

A FELSZÍNBORÍTÁS-VÁLTOZÁS MODELLEZÉSÉNEK NÉHÁNY TAPASZTALATA A BUDAPESTI AGGLOMERÁCIÓ PÉLDÁJÁN

MODELLING LAND-USE CHANGE IN THE BUDAPEST FUNCTIONAL URBAN AREA

Farkas Jenő Zsolt¹ - Molnár András² - Módos Rita³ - Lennert József⁴

¹ tudományos munkatárs, MTA KRTK RKI Alföldi Tudományos Osztály, 6000, Kecskemét,
Rákóczi út 3., 76-502-840, farkasj@rkk.hu

² igazgatóhelyettes, tudományos főmunkatárs, Agrárgazdasági Kutató Intézet, 1093, Budapest,
Zsil u. 3., 1-217-1011, molnar.andras@aki.gov.hu

³ ügyvivő-szakértő, Agrárgazdasági Kutató Intézet, 1093, Budapest, Zsil u. 3., 1-217-1011,
modos.rita@aki.gov.hu

⁴ tudományos munkatárs, MTA KRTK RKI Alföldi Tudományos Osztály, 6000, Kecskemét,
Rákóczi út 3., 76-502-840, lennert@rkk.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásunk keretében Corine Land Cover és Urban Atlas adatokon alapuló felszínborítás-változás modellt készítettünk Land Change Modeler for ArcGIS környezetben, mellyel 2040-ig jeleztük előre a várható felszínborítási, földhasználati változásokat a budapesti agglomeráció területén. A munka során négy klíma, valamint egy demográfiai és migrációs modell adatait is felhasználtuk, melynek eredményeként egy bázis és négy darab eltérő klímaszcenáriót tartalmazó előrejelzés született. Eredményeink szerint az összes szcenárióban jelentősen nő a beépített felszín területe, melyek további város összenövéséhez, konurbációkhoz vezethetnek. A bővülés forrását alapvetően a szántó és a komplex művelésű területek adják. Azt is megállapítottuk, hogy a vizsgált időtávban a felhasznált klímamodellek csak csekély mértékben befolyásolták a földhasználat-változás települési szinten összesített területi mintázatainak alakulását. A kutatási projekt a „NATÉR továbbfejlesztése” (KEHOP-1.1.0-15-2016-00007) program keretén belül valósult meg.

SUMMARY

In our research we have prepared a land use change model based on Corine Land Cover and Urban Atlas data. The aim of the model was to predict the land use changes in the agglomeration of Budapest until 2040. During the modelling work in the Land Change Modeler for ArcGIS, we incorporated the results of four different climate models and a demographic and migration model. At the end we created a base and four other models which were differentiated by the applied climate models. According to our results, in all scenarios, the area of built-up surfaces is significantly increased, which leads to further conurbation in the study area. The source of this expansion is basically arable land and complex cultivated areas. We also found that the climate models had little influence on the evolution of spatial patterns of land use change until 2040. This holds especially if we aggregate our results at settlement level. The study was completed with the support of “NATÉR továbbfejlesztése” (KEHOP-1.1.0-15-2016-00007) project.

1. BEVEZETÉS CÍM (NAGYBETŰS, FÉLKÖVÉR, BALRA ZÁRT)

Jelen kutatás a Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program (KEHOP) támogatási rendszeréből megvalósuló, a KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 pályázati azonosítószámú, a „NATÉR továbbfejlesztése” elnevezésű projekt keretében valósult meg. A projekt átfogó célja a sérülékeny ágazatokra és hatásviselőkre vonatkozó információk pontosítása, valamint az éghajlatvédelmi, hatásvizsgálati, tervezési és értékelési módszertanok fejlesztése volt. Ezen belül az általános témán belül a földhasználatra, annak változására, modellezésére és a klímaváltozással kapcsolatos összefüggések feltárására fókuszáló átfogó kutatás elvégzésével a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI, jelenleg Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, MBFSZ) az Agrárgazdasági Kutató Intézetet (AKI) bízta meg.

A kutatás közvetlen előzményének az EGT Alapok Alkalmazkodás az Éghajlatváltozáshoz programjában finanszírozott „Magyarország hosszú távú (2050-ig terjedő) társadalmi és gazdasági fejlődési pályájának előrejelzése” című projekt tekinthető, melyet az MTA KRTK RKI valósított meg. A 2015-ben lezajlott kutatáson belül demográfiai, gazdasági és földhasználati előrejelzések születtek Magyarországon egész területére vonatkozóan (Czirfusz-Hoyk-Suvák, 2015).

1.1 Nemzetközi és hazai szakirodalmi előzmények

A földhasználat-változás modellezése az elmúlt 40 évben vált egyre fontosabb területté az ember és környezete kapcsolatrendszerének vizsgálatában. A rendszerdinamikai alapokon nyugvó földhasználati modellezés egyik első példája Jay Forrester 1969-ben megjelent 'Urban Dynamics' című műve (Forrester, 1969). Ebben Forrester azt vizsgálta, hogy miért van az, hogy a nagyvárosok fejlődésében a gyors népességnövekedés szakaszát egy stagnáló követi, melyet agresszív ingatlanfejlesztésekkel sem sikerül megelőzni. Végül egy az addigi elképzelésekkel szembenő megoldást javasolt a modelljének eredményei alapján, amelyben a slum-ok lerombolására és revitalizációjára helyezte a hangsúlyt. Ezt a megközelítést azóta is előszeretettel alkalmazzák a világ nagyvárosainak tervezői, fejlesztői. A mesterséges felszínek bővülését, megújítását fókuszba helyező modellezés a rendszerváltás utáni Magyarországon is igen aktuális, hiszen a korábbi korlátozások fellazulása óta az országot a művelés alól kivont területek gyors növekedése és a gyakran kaotikus városi szétterülés jellemzi.

Az európai kutatások közül a 2002 és 2007 között futó PRELUDE (PRospective Environmental analysis of Land Use Development in Europe) projektet emelhetjük ki, amelynek megvalósítását az Európai Környezetvédelmi Ügynökség koordinálta (EEA, 2007). A kutatás során öt scenárió mentén az EU-25, valamint Norvégia és Svájc területére készítettek el előrejelzéseket a 2015-ös és 2035-ös évekre vonatkozóan. Az eredményekből levonható legfontosabb megállapítás, hogy a városi területek növekedése minden esetben hasonló nagyságrendet ért el a 2005-ös bázis évhez képest, azonban annak területi mintázatában már voltak különbségek. Elsősorban arra hívták fel a figyelmet, hogy nem a nagyvárosok közvetlen környezetében alakulnak ki majd az új települési területek (egyetlen scenárió kivételével), hanem a vidéki települések és a kisvárosok környéke lesz vonzó, amely egyfajta diffúz városnövekedési mintát vetít előre Európában, ami elsősorban a vidéki térségekben fog negatív környezeti hatásokat indukálni. A többi földhasználati kategóriát tekintve nem ilyen egyértelmű a kép, mindenesetre azt kiemelhetjük, hogy a mezőgazdasági és a gyepterületek csökkenése több forgatókönyv esetében is elérte akár a 30 %-ot értéket is a 2005-ös állapotokhoz képest (EEA, 2007).

Az európai esettanulmány után fontos megemlítenünk, hogy a magyar szakirodalomban is található példákat a földhasználat változás előrejelzésére. Ezek közül elsőként Vaszócsik (2017) munkáját emelhetjük ki, aki egy az egész országra kiterjedő komplex, a tájtervezők munkáját segítő és a területi döntéshozatalt támogató modellt készített. A Geonamica

szoftverkörnyezetben fejlesztett modell két eltérő területi szintű almodellt tartalmaz: egy regionális és egy lokális. A regionális modell az általános gazdasági és társadalmi fejlődés hatásait építi be a modellbe, melyben az egyes régiók lakosságot és ipari beruházásokat vonzó képességén kívül megjelenik a KSH népesség előrejelzése, valamint a klímaváltozás várható hatásai is. A lokális modell egy a területhasználati-változásokat szimuláló sejtautomata, melynek fő tényezői az egyes modellezett felszínborítási kategóriák fizikai alkalmassága, az elérhetőség és a kategóriák egymás közötti térbeli és időbeli kölcsönhatásai. Ezek alapján kalkulálható a különböző területhasználati típusok változási potenciálja, melyből cellaszinten meghatározható a legvalószínűbb területhasználat. A modell a Corine Land Cover adatbázis felszínborítási adataira épül, és az 1990-2006 közötti változásokból kiindulva 2050-ig jelzi előre a várható állapotot.

A munka legfontosabb tanulságának két eredményt tekinthetünk: egyrészt, hogy a várostervezésben, a helyhez kötött erőforrásoknak (termőföld, édesvízkészlet, maga a táj) prioritást kell kapniuk, és meg kell teremteni a településeken megvalósuló különböző területhasználatok egyensúlyát, másrészt, hogy a területrendezési övezeti szabályok már 15-25 év távlatában képesek megváltoztatni egy terület térszerkezetét (Vaszócsik, 2017).

A hazai kutatások közül Duray és Keveiné (2010) CLUE modell használatára épülő munkáját emelhetjük még ki, melyben a Dél-Alföld viszonylatában meghatározták a tájhasználatot befolyásoló tényezőket, valamint a Kis-sárrét mintaterület vonatkozásában a természetes élőhelyek regenerációs potenciáljának legfontosabb faktorait is (Duray-Keveiné, 2010).

1.2. A kutatás részletes célkitűzései

A kutatás célja a 2015-ös földhasználat-változás modellezési munka folytatása, annak általános tapasztalatira alapozva. Elsődleges cél a modellezés megújítása, annak módszertani továbbfejlesztése volt a budapesti városrégió területére vonatkozóan, melynek keretében az alábbi kérdésekre kerestük a választ:

1. A területi szűkítés (regionális vs. országos modell) milyen hatással van a modellalkotásra és annak eredményeire?
2. A korábbi országos és az elkészülő regionális modell vizsgálati területre vonatkozó eredményei milyen egyezéseket és eltéréseket mutatnak?
3. Melyek a legjelentősebb felszínborítási/földhasználati átalakulási pályák a vizsgálati területen?
4. Milyen hatása van a klímaváltozásnak a földhasználat változására?

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. Felhasznált adatbázisok

Munkánk során, annak jellegéből fakadóan is részben már meglévő térinformatikai adatbázisokra, valamint területi adatokra alapoztunk, melyeket pl. a CLC1990-es adatbázisa esetén a kutatás céljainak megfelelően átalakítottunk, szerkesztettünk. Az alkalmazott adatbázisok a következők:

- Az előrejelzés kiindulópontját a Corine Land Cover 1990-es állományának az újabb Urban Atlas-szal harmonizált verziója, valamint a 2012-es Budapestet és vonzáskörzetét lefedő Urban Atlas alkotta.
- A változások hátterében álló „hajtóerők” azonosításához társadalmi (pl.: lakónépesség változása), környezeti (klímára, felszíni és felszínalatti vizekre, talajokra vonatkozó adatok) és gazdasági indikátorokat (pl.: mezőgazdasági üzemek száma) használunk fel, melyek forrásai a TeIR, valamint az AKI adatállományai voltak. Az agrárszektor

esetében a jövedelmezőséget a Standard Termelési Érték (STÉ) segítségével építettük a modellbe, illetve figyelembe vettük az agrártámogatások fajlagos értékeit is.

- A klímaadatok az EU CORDEX klímamodell gyűjteményből származtak. A referencia időszak és a jövőbeni klímaadatok a NATÉR adatbázisban is alkalmazott CNRM_45, CNRM_85, EC_45 és EC_85 modellekből származnak.

2.2. Alkalmazott módszer

A modellezési feladat elvégzéséhez a Land Change Modeler v2.0 for ArcGIS szoftvert választottuk a 2015-ös előzmény kutatáshoz hasonlóan. A Clark Labs és a Conservation International által fejlesztett szoftverkörnyezet a felszínborítás változások elemzésére és azok előrejelzésére alkalmas. Természetesen a szoftver önmagában nem jelent garanciát a sikerre, hiszen alapvetően fontos az is, hogy a modellezést végzőknek legyenek megfelelő ismeretei és hipotézisei a valóságban zajló földhasználati változásokról és azok hajtóerőiről (Mas et al., 2014). A következő szempontok mentén végeztük el a konkrét modellek felépítését:

- A futtatások során a bázis kivételével minden esetben beépítettük a saját számításokon alapuló demográfiai előrejelzés települési eredményeit, illetve az egyes átalakulásokhoz rendelhető ösztönző és korlátozó tényezőket.
- A bázis scenárió mellett (mely nem tartalmazott demográfiai és klíma adatokat sem) további négy predikciót készítettünk különböző klímaadatokkal, amelyek így az éghajlatváltozás hatásainak feltárását segítették.
- A klímaváltozás hatásait az egyes felszínborítási/földhasználati kategóriák közötti átalakulások esetében az AGRATÉR projekt eredményeiből levezetve, szakértői becsléssel állapítottuk meg.

3. EREDMÉNYEK

Eredményeinket az 1.2-es fejezetben meghatározott kérdések sorrendjében kívánjuk bemutatni:

1. kérdés

A kutatás tapasztalatai alapján azt mondhatjuk, hogy gazdasági és társadalmi szempontból homogén, vagy másképpen funkcionális régiók esetében az egyes felszínborítási kategóriák közötti konverziók részmodelljeivel nagyobb előrejelzési pontosság érhető el az LCM szoftverrel. Ennek hátterében az áll, hogy a térségen belüli intra-regionális területi folyamatok érvényessége erősebb, ezért azok várható térbeli mintázatának előrejelzése is könnyebb.

2. kérdés

A modellek között cella szintű eredmények tekintetében jelentősnek látszó különbségek lehetnek, de nagyobb területi egységre, például települési szintre összesítve ezek jórészt eltűnnek. Ez utóbbi egységekre nézve az eltérések átlagai egy-egy felszínborítási kategória esetében +2,6 % és a -2,8 % között maradtak (ez kb. 100 ha differenciát jelent átlagosan megfigyelési egységenként).

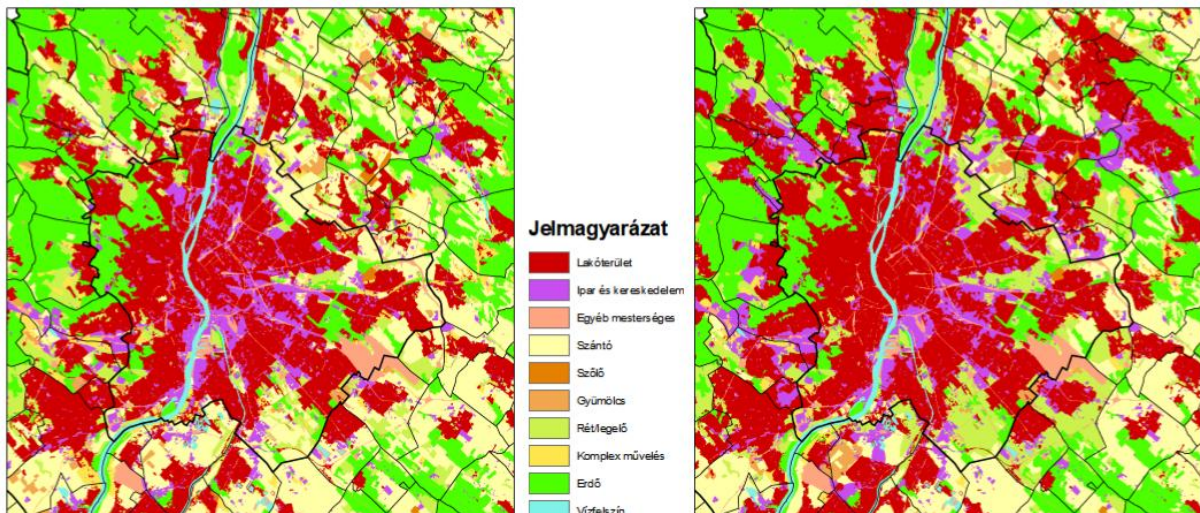
3. kérdés

A térséget meghatározó társadalmi folyamatok a vállalati és a lakossági szuburbanizáció. E két jelenség a rendszerváltás óta különböző okok miatt, néha új impulzusokat is kapva alakítja a budapesti agglomeráció földhasználatát. Ebből következően a legfontosabb folyamat a mesterséges felszínnek növekedése, azok kb. 20 %-os bővülése, melynek következtében az agglomeráció teljes területéből az arányuk várhatóan 14 %-ról 17 %-ra nő (lásd 1. táblázat).

1. táblázat: A 2012-es valós és a 2040-es földhasználat modellezett adatai (ha és %),
forrás: CLC2012 és saját számítás

Kategória	CLC2012	Bázis 2040	CNRM45	CNRM85	EC45	EC85
Lakóterület	85784,75	103845	103845,3	103845,3	103845,3	103845,3
Ipar és kereskedelem	20127	24932,25	24935,5	24935,5	24935,5	24935,75
Egyéb mesterséges	8911,25	8911,25	8911,25	8911,25	8911,25	8911,25
Szántó	260686,3	234381,3	226280,3	232797,8	229060,8	226255,3
Szőlő	4424,75	2606,5	2902,75	2784,25	2887,25	2928,75
Gyümölcsös	5721,5	5329	5908,5	5941	6227,25	6227,25
Rét/Legelő	54842	61473,25	65130,25	61851,75	63554	64970,25
Komplex művelés	21798,75	16116,25	16990,25	16191,75	16612	16951
Erdő	134513,3	139214,8	141905,5	139551	140776,3	141784,8
Vízfelszín	10578,25	10578,25	10578,25	10578,25	10578,25	10578,25
Összesen (ha)	607387,8	607387,8	607387,8	607387,8	607387,8	607387,8
Lakóterület	14,12	17,10	17,10	17,10	17,10	17,10
Ipar és kereskedelem	3,31	4,10	4,11	4,11	4,11	4,11
Egyéb mesterséges	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
Szántó	42,92	38,59	37,25	38,33	37,71	37,25
Szőlő	0,73	0,43	0,48	0,46	0,48	0,48
Gyümölcsös	0,94	0,88	0,97	0,98	1,03	1,03
Rét/Legelő	9,03	10,12	10,72	10,18	10,46	10,70
Komplex művelés	3,59	2,65	2,80	2,67	2,73	2,79
Erdő	22,15	22,92	23,36	22,98	23,18	23,34
Vízfelszín	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74
Összesen (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

A növekményterületek megjelenése a jelenlegi beépítésekhez szorosan kapcsolódik, illetve a komplex művelésű területeken már megtalálható lakó és egyéb célú ingatlanok „besűrűsödéséből” alakul ki, így összességében tovább erősödik a már meglévő konurbációs folyamat (lásd 1. ábra).



1. ábra: A 2012-es (bal) és a 2040-es (jobb) (CNRM45) földhasználat összehasonlítása,
Forrás: saját szerkesztés

A beépített területek növekedésének forrásaként két felszínborítási kategória szolgál: egyrészt a szántók, másrészt a komplex művelésű területek. Az előbbieket mintegy 30 000 ha-ral a teljes területre vetített 5 %-os csökkenéssel, míg az utóbbiak 5000 ha-ral és 0,8 %-os aránycsökkenéssel. Jelentősebb változást mutatnak a rét/legelő területek, melyeknek akár 10 000 ha-os bővülése is elképzelhető a 2040-ig tartó időszakban (a mintaterületen az arányuk 9 %-ról 10,7 %-ra is nőhet). A háttérben egyrészt befektetői döntések állhatnak (szántó megvásárlása után nem azonnal történik mega művelési ág váltás, de az eredeti földhasználatot felhagyják),

másrészt az agrártámogatások (agrár-környezetgazdálkodás, NATURA2000) is ebbe az irányba terelhetik a folyamatokat. Hasonló bővülést mutatnak az erdők is, melyek a vizsgált időszakban kb. 5-7000 ha-os növekedést mutatnak, elsősorban a szakpolitikai célok megvalósításának, valamint a természetvédelmi és területrendezési szabályzóknak köszönhetően.

4. kérdés

A kérdés megválaszolására jelen modellezés nem tud teljes választ adni. Ennek oka, hogy a felhasznált klímamodellek felszínborítás konverziók mennyiségét módosító hatását szakértői becsléssel vittük be a modellünkbe. Ebből következően az LCM-ben készült modell jelenleg a klímaváltozás befolyásoló hatását csak a területi mintázatokban jeleníti meg. Azonban ezzel kapcsolatban is meg kell jegyeznünk, hogy a klímamodellek területi felbontása egy kisebb régió vizsgálatához még nem megfelelő, és az IDW interpolációval előállított kisebb cella méretű raszter térképek csak közelítik egy valódi nagyobb méretarányú modell eredményeit. Mindezen peremfeltételek mellett azt láthatjuk, hogy települési összesítésben az eredmények csak minimális eltérést mutatnak az egyes futtatások között, amit alátámaszt a 186 településre elvégzett korreláció analízisünk is.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Összefoglalva tehát Budapest környékén a mesterséges felszínnek további jelentős bővülésére és ennek következtében a települések „összenövésére” számíthatunk, melynek számos tovagyűrűző hatása lehet a jövőben. Budapest és a környező nagyobb városok központi területei még inkább lezárásra kerülhetnek a klímát kedvezően befolyásoló tényezőktől (légszűrők, erdő és vízfelületek), amelyek így összességében a városi hősziget hatást erősíthetik. Azonban nemcsak a klíma, de az életkörülményeket meghatározó egyéb paraméterekben is kedvezőtlen változások várhatók. Emiatt a kertvárosi települések épp azokat az értékeiket/előnyeiket veszíthetik el (megfelelő nagyságú élettér, szép környezet, szabadterei rekreációs lehetőségek), melyek eddig a vonzerejük fontos részét képezték. Végül fontos megemlíteni a mezőgazdasági területek jelentős visszaszorulását, mely a főváros élelmiszer-ellátásától (pl.: friss áruk) a vidéki (agrár)gazdaság és társadalom fenntartható fejlesztéséig terjedően ad megoldandó feladatokat a döntéshozóknak.

5. IRODALOMJEGYZÉK

- Czirfusz M. – Hoyk E. – Suvák A. (szerk.) (2015): Klímaváltozás–Társadalom–Gazdaság. Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon. Publikon Kiadó, Pécs
- Duray B. - Keveiné Bárány I. (2010): Tájdinamikai vizsgálatok - a tájhasználat-változás és regenerációs potenciál összefüggéseinek modellezése In: Unger J. - Pál Molnár E. (szerk.): Geoszféra 2009: A Szegedi Tudományegyetem Földtudományok Doktori Iskolájának eredményei. GeoLitera, Szeged
- Forrester, J. W. (1969): Urban Dynamics. MIT Press, Cambridge
- Mas, J. F., Kolb, M., Paegelow, M., Olmedo, M. T. C., & Houet, T. (2014): Inductive pattern-based land use/cover change models: A comparison of four software packages. Environmental Modelling & Software, 51, pp. 94-111.
- Vaszócsik, V. (2017): Meddig nőhetnek a városok? A területhasználat-változási folyamatok modellezése. Területi Statisztika, 2017, 57(2), pp. 205–223; DOI: 10.15196/TS570205
- EEA (2007): Land-use scenarios for Europe: qualitative and quantitative analysis on a European scale. EEA Technical Report, 09. 2007. pp. 1-78., [http://projects.mcrit.com/esponfutures/documents/European%20Studies/EEA%20\(2007\)%20Land-use%20scenarios%20for%20Europe%20qualitative%20and%20quantitative%20analysis.pdf](http://projects.mcrit.com/esponfutures/documents/European%20Studies/EEA%20(2007)%20Land-use%20scenarios%20for%20Europe%20qualitative%20and%20quantitative%20analysis.pdf)