összehasonlítását is lehetővé teszi. Az eljárás bonyolultsága miatt, és mert a különböző térben tesztelt modelleket nem kívánom összehasonlítani, megelégszem egy egyszerűbb módszer alkalmazásával.

pontossága között negatív kapcsolat van. Nagyobb teret lefedő hálózatban azonos térsűrűség mellett magasabb a lehetséges lokációk száma, vagyis kisebb a találati valószínűség. További szempont, amire figyelemmel kell lenni, hogy a városok számában lehetséges eltérések miatt a hibát átlagos eltérésként kell értelmezni, vagyis minden esetben a városok számával szükséges átlagolni a távolságbeli eltéréseket. Számolni kell továbbá azzal is, hogy két vagy több szimulált város egyazon valós városhoz esik legközelebb. Ennek előfordulásakor csak egy esetben vehetjük figyelembe a valós várost. Utóbbi problémák kiküszöbölésének gyakorlati megvalósítása a mai programozási technikának köszönhetően nem ütközik akadályba.

3.3. Összefoglalás

A fejezetben a vizsgálathoz felhasznált térbeli modell módszertani elemeit mutattam be. Ennek kapcsán ismertettem az új gazdaságföldrajzi irányzat legfontosabb eredményeit és az egyensúlyi modellezésben innovatívnak számító elemeit. Bemutattam a centrum-periféria több régióra felírt változatának matematikai modelljét, a kétrégiós esetből a térszerkezet mintázatára levonható következtetéseket, és részletesen tárgyaltam a többdimenziós modellek jelentőségét a tér homogén illetve heterogén jellegének értelmezésében. A fejezet második részében a modellhez felhasznált térinformatikai módszerekről adtam leírást, amely segítségével a térbeli modellek a valós térben is alkalmazhatók válnak. Röviden szót ejtettem a modellből következő eredmények értékelésének szempontjairól valamint az optimális térszerkezet kiválasztásának elvéről is. A következő fejezetben az ismertett modellt alkalmazom a magyar városok előrejelzésére.

4. fejezet

Új gazdaságföldrajz a gyakorlatban: A magyar térszerkezet új gazdaságföldrajzi szimulációja

A soron következő fejezetben az új gazdaságföldrajz alapmodelljét egy valós jelenség, a magyar térszerkezet sajátosságainak leírására alkalmazom. Az ehhez választott módszert az előző fejezetben már ismertettem. Magyarország térszerkezetének vizsgálata az új gazdaságföldrajzi eszközökkel egészen új perspektívát jelent, így semmilyen korábbi kutatási eredmény nem áll rendelkezésre, amely orientációként szolgálhatna a vizsgálat során. Ez bizonyos szempontból persze előnyös, mert semmi sem térít el attól, hogy a saját intuícióimra és megérzéseimre hallgassak.

A fejezetben három, különböző kiterjedésű földrajzi térben alkalmazom a modellt, vagyis a magyar térszerkezet előrejelzésére eltérő földrajzi tereket alkalmazva teszek próbát. Bemutatok egy-egy szimulációt a mai illetve a történelmi Magyarország területén, valamint elvégzem az előrejelzést a szomszédos országokat is magában foglaló térben. A különböző modellek eredményeiből azt remélem, hogy a földrajzi tér változtatásával magyarázhatóvá válnak a magyar térszerkezet jellegzetességei. Úgy vélem, a mai Magyarország térségére alkalmazott modell az I. Világháborút követő határváltozások hatását képes megmagyarázni, így elsősorban a XX. század során felértékelődött városok valamint a városhálózaton belül pozíciójukat megerősíteni képes városok előrejelzésére alkalmazható. A történelmi Magyarországra alkalmazott modellel elsősorban Budapest elhelyezkedésének magyarázatára számítok, de ezzel a modellel úgy gondolom, már vizsgálhatóak a nagy múltú, történelmi jelentőségű városok is. Végül a szomszédos országok térségére kiterjesztett modell - amely már figyelembe veszi a környező országok térszerkezet-alakító hatását is - véleményem szerint az ország aktuális térszerkezetének előrejelzését támogatja majd.

A fejezet első részében röviden szót ejtek a modellel kapcsolatos alapvető feltevésekről. A három modellel elvégzett szimulációk eredményét és a levonható következtetéseket a fejezet további részeiben ismertetem.

4.1. A modell-szimulációk feltételi környezete

A korábbi fejezetek alapján világossá vált, hogy miért bír nagy jelentőséggel az új gazdaságföldrajzi kutatásokban a Stelder (2005) által leírt módszeren alapuló térbeli modell. Gyakorlati jelentősége elsősorban abból ered, hogy az alkalmazott modell-szimulációk eredményeiből a földrajzi térnek az ipar- és városfejlődésben betöltött szerepére következtethetünk. Emellett az új gazdaságföldrajz egyik empirikus modelljeként tekinthetünk rá, amely hozzájárulhat az új gazdaságföldrajzi kutatások megalapozásához és sikeréhez.

A második fejezetben ismertettem azokat a tényezőket, melyek a magyar térszerkezet fejlődésében kiemelt szerepet játszottak. Ide sorolhatóak a természeti környezet adottságai, a gazdálkodás fejlődésének téralakító ereje, valamint a földrajzi tér térszerkezetre kifejtett hatása. Emellett van egy olyan tényező, melynek a térszerkezet fejlődésében talán mindennél nagyobb szerepe van. Krugmant idézve: „A termelés területi elhelyezkedésén hosszan tartó és mély nyomot hagyott a történelem és a véletlen” (Kurgman, 2003 23. o.).

Ezen természetes téralakító erők teljes körű figyelembevétele a modellben nem lehetséges. A modell nem teszi lehetővé számunkra, hogy figyelembe vegyünk a természeti környezet, így például az éghajlat, a talaj-termőképesség vagy a természeti tényezőkkel való ellátottság hatásait, amely mind befolyással lehet/lehetett a városok fejlődésére.¹⁴ Hasonlóképpen nem kezelhetőek az alkalmazott modellkeretben a történelmi véletlenek sem. A másik két tényező viszont akadály nélkül vizsgálható a modell működése szempontjából. A gazdasági tényezők a modell alapjául szolgáló klasszikus centrum-periféria modellben feltételezett tényezők között szerepelnek, így ezek hatása a modellben eleve adott. A modell továbbá nagyszerű lehetőséget kínál arra, hogy a téralakító hatások közül a földrajzi tér szerepét vizsgáljuk. Sőt, lehetővé válik az is, hogy a földrajzi teret különböző kiterjedésű terek alkalmazásával eltérő módon értelmezzük. Ugyanakkor a modellezés során az alkalmazott módszer miatt a választott földrajzi tér befolyással van a kapott eredményekre. Éppen emiatt alapos megfontolást igényel a szimuláció térbeli keretének kiválasztása.

Munkám során a következő megközelítést fogom alkalmazni. Lehetőség szerint több különböző földrajzi térben fogom elvégezni a modell-szimulációt, ezek a mai Magyarország,

¹⁴ Elméletben lehetséges lenne a természeti környezet hatásainak figyelembevétele a modellben, de ehhez valamilyen egzakt értéket kellene meghatároznunk az egyes térségek természeti adottságainak kifejezésére például úgy, hogy feladjuk a zéró agglomeráció feltevését. Ez viszont korántsem problémamentes, mind módszertani, mind elméleti problémákat felvet, ezért ebben a dolgozatban nem is teszek rá kísérletet.

az I. Világháború előtti Magyarország valamint a szomszédos országokkal kibővített földrajzi tér. Minden esetben megindokolom, miért és mely problémák vizsgálatára tartom alkalmasnak a választott térbeli keretet. A szimulációk során mindvégig betartom a zéró agglomeráció feltevését, azaz a földrajzi térben nincsenek kitüntetett térségek, azok mindegyike azonos feltételekkel szerepel a modellben. Vagyis a gazdasági paraméterek mellett kizárólag a térségek térbeli adottsága, elhelyezkedése lesz befolyással a kialakult egyensúlyi térszerkezetre.

A modellben a szállítási költséget, az ipar részarányát valamint a helyettesítés rugalmasságát kifejező paraméter értékét szükséges exogén módon meghatározni, ezeket az előző, módszertani fejezetben részletesen bemutattam. Ez a három paraméter felel a térbeli adottságok mellett a térszerkezet végső egyensúlyi állapotáért. Ezen paraméterek és a földrajzi tér dinamikus összjátéka eredményeként alakulhat ki teljesen koncentrált, egyenletes eloszlású, illetve a két szélsőség között különböző koncentráltságú térszerkezet. Az ipar részarányát kifejező paraméter értékének 0.5-t, míg a kereslet rugalmasságát reprezentáló paraméter értékének 5-t választottam Stelder (2005) modelljének megfelelően.¹⁵ Ezek értékét végig konstansnak tekintem, vagyis ezek tekintetében nem vállalkozom érzékenységvizsgálatra jelen dolgozatban, de természetesen erre is lehetőség van. A modellt tehát csupán a szállítási költség függvényében vizsgálom. Mivel a különböző modell-szimulációkban a földrajzi tér is adottságnak tekinthető, a szállítási költség mértéke fogja végső soron determinálni a modell egyensúlyi kimenetelét ugyanazon földrajzi térben modellezve.

A szállítási költség értékét a Samuelson féle jéghegyelv (Samuelson, 1952) szerint kell értékelni. Ennek értelmében a szállítási költség azt fejezi ki, hogy egységnyi termék egységnyi távolságra történő szállításához mennyit kell a termékből útnak indítani. Vagyis a szállítási költséget magában a termékben fejezzük ki. Ez persze könnyen megadható értékben is, ha a megfelelő árat alkalmazzuk a termékkel. A modellben alkalmazott szállítási költséget 10 kilométer távolságra kell értelmezni. A szállítási költség ezek alapján azt mutatja meg, hogy egységnyi termék 10 kilométernyi távolságra történő szállításához a termék mekkora hányadát kell útnak indítani. Mindebből következik, hogy a szállítási költség egynél nagyobb értéket vehet csak fel.

¹⁵ A két paraméter értékének rögzítése kizárólag azt a célt szolgálja, hogy az egyensúlyi térszerkezetet a szállítási költség változtatásával vizsgálhassuk. A paraméterértékek alapján nem kívánok levonni következtetéseket a magyar térszerkezetre vonatkozóan, így nincs is jelentősége annak, hogy milyen értéken rögzítjük a két paraméter értékét.

A modell-szimulációk eredményeinek értelmezésénél nem szabad messzemenő következtetéseket levonnunk a magyar térszerkezetre vonatkozóan. Ennek oka, hogy a modell sok tekintetben hiányosságokkal küszködik. Illendőnek tartom a modell erősségeinek bemutatásán túl röviden ismertetni ezeket a gyengeségeket is. Az egyik hiányosságról már szót ejtettem korábban, a modell a természetes térszervező erőket nem képes teljes körűen figyelembe venni. A másik problémát a diszkrét térértelmezés jelenti, melyre szintén utaltam korábban. A tér diszkrét jellege miatt a valós térnek csak jó közelítését adja, ez negatívan befolyásolja a várható eredmények pontosságát. További problémát jelenthet, hogy a modellben két térség között a távolságot egyszerűen az euklideszi távolság alapján számítjuk, amely két pont között az egyenes vonalú távolságot adja meg.¹⁶ A valóságban azonban számos tényező akadályozza az egyenes vonalú közlekedést. Az alkalmazott távolságmérték miatt a távolságmátrix ($n \times n$ méretű mátrix, amely ij eleme megmutatja az i -dik régió j -dik régiótól mért távolságát) szimmetrikus lesz, vagyis a távolság két régió között ugyanakkora függetlenül a közlekedés irányától. A valóságban ez sem mindig teljesül. Végül munkám során a harmadik modellvariáns esetében (szomszédos országokra kiterjesztett tér) további problémát jelenthet, hogy a modell nem veszi figyelembe a migrációk során az országhatárokat, vagyis feltételezés szerint az országhatárokon belüli migráció semmiben sem különbözik az országhatárokat átívelő migrációtól. A történelem során ugyan mindig létezett országhatárokat átívelő migráció (így például a Habsburg Birodalom fennállása alatt a szervezett német betelepítések vagy a szovjet megszállás alatt a külföldre történő emigráció), de Európában elsőként a Schengeni Egyezmény tette lehetővé az Európai Unió állampolgárai számára a szabad költözködés lehetőségét.¹⁷

¹⁶ Két pont között az euklideszi távolságot a következő képlet szerint számíthatjuk ki: $d_{ij} = ((x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2)^{1/2}$, ahol (x_i, y_i) valamint (x_j, y_j) jelölik i és j pontok koordinátáit.

¹⁷ A probléma egyszerű programozási technikákkal könnyen kiküszöbölhető. Egyik lehetőség, ha teljesen megszüntetjük a külföldi migrációt. Ehhez a modellben új feltételeket kell megadni, amivel megtiltjuk az országok közötti munkaerő-migrációt. Ezzel gyakorlatilag a tőke mozgását is megtiltjuk, hiszen a modellben a népességkoncentrációval arányos az ipari koncentráció. Egy másik lehetőség, ha annak megfelelően teszünk különbséget országon belüli és országhatárt átívelő migráció között, hogy a külföldre történő migráció esetén nem a valós távolság alapján, hanem egy fiktív, a valódinál nagyobb távolság alapján történik a modell-szimuláció.

4.2. A modell-szimulációk eredményei¹⁸

4.2.1. A határmódosulás befolyása a magyar térszerkezet változásaira

Elsőként a legegyszerűbb modellt mutatom be, melyben kizárólag a mai Magyarország területére terjed ki az előrejelzés. Ez azt jelenti, hogy nem veszem figyelembe sem a szomszédos, sem más releváns országokat, amelyek hatással lehetnek a magyar térszerkezet kialakulására, illetve nem veszem figyelembe az ország I. Világháború előtti államhatárait sem. Elsőre úgy tűnhet, mindkét feltételezés túlzott leegyszerűsítése a valóságnak, ami kételkedésre ad okot. Ugyanakkor mindkét feltételezés helytálló lehet, amennyiben megfelelően pontosítjuk a vizsgálat dimenzióit.

A környező országok figyelmen kívül hagyása miatt értelmezhető úgy is a vizsgált modell, mint egy külkereskedelem nélküli modell, amelyben nincs lehetőség az országok közötti árucserére. Felmerül persze a kérdés, hogy mi lehet egy ilyen modell relevanciája, hiszen igencsak életidegen annak feltételezése, hogy az országok ne lépnének kereskedelmi kapcsolatba egymással, főleg mióta az elzárkózással szemben a liberalizáció az uralkodó trend a nemzetközi kereskedelemben. Az egyik, modell mellett szóló érv a belkereskedelem elsődleges szerepe a külkereskedelemmel szemben. Egy országban mindig a hazai vállalatok közötti kapcsolatok dominálnak, a hazai beszállítók termékei és hazai piacra termelt áruk a meghatározóak a piacokon. Ezért egy országban elsődlegesen a belföldi gazdasági kapcsolatok formálják a térszerkezet sajátosságait. Ebből következik, hogy még akkor is lehet érdemi eredményekre számítani a valós térben alkalmazott modellből, ha a külkereskedelmet nem vesszük figyelembe. Egy másik, megfontolandó érv a külföldi beruházások idődimenziója. Az iparfejlődésben vitathatatlanul nagy szerepe van a külföldi tőkének, ugyanakkor Magyarországon a rendszerváltást követően jelentek meg nagy számban külföldi beruházások. Márpedig a mai Magyarországon domináns városok nem a rendszerváltást követően jöttek létre, sokkal inkább az volt a jellemző, hogy a már iparilag fejlett térségek vonzották magukhoz a tőkét, erősítve ezzel a koncentráció jelenségét. A szimulációkból kapott eredmények úgy is értelmezhetőek, mint egy fiktív válasz arra, hogy milyen lenne a térszerkezet, ha Magyarország kizárólag hazai iparra és kereskedelemre rendeződött volna be.

¹⁸ A dolgozatban szereplő szimulációkat a Matlab nevű szoftverrel végeztem el. A program működésének rövid leírása és a programot tartalmazó scriptek megtalálhatóak a Függelékben.

Sokkal aggályosabb azonban az, hogy a szimuláció során nem vesszük figyelembe azt sem, hogy Magyarország határai a történelem során változtak. Emiatt a modell nem alkalmas annak vizsgálatára, hogy a földrajzi tér valóban befolyásolta-e a városok elrendeződését, hiszen arra nyilvánvalóan nem a mostani államhatárok hatottak. A modell nem alkalmas továbbá Budapest elhelyezkedésének magyarázatára sem, mivel annak elhelyezkedését sem az ország jelenleg érvényes földrajzi határai befolyásolták, hanem egy lényegesen nagyobb térség, a Kárpát-medence hatott rá érdemben. A modellel sokkal inkább azt vizsgálhatjuk, hogy vajon az új határoknak volt-e szerepe az I. Világháborút követő térszerkezeti változásokban vagy sem. Vagyis a modell lehetővé teszi annak tanulmányozását, vajon a térszerkezeti változásokat előidézhette-e a megváltozott földrajzi tér, megjelent-e a térszerkezeti változásokban a tér által generált törvényszerűség. A modell ennek megfelelően elsősorban a XX. század során felértékelődött illetve pozíciójukat megerősíteni képes városok előrejelzésére alkalmazható.

Az 1. táblázat a tíz legnépesebb magyar város lélekszám szerinti sorrendjét és az abban bekövetkezett változásokat mutatja be három méretkategóriába sorolva a Trianoni Békeszerződés évében (1920) illetve a rendszerváltást követő (2010) években. A táblázat adataiból az látszik, hogy a legnépesebb városok listáján nem tapasztalható komoly átrendeződés, ugyanakkor jelentősen megnőtt a városok lélekszáma. A tíz legnépesebb város listájára felkerült Székesfehérvár, ezzel szemben lekerült róla Hódmezővásárhely.

1. Táblázat. Legnépesebb városok az 1920. és 2010. években
(500 ezernél több, 100 és 500 ezer közötti, 100 ezer alatti lakos)

Sorrend	1920-ban	2010-ben
1.	Budapest	Budapest
2.	Debrecen	Debrecen
3.	Szeged	Miskolc
4.	Miskolc	Szeged
5.	Győr	Pécs
6.	Pécs	Győr
7.	Kecskemét	Nyíregyháza
8.	Hódmezővásárhely	Kecskemét
9.	Nyíregyháza	Székesfehérvár
10.	Szombathely	Szombathely

[Forrás: saját szerkesztés Gyenizse - Lovász - Tóth (2011) adatai alapján]

A legnépesebb városok alapján ezek szerint nem lehet a határváltozások térszerkezetre kiváltott hatásairól messzemenő következtetéseket levonni. Érdekes emiatt megvizsgálni azt is, hogyan változott a városok népessége a két kitüntetett év közötti időszakban. A 2. táblázat adatai között feltüntettem a vidéki városok népességszámát és a népességszám alapján felállított rangsorban elfoglalt helyét az 1920-as és 2010-es években, valamint a két év közötti változásokat mindkét kategóriában. A városok sorrendje a népességszámban történt változás alapján van felállítva. Ezek szerint a legnagyobb változásokat felmutató városok nem feltétlenül a legnépesebb városok voltak. Így például Zalaegerszeg, Székesfehérvár, Szolnok vagy Kaposvár a határváltozásokat követően ment át jelentős fejlődésen. A legnagyobb városok közül Nyíregyháza, Pécs, Győr, Debrecen, Kecskemét és Miskolc is jelentősen tudta erősíteni pozícióját a majdnem egy évszázadot átívelő időszak alatt.

2. Táblázat. Vidéki városok népességszám-változás szerinti sorrendje 1920 és 2010 között

<i>Város neve</i>	<i>Rangsor 1920</i>	<i>Népesség 1920 (ezer fő)</i>	<i>Rangsor 2010</i>	<i>Népesség 2010 (ezer fő)</i>	<i>Változás a rangsorban 1920-2010</i>	<i>Változás a népességszámban 1920-2010</i>
Zalaegerszeg	45.	19,6	17.	61,7	+28	315%
Nyíregyháza	9.	44,9	7.	117,6	+2	262%
Pécs	6.	59,8	5.	156,9	+1	262%
Székesfehérvár	12.	40,4	9.	102,0	+3	252%
Szolnok	18.	33,1	11.	74,8	+7	226%
Győr	5.	60,1	6.	130,5	-1	217%
Debrecen	2.	101,5	2.	206,2	0	203%
Kecskemét	8.	55,2	8.	111,4	0	201%
Miskolc	4.	85,8	3.	170,2	+1	198%
Kaposvár	16.	34,3	13.	67,6	+3	197%

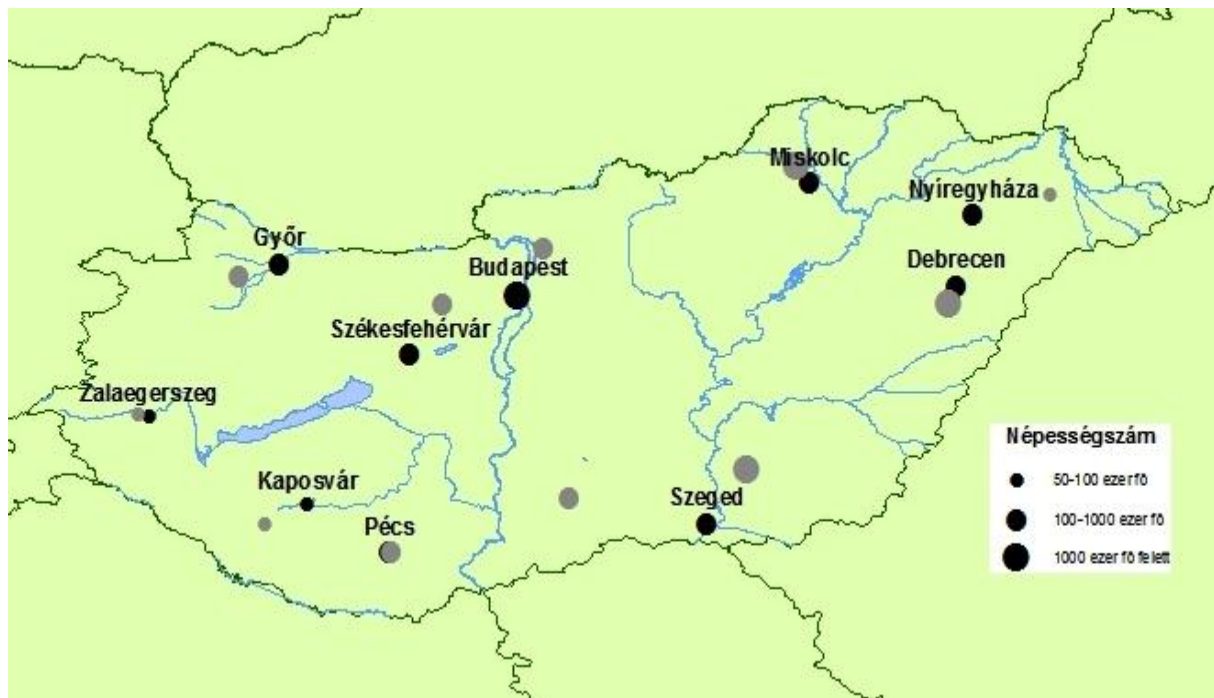
[Forrás: saját szerkesztés Gyenizse - Lovász - Tóth (2011) adatai alapján]

A fenti adatok alapján jól kirajzolódik a XX. századi változásokat kihasználni képes, nyertes városok köre. Felmerül a kérdés, vajon törvényszerű volt-e, hogy éppen ezek a városok tudtak élre törni a városhálózatban. Lehetséges, hogy a határmódosításoknak nagyobb szerepe volt, mint amit eddig feltételeztünk társadalmi, politikai és gazdasági hatásairól, és az erőviszonyok térbeli átrendeződésére is hatással volt a megváltozott földrajzi tér miatt? A modell-szimulációból kapott eredmények alapján azonnal választ kapunk a kérdésre.

A mai Magyarország térségén elvégzett modell-szimuláció eredményét mutatja az 5. ábra. Az ábra jól szemlélteti a modell működését és a földrajzi tér hatását a szimulált térszerkezetre. Az ábrán a valós városok feketével, míg a szimulált városok szürke színnel jelzettek. A városok mérete a jelmutatóban feltüntetett méretarányt követi. A szimulációk eredményeiből csak azokat a városokat tüntetem fel, amelyek mérete meghaladja az 50 ezer főt.

5. Ábra. A mai Magyarországon tesztelt modell-szimuláció eredménye

($T = 1.3$, $\delta = 0.5$, $\varepsilon = 5$)



[Forrás: saját szerkesztés]

Az optimalizált (vagyis a legkisebb hibával illesztett) modell 1.3-as szállítási költség mellett adódik, és tizenegy várost jelez előre. Öt várost jelez a modell a Dunántúlon, hármat a Duna-Tisza közén, valamint további hármat a Tiszántúlon. Az optimális modellben megjelenik egy-egy szimuláció Zalaegerszeg, Győr, Kaposvár, Pécs, Székesfehérvár, Miskolc, Nyíregyháza valamint Debrecen közelében. Emellett Budapest és Szeged közelében kaptunk egy-egy további várost, melyek azonban nem szerepelnek a modellel vizsgált városok között. Megjelenik továbbá egy jelzett város az ország középső térségében, a déli határtól nem messze, amelynek egy valós város sem feleltethető meg.

Budapest esetében az előrejelzés a várost az ország északi határa felé eltolva, valódi pozíciójához képest valamivel északabbra helyezte el. Ennek oka lehet az, hogy a földrajzi tér

determináló szerepe Budapest esetében nem a mai Magyarország térségén belül, hanem lényegesen nagyobb térségben (Kárpát-medence egésze) érvényesült. Nem pontos továbbá a méretbeli előrejelzés sem, a főváros valódi méretéhez képest kisebb várost jelzett a szimuláció. Ez is arra utal, hogy a földrajzi adottságok alapján a főváros a tesztelt modellkeretben nem magyarázható kellő pontossággal, mivel az már az „új” határokat veszi figyelembe.

Mindenképpen eredménynek számít Zalaegerszeg, Kaposvár és Székesfehérvár többé-kevésbé pontos előrejelzése. Ezek a városok mind a XX. század során jutottak vezető szerephez a városhálózaton belül. Az elmúlt közel száz évben jelentősen tudták növelni népességüket és javítani a városrangsorban elfoglalt helyüket. A méretbeli előrejelzés nem egészen pontos, Kaposvár és Zalaegerszeg esetében is túlbecsüli a városok valódi méretét. Meggondolatlanság lenne ebből az eredményből messzemenő következtetést levonni, mindenesetre a modell azt sejteti, hogy a térbeli egyensúlyi alkalmazkodás során ezen városok számára nyitott a lehetőség az előrébbjutásra.

Utóbbi városok mellett előrejelzéseket kaptunk még Pécs, Győr, Debrecen, Nyíregyháza és Miskolc esetében. A méretbeli előrejelzés csak Pécs és Győr esetében pontos, Debrecen és Miskolc városokat túl-, míg Nyíregyházát alulbecsli méretében a modell. Az a jelenség, hogy Miskolc, Debrecen, Győr és Pécs elhelyezkedését pontosan jelezte a modell, arra enged következtetni, hogy a határmódosítás során megváltozott földrajzi tér szerepet játszhatott abban, hogy ezek a városok mind a mai napig képesek voltak megőrizni vezető szerepüket a településhálózatban.

Konklúzióként az látszik, hogy a 2. táblázatban szereplő, legeredményesebbnek mutató tíz város közül a modell nyolcat jelzett kisebb-nagyobb hibával előre. Sikertörténet, hogy a határváltozások következtében felértékelődött városokat előre jelezni, mint Zalaegerszeg, Kaposvár és Székesfehérvár, ami jó magyarázatot adhat arra, hogy miért pont ezek a városok érték el rangos pozíciót a településhálózatban a XX. század folyamán. A modell jó becslést adott mindemellett Pécs, Győr, Debrecen, Miskolc és Nyíregyháza városokra, melyek elhelyezkedése történelmi jelentőségüknél fogva nem ebben a modellkeretben magyarázható meg, viszont az eredmények jó bizonyosságot jelentenek arra nézve, hogy e térségek vezető státuszának megőrzésében is fontos szerepet játszhatott a földrajzi tényező.

4.2.2. Térszerkezet a történelmi Magyarországon

Az előző szimuláció során egy szűk földrajzi tér, a mai Magyarország térsége volt az elemzés térbeli kerete. A modell alkalmas lehetett annak vizsgálatára, vajon az 1920. évi határmódosítást követő térszerkezeti változások érvényesülnek-e a modell alapján. Nem volt alkalmas ugyanakkor annak a kérdésnek a megválaszolására, hogy a földrajzi tér mennyiben határozta meg a városok és főleg Budapest elhelyezkedését hazánk államalapítás óta eltelt ezer éves történelme során. Ehhez nem elég a mai határok figyelembe vétele, hanem egy tágabb földrajzi tér vizsgálatára van szükség. A következőkben erre tesztek kísérletet.

Az elemzés térbeli kerete ezúttal Magyarország határmódosítást megelőző területe, vagyis a Kárpát-medencében elterülő történelmi Magyarország térsége lesz. A magyar államhatárok az államalapítás és az I. Világháború között eltelt évszázadok alatt gyakran módosultak ugyan, de a magyar államhatár szempontjából a Honfoglalás és a Trianon közötti időszak többé-kevésbé homogénnek tekinthető (Gyenyizse - Tóth - Lovász, 2011). A kisebb-nagyobb határmódosulások a Kárpát-medence térségének egységét nem tudták megbontani, nem volt érdemi térszerkezet-módosító hatásuk, emiatt nem okoz torzulást az eredményekben, ha ezeket a kisebb határmódosulásokat nem vesszük figyelembe. Hazánk térszerkezete szempontjából a radikális változást az I. Világháborút követő határmódosítás okozta, amely figyelmen kívül hagyása valóban téves következtetésekre vezetne, de ennek vizsgálatával az előző részben már foglalkoztam.

Az előző szimulációban világos volt, hogy a határváltozások térszervező erejének vizsgálatában az 1920-tól napjainkig tartó időszak a releváns, hiszen a hatások ebben az időtávban érvényesültek. Ezúttal kevésbé triviális a vizsgálat időbeli dimenziója. Magyarország történelmi kiterjedése az államalapítástól az 1920. évi határmódosításokig többé-kevésbé egységes volt, vagyis tetszőlegesen választhatnánk meg az elemzés idődimenzióját. Ugyanakkor nem szabad megfeledkeznünk az új gazdaságföldrajzi modellek alap gondolatáról, a térbeli folyamatokért felelős gazdasági jelenségek köréről. A centrum-periféria modell a szállítás költségeinek csökkenésében és az ipari termelés dominánssá válásában látja a térbeli koncentráció jelenségének magyarázatát, vagyis ha hűek akarunk maradni a modellhez, akkor egy olyan időszakot kell választanunk, amelyben a fenti tendenciák érvényesültek. Magyarországon a fejlődés legdinamikusabb éveit a XIX. század során, a reformkor innovatív évtizedeiben és az Osztrák-Magyar Monarchia fennállásának időszakában találjuk. A korszakban az egyik legfontosabb gazdasági változást a modern

infrastruktúra kiépülése jelentette. A közlekedés modernizációja, amely főképp a vasút elterjedésében nyilvánult meg, jelentősen gyarapította a szállítás lehetőségeit. Vagyis az időszak tendenciáit tekintve megfelel az új gazdaságföldrajzi modellekben érvényes feltételezéseknek. Amennyiben ez a dinamikus gazdasági és társadalmi megújulás kifejtette hatását a térszerkezetre is, akkor a századfordulón érvényes térszerkezet sajátosságaiban már visszatükröződnek ezek a hatások. A vizsgálathoz emiatt az 1900-ban érvényes városrangsort választottam összehasonlítási alapnak. A 3. táblázat a tíz legnagyobb magyar város lélekszám szerinti sorrendjét mutatja az 1900. évre. A városrangsorban akkor még előkelő helyet foglalt el Hódmezővásárhely, Sopron és Békéscsaba, melyek a ma érvényes tízes listán már nem szerepelnek.

3. Táblázat. Legnépesebb városok az 1900. évben

Sorrend	Város	Népesség (ezer fő)
1.	Budapest	861,4
2.	Szeged	82,8
3.	Debrecen	73,9
4.	Miskolc	61,8
5.	Pécs	54,8
6.	Hódmezővásárhely	51,3
7.	Kecskemét	46,1
8.	Győr	45,3
9.	Sopron	36,8
10.	Békéscsaba	34

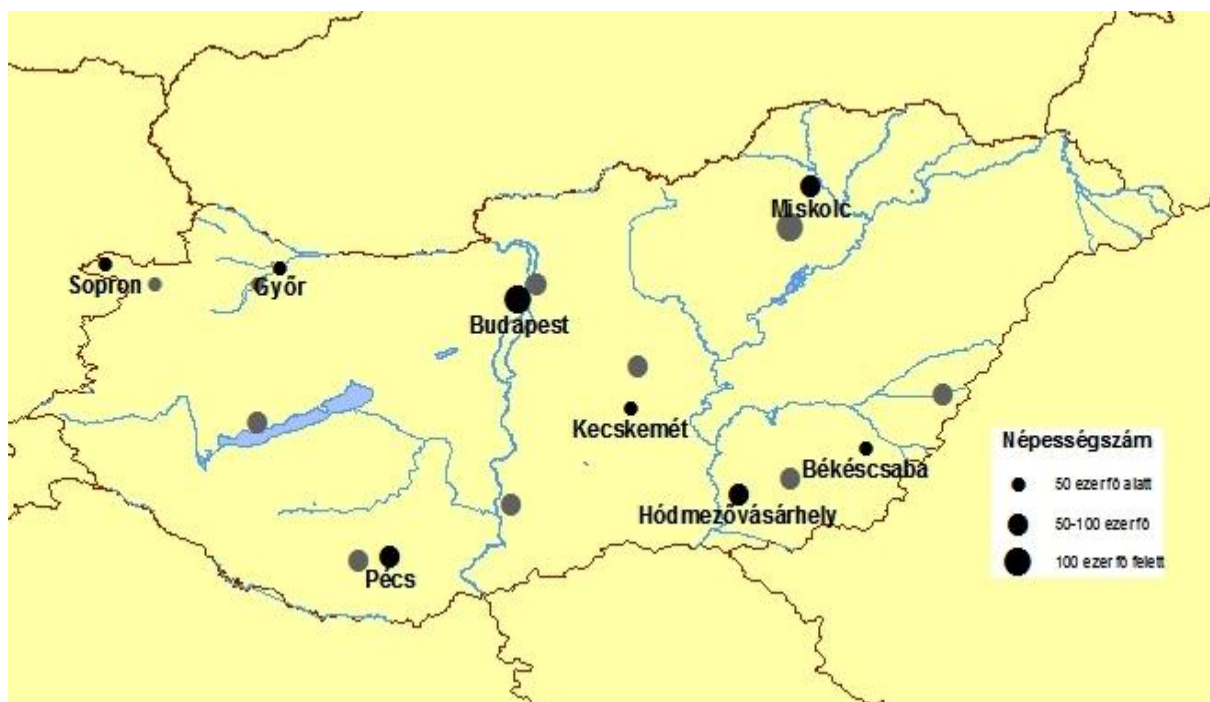
[Forrás: saját szerkesztés Gyenizse - Lovász - Tóth (2011) adatai alapján]

A történelmi Magyarország területén elvégzett modell-szimuláció eredményéből arra számítok, hogy a földrajzi tér kitágítása révén sikerül majd előre jelezni Budapest elhelyezkedését. Tökéletes eredményre persze Budapest esetében sem lehet számítani, mivel a valóságban számos olyan tényező alakította a térbeli folyamatokat, amik ezzel a modellel nem magyarázhatóak. Budapest kialakulásában szerepet játszott a földrajzilag előnyös elhelyezkedésen túl (centrális elhelyezkedése miatt könnyen irányítható és felügyelhető az egész ország a fővárosból) az a tényező is, hogy a folyóparti fekvés számos előnyhöz juttatja a város lakosságát (vízi közlekedés, vízi szállítás, szabadidős tevékenységek, stb.) A modellezett tér ezúttal lefedi a Kárpát-medence térségét, ami lehetőséget ad arra, hogy a

modellel a történelmi városok elhelyezkedésének magyarázatára és előrejelzésére is kísérletet tegyünk (a 3. táblázatnak megfelelő városok).

A 6. ábra a hiba-minimalizálás alapján optimálisnak bizonyult térszerkezetet szemlélteti. A szimulációból csak azokat az eredményeket mutatom be, amelyek a mai magyar városokkal hozhatóak összefüggésbe, nem foglalkozom a mai államhatárokon kívüli területekkel. A jelölés megegyezik a korábbival, fekete színnel a valós, szürkével a szimulált városokat ábrázoltam. Ugyanakkor a méretkategóriák eltérnek a megszokottól, ennek oka, hogy más a vizsgálat idődimenziója, és ennek megfelelően tipikusan más a városok méretbeli kategorizálása is, ami a 3. táblázat adatai alapján is kiderül. Emiatt egy 50 ezer fő alatti kategóriát is bevezettem és a másik két kategóriát is megváltoztattam. A szimulációból ezzel összhangban azokat a városokat tüntettem fel, melyek mérete meghaladja a 30 ezer főt.

6. Ábra. A történelmi Magyarországon tesztelt modell-szimuláció eredménye
($T = 1.385$, $\delta = 0.5$, $\varepsilon = 5$)



[Forrás: saját szerkesztés]

A modellben az optimális térszerkezet a szállítási költség 1.385-ös értéke mellett adódik. A jelzett városok száma ezúttal tíz, négy várost jelez a modell a Dunántúlon, hármat a Duna-Tisza közén és újabb hármat a Tiszántúlon. Az optimális modellben találhatunk egy-

egy szimulált várost Sopron, Győr, Pécs, Budapest, Kecskemét, Hódmezővásárhely, Miskolc, valamint Békéscsaba városok közvetlen közelében. Ezen kívül két várost jelez még a modell, egyet a Balaton északi partján és egy másikat a Duna-parton, a déli határtól nem messze, melyeknek egy valós város sem feleltethető meg a szimuláció vizsgálati keretei között.

A szimuláció eredményét vizsgálva a legszembetűnőbb az, hogy Budapest elhelyezkedését az előző szimulációhoz képest sokkal pontosabban sikerült előre jelezni. Beárnyékolja az eredményt, hogy a méretbeli előrejelzés ezúttal sem pontos, a főváros valódi méretét alulbecsli a modell. Mindezek ellenére is megállapítható azonban, hogy a földrajzi tér kitágításával, a Kárpát-medence földrajzi egységének figyelembevételével sikerült érdemben javítani a főváros elhelyezkedésének előrejelzésén, amely eredmény megfelel a várakozásoknak. Az eredményből jól megmutatkozik a földrajzi tényező fővárosunk elhelyezkedésére ható érdemi befolyása.

Budapest mellett az 1900-ban érvényes népesség szerinti legnagyobb városok közül Pécs, Sopron, Győr, Kecskemét Miskolc, Hódmezővásárhely és Békéscsaba városokra kaptunk többé-kevésbé pontos előrejelzéseket. Pécs, Sopron, Győr valamint Hódmezővásárhely esetében a méretbeli becslés is megfelel a valóságnak. Nem túl pontos Békéscsaba és Kecskemét városok elhelyezkedésének és méretének előre jelzése. Valós méretéhez képest mindkét várost túlbecsüli a modell, amely eredmény utalhat arra, hogy a Magyarországon érvényesülő térbeli folyamatokban az agglomeráció jelensége a XX. században vált dominánssá (elég csak arra gondolni, hogy egyes vidéki városok népessége megháromszorozódott a bő száz év alatt). Vagyis a magyar térszerkezet szempontjából a vizsgált időszak a térbeli koncentráció egy magasabb fokának kezdeteit jelenti, amely jelenség a modell eredményei alapján is kirajzolódik a túlságosan koncentrált egyensúlyi térszerkezetben.

Az eredmények összegzéseként érdemes még egyszer megemlíteni, hogy jelentősen javult Budapest elhelyezkedésének szimulációja. A vizsgált térbeli keretben sikerült Budapestet pontos helyén előre jelezni, amely arra enged következtetni, hogy Budapest elhelyezkedését előnyös földrajzi fekvése is determinálta, még akkor is, ha nem ez volt az egyetlen releváns tényező a valós térbeli folyamatokban. A vizsgált városok közül Pécs, Sopron, Győr, Kecskemét, Miskolc és Hódmezővásárhely városokra kaptunk megbízható eredményeket. Ezzel az eredménnyel a modell alátámasztja azt az előzetes feltételezést, miszerint az új gazdaságföldrajzi modellben érvényesülő földrajzi tényező, vagyis a történelmi Magyarország határa valóban érdemi hatással bírt a városok kialakulására.

4.2.3. Külkapcsolatok térszerkezet-alakító szerepe Magyarországon

A korábbi modellekben a térbeli keret megválasztásával közvetetten azt feltételeztük, hogy az ország térszerkezetére a határokon túli földrajzi tér nem hatott. Emiatt nevezhetnénk őket kereskedelemmentes modelleknek is. A kereskedelemmentesség feltevése önmagában nem jelent problémát, hiszen a XXI. század előtti történelem során főleg Magyarország esetében a szabad kereskedelemmel szemben a protekcionista tendenciák mindig is erősebben voltak jelen. Az első esetben, amikor a városokat egy szűk földrajzi térben, a mai Magyarország térségén modelleztük, a meglévő modellkeret nem tette lehetővé számunkra a városok elhelyezkedésének előrejelzését, a modell által sokkal inkább a XX. századi térbeli tendenciák érvényesülését vizsgálhattuk meg. A történelmi Magyarországra kiterjesztett elemzés azért lehetett alkalmasabb a városok előre jelzésére, mert a városok kialakulása folyamán érvényben levő határokat vette figyelembe. A valódi térbeli folyamatok azonban legtöbbször nem állnak meg az országhatároknál, hanem nemzetközi szinten is érvényesítik hatásukat. Kézenfekvőnek tűnik ezért egy olyan modell vizsgálata, amelyben az elemzés térbeli keretét kiterjesztjük olyan további országokra, melyek a magyar térszerkezet kialakulására érdemben hatást gyakorolhattak.

Melyik országokat vegyük figyelembe az új modellben? Magyarországra nézve a kérdés megválaszolása korántsem triviális, mivel a külpolitikai és külgazdasági kapcsolatainkban domináns országok köre az ország történelme során gyakran változott. A legértelmeszerűbbnek egy olyan modell tűnik, melyben a Magyarországgal határos országokat vesszük figyelembe. Egyértelműségén túl azonban két indokot is meg tudunk fogalmazni, amely alátámasztja, miért éppen a szomszédos országokra érdemes kiterjeszteni a modell térbeli keretét. Az egyik ok a térökonometriai elemzésekben ismert térbeli autokorreláció jelensége, amely a térszerkezet alakulása szempontjából is fontos jelentőséggel bír. A térbeli autokorreláció a térben egymáshoz közel elhelyezkedő egységek közötti függőség megnyilvánulási formája (Anselin, 1988). A jelenség oka az, hogy a szomszédos egységek a közelségből adódóan hatással lehetnek egymásra és ez a hatás a távolság növekedésével egyre kisebb. Emiatt joggal feltételezhetjük, hogy a város, mint térbeli jelenség kialakulására is érvényesül a térbeli autokorreláció jelensége, amely a szomszédos országok térbeli determináló hatása révén érvényesül. Gyenizse - Lovász - Tóth (2011) szintén felhívják a figyelmet arra a jelenségre, miszerint a magyar településrendszer részleges szuverenitása ellenére a már lezajlott és a jövőben várható átalakulásai nem függetlenek a

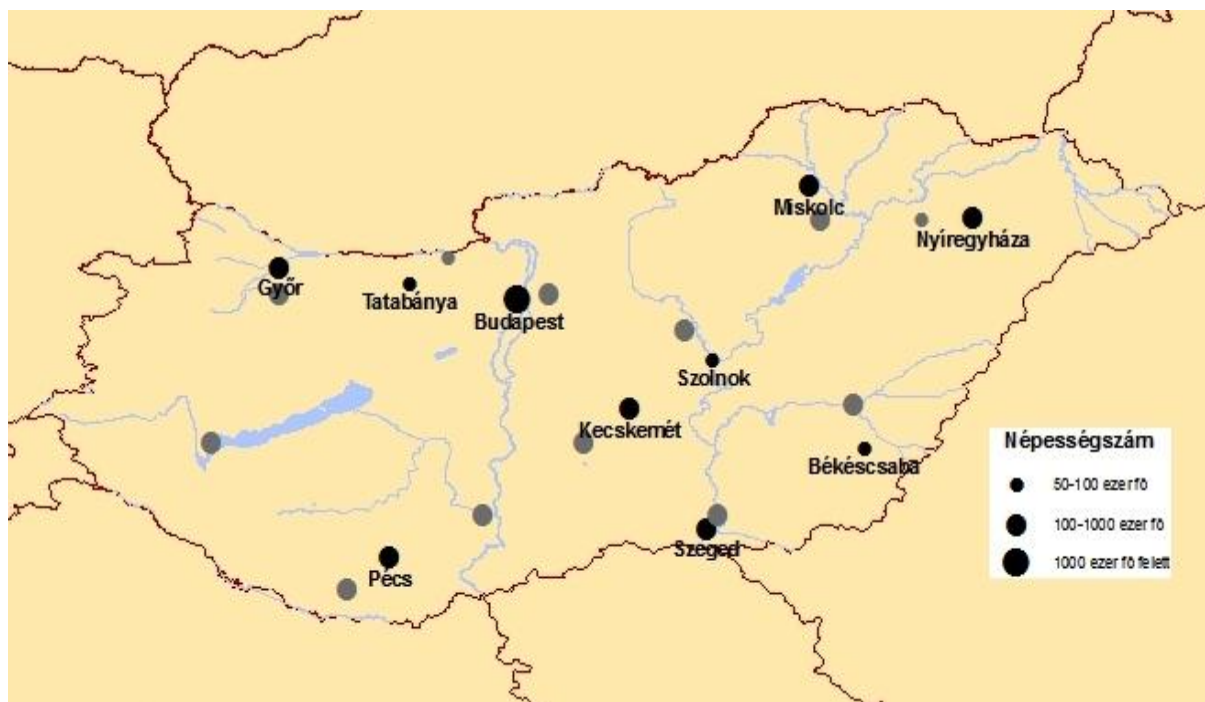
környező államokban zajló folyamatoktól. A másik fontos érv a térbeli modell szomszédos országokra való kiterjesztése mellett az, hogy ezzel gyakorlatilag lefedjük a Kárpát-medence térségét, amely az államalapítás kezdete óta magában foglalta kisebb-nagyobb változásokkal Magyarország államhatárait. Emiatt ez a modell is - csakúgy, mint az előző, történelmi Magyarországon tesztelt modell - alkalmas lehet a városok és elsősorban Budapest elhelyezkedésének előrejelzésére. A következő szakaszban bemutatásra kerülő szimuláció során ezért az elemzés térbeli kerete Magyarország és szomszédjainak térsége lesz.

A vizsgálat szempontjainak megválasztásában azt kell belátnunk, hogy a választott földrajzi tér magában foglalja az egykori történelmi Magyarország teljes térségét. Vagyis a modell egyrészt alkalmas lehet a városok elhelyezkedésének szimulációjára, mindössze a modell feltételrendszere változik meg, hiszen ezúttal a környező országok téralakító szerepét is feltételezzük. Másrészt a modell alkalmazható lehet a rendszerváltást követő években vizsgált térbeli elemzésekre is, hiszen a szomszédos országok mai államhatárait veszi figyelembe. Mindezek alapján úgy gondolom, a modell megfelelő lehet a magyar térszerkezet aktuális állapotának előrejelzésére. Következésképpen a szimulációval a jelenlegi tíz legnépesebb város elhelyezkedésének előrejelzésére teszünk kísérletet. Ezek listáját a korábban már ismertetett, *1. táblázat* tartalmazza, emlékeztetőül: Budapest, Debrecen, Miskolc, Szeged, Pécs, Győr, Nyíregyháza, Kecskemét, Székesfehérvár és Szombathely.

A *7. ábra* az optimalizációs módszer alkalmazásával kapott egyensúlyi térszerkezetet ábrázolja. A szimulációból kapott városok közül ismét csak a magyar vonatkozású városokat mutatom be. A városok jelölésrendszere a korábbiakkal megegyező. Mivel a vizsgálat a mai Magyarországon tesztelt modellhez hasonlóan most is az aktuális térszerkezetre vonatkozik, ugyanazt a méretbeli kategorizálást alkalmazom, mint az első modellnél. Ennek megfelelően az ábra az 50 ezer főt meghaladó méretű városokat mutatja.

A hibaminimalizáló módszer a szállítási költség 1.415-ös értéke mellett állapította meg az optimális modellt. Az optimumban tizenkét szimulált várost kapunk eredményül, a Dunántúlon öt, a Duna-Tisza közén négy és a Tiszántúlon további három várost jelez előre a modell. Találhatunk egy-egy szimulált várost Pécs, Győr, Tatabánya, Budapest, Szeged, Kecskemét, Szolnok, Miskolc, Nyíregyháza valamint Békéscsaba városok közelében. Ezen kívül további két jelzett várost kaptunk, egyet a Balaton nyugati oldalán és egyet a Duna partján, a déli határhoz közel.

7. Ábra. Magyarország és a szomszédjai térségén tesztelt modell-szimuláció eredménye ($T = 1.415$, $\delta = 0.5$, $\varepsilon = 5$)



[Forrás: saját szerkesztés]

Budapest elhelyezkedésére ismét pontosabb becslést kaptunk a legelső modellhez képest, amely eredmény nem meglepő. A legelső modellben túl szűk térben történt az előrejelzés, amely főleg Budapest esetében nem volt releváns. A második modellben az I. Világháború előtti határok figyelembe vételével a tér kitágult, ezzel a főváros elhelyezkedését már sikerült érdemben magyarázni. Ugyanez történt ebben a modellben is, a szomszédos országok figyelembevétele olyan földrajzi teret eredményezett, amely Budapest elhelyezkedésének magyarázatára sokkal alkalmasabb térbeli keretet nyújt, így az előrejelzés pontossága is javult. A méretbeli előrejelzése azonban ezúttal is pontatlan, a valósághoz képest valamivel alulbecsli a modell a főváros méretét.

A vizsgálatba bevont városok, vagyis a tíz legnépesebb város közül a modell hozzávetőleg pontos eredményeket adott Budapest mellett Pécs, Győr, Kecskemét, Szeged, Miskolc és Nyíregyháza városokra. Pécs, Győr, Miskolc és Szeged városokat elhelyezkedés és méret szerint is pontosan jelezte a modell. Kevésbé pontos Kecskemét elhelyezkedésének szimulációja, viszont a méretbeli előrejelzés megfelel a valóságnak. Nem pontos Nyíregyháza város elhelyezkedésének és méretének előrejelzése. A városméret alulbecslésének oka az lehet, hogy a modellben a határokat nem vesszük figyelembe, vagyis a bel- és külkereskedelem egyforma feltételekkel szerepel. Ez eredményezi azt, hogy a keleti határral

szomszédos országok térségei könnyedén felszippanthják Nyíregyháza és környéke kezdeti ipari potenciálját. Az eddigieken kívül három további, a vizsgálatba nem bevont városra, Szolnok, Tatabánya és Békéscsaba városokra kaptunk eredményeket. Utóbbi három város a népesség szerinti sorrendben az első húsz legnagyobb város között található, Szolnok a tizenegyedik, Tatabánya a tizenkettedik, Békéscsaba a tizenhatodik a sorrendben. Mindhárom város népessége meghaladja az 50 ezer főt, ez az oka annak, hogy feltüntettem őket az ábrán.

Összefoglalva az utolsóként tesztelt modell eredményeit az látszik, hogy az elemzésbe bevont tér kitágításával az ország aktuális térszerkezetére vonatkozóan a valósághoz közelálló előrejelzést sikerült adnunk. A vizsgált városok közül Pécs, Győr, Budapest, Kecskemét, Szeged, Miskolc és Nyíregyháza városok esetében kaptunk értékelhető eredményeket, vagyis a tíz legnépesebb város közül hetet tudtunk a modell alapján előre jelezni. Budapest elhelyezkedésének modellezésével bizonyossá vált, hogy fővárosunk fekvésében a térbeliség releváns szerepet játszott és ennek hatása az ország mai határait meghaladó térbeli keretben érvényesült. Az eredmények felhívják a figyelmet a környező országok téralakító szerepének fontosságára is.

Végezetül a vizsgált modellek eredményei alapján szeretnék rámutatni két, a térbeliség által determinált jelenségre. Krugman (1993) vezette be a köztudatba a többszörös (többes) egyensúly fogalmát. Ha a szállítási költség kellően alacsony, akkor teljes lesz a koncentráció a térben. A többes egyensúly az a jelenség, miszerint ez a koncentráció több potenciális helyen tud kialakulni. Krugman utóbbi jelenséget a teljes koncentráció esetére írta le és a jelenségért a történelmi tényezőt teszi felelőssé. Krugman szerint végső soron a történelmi véletlen fogja meghatározni, hogy a lehetséges egyensúlyok tartományán belül hol fog kialakulni az a bizonyos koncentráció. Ugyanakkor a többes egyensúly jelensége értelmezhető a fent vizsgált modellek esetében is, ha a koncentráció nem tökéletes, hanem a fent bemutatott formát veszi fel, illetve ha zero agglomerációt feltételezünk. A lefuttatott szimulációk közül mindhárom modellben csak egy esetet mutattam be, azt, amely a választott kritériumrendszer alapján a legoptimálisabbnak tűnt. Egyazon modellen belül a többi szimulációt megvizsgálva azonban feltűnt egy jelenség, amely kapcsolatba hozható a többes egyensúly fogalmával. Törvényszerű volt az, hogy a szállítási költség növekedésével a szimulált városok száma is nőtt. Ugyanakkor előfordult, hogy a városok konstans száma mellett egy-egy szimulált város helyzete módosult a szállítási költség változtatásával. Így például az első modellben, a Budapest közelébe jelzett város sem mindig ugyanott, hanem változó helyeken jelent meg. Vagyis ebben az esetben is értelmezhető a potenciális egyensúlyok tartománya egy-egy

városra lebontva, ugyanakkor a jelenségért ezúttal nem a történelmi, hanem a térbeli tényező a felelős. Végso soron tehát hasonlóan a Krugman által vélt történelmi jelenségeken túl a földrajzi tér (országhatárok) is képes lehetett olyan hatásmechanizmusokat kiváltani, amik a potenciális egyensúlyi térségen belül determinálták a városok elhelyezkedését.

A másik térbeli jelenség a szállítási költség és a tér mérete közötti kapcsolatot elemezve tűnt fel. A fejezetben a magyar térszerkezet sajátosságait egyre táguló térben modelleztük. Ennek során az optimális térszerkezetet eredményező szállítási költség értéke folyamatosan nőtt, míg a térszerkezet koncentrátságában nem volt jelentős változás. Az első, mai Magyarország térségén vizsgált modellben 1.3, a történelmi Magyarországra kiterjesztett modellben 1.385, míg a szomszédos országok figyelembevételével tesztelt modellben 1.415 volt a szállítási költség optimális értéke. Ezek szerint minél nagyobb térben vizsgáltuk a modellben érvényes térbeli folyamatokat, annál magasabb szállítási költség mellett adódott az optimálisnak vélt, egyensúlyi térszerkezet. Mindennek jelentőségét úgy érthetjük meg, ha felidézzük azt a centrum-periféria modellből ismert összefüggést, miszerint a szállítási költség növekedése a dekoncentráció irányába hat (Krugman, 1991). Vagyis az, hogy táguló térben vizsgálva a térbeli modellt, az egyensúlyi térszerkezet koncentrátsága annak ellenére nem változott, hogy a szállítási költség értéke nőtt azt engedi feltételezni, hogy a valós folyamatokban önmagában a tér mérete is a koncentrációt támogató tényező lehet. Elsőre furcsának tűnhet a feltevés, de az összefüggést nem egyszerű ok-okozati kapcsolatként kell értelmezni, miszerint a tér méretének növekedése csökkenti a tér koncentrátságát. Sokkal inkább arra kell gondolni, hogy a tér tágulásával a szállítási költség által kiváltott térbeli hatás erőssége egyre kisebb, vagyis minél nagyobb a térbeli hatások érvényesülésének tere, a szállítási költség növekedése egyre kisebb jelentőségű dekoncentráló hatással bír. Következésképpen a térbeli folyamatok erősségének szempontjából fontos jelentősége van a térnek, amelyen belül a térbeli hatások érvényesülését feltételezzük. Mindez rámutat az állandó fajlagos szállítási költség feltételezésének hibájára is. A valós folyamatokra sokkal inkább a távolsággal növekvő, vagyis nem állandó fajlagos szállítási költség a jellemző a modellből kapott eredmények alapján.

4.3. Összegzés

A fejezetben elsőként az alkalmazott térbeli modellel kapcsolatos tudnivalók rövid leírását adtam meg. Ennek keretén belül ismertettem az alkalmazott térbeli modell jelentőségét, a modellel figyelembe vett térszervező erőket, valamint a modell esetleges gyengeségeit. Ezt követően a modell-szimulációs blokkban a három, különböző feltételű modellből kapott eredményeket mutattam be. A különböző modellekkel rámutattam az I. Világháborút követő határváltozás magyar térszerkezetre kifejtett hatásaira, a XIX. századi társadalmi és gazdasági megújulás térszervező szerepére, valamint az ország külkapcsolatainak tér-alakító befolyására. A modellekből kapott eredmények két jelenségre mutattak rá: a térbeli tényező szerepére a többes egyensúly kialakulásában, valamint a szállítási költség és a tér mérete közötti kapcsolatra. A modell-szimulációkból nyert eredmények mellett, hogy a magyar térszerkezetre vonatkozóan fontos következtetéseket engedtek megfogalmazni, az új gazdaságföldrajzi irányzat elméleti jelentőségének megerősítésül is szolgáltak. A centrum-periféria modell nem csak valóságtól elvonatkoztatott feltételek között vizsgálható, hanem valós jelenségek modellezésére is bizonyítottan alkalmas.

5. fejezet

Összefoglalás

Dolgozatomban a térszerkezet kialakulását és változását befolyásoló tényezők közül elsősorban a földrajzi tér vizsgálatával és elemzésével foglalkoztam. A földrajzi tér térstrukturáló hatásának fontosságát a magyar térszerkezet jellegzetességei alapján kívántam megvizsgálni. Paul Krugman térbeli modelljének és a térinformatika módszereinek Dirk Stelder által javasolt ötvözte lehetővé tette a centrum-periféria modellben megismert gazdasági tényezőkön túl a földrajzi tér térszerkezetre kifejtett hatásainak modellezését is, emiatt a modell alkalmasnak bizonyult az általam választott probléma elemzésére.

Az új gazdaságföldrajzi kutatások elméleti jelentősége nem vitatott, ugyanakkor a modellek a túl absztrakt térértelmezés miatt nem teszik lehetővé a valós jelenségekre vonatkozó megállapításokat. Ezért van különös jelentősége azoknak a módszereknek, melyek az új gazdaságföldrajz absztrakt modelljeit valós jelenségek magyarázatára is alkalmassá teszik. A dolgozatban alkalmazott modell valós térben magyarázza meg a térbeli koncentráció kialakulását, vagyis a városok elhelyezkedését. Emiatt a modellel végzett vizsgálatok alkalmasak lehetnek az új gazdaságföldrajzi irányzat empirikus megalapozására is.

Mindezek alapján témaválasztásommal elsődleges célom az volt, hogy kísérletet tegyek az új gazdaságföldrajzi iskola által képviselt elméletek gyakorlati jelentőségének igazolására azáltal, hogy valós térben, valós jelenségek előrejelzésére alkalmaztam a térbeli koncentráció matematikai modelljét. Vagyis az új gazdaságföldrajzi irányzat elméleteinek empirikus igazolására tettem próbát a magyar térszerkezet sajátosságai alapján. Ezzel kapcsolatban további célom az volt, hogy rámutassak a földrajzi tér térszerkezet-formáló hatásának jelentőségére a magyar térszerkezet adottságaiban. Előzetes feltételezésem az volt, hogy a modellel előre jelezhetőek lesznek az ország XX. század elejéig tartó, történeti fejlődése során kialakult térszerkezeti jellegzetességei, így a történelmi jelentőségű városok és főképp a főváros elhelyezkedése. További feltételezésem volt, hogy a modellel magyarázhatóak lesznek az 1920. évi határmódosításokat követő térszerkezeti változások is.

A bevezető fejezetet követően a *második fejezetben* ismertettem a vizsgált terület elméleti hátterét, a munkám szempontjából fontos elméleteket és gondolatokat. Röviden bemutattam

az új gazdaságföldrajz fejlődésének fontos állomásait, a térbeli koncentráció alapmodelljének tekintett centrum-periféria modell első megjelenésétől, a térbeli heterogenitást feltételező többdimenziós modelleken át egészen a koncentráció folyamatának valós térben történő modellezéséig. Ezt követte a térszerkezet történeti szempontú vizsgálata, ahol a településrendszer fejlődésére ható tényezők és elsősorban a földrajzi tér szerepének magyar vonatkozásait tekintettem át az empirikus kutatás megalapozásához. A vizsgálatból világossá vált, hogy a földrajzi tér térstrukturáló hatásait Magyarország esetében az államhatárok változása, valamint az ország külgazdasági kapcsolatainak alakulása vonatkozásában kell vizsgálni.

A *harmadik fejezet* a választott téma vizsgálatához felhasznált módszer leírását tartalmazta. Részletes leírást adtam Krugman centrum-periféria modelljéről és az annak alapján felírt több régiós, valamint többdimenziós modellekről. A két régiós esetet vizsgálva bemutattam a szállítási költség és a térbeli egyensúly kapcsolatát. A többdimenziós modellek kapcsán megvizsgáltam a tér heterogenitásának jelentőségét a térbeli modellezésben. A fejezet a térinformatikai módszerek bemutatásával folytatódott. Ismertettem a modellel alkalmazott térképek előállításának folyamatát, a diszkrét térértelmezésből adódó problémákat és a szimulációkból kapott eredmények értékelésének szempontjait. A térszerkezetek közötti választáshoz egy hiba-minimalizációs elvet mutattam be, amely esetén a szimulált térszerkezet a lehető legjobban illeszkedik a valós térszerkezetre.

A *negyedik fejezet* tartalmazta a modellel elvégzett szimulációk eredményeit. A modellt különböző kiterjedésű földrajzi terekkel alkalmaztam és a vizsgálat során más vizsgálati szempontokat vettem figyelembe. Bemutattam egy-egy szimulációt a mai és a történelmi Magyarország térségén, valamint egy harmadik szimuláció során kiterjesztettem a vizsgálatot a Magyarországgal szomszédos országok területére is. A szimulációkat a földrajzi tér variálása mellett a szállítási költség függvényében végeztem el és az előző módszertani fejezet végén ismertetett hiba-minimalizációs eljárással választottam ki minden esetben az optimális modellt eredményező szállítási költség értéket.

Az elsőként bemutatott, mai Magyarországon alkalmazott modellel a 1920. évi határváltozás térszerkezetre kifejtett hatásait kívántam modellezni. Vagyis a szimulációval a XX. században bekövetkezett térszerkezeti változások előrejelzésére tettem kísérletet. Az optimálisnak bizonyult modellben sikerült olyan, a határváltozást követően megerősödött városokat előre jelezni, mint Zalaegerszeg, Kaposvár és Székesfehérvár, ami jó magyarázatot adhat arra, hogy miért pont ezek a városok nyertek el fontos pozíciókat a településhálózatban a XX. század

során. Ezen kívül a modell jó becslést adott Pécs, Győr, Debrecen, Miskolc és Nyíregyháza városokra. amely jó bizonyosságot ad arra, hogy e térségek vezető státuszának megőrzésében is fontos szerepet játszott a térbeli tényező. Az eredmények tanúsága szerint a határváltozásokat követő térszerkezeti átalakulásokat a számos, modellen belül nem vizsgált tényezőtől túl a releváns földrajzi tér megváltozása is indukálhatta, vagyis a városhálózaton belüli erőviszonyok átalakulásában fellelhető némi törvényszerűség.

A történelmi Magyarországra bemutatott szimuláció célja a XX. század eleji térszerkezet (városok) előrejelzése volt. A modellel sikerült Budapest elhelyezkedését pontosan jelezni, amely arra utal, hogy Budapest fővárossá fejlődésében az ország történelme során többé-kevésbé egységesen fennálló államhatároknak, vagyis a város centrális fekvésének is fontos jelentősége volt. Emellett olyan történelmi jelentőségű városokra kaptunk értékelhető eredményeket, mint Pécs, Sopron, Győr, Kecskemét, Miskolc és Hódmezővásárhely. A történelmi Magyarországon elvégzett szimulációval egzakt formában is bizonyosságot kaptunk arra, hogy az államhatárok a magyar viszonyokban is megmutatkozóan térszerkezet-alakító erővel bírnak. A több évszázadon keresztül érvényes, egykori államhatárok által képviselt földrajzi térnek (Kárpát-medence) fontos szerepe volt a nagyvárosok és főleg a főváros elhelyezkedésének alakulásában.

Az utolsó, szomszédos országok térségére kiterjesztett modellel az ország aktuális térszerkezetére vonatkozóan adtam becsléseket, vagyis a modellel a mai viszonyoknak megfelelő legnépesebb városok előrejelzésére tettem kísérletet. Az optimálisnak bizonyult modellbeli térszerkezettel sikerült az ország aktuális térszerkezetére vonatkozóan egy valósághoz közelálló becslést adni. A tíz legnépesebb város közül hetet jelzett a modell többé-kevésbé pontosan előre (Pécs, Győr, Budapest, Kecskemét, Szeged, Miskolc és Nyíregyháza). A modellből származó eredmények a külkapcsolatok téralakító szerepére is felhívták a figyelmet.

A vizsgált modellek eredményei két, a térbeliség által determinált jelenségre engedtek következtetni. Az egyik a zéró agglomeráció és a térbeli heterogenitás egyidejű feltételezésével kapott többes egyensúly jelensége. A modell-szimulációk olyan térbeli mintázatokat eredményeztek, amelyek a vizsgált feltételrendszerben a többes egyensúly jelenségére utalnak. Vagyis a modell szerint a történelmi véletlen mellett a térbeli tényező is képes a többes egyensúlyhoz hasonló jelenséget előidézni. A másik térbeli jelenség a szállítási költség és a tér mérete közötti összefüggésből következett. A modell-szimulációk során minél nagyobb térben vizsgáltuk a modellben érvényes térbeli folyamatokat, annál magasabb szállítási költség mellett adódott a valósághoz legközelebb álló térszerkezet. Ugyanakkor

táguló térben vizsgálva a térbeli modellt, az egyensúlyi térszerkezet koncentrálttsága nem csökkent, holott az egyre növekvő szállítási költség ezt feltételezte volna. Mindez azt sugallta, hogy a valós folyamatokban önmagában a tér mérete is a koncentrációt támogató tényező lehet. Vagyis a tér tágulásával a szállítási költség által kiváltott térbeli hatás erőssége egyre kisebb volt, amely arra utalhat, hogy a valós térszerkezetben az állandó szállítási költség feltételezésével szemben a távolsággal progresszíven növekvő szállítási költség hatásai domináltak.

A fenti eredmények azon túl, hogy a magyar térszerkezetre vonatkozóan bizonyító erejű megállapításokat tesznek lehetővé, a vizsgálati módszer eredményességéről is tanúskodnak. Az, hogy a modellekkel a vizsgált térbeli keretnek megfelelő szempontok szerint sikerült a valósághoz közelálló térszerkezet előre jelezni azt támasztja alá, hogy a centrum-periféria modell nem csak absztrakt, valóságtól elvonatkoztatott feltételek között vizsgálható, hanem valós jelenségek modellezésére is bizonyítottan alkalmas. Vagyis az új gazdaságföldrajz érdemben hozzájárulhat a gazdaságkutatók számára kihívást jelentő problémák megoldásához. Emiatt úgy gondolom, hogy gazdaságpolitikai kérdések megalapozásához is megfelelő alternatívát nyújt, amennyiben világosak a feltételek és a célok.

A dolgozatban bemutatott módszerek és modellek sok tekintetben lehetőséget adnak a továbbfejlesztésre. Így például a térségek közötti távolság mérésének az egyszerű légvonalbeli távolsághoz képest számos, valósághoz közelebb álló alternatívája létezik, melyek pontosabb előrejelzéseket eredményezhetnek. Fontos lehet a belföldre és külföldre irányuló migráció közötti különbségtétel is, a külkereskedelmet feltételező modellekben a határok figyelembevétele tovább árnyalhatja a kapott eredményeket (például Bosker et al., 2010). A modellben lehetőség van a három klasszikus térbeli elem (szállítási költség, ipari kereslet részaránya, helyettesítés rugalmassága) és a földrajzi tér mellett további, a koncentrációt erősítő illetve gyengítő tényező, például a mezőgazdaságban érvényesülő szállítási költség vagy a termelő kereslet figyelembevételére (Fujita - Krugman - Venables, 1999).

Bízom benne, hogy a dolgozatban elért eredményekkel sikerült hozzájárulnom az új gazdaságföldrajz által képviselt elméleti iskola elfogadottságának erősítéséhez és a térbeli szemléletmód közvetítéséhez.

Irodalomjegyzék

- [1] Anselin, L. (1988): *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- [2] Baranyi Béla (2007): *A határmentiség dimenziói Magyarországon*. Budapest-Pécs: Dialóg Campus Kiadó.
- [3] Beluszky Pál - Győri Róbert (2005): *Magyar városhálózat a 20. század elején*. Budapest-Pécs: Dialóg Campus Kiadó.
- [4] Bosker, M. - Brakman, S. - Garretsen, H. - Schramm, M. (2010): Adding geography to the new economic geography: bridging the gap between theory and empirics. *Journal of Economic Geography*, Vol. 10. No. 6. pp. 793-823.
- [5] Dixit, A. K. - Stiglitz, J. E. (1977): Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity. *The American Economic Review*, Vol. 67. No. 3. pp. 297-308.
- [6] Fischer, M. M. (2006): *Spatial Analysis and GeoComputation*. Berlin: Springer.
- [7] Fujita, M. - Krugman, P. - Venables, A. J.. (1999): *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*. London: The MIT Press.
- [8] Gyenizse Péter - Lovász György - Tóth József (2011): *A magyar településrendszer: A változó természeti környezet és társadalmi-gazdasági viszonyok hatása Magyarország településrendszerére*. Pécs: Publikon Kiadó.
- [9] Hardi Tamás - Hajdú Zoltán - Mezei István (2009): *Határok és városok a Kárpát-medencében*. Győr-Pécs: MTA RKK.
- [10] Járosi P. - Koike, A. - Thissen, M. - Varga A. (2009): Regionális fejlesztéspolitikai hatáselemzés térbeli számszerűsített általános egyensúlyi modellel: A GMR-Magyarország SCGE modellje. PTE KTK KRTI Műhelytanulmányok, 4. sz. Pécs: PTE KTK.
- [11] Krugman, P. (1991): Increasing Returns and Economic Geography. *The Journal of Political Economy*, Vol. 99. No. 3. pp. 483-499.

- [12] Krugman, P. (1993): First Nature, Second Nature, and Metropolitan Location. *Journal of Regional Science*, Vol. 33. No. 2. pp. 129-144.
- [13] Krugman, P. (1998): What's new about the new economic geography? *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 14. No. 2. pp. 7-17.
- [14] Krugman, P. (2003): *Földrajz és Kereskedelem*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- [15] Lengyel Imre (2003): *Verseny és területi fejlődés: Térségek versenyképessége Magyarországon*. Szeged: JatePress.
- [16] Marshall, A. (1890): *Principles of Economics: An Introductory Volume*. London: MacMillan.
- [17] Samuelson, P. A. (1952): Spatial Price Equilibrium and Linear Programming. *The American Economic Review*, Vol. 42. No. 3. pp. 283-303.
- [18] Stelder, D. (2005): Where do Cities form? A Geographical Agglomeration Model for Europe. *Journal of Regional Science*, Vol. 45. No. 4. pp. 657-679.
- [19] Stelder, D. (2006): The Use of Geographical Grids Models in NEG: Assessing the Effects of EU Integration. OeNB Working Paper, No. 9. Wien: Österreichische Nationalbank.
- [20] Stelder, D. (2008): Two versus Many: The Geographical Dimension in NEG Models. Groningen: University of Groningen, Faculty of Economics
- [21] Varga Attila (2002): Térökonometria. *Statistikai Szemle*, 80. évf. 2. sz. 354-370.

Függelék

F.1. A hasznosságmaximalizálási feladat megoldása

A reprezentatív fogyasztó a jövedelme és az árak által meghatározott költségvetési korlátja mellett szeretné maximalizálni az ipari és mezőgazdasági termékek vonatkozásában az elérhető hasznosságát. A probléma a következő:

$$U = F^{1-\delta} \cdot M^{\delta} \rightarrow \max$$

$$Y = I \cdot M + F$$

A probléma egy klasszikus szélsőérték-feladat, megoldásának egyik módszere, ha felírjuk a problémához tartozó Lagrange-függvényt, majd megkeressük a függvény szélsőértékeit és megoldjuk az így kapott egyenletrendszert. A feladathoz tartozó Lagrange-függvény:

$$L(F, M, \lambda) = F^{1-\delta} \cdot M^{\delta} + \lambda \cdot (Y - I \cdot M - F)$$

A Lagrange-függvény szélsőérték-helyei:

$$\frac{\partial L(F, M, \lambda)}{\partial F} = (1 - \delta)F^{-\delta} \cdot M^{\delta} - \lambda = 0$$

$$\frac{\partial L(F, M, \lambda)}{\partial M} = \delta \cdot F^{1-\delta} \cdot M^{\delta-1} - \lambda \cdot I = 0$$

$$\frac{\partial L(F, M, \lambda)}{\partial \lambda} = Y - I \cdot M - F = 0$$

Az egyenletrendszer megoldásához osszuk el a második egyenletet az elsővel, majd fejezzük ki $I \cdot M$ -re valamint F -re az összefüggést:

$$I = \frac{\delta}{1 - \delta} \cdot F \cdot M^{-1}$$

$$I \cdot M = \frac{\delta}{1 - \delta} \cdot F$$

$$F = \frac{1 - \delta}{\delta} \cdot I \cdot M$$

Utóbbi két összefüggést egyenként visszahelyettesítve a λ szerinti derivált egyenletébe (feltételi függvénybe) kapjuk meg a szélsőérték-feladat megoldását, a [3.1] valamint [3.2]-es keresleti függvényeket:

$$F = (1 - \delta) \cdot Y \quad [3.1]$$

$$M = \delta \cdot Y / I \quad [3.2]$$

F.2. A költségminimalizálási feladat megoldása

A reprezentatív fogyasztó adott fogyasztási színvonal és adott árak mellett úgy igyekszik összeállítani fogyasztói kosarát az ipari termékek vonatkozásában, hogy annak költsége a lehető legkevesebb legyen. A feladat tehát a következő:

$$\sum_{i=1}^N m_i \cdot p_i \rightarrow \min$$
$$M = \left(\sum_{i=1}^N m_i^\rho \right)^{1/\rho}$$

A szélsőérték-feladat megoldásához fel kell használni a közgazdaságtanban ismert, optimumban érvényes MRS-feltételt, miszerint bármely két termék esetében teljesülnie kell a termékek közötti helyettesítési határárány és árárány egyezőségének:

$$MRS = \frac{m_i^{\rho-1}}{m_j^{\rho-1}} = \frac{p_i}{p_j}$$

Az optimum-feltételt kifejezve m_i -re adódik:

$$m_i = m_j \cdot \left(\frac{p_j}{p_i} \right)^{\frac{1}{1-\rho}}$$

Utóbbi összefüggést visszahelyettesítve a feltételi függvénybe kapjuk:

$$M = \left(\sum_{i=1}^N m_j \cdot \left(\frac{p_j}{p_i} \right)^{\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho}} = m_j \cdot p_j^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot \left(\sum_{i=1}^N p_i^{\frac{\rho}{\rho-1}} \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

Ezt kell kifejezni m_j -re, hogy megkapjuk a j -dik ipari termékvariáns áráktól függő keresleti függvényét:

$$m_j = \frac{M \cdot p_j^{\frac{1}{\rho-1}}}{\left(\sum_{i=1}^N p_i^{\frac{\rho}{\rho-1}} \right)^{\frac{1}{\rho}}}$$

Mivel a fogyasztó olyan termékkombinációt keres, amely adott színvonal elérését teszi számára lehetővé minimális költség mellett, ezért utóbbi összefüggést a termékárral szorozva, majd az összes ipari termékre aggregálva kapjuk a következőt:

$$\sum_{j=1}^N (p_j \cdot m_j) = \sum_{j=1}^N p_j \cdot \frac{M \cdot p_j^{\frac{1}{\rho-1}}}{\left(\sum_{i=1}^N p_i^{\frac{\rho}{\rho-1}} \right)^{\frac{1}{\rho}}} = M \cdot \left(\sum_{j=1}^N p_j^{\frac{\rho}{\rho-1}} \right)^{\frac{\rho-1}{\rho}}$$

Az összefüggés azt mutatja be, hogy az ipari termékekre fordított összkiadás egy mennyiségi index (M) valamint egy árindex szorzataként adódik. A kifejezés utolsó tagja tehát az árindex,

amely az ipari termékek árának súlyozott indexe. Az ipari árindexre ezek szerint a következő összefüggés érvényesül:

$$I = \left(\sum_{j=1}^N p_j^{\frac{\rho}{\rho-1}} \right)^{\frac{\rho-1}{\rho}}$$

Ezt kell felhasználni a fenti m_j keresleti függvénnyel ahhoz, hogy megkapjuk az alábbi összefüggést:

$$m_j = \frac{M \cdot p_j^{\frac{1}{\rho-1}}}{\left(\sum_{i=1}^N p_i^{\frac{\rho}{\rho-1}} \right)^{\frac{1}{\rho}}} = \frac{M \cdot p_j^{\frac{1}{\rho-1}}}{I^{\frac{1}{\rho-1}}} = M \cdot \left(\frac{p_j}{I} \right)^{\frac{1}{\rho-1}}$$

Végül a [3.2]-es egyenletet és az $\varepsilon = \frac{1}{1-\rho}$ azonosságot felhasználva kapjuk meg az ipari termékekre vonatkozó [3.3]-as egyéni keresleti függvényeket:

$$m_j = p_j^{-\varepsilon} \cdot \delta \cdot Y \cdot I^{\varepsilon-1} \quad [3.3]$$

F.3. A profitmaximalizálási feladat megoldása

Az ipari termékek kibocsátói maximális profit elérését célozzák meg, így amikor kibocsátásukról döntenek, a következő profitmaximalizálási problémával szembesülnek:

$$\pi_j = p_j \cdot x_j - W \cdot (\alpha + \beta \cdot x_j) \rightarrow \max$$

A vállalatok számára azonban korlátot szab a kereslet, emiatt a profitmaximalizálásnál figyelembe kell venniük a saját termékváltozatukra érvényes [3.3]-as keresleti függvényt. A vállalatoknak feltételezés szerint nincs hatásuk az ipari árindexre, amely feltételezés sokszereplős piacokon egyáltalán nem életidegen. A profitmaximalizálási probléma a keresleti korlát figyelembevételével és a konstans paramétereket egy C változóba foglalva felírható ezek alapján az alábbi formában is:

$$\pi_j(p_j) = p_j^{1-\varepsilon} \cdot C - W \cdot (\alpha + \beta \cdot p_j^{-\varepsilon} \cdot C) \rightarrow \max$$

A profitfüggvény maximumát keressük, ehhez egyszerűen vesszük az első deriváltját és egyenlővé tesszük nullával:

$$\frac{\partial \pi_j(p_j)}{\partial p_j} = (1 - \varepsilon) \cdot p_j^{-\varepsilon} \cdot C + \varepsilon \cdot W \cdot \beta \cdot p_j^{-\varepsilon-1} \cdot C = 0$$

Átrendezve és leegyszerűsítve az összefüggést kapjuk a következőt:

$$\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right) \cdot p_j = W \cdot \beta$$

Az összefüggés szerint a profit akkor maximális, ha a marginális bevétel megegyezik a marginális költséggel. Az indexelést a továbbiakban elhagyhatjuk, mivel feltételezés szerint a vállalatok azonos technológiát használnak és így áraik és termelésük is azonosan alakul. Felhasználva, hogy $\varepsilon = \frac{1}{1-\rho}$ megkapjuk a [3.4]-es árösszefüggést:

$$p = W \cdot \beta / \rho \quad [3.4]$$

Mivel a piacon szabad belépést feltételezünk, hosszú távon a vállalatok nem tesznek szert profitra:

$$\pi = p \cdot x - W \cdot (\alpha + \beta \cdot x) = \frac{W \cdot \beta}{\rho} \cdot x - W \cdot (\alpha + \beta \cdot x) = 0$$

Utóbbi összefüggésből kifejezve x -t adódik a vállalatok kibocsátására vonatkozó [3.5]-ös egyenlet:

$$x = \alpha \cdot (\varepsilon - 1) / \beta \quad [3.5]$$

Végezetül a vállalatok optimális munkaerő-felhasználását is kiszámíthatjuk:

$$l = \alpha + \beta \cdot x = \alpha \cdot \varepsilon$$

F.4. Az ipari árindex-egyenlet levezetése

Az ipari árindexre a fogyasztók költségminimalizálási problémájának megoldásakor már levezettünk egy érvényes összefüggést. Ismerjük továbbá az egyensúlyi árakra érvényes [3.4]-es összefüggést is. A kettő ismeretében az ipari árindexre a következő igaz:

$$I = \left(\sum_{j=1}^N p_j^{\frac{\rho}{\rho-1}} \right)^{\frac{\rho-1}{\rho}} = \left(\sum_{j=1}^N p_j^{1-\varepsilon} \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}} = \left(\sum_{j=1}^N \left(\frac{W \cdot \beta}{\rho} \right)^{1-\varepsilon} \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}}$$

A térbeli modellben minden régióra külön árindex érvényesül. Az r -dik régióban érvényes ipari árindex a régióban fogyasztott ipari termékek termelés helye szerinti régióban működő vállalatok részarányával súlyozott átlagos ára. Ehhez ismernünk kell az r -dik régióban működő vállalatok számát, amely egyszerűen adódik, ha elosztjuk az r -dik régió ipari munkásainak számát az egy vállalat által alkalmazott ipari munkások számával:

$$N_r = \frac{\lambda_r \cdot \gamma}{\alpha \cdot \varepsilon}$$

Fontos figyelembe venni azt is, hogy a régiók közötti szállításnak költsége is van, amit az áron felül, az ár arányában fejezünk ki. A fenti összefüggések ismeretében az ipari árindex a következők szerint alakul:

$$I_r = \left(\sum_{s=1}^R \frac{\lambda_s \cdot \gamma}{\alpha \cdot \varepsilon} \cdot \left(\frac{W_s \cdot \beta}{\rho} \cdot T_{sr} \right)^{1-\varepsilon} \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}} = \frac{\beta}{\rho} \cdot \left(\frac{\gamma}{\alpha \cdot \varepsilon} \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \cdot \left(\sum_{s=1}^R \lambda_s \cdot W_s^{1-\varepsilon} \cdot T_{sr}^{1-\varepsilon} \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}}$$

Azért, hogy átláthatóbbá tegye a modellt, Krugman normalizálta az egyenleteket. A $\beta = \rho$ és az $\alpha = \gamma/\varepsilon$ normalizációkat elvégezve megkapjuk az r -dik régióban érvényes ipari árindex [3.6]-os egyenletét:

$$I_r = \left(\sum_{s=1}^R \lambda_s \cdot W_s^{1-\varepsilon} \cdot T_{sr}^{1-\varepsilon} \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad [3.6]$$

F.5. Az ipari nominálbér-egyenlet levezetése

Az r -dik régióban érvényes ipari nominálbér levezetéséhez az egyensúlyi modellekhez hűen fel kell tennünk, hogy az ipari termékek piacán kialakul az egyensúly. A nominálbér-egyenlethez eljuthatunk, ha a [3.3]-as összefüggés szerinti regionális fogyasztói keresleteket aggregáljuk, majd egyenlővé tesszük r -dik régióban működő, reprezentatív vállalat kínálatának [3.5]-ös egyenletével (összes kereslet = összes kínálat):

$$\sum_{s=1}^R p^{-\varepsilon} \cdot \delta \cdot Y_s \cdot I_s^{\varepsilon-1} = \frac{\alpha \cdot (\varepsilon - 1)}{\beta}$$

A fenti egyenlettel az r -dik régióbeli termék [3.4]-es egyensúlyi árát felhasználva adódik:

$$\sum_{s=1}^R \left(\frac{W_r \cdot \beta}{\rho} \cdot T_{rs} \right)^{-\varepsilon} \cdot \delta \cdot Y_s \cdot I_s^{\varepsilon-1} = \frac{\alpha \cdot (\varepsilon - 1)}{\beta}$$

Az árösszefüggésben ezúttal a szállítási költséget is figyelembe kell venni. A szállítás során, vagyis amíg az r -dik régióbeli termék eljut az s -dik régióba, T_{rs} mértékű szállítási költség keletkezik, amit az árban érvényesítenek a vállalatok. Ahhoz, hogy egységnyi r -dik régióbeli termék megérkezzen s -dik régióba, T_{rs} mennyiségű terméket kell útnak indítani. Ezt szem előtt tartva kapjuk a következő, továbbegyszerűsített összefüggést:

$$\delta \cdot \beta^{-\varepsilon} \cdot \rho^{\varepsilon} \cdot W_r^{-\varepsilon} \sum_{s=1}^R Y_s \cdot I_s^{\varepsilon-1} \cdot T_{rs}^{1-\varepsilon} = \frac{\alpha \cdot (\varepsilon - 1)}{\beta}$$

Kifejezve W_r -t adódik a következő nominálbér-egyenlet:

$$W_r = \left(\frac{\delta}{\alpha \cdot (\varepsilon - 1)} \right)^{\frac{1}{\varepsilon}} \cdot \beta^{\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}} \cdot \rho \cdot \left(\sum_{s=1}^R Y_s \cdot I_s^{\varepsilon-1} \cdot T_{rs}^{1-\varepsilon} \right)^{\frac{1}{\varepsilon}}$$

Végül a $\gamma = \delta$, $\alpha = \gamma/\varepsilon$ és $\beta = \rho$ normalizációs egyenleteket felhasználva jutunk el a [3.8]-as egyenlet szerinti nominálbér-összefüggéshez:

$$W_r = \left(\sum_{s=1}^R Y_s \cdot I_s^{\varepsilon-1} \cdot T_{rs}^{1-\varepsilon} \right)^{\frac{1}{\varepsilon}} \quad [3.8]$$

F.6. A program működésének rövid leírása és a programkódot tartalmazó scriptek

A program működésének rövid leírása.

A program a szállítási költség (T) értékének változása és minden más paraméter (ipar részaránya: δ , helyettesítés rugalmassága: ε , földrajzi tér) változatlansága mellett számítja ki a hosszú távú egyensúlyi térszerkezeteket. Ehhez zéró agglomerációs feltevésből indul ki, vagyis kezdetben egyenletesen oszlik el a mezőgazdasági termelésen túl az ipari termelés is a lokációk között. A program inputjait egy Excel-tábla tartalmazza, amelyben az egyes lokációkhoz tartozó koordináták, a kezdetben érvényes mezőgazdasági és ipari termelés részaránya és a lokációt tartalmazó országkód is szerepel (utóbbira azért van szükség, hogy kizárólag Magyarország mai területére szimulált városokat vizsgálhassuk). A hiba-minimalizációs eljáráshoz szükséges még a vizsgált városok koordinátáinak ismerete is, amit szintén tartalmaz a használt Excel-tábla. A lokációk koordinátáinak segítségével ki tudjuk számítani bármely két lokáció között a távolságot, amely eredményeként megkapjuk a távolságmátrixot. Ennek ismeretében kiszámíthatjuk a lokációk között érvényesülő távolságtól függő szállítási költségek értékeit is, amit egy távolságmátrix méretével megegyező mátrixba foglalhatunk össze. A szállítási költségek ismeretében már kiszámítható a [3.6]-[3.10]-es egyenletekkel egy iterációs eljárás keretében a hosszú távú egyensúlyi térszerkezetben érvényes jövedelem, reálbér valamint az ipari munkaerő lokációnkénti mértéke. Az egyes lokációkban a munkaerő aránya megfeleltethető az ipari termelés részarányának, vagyis a munkaerő mértéke végső soron a városok méretét jelöli. A program outputjaként a futást követően szintén egy Excel-táblában kapjuk meg minden egyes szállítási költségre külön munkalapon a tetszőleges méretet meghaladó (például 50 ezer főnél nagyobb méretű) városok koordinátáit, ipari termelésének részarányát valamint a hiba-minimalizációhoz szükséges, előre kiszámított átlagos (egy szimulált városra vetített) távolságeltérést. Az átlagos távolságeltérések értékének minimumát keressük, vagyis azt a szállítási költséget, amely esetén az átlagos távolságbeli eltérés a legkisebb (utóbbi eljárást nem a Matlab-program, hanem egy egyszerű Excel-makró végzi el).

Script1.

```
%configuration

run_name='';
model_name='';
itnum=1500; tol=0.0001;
delta=0.50; epsilon=5;

n=100;
T=zeros(n,1); T0=1.000;
for i=1:n
    if i==1
        T(i)=T0+0.005;
    else
        T(i)=T(i-1)+0.005;
    end
end

for i=1:n
    t=T(i);
    spatial_model;
    line1={'xcoord','ycoord', 'final' 'country' 'distance'};
    line2=[topxcoord topycoord topfinal topcountry mindistance];
    xlswrite(run_name,line1,num2str(t),'A1');
    xlswrite(run_name,line2,num2str(t),'A2');
end
```

Script2.

```
%spatial_model

clearvars -except T t run_name model_name itnum tol delta epsilon;

q=length(model_name);
file_in=model_name(1:q-4);
i=xlsread(file_in,'b2:b2');
xlsrng=['b4:h',num2str(i+3)];
initial=xlsread(file_in,xlsrng);
xcoord=initial(:,1); ycoord=initial(:,2);
lF=initial(:,3); lB=initial(:,4); country=initial(:,5);
cityxcoord=initial(:,6); cityxcoord=cityxcoord(cityxcoord>0);
cityycoord=initial(:,7); cityycoord=cityycoord(cityycoord>0);

distance=zeros(i,i);
for m=1:i
    for n=1:i
        distance(m,n)=10*sqrt((xcoord(m)-xcoord(n))^2+(ycoord(m)-ycoord(n))^2);
    end
end

lM=delta*ones(i,1);
lF=(1-delta)*ones(i,1);
lsum = sum(lM) + sum(lF);
lM = lM./lsum; lF = lF./lsum;
lMT=sum(lM); lFT=sum(lF);
lsum=lMT+lFT; yF = lF;
lM0 = ind(lM,1); lM1 = lM0; lM2 = lM0;
wM0 = ones(i, 1); wM1 = ones(i, 1); wM2 = ones(i, 1);

long_run_equilibrium;

final=lM1*100; p=sum(final>1 & country==1);
```

```

topfinal=zeros(p,1); topcountry=zeros(p,1);
topxcoord=zeros(p,1); topycoord=zeros(p,1);
q=1;
for m=1:i
    if final(m)>1 && topfinal(q)==0 && country(m)==1
        topfinal(q)=final(m); topcountry(q)=country(m);
        topxcoord(q)=xcoord(m); topycoord(q)=ycoord(m);
    end
    if topfinal(q)~=0 && q<p
        q=q+1;
    end
end

[r,s]=size(cityxcoord);
distances=zeros(p,r);
for m=1:p
    for n=1:r
        distances(m,n)=sqrt((xcoord(m)-cityxcoord(n))^2+(ycoord(m)-cityycoord(n))^2);
    end
end

mindistances=zeros(p,1);
for m=1:p
    mindistance=min(min(distances));
    [a,b] = find(distances==mindistance);
    mindistances(a,1)=mindistance;
    distances(a,:)=100; distances(:,b)=100;
end
mindistance=sum(mindistances)/p;

```

Script3

```

%long_run_equilibrium

tt=t.^distance;
tt=tt.^(1-epsilon);
lr=1; sr=1;
while lr<=itnum;
    sr=1;
    while sr<=itnum;
        y=(1-delta)*ind(yF,1)+delta*ind(wM1.*lM1,1);
        ip=((lM1'.*wM1').^(1-epsilon))*tt.^(1/(1-epsilon));ip=ip';
        wM2=((y'.*ip').^(epsilon-1))*tt.^(1/epsilon);wM2=wM2';
        if max(abs(wM2./(wM1)))<(1+tol);
            sr=itnum;
        end;
        wM1=wM2;
        sr=sr+1;
    end;
    rw=wM1.*ip.^-delta;
    rwt=(lM1'*rw)/sum(lM1);
    lM2=lM1.*(rw/rwt);
    lM2=ind(lM2,1);
    diff=max(abs(lM2./(lM1)));
    if diff<(1+tol);
        lr=itnum;
    end;
    lM1=lM2;
    lr=lr+1;
end;

```