

Meddig nőhetnek a városok? – A területhasználat-változási folyamatok modellezése

How Far Can Cities Grow? Modeling of Processes in Land Use Change

Vaszócsik Vilja

Lechner Nonprofit Kft.

E-mail:

vilja.vaszocsik@lechnerkozpont.hu

A világszerte jellemző városi terjeszkedés hazánkban is megfigyelhető, ennek következtében olyan értékes erőforrásokat veszítünk el, mint a termőföld, a vízbázisok, a különleges élőhelyek. Ezt a számos konfliktussal járó folyamatot Magyarországon erős hierarchikus rendszerű területi tervek szabályozzák, amelyek jellegüknél fogva rendkívül összetett rendszereket befolyásolnak, így hatásuk is csak komplexen és hosszabb távon értelmezhető. Jelen tanulmány azt vizsgálja, hogy milyen módon tudja segíteni egy ún. területi döntéstámogató rendszer a területi tervezést és a döntéshozást. A Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft.-ben alkalmazott, a területhasználat-változás modellezésén alapuló rendszert több mintaprojekten kipróbálták a tervezők, ezek közül két esettanulmányt mutatunk be. Az elsőben azt ismertetjük, hogy milyen segítséget nyújtott a döntéstámogató rendszer alkalmazása az Országos Területrendezési Terv környezeti hatásvizsgálatánál. A másodikban az árvízikockázatkezelés tervezése során alkalmazott terület-használat-változás modellezésének eredményeit és a javasolt intézkedések hatáselemzését mutatjuk be.

Kulcsszavak:

döntéstámogató,
modellezés,
területi tervezés,
városi terjeszkedés

Expansion of cities, typical throughout the world, can be observed in Hungary, too. As a consequence of expansion such valuable sources are lost like arable land, water bases and special habitats. This process, which is associated with a number of conflicts, is governed by strong hierarchical systems of regional planning that concern very complex systems, therefore their impact can only be interpreted in a complex way and in the long-term. This study introduces, how a so called spatial decision supporting system can assist to territorial planning and decision making. Designers in the Lechner Knowledge Center Nonprofit Ltd. have tested the modeling system of land-use change in several sample projects. We show two case studies from these. At first we discuss how much the decision supporting system aided environmental impact assessment of the National Land Use Planning, and then we present the modeling results of land use change, applied in flood risk management and the impact analysis of proposed actions.

Keywords:

decision supporting system,
modeling,
regional planning,
urban expansion

Beküldve: 2017. február 3.

Elfogadva: 2017. március 3.

Bevezetés

A világszerte egyre nagyobb problémát okozó, gyorsuló városi terjeszkedés („urban sprawl”) folyamata hazánkban is nyomon követhető. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (European Environmental Agency – EEA) által kialakított, az európai felszínborítást monitorozó Corine Land Cover adatbázis szerint hazánkban a mesterséges területek nagysága 1990 és 2012 között 48%-kal, 5067 hektárról 7526 hektárra bővült. Ez a folyamat számos környezeti és társadalmi problémával jár együtt, amelyek közül az egyik legfontosabb az erőforrások hosszú távú megőrzése. A városok szétterülése sok esetben olyan értékes erőforrásokat veszélyeztet, mint a termőföldek, a vízbázisok, a különleges élőhelyek, az ártérivíz-visszatartást szolgáló területek. A városok terjeszkedési folyamatának problémái azokban az országokban súlyosabbak, ahol a területi tervezés szabályozása gyengébb, decentralizált (Vajdovichné 2006).

Hazánkban a területrendezési tervezés és a településrendezés erős hierarchikus rendszere mérsékli a városok szétterülését. Mégis problémát okoz, hogy ezek a ter-

vek – integrált jellegüknek megfelelően – rendkívül összetett folyamatokat befolyásolnak, amelyek hatása csak hosszú távon mutatható ki. Így a területi tervezők számára a legnagyobb kihívás a terület- és településrendezési tervek különféle, de egymással összefüggő hatásainak előrejelzése, elemzése, értékelése és bemutatásuk az érintett döntéshozóknak, valamint a lakosságnak. A feladat megoldását az ún. területi döntéstámogató rendszer(ek) (Spatial Decision Support System – SDSS) alkalmazása segítheti. Az ehhez kialakított szoftver képes a különböző bevitt adattartalmakat, területfejlesztési elképzeléseket és szabályozási intézkedéseket komplex módon kezelni, és ezek ismeretében szimulációk során előrevetíteni azoknak a társadalomra, a gazdaságra és a környezetre gyakorolt hatásait, azaz térképen „láttatni a jövőt”. Az integrált megközelítés már a tervezési folyamat korai szakaszában alkalmazható, és segítségével kompromisszumos javaslatok fejleszthetők, mindenki által elfogadható döntések születhetnek (Jaschitzné 2012). Jelen tanulmányban a Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft. területi tervezésért felelős műhelyében kidolgozott hazai SDSS-t és alkalmazásának lehetőségeit mutatjuk be.

Területi döntéstámogató modell a hazai területi tervezési gyakorlatban

A területi tervező kihívásai

A körülöttünk lévő táj egy olyan összetett és érzékeny rendszer, amelybe nagyon óvatosan és körültekintően kell beavatkozni. A tájban az ökoszisztéma, a gazdaság és a társadalom alrendszere egymással verseng a helyhez kötött erőforrásokért. A gazdaság a társadalom alrendszere, a társadalom pedig az ökoszisztéma alrendszere, az ökológiai fenntarthatóság meghatározza a társadalmat, s azon keresztül a gazdaságot, így e három alrendszer komplex figyelembevétele elengedhetetlen az eredményes beavatkozáshoz. Az ipari, az infrastrukturális, a települési fejlesztések meghatározásánál, vagy az ökoszisztéma védelménél meg kell tartanunk az alrendszerek közötti egyensúlyt. A térségi vagy más néven területi tervezés ennek a térbeli egyensúlynak a megteremtését tűzte ki célul. A térségi tervekben az egyes alrendszereket a különböző területhasználatok képviselik, amelyek mennyiségét és egymáshoz viszonyított elhelyezkedését az ún. térszerkezet mutatja be. Egy ország vagy egy kisebb területi egység térszerkezete egyben jellemzi az adott terület fenntarthatóságát is, legalábbis az olyan helyhez kötött erőforrások tekintetében, mint például a termőföld, az édesvízkészlet vagy maga a táj (Vasóczsik 2014).

A hazai tervezés országos és térségi szinten a területi tervezésen keresztül valósul meg, amely – az általános európai gyakorlattól eltérően – határozottan szétválk területfejlesztésre (stratégiaalkotás és forráselosztás) és területrendezésre (műszaki tervezés és szabályozás). Hazánkban a területi tervezési tevékenységet a területfejlesztésről és a területrendezésről szóló 1996. évi XXI. törvény szabályozza, amely alapján a területi tervezés céljai között megtalálható a „fenntartható fejlődés felté-

teleinek megteremtése, az innováció térbeli terjedésének elősegítése, a társadalmi, gazdasági és környezeti célok megfelelő térbeli szerkezetének kialakítása”, valamint az „ország térszerkezetének, településrendszerének harmonikus fejlődése”. A törvény alapján a területi tervezést érintő feladat a fejlesztési koncepciók, programok és területrendezési tervek kidolgozása. A területfejlesztési koncepció olyan – az ország, illetve egy térség átfogó távlati fejlesztését megalapozó és befolyásoló – tervdokumentum, amely meghatározza a térség hosszú távú fejlesztési céljait, továbbá a fejlesztési programok kidolgozásához szükséges irányelveket, információkat biztosít az ágazati és a kapcsolódó területi tervezés és a területfejlesztés szereplői számára. Az ország, illetve egyes térségek műszaki-fizikai szerkezetét a területrendezési terv határozza meg, illetve befolyásolja. Biztosítja a területi adottságok és erőforrások hosszú távú, illetve nagytávú hasznosítását és védelmét, az ökológiai elvek érvényesítését, a műszaki-infrastrukturális hálózatok összehangolt elhelyezését és a területfelhasználás rendszerét, optimális hosszú távú területi szerkezetét.

A fizikai térrel való bölcs gazdálkodást hazánkban a területrendezési tervek biztosítják, ezért a hazai tervezési folyamatban alkalmazott döntéstámogató rendszer (Decision Support Systems – DSS) elsősorban ezeknek a terveknek az elkészítését segítheti. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a területfejlesztéssel kapcsolatos koncepciók és programok megvalósíthatóságának vizsgálatánál figyelembe kell venni az elképzelt célok térbeli megvalósításának lehetőségeit is, így a területhasználat-változását bemutató DSS alkalmazása a fejlesztési terveknel is javasolt.

A területrendezési tervek hazánkban hierarchikus rendszerben készülnek. A legmagasabb szinten, a kormány előterjesztésével, az országgyűlés által a 2003. évi XXVI. törvénnyel fogadták el az Ország Területrendezési Tervét (OTrT) és a kiemelt térségek (Budapesti Agglomeráció, Balaton Kiemelt Üdülőkörzet) területrendezési terveit. Az OTrT a törvényben rögzített feladatoknak eleget téve, az ország egészére határozza meg a területhasználatra és az infrastruktúrahálózatok térbeli rendjére vonatkozó jövőképet, és az annak elérését szolgáló szabályokat. Országos szinten, illetve országos érdekből meghatározott irányelvek és szabályok jelölik ki a kiemelt térségek és megyék területrendezési terveinek, és így közvetve a települések rendezési eszközeinek és helyi építési előírásainak mozgásterét is. Az országos terv olyan keretterv, amelynek előírásai az alacsonyabb szintű területrendezési terveken, valamint a településrendezési eszközökön keresztül érvényesülnek (Vajdovichné 2006).

A területrendezési tervek meghatározzák a tervezési egység hosszú távú térszerkezetét, amelyen belül jelölik a várható területhasználatok arányát és helyét, valamint az infrastruktúrahálózatokat. A tervezéskor és a terv hatásvizsgálata során sok esetben nehézséget okoz az egyes tervezett elemek összetett hatásának értékelése. A területrendezési tervekben rögzített térszerkezeti irányok megvalósulása jellemzően több évet, esetleg évtizedet vesz igénybe, így hatásuk szintén csak hosszú távon értékelhető. A térszerkezeti terven kívül a területrendezési tervek ún. szabályozási

övezeteken és a hozzájuk kapcsolódó szabályokon keresztül határozzák meg a lehetséges fejlesztési irányokat. Ezek az övezetek elsősorban természetvédelemi, erőforrás-megóvási, kockázatcsökkentési célú előírásokat tartalmaznak. Az övezetek összetett szabályozó hatása szintén nehézség elé állítja a tervezőt. Sok esetben előfordulhat, hogy egy-egy védelmi övezet megvéd bizonyos erőforrásokat, de a fejlesztési területek befolyásolásával esetleg más konfliktusok kialakulásához vezet. A területrendező tervezőnek úgy kell meghatároznia a védelmi szabályok erősségét, hogy figyelembe veszi tágabb környezetre ható térszervező hatásukat, és megtartja a térség fenntartható fejlődésének lehetőségét is. Az említett kihívások megoldását segíti az SDSS-ek kialakítása, amelyek képesek a hosszú távú és összetett komplex térbeli hatások modellezésére, valamint lehetőséget biztosítanak a különböző döntési alternatívák összehasonlítására.

A területi döntéstámogató rendszerek

Az integrált modelleken alapuló DSS-ek a 2000-es évek óta egyre népszerűbbek a területi tervezők és a döntéshozók körében. Ezek a rendszerek lehetőséget adnak arra, hogy a tudományos ismeretek magas szinten beépüljenek a döntéshozói folyamatokba (Van Delden et al. 2011). Ahhoz, hogy egy DSS valóban segítse a döntéshozatali folyamatot, elengedhetetlen, hogy alkalmazkodjon a követett módszerekhez, eljárásokhoz, ne váltsa fel, hanem támogassa a gyakorlatot (McIntoch et al. 2007).

A területi döntések támogatásához szükséges a társadalmi-környezeti folyamatok közötti komplex kölcsönhatások modellezése. Az elmúlt évtizedben a különböző tudományos modellek összekapcsolása egyre nagyobb figyelmet kapott, a szoftverkapacitások fejlődése pedig biztosította az integrált modelleken alapuló DSS-ek kialakítását (Van Delden et al. 2011).

A különböző területi döntéstámogatásra, azaz a területi tervezés támogatására kifejlesztett integrált modellező rendszereknek számos közös tulajdonsága van (Van Delden et al. 2011):

- képesek igazolni a szakpolitikai szempontú kérdéseket,
- különös figyelmet fordítanak a hosszú távú problémákra, a stratégiai kérdésekre,
- céljuk az egyeztetések és a viták megkönnyítése,
- alkalmazhatók komplex vagy rosszul strukturált döntési folyamatokban, nagyszámú szereplő és tényező esetén, nagyfokú bizonytalanságoknál és ellentétes érdekekkel rendelkező szereplők bevonásánál,
- megkönnyítik mind a bemeneti adatok betöltését, mind a kimeneti adatok ábrázolását és az eredmények értékelését,
- összehangolják a különböző szakterületek adatait és folyamatait,
- szükség esetén működhetnek különböző szinten és felbontásban,
- dinamikusán visszacsatolhatók az egyes különálló modellek között,
- rugalmas modellkomponenseken alapulnak, amelyek idővel kiegészítő modulokkal bővíthetők.

Az elmúlt években a hazai területi tervezést támogató, az említett kritériumoknak megfelelő SDSS-t alakítottunk ki a Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft. térségi tervezési műhelyében, amelyet Geonamica szoftverplatformon, a holland kutatóintézet (Research Institute for Knowledge System – RIKS) segítségével fejlesztettünk.

A kialakított DSS két modellkomponenst tartalmaz (RIKS 2011):

- A térbeli kölcsönhatások komponens egy ún. regionális modell, amely szimulálja az egyes régióknak a lakosokra és az iparra gyakorolt vonzerejét. A gazdasági növekedést (népesség, munkahelyek) az egyes régiók (megyék) vonzereje alapján osztja szét a modell, a vándorlási jellemzők, a kiindulási állapot és a relatív térbeli pozíció szerint.
- A területhasználat-változás komponens egy sejtautomata modell. Ez a modell szimulálja a különböző szereplők szabad térért folyó versengését, amely alapján kialakul a vizsgált terület térszerkezete. A területhasználat-változás modelljének fő tényezői az egyes területhasználati kategóriák fizikai alkalmassága, az elérhetőség, a kategóriák egymás közötti térbeli és időbeli kölcsönhatásai. Ezek a hajtótényezők meghatározzák a különböző területhasználati kategóriák változási potenciálját, amely alapján cellaszinten kalkulálható a területhasználat.

A DSS két komponense oly módon kapcsolódik össze, hogy a regionális modell által kalkulált népességi és munkahelyi adatokat egy, vagy ha lehetséges több terület-használati kategóriához rendeljük. Így a társadalmi-gazdasági adatok területi igényként, bemenő adatok formájában jelennek meg a területhasználat-változás modellben, amely az igénynek megfelelően kalkulálja a jövőben várható területhasználatokat és azok területi elhelyezkedését, azaz a jövőbeli térszerkezetet.

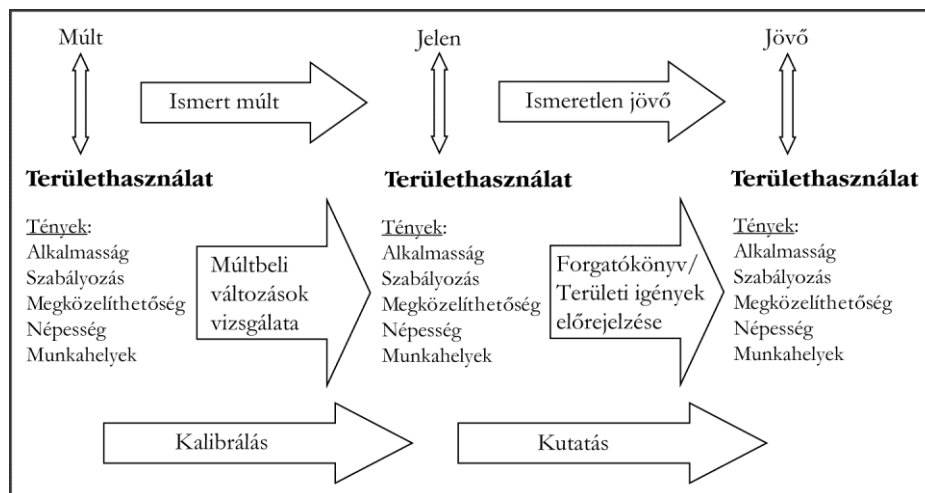
A területhasználat-változás modellezése segít elemezni e folyamatok okait és következményeit, ezzel támogatva a területi tervezést és a területhasználat rendszerének jobb megértését (Verburg et al. 2004).

A magyarországi területi döntéstámogató rendszer kialakítása, alkalmazása

A DSS kialakítása egy vizsgált területre, illetve adott területi problémák megoldására minden esetben kalibrálással kezdődik. A feladatnak megfelelő területhasználati kategóriák felállítása után – a múlt ismert területhasználat-változásainak elemzésével – a kalibrálás során megismerhetők azok a jellemző folyamatok, amelyek befolyásolják a területhasználat jövőbeli alakulását (1. ábra) (Vaszócsik 2016).

1. ábra

A döntéstámogató modell elvi működése
Principal operation of decision supporting model



A magyarországi SDSS kialakításának első lépésében meghatároztuk a három vizsgált alrendszerhez tartozó területhasználatokat. A társadalmi alrendszer működésének biztosításához a teret a települési területek biztosítják. A gazdasági alrendszer jelentős része szintén a településeken működik, de a beépített területek közül el tudjuk különíteni az ipari és a szolgáltatási szektor működéséhez szükséges nagy kiterjedésű ipari és kereskedelmi területeket. A gazdasági alrendszer legnagyobb területigényű ágazata a mezőgazdaság, amelynek különböző művelési ágú (szántóterületek, gyümölcsösök, szőlőterületek) területekre van szüksége. Sok esetben a gazdasági alrendszert is szolgálják, de természetes állapotukban az ökoszisztéma alrendszer részei a szintén jelentős teret elfoglaló erdőterületek. Az ökoszisztéma alrendszer további fontos elemei a természetes élőhelyek, amelyeket az erdő, a természetes gyepek, a vizes élőhelyek, a vízfelület esetében területhasználatként azonosíthatunk. Ezekről információkat az ún. felszínborítottsági adatbázisok használatával kaptunk. Hazánkra idősorosan az ország egész területére elérhető felszínborítottsági adatbázis a Corine Land Cover, amely egész Európára kiterjedve képes kvantitatív, összehasonlítható információt biztosítani a területhasználatokról. Ez az adatbázis 1:100 000-es méretarányú, a legkisebb értelmezett objektum mérete 25 hektár, a legkisebb szélessége 100 méter (Mari 2010).

A rendelkezésre álló adatok alapján rögzítettük a döntéstámogatás szempontjából fontos területhasználatokat, és kialakítottuk a modellezés alapjául szolgáló 250*250 méteres raszterű országos kiindulási térképet.

A területhasználat-változás modellezéséhez a rendelkezésre álló adatbázis idősoros összehasonlításával meghatároztuk az országra jellemző területhasználat-változási folyamatokat. A modell kialakításánál, kalibrálásánál a következőket képeztük le:

- Meghatároztuk az egyes területhasználatok tehetetlenségét, az egymásba történő átalakulásuk irányát, szabályszerűségeit, az egymásra gyakorolt vonzó, illetve taszító hatásokat. A különböző területhasználatok térbeli és időbeli kölcsönhatása a szomszédsági hatás, amit a területhasználat-változás számos modellje szomszédsági szabályként alkalmaz (Hagoort–Geertman–Ottens 2008). Ennek megfelelően a magyarországi modellben is rögzítettük a különböző terület-használatokra vonatkozó szomszédsági szabályokat.
- A területalkalmasságot a kitettséggel, a talajadottsággal, a magassággal és egyéb élőhelyi tényezőkkel jellemeztük. A beállítás folyamán minden tényezőre külön szabályt állapítottunk meg, amelyekből a megfelelő kombinációs módszer kiválasztásával alakítható ki az adott területhasználat-típus alkalmassági térképe, azaz a természeti adottságoknak megfelelő optimális elhelyezkedés.
- A megközelíthetőség mutatja az infrastruktúrahálózatok hatását az egyes területhasználatokra. Itt elsősorban a közút-, illetve a vasúthálózatnak az új beépített területek elhelyezkedésére gyakorolt hatását modelleztük.
- A kalibrálás utolsó lépéseként beépíthető a modellbe az érvényes terület-, településrendezési, illetve egyéb szakági szabályozás, továbbá azok hatása a jövőben kialakuló területhasználatokra. A különböző övezeti szabályozások közötti hierarchia megállapításával határozható meg az összevont övezeti szabály.

A térbeli kölcsönhatások modellezésének lépései:

- A népesség és a gazdasági tevékenység helyének meghatározásánál a modell ún. standard potenciált vizsgál: minden régió versenyez az összes többi régióval az új lakóhelyekért és az egyes gazdasági szektorok tevékenységeinek elnyeréséért. A régiók egymáshoz viszonyított földrajzi helyzete, foglalkoztatási szintje, népességének nagysága, a már meglévő tevékenységek száma, típusa és a közösségi, valamint az egyéni közlekedési rendszerekhez viszonyított relatív helyzete alapján (RIKS 2011).
- A kalibráláshoz ennek megfelelően először vizsgáltuk a népesség és a munkahelyek számának eloszlását a különböző területi egységek (megyék) között, illetve feltártuk az ismert vándorlási irányzatokat. Az adatsorok alapján kalibráltuk az egyes területi egységek vonzóképeségét, a népesség és a munkahelyek térbeli stabilitását, valamint a jellemző vándorlási mozgásokat a területek között.
- A kalibrálás befejezéséként hosszú távon ellenőriztük a modell működését, azaz azt, hogy a beállítás alapján modellezett népesség-, illetve munkahelyeloszlás mennyire reális. Megvizsgáltuk az esetleges szélsőségek okait, és szükség esetén finomítottuk azokat.

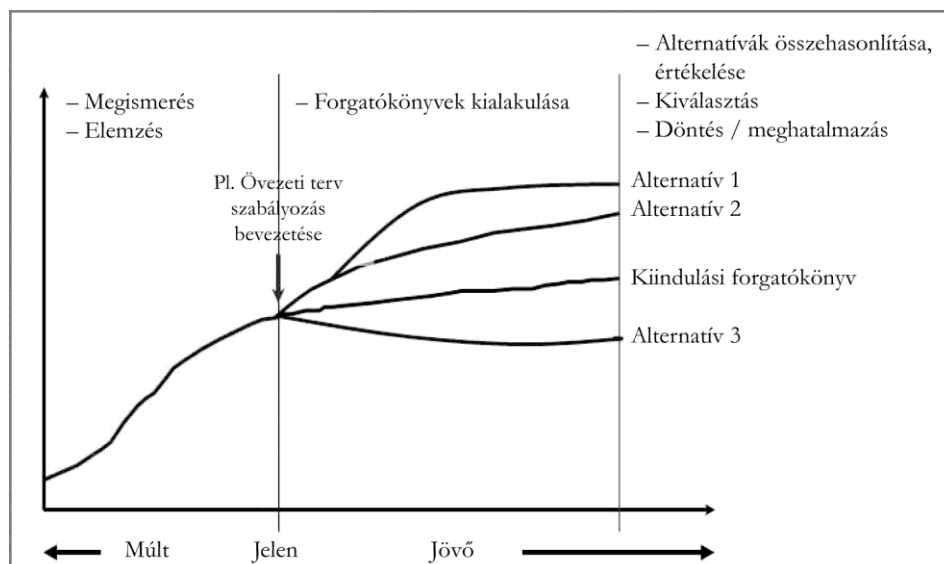
A DSS véglegesítésekor a két komponenst oly módon kapcsoltuk össze, hogy meghatároztuk, az adott népesség- és munkahelyszámoknak mekkora területi igény felel meg. A regionális tevékenységek területigényként értelmezhetők, vagyis ahhoz, hogy egy adott tevékenység a jövőben egy bizonyos térségbe települjön, megfelelő feltételek teljesülésére van szükség. A területhasználat-változás modellje a területigényeket a cellák relatív vonzóképséggének megfelelően helyezi el, ami függ a jó minőségű földterületek helyétől, a terület övezeti besorolásától, valamint ezeknek a vizekhez, az utakhoz és a közösségi közlekedéshez viszonyított relatív elérhetőségétől.

A kalibrálás eredményeként kialakítottuk az ún. kiindulási forgatókönyvet, amely a jövőbeli területhasználatot az eddig ismert irányzatoknak megfelelően modellezi.

2. ábra

A területhasználati modellhez kapcsolódó forgatókönyvek kialakítása

Compilation of scripts to the land use model



A döntéshozatalt segítve, a modellezés folyamán a kiindulási forgatókönyv alapján a területpolitikai döntési pontoknak és azok lehetséges irányainak meghatározásával alternatív forgatókönyvek alakíthatók ki (2. ábra). A forgatókönyvek alapján modellezett eredménytérkép segít a különböző döntési lehetőségek közül a céljainkat legjobban szolgáló megoldások kiválasztásában.

Az alternatív forgatókönyvek kialakításának alapja a területpolitikai és az ágazati döntések (szabályok), továbbá a várható folyamatok beépítése a rendszerbe, amelyek a következők lehetnek:

- A társadalmi-gazdasági környezet változása: népesedési és foglalkoztatási folyamatok előrevetítése, fejlesztési célok számszerűsítése, például fejlesztési pó-

lusok kijelölése (1/2014 (I.3.) számú Országgyűlési határozat), népességprognózis (Földházi 2015).

- A területhasználati igények változása: egy területhasználati típus területi kiterjedésének jövőbeli változása, például erdősítési stratégia (Földművelésügyi Minisztérium 2016), mezőgazdaság zöldítési reformja (1307/2013/EU rendelet).
- Az infrastruktúrahálózat fejlesztése: a tervezett elemek nyomvonalának alternatívái, a megvalósítás időbeni ütemezése.
- Az övezeti szabályok változása: bizonyos területhasználatokat ösztönző támogatások, korlátozó szabályok szigorítása, enyhítése, például új területrendezési szabályozási övezetek kialakítása.

Mintaprojektek a területi döntéstámogató rendszer hazai alkalmazására

Az SDSS-t hazai területrendezési tervezési környezetben eddig kétszer alkalmaztuk. Először a területrendezési összetett szabályozás hatásainak kimutatására, másodszor a beépített területek kialakulásának modellezésére.

A területrendezés összetett szabályozásának hatásai

Először 2013-ban OTrT környezeti hatásvizsgálatánál használtunk SDSS-t. Az OTrT mint a területrendezési tervek általában egy integrált terv, amelyben a távlati térszerkezet, a területfelhasználás, az infrastruktúrahálózat, illetve a védelmi övezet, valamint az ezekre vonatkozó szabályozás jelenik meg. Ez az összetett szabályozás összetett hatást is eredményez, így a tervek hatása nem egy-egy környezeti elem állapotában, hanem a területhasználat-változásában mérhető. A területrendezési tervek hatása csak hosszú, általában 15–25 éves távlatban mutatható ki. A feltételeknek megfelelően a kialakított rendszerrel a 2012 és 2030 közötti időszakra modellezhettük a területi folyamatokat. Ennél a tervezési gyakorlatnál elsősorban az eddigi társadalmi-gazdasági irányzatok alapján kialakított forgatókönyvből indultunk ki. Az elemzés tárgya nem terjedt ki az esetleges társadalmi irányzatok változására (például eltérő vándorlási folyamatok), csak az OTrT módosításával javasolt új térszerkezetre, illetve az új övezeti szabályozásra irányult (Lechner Lajos Tudásközpont Non-profit Kft. 2013).

Az OTrT környezeti hatásvizsgálatánál sikerült modelleznünk az összetett szabályozás (térszerkezet, övezeti szabályok) hatását is a jövőben várható városi térségek kialakulására. A modell eredményei megmutatták, hogy egy-egy övezeti szabályozás 15–25 éves távlatban képes megváltoztatni az adott terület térszerkezetét. Példa erre az újonnan bevezetett nagyvízi mederövezet hatása. E szabályozás alapján a nagyvízi mederterületen – árvízikockázat-csökkentési megfontolásból – új beépítésre szánt terület nem jelölhető ki. Ennek megfelelően azt vizsgáltuk, hogy adott térségben – ugyanolyan méretű várositerület-növekedéssel számolva – milyen térszerkezet alakul

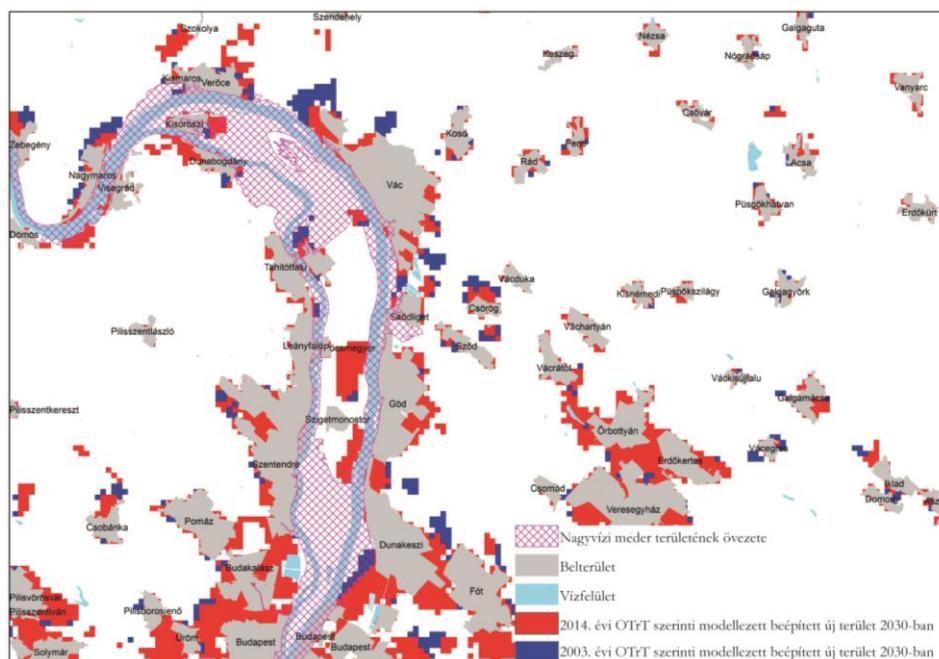
ki az övezet bevezetése nélkül, illetve annak következményeként. A kétféleképp modellezett térszerkezet megmutatta, hogy a „tiltott” területeken kívül is van lehetőség a városi terület társadalmi igényeknek megfelelő növelésére.

A 3. ábra szerint a módosított és a hatályos OTrT forgatókönyv alapján modellezett várositerület-növekedés jelentős mértékben eltér egymástól. Ez nemcsak az ábrán bemutatott új nagyvízi mederszabályozással, hanem az egyéb módosítások összetett hatásával is magyarázható. Az ábra ugyanakkor megmutatja, hogy az árvízzel veszélyeztetett nagyvízi mederterület egyéb szempontból alkalmas lehet a városok terjeszkedésére – például Dunakeszinél –, de a módosított OTrT bevezetésével ez a növekedés nem alakul ki, ám a város terjeszkedése más irányokban lehetséges.

Az OTrT környezetihatás-vizsgálatánál a modellező rendszer alkalmazása lehetővé tette, hogy bemutassuk az összetett szabályozás térszerkezetre gyakorolt hosszú távú hatását, és alátámasszuk a területrendezési tervek létjogosultságát.

3. ábra

A Közép-Duna-völgy beépített területei, 2030 Built-in areas in the Central Danube Valley, 2030



Forrás: a 2003. évi XXVI. törvény alapján saját szerkesztés.

A beépített területek kialakulásának modellezése

A kialakított hazai SDSS másik gyakorlati alkalmazása az országos árvízi kockázat térképezéséhez és kezeléséhez kötődő projektben történt. Az Európai Parlament

2007. október 23-án elfogadta a 2007/60/EK irányelvet az árvízi kockázatok értékeléséről és kezeléséről (ÁKI). Az irányelv előírja a tagállamok számára árvíz kockázat-térképek és -kezelési tervek készítését. Az irányelv alapelveinek megfelelően már a tervezés korai szakaszában együttműködés indult a vízügyi és a területi tervezők között, hogy az új típusú árvíz kockázat-kezelésben minél hangsúlyosabban érvényesülhessen a „teret a folyónak” elv (Vaszócsik 2014).

Az ÁKI megvalósítása az árvíz kockázat-térképek kialakításával kezdődött. Az árvízi kockázatok az árvízi elöntés veszélyétől és az általa okozott hatás szorzatától függ. A veszélytérkép és a „kitettség-” vagy más néven vagyonértéktérképet egymásra vetítve, a kitett értékekhez kárfüggvényt rendeltünk, amelyek meghatározták az elöntési paramétereket, valamint az előidézett károkat (KSZI–BME Konzorcium 2009).

Az árvíz kockázat-kezelési tervezés során azonban nem csupán a jelen idejű veszélyekkel és értékekkel kell számolni. A kockázatkezelési tervek 20–30 évre szólnak, ennek megfelelően a jövőben várható veszélyeket és vagyonértékeket is számba kell venni. Ezt megnehezíti, hogy relatíve távoli és nagymértékben ismeretlen jövőre kell tervezni. Ez nagy bizonytalanságot jelent, és számos változat elemzését teszi szükségessé.

A jelen idejű és jövőbeli veszélytérképeket a vízügyi szakemberek hidrológiai modellek segítségével alakítják ki, amelyek figyelembe veszik a vízgyűjtő területek lefolyási viszonyait, a jelenlegi vízügyi infrastruktúralétesítményeket és állapotukat, valamint a klímaváltozás várható hatását az árhullámokra.

A jelen idejű vagyonértékek kiszámításához elsősorban az érintett területek területhasználatának feltárása és az egyes területhasználatokhoz kapcsolható vagyonértékek megállapítása szükséges. A jövő idejű vagyonértékek kiszámításához viszont a legnagyobb feladatot a jövőre vonatkozó területhasználati térkép kialakítása jelenti. Ezt modelleztük a munka során. Az árvízi kockázatok szempontjából ugyanis a lakott területek képviselik a legnagyobb értéket, ezért elsősorban a beépített területek alakulásáról hoztunk létre különböző forgatókönyveket.

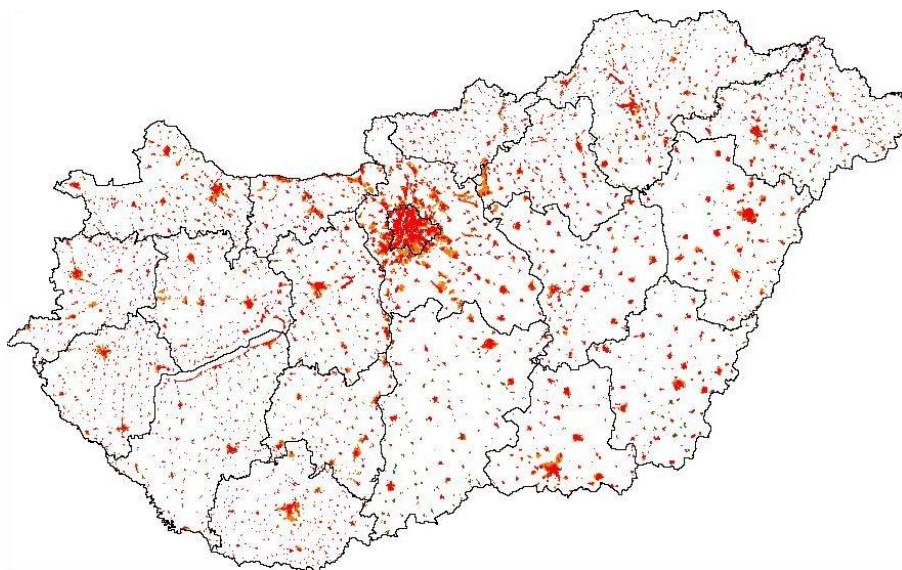
Az elmúlt évtizedek tapasztalatai alapján megállapítható, hogy a társadalmi-gazdasági fejlődéssel fokozatosan nő az egy főre jutó lakó-, az ipari és a kereskedelmi területek nagysága, illetve a közösségi terek iránti igény. Ez a folyamat még csökkenő népességszám mellett is növeli a beépített területek iránti igényt. Az új beépített területek elhelyezkedését meghatározza a népességvándorlás jellemző iránya, amely az elmúlt évtizedekben fokozottan a városok felé összpontosult. A területfejlesztési politika ennek a városiasodó folyamatnak az ellensúlyozása érdekében szorgalmazza a kiegyenlített területi fejlődést. Az SDSS segítségével e több hatótényező által irányított városiasodási folyamatot modelleztük. Az említetteknek megfelelően a beépített területek modellezésére két forgatókönyvet alakítottunk ki. Míg az első, a centrumfejlesztési változat a központok fokozódó fejlődését, addig a második, a kiegyenlített fejlesztési változat a vidéki területek felértékelődését vetíti előre.

A kialakított forgatókönyvek alapján a beépített területek változását a 4. ábra mutatja be.

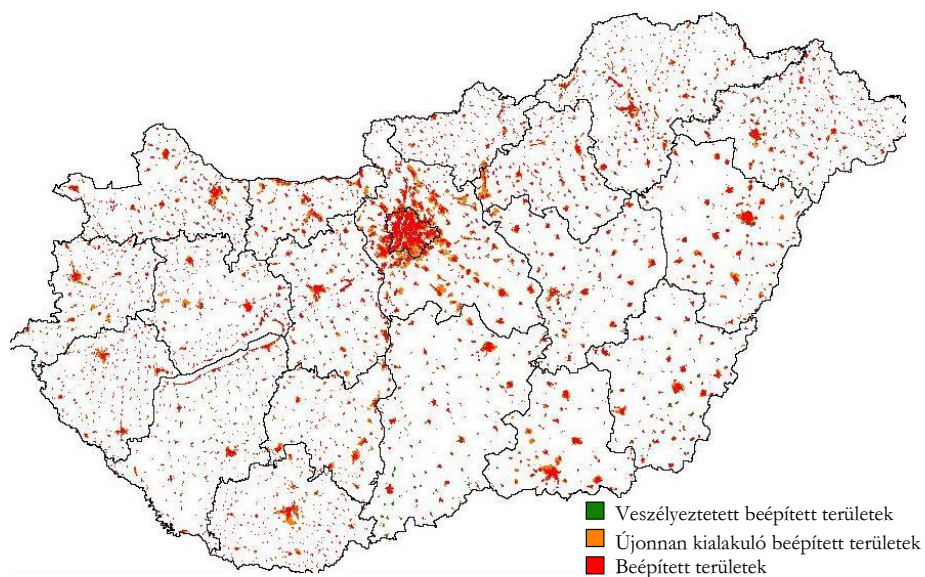
4. ábra

A beépített területek változása a centrum-
és a kiegyenlített fejlesztési változat alapján, 2045-re
Change in built-in areas based on a central-
and an equalized development version, 2045

Centrumfejlesztési változat alapján



Kiegyenlített fejlesztési változat alapján



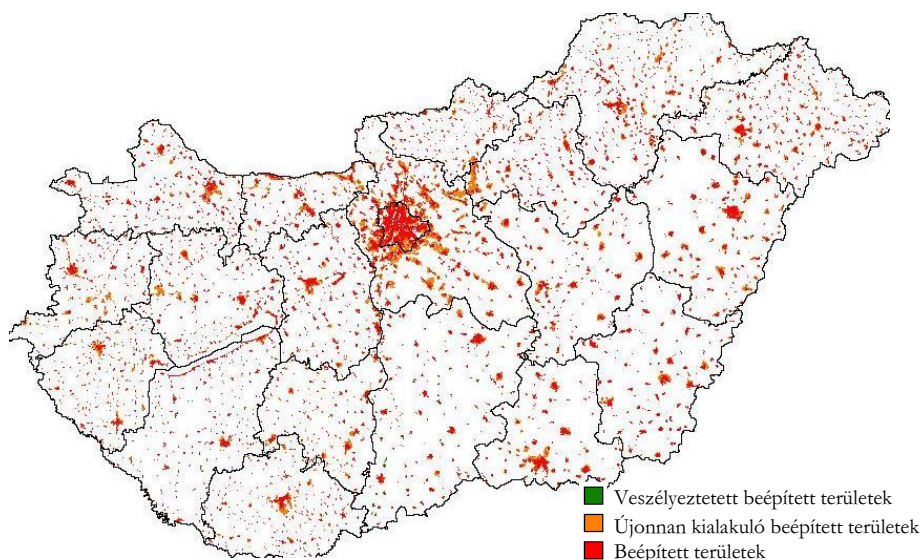
■ Veszélyeztetett beépített területek
■ Újonnan kialakuló beépített területek
■ Beépített területek

Mindkét változat alapján várható a beépített területek kiürülése, amelyet a 4. ábra veszélyeztetett beépített területként mutat. A modellezett változás döntően nem tér el egymástól, de lokálisan kisebb eltéréseket mutat. Ennek oka, hogy mindkét forgatókönyv esetén hasonló jövőbeli területigénnyel számoltunk, és eltérés csak az újonnan kialakuló beépített területek elhelyezkedésében van. Így az eltérés sem jelentős a két forgatókönyv között, hiszen különbségként csak a területfejlesztési támogatáspolitikai beavatkozásokat feltételeztük. A két forgatókönyv alapján meghatározhatók azok a települési területek, amelyek a jövőben növekedni fognak, így várhatóan a vagyonértékük is növekszik. Ezeken a területeken az árvízi veszélyeztetettséget műszaki megoldásokkal kell csökkenteni, ami a fejlődés záloga is lehet a jövőben. Ugyanakkor az előrejelzések szerint kiürülő területeken a költséges árvízi beruházások helyett egyéb kockázatsökkentő intézkedések bevezetése volna indokolt.

Az árvízvédelemmel szemben támasztott társadalmi igények szélesebb körű elemzése érdekében a munka során egy krízis forgatókönyvet is kialakítottunk, amely hazánkban nem népességsökkenéssel, hanem népességnövekedéssel számol 2045-ig. E forgatókönyv azt mutatja be, mi történne akkor, ha a klímaváltozás hatására szélsőségesen nagyszámú – évi 200 ezer fős – migráns népesség jelenne meg hazánkban (5. ábra). Ebben a forgatókönyvben megvizsgálhattuk, hogy a népességszám emelkedésével párhuzamosan növekvő beépített területek iránti igény milyen módon változtatná meg hazánk térszerkezetét. A krízisváltozat megmutatta, hogy a népességnövekedés mely területeken növelte a beépítettséget, továbbá jelentősen csökkentette a vidéki területek kiürülését.

5. ábra

A beépített területek változása a krízis forgatókönyv alapján, 2045-re
Change in built-in areas based on a crisis script, 2045

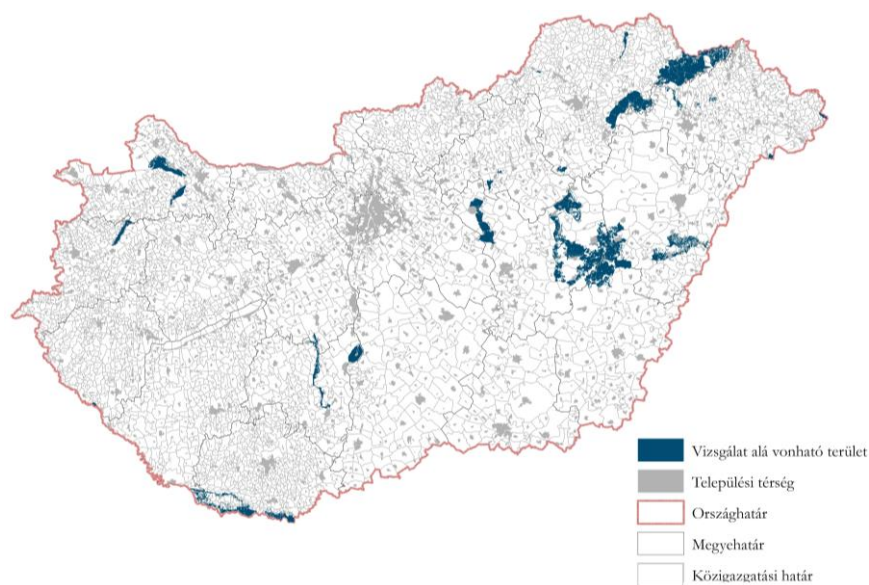


A krízis forgatókönyv alkalmazásával meghatározhattunk egy olyan árvízvédelmi koncepciót, amellyel hosszú távon bármilyen nem várt városnövekedési folyamat esetén is a lehető legnagyobb fokú biztonság teremthető meg. Ugyanakkor a konkrét árvízvédelmi fejlesztések tervezésekor a túlzó beépítettség számbavétele elkerülhetetlenül a műszaki beavatkozások megvalósítását. A gazdaságilag optimális árvízvédelmi tervezés alapja ezért a centrumfejlesztési forgatókönyv volt.

A centrumfejlesztési forgatókönyv segítségével az árvíz kockázat-kezelési tervek készítése során árvízi öblözetekként modelleztük a várható területhasználatot, majd ezt összevetettük a várható elöntési veszéllyel. A két terület összehasonlításával kialakítottuk a szükséges intézkedések körét. Azokon a területeken, ahol a várható elöntés sem most, sem 2045-ig nem veszélyeztet lakott területet, a „teret a folyónak” elv érvényesítésének megfelelően a nem szerkezeti intézkedés került előtérbe. Ezeket a területeket ártéri tájgazdálkodás és vízvi sszatartás alá vonható területeknek neveztük el (6. ábra).

6. ábra

Ártéri tájgazdálkodás és vízvi sszatartás alá vonható területek, 2045-re
Floodplain land management and areas suitable for water retention, 2045



A kijelölt terület az ország 2%-a, 250 ezer hektár, ahol a rendszeres vízkivezetés, az ártéri tájgazdálkodás az árvízi kockázatok csökkentése mellett a klímaadaptációt (sőt az erdőtelepítések által a kockázatok enyhítését) is segíti, így az övezet kijelölésének klímaváltozás mérséklése szempontjából is nagy jelentősége lenne. Az övezeten belül a tényleges ártéri tájgazdálkodási terület kijelöléséhez természetesen számos egyéb elemzés is szükséges, úgymint:

- a rendszeres vízkivezetés műszaki lehetőségei,
- a vizsgált terület műszaki infrastruktúrahálózatokkal való érintettsége,
- a zöld infrastruktúra kijelöléséhez kapcsolódó részelemzések (például élőhelyek összekapcsolhatósága, illetve annak hiánya, ökoszisztéma-szolgáltatások),
- a mezőgazdasági alkalmasság vizsgálata,
- a mezőgazdasági birtokszerkezet elemzése,
- az erdőtelepítési alkalmasság értékelése (Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft. 2015).

Összetett intézkedési csomagokat dolgoztunk ki azokra a területekre, ahol a várható elöntés akár jelenleg, akár a jövőben modellezett területhasználat alapján települési térséget veszélyeztet. Amennyiben már a jelenlegi területhasználat alapján is értékes területeket veszélyeztet az árvízi elöntés, költségesebb műszaki árvízvédelmi megoldásokra tettünk javaslatot a kezelési tervben.

Abban az esetben, ha a modellezett területhasználat alapján a jövőben konfliktus várható az új beépített területek és az árvízveszély találkozása miatt, megvizsgáltuk, hogy ún. nem szerkezeti intézkedésekkel tudjuk-e csökkenteni a várható kockázatot. A Közép-Duna részvízgyűjtő területre modellezett eredmények megmutatták a nem szerkezeti intézkedések hatékonyságát. A területhasználat modellben a centrumfejlesztési forgatókönyv alapján, az elemzési területen 2012-ben található, 113 ezer hektár nagyságú beépített terület (települési, ipari és kereskedelmi terület) 2045-re 30%-os növekedésével számolva, 147 ezer hektár beépített terület várható elhelyezkedését vizsgáltuk.

A nem szerkezeti intézkedések bevezetése azt jelentette, hogy területrendezési és településrendezési szabályozással megakadályozzuk új beépített területek kialakulását az árvízi veszéllyel fenyegetett területeken. Az SDSS segítségével 2045-re vizsgáltuk a szabályozás nélküli és a szabályozással modellezett térszerkezet alakulását, ezen belül a várható árvízi kockázat mértékének változását, továbbá a települések fejlődésének lehetőségeit. Az árvízvédelmi célú szabályozási intézkedések nélkül 2045-re az újonnan kialakított 33 615 hektár beépített terület közül 374 hektár közepes vagy magas veszélyeztetettségű ártéri terület lett. A szabályozási intézkedések bevezetésével ez a terület jelentős mértékben, 35 hektárra csökken. Az, hogy a szabályozással együtt számítani lehet a beépített területek terjeszkedésére a magasabb veszélyeztetettségű ártéri területeken, egyrészt a folyó mentét előnyben részesítő településhálózattal, másrészt a Budapesti Agglomerációban várható magas társadalmi nyomással áll összefüggésben (7. ábra).

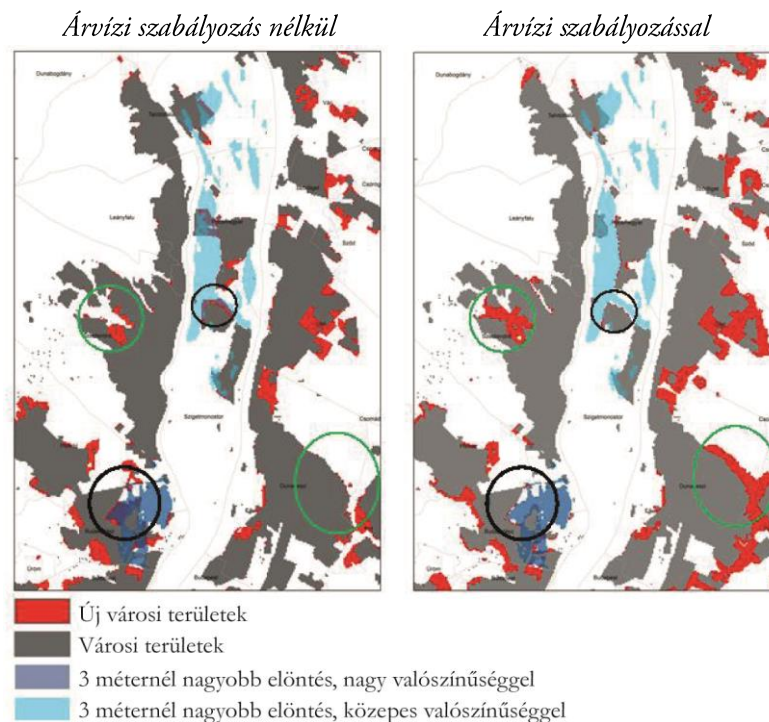
A DSS segítségével modelleztük a tervezett szabályozások jövőbeli árvízi kockázatot csökkentő hatását, amellyel a hosszú távú árvízi biztonság kialakítása a költséges műszaki beruházások nélkül megoldható. Ugyanakkor a modell kimutatta azokat a térszerkezeti eltéréseket, amelyek a szabályozás hatására a jövőben kialakulhatnak, azaz a két forgatókönyv alapján modellezett új beépített területek mintegy fele (14 ezer hektár) más helyre kerül. A döntéshozás folyamán helyi szinten értékelhető

a két forgatókönyv alapján modellezett változat, tehát az, hogy a gazdaságosabb műszaki beavatkozás nélküli szabályozás korlátozó intézkedései mellett kialakuló eltérő térszerkezet megfelel-e a helyiek fejlődési igényeinek, vagy a jövőbeli fejlesztési elképzelések nagyobb beruházási költségeket is indokoltá tehetnek.

7. ábra

A Közép-Duna részvízgyűjtőn a 2045-re várható árvízi konfliktusok alakulása, valamint az árvízi szabályozás nélkül és szabályozással modellezett városi területek elhelyezkedése

Expectable flood conflicts at the Central Danube sub-basin for 2045, and location of urban areas modeled without and with flood control



Megjegyzés: fekete kör=jövőbeli árvízi kockázatok csökkenése, zöld kör=eltérő térszerkezet kialakulása a szabályozás eredményeként.

Az eddigi tapasztalatok összefoglalása

A hazai tervezési gyakorlatban az SDSS-ek alkalmazása még gyermekcipőben jár. A mindennapi tervezési gyakorlatba történő beültetéshez még számos mintaprojekt és részletes módszertan kidolgozása szükséges. Ugyanakkor már az eddigi tapasztalatok is megmutatták, hogy egy ilyen rendszer jelentősen támogatja a területi tervezést azzal, hogy képes:

- a területhasználatot érintő érvényes területi, ágazati politikák és jogszabályok következményeinek bemutatására, értékelésére (a jelenlegi és a jövőbeli terület-használat összehasonlítása alapján),
- a területpolitikai és az ágazati döntések forgatókönyveinek elkészítésére a várható területhasználati hatások összehasonlítására (a különböző döntések esetén az egyes forgatókönyvek alapján milyen különbségek várhatók a területhasználat jövőbeli szerkezetében).

Az SDSS alkalmazásának innovatív döntés-előkészítő megközelítése ötvözi a klasszikus kvantitatív elemzési módszertan számos előnyét a modern térinformatika által kínált lehetőségekkel, továbbá figyelembe vesz minden lényeges térbeli struktúrával is rendelkező változót, viszonyrendszert. Elterjedésével és tökéletesedésével általános értelemben elavulttá teheti a hagyományos, csupán egy-egy problématerületre fókuszáló, speciális vizsgálatból kiinduló térségi következtetéseket levonó döntés-előkészítő elemzéseket. E modellek használata jobban alátámasztja a döntéshozatalt a „mi történik, ha” típusú folyamatok elemzésével. Az összetett hatásokat, folyamatokat egyszerűen, térkép segítségével jeleníti meg, ösztönözheti és megkönnyítheti a tervezés társadalmasítását, a társadalmi felelősségvállalást és a párbeszédet.

IRODALOM

- FÖLDHÁZI, E. (2015): A népesség szerkezete és jövője In: MONOSTORI, J.–ŐRI, P.–SPÉDER, Zs. (szerk.): *Demográfiai portré 2015* pp. 213–226. KSH Népeségtudományi Kutatóintézet, Budapest.
- FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM (2016): *Nemzeti Erdőstratégia 2016–2030* Budapest.
- HAGOORT, M.–GEERTMAN, S.–OTTENS, H. (2008): Spatial externalities, neighborhood rules and CA land-use modelling *Annals of Regional Science* 42 (1): 39–56.
- JASCHITZNÉ CSERNI, T. (2012): *TICAD SDSS – A tervezés új dimenziója* (kézirat) http://www.terport.hu/webfm_send/2805 (letöltve: 2017. március)
- KSZI – BME KONZORCIUM (2009): *Árvízi veszély- és kockázati térképezés és kockázatkezelési tervezés tartalmi és formai követelményeinek meghatározása, a végrehajtás megalapozása és eszközrendszerének kialakítása* (Metodikai projekt). Árvíz-kockázati térképek és Árvízi kockázatkezelési tervek módszertani előkészítése (Kockázati alprojekt) Módszertani Útmutató. Budapest.
- LECHNER LAJOS TUDÁSKÖZPONT NONPROFIT KFT. (2013): *Az Országos Területrendezési Tervről szóló 2003. évi XXVI. törvény felülvizsgálata – Környezeti értékelés és Natura 2000 hatásbecslési dokumentáció* (Egyeztetési eljárás alapján átdolgozott dokumentáció) Budapest.
- LECHNER TUDÁSKÖZPONT NONPROFIT KFT. (2015): *Árvízi kockázati térképezés és stratégiai kockázatkezelési terv készítése (KEOP-2.5.0/B/09-12-2013-0001) keretében a területi tervezési szakértői munka – Térségi árvízi kockázatkezelési terület megyei területrendezési övezetének lehatárolása, javasolt szabályok megfogalmazása* Budapest.

- MARI, L. (2010): Tájváltozás elemzés a CORINE adatbázisok alapján Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. században In: SZILASSI, P.–HENITS, L. (szerk.) Tudományos konferencia és műhelymunka tanulmányai pp. 317–330. JATEPress, Szeged.
- MCINTOCH, B.–SEATON, R. A. F.–JEFFREY, P. (2007): Tools to think with? Towards understanding the use of computer-based support tools in policy relevant research *Environmental Modelling and Software* 22 (5): 640–648.
- RIKS (Research Institute for Knowledge System) (2011): Metronamica documentation, RIKS, Maastricht.
- VAJDOVICHNÉ VISY, E. (2006): A területi tervezés alapfogalmainak értelmezése A nemzetközi gyakorlat In: Váti Magyar Regionális Fejlesztési és Urbanisztikai Kht. Stratégiai Tervezési és Értékelési Igazgatósága *Egységes tervezési rendszer szakértői előkészítése* Budapest.
- VAN DELDEN, H.–SEPPELT, R.–WHITE, R.–JAKEMAN, A. J. (2011): A methodology for the design and development of integrated models for policy support *Environmental Modelling and Software* 26 (3): 266–279.
- VASZÓCSIK, V. (2016): Hazai tájhasználat változási folyamatok modellezése In: HORVÁTH, G. (szerk.) Tájhasználat és tájvédelem – kihívások és lehetőségek pp. 190. Eötvös Loránd Tudományegyetem Földrajz- és Földtudományi Intézet Környezet-és Tájföldrajzi Tanszék, Budapest.
- VASZÓCSIK, V. (2014): Hol adjunk „Teret a Folyónak”? – A területi tervezés szerepe az új szemléletű árvízi kockázatkezelés kialakításában In: CSEMEZ, A. (szerk.) *Tájakadémia – IV. Időszzerű tájrendezési feladatok* pp. 205–216, Budapest.
- VERBURG, P. H.–SCHOT, P. P.–DIJST, M. J.–VELDKAMP, A. (2004): Land use change modelling: current practice and research priorities *GeoJournal* 61 (4): 309–324.

JOGSZABÁLYOK

1996. évi XXI. törvény a területfejlesztésről és a területrendezésről.
2003. évi XXVI. Országos Területrendezési Tervről szóló törvény.
- 1/2014 (I.3.) számú Országgyűlési határozat: Nemzeti Fejlesztés 2030 – Országos Fejlesztési és Területfejlesztési Konceptió.
- 1307/2013/EU rendelet: EU közös agrárpolitikája (KAP) reform és ezen belül a zöldítésről szóló rendelet.
- 2007/60/EK irányelvek: Európai Parlament és a Tanács 2007/60/EK irányelve (2007. október 23.) az árvíz-kockázatok értékeléséről és kezeléséről.