

# A közlekedés és a területfelhasználás kölcsönhatásának modellezésében rejlő hazai lehetőségek – egy budapesti modell tanulmányai<sup>1</sup>

Napjainkban a közlekedési rendszerek fejlesztésekor a döntéshozók már nem csupán a társadalmi-gazdasági értelemben vett hatékony megoldásokat keresik, de egyre inkább szükségük van az összetettebb kritériumok, mint például a társadalmi jólét, a biztonság, a klímaváltozással járó kedvezőtlen hatásokkal szembeni rugalmas ellenállóképesség, stb. szerinti vizsgálatokra is. Az utóbb felsorolt szempontoknak való megfelelésben fontos szerepe van a természeti, földrajzi jellemzők alakulásának, a népesség, az energia- és a nyersanyagforrások, valamint a különböző tevékenységek területi megoszlásának, a közlekedés és a területhasználat között érvényesülő kölcsönhatásoknak. A vázolt bonyolult, többszörös visszacsatolásokat tartalmazó, dinamikus összefüggések modellezése, illetve az ezúton nyerhető eredmények széles körű megismertetése egyre fontosabb feladat.

DOI 10.24228/KTSZ.2017.6.4

**Juhász Mattias – Dr. Koren Csaba**

Széchenyi István Egyetem

e-mail: mjuhasz@sze.hu koren@sze.hu

## 1. BEVEZETÉS

A közlekedés stratégiai szintű tervezése kapcsán az elmúlt évtizedekben világszerte megnőtt a lehetőség szerint pontos hatás-előrebecslés igénye. A döntés-előkészítési kulcsszereplői és a döntéshozók is egzakt információkat szeretnének kapni egy fejlesztési elképzelés vagy változat várható forgalmi, valamint annak alapján levezethető gazdasági és társadalmi hatásairól [1].

Ez az információigény az elmúlt években egyre csak erősödött, amely folyamatnak két mozgatórugóját lehet megfigyelni. Egyrészt a stratégiai tervezésben érdekelték minél inkább meg kívánják győződni arról, hogy fejlesztéseikkel egyik oldalról az előzetesen kitűzött célok teljesüléséhez járulnak hozzá, valamint nem okoznak elfogadhatatlan mértékű, esetlegesen nem kívánatos mellékhatásokat. A másik motívum a finanszírozási oldalon található, amikor is a finanszírozó (legyen az akár az Európai Unió

<sup>1</sup> A cikk az EFOP-3.6.1-16-2016-00017 projekt támogatásával készült.

vagy egy a közpénzekkel gondosan gazdálkodó kormányzat) kíván megbizonyosodni arról, hogy a fejlesztés közgazdasági értelemben hatékony, azaz társadalmi szinten megtérül. Hazai viszonylatban főleg az EU-s társfinanszírozások kapcsán – kötelező érvénnyel – kerültek előtérbe az említett információigényt kielégítő, meg-alapozó vizsgálatok.

A közlekedéstervezés terén a várható hatások becslésében a forgalmi vizsgálatoknak és különösen a komplex hálózatokat és viselkedési jellemzőket leképezni képes makroszintű forgalmi modellezésnek van kiemelkedő szerepe. Sok esetben a mikroszintű vizsgálatok fontosak lehetnek, de a jelen cikk fókuszában a nagyobb, stratégiai léptékű fejlesztések állnak. A forgalmi modellezés eredményeként előálló outputok segítségével jól leírhatók egy-egy közlekedési beavatkozás várható forgalmi hatásai, amelyek egyúttal input adatokat is jelentenek a legtöbbször költség-haszon elemzés formájában megjelenő társadalmi-gazdasági elemzésekhez [2].

A nyugat-európai gyakorlatban, amely a forgalmi előrebecslések szempontjából élenjáróan tekinthető, néhány évtizede megjelentek olyan modellek is, amelyek nem csak a közlekedési hatásokat vizsgálják, hanem a közlekedés és a területfelhasználás kölcsönhatását is figyelembe veszik. Ezek az úgynevezett Land-Use and Transport Interaction (rövidítve és a továbbiakban: LUTI) modellek, amelyeknek főleg a városi közlekedés szintjén van relevanciájuk. A hazai gyakorlatban jelenleg ezek a modellek még nem jelentek meg, sőt a módváltást is magukba foglaló modellek is csak néhány éve terjedtek el. Utóbbi kapcsán fontos megjegyezni, hogy egységes országos és fővárosi modell is rendelkezésre áll.

A cikk célja, hogy tájékoztassa a szakmai közvéleményt egy hazai, a nemzetközi gyakorlat alapján és Budapest példáján kifejlesztett LUTI modellről, valamint néhány esettanulmányon keresztül demonstrálja annak működését. További cél a modell fejlesztésének és a demonstrációs példák tapasztalatainak alapján következtetések levonása, tanulságok megfogalmazása.

## 2. AZ ALAPMODELL

### 2.1. A modellépítés célja, megfontolásai

Az említett budapesti LUTI modell létrehozásának alap gondolata, hogy lehetővé tegyen egy visszacsatolást a közlekedés területfelhasználásra gyakorolt hatásán és annak a közlekedésre való visszahatásán keresztül, egyben segítse elő a közlekedési beavatkozások jelenleginél teljesebb körű hatásértékelését, például mutasson rá a fejlesztések területfelhasználásra gyakorolt hatására, vegyen figyelembe rendszer szinten jelentkező egyéb hatásokat, stb.

A gondolatmenetben fontos szerepe volt annak, hogy ne csak a klasszikus fejlesztéseket lehessen értékelni, hanem a korlátozó jellegű beavatkozások hatásának értékelése is lehetővé váljon. Az elmúlt években például több közúti forgalomcsillapítással kapcsolatos fővárosi elképzelés sem tudott túllépni a döntés-előkészítés fázisán, és bár ennek egyéb okai is kétség kívül feltárhatók, de azonosítható, hogy a hatás-előrebecslések sem voltak teljes körűek. Az olyan projektekkel, mint a személyforgalmi behajtási díjjal kapcsolatos fokozott kockázatok ellehetetlenítették, de legalábbis megnehezítették a fejlesztési döntést. Ráadásul ezek a bizonytalanságok lehetőséget adnak különféle politikai, szakpolitikai játszmákra, amelyek tovább nehezítik a fejlesztések döntési környezetét. Az előzőek alapján a közúti forgalomcsillapítások példáján először felvázoltunk egy hatásértékelő keretrendszert, amelynek a jelen cikkben bemutatott modellrendszer a tulajdonképpeni magját adja [3; 4].

A modellfejlesztés első lépéseként a nemzetközi gyakorlat áttekintése (részleteiben lásd [5]) és a hatásértékelési célokból, valamint a közlekedési és területhasználati rendszerek működéséből levezetett elméleti modell-kapcsolatok feltérképezése történt meg [6]. Második lépésként a fővárosra vonatkozóan egy szerteágazó adatgyűjtésre került sor. Eleve azért Budapestre esett a választás, mert itt volt hazai környezetben a legnagyobb esélye a legteljesebb körű és területegységekre is rendelkezésre álló adatok meglétének. A modell elsősorban

a KSH területi statisztikáira, a népszámlálási adatokra, valamint ingatlanár adatbázisokra támaszkodik.

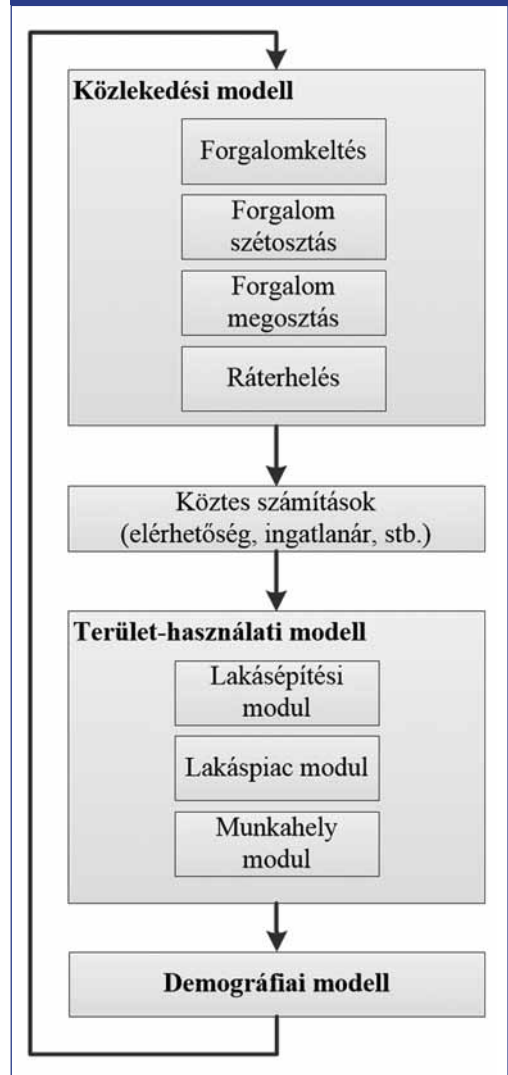
Ezt követően választottuk ki azokat a megoldásokat, részmodelleket, amelyek ötvözésével, esetenként módosításával egy a fővárosra adaptálható LUTI modellt lehetett készíteni. A rendelkezésre álló adatstruktúrákhoz igazodóan egyes részeknél a modell-rendszert egyszerűsíteni kellett annak érdekében, hogy a későbbiekben valós adatokkal kalibrálható legyen a modell. E szempontból a modell szándékosan nem túl részletezett, ami az általános jellegű felhasználását is elősegíti.

## 2.2. A modell felépítése

A modell alapvetően három jól elkülönülő, de dinamikusan együttműködő részből áll: egy közlekedési, egy területhasználati és egy demográfiai modellszemből. A közlekedési modell egy konvencionális négylépcsős modell, amely a közlekedési szokásokat képezi le a területfelhasználás, a hálózati és szolgáltatási jellemzők, valamint egyéb meghatározó paraméterek (pl. üzemanyagár, időérték, stb.) alapján. A közlekedési modell outputjaként meghatározhatók a hálózaton kialakuló utasforgalom nagyságok, eljutási idő és költségek. A területhasználati modell ezek alapján egy elérhetőségi mutató segítségével, valamint egyéb külső paraméterek (pl. zöldterületi fejlesztések mértéke) alapján leképezi a lakóhely választási és munkahely elhelyezkedési (telephelyválasztási) döntéseket. Tulajdonképpen, egyik irányból az elérhetőségi mutató köti össze a közlekedési és a területhasználati modellt. Egy adott forgalmi körzet elérhetőségi mutatója az összes lehetséges utazási célpontnak a módválasztás alapján súlyozott és normált eljutási idejét veszi figyelembe. A területhasználati modell a lakóingatlan-építés mértékét is modellezi. Végül a demográfiai modell az eloregedő társadalmi szerkezetet reprezentálva képezi le az életkorcsoportok között bekövetkezett változásokat, és az így kialakuló demográfiai és egyéb jellemzők kerülnek inputként vissza egy következő időárlapot közlekedési modelljébe. A modellrend-

szert éves időintervallumokkal dolgozik, ami lehetővé teszi egyes folyamatok részletes leképezését. A modell alapstruktúráját az 1. ábra mutatja be.

1. ábra: A LUTI modell felépítése



A modell elméleti felépítését tekintve a bécsi MARS [7], az angol DELTA/START [8] és a holland TIGRIS XL [9] modelleket, mint mintákat használta fel egyes moduljaiban, de a főváros specifikusság miatt szinte mindenhol módosított formában alkalmaztuk az

összefüggéseket. A modellépítés menetét, valamint a modell felépítését [6], illetve [10] írja le részletesen.

## 2.3. A modell kalibrálása

A modellépítés és kalibrálás során nem volt lehetőség széles körű kikérdezésekre és a szokásjellemzők direkt megfigyelésére (stated-, illetve revealed-preferences vizsgálatokra). A modellépítés meglévő modellek, részmodellek módosításával és kombinálásával történt, figyelembe véve a budapesti sajátosságokat és a rendelkezésre álló adatok körét. Utóbbinál fontos megjegyezni, hogy a területegységenkénti (minden modell körzetre való) és időszakonkénti (évenkénti) rendelkezésre állás is fontos szempont volt. A kalibrálás pedig az eredmény- és magyarázó változók (pl. lakosság, illetve az elérhetőségi mutatóban bekövetkezett) múltbéli változásainak megfigyelésén alapult. Az adatok egyes esetekben még így is hiányoztak (pl. szükséges éves adat, nem megfelelő aggregáltsági szint), így esetenként interpolálással, súlyozással, átlagolással vagy becsléssel kellett élni.

A modell kalibrálásának alapja a 2007 és 2013 közötti időszak volt, amely nem túl hosszú, ugyanakkor 2007 előtt több szükséges adat nem állt rendelkezésre, a 2014-ben belépő M4-es metró kezdeti hatását pedig szándékosan nem vettük figyelembe.

A kiinduló forgalmi modell adatok (hálózati modell és célforgalmi mátrix) felvételéhez a főváros egységes forgalmi modelljét (EFM) használtuk fel. Az EFM 2015-re állt rendelkezésre. Ezért először a zónarendszerét egyszerűsítettük alkerületi szintre, majd ennek és a KSH adatok alapján a közlekedési modell moduljait kalibráltuk. Ezt követően 2007-ig visszamenőleg elő kellett állítani a forgalmi modell állapotokat, hogy ki lehessen számítani az egyes évekre vonatkozó elérhetőségi mutatókat. Ezek és egyéb háttér adatok (pl. ingatlanárak) alapján már kalibrálni lehetett a területfelhasználási modulokat. Egyes modulok esetében az éves változások nagyon hektikusak voltak, ugyanakkor a hétéves időszak egészére a megfigyelhető változásokat

jól lehetett magyarázni. A kalibrálás részleteit [10] ismerteti.

A modell becsléseinek jóságát, csupán tájékoztató jelleggel az 1. táblázat foglalja össze. A közlekedési modell esetében alkerületi szinten történt a kalibrálás. A területhasználati modellt kerületi szinten kalibráltuk, mert csak így álltak rendelkezésre az adatok 2007 és 2013 között. Ugyanakkor a következő fejezetben alkerületi szintre diszaggregálva mutatjuk be az egyes változásokat. A demográfiai modellt szintén a 2007-2013 időszakra kalibráltuk. Az  $R^2$  érték kiszámítása kapcsán a legtöbb esetben a megfigyelt (valós) és a modell által becsült adatokat vetettük össze. A közlekedési modell esetében az EFM-ből leegyszerűsített és a szintetikus előállított mátrixok cellaértékei voltak az összehasonlítás alapjai.

**1. táblázat: A modell kalibrálás eredménye a modell moduljainak szintjén (forrás: [10])**

Modulok	$R^2$	
Forgalomkeltés	0,93	
Forgalom szétosztás	0,80	
Módválasztás	Szgek.	0,51
	Közösségi közlekedés	0,63
	Kerékpár	0,22
Teherforgalom	0,18	
Ingatlanárak	0,98	
Lakásépítés	0,71	
Lakáspiac	0,87	
Munkahelyek	Szolgáltatások	0,82
	Termelés	0,77
Demográfia	0,99	

Fontos megjegyezni, hogy a közlekedési modell esetében meglehetősen alacsony  $R^2$  értékek adódtak. Ennek egyik oka, hogy ezek a modulok egymásra épülnek és így a kezdeti lépésekben keletkező hibák a későbbi lépésekben már halmozódva jelentkeznek. Azt is látni kell, hogy a LUTI modell kialakításában nem volt cél az EFM meglehetősen részletes és megalapozott forgalmi modelljének pontos reprodukálása, csupán egy elfogadható közlekedési

modell előállítás volt a cél, amelynek segítségével kalibrálható a többi modul. A szintetikusan előállított mátrixokat egyébként sem önmagukban használtuk fel, hanem az EFM logikájának megfelelően – mivel az direkt mátrixokat használ – a „pivoting” eljárással vezettük át az igénymodell által prognosztizált változásokat a direkt mátrixokra [11].

### 3. ESETTANULMÁNYOK

A modell jósága azonban elsősorban valós eseteken, példákön tesztelhető csak igazán jól. Az elméleti modellt, még a kalibrálást és az abból eredő – többnyire kényszerű – változtatásokat megelőzően egy képzeletbeli városi forgalomcsillapítási példán demonstráltuk [6]. Jelen cikkben már a kalibrált modellre és a fővárosra készült három esettanulmányt mutatunk be. Ezek célja kettős: egyrészt a modell működését és az eredmények formátumát bemutatni, másrészt rajtuk keresztül ellenőrizhető, hogy a modell eredményei mennyire reálisak.

Az esettanulmányok minden esetben valamilyen beavatkozás csomag hatását mutatják be a jelenlegi helyzet jövőbeli kivételével, mint referencia esettel összehasonlításban. A modell a 2015-ös alapállapotból 15 évet fut és a 2030-as állapot tulajdonképpen az összehasonlítás tárgya a beavatkozás esetének és a beavatkozás nélküli eset különbségére vonatkozóan. A beavatkozás tehát tulajdonképpen pontszerűen, 2015-re vonatkozóan történik és aztán 15 évig

változtatlan feltételek mellett megvárjuk annak területfelhasználásra gyakorolt hatását.

#### 3.1. Az M4-es metró hatása

Az első esettanulmány azzal az M4-es metró építéssel kapcsolatos, amelyet szándékosan hagyunk figyelmen kívül a kalibráció során. Ebben az esetben azt látjuk, hogy milyen hatása lenne az M4-es metró hiányának (!), összehasonlítva a metró létesítést követő állapottal. Nem csupán a metró hiányát, hanem az azzal összefüggő közösségi közlekedési módosítások hiányát is figyelembe vettük.

Ahogy azt a korábbiakban is ismertettük, a közlekedési hálózatban és szolgáltatásokban lévő változások lényegében az elérhetőségi mutatón keresztül fejtik ki hatásukat a területfelhasználásra. Éppen ezért elsősorban e mutató változását érdemes vizsgálni, hiszen egyéb például területfejlesztési beavatkozás híján ez mozgatja az egyébként összetett lakóhely és telephely választási döntéseket. Az első esettanulmányra vonatkozóan a 2. ábra mutatja be az M4-es metró hiánya által okozott változást. A számérték értelmezéséhez fontos ismét hangsúlyozni, hogy egy adott forgalmi körzet elérhetőségi mutatója az összes lehetséges utazási célpontnak (más körzetek háztartásai, munkahelyei) az aktuálisan jellemző módválasztás alapján súlyozott és normált (!) eljutási idejét veszi figyelembe. Az ábrán ennek az értéknek a változását látjuk másodpercben kifejezve. A

negatív értékek az elérhetőséget romlását fejezik ki. Látható, hogy a változások abszolút értékben nem túl jelentősek, ami az elérhetőségi mutató definiálására (a módválasztással való súlyozásra és a normálásra) vezethető vissza. Ilyen módon az elérhetőségi mutató értékei nem azonosak és nem vethetők össze az eljutási időkből tapasztalható változásokkal. Itt 10-20 másodperc változás már jelentősebb eljutási időmódosulást jelez.

2. ábra: Az elérhetőségi mutató változása az M4-es metró hiánya esetén



Amint az látható, a metró feltételezett hiánya főleg Újbuda és Budaörs térségének elérhetőségét rontja, míg a DNy-ÉK-i tengelyen, valamint Dél-Pest irányában is erősebben érezhető ez a hatás.

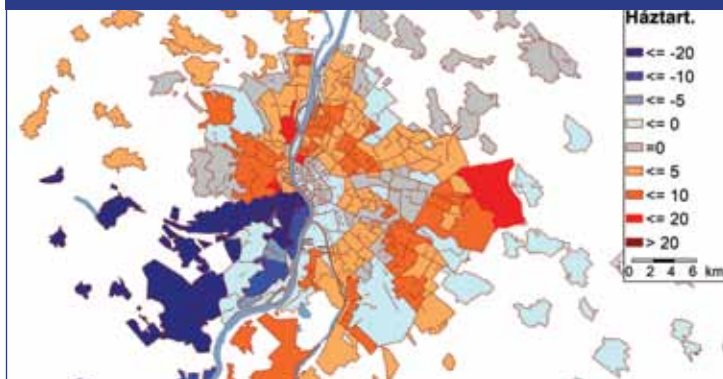
Az elérhetőségi változás a háztartások lakóhely választási döntéseit a 3. ábrán bemutatottak szerint befolyásolja.

A metró feltételezett hiányából adódóan elsősorban a dél-budai területeken figyelhető meg csökkenés, amelyet elszórt növekedések kompenzálnak. Amint látható a változások abszolút értékben nem tekinthetők jelentősnek, de ezek kizárólag a metró miatti változások és a forgalmi modell 192 zónájára érendők.

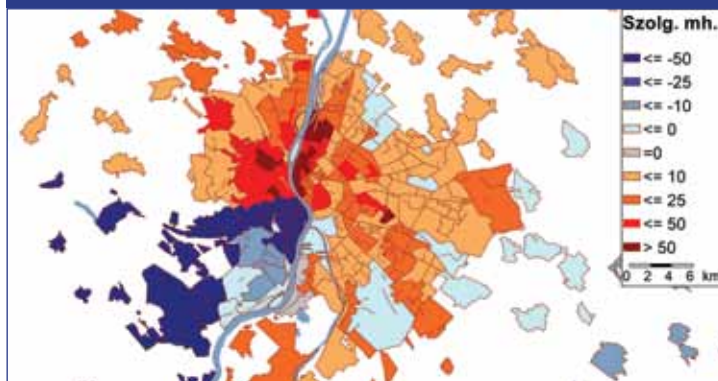
A háztartásokhoz hasonlóan a munkahely elhelyezkedések megváltozását mutatják be a 4. és 5. ábrák. A modell két kategóriát különböztet meg: szolgáltató és termelő munkahelyek.

A háztartásokhoz hasonló mintázatok láthatók, azzal a különbséggel, hogy a szolgáltató munkahelyek főleg a belvárosi térségbe települnek, míg a termelő munkahelyeknél elszórtabb kompenzációja figyelhető meg a dél-budai csökkenésnek.

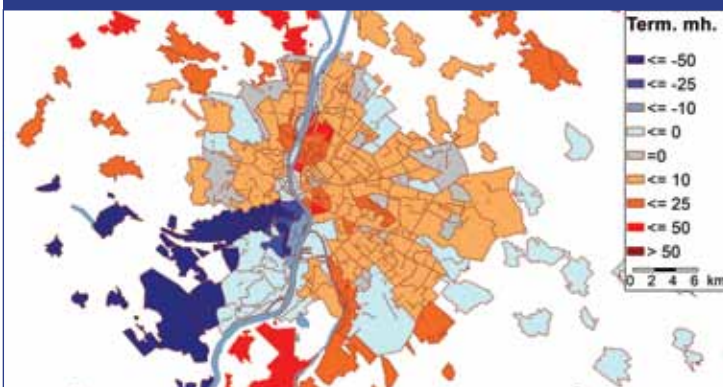
3. ábra: A háztartások számának változása az M4-es metró hiányának hatására (2030)



4. ábra: A szolgáltató munkahelyek számának változása az M4-es metró hiányának hatására (2030)



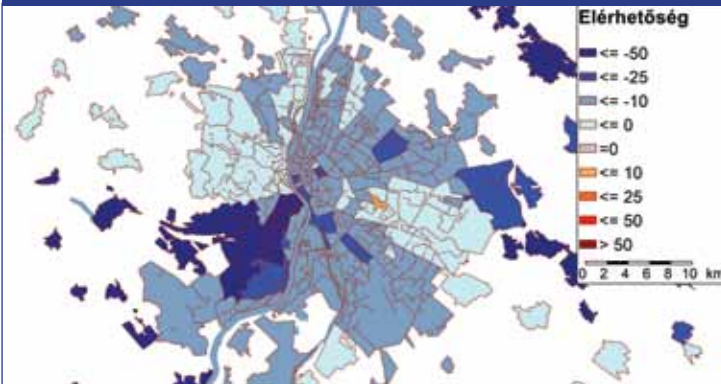
5. ábra: A termelő munkahelyek számának változása az M4-es metró hiányának hatására (2030)



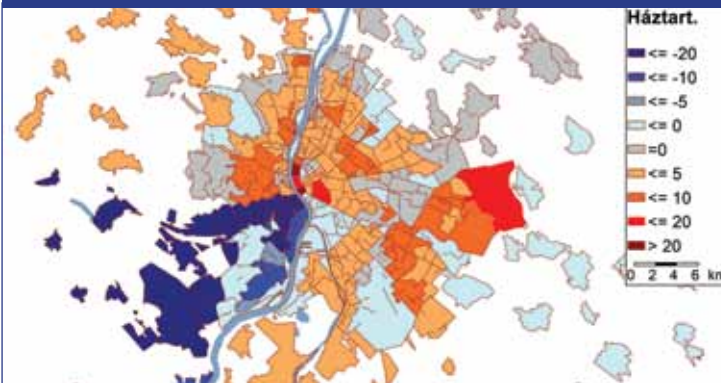
## 3.2. Belvárosi forgalomcsillapítások

A második esettanulmány a belvárosi térség további (az elmúlt évek beavatkozásait folytató) feltételezett forgalomcsillapítása, amely a pesti alsó rakpartok belvárosi szakaszának lezárásában és a Rákóczi út 2x1 sávossá való átépítésében nyilvánul meg közlekedési szempontból. Ezt kiegészítendő azonban zöldterületi fejlesztésekre kerül sor a forgalomcsillapítással érintett zónákban. Nem meglepő módon az elérhetőség az előző esettanulmányhoz hasonlóan szinte mindenhol romlik, különösen a dél-budai területeken. A romlás szempontjából itt is megfigyelhető egy DNY-ÉK-i és ha nem is olyan erősen, de egy É-D-i tengely. Ezeket a 6. ábra mutatja be.

6. ábra: Az elérhetőségi mutató változása a belvárosi forgalomcsillapítások esetén



7. ábra: A háztartások számának változása a belvárosi forgalomcsillapítások hatására (2030)



A belvárosi forgalomcsillapításnak a lakóhely választási döntésekre gyakorolt hatása a 7. ábrán látható. Főleg a belvárosi, különösen a zöldterületi fejlesztéssel érintett területeken növekszik a lakosság száma, míg a dél-budai régióban csökken.

A telephelyválasztásra gyakorolt hatásokat a 8. és 9. ábrák mutatják be. Mindkét munkahely kategóriában a háztartásokhoz hasonló a helyzet. A szolgáltatási szektorban erősebb a belváros felé történő elmozdulás, míg a termelő szektorban egy elszórt növekedés kompenzálja az enyhébb dél-budai visszaesést.

## 3.3. Az üzemanyagárak drasztikus növekedésének hatása

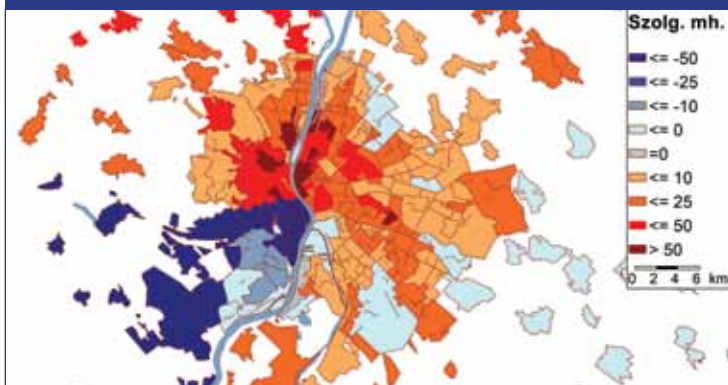
A harmadik esettanulmány az üzemanyagárak változásának hatását teszteli. Ez egy közvetett közlekedési beavatkozást jelent a járműüzemeltetési költség paraméterén keresztül, amely a módválasztási döntéseken, illetve azok következtében megváltozó eljutási viszonyokon keresztül gyűrűzik be az elérhetőségi mutatóba és ezáltal a területfelhasználást érintő döntésekbe. Ebben az esetben 50%-os növekedést feltételeztünk, amely a 2015-ös átlag kb. 370 Ft/l-es árat kb. 550 Ft-ra növeli. Ennek hatására kb. 18-20%-kal csökken a személyautót használók száma. A módváltók nagy része (kb. 75%) közösségi közlekedésre vált, de nő a kerékpározás részaránya is. A valóságban nyilvánvalóan lennének elmaradó utazások, azonban a modell ennek számszerűsítésére jelen állapotában nem alkalmas.

Az elérhetőség változását a 10. ábra mutatja be.

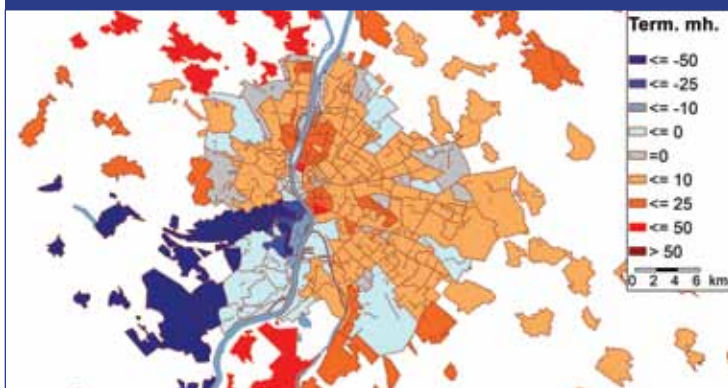
A módváltók miatt általánosságban javulnak a közúti viszonyok, hiszen a kevesebb személygépjármű utazás kevesebb torlódást is jelent. Ugyanakkor a közel 14-15%-os növekedés még nem jelenti a közösségi közlekedési szolgáltatások színvonalának katasztrofális visszaesését. Előzőek alapján, mivel az elérhetőségi mutató a módváltási arányok figyelembevételével is számol, így szinte mindenhol javulnak az elérhetőségi viszonyok. Főleg azon területeken látunk erősödést, ahol eddig nagy csúcsórai torlódások voltak a jellemzők, ugyanakkor van versenyképes közösségi közlekedési alternatíva (pl. M1-M7 bevezető szakasz helyett M4-es metró a ráhordó vonalakkal együtt vagy a Hűvösvölgyi út helyett hűvösvölgyi villamosvonal). Az elérhetőség szempontjából romló területek azok, ahol a módváltás olyan eszközökre történik, amelyek lényegesen rosszabb eljutást biztosítanak. Utóbbiak elsősorban a kelet- és dél-pesti külvárosok, ahol nincs a közúti alternatívához képest minőségi kötőpályás közösségi közlekedés.

A területfelhasználást érintő hatásokat a 11., 12. és 13. ábrák mutatják be.

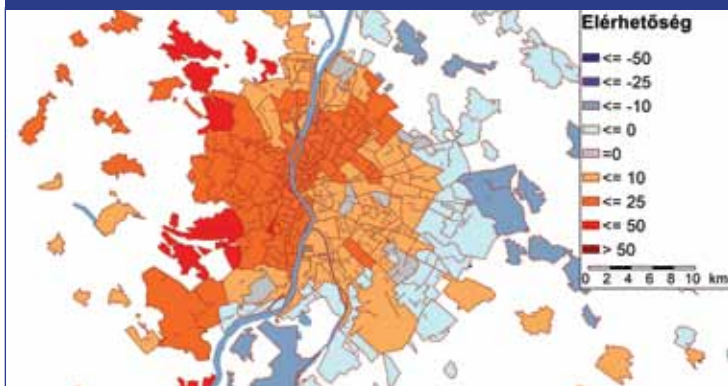
8. ábra: A szolgáltató munkahelyek számának változása a belvárosi forgalomcsillapítások hatására (2030)



9. ábra: A termelő munkahelyek számának változása a belvárosi forgalomcsillapítások hatására (2030)



10. ábra: Az elérhetőségi mutató változása az üzemanyagár növekedés esetén

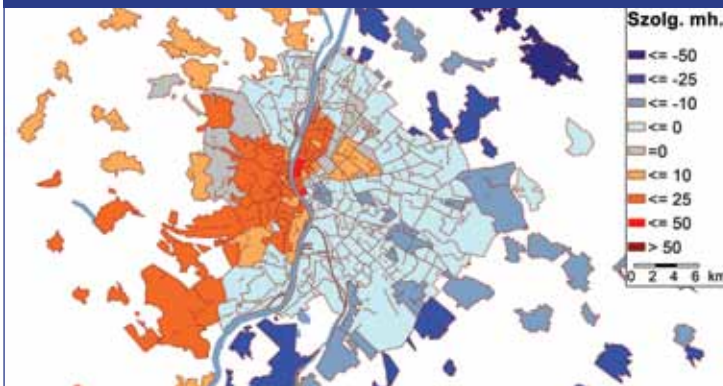




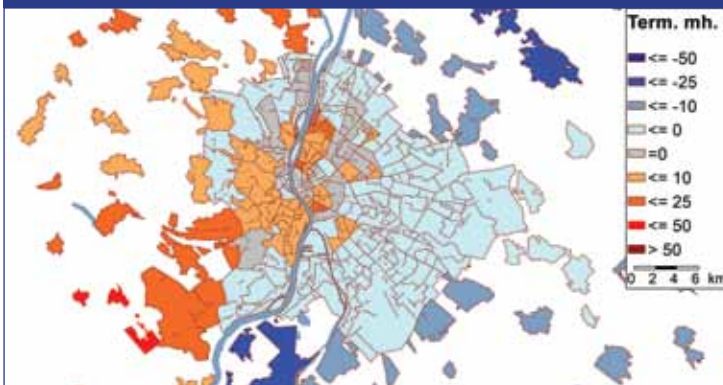
11. ábra: A háztartások számának változása az üzemanyagár növekedés hatására (2030)



12. ábra: A szolgáltató munkahelyek számának változása az üzemanyagár növekedés hatására (2030)



13. ábra: A termelő munkahelyek számának változása az üzemanyagár növekedés hatására (2030)



Az üzemanyagár növekedésének hatására a háztartások száma elsősorban a belvárosi térségben és az elérhetőségi változással érintett területeken nő, az elérhetőségi szempontból romló külvárosi területeken pedig csökken. A helyi sajátosságok (pl. a rendelkezésre álló terület) befolyása mellett nagyjából ugyanez a folyamat figyelhető meg a munkahelyek esetében. Ezek az eredmények hasonlóak mint az angliai Manchester LUTI modelljének az üzemanyagár-növekedés területhasználatai hatásának vizsgálata kapcsán kaptak [12].

## 4. KÖVETKEZTETÉSEK, TANULSÁGOK

A bemutatott LUTI modell és annak esettanulmányai kapcsán az alábbi következtetések vonhatók le:

- A modell logikus és észszerű eredményeket produkál. Az előrebecsült hatások, változások előjele és értéke elfogadható, a várakozásoknak megfelelő.
- Az előzőektől függetlenül az eredmények óvatosan kezelendők, hiszen a modellben sok az egyszerűsítő kényszer feltételezés. A modell ebből a szempontból inkább kiindulásnak, mintsem egy tökéletesen működő gépezetnek tekinthető.
- Az előző ponthoz csatlakozva a modell lehet-

ne sokkal részletesebb is, azonban ennek előfeltétele a megfelelő adatok rendelkezésre állása. A jelenlegi modell előállítására és kalibrációjára kapcsán a munka nagy része így is az adatok megfelelő struktúrában történő előállítására, „manipulációra” volt.

- Amennyiben a modell közlekedéspolitikai, stratégiai alkalmazása kívánatos és jelenlegi stádiumában is használható eredményeket produkál, – lehetővé téve az operatív alkalmazást – akkor a folyamatos használat mellett lehetőség nyílik továbbfejlesztésére és az ehhez szükséges adatstruktúrák tudatos megeremtésére.
- A modell alkalmazásának célszerűsége kapcsán elmondható, hogy a LUTI modell jelentős többletet adhat, ha pontos prognózisra van szükség. Ez különösen azon nagy volumenű fejlesztéseknél lehet fontos, ahol várhatóan nagy a területfelhasználásra gyakorolt hatás, vagy ahol egy komolyabb területfejlesztés befolyásolhatja a közlekedési beruházás sikerességét. Ezek a kérdések főleg hosszú távon megtérülő vagy ütemekre bontott fejlesztések esetén lehetnek érdekesek.
- Ugyanakkor nem szabad túlbecsülni a LUTI modellek hozzáadott értékét. Fontos, hogy egy-egy közlekedési fejlesztés hatására számszerűen kis változásokról van szó (pl. néhány tíz háztartás változás/zóna), hiszen rengeteg a rendszerbe épített egyensúlyt teremtő mechanizmus van jelen (pl. ingatlanár, torlódások kialakulása, stb.). Ettől függetlenül a LUTI hatások egy-egy beavatkozás esetében jelentős mértékűek lehetnek, és figyelmen kívül hagyásuk egyes esetekben a beruházás elmaradásához, rossz formában történő megvalósításához, vagy épp az elvétési igény fel nem ismeréséhez vezethet.

Célszerű lenne, ha a következő években a hazai szakemberek foglalkoznának a LUTI témával és lennének akár az EFM továbbfejlesztése kapcsán a témába vágó megbízások, kutatások. Részletes adatfelvételekkel nyilvánvalóan tovább lehetne finomítani a bemutatott modellt vagy annak egyes részeit. Csak remélni lehet, hogy az EU-s finanszírozás a jövőben várhatóan csökkenő tényezője mellett a hazai forrásfelhasználást biztosító intézményi háttér, nyugat-európai mintára szintén (vagy még

inkább) megköveteli a részletes és pontos alátámasztó vizsgálatokat a közpénzek hatékony felhasználása érdekében. Remélhetően a hazai projektmenedzsment körökben sokszor EU-s kényszernek tekintett megalapozó elemzések részletességükben és pontosságukban így továbbfejlődnek és nem kiüresednek, vagy szükségtelenné válnak. Ha így lesz, akkor a LUTI modelleknek minden bizonnyal lesz szerepük a következő évtizedek városi közlekedésstratégiai tervezésében.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] James LAIRD, Chris NASH and Peter MACKIE [2014]: Transformational transport infrastructure: cost-benefit analysis challenges. *Town Planning Review*, 85(6):709-730. DOI: <https://doi.org/10.3828/tpr.2014.43>
- [2] Juan de Dios ORTÚZAR, Luis G. WILLUMSEN [2011]: *Modelling Transport*, 4th Edition. Wiley, Chichester. p. 586.
- [3] Mattias JUHÁSZ [2014]: Assessing the requirements of urban traffic calming within the framework of sustainable urban mobility planning. *Pollack Periodica*, 9(3):3–14. DOI: [10.1556/Pollack.9.2014.3.1](https://doi.org/10.1556/Pollack.9.2014.3.1)
- [4] Mattias JUHÁSZ, László KERÉNYI, Tamás MÁTRAI [2014]: Development of a policy assessment framework for urban traffic calming through the case study of Budapest. *Proceedings of the European Transport Conference 2014*, Paper no. 4123.
- [5] Michael WEGENER [2004]: Overview of land-use transport models, In: Hensher & Button (Ed.) *Transport Geography and Spatial Systems - Handbook 5 of Handbooks in Transport*, Kidlington, Pergamon/Elsevier Science, pp. 127–146.
- [6] Mattias JUHÁSZ [2015]: Development of a land-use and transport interaction model as a part of a policy assessment framework for urban traffic calming. *Pollack Periodica*, 10(2):81–92. DOI: <https://doi.org/10.1556/606.2015.10.2.8>

- [7] Paul PFAFFENBICHLER [2003]: The strategic, dynamic and integrated urban land use and transport model MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulator), Doctoral Thesis. Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen der Technischen Universität Wien.
- [8] David SIMMONDS, Ben STILL [1997]: The implementation of the DELTA/START land use transport model, Working Paper 494. Leeds, ITS University of Leeds.
- [9] Barry ZONDAG and Gerard DE JONG [2011]: The development of the TIGRIS XL model: A bottom-up approach to transport, land-use and the economy. *Research in Transportation Economics*, 31(1):55–62., DOI: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2010.11.008>
- [10] Mattias JUHÁSZ, Csaba KÖREN [2017]: Creating a two-way Land-Use and Transport Interaction model for Budapest. *Acta Technica Jaurinensis*, 10(2):99-123., DOI: <http://dx.doi.org/10.14513/actatechjaur.v10.n2.432>
- [11] MODELL TERCETT KONZORCIUM [2015]: Egységes Forgalmi Modell (EFM) Budapest és agglomerációjának teljes területére, Modellezési és használati útmutató. Készítette: Főmterv Zrt. – Közlekedés Kft. - Trenecon Kft., Megrendelő: BKK.
- [12] Andy DOBSON, Emma RICHMOND, David SIMMONDS [2009]: Design and use of the new Greater Manchester Land-use/Transport Interaction Model (GMSPM2). *Proceedings of the European Transport Conference 2009*, Paper no. 3224.



## Possibilities of modelling Land-Use and Transport Interaction in Hungary: Experiences from a model for Budapest

The role of ex-ante assessments forecasting and analysing the effects of transport projects are becoming more and more significant in strategic planning and decision-making. One of the most important tools of estimating expected impacts in transport planning is transport modelling. In the past decades new models have been developed that examine not only transport related effects but consider the interaction between transport and land-use as well. These are the so-called Land-Use and Transport Interaction (LUTI) models that have not gained ground in Hungary yet. However, they could have a huge relevance in urban areas. The aim of this paper is to present a new LUTI model specially developed for Budapest based on international practice and to demonstrate through case studies how it functions. Based on the results the paper points out some interesting conclusions.



## Möglichkeiten des Modellierens der Wechselwirkung zwischen Flächennutzung und Verkehr in Ungarn: Erfahrungen von einem Modell für Budapest.

Die Rolle der ex-ante Bewertungen, die die Auswirkungen von Verkehrsprojekten prognostizieren, wird in der strategischen Planung und Beschlussfassung immer bedeutender. Eines der wichtigsten Werkzeuge, zukünftige Auswirkungen in der Verkehrsplannung zu schätzen, ist das Verkehrsmodellieren. In den letzten Jahrzehnten sind neue Modelle entwickelt worden, die nicht nur Verkehrsbezogene Auswirkungen untersuchen, sondern auch die Wechselwirkung zwischen Verkehr und Flächennutzung modellieren. Diese sind die sogenannte Land-Use and Transport Interaction (LUTI) Modelle, die sich in Ungarn noch nicht durchgesetzt haben. Jedoch konnten sie eine große Relevanz in städtischen Bereichen haben. Das Ziel dieses Beitrags ist, ein neues LUTI Modell zu präsentieren, das besonders für Budapest entwickelt ist, das auf der internationalen Praxis gestützt ist, weiterhin durch Fallstudien zu demonstrieren, wie es funktioniert. Gestützt auf den Ergebnissen weist der Beitrag auf einige interessante Folgerungen hin.