



**MAGYARORSZÁG HOSSZÚ TÁVÚ TÁRSADALMI ÉS
GAZDASÁGI FEJLŐDÉSI PÁLYÁJÁNAK ELŐREJELZÉSE**

WP3 Társadalmi-gazdasági folyamatok modellezése 2050-ig

D3.7

**MÓDSZERTANI TANULMÁNY A
MODELLFUTTATÁS TANULSÁGAIRÓL**

**A FÖLDHASZNÁLAT-VÁLTOZÁS
MODELLEZÉSE ÉS ELŐREJELZÉSE**



MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont

Regionális Kutatások Intézete

2015

Készítette:

Farkas Jenő Zsolt

Lennert József

<http://nater.rkk.hu>

A jelen tanulmány kiadása Izland, Liechtenstein és Norvégia EGT-támogatásokon és a REC-n keresztül nyújtott anyagi hozzájárulásával valósult meg. A jelen dokumentum tartalmáért az MTA KRTK felelős.

A Projekt izlandi, liechtensteini és norvégiai támogatásból valósul meg.

A szerződés azonosítószáma: EEA-C12-11



REGIONAL ENVIRONMENTAL CENTER

A modellezés adatforrásait érintő problémák a munkafázisok sorrendjében

A kiinduló felszínborítási térképek problémái

A felszínborítás időbeli alakulásának az általunk választott módszertannal történő vizsgálatához az egyetlen megfelelő adatbázist a Corine felszínborítási térképei jelentették, amelyek az 1990-es, 2000-es, 2006-os és 2012-es évekre érhetőek el. Az adatbázisnak – sokoldalú felhasználhatósága ellenére – van néhány olyan tulajdonsága, ami jelentősen befolyásolja a földhasználati modellezés folyamatát.

Az előrejelzés elkészítésének meghatározó kezdeti kutatói lépése volt a megfelelő felbontás kiválasztása. A raszterterképek elérhetőek 100 m-es és 250 m-es felbontásban is (valamint ArcGIS-ben tetszőlegesen alacsonyabb felbontásra újraméretezhetőek). A magasabb felbontás használata az egyes modellezési lépések számítási idejét többszörözi, ez különösen az MLP neurális háló használatakor jelent problémát. Ugyanakkor a felbontás túlzott csökkentése esetén a kis területekre korlátozódó változások nem jelennek meg, illetve azt is figyelembe kell venni, hogy az egyes földhasználati kategóriák fragmentáltsága eltérő, ez az alacsonyabb felbontásra átálláskor arányeltolódásokhoz vezethet. A döntést segítette, hogy a Corine kategóriáinak kialakítását végző szakemberek is csak egy bizonyos méret feletti elemeket vettek figyelembe (a területi kiterjedésű elemek legkisebb térképezési mérete 25 ha, a vonalas elemek esetében 100 m szélesség, és csak az 5 ha-t meghaladó változásokat rögzítették). Ennek köszönhetően a 100 és 250 méteres felbontás között minimális a változás, csak csekély információvesztéssel jár, míg az 500 m-es felbontásra való áttérés a fragmentálódott formák jelentős részének eltűnésével és számottevő információvesztéssel jár. Épp ezért a 250X250 m-es felbontás használata bizonyult optimálisnak.

Az átalakulási trendek értelmezését nehezíti, hogy Corine által használt kategóriák egy része kifejezetten átmeneti állapotokat rögzít. Magyarország esetében például egy megkezdődött autópálya-beruházás a következő adatfelvételkor még csak építési területként jelenik meg, míg a friss erdősítések először átmeneti erdős-bokros területekként szerepelnek. A problémát az egyes kategóriák célzott összevonásával lehet feloldani.

Az eredeti kategóriaszám csökkentése (a Magyarországon előforduló 29-ből 8-ra) a választott módszertanból eredő szükségszerűség is volt (mivel az összes kategória közötti átalakulásra külön almodellt kell alkotni, ezért a kategóriák számának növelése az elkészítendő szubmodellek számának négyzetes

növekedésével jár). A kutatás kezdeti szakaszában korlátozottak voltak a lehetőségeink az összevonás utáni felhasználhatóság megbecslésére. A későbbi eredmények több összevont kategória esetében igazolták a kutatói döntés helyességét, más kategóriák esetében viszont a nehezebb modellezhetőség a nem optimális összevonás eredménye is lehet.

Az összevonások ellenére is maradtak viszonylag kis kiterjedésű kategóriák (szőlők-gyümölcsösök, komplex mezőgazdasági felszínek). Önálló szerepeltetésük egyes tájak, települések arculatában és gazdaságában betöltött szerepük miatt indokolt. Azonban az egyes átmenetek csekély elemszáma miatt e kategóriák változásainak modellezése nagyobb bizonytalanságot hordoz magában, és megnő az MLP túltanításának veszélye.

Bizonyos cellák, illetve területek esetében a besorolás bizonytalan, nagyban függ az adatfelvétel időpontjától, az adatok validációját végző szakértő megítélésétől. Ezek a billegő, az egyes időpontok között oda-vissza változó cellák nehezítik a hosszú távú trendek leolvasását, azonban kiszűrésükre jelen vizsgálat keretei között nem volt mód.

A rendelkezésre álló magyarázó változók problémái

A modellezéshez felhasznált magyarázó változók esetében visszatérő probléma volt, hogy a felbontásuk meg sem közelítette a földhasználati alaptérképekét. A társadalmi-gazdasági változók esetében jellemzően településszintűek az adatok, ami a közigazgatási határok jelentőségének túlhangsúlyozásához vezetett. Az alacsonyabb felbontás hátrányai más jellegű adatoknál is jelentkeztek, pl. az éghajlati adatok is 10x10 kilométeres négyzetrácsra vonatkoztak, amelyek a határ két oldalán jelentős eltérésekhez is vezethettek az átalakulási potenciálok között.

Az adatok térbeli elérhetősége mellett egyes esetekben az időbeli elérhetőség is gondot okozott, főként az időben dinamikusan változó társadalmi-gazdasági mutatók esetében. Az ideális állapot (változás esetén a kezdeti és végidőpont 1990 és 2006, állapotot leíró adat esetén az érték az éves adatok átlaga) nem csak a hézagos adatsorok miatt volt nehezen elérhető. Az adatok általában településsorra vonatkoztak, ám a vizsgált időszakban a településállomány is drasztikus átalakuláson ment keresztül (területváltozások, szétválások), emiatt az időszak kezdetének és végének statisztikai adatai az esetek egy részében nem ugyanarra a településterületre vonatkoznak.

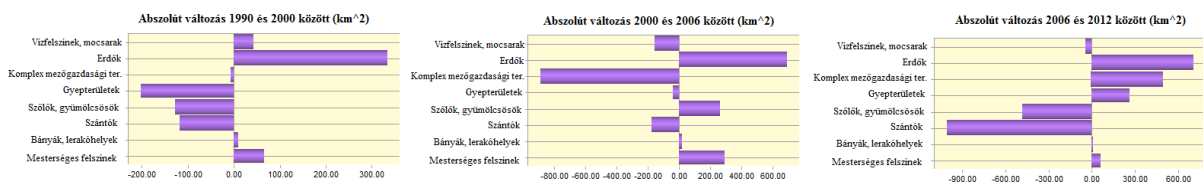
Bár összességében a modellezés során felhasznált magyarázó változók száma 70 körüli (pontos szám megadása az egyes változók eltérő verziói és az egyes átalakulási potenciálok eltérő változóállománya miatt nem lehetséges), voltak olyan adatok is, amelyeket, bár valószínűleg segítettek volna a folyamatok minél

jobb modellezéséhez, nem sikerült beszerezni. Ilyenek például a nagy felbontású, a kapott agrártámogatás összegére vonatkozó adatok.

A modellezés validációjának adatigény problémái

Az eredeti elképzelések szerint a validációhoz a 2012-es Corine adatsort használtuk, ami azonban a várakozásokat alulmúló eredményekhez vezetett, melynek okai részben magában a Corine CLC2012-es adatbázisban keresendők. A 2006-2012 közötti változások a korábbi trendektől számos ponton eltérnek, több kategória esetében előjelváltás következett be (szőlők, gyümölcsösök; komplex mezőgazdasági területek) (1. ábra). Az egyes időszakok közötti éles különbségek pl. a szőlők, gyümölcsösök esetében nagy valószínűséggel a szabályozási környezet irányváltásainak tudhatók be (telepítés támogatása után kivágás támogatása), de a fentebb említett „billegő cellák” jelensége is közrejátszhat (komplex mg-i területek és szőlők között). A 2006-2012 közötti eltérő változások továbbá felhívják a figyelmet arra a bizonytalanságra, amit a viszonylag rövid időtartamú kiindulási időszak hordoz magában (lásd alább).

1. ábra: Az egyes kategóriák területváltozása különböző időszakokban



A modellezés módszertanát érintő kérdések

Az átmeneti potenciálok meghatározásának problémái

Az általunk áttekintett felszínborítás modellezéssel foglalkozó publikációkat alapvetően két eltérő típusba sorolhatjuk a modellezés komplexitása és az abszolút földrajzi helyzet szempontjából:

- 1-2 felszínborítási kategória előrejelzését célul kitűző (pl.: erdőterületek csökkenése, vagy települési területek bővülése), a természetközeli területek rovására történő antropogén zavarás hatását a jövőbe vetítő projekciók, főként Közép- és Dél-Amerikából, Ázsiából,
- komplex akár 10 különböző földhasználati kategória változásának modellezését megkísérlő, a környezeti, szabályozási, gazdasági-piaci és demográfiai tényezőket és változásokat figyelembe vevő, zömmel európai kísérletek.

Az első típusban a modellezési folyamat léptéke kisebb, általában egy szűkebb területre irányul, kevés számú, de nagy méretarányú input adatokkal dolgoznak,

melyek alapvetően a szomszédsági viszonyokra, illetve a korábbi zavarásra vonatkoznak. Ezzel kiválóan lehet modellezni (akár 90 %-os MLP pontosság is elérhető) az esőerdő területének csökkenését, az irtásos mezőgazdaság hatásait, vagy éppen a harmadik világ nagyvárosainak terjeszkedését.

A második csoportban a modellezési folyamat jóval összetettebb módon, több térbeli szinten valósul meg, melyre jó példa a holland fejlesztésű Land Use Scanner Model (Hilferink és Rietveld, 1999). Makroszinten a demográfiai és gazdasági fejlődést, a mezőgazdasággal szemben támasztott igényeket, illetve a természetvédelmi terveket veszik figyelembe, melyeket azután lebontanak regionális (pl.: regionális mezőgazdaság fejlődésének projekciója a piaci folyamatok tükrében), és végül lokális cella szintre. Ezek mellé az igényt megjelenítő adatok mellé alkalmassági (suitability) és tervezési (policy) térképeket rendelnek, és ezek alapján történik meg a modellezés különböző scenáriók mentén.

A két módszer között tehát alapvető különbség, hogy az egyik 'single-layer' megközelítést alkalmaz, míg a másik 'multi-layer' metódus, amellyel a regionális különbségek jobban kezelhetők a modellezésen belül. Természetesen az előrejelzések felhasználhatósága is eltér, hiszen az első megközelítés alapvetően tudományos célokat és a figyelemfelkeltést szolgálja, addig a második típusban döntés-előkészítő, döntés-támogató szerep a legfontosabb.

Az általunk végzett modellezési folyamat e kettő megközelítés közötti átmenet, hiszen ugyan egy területi szinten dolgoztunk, de összetettebb célokkal, és az LCM szoftver lehetőségein belül beépítettük a járási szintre elkészült demográfiai előrejelzés, a RegCM klímamodell, illetve egyéb tervezési tényezők hatásait is, amelyek így a makro és a regionális szintet képviselték esetünkben. Ugyanakkor ebben a megközelítésben az egyes szubmodellek átmeneti potenciáljainak meghatározásakor nem tudtunk regionális különbségeket figyelembe venni, így azok az egész országra érvényes egyfajta „kompromisszumként” születtek meg. Ez alatt azt értjük, hogy a ugyanazon földhasználati változás mögött álló hajtóerők nagyon eltérőek lehetnek középtájként vagy régióként. A modell készítése közben érzékeltek ezt a problémát különösen az erdők, a gyepterületek vagy a szőlő-gyümölcsösök esetében. Az LCM logikájában tehát nem annyira a 'multi-layer' megközelítésre van szükség, hiszen az áthidalható, hanem inkább arra, hogy az adottságaikban jelentősen eltérő területeket külön modellezési folyamatban kezeljük. Itt két lehetséges út is adódik: a társadalmi-gazdasági tényezők hangsúlyozásával a régiókra, vagy inkább a természeti tulajdonságokra koncentrálna nagytájakra alapozott modellezési folyamat is elképzelhető, melyek egyesítésével állhatna elő egy országos projekció. Tovább lehetne árnyalni ezt a megközelítést azzal, ha a felszínborítási konverziókban leginkább érintett térségekre (Kiskunság, Nyírség, Zalai- és Somogyi dombtság) külön-külön

modellek készülnének, lehetővé téve és egyben feltárva is az eltérő okokat és hajtóerőket.

Ezt egészíthetjük ki azzal, hogy az átmeneti potenciálok meghatározásának másik alapvető problémája a megfelelő input adatok hiánya mellett (erről az első részben írtunk, mint pl.: agrártámogatások adatai 1998-tól), hogy a folyamatok háttérében álló valós okokról csak feltételezéseink, hipotéziseink vannak. Jelenleg Magyarországon nem áll rendelkezésre olyan átfogó kutatás, amely az ingatlantulajdonosok és fejlesztők, gazdasági szereplők, agrárvállalkozások és termelők motivációit területileg reprezentatívan feltárta volna ebben a kérdésben. Mindezek mellett a választási ciklusokhoz kötődő politikai váltógazdaságnak is köszönhetően az általános agrárpolitikai, földpiaci és birtokpolitikai célok is gyorsan változnak, melyek szintén további instabilitást eredményeznek a földhasználatban. E tényezők, tehát a földhasználatot alakító szereplők magatartásának a feltárása és megismerése, valamint a kapcsolódó szakpolitikai célok scenáriókba rendezése jelentősen növelné egy döntéshozóknak készített projekció pontosságát és alkalmazhatóságát.

Azt gondoljuk tehát, hogy a földhasználati modellezés nemzetközi trendjeivel összhangban a munka folytatásaként mindenképpen több makro és regionális szintű ágazati projekciót, igényt és elvárást kell a modellbe integrálni, másrészt fel kell tárni a különböző szereplők lokális szinten megjelenő motivációit, a döntéshozataluk sajátosságait és annak szempontjait. Tehát összességében a makro projekciók és a mikro-szimulációk integrációja felé kell elmozdulni, melyből az utóbbiban az ágens alapú megközelítés felé kell eltolni a hangsúlyt. Ezt még kiegészíthetjük azzal, hogy célszerű lenne legalább nagytáji, vagy regionális külön szubmodelleket készíteni, legalábbis az LCM további alkalmazása esetén (más szoftver alkalmazásakor ez a megközelítéstől függ).

A „kemény” földhasználati modellezés előrejelzésének kérdései

Az ún. „hard prediction” kapcsán alapvetően az a kérdés merül fel módszertani szempontból, hogy lehet-e az 1990-2006-os időszak átalakulási folyamatai alapján 2050-ig megalapozott előrejelzést adni. Más megközelítésből azt is kérdezhetjük, hogy az 1990-2006 közötti időszak mennyire tipikusan képezi le a hosszútávú földhasználat változási trendeket Magyarországon.

Álláspontunk szerint – a KSH 1962-2014 közötti adatai, de már a Corine 2012-ig terjedő adatbázisai alapján is – a rendszerváltozás és az azt követő 10-15 éves időszak nem tekinthető tipikusnak vizsgálati témánk szempontjából. Ennek oka, hogy a megváltozott gazdasági-társadalmi berendezkedés, a korábbi tervgazdaság és közösségi tulajdonon alapuló vállalati struktúra helyébe a szociális piacgazdaság és a magánvállalkozás lépett, mellyel alapvetően

megváltoztak a gazdaság szereplőinek céljai és döntési motiváció. E mellé társult még egy általános modernizációs folyamat is, melyet a vonalas infrastruktúra fejlesztése és a települések területének növekedése (zöld mezős beruházások, lakás célú fejlesztések – lakóparkok) jellemez. A mindezek hatására bekövetkező gyors konverziós folyamatok az igények kielégítése után jelentősen lassulhatnak hasonlóan Nyugat-Európához. Ezt erősíti az agrártámogatási rendszer is, hiszen egyrészt a NATURA2000 területeken sokkal nehezebb a földhasználat váltás (megfelelő közösségi szervek engedélyes is szükséges lehet, lásd. Audi gyár bővítése), másrészt a területalapú támogatások is, melyek versenyképessé teszik a mezőgazdasági területek földjárdékát más hasznosítási formákkal szemben (pl.: beépítés). Alapvetően tehát a jövőben a társadalmi-gazdasági oldalról akkor látunk lehetőséget újra nagyobb volumenű konverziós folyamat megindulására, ha az EU agrárszubszcenciós rendszere jelentősen átalakul. Emellett környezeti oldalról a klímaváltozás indukálhat még átalakulást a területhasználatban, azonban ez nem feltétlenül jár együtt földhasználat váltással, inkább feltételezhetően egy alkalmazkodási folyamatként jelenik meg, mint például a szárazságtűrő fajták termesztése, és egyéb technológiák (pl.: ültetvények esetén a jégvédő hálók) alkalmazása.

Mindezek alapján módszertani szempontból a modellezés kiindulási időintervallumának kiszélesítését javasoljuk, egyrészt a rendszerváltást megelőző időszakokkal (pl. egy 1980 körüli kezdő dátummal), másrészt a rendszerváltás utáni évekből is legalább 20-22 évet lenne célszerű belefoglalni a modell „tanulási+ időszakába. Az így kialakult 30-35 éves időtartam már megfelelő lehet egy 2050-ig elvégzendő kemény modellezés lefuttatásához. Ez a megoldás nyilván új problémákat is felvet, mégpedig azt, hogy a Corine CLC legalábbis kiindulási időpontként nem alkalmazható, mert nem áll rendelkezésünkre 1990 előtt. Azonban ahogy azt korábban kifejtettük a Corine adatbázis sok problémával terhelt, így elképzelhetőnek tartanánk, hogy műholdképek, földhivatali és agrártámogatási adatok felhasználásával kifejezetten a modellezéshez hozzunk létre kiindulási földhasználati térképeket.

Javaslatok

Adatbázisokat érintő javaslatok

- Célszerű lenne a modellezés kiindulási időszakát 1990-2006-ról az 1980-2010-es éveket átfogó időintervallumra kibővíteni.
- A Corine CLC alkalmazása helyett megfelelőbb lehet egy kifejezetten a modellezéshez generált földhasználati térkép alkalmazása, illetve előbbi további alkalmazása esetén érdemes lenne az egyes összevont kategóriák felülvizsgálata, és más változatokkal történő kísérletezés a korábban jelzett problémák miatt.

- A Corine CLC-ben rendelkezésre álló négy térkép alapján a „billegő cellák” kiszűrése és kihagyása a vizsgálatból egyértelműbbé tenné a trendeket, megkönnyítené az előrejelzést.
- Egyes közigazgatási határokra vonatkozó társadalmi-gazdasági változók esetében próbát lehetne tenni a területi mozgóátlag alkalmazásával is.
- Érdemes lenne a magyarázó változók körét kibővíteni, különösen gondolunk itt az agrártámogatásokra, de összességében a földhasználat változások mögötti hajtóerők jobb megismerése érdekében szükséges lenne egy megfelelő empirikus kutatás lebonyolítása, amely lehetővé tenné egy ágens alapú módszertani megközelítés megvalósítását is, ami javítaná a modellezés magyarázó erejét.

Módszertant érintő javaslatok

- A választott módszer és a modellezéshez használt szoftver nagy hiányossága, hogy az egyes átalakulások abszolút volumenét befolyásoló hajtóerők változása a modellezési folyamatba csak áttételesen építhető be. A szoftver az átalakulás mennyiségét a két rendelkezésre álló korábbi földhasználati térkép alapján becsli meg. A felvitt magyarázó változókkal csak az átalakulás térbeli eloszlására van befolyásunk, abszolút mennyiségére nem. Az átalakulás mennyiségi befolyásolásához egyedileg kell felülbírálni az átalakulási mátrix értékeit valamilyen hipotézis mentén – ez pedig a scenárióalapú előrejelzés felé mutat.
- Különböző scenáriók alkotása lehetővé tenné az olyan külső feltételek figyelembevételét, mint pl. a globális társadalmi-gazdasági folyamatok, az egyes földhasználati módokkal és az ott előállított termékekkel szembeni piaci kereslet jövőbeli változása, valamint egy tágabb értelmezési keretet jelentene a jelenlegi előrejelzések számára, tehát elmozdulna egy makro-mikor integrált megközelítés felé.
- A fent említetteket zárójelbe teszi, hogy a jelenlegi kutatás végeredményeként várt adatigény nem teszi lehetővé a különböző, egymástól élesen elütő scenáriók beintegrálását a Natérba, és mindenképp a jelenleginek megfeleltethető, az általános trendek folytatódását feltételező „középső” scenárió adataira lenne szükség.
- A környező országok földhasználati átalakulásának ugyanazon kategóriák mentén történő vizsgálata nagymértékben segítené az átalakulási folyamatok értelmezését, az általános trendek megragadását.
- Az LCM további alkalmazása esetén javítaná az átalakulási potenciálok meghatározását, ha az ország területét nem egyben kezelnénk az előrejelzésben, hanem regionális, vagy nagytáji szinten külön-külön.
- További lehetőségként merülhet fel, hogy a leginkább érintett területekre, mint a Kiskunság és a Nyírség készüljön külön modellezés, melyekbe empirikus felmérések adatait is integráljuk (ágens alapú megközelítés).

Irodalom

Hilferink, M., & Rietveld, P. (1999). Land Use Scanner: An integrated GIS based model for long term projections of land use in urban and rural areas. *Journal of Geographical Systems*, 1(2), 155-177.