

Budapesti Corvinus Egyetem
Gazdálkodástudományi Kar
Gazdaságföldrajz és jövő kutatás tanszék

Korszerű technológiák szerepe a *közösségi* közösségi
közlekedésben –
a győri „Insights in Motion” kutatás példáján keresztül

Készítette: Ferenczi Dániel
Regionális és Környezeti Gazdaságtan szak
2013

Szakszeminárium-vezető: Forman Balázs

Én, Ferenczi Dániel teljes felelősségem tudatában kijelentem, hogy a jelen szakdolgozatban szereplő minden szövegrész, ábra és táblázat - az előírt szabályoknak megfelelően hivatkozott részek kivételével - eredeti és kizárólag a saját munkám eredménye, más dokumentumra vagy közreműködőre nem támaszkodik.

Tartalomjegyzék

Bevezetés	1
1. A városi közlekedés modellezése régen és ma	5
1.1 A modellezés kezdete – a néglépcsős modell	6
1.2 A néglépcsős modell kritikái	7
1.3 Túl a negyedik lépcsőn – új módszertani eszközök megjelenése	8
1.4 Szabályozásoldali változások az 1990-es években, a Transport Demand Management..	16
1.5 Intelligent Transportation Systems	22
2. Infokommunikációs technológiák a közösség-alapú közlekedéstervezés szolgálatában	27
3. A győri IBM Insights in Motion kutatás és értékelése	31
3.1 Győr és közlekedése	32
3.1.1 A közösségi közlekedés részaránya a Győrben és agglomerációjában	32
3.1.2 A Községi közlekedés jelenlegi szintjének bemutatása	34
3.1.3 Intelligens eszközök a Kisalföld Volán Zrt.-nél	39
3.2 Az „Insights in Motion” győri alkalmazása	42
3.3 Egy jobban feltárt kereslet értéke	45
Konklúzió	51
Irodalomjegyzék	53

Ábrajegyzék

1. ábra: DLA cluster – Egy, a városnövekedés és a fraktálok közti kapcsolat illusztrálására gyakran alkalmazott fraktáltípus Forrás: Chen (2012).....	9
2. ábra: Párizs és agglomerációjának vasúthálózata Forrás: Benguigui - Daoud (1991)	10
3. ábra: Influenza-járvány terjedésének szimulálása Los Angelesben EPISIM segítségével Forrás: Los Alamos National Laboratory (2006)	14
4. ábra: A fenntartható városi mobilitás tervezésének kerete Forrás: Saját szerkesztés (Rupprecht Consult, 2011) alapján.....	20
5. ábra New York Twitter-üzeneteinek nyelvei Forrás: Barratt, et al., (2013)	23
6. ábra: Utastájékoztató táblák tartóoszlopai a Budai Várban Forrás: VEE/Index Fórum (2013) ..	29
7. ábra: Győr buszhálózata – a négyzetek jelzik a megállóhelyeket Forrás: (Kisalföld Volán Zrt., 2013a)	35
8. ábra: A kiépített forgalomirányító és utastájékoztató rendszer Forrás: Mihályka-Winkler. (2013), 3. old.	39
9. ábra: Utastájékoztató táblák Győrben Forrás: Mihályka-Winkler. (2013), 5. old.....	40
10. ábra: A közösségi közlekedés keresletének alulbecslése Forrás: Saját szerkesztés	46
11. ábra: A közösségi közlekedés keresletének túlbecslése Forrás: Saját szerkesztés	47

Bevezetés

Már a XX. században megfigyelhető volt a trend: a városban élő emberek aránya folyamatosan nő (Population Reference Bureau, 2007). Míg a XIX. század kezdetén az emberiség 97%-a élt vidéken, az arány fokozatos növekedése mellett, 2008-ra már minden második ember városban lakott. Az előrejelzések pedig a trend folytatódását jósolják: 2040-ra Angliában 85%-os, Kínában 79%-os, Brazíliában 90%-os míg Magyarországon 80%-as fölötti értéket (United Nations, 2012).

A jelenség számos kihívást hordoz magában, melynek következményeit nap mint nap tapasztalhatjuk. Már klasszikusan is, a városi lét olyan fogalmakkal fonódott össze, mint a túlszűfolttság, a levegőszennyezettség, a bűnözés, közlekedési problémák vagy területhasználati konfliktusok – elég csak az 1956-os Clean Air Act előtti Londonra gondolnunk, ahol már a XII. században is problémát jelentett rossz minőségű fűtőanyagok okozta légszennyezés (Urbinato, 1994). A városok növekedésével és az azokban élő emberek arányának növekedésével pedig nem csak a problémák válnak összetettebbé, egyre több embert is érintenek.

A növekvő városméretekkel együtt járó kihívások azonban nincsenek megfelelően kezelve. Az infrastruktúra kialakításában megszabott döntések, a problémák kezeléséhez alkalmazott közgazdasági eszközöket inkább a döntéshozó hatalom adott választási ciklusban elérhető sikeréért kerülnek alkalmazásra, mintsem a városi lét hasznainak növeléséért, vagy társadalmi költségeinek csökkentéséért (Glaeser, 1998). Azonosíthatóak tehát az infrastruktúra fejlesztésével kapcsolatban az egymástól különböző a magánhatárkölség és a társadalmi határkölség, így a probléma megközelíthető az externáliák (Coase, 1960) oldaláról is. Egyértelmű választ azonban így sem kapunk a közjavakkal, így az infrastruktúra optimális árazása kapcsán is feltett kérdésekre (Varian, 1987).

A bemutatott problémákkal párhuzamosan a technológia viszont új eszközöket bocsátott a döntéshozók és a városi polgárok szolgálatába. A modellezési módszerek folyamatos fejlődése által egyre jobb döntések hozhatóak, akár látszólag egymástól eltérő területeken, mint a bűnüldözés, a közlekedés, vagy a katasztrófavédelem. Ezzel együtt a

lakosság döntésekbe való bevonása, vagy visszajelzéseinek valós időben való feldolgozása is lehetőséggé válik.

Dolgozatomban a városgazdálkodás lehetséges kihívásai közül a közlekedéssel foglalkozom, az IBM egy jelenleg is futó, a győri közösségi közlekedés fejlesztési lehetőségeit kutató projekt által szerzett tapasztalatok révén.

Munkám egy alapfeltevésből indul ki: a közlekedési politika hosszú távú célja a közlekedésből származó negatív externáliák csökkentése, a közösségi közlekedés vonzerejének, gazdaságosságának növelése.

Céлом annak vizsgálata, hogy a kutatás miképp járul hozzá a megfogalmazott célokhoz. illetve felmérni, hogy milyen egyéb vizsgálatokkal egészítendő ki, hogy társadalmilag hatékonyabb döntések születhessenek. A tervezésben használt eszközök értékelésekor a transport demand management (TDM) elvét veszem alapul. A fő kérdések így az alábbiak szerint foglalhatóak össze:

- Mik a győri közlekedés aktuális kihívásai?
- A legújabb módszerek hogyan járulhatnak hozzá a közösségi közlekedés gazdaságosságához, a társadalmi optimum eléréséhez?

A dolgozatban azt vizsgálom, hogy a kereslet mélyrehatóbb ismerete, miképp járul hozzá a társadalmi optimum eléréséhez. A szakmai gyakorlatban (Small et al., 2007) persze a közlekedésszervezés problémaköre összetettebb. Már egy általános mikroökonómiai modellben is, a szolgáltatás szintjét a határköltség és határbevétel görbék metszéspontja határozza meg, így a társadalmi optimum keresésekor a társadalmi hasznosságot és a költségeket egyaránt ismerni kell.

Tehát a keresleten túlmenően a közlekedés költségeit is ismernünk kell, hiszen az optimális ár, csak ezek alapján határozható meg. Ezeken túlmenően vizsgálandóak még az infrastruktúra-fejlesztési projektek finanszírozási lehetőségei és az optimális szolgáltatáshoz párosítható szervezeti struktúra. Munkám azonban az első kérdéskörre, a kereslet mérésére és az ebből származó hasznokra összpontosít, a többi téma így csak érintőlegesen kerül elő.

Ahhoz, hogy konkrét esetekben is lássuk, hogy miképp ismerhető meg jobban a kereslet, fontos ismernünk az azt becslő modellek elméleti alapjait. Az első fejezetben ezért, egy módszertani áttekintés keretein belül bemutatom az utóbbi évtizedekben használt eszközök fejlődéstörténetét. Ezzel együtt bemutatásra kerülnek a TDM célkitűzései, illetve annak egy meghatározó elvének, a lakosság tervezésbe való bevonásának lehetőségeit.

Ezt követően bemutatom Győr közösségi közlekedését, megvizsgálva jelenlegi kihívásait, illetve a szolgáltatásai iránti kereslet közelmúltban való változását.

A modellezés során alkalmazott technológia bemutatását követően már láthatjuk, hogy a korszerű megközelítések milyen információkat hordozhatnak magukban. Értékelve az IBM kutatásának várható hasznait, a dolgozat utolsó részegysége azt is vizsgálja, hogy milyen forrásból, milyen adatok járulhatnak még hozzá a feltárt problémák kezelésében, a társadalmi optimum elérésében.

A dolgozatot végül a szerzett tapasztalatok, következtetések összegzésével zárom.

1. A városi közlekedés modellezése régen és ma

A közlekedés modellezésére az 50-es évektől folyamatosan nőtt az igény. Ennek oka különböző volt az egyes évtizedekben: míg a múlt század közepén elsősorban a közlekedési infrastruktúra fejlesztésének hatásvizsgálata volt a cél, a 90-es évekre már olyan szempontok is előtérbe kerültek, mint a környezetvédelem és a forgalom csökkentése. Ezzel a modellezés célja is megváltozott: már nem az igények mérése a cél, hanem azok irányítása, befolyásolása. A XXI. századra pedig, az intelligens közlekedési rendszerek (Intelligent Transport Systems – ITS) új lehetőségeket hoznak a közlekedésben résztvevők igényeinek megváltoztatására, illetve a közlekedést szervezők mérési és modellezési lehetőségeit is kibővítik.

A célok és modellek fél évszázados evolúciójával párhuzamosan változtak a modellezési eszközök is – nőtt a számítási teljesítmény, megjelentek a GIS-ek; mára pedig a mobiltelefonok és RFID eszközök olcsóbb és pontosabb adatgyűjtést tesznek lehetővé, mint a korábbi kérdőíves felmérések.

E fejezetben korszakonként áttekintjük a módszertan és a technológia változásának főbb mérföldköveit. A cél az, hogy lássuk, mely eszközök, mely kérdések megválaszolására alkalmasak, illetve, hogy milyen válaszokat eredményez, ha egy célra az arra nem megfelelő módszert alkalmazzuk. E módszertani fejezet segítséget nyújt abban, hogy a megfelelően értékeljük, hogy a győri közösségi közlekedést kutató projektnek milyen hozadéka lehetnek.

1.1 A modellezés kezdete – a néglépcsős modell

Az Egyesült Államokban, a legelső városi közlekedést vizsgáló tanulmányok már az 50-es években megjelentek (1953-ban Detroitra és 1956-ban Chicagora). Az elemzés szükségességét az autópálya-beruházások növekvő száma indokolta, az ehhez szükséges adatok feldolgozását pedig a számítástechnika terén elért fejlődés tette lehetővé (Kane - Behrens, 2002)

A módszerek elsősorban a természettudományos modellek városi rendszerek leírására módosított változatai voltak – ilyen például a gravitációs modell, amely a newtoni gravitációs törvény mintájára ír le összefüggést két földrajzi pont mérete és a köztük áthaladó utazások között. Az elemzés célja elsősorban az igények előrejelzése volt (demand forecasting), az ehhez használt módszer pedig az aggregált néglépcsős modell volt, mely az eltérő földhasználati módokból kiindulva utazásokat helyezett a vizsgálat középpontjába (McNally, 2007). A módszer négy 'lépcsője' alatt az alábbi kérdéseket értjük:

- Hány utazás indul el a kezdőpontból
- Hol van az utazások célállomása
- Milyen közlekedési eszközök állnak rendelkezésre
- Melyik útvonalakon érhető el a célállomás

A módszer tervezői pedig a következő feltételezésekkel éltek (Kane - Behrens, 2002), (Wilson, 1998):

- A von Thünen és Alonso modellek mentén lehetséges előre jelezni egy, a közlekedési rendszerektől független földhasználati struktúrát
- A háztartások jellegzetességeiből származtatható az utazási magatartás; ez az összefüggés hosszabb távon változatlan
- Az utazó célja az utazással töltött idő és a költségek minimalizálása
- Az igényeket az átlagos munkanapok csúcsidőszakainak megfigyelése mentén kell becsülni

A fenti feltételezésekből látható, hogy elsősorban egy kvantitatív megközelítést alkalmaztak a korszak kutatói. A feltételezések számos kritikája közül kiemelnénk a

közterületek átértékelését: az utcák a modellben nem részei a közösségi életnek, csupán az utazásra igénybe vett eszközök, az utazó célja pedig a rajta töltött idő minimalizálása. Rövid távon ugyan alkalmasak voltak ezek a modellek a közlekedési igények előrejelzésére, de hosszú távon már csak pontatlanul tudták leírni a valóságban dinamikus és nem-lineáris rendszereket (Wilson, 1998). Következmenyeként, a beruházást követő évtizedekben a módszereket és az ezek mentén átrendezett városképet egyaránt érték szakmai és laikus kritikák.

1.2 A négylépcsős modell kritikái

A 70-es évekre számos olyan beruházás is megvalósult, amelyek a modell által ugyan kedvezőként voltak értékelve, a városi lakosság mégis jellemzően negatívan fogadta őket. Gyakran felmerülő kritika volt a közösségi terek csökkenése, adott környékek lakosságának áttelepítése illetve a megnőtt forgalomnak betudható zaj-és légszennyezés. Társadalmilag sem voltak igazságosak a végbevitt beruházások – az útépitéseknek betudható hasznok és károk a városi lakosság eltérő rétegeit érintette. Végül kritika tárgya volt még a modellek statikussága, hiszen azok állandónak tekintették a földhasználat és a közlekedési igény közti kapcsolatot (Kane - Behrens, 2002).

E kritikák megalapozottak, hiszen a modell lépcsőire visszatekintve láthatjuk, hogy az utcák elsősorban közlekedési csatornák, melyek egyedüli rendeltetése a csúcsidőben utazó lakosság közlekedési igényeinek kiszolgálása.

A szakma képviselői szerint (Atkins, 1977) a létrehozott modellek drágák, bonyolultak, ráadásul rossz kérdésekre adnak nagy bizonytalanságú válaszokat.

A kritikák új megközelítések kialakulásához vezettek a 70-es és 80-as években (Kane - Behrens, 2002):

- A földhasználat és a közlekedés kölcsönhatását leíró modellek
- Aggregálatlan modellek, melyek zónák és háztartások helyett egyének utazási preferenciáit vizsgálták

- Mikroszimulációk alapjait képző modellek (kihasználva a 70-es években elérhető számítási teljesítmény lehetőségeit)
- A lakosság napi tevékenységeinek vizsgálata az egyedi utazások helyett

Illetve felmerült annak a kérdése, hogy az infrastruktúra-bővítésre szánt keretek csökkenése mellett miként elégíthető ki az egyre növekvő utazási kereslet (Meyer, 1999).

Az új módszertani eszközök megjelenése ellenére azonban továbbra is a négylépcsős és az arra épülő megközelítések domináltak a kutatásokban.

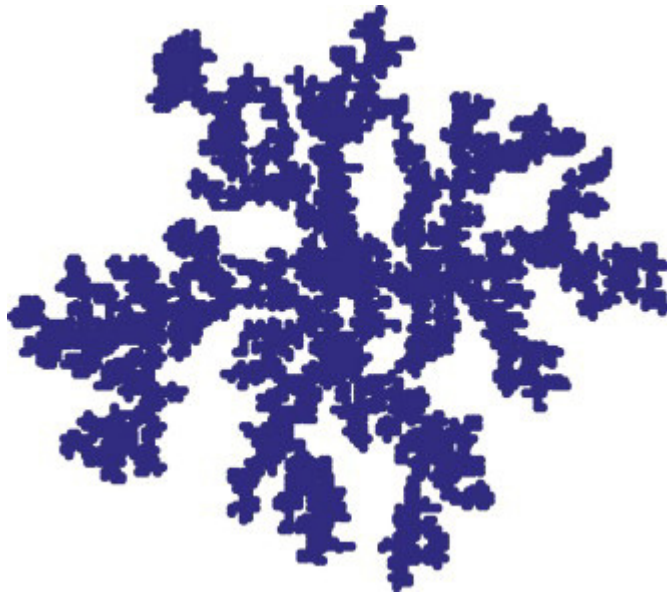
1.3 Túl a negyedik lépcsőn – új módszertani eszközök megjelenése

A 80-as évek vége új technológiai lehetőségeket is hozott a modellezők számára – a GIS eszközökkel való integrációt (Sui, 1998). Ezen eszközök elsősorban adatok megjelenítését szolgálták, így a városi modellezés térnyerésével egyre nagyobb igény lett a számítógépes modellek beépítésére vagy az azokkal való együttműködésre. Az integráció több szinten is elképzelhető: a térinformatikai szoftverek integrálása egy modellező eszközzel, vagy moduláris GIS-ek létrehozása, melyek interface-eket biztosítanak meglévő modellező eszközökhöz való csatlakozáshoz. Ezek megkülönböztetése fontos, hiszen az előbbi típus ugyan kevesebb fejlesztői szakértelmet követel meg a modellezőtől, a második típus nyíltsága több lehetőséget ad új modellek beépítésére.

A térinformatikai rendszerekkel párhuzamosan a programozási paradigmák is változtak – az objektum-orientált nyelvek térnyerése megkönnyítette a járműveket alapul vevő mikroszimulációs elemzéseket, mivel a közlekedés szereplői (mint objektumok) közti kölcsönhatások természetesen beépíthetőek egy objektum-orientált modellbe. A mikroszimulációkat elsősorban a jelzőberendezések vizsgálatához használták (Pursula, 1999).

Ezzel együtt a matematika új eszközei megjelentek a városi modellezésben is: a sejtautomaták és a fraktálok. Ezek új megközelítést is jelentettek a városok

modellezésében: egy olyan bottom-up módszert, amely kihangsúlyozza a helyi szabályokat és eltéréseket (Sui, 1998). A fraktálgeometria városalakzatok generálására való alkalmazását illusztrálja az 1. abra.



1. abra: DLA cluster – Egy, a városnövekedés és a fraktálok közti kapcsolat illusztrálására gyakran alkalmazott fraktáltípus
Forrás: Chen (2012)

A nem-lineáris dinamika eszköztárának használatát indokolja, hogy városok (vagy a közlekedés) esetében ritkán beszélhetünk statikus, lineáris folyamatokról (Wilson, 1998). A fejezet további részében áttekintjük e módszerek használatát a város-és közlekedésmodellezésben. A modellek vizsgálati körét azért is fontos kiterjeszteni a városmodellezésre, mivel ekkora már felismerésre kerültek a közlekedési-igényeket alapul vevő kutatások korlátai, illetve a mai modern tervezésben is integráltan jelenik meg a közlekedésmodellezés a városmodellezésben.

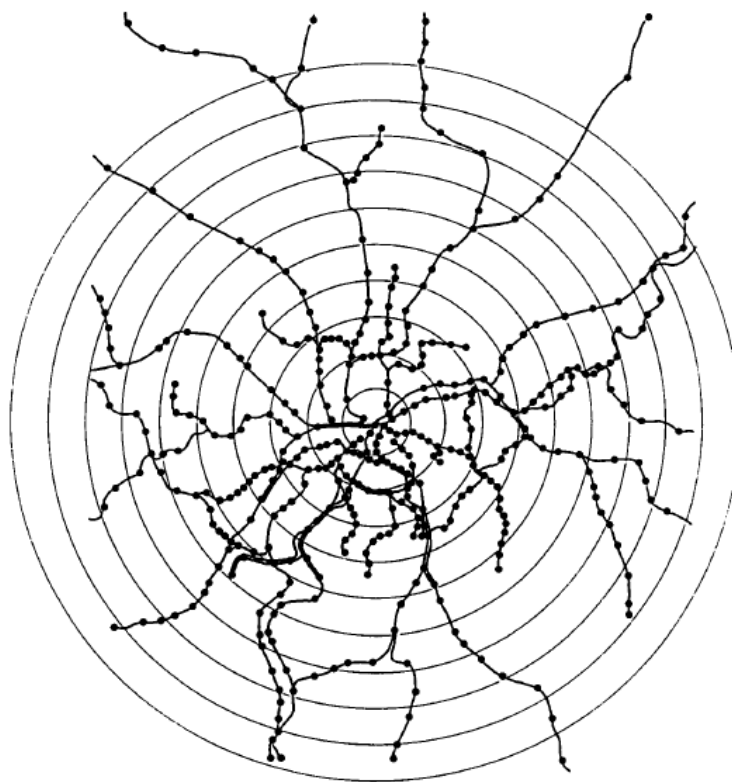
Fraktálgeometria a város-és közlekedésmodellezésben

Egy, a városok dinamikáját vizsgáló kutatásban (Shen, 2002) 20 észak-amerikai városból álló mintán vizsgálta meg a box counting eljárással számított fraktáldimenzió, az

összes beépített terület logaritmus és a népesség logaritmus közötti kapcsolat szorosságát vizsgálta.

A kutatás pozitív, erős korrelációt mutatott a fraktáldimenzió és a terület logaritmus között, azonban a népesség logaritmusával már nem mutatott erős kapcsolatot. Baltimore-t idősorosan vizsgálva is hasonló következtetésre jutott a szerző, okként megjelölve, hogy egy város népessége ugyan nőhet is, csökkenhet is időben, a beépített terület az jellemzően sosem csökken. A fraktáldimenzió azonban megfelelő mutatónak bizonyult a város alakjának, térbeli 'összefüggőségének' jellemzésére.

Vizsgálható még a különböző hálózatok kiterjedése, csomópontjai is fraktálok segítségével. Egy, a párizsi vasúthálózatot vizsgáló tanulmányban (Benguigui - Daoud, 1991) a szerzők a város geometriai középpontjától vizsgálták a különböző sugarú körökbe eső állomások számát Párizsra és agglomerációjára.



2. ábra: Párizs és agglomerációjának vasúthálózata
Forrás: Benguigui - Daoud (1991)

A szerzők elemzésükben megfigyelték, hogy a vasúthálózat állomásaiból előálló fraktál dimenziószáma különbözik, a városközponthoz közel eső és az attól távol eső állomások vizsgálatakor. Jól illusztrálja ez a megfigyelés a fraktáldimenzió ebben a példában vett értelmezését: a vonalhálózat sűrűségét. Ugyan ez következik abból, hogy a város külső kerületei felé haladva folyamatosan csökken a népsűrűség, a szerzők továbbmennek következtetéseikben: az adott területeken vizsgált, állomásszámmra vonatkozó fraktáldimenzió konstans volta jól mutatja, a tudatosságot mutatja az elővárosi közlekedés tervezésében. A fraktáldimenziók idősoros vizsgálata pedig lehetőséget ad arra, hogy becslést adjunk a hálózatfejlesztéssel kapcsolatos igények, vagy a vonzaskörzetek jövőbeni alakulására.

A városi hálózatok fraktálokkal való modellezése ugyan máig kiforratlan terület, azonban a bemutatott példákon túl, számos egyéb, a városokhoz köthető időbeli folyamat, mint a városból külvárosba, vagy külvárosból városba való átköltözések (Chen, 2012), illetve a városi hálózatok idő-és térbeli átrendeződése (Nemes Nagy, 1998) közelíthető fraktálokkal.

Sejtautomaták a város-és közlekedésmodellezésben

Amióta Turing megalkotta automatákkal kapcsolatos elméletét, az számos területen került felhasználásra a számítástudományban és egyéb területeken is: mesterséges intelligencia, mesterséges élet (Torrens, 2003), egyes sejtautomata modellekben, mint Conway Game of Life-jában, olyan összetett jelenségeket figyelhetünk meg, melyek intelligens életformák megfigyelésekor is azonosíthatunk (Hawking & Mlodinow, 2010). Más szerzők szerint, maga az univerzum is felfogható egy automataként (Wolfram, 2002).

A földrajztudósok a 80as években helyezték figyelmük középpontjába az automaták két típusát: a sejtautomatákat (Cellular Automaton – CA) és a multi-ágens rendszereket (Multi Agent Systems/Agent Based Modeling – MAS/ABM), elsősorban városmodellezési kutatásokban.

Az ezeken az elméleteken alapuló modellek működését a következő pontok szerint foglалhatjuk össze (Torrens, 2003):

- A modell alapja egy diszkrét egységekre – cellákra – bontott többdimenziós tér
- Definiált az egyes cellák közti szomszédsági viszony
- A cellák $t+1$ -ik időegységben vett állapota a modell szerint definiált szabályok szerint függ a saját és szomszédjaik t -ik időegységben vett állapotától
- A legfőbb különbség CA-k és ABM-ek között, hogy míg a sejtautomaták esetében az egyes cellák helyhez kötöttek, a többágensű rendszerek esetében azok változtathatják helyzetüket a térben

Bár nem szükségszerű a sejtautomatákat térben, vagy kétdimenziós térben értelmezni, a módszer legtöbb alkalmazása ezt a szemléltetést használja (Batty, et al., 1999). A módszerek terjedésében segített, hogy azok a GIS-ekhez hasonlóan szintén raster-alapúak voltak. Ezen felül előnyük, hogy sajátosságaikból adódóan szemléltetik a lokális változások globális hatásait, illetve, hogy az azonos méretű cellák függetlenek a közigazgatási határoktól, elvonatkoztatok torzító hatásaiktól. A tér raszteres ábrázolása ellenére, e modellek GIS eszközökkel való kapcsolódása azonban korlátozott. Hiába biztosít a legtöbb térinformatikai rendszer interface-eket külső programokkal való kapcsolódásra, a zárt forráskódú eszközök a legtöbb esetben nem biztosítják a modellek által megkövetelt kapcsolatokat. A modell oldaláról közelítve kérdést, hasonlóan lehetséges meglévő rendszerdinamikai elemzőprogramok funkcióinak kiterjesztése a területi elemzésre, azonban ezzel együtt, gyakran a legkézenfekvőbb megoldás egy GIS-funkció beépítése a modellprogramba (Batty, et al., 1999).

Iltanen munkájában (Iltanen, 2012) pár létező modellt alapul véve tipizálja a sejtautomatákat: a földhasználat változását modellezők, diffúzió alapú városnövekedést szimulálók, városterjeszkedést vizsgálók és végül a fuzzy logikán alapulók. Az egyes vizsgálatokban különbözőképpen értelmezhetjük a modell lehetőségeit és a cellák és állapotaik jelentéstartalmát – az első három kategória különbségei az eltérő földhasználat-típusok megjelenésében, a földhasználat-váltás lehetőségében, a földhasználat-típusok

terjedését kiváltó okokban és a földhasználatban keresendőek. A fuzzy logikán alapuló modellek alapja a fuzzy halmazelmélet, mely szerint egy halmaz és az elemek között nem csupán a beletartozás, vagy a nem beletartozás értelmezhető (rendre 1-el és 0-val jelölve), hanem azok átmenetei is (például 0,5-el jelölve, ha egy elem 'félig' része egy halmaznak.) Az ezen elgondolás alapján készített modellek jobban ábrázolják a valóságot, hiszen a legtöbb esetben az egyes földhasználati módok különböző szintjei figyelhetőek meg a területegységeken, illetve azok akár több szerepet is betöltenek egyszerre; gondoljunk például egy belvárosi és egy külvárosi kereskedelmi negyed közti különbségekre akár a beépítettség, az épületmagasság, a foglalkoztatott emberek száma, vagy a nyújtott szolgáltatások alapján.

Multi-ágens rendszerek a térbeli modellezésben

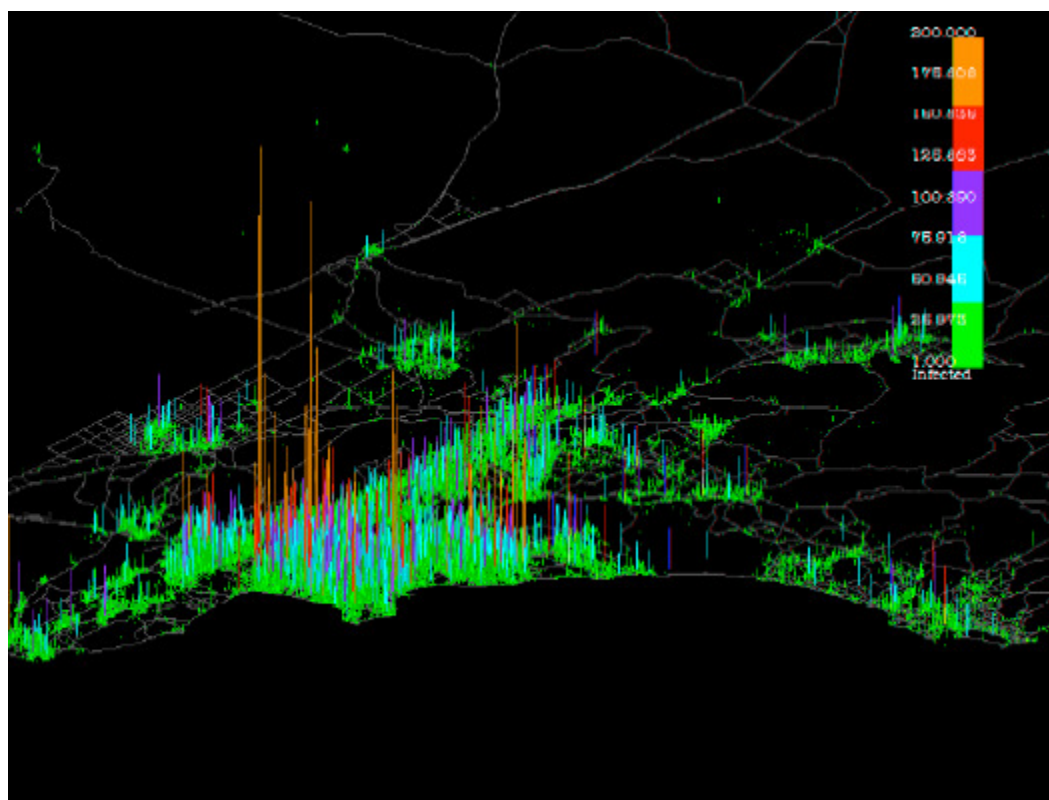
A térbeli modellezésre alkalmazott multi-ágens rendszerek, mint már láttuk elsősorban abban különböznek a sejtautomatáktól, hogy az alakzatok változtathatják helyzetüket az automata által definiált térben. Ezeket az egységeket ágensnek nevezzük, a modellezés során pedig egymás és a környezet közti kölcsönhatásokat figyeljük. Gyakran felhozott kritika, hogy e modellek alkalmazása ugyan jóval több munkát igényel a korábban tárgyaltaknál, azonban szükséges megjegyeznünk, hogy körültekintő használatukkal, a szükségesnél tovább nem bonyolítva a felépítésüket megfelelő eszközök város-és közlekedéstervezési döntések támogatására (O'Sullivan, et al., 2012).

A modell általánosságának köszönhetően, rendkívül széles a vizsgálható problémák köre:

- Mobil ágensek (mint például gyalogosok, vagy személygépkocsik) viselkedése, útvonalválasztása városi környezetben
- Telep-vagy lakóhely-választás és váltás modellezése, az egyes telephelyek által nyújtott lehetőségek és az egyéni preferenciák mentén
- Telep-vagy lakóhely-választás és váltás modellezése, figyelembe véve a különböző telephelyekről utazással elérhető erőforrásokat

- Agrárgazdasági földhasználat modellezése – e modellekben az ágens (a gazdálkodó) nem mobil, viszont vannak földbirtoklási preferenciái és döntéseivel hat a környezetre
- Városi ingatlanok birtoklásának, fejlesztésének a modellezése – hasonlóan az előző típushoz, a döntéshozó nem jelenik meg, mint ágens, a modell inkább egy eszköz ingatlan-portfólióval kapcsolatos döntések támogatásához

Látható, hogy az ABM-ek igen tág lehetőségeket biztosítanak, akár a mikroszimuláció terén akár különböző jellegű problémák terén is. Így például a TRANSIMS (TRANSIMS, 2011) közlekedés-mikromodellezésben, vagy az EpiSims (Virginia Bioinformatics Institute, 2008) járványmodellezésben.



3. ábra: Influenza-járvány terjedésének szimulálása Los Angelesben EPISIM segítségével
Forrás: Los Alamos National Laboratory (2006)

Ez utóbbi modell, felhasználva a város (vagy más vizsgált térbeli egység) szerkezetére, a lakosok mobilitására, a közlekedési hálózatra és a járvány jellegére vonatkozó részmodelleket képes szimulálni egy járvány terjedését és ajánlást tenni utazási korlátozások bevezetésére, a beoltandó társadalmi csoportok kijelölésére, vagy maszkok viselésének előírására.

Egy kísérlet (Rose, 2013) jól illusztrálja még az ABM-alapú modellezés felhasználhatóságát. A szerző egy ágens-alapú modelleket használó városszimulációs játékprogramban leképezte városát, Northendent. E 15000 fős település főútvonalán, főbb gyorsforgalmi utakhoz és Manchesterhez való közelsége miatt, a reggeli és délutáni órákban nagyobb torlódások alakulnak ki. Rose két scenáriót vizsgált meg: az elsőben csupán a kisvárost szimulálta, a másodikban pedig már az autópályákat és Manchester külvárosi részét is a modellbe építette. A kísérlet eredményeképp megfigyelte, hogy a szimulált városban ugyanazokon az útvonalakon alakulnak ki a torlódások, mint a valóságban, illetve, hogy Manchester elszívja a vásárlóerőt a kisvárostól, így a helyi kiskereskedelem is hanyatlásnak indult, szintén a valóságnak megfelelő módon.

Láthatjuk, hogy a bonyolultsággal kapcsolatos kritikák, kellő körültekintéssel felépített modellek esetében alaptalanok – ABM-ekkel jól építhetőek a döntéshozókat érdeemben támogató eszközök.

Korlátként azonban figyelembe kell venni, hogy (hasonlóan a korábban tárgyalt modellekhez) zárt rendszerekkel képezik le a valóságot, így a vizsgált egységet elzárjuk a külső környezet hatásaitól – például egy várost a nemzeti szintű gazdasági változásoktól, a külső környezeti hatásoktól, vagy bármely más top-down intézkedéstől (Torrens, 2003).

Hiába jelentek meg azonban az új eszközök, mind a megjelenítés és a modellezés terén – az alkalmazott módszertanok legtöbbször a négylépcsős modellt vették alapul; és a kutatások központi kérdése is az maradt, hogy hol érdemes bővíteni a pályakapacitást (Kane & Behrens, 2002).

1.4 Szabályozásoldali változások az 1990-es években, a Transport Demand Management

Az apadó útépitési keretek, valamint a kérdéskör hibás megközelítésének következményei, mint a városi légszennyezettség, és a lakosság elégedetlensége, az 1990-es évekre a döntéshozók igényeire is hatással voltak:

A szakma egyrészt felismerte, hogy a közlekedési igényeknek és a környezetvédelem elvárásainak együttesen nem lehet megfelelni. A forgalmi torlódások kezelésére nem jelent egyértelmű megoldást a sávok szélesítése – az utak kapacitásának bővítése a legtöbb esetben tovább növeli a rajtuk áthaladó forgalmat (Kane & Behrens, 2002).

Másrészt a szabályozásban megjelentek olyan eszközök, mint a dugódíj, vagy a telekocsi sávok. Ezek környezeti hatásainak vizsgálatát pedig a mikroszimulációs eszközök tették lehetővé.

Harmadrészt a négylépcsős megközelítés nem adott választ a megfelelő helyi szabályozás kialakításához szükséges kérdésekre, így a közösségi közlekedés fejlesztése kapcsán feltehető kérdésekre sem. A modell az utazó emberek számával és sebességével ugyan számolt, de a várakozási időkkal, sorbaállással, kényelemmel, átszállási lehetőségekkel már nem (Kane & Behrens, 2002).

A fogyasztói igények tehát kielégíthetetlennek bizonyultak – újabb utak építése tovább növelte az úthasználatok számát, növelte a forgalmi torlódások méretét. A dugódíjak és telekocsi sávok¹ megjelenése is jól illusztrálja: kutatások célja elmozdult az igények előrejelzésétől, azok befolyásolása felé. Felismerésre került tehát, hogy piaci a egyensúly a kínálat oldalán csak indokolatlan környezeti és társadalmi károk árán érhető el; így a megoldást az utazásokra vonatkozó kereslet megváltoztatása által érhetjük el.

¹ olyan sávok, melyeket csak egy meghatározott kihasználtságot elérő járművek használhatnak.

A Transport Demand Management (TDM) célja az utazási magatartás befolyásolása alternatív közlekedési módok használata és a közúti torlódások elkerülése érdekében (Meyer, 1999). Ez három kategórián keresztül értelmezhető:

- Olyan közlekedési alternatívák biztosítása, melyek növelik a közlekedési eszközök kihasználtságát;
- A közlekedés csökkentésére, és a csúcsidőszak elkerülésére való ösztönzés;
- Az utazás céljának teljesítése utazás nélkül (például távmunka népszerűsítése).

A fenti bontáson túlmenően a TDM-intézkedések kategorizálható a következő dimenziók mentén is:

- A stratégia térbeli kiterjedtsége, hatása;
- A megcélzott utazóközönség utazási célja;
- A stratégia időtartama.

Az általánosan elvárt hasznokat pedig jól összegzi a következő táblázat:

Definíció
Jobb közlekedési lehetőségek biztosítása a motorral, kerékpárral, busszal vagy gyalog közlekedőknek
Alacsonyabb közútépítési, karbantartási és üzemeltetési költségek
Parkolóhelyekkel kapcsolatos problémák és költségek csökkenése
Olcsóbb közlekedés biztosítása
Több mobilitási lehetőség, elsősorban a közösségi közlekedés használóinak
Egy főre jutó közlekedési balesetek csökkenése
Egy főre jutó energiafogyasztás csökkenése
Egy főre jutó emissziók csökkenése
Egy főre jutó földhasználat csökkenése, hozzáférhetőbb városok
Mozgás és egyéb, közvetett egészségi hasznok növekedése

1. táblázat: a TDM piaci és társadalmi hasznai
Forrás: Broaddus, et al., (2009), 1. oldal

Mint más, a fogyasztói magatartás megváltoztatását célzó intézkedések esetében is, a különböző TDM eszközök bevezetése is komoly kihívás. Egyaránt fontos az eszköz környezeti, területhasználati és társadalmi hatásainak vizsgálata, az utazási korlátozások szükségességének illetve az internalizálatlan externáliák megfelelő kommunikációja, végül a megfelelő, kényelmes alternatívák biztosítása (legyen szó minőségi közösségi közlekedésről, P+R parkolókról, bicikli-és sétálóutakról vagy a távmunka népszerűsítéséről). Különösen a korlátozó, vagy tiltó jellegű intézkedések esetében fontosak az ilyen intézkedések, mint a parkolóhelyek csökkentése vagy a gépkocsiforgalom városközpontból való kitiltása

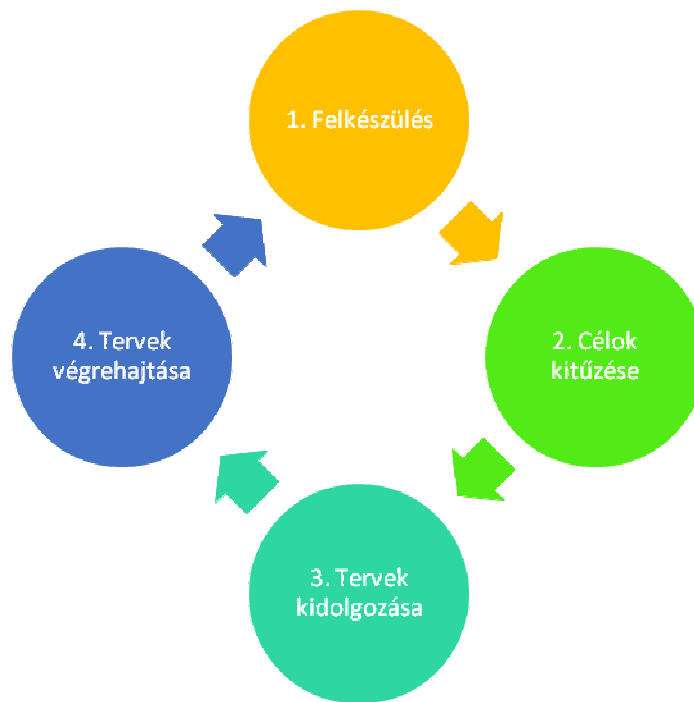
Látható, hogy a transport demand management jellegű szabályozás megköveteli a korábbi évtizedek eszközeit: modellezést és szimulációt a környezeti hatásvizsgálathoz, térinformatikai rendszereket az ábrázoláshoz és a döntéshozatal támogatásához elsősorban pedig egy teljes szemléletváltást a XX. század közepén elterjedt modellekhez képest.

Az igények és az utazási szokások megváltoztatásához szükséges az azokat kiváltó 'okokat' is vizsgálni. Ehhez nem volt elég a korábbi, kizárólag kvantitatív alapú megközelítés; az utazók kényelmi, biztonsági elvárásai figyelembevételéhez a mennyiségi és minőségi ismérveket ötvöző modellekre van szükség (Kane & Behrens, 2002).

Ezen felül az időben változó közlekedés – földhasználat kölcsönhatásokat is vizsgálni kell. A város szerkezete erre hatást gyakorol: a Seattle-i önkormányzat egy tanulmánya szerint (City of Seattle, 2008) városokban fordított kapcsolat van a lakossűrűség és az utazott mérföldek között; egy sűrűn lakott, többfunkciós környezetben a lakók inkább tömegközlekedéssel, kerékpárral vagy gyalog közlekednek. Az önkormányzat célja így a lakások számának növelése azokban a kerületekben, ahol a munkahelyek növekedésével számolnak. A ritkábban lakott területeken természetesen másképp értelmezendő a stratégia: a cél, hogy ezek a környékeken hozzáférhetőek legyenek a kereskedelmi és egyéb szolgáltatások illetve, hogy a közösségi közlekedés hatékonyan kapcsolja össze őket a várossal.

Számos TDM eszköz tehát túlmutat a közlekedés vizsgálatán, egyaránt tartalmazzák a várostervezés többi elemét is. A hatékony kutatói munkához elengedhetetlenné vált az korábban bemutatott GIS eszközök használata.

A modern projektmenedzsment-gyakorlatnak megfelelően a város-és közlekedéstervezési feladatokat egy, a meghatározott célok felé tartó folyamatként képzelhetjük el. E folyamat ciklikus, hiszen a társadalom és az igények átalakulásával új kihívásokkal szembesülünk, míg, a mérés és a megoldások terén is megjelenő új technológiák megjelenésével pedig hatékonyabb megoldásokhoz férünk hozzá. Ezt a ciklikusságot, a közlekedési és várostervezési feladatok integrált megközelítését jól mutatja a következő ábra.



*4. ábra: A fenntartható városi mobilitás tervezésének kerete
Forrás: Saját szerkesztés (Rupprecht Consult, 2011) alapján*

A projektciklus egyes szakaszai különböző teendőket határoznak meg (Rupprecht Consult, 2011):

1. szakasz:

- Helyzetértékelés, erőforrások meghatározása;
- Időtávok meghatározása;
- Szabályozás összehangolásának vizsgálata;
- Szerepkörök meghatározása;
- Szenáriók definiálása.

2. szakasz:

- Mobilitás víziójának tervezése;
- Kommunikáció;
- Leghatékonyabb TDM eszközök kiválasztása;
- Benchmarking;
- Szinergiák feltérképezése, intézkedéscsomagok létrehozása.

3. szakasz:

- Felelősségi körök meghatározása;
- Projektértékelés, mérési pontok kidolgozása;
- Erőforrások hozzárendelése;
- Pénzügyi tervezés.

4. szakasz:

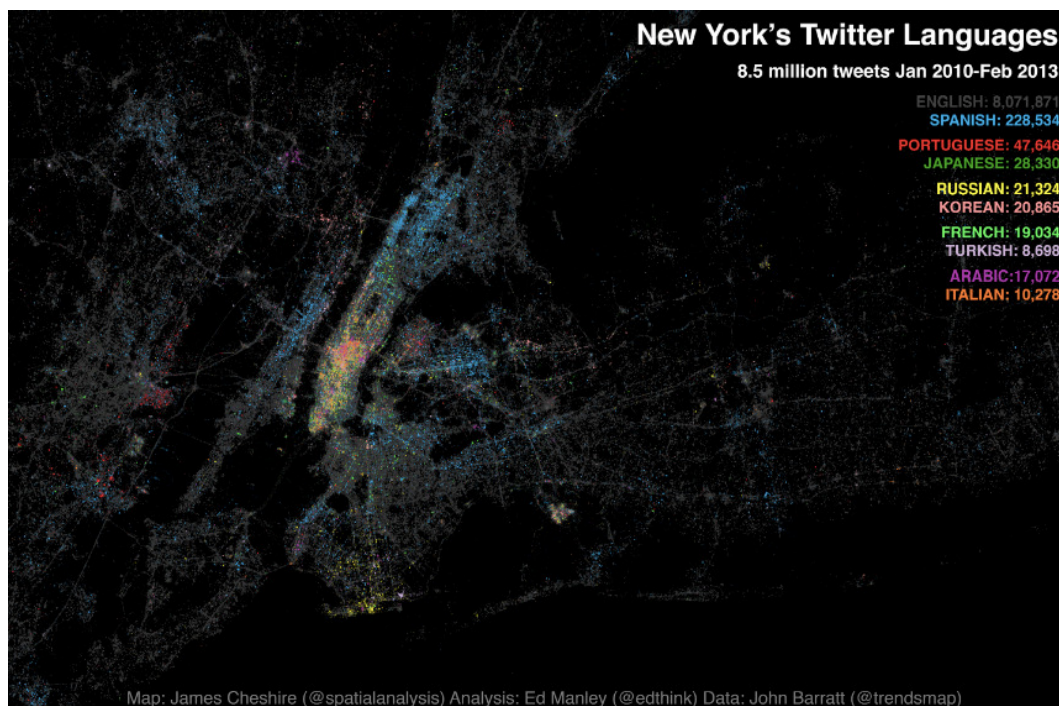
- A megvalósított részprojektek és célok folyamatos összehasonlítása;
- Városi lakosság bevonása;
- Az új iteráció céljainak meghatározása;
- Az eredmények értékelése;

Az értékelést követően, pedig már rendelkezésre állnak a szükséges adatok a következő projektciklus céljainak meghatározásához.

A közlekedésszervezésben ugyan a mai napig a TDM az irányadó paradigma, de a mobiltechnológiák elterjedése által biztosított adatmennyiségnek köszönhetően új lehetőségek nyíltak a korábbi költséges adatgyűjtési módszerek leváltására és ezáltal a hatásvizsgálatok pontosítására, új szabályozásoldali eszközök bevezetésére. A fejezet utolsó részében ezek a technológiák és alkalmazásaik kerülnek bemutatásra.

1.5 Intelligent Transportation Systems

A közlekedéstervezésben megjelenő legújabb módszerekre – főleg a mikroszimulációs modellekre ugyan igaz, hogy új megközelítéseket tettek lehetővé, azonban láthattuk, hogy példaképp egy ágens-alapú megközelítés esetében részletes információkra van szükségünk az ágensek definiálásához. A viselkedések definiálásához szükséges adatok összegyűjtése azonban hagyományosan csak kérdőívek segítségével volt lehetséges. E módszer előnye ugyan, hogy a kérdőíves felmérés során kvalitatív adatgyűjtésre is sor kerül, azonban manuális feladat révén sokkal költségesebb egy automatizált módszernél. A mobiltelefonok, vagy más, hálózathoz kapcsolt eszközök terjedésének köszönhetően azonban lehetőség nyílt a kvalitatív adatok automatizált gyűjtéséhez. Tárgyan értelmezve, e módszerek a hálózathoz (internethez, GPS-hez, vagy mobil adatternyhoz) kapcsolt felhasználók helyzetét és elmozdulását vizsgálják. Szűkebben értelmezve, a módszerek a felhasználó térbeli helyzetének leírásán túlmenően lehetőséget adnak a valamilyen szintű jellemzéséhez is: legyen az kor, nem, vagy akár az általa beszélt nyelvek – kihasználva az adatot szolgáltató eszköz (készülék vagy software) által nyújtott lehetőségeket. A lehetőségek tág spektrumát jól illusztrálja az University College London kutatóinak tanulmánya (Barratt, et al., 2013), melyben a New Yorkiak által használt nyelvek térbeli helyzetét vizsgálták meg. A kutatáshoz 8,5 millió, GPS-el koordinátákhoz kötött, 3 év alatt összegyűjtött Twitter üzenetet vettek alapul. Az egyes üzenetek nyelvét pedig a Google Translate programjával azonosították. Ezek segítségével már lehetségessé válik a különböző nyelvű üzenetek térképen való jelölése.



6. ábra New York Twitter-üzeneteinek nyelvei
Forrás: Barratt, et al., (2013)

A térkép jól mutatja a városban kialakult nyelvi klasztereket, illetve azonosítható, hogy a város mely kerületeiben beszélnek jellemzően több nyelvet. Végül, kihasználva, hogy a térkép 3 év adatait tartalmazza, készíthető olyan elemzés, mely rámutat, hogy a technológia terjedése hogyan változott a különböző nyelvű, vagy a város különböző területein lakó közösségekben.

A fenti példa ugyan elsősorban egy piackutatásban való alkalmazását mutatja az infokommunikációs és GIS technológiák kapcsolatának, de hasonló alkalmazás elképzelhető a közlekedés tervezése során is, például GPS-el ellátott taxik útvonalainak követésével (Manley, 2012). A szerző munkájában megvizsgálta, mely útvonalakon közlekedik a legtöbb taxi, rámutatva ezzel is az elterjedt mobileszközök által rendelkezésre bocsájtott adatok fontosságára, akár egy közlekedési társaság taxi-elhelyezéssel kapcsolatos döntéseinek támogatásában.

Hazai példa GPS vagy mobil adattornyok adatainak használatára a SmartCity mobilalkalmazás (Ponte.hu Kft., 2011). A mobiltelefonra telepíthető program a BKV

menetrendjeinek és a felhasználó pontos helyzetének ismeretében ad tanácsot a legrövidebb, célpontba vezető út kiválasztásában. Ezen felül utastájékoztatási funkciót is tartalmaz – a felhasználók az egyes viszonylatokhoz hozzászólásokat is írhatnak, ezzel jelezve a többi utasnak, ha az adott útvonalon torlódás, baleset, vagy bármilyen egyéb akadály nehezíti a közlekedést. Az alkalmazás azonban több egy egyszerű útvonaltervezőnél – összegyűjtve a felhasználók időpontra, utazásra, használt közlekedési módra vonatkozó adatait, a fejlesztők statisztikákat készíthetnek az egyes vonalak kihasználtságáról, vagy egy modell mentén akár az infrastruktúra változásának a hatásai is szimulálhatóak – például az 1-es villamosvonal budai meghosszabításának hatása a hálózat kihasználtságára (Sallai, 2011).

Látva e technológiák, modellek adta lehetőségeket, érdekes lehet megvizsgálni, azok együttes átfogó alkalmazása milyen módon segít egy fenntartható közlekedés vagy város szervezésében. Szingapúr megfelel ennek a célnak: a növekvő lakossága, magas szintű beépítettsége valamint egekbe szökő ingatlanárainak hatására nagy kihívást jelent mind a város-és a közlekedéstervezés.

A városállam már múlt század közepén felismerte, hogy természeti kincsek hiányában gazdasága jövőjét elsősorban a terciér szektor nyújthatja. Ez megkövetelte a legújabb technológiák folyamatos felkarolását, már az általános iskolai oktatás szintjén is. Így nem csak az igény folyamatos jobb közlekedéstervezési eszközök használatára – a korszerű technológiák és azok használatában jártas szakemberek is felkészülve várják a kihívásokat (Mahizhan, 1999). Jó példa erre, hogy a város a világon elsőként, 1998-ban vezetett be elektronikus dugódíjat a legforgalmasabb területein (Menon, 2000).

A Nanyang Műszaki Egyetem egy futó kutatása (Nanyang Technological University, 2013) a várost napjainkban érintő közlekedési feladataira keres megoldást: energiafelhasználás, elektromos autók feltöltése, feltöltési pontok elhelyezése, energiatárolás, útvonaloptimalizálás, közös használatban lévő személygépjárművek illetve az ezekre épülő üzleti modellek.

A kutatás víziója az elektromos gépjárműhasználat elterjesztése a személy-és áruszállításban. A korábban bemutatott ágens-alapú modellezéssel vizsgálják a dugódíjak

hatását, a töltőállomások, vezeték nélküli töltősávok vagy akkumulátor-cserélő pontok optimális elhelyezését, a forgalomirányítási rendszerek legjobb beállítását valamint az egyes forgatókönyvek hatásait a környezetterhelésre.

Üzleti modellek terén kiemelt fontosságú a taxiszolgáltatások vizsgálata, mivel elektromos járművek használata esetén, a hagyományos üzemeltetés nem gazdaságos. A megoldást egy GPS-alapú útvonaltervezés és szolgáltatásmegrendelés adhatja. E modellben a sofőr valós idejű utasításokat, előrejelzéseket kap egy központtól, melyek segítenek neki a célpont felé vezető legrövidebb út kiválasztásában. Mivel minden jármű GPS-el van ellátva, lehetségessé válik, hogy az út során a taxi egy második utast is felvegyen, ezzel csökkentve az utasok kiadásait és a társaság működési költségeit. A megközelítés kiegészíthető a vezető nélküli járművekkel – ezzel is növelve az elektromos taxi gazdasági megtérülésének lehetőségeit.

Látható, hogy Szingapúr „okos város” koncepciója erősen interdiszciplináris jellegű. Csak a közlekedést vizsgálva is, láthattuk, hogy milyen kihívásokat jelentenek azok a területtel foglalkozó szakemberekre: közlekedés-és energetikai mérnökökre, közgazdászokra, modellezőkre. Szintén láttuk, hogy a városnak nem csak lehetősége van a legjobb technológiák használatára – szüksége is van rájuk természetföldrajzi adottságai okán.

Egy város közlekedésfejlesztése során alkalmazható eszközök tehát számos tényezőtől függenek;

- a város mérete,
- lakossága,
- a technológiák penetrációjának köszönhetően hozzáférhető adatok,
- az adatok felhasználhatóságának jogi szabályozása

együttesen meghatározzák a technológiák használatának méretgazdaságosságát, hiszen kisebb településméretetek esetén nem gazdaságosak ezek a vizsgálatok fix költségeik miatt, sőt, ilyen esetekben a problémák is kezelhetőek egyedi alapon.

Ezen túlmenően, maradva a közösségi közlekedés modal split növelési célnál, nem feltétlenül egy ilyen kutatás vezet elsősorban eredményhez – a siker függ a szolgáltatások minőségétől, az utasok mobilitási szokásaitól is. Ezek megváltoztatása pedig bizonyos helyzetekben akár magasabb prioritást is élvezhetnek, mint az utazási minták korszerű eszközökkel való mérése – hiába járnak a járatok optimális útvonalakon, ha a járművek állapota rossz, kényelmetlen a velük való utazás vagy egyszerűen a polgárok megszokták a személygépkocsival való közlekedést és így bármilyen alternatívát idegennek éreznek.

A sikerhez vezető út így elsősorban a lakosság bevonásával lehetséges, különös tekintettel azokra, akik nem közösségi közlekedés révén utaznak (Beirão et. al, 2007). Véleményük alkalmazása nem csak a szolgáltatások javításához szükséges. Visszaemlékezve a TDM más elemeire – mint a telekocsisávok, dugódíjak, vagy akár a közösségi közlekedés díja – szükséges ismerni a fogyasztói preferenciákat ahhoz, hogy az adókat és termékeket céljainknak megfelelően árazzuk.

A dolgozat következő fejezete néhány olyan megközelítést mutat be, melyekkel a fogyasztói szokások kvalitatív összetevőit ismerhetjük meg. Olyan közlekedéstervezési módszereket, melyek révén a városi közösség jobban bevonható.

E módszerek a legtöbb esetben még nem teljesen kiforrott, legtöbbjük csak pár éves múlttal bír. Létük azonban rámutat a bottom-up jellegű tervezés iránti igény szükségességére.

2. Infokommunikációs technológiák a közösség-alapú közlekedéstervezés szolgálatában

Egy várossal kapcsolatos fejlesztések kapcsán kihívást jelentenek a bottom-up érdekek érvényesítése. A lakosoknak jellemzően nincs idejük, lehetőségük, hogy önkormányzati fórumokon, fogadóórákon fejezzék ki igényeiket.

Egy közösség bevonásával megvalósuló várostervezést célul kitűző kezdeményezés megalkotói (Auvinen et al., 2012) szerint a visszajelzés ezen, hagyományos csatornái maguk után vonják, hogy a lakosok jellemzően csak negatív – NIMBY (Not in my Backyard) – vélemények közlésére használják őket. Ezen felül a túlzott szabályozás is problémát jelent: költséges és jellegénél fogva alkalmatlan visszacsatolások, igények jelzésére, hatékony előzetes felmérésére, melyeket összefoglalóan YIMBY (Yes in my Backyard) véleményeknek nevezünk.

A YIMBY visszajelzések összegyűjtése szükséges a korábban ismertetett TDM alapú közlekedés szervezéséhez, hiszen a cél elsősorban az autóval közlekedő személyek motiválása a közösségi közlekedés igénybevételére. Szükséges ehhez ismerni szokásaikat, preferenciáikat, hiszen közlekedési igényeikre, csak ezek ismeretében lehet hatni.

Egy YIMBY vélemények feltárásában nagy szerep juthat az infokommunikációs technológiáknak (ICT – Information and Communication Technology). Ezek a gyakorlatban számos célt szolgálnak, hasznot hordoznak; ezek összefoglalása előtt tekintsünk át pár közösségi döntéshozatalt támogató kezdeményezést.

Az ICT eszközök közösségi döntéshozataltban való felhasználását illusztrálhatják az olyan kezdeményezések, mint a Community PlanIt (Co.EXIST, 2013; Community PlanIt, 2013). A program egy weboldalon alapul, amin a város vezetősége több lehetséges fejlesztési tervet mutat be. A város polgárai az oldalon pontokat (virtuális pénzt) gyűjthetnek különböző tevékenységekkel, mint az általuk szívesen látogatott városrészek megjelölésével, rövid, a várossal kapcsolatos kérdések megválaszolásával vagy fejletési javaslatok megfogalmazásával. Az így gyűjtött pontokat pedig elkölthetik a városvezetés által bemutatott projekteken, amelyek ezáltal rangsorolhatóak népszerűségük alapján.

Egy hasonló üzleti modellt, a crowdsourcingot (közösségi finanszírozást) vizsgálva is láthatjuk, hogy egyre több városfejlesztést megcélzó projekt jelenik meg (Neubauer, 2012). A közösségi városfejlesztés lényege, hogy a városlakók, vagy vállalatok támogatják a város által kiírt projekteket (melyeket sok esetben ők maguk javasoltak), a támogatásra szánt összeg pedig csak akkor kerül levonásra, ha az eléri a szükséges szintet (Citizinvestor Inc, 2012). Számos projekt esetében pedig, a projekteket támogató vállalkozások adókedvezményt is kapnak. Egy gyűjtés során több támogatási szint kerülhet meghatározásra, így a „befektetők” a hozzájárulásuk és a projekt sajátosságainak függvényében kaphatnak „jutalmakat”: a projekt logóját feltüntető matricát, pólót, sapkát vagy akár a közösségi közlekedés fejlesztését megcélzó projektek esetében egy üzenet elhelyezését a kezdeményezés által bevezetni kívánt közlekedési jármű karosszériáján (The City of Kansas City, 2012).

Az üzleti modellt még csak kevés városban próbálták ki infrastruktúrafejlesztési projektekre. A legkiemelkedőbb ezek közül a new yorki és a kansas városi kezdeményezések: előbbiben a legambiciózusabb példa egy bemutatóterem építése földalatti barnamezős területek fényvezető-csövek segítségével tervezett parkosításával (delanceyunderground.org, 2012). Kansas város esetében a cél a villamoshálózat kiépítése volt (The City of Kansas City, 2012) a központi költségvetés által biztosított lehetőségektől, hitelektől függetlenül. A gyűjtés során a szükséges összegnek ugyan csak kis hányadát sikerült összegyűjteni (mindössze 3.775\$ a szükséges 10.000.000\$-ból), de más kezdeményezések tapasztalatait felhasználva, a város a projekt újraindításán dolgozik (neighbor.ly, 2013). Figyelembe véve más, közösség által finanszírozott projektek által igényelt kereteket, valószínűsíthető, hogy a modell közszolgáltatásokban való alkalmazása még nem elég érett ahhoz, hogy nagyobb projektekhez szükséges tőkét is tudjon vonzani.

E kezdeményezések haszna többszörös. A közösségi finanszírozás nem csak azt teszi lehetővé, hogy olyan projektek kerüljenek megvalósításra, amelyek alacsonyabb prioritásúak egy önkormányzat számára, hanem lehetővé teszi, hogy a városlakók folyamatos visszacsatolást nyújtsanak a projektek megvalósításának részleteiről, illetve javasolhatnak új projekteket is. Talán ennél is fontosabb, hogy közösséget épít a projekt támogatói között – azzal, hogy a város egy polgára nem redistribúción keresztül, hanem

közvetlenül járulnak hozzá egy projekt megvalósításához, így jobban kötődhetnek hozzá, sajátjuknak érezhetik, jobban vigyáznak rá. Ez a közösségépítő funkció pedig kiemelt fontosságú a nagyvárosi környezetben, ahol a döntéshozókkal való személyes kapcsolatok, illetve lakóhelyek szerinti kialakuló erős közösségek híján az érdekek csak korlátozottan vagy költségesen mérhetőek fel.

A közösségi közlekedés oldaláról elsősorban a közösségépítő hatásait kell kiemelni a bemutatott kezdeményezéseknek. A korábban bemutatott TDM keretrendszer (Rupprecht Consult, 2011) bemutatásánál láttuk, hogy a lakossággal való kommunikáció is fontos szerepet kap az utazási magatartás befolyásolása során.

A közösségépítés szükségességére példa az utastájékoztató táblák bevezetése a fővárosban. A BKK Budapest forgalmasabb megállóiban homogén formatervű táblákat helyezett el, melyek a Várban például egyáltalán nem illeszkednek a környezetbe.



6. ábra: Utastájékoztató táblák tartóoszlopai a Budai Várban
Forrás: VEE/Index Fórum (2013)

Látható tehát, hogy a legjobb modellek használata még nem biztosítja, a közösségi közlekedés „társadalmilag optimális” legyen, a közösségi érdekek érvényesítésére is szükség van.

3. A győri IBM Insights in Motion kutatás és értékelése

Az IBM Insights in Motion kutatásokban többféle forrásból (kommunikációs hálózatok, jegykezelő rendszerek, népszámlálási összeírások, közlekedési rendszer valamint GIS) származó adatokból egy modellt készít az adott városra. A modellek pedig egyaránt felhasználhatóak tömegrendezvények, közlekedéstervezés, telephelyválasztás vagy marketing céljából (Hamm, 2013); adatok, modellek ilyen használatára már láthattunk is példát a második fejezetben.

Az IBM technológiájának a közösségi közlekedés fejlesztésében való felhasználását két, jellegükben eltérő várossal demonstrálja. Tekintsük át (Hamm, 2013) ezeket Győr és közlekedésének bemutatása előtt.

Az iowai Dubuque egy vidéki, kevesebb mint 60.000 főt számláló település. A közösségi közlekedést egy busztársaság szolgálja ki négy járatával. A kutatáshoz mobiltelefonok cella-elhelyezkedésének anonim adatait használták fel, kiegészítve 1.000 adatai felhasználásához önként hozzájáruló GPS-el ellátott okostelefonnal rendelkező felhasználó adataival. A különbségtétel fontos, mivel míg a GPS-el ellátott okostelefonok elküldhetik a pontos helykoordinátáikat az adatgyűjtő félnek, addig hagyományos készülékek esetében a mobiltelefon-szolgáltató csak azt a cellát ismeri, amelyikben a felhasználó tartózkodik. A cellán belüli tartózkodást csak abban az esetben tudja leszűkíteni, ha a rendszer számára a felhasználó több cellán keresztül is elérhető (pozíciójából adódóan) és ha a rendszer a cellák közt váltva kommunikál vele (a rendszer terhelésének függvényében).

Isztanbul közlekedésének vizsgálata nagyobb módosításokat követelt meg a felhasznált modellekben. A közel 14 millió lakosú városban, nem csak a lakosság, hanem a közlekedési módokat vizsgálva is nagy különbségek vannak: a buszokon kívül villamosok, hajók, metrók és siklók szállítják nap mint nap az utasokat. Még összetettebbé tette a feladatot, hogy nem álltak rendelkezésre pontosabb, okostelefonokból szerzett adatok. A kihívások ellenére a kutatás eredményesen járult hozzá a metróhálózathoz csatlakozó buszvonalak optimális tervezéséhez.

Az isztambuli, illetve a győri kutatás kapcsán is fontos megjegyezni, hogy az adatokat egy megállapodás keretein belül kizárólag a Vodafone helyi leányvállalata, míg Dubuque esetében pedig több mobiltársaság szolgáltatta.

3.1 Győr és közlekedése

Győr, több mint 131.000 lakossal Magyarország ötödik legnagyobb települése (Központi Statisztikai Hivatal, 2011), Győr-Moson-Sopron megye székhelye. Az agglomerációs térségből a jobb közlekedési lehetőségekkel bíró településeket is figyelembe véve (47 települést) 200.000 fős vizsgálati térséget kapunk (Könczey et al., 2005), mint közlekedés szempontjából vizsgálandó régiót.

3.1.1 A közösségi közlekedés részaránya a Győrben és agglomerációjában

A megyében, így Győrött is, a Kisalföld Volán Zrt. látja el a helyi és helyközi közlekedéssel kapcsolatos feladatokat. A helyi közösségi közlekedés egyetlen módja a busz.

Egy korábbi kutatás szerint (Könczey et al., 2005), a vizsgált térségből Győrbe ingázók modal split-jében a személygépkocsi közlekedés aránya a 30%-ot is meghaladja. A vasút egy lehetséges alternatívát nyújt a helyközi közlekedésben, hiszen a térséget négy vasútvonal keresztezi, illetve a Győrön kívüli lakosság 51%-a is olyan településen lakik, melyen áthalad vasútvonal. A vasút ennek ellenére mégsem népszerű – megoszlása 5,5%-os – , mivel ezen állomások jellemzően távol vannak az agglomerációs településektől (Könczey et al., 2005). Népszerűbb a menetrendszerű buszközlekedés az agglomerációban élők között. Ennek oka, hogy a vasútnál jobban behálózza a településeket, sűrűbb menetrenddel közlekedik, illetve sok járat esetében akár – helyi járatra való – átszállás nélkül is elérhetővé teszi Győr ipari területeit. Az ipari üzemek foglalkoztatásának szintje pedig kihívás elé állítja a közlekedésszervezést: a munkanapokon utazó, átlagosan 39.092

főből 18.143 érzel zsúfoltságot legalább egy megállón utazása során (Könczey et al., 2005). A kihívás mértékét jól jellemzi az ipari parkban működő vállalatok foglalkoztatási adatai: az Audi gyárban például már több mint 8000-en dolgoznak (AUDI AG, 2012), a Rába telephelyén pedig több mint 1000-en (Rába Járműipari Holding Nyrt, 2012a; 2012b; 2012c). A tapasztalt zsúfoltsággal párhuzamosan azonban a járatok 20,4%-a kihasználatlanul közlekedik.

A zsúfoltság és kihasználatlanság – vagy másképp fogalmazva, a kereslet túl-vagy alulbecslése pedig problémát jelent jólét szempontjából több szinten is.

Sok esetben azonban hiába ismerjük nagy pontossággal a keresletet – rendelkezésre álló eszközeinkkel nem tudjuk azokat maradéktalanul kiszolgálni. Ilyen eset például egy ipari övezet közlekedéshálózatba való bekapcsolása. Hiába helyezünk buszmegállókat a gyárak közelébe, a meglévő infrastruktúra nem képes egy ekkora volumenű fogyasztó igényt kiszolgálni.

Hagyományosan ez persze nem okoz gondot – sőt, a növekvő határkölségek elve alapján el is várjuk, hogy egy rendszer ne tudjon bármekkora igényeket kiszolgálni – hiszen az ipari területre igyekvő dolgozók választhatnak más eszközt a munkahelyükre való eljutáshoz. Problémát okozhat azonban, hogy alternatívaként elsősorban a személyautó kerül szóba, aminek társadalmi költségei (levegőszennyezés, balesetek, torlódások az utakon, magasabb igény parkolóhelyekre) sokkal magasabbak, mint a közösségi közlekedésnek.

Érdemes lehet ezért megvizsgálni az AUDI szerződéses buszjáratait részletesebben, azonban megkeresésemre sajnos nem kaptam válasz a vállalattól.

Láthatjuk, hogy pusztán a Közszolgáltatás Szerződésben meghatározott ár, vagy szolgáltatási szint módosításával nem kaphatunk minden keresletoldali problémára megoldást. Láttuk azonban a kihasználatlanságot jelző mutatóból is, hogy a nagy ipari üzemekhez kapcsolódó sajátos problémákon kívül, hogy a kereslet pontatlanul van felmérve. Ennek piaci és társadalmi hasznait e fejezet végén kerülnek bemutatásra.

Összefoglalásként tekintünk át az ingázókra vonatkozó adatokat, melyeket az alábbi táblázat mutat:

	Menetrendszerű busz	Vonat	Szerződéses busz	Személygépkocsi	Összesen
Beutazók az agglomeráció- ból	19.427	1.756	712	9.961	31.856
Megoszlás %- ban	61	5,5	2,2	31,3	100

*2. táblázat: Győrbe ingázók modal split-je.
Forrás: Könczey et al., (2005), 2. oldal*

A városon belüli közlekedésben ennél alacsonyabb a közösségi közlekedés részesedése, modal splitje 30%-os, az utazások zöme személygépkocsival történik (European Platform of Mobility Management, 2001; Winkler, 2013).

3.1.2 A Közösségi közlekedés jelenlegi szintjének bemutatása

Egy államilag szabályozott monopólium, így a Kisalföld Volán Zrt. esetében is a nyújtott szolgáltatás szintje és ára egy közszolgáltatási szerződésben kerül meghatározásra az állam által. Ez utóbbi bemutatása indokolt, hiszen általa azonosíthatjuk a szolgáltatás érintettjeit és szerepüket egy társadalmilag optimális közlekedés szervezésében – hiszen az optimumot megcélzandó szolgáltatás és árazás az ő felelősségük.

A kereslet meghatározásához az Győri Önkormányzat részletesen vizsgálta a közösségi közlekedést használók utazási szokásait, igényeit, észrevételeit. Ez néhány évente történik meg megállóhelyeken és járműveken való utaskikérdezéssel, majd az így nyert adatok részletes elemzésével. Legutóbb 2012 őszén készített ilyen elemzést az Önkormányzat (mint a szolgáltatás megrendelője) részére a győri Széchenyi István Egyetem. A tanulmány eredményeinek feldolgozása érdekes lett volna a dolgozatomból, azonban sajnálatosan az Önkormányzattal többszöri megkeresésem ellenére nem tudtam ez ügyben tárgyalni.

Az ilyen kutatásból nyert információk kiegészítésre kerülnek az utasok egyéb észrevételeivel, a vállalkozások megkereséseivel és a gépkocsivezetők zsúfoltságra, menetidőre vonatkozó visszajelzéseivel.

Az így nyert információkkal már meghatározható a közösségi közlekedés iránti kereslet – azonban fontos különbséget tenni e kereslet és az általánosan vett, mobilitás iránti kereslet között. Ez utóbbi megismerése a társadalmilag optimális szintű szolgáltatás biztosításához szükséges; a közösségi közlekedés javára való befolyásolása pedig a TDM fő célja.

Bár az Önkormányzat tulajdonában lévő anyagot nem sikerült felhasználnom, a Kisalföld Volán Zrt. menetrendi előadója, Winkler Ágoston azonban számos, a közösségi közlekedés iránti kereslet alakulásával kapcsolatos meglátását osztotta meg (Winkler, 2013):

- A 2000-2010-es időszakban erőteljesen csökkent a helyi járatok utasainak száma, 2010-től azonban megfordult a trend;
- Az idei év első két hónapjában a bérleteladások is jóval magasabbak a 2012-esekhez képest, 5-10%-al.

Meglátása szerint a pozitív változások elsősorban a következő, közelmúltban befejezett újításoknak köszönhetőek:

- 2009-ben átszervezésre került a vonalhálózat, így csökkentve az átszállások számát és új összeköttetéseket teremtve;

- Az új forgalomirányító és utastájékoztató rendszer javítja a kiszámíthatóságot, pontosabb tájékoztatást és tervezést tesz lehetővé. E rendszer az bemutatására a későbbiekben kerül sor;
- Az AUDI gyár bővítése eredményeként létrejövő munkalehek;
- Egyéb külső – végeredményben pozitív változást eredményező – okok, mint az üzemanyagárak növekedése.

A vállalat tapasztalatai szerint a városi közlekedésben, az ipari területen dolgozók közül az AUDI munkatársai közül körülbelül 1500 fő veszi igénybe a helyi, önkormányzati megrendelésű járatokat.

A Közszolgáltatási Szerződés szerepe

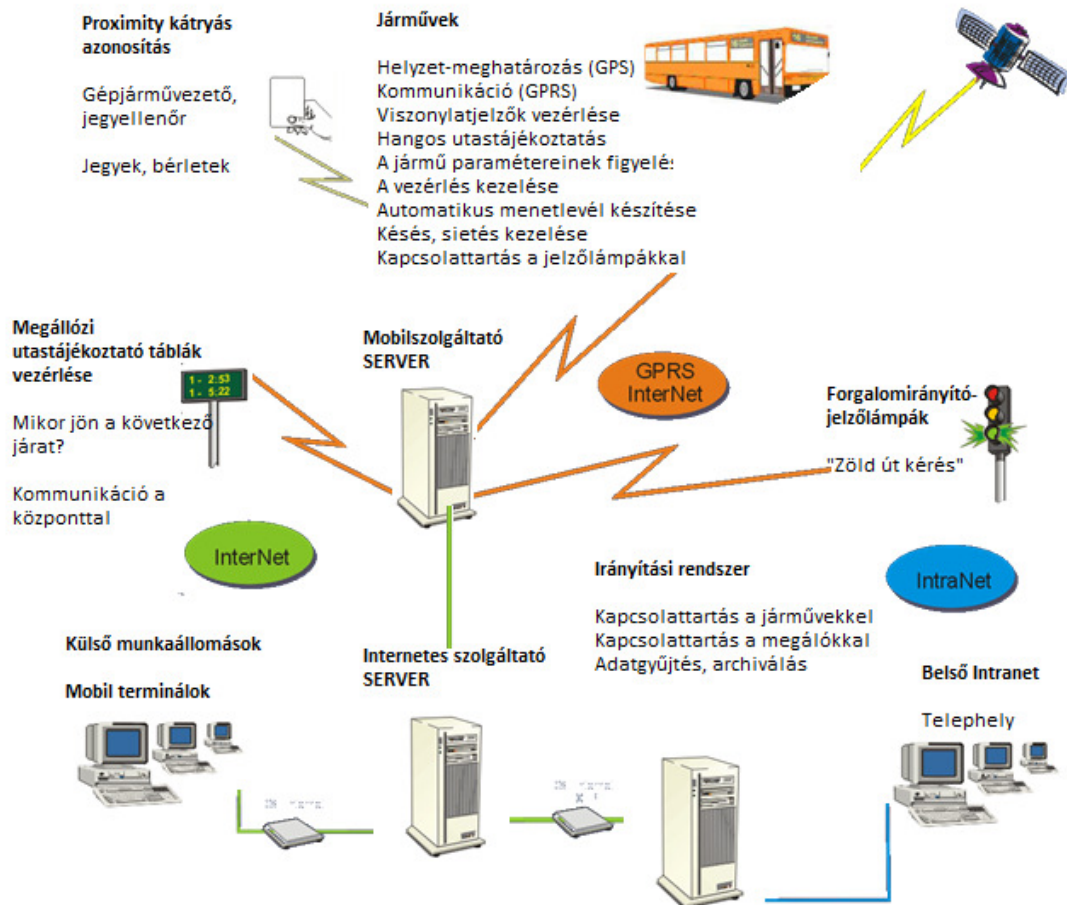
Mint más, szabályozott monopóliumként működő vállalatok esetében, a szolgáltatással kapcsolatos döntéshozatalban, legyen szó a menetrend vagy a díjszabás változtatásáról, nincs semmilyen hatásköre a vállalatnak. E tényezők a Közszolgáltatási Szerződésben (Magyar Állam et al., 2013) kerülnek meghatározásra. A Kisalföld Volánnak tehát korlátozottak a lehetőségei a piaci igényeknek követése vagy a vállalati eredmény optimalizálására. Egyetlen rövid távú eszköze a menetrendben szereplő járatokat végző autóbustípus megválasztása utazási tapasztalatok, az utasforgalom figyelése által, mivel a típusra vonatkozó megkötés nem szerepel a Közszolgáltatási Szerződésben. A vállalat szakmai tanácsai, tapasztalatai ezért legfeljebb hosszú távon épülnek be a Szerződés újabb változataiba (Winkler, 2013).

A Szerződést tovább vizsgálva olvasható, hogy a jegybevétel a szolgáltatónál marad, illetve az jogosult veszteség-kiegyenlítésre, ha egy gazdasági hátrányt okozó tevékenysége alól felmentést kér, de azt a megrendelő mégis előírja. A járműbeszerzések viszont más szerződések kereteibe esnek – a lehetőségek kiértékelésére pedig évente történik.

A Győri Önkormányzat honlapját megvizsgálva láthatjuk azonban, hogy a jegybevételből származó bevételek nem elegendőek a gazdaságos működéshez – a 2011-es évben például 466.370.000 Ft-os támogatást kapott a szolgáltató az Önkormányzattól. A gazdasági önfenntartás így, a jelenlegi keretek között – a megszabott szolgáltatási és árszint mellett – nem lehetséges. Ezen adatok ismeretében pedig nyilvánvalóvá válik a kérdés: tehető-e önfenntartóvá a közösségi közlekedés? E kérdésre későbbiekben térünk vissza.

3.1.3 Intelligens eszközök a Kisalföld Volán Zrt.-nél

A fejlesztés bemutatása, értékelése



8.ábra: A kiépített forgalomszabályozó és utastájékoztató rendszer

Forrás: Mihályka-Winkler. (2013), 3. old.

Az előző alfejezetben szó esett a közelmúltban fejlesztett forgalomszabályozó-és utastájékoztató rendszerről. Ugyan láthattuk, hogy e bővítés növeli a közösségi közlekedés vonzerejét, azonban előnyei túlmutatnak ezen; későbbi bővítésekkel (mint Smart Ticketing rendszerekkel) kiegészítve a kereslet pontosabb becslését, vagy akár a módszertani fejezetben bemutatott szimulációkat tehet lehetővé. A rendszer felépítését és funkcióit az alábbi ábra szemlélteti:

A 2011 novemberében kiépített rendszer a buszokon elhelyezett GPS eszközök segítségével nyújt pontos adatokat a járművek pillanatnyi helyzetéről az útvonalon. Az innen származó adatokat feldolgozva, a Kisalföld Volán Zrt. számos csatornán keresztül nyújt a kor igényeinek megfelelő utastájékoztatást: így a vállalat weboldalain is (Kisalföld Volán Zrt., 2013a; 2013b) – on-line, interaktív menetrend és útvonaltervező áll az utazását otthonról tervező, vagy útvonaláról valós idejű információkra kíváncsi utas rendelkezésére. Az oldalak egyaránt kezelhetők hagyományos számítógépek valamint mobil készülékek böngészőin keresztül. Az on-line utastájékoztató fejlesztése folyamatos, a legújabb funkciókat tartalmazó verzió (Kisalföld Volán Zrt., 2013c) azonban így is lekérdezhetjük az útvonalak, megállóhelyek valamint bérlet típusokra érvényességére vonatkozó adatokat, illetve interaktív térképeken tervezhetünk útvonalat, vagy követhetjük a forgalomban lévő járművek mindenkor pozícióját.

A technológiára épülő tájékoztatási funkciót biztosítanak a város 24 forgalmasabb megállóhelyén elhelyezett utastájékoztató táblák (Győri Önkormányzat et al., 2012). E berendezések kiegészítik a megállóknál kihelyezett menetrendi lapokat: időbeli sorrendben jelenítik meg a következő járatok érkezési időpontját, illetve a megállóhelylisták melletti LED-soron jelzik a járművek aktuális pozícióját. A táblák hangszóróval is fel vannak szerelve, amely napközben nyújt tájékoztatást – a látássérült utasok távvezérlővel viszont akár kora reggeli vagy késő esti órákban is bekapcsolhatják azokat ideiglenesen.



9. ábra: Utastájékoztató táblák Győrben
 Forrás: Mihályka-Winkler. (2013), 5. old.

A rendszer számos forgalomirányítási és egyéb back-office funkciót is biztosít (Mihályka-Winkler, 2013). Ilyen a gépkocsivezető rendelkezésére álló fedélzeti számítógép is. A berendezésen keresztül a buszsofőr folyamatos kapcsolatban van a forgalomirányító központtal, ahonnan tájékoztatást kap esetleges sietéséről vagy késéséről. Rendkívüli esetekre ki is hangosíthatja a diszpécser beszédét az utastérben, a sofőr pedig egy pánikgomb áll rendelkezésére, melyet támadás esetén használhatnak.

A rendszer jobb minőségű forgalomirányítást is lehetővé tesz. A központtal való folyamatos kapcsolatnak köszönhetően a diszpécser könnyedén szervezhet át járatokat meghibásodás, késés, hiba vagy más rendellenesség esetén. Ezen felül könnyedén lokalizálhatja – akár egy térképen is – az esetleges forgalmi akadályokat, így könnyedén szervezheti meg a forgalom elkerülését illetve a várakozó utasok tájékoztatását.

A problémák, autóbuszokról érkező adatok – mint a jármű által megtett útvonal, vagy a sebessége – tárolásra kerülnek, azok visszakereshetőek. Ez lehetővé tesz későbbi adatelemzéseket, vagy akár későbbi utaspanaszok elbírálására is hiteles bizonyítékokat biztosíthatnak.

A fenti funkciókon felül a rendszer még lehetőséget ad a buszoknak, hogy amennyiben késében vannak, automatikusan zöld utat kérhessenek az útvonalakat érintő forgalmi lámpákon.

A Kisalföld Volán Zrt. munkatársai szerint (Mihályka-Winkler, 2013) a rendszer által nyújtott szolgáltatások jobb minőségű, népszerűbb szolgáltatás létrehozását tették lehetővé. Az állítás megmutatkozik a számokban is: látható, hogy a rendszer 2011-es bevezetését követően a kimaradt járatok csökkenésének üteme nőtt.

Év	Kimaradt járatok száma	Kimaradt járatok aránya
2008	1 421	0,21%
2009	1 039	0,20%
2010	849	0,17%
2011	795	0,16%
2012	438	0,09%

3. táblázat: Kimaradt járatok száma és aránya agyőri közösségi közlekedésben
Forrás: Mihályka-Winkler(2013), 9. old.

A rendszer fejlesztési lehetőségei

Kézenfekvő fejlesztési lehetősége a rendszernek, ha több megállóban is bevezetik az új utastájékoztató táblákat, illetve az utastájékoztató-forgalomirányító funkciók kiterjesztése a helyközi közlekedésre is (Mihályka-Winkler, 2013).

Túlmutatna ezeken az ötleteken azonban az utasszámlálás megvalósítása. Ehhez jelenleg információt biztosít 10 autóbuszon elhelyezett utasszámláló berendezés. A járatkihasználtság jobb megismeréséhez azonban szükséges lenne a berendezéssel rendelkező járművek számát növelni. Hasonló információt nyújtó technológia lehet a smart ticketing, azonban az utasszámlálók használata kényelmesebb az utasok számára, mivel azok az ajtó fölé felszerelt kamerából és képi adatok alapján utasokat számláló szoftver állnak (Dolphio Consulting, s.a.).

A smart ticketing rendszer előnye azonban, hogy egyéb információkat is szolgáltat az utasokról: bérlettel vagy jeggyel utazik, kedvezményre jogosult-e. Ezeken felül naplózva, az egyes utasok felszállási és leszállási helyeit, összetettebb elemzéseket is lehetővé tesz: kimutatható például, hogy az egyes kedvezménykategóriákba eső utasok tipikusan mely időpontokban, miképp utaznak az adott vonalon. Ehhez hasonló elemzésekre egy alapfelszereltségű utasszámláló berendezés nem alkalmas, mivel az nem rögzít felvételt (valós időben számol) és az adatokat elemző mesterséges intelligencia sem képes azonosítani a fel- és leszálló utasokat (Dolphio Consulting, s.a.).

Ismerve a győri közösségi közlekedés helyzetét, tekintsük át az IBM kutatásának főbb jellemzőit, értékeljük várható eredményeit

3.2 Az „Insights in Motion” győri alkalmazása

A projekt részletesebb tárgyalását megelőzően előrebocsátandó, hogy a kutatás nem teljeskörű – alapkutatás, melynek megrendelője az Óbudai Egyetem. Ez lényeges szempont, hiszen sok területhasználati tényező ugyan kiderül a kutatók által használt térinformatikai adatbázisokból, de egyéb tényezők, mint a foglalkoztatás térbeli megoszlása

nem derülnek ki a távoli elemző számára. Az alapkutatás értékének a helyi ismeretekkel, további vizsgálatokkal való kiegészítése a megrendelő Óbudai Egyetem feladata lesz.

Hasonlóan az isztambuli alkalmazásokhoz, az IBM a győri kutatás során is a Vodafone cellainformációit használja fel. Ennek ellenére nem vonható egyértelmű párhuzam a török várossal.

Győr méretei, népessége inkább Dubuque-hoz hasonlítható, azonban a lakosság körében elterjedt technológia szintjén aligha hasonló a nyugat-magyarországi megyeszékhely és az iowai kisváros. Éppen ezért, az adatgyűjtés során a telefontársaságnak az isztambuli példát kellett követniük: lekérni az egyes cellák adatait, azonosítva a rajtuk keresztül kommunikáló telefonokat.

Az adatgyűjtés folyamata Győr 15 km-es vonzáskörzetében való pár napos próbagyűjtést és az így gyűjtött adatok validálását, valamint azt követően további 3 hónapon keresztül történő adatnaplózást tartalmaz.

A projekt egy megbeszélése (Boday et al., 2013) alkalmával szóba került egy további fontos korlátja a hazai kutatásnak. A magyar adatvédelmi szabályozás lehetővé teszi, hogy a telefonszolgáltató értékesítsen anonim, mobilcella alapú helyzetinformációkat – véletlenszerűen hozzárendelt azonosítókkal ellátva az egyes személyekre vonatkozó adatokat. Előírás azonban, hogy az egyes ügyfelekhez naponta generált azonosítóknak különbözőeknek kell lenniük a mérési időszak minden napján. E módon nem megoldható egy azonosítószám alapján megkülönböztetett utascsoport vizsgálata egy napnál hosszabb időszakon – sőt értelmetlenné válik azonosítószám alapján vett megkülönböztetésről beszélni. Ez ugyan kihívást jelenthet a fentihez hasonló kérdések modellezésében, de a kutatás fő céljára – a mobilitási szokások, a mobilitásra való kereslet vizsgálatára – nincs korlátozó hatással.

A kutatás egy másik korlátja a szolgáltatóhoz való kötés. Ugyan a szolgáltatók régiókra vonatkozó piaci részesedése nem hozzáférhető, azonban országosan elérhetőek statisztikák. A Nemzeti Média-és Hírközlési Hatóság egy gyorsjelentése szerint (hvg.hu, 2012) a Vodafone teljes ügyfélszáma (a hívásfogadásra alkalmas kártyák száma) 22,74% volt, míg a piacvezető T-Mobile-é a 46,14%-ot, a Telenoré pedig 31,10%-ot érte el.

Megemlítendő, hogy Isztambul esetében ez nem jelentett korlátot: Törökország három szolgáltatója (Turkcell, Vodafone, Avea) közül a brit vállalat 27,9%-os szeletet tudhat magának a piacból (Turkcell, 2013)

A mintavétel lehetőségei láthatóan korlátozottak, kihívást nyújtanak a modellező számára. A következőekben áttekintünk pár torzulást kiváltó okot. Ezek bemutatását megelőzően azonban érdemes ismét kiemelni, hogy a kutatás célja a mobilitási szokások, igények megismerése – bármilyen közlekedési mód esetén.

A szakirodalom (Small et al., 2007) szerint általános összefüggés van a lakosság jövedelmi szintje és a választott közlekedési mód között – a magasabb jövedelműek előnyben részesíthetik a személygépkocsi közlekedést. Felmerül tehát a kérdés, hogy létezik-e itthon korreláció egy mobiltelefon-használó jövedelmi szintje és az általa választott szolgáltató között.

Nem egyértelműen káros torzítást kiváltó tényező, hogy a Vodafone az Audi flottaszolgáltatója (Vodafone, 2012). A közlekedés további tervezése szempontjából ez hasznos információ, hiszen láthattuk, mekkora kihívást jelent egy több ezer fős ipari üzem közlekedési hálózatba való bekapcsolása. Káros hatása lehet, amennyiben arányaiban viszonyítjuk a közlekedési célpontokat az összes célponthoz, hiszen a mintában nagyobb súllyal szerepelnek az Audi munkatársai, mint a teljes sokaságban. Egyértelműen egy olyan jelenséggel állunk szemben melynek hatásai egy távoli, mintaadatokkal dolgozó kutató számára csak korlátozottan felismerhető; hatásainak vizsgálata, korrigálása feladata a munkát továbbfejlesztő kutatóknak.

Összevetve a projektet a Győrben eddig vizsgált közlekedési kutatásokkal, hozzáadott értéke megkérdőjelezhetetlen. A megállóhelyeken, járműveken végzett kérdőíves felmérések talán legnagyobb korlátja, hogy csak a mobilitásra vonatkozó származtatott keresletet tudják felmérni. Ezeknek haszna ugyan vitathatatlan, hiszen a közlekedési vállalat, vagy szolgáltatásának megrendelője csak ez alapján tudja meghatározni az optimális szolgáltatási szintet vagy árat. A piac bővítéséhez – vagy a személygépkocsival közlekedők számának csökkentéséhez – azonban ismerni kell az ő utazási igényeiket szokásaikat is. Ilyen információkat nyújthatnak a forgalomszámlálások,

azonban az ilyen vizsgálatok alapegységei a különböző méretű vagy kategóriájú járművek, nem téve különbséget közöttük kihasználtságuk függvényében.

Egy cellainformációkra alapozott kutatás így értéket jelent – nem csak a közlekedés területén, hisz láttuk a módszertani fejezetben, milyen a mikroadatokra tág felhasználási lehetőségeit különböző szimulációk során. A következő alfejezetben ezt az értéket próbáljuk megragadni a mikroökonómia nyelvén.

3.3 Egy jobban feltárt kereslet értéke

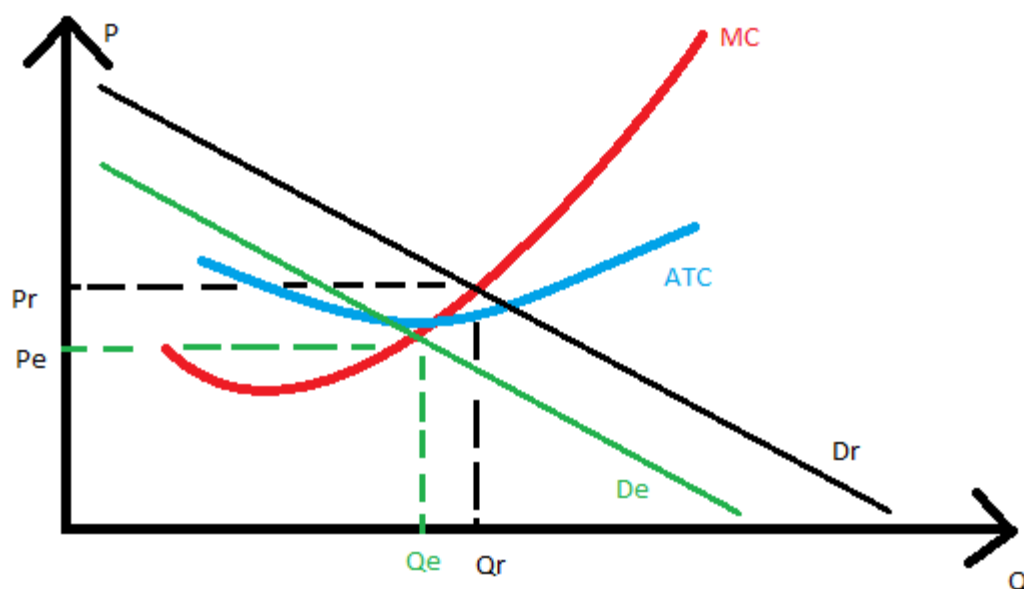
Láthattuk, hogy a kereslet kérdésköre számos szinten vizsgálható: kezdve az utazási igénynél vagy úthasználatnál, a szolgáltatók egyes járatain át, akár egy konkrét utazásra is külön definiálhatjuk. Érdemes különbséget is tenni köztük, hiszen az egyes mérési eszközök nem tudnak minden szinten válaszokat adni az igények kapcsán feltett kérdésekre. A közlekedéstervezés szintjén maradva kérdéses, hogy melyik szint, melyik módszer mentén érdemes kutatni.

Nyilvánvaló, hogy a járatok által érintett városrészekről függ, hogy kik veszik igénybe a vizsgált viszonylat által nyújtott szolgáltatást, nekik pedig mi az úticéljuk. Különböző kezdő-és végpont párosításoknak viszont különböző a kereslete és a költsége. Társadalmilag tehát optimális az utazott kilométerektől függő jegyár bevezetése, ennek pedig feltétele a jól feltárt kereslet. Láttuk, hogy Győr esetében egyaránt találkozhatunk a kereslet alul-és túlbecslésével. Vizsgáljuk meg e problémákat részletesebben.

A következő modellekben a vállalatot államilag szabályozott monopolvállalatnak tekintettem, tehát a tiszta monopóliummal ellentétben a termelését (a szolgáltatás szintjét) nem a határköltség és a határhaszon görbék, hanem – a szabályozás által – a határköltség és a keresleti görbék metszéspontja határozza meg. Megjegyezendő, hogy más, államilag szabályozott monopóliumok esetén elképzelhető az átlagos költség alapján vett árazás, azonban láttuk a Közszolgáltatási Szerződés vizsgálatakor, hogy a határköltség-alapú modell jobban illeszkedik a valósághoz.

Az alulbecslés hatásai a következők (9. ábra²):

- Az optimálisnál alacsonyabbra megszabott ár. Ez által veszteségessé válhat az egyébként akár nyereséges viszonylat, hiszen indokolatlanul kerülhet olyan ár meghatározásra, amely a fedezeti pont alatt van
- Az optimálisnál alacsonyabb szintű szolgáltatás. Ez csökkentheti a közösségi közlekedés vonzerejét a kialakuló zsúfoltság által és annak negatív externáliái miatt (kényelmetlenség, balesetveszély)



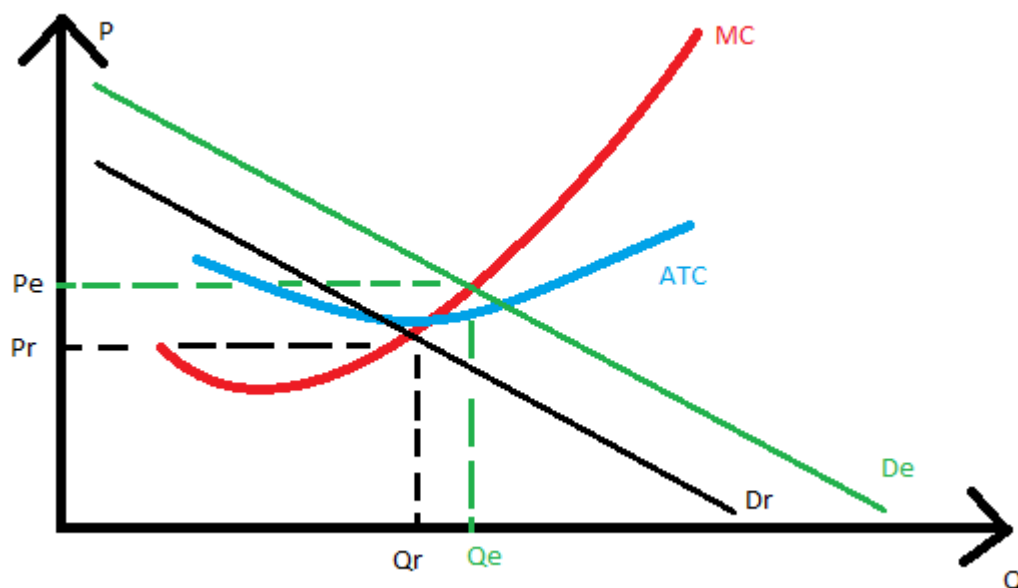
10. ábra: A közösségi közlekedés keresletének alulbecslése

Forrás: Saját szerkesztés

²Az ábrán De jelöli a becsült, Dr a valódi keresletet, MC a határköltséget, ATC az átlagos teljes költséget, Pe a becslés alapján meghatározott, Pr pedig az optimális árakat, végül Qe a becslés alapján rögzített, Qr pedig a társadalmilag optimális szolgáltatási szintet.

A kereslet alulbecslésének mintájára a túlbecslésnek a következők a hatásai (10. ábra³):

- Az indokoltnál magasabb ár
- Az optimálisnál magasabb szolgáltatott mennyiség
- Nem várt veszteség a szolgáltatónál. E hatáshoz hozzá kell fűzni, hogy a költségek elszámolásakor problémákat vethet fel, hiszen a megrendelő állja a szolgáltató veszteségeit és az ezzel járó kommunikációs feladatokat



11. ábra: A közösségi közlekedés keresletének túlbecslése
Forrás: Saját szerkesztés

Természetesen a keresleti görbék és a határköltséggörbe metszéspontjának helye függ a közlekedési rendszertől. Egy ritkán lakott, magas fix költségű szolgáltatásokkal (vasút, villamos) rendelkező város esetében jellemzően a keresleti görbék jellemzően a határköltséggörbét csökkenő szakaszában metszik; ez esetekben támogatások nélkül nem

³ Az ábra jelölésrendszere megegyezik a 9. ábrán használttal.

valósítható meg a közösségi közlekedés. A költséggörbék szerkezetének vizsgálata így izgalmas, hasonlóan fontos szempont egy város közlekedésszervezésének vizsgálatához, ez azonban kívül esik a dolgozat kereteiből

A két levezetés során láthatóvá vált, hogy a kereslet mérésének minőségi javítása az összes érintett érdeke. Különösen fontos kérdés, ha a szolgáltatás használatától függő díjszabást akarunk érvényesíteni – hiszen a mikroökonómiai, társadalmi optimumot kereső modellekkel leginkább egy ilyen rendszer van összhangban. Egy ilyen rendszer kiépítése erősen technológiafüggő, hiszen az utasok fel-és leszállásának regisztrációja egy zsúfolt járaton aligha képzelhető el modern berendezések nélkül. Ezen felül az árazás és a szolgáltatási szint kapcsán hozott döntések hatékony modellezése is elképzelhetetlen a bemutatott technológiák nélkül. E szempont teszi kiemelt fontosságúvá a mikro szintű adatok gyűjtését, elemzését – új szabályozások hatásainak pontosabb becslését teszi lehetővé. Ez különösen fontos egy olyan gazdasági ágban, mint a közlekedés, hiszen az esetleges veszteségek, illetve árak, szolgáltatások szintjének változása társadalmi visszhangot vált ki.

A fogyasztói szokások, igények ismerete tehát egy közös érdek. Ennek kommunikációja pedig a döntéshozók feladata, hiszen láthattuk, mennyire fontos a közösségek bevonása a tervezésbe – ennek megvalósítását elősegítő kezdeményezések, eszközök is bemutatásra kerültek.

A kereslet feltérképezése, mint bármilyen más modellezési feladat, az adatok összegyűjtésével kezdődik – ahogy azt és lehetséges korlátait az IBM példáján is láttuk. Érdemes tehát vizsgálni, hogy milyen más módjai vannak az adatgyűjtésnek, hiszen a kutatással foglalkozó nemzetközi vállalatok gyakran vannak konkrét beszállítókhoz kötve. A szolgáltatótól független, egységes, kutatásra együttesen felhasználható adatgyűjtés pedig már nem közlekedésgazdasági probléma, lehetőségeit a szolgáltatók és a felügyelő hatóság közti megállapodások határozzák meg.

Válaszolva a bevezetőben megfogalmazott kérdésre: a legújabb technológiák hozzájárulnak a társadalmilag optimális minőségű közlekedéshez. Összetettebb közlekedési

rendszerek leírásához szükség is van alkalmazásukra, ez azonban nem elégséges, hogy az optimumot elérjük és egy valóban *közösségi* közösségi közlekedésről beszéljünk.

Konklúzió

Az „Insights in Motion” kutatás fő hozadékaként az általa gyűjtött adatokat tekinthetjük. Korábbi elemzéseket (Könczey et al., 2005) vizsgálva láthattuk a bennük alkalmazott módszerek korlátait: járműveket mérnek utasok helyett, a vizsgálatok pedig az útvonalakra és nem az utazások kezdő-és célpontja közti viszonyra irányulnak. E korlátok oka, hogy nem álltak rendelkezésre azok az adatok, amelyeket a részletesebb modellek megkövetelnek. A TDM paradigma legtöbb eszközének hatékony alkalmazásához azonban szükség van ezekre az adatokra, hiszen hatásaik vizsgálatához a jelenlegi legjobb válaszokat ezek a modellek adják. Kérdés azonban, hogy mekkora városmérettől fontos a legjobb válaszokat adó modellek alkalmazása, az ehhez szükséges adatok gyűjtése.

Győr, kedvező földrajzi elhelyezkedésének és infrastruktúrájának is köszönhetően Magyarország egyik legdinamikusabban fejlődő városa. E fejlődés következménye, hogy egyre több, összetettebb várostervezéssel kapcsolatos feladat vár a döntéshozókra. A város polgárainak jól-létének biztosítása ezzel egyre összetettebb feladattá válik, így indokolt jobb modellek használata, az ezekhez szükséges adatok gyűjtése.

Látható azonban, hogy az adatok megléte, a modellek használata nem elegendő a jól-léthez. Fontos szerepe van ugyanis a városi polgárság bevonásának, hiszen preferenciáik nem feltétlenül jelennek meg akár a legrészletesebb modellekben sem. Egy fejlődő városi környezetben pedig egyre korlátozódnak a személyes visszacsatolások lehetőségei – a közösségi érdek érvényesítésére on-line csatornák adhatnak megoldást.

De mit jelent mindez a közösségi közlekedés szintjén?

A szolgáltatás gazdaságosabb működtetése jelenleg is kihívást jelent a vállalatnak. Ezzel együtt Győr fejlődésével várható az utazási igények változása, növekedése. Szükséges tehát jobb modellek alkalmazása, hiszen nem csak egyre összetettebb problémákkal számolhatunk, hanem az általuk érintett polgárok köre is bővül. A jobb modellekben rejlő értékeket pedig láttuk: egy igazságosabb árú, valódi igényekhez igazodó, társadalmilag optimális szolgáltatás feltételei. A modellek használata tehát indokolt.

Magyarországon azonban jellemzően nem állnak rendelkezésre a modellek által megkövetelt adatok. Láthattuk az IBM kutatásán keresztül egy nagyvállalati keretek között végzett elemzés korlátait már az adatgyűjtés szintjén, illetve ennek következményeit. Érdemes tehát mérlegelni egy összehangolt adatgyűjtés lehetőségeit.

Az adatok gyűjtése, a megfelelő módszertan használata, végül pedig az ár és szolgáltatási szint helyes megválasztása azonban a közlekedés esetében sem elégséges feltétele a társadalmi optimumnak. A használt modelltól függetlenül hozhatóak rossz döntések, különösen, ha a lakosság érdekeit nem vesszük figyelembe. Hasonlóképp: egy jobb közlekedéstervezést megcélzó keret – mint a TDM – által ajánlott intézkedések is végrehajthatóak anélkül, hogy figyelembe vennék a polgárok legalapvetőbb érdekeit; sok esetben a modellre vagy kerettervre terelve a felelősséget.

Érzékelhettük ezt a budapesti utastájékoztató tábláival kapcsolatos probléma bemutatásakor, hogy hatékony visszacsatolási csatornák hiánya milyen döntéshozói mentalitást tesz lehetővé. A legfontosabb így e csatornák kialakítása, általuk pedig a helyi érdekek érvényesítése a város-és közlekedéstervezésben. Csak ezt követően bízhatunk a modellek eredményeinek hatékony felhasználásában.

Irodalomjegyzék

Atkins, S. (1977): *Transportation Planning: Is there a road ahead?*. Traffic Engineering and Control, 18(2).

Auvinen, K., Boyer, B., Hill, D., Oksanen, M., (2012): *An introduction to Brickstarter*, <http://brickstarter.org/>

Letöltés időpontja: 2013.04.04.

AUDI AG, (2012): *Profil – Gyárbővítés – Audi Hungaria Motor Kft.*

<http://www.audi.hu/hu/profil/gyarbovites/>

Letöltés Időpontja: 2013.04.10.

Barratt, J., Manley, E., Cheshire, J. & O'Brien, O. (2013): *Mapped: Twitter Languages in New York*.

<http://spatialanalysis.co.uk/2013/02/mapped-twitter-languages-york/>

Letöltés időpontja: 2013.03.09

Batty, M. & Longley, P. (1994): *Fractal Cities*. 1st ed. London: Academic Press Limited.

Batty, M., Xie, Y., Sun, Z. (1999): *Modeling urban dynamics through GIS-based cellular automata*. Computers, Environment and Urban Systems, 23(3), pp. 205-233.

Benguigui, L. & Daoud, M. (1991): *Is the Suburban Railway System a Fractal?*.

Geographical Analysis, 23(4), pp. 362-368.

Beirão, G., Sarsfield Cabral, J. A. (2007): *Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study*, Transport Policy, 14(6), pp. 478-489.

Boday Tamás, Helmle Csaba, Li, M., Medvig Attila, Naphade, M., Sahu, S. (2013): *A győri Insights in Motion kutatás projektindító megbeszélése*, Telekonferencia, (2013. március 26.)

Broadbuss, A., Litman, T., Menon, G. (2009): *Transport Demand Management - Training Document*, Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.

Co.EXIST (2013): *Connecting Citizens To Their Government By Turning It Into A Game*,
<http://www.fastcoexist.com/1681625/connecting-citizens-to-their-government-by-turning-it-into-a-game>,

Letöltés időpontja: 2013.04.04.

Chen, Y., 2012. *Fractal dimension evolution and spatial replacement dynamics of urban growth*. Chaos, Solitons & Fractals, 45(2), p. 120.

Citizeninvestor Inc. (2012): *About Citizeninvestor*

<http://www.citizeninvestor.com/about>

Letöltés időpontja: 2013.04.04.

City of Seattle (2008): *Best Practices in Transportation Demand Management*.

<http://www.seattle.gov/transportation/docs/ump/07%20SEATTLE%20Best%20Practices%20in%20Transportation%20Demand%20Management.pdf>

Letöltés időpontja: 2013.02.03.

Community PlanIt (2013): *Community PlanIt*

<http://communityplanit.org/>

Letöltés időpontja: 2013.04.04.

delanceyunderground.org (2012): *The Lowline*

<http://delanceyunderground.org>

Letöltés időpontja: 2013.04.04

Dolphio Consulting (s.a.): *Optikai Utasszámlálás*

<http://utasszamlalas.dolphio.hu/>

Letöltés Időpontja: 2013.04.15.

European Platform of Mobility Management (2001): *The EPOMM Modal Split Tool – Győr*

http://www.epomm.eu/tems/result_city.phtml?city=25&map=1

Letöltés időpontja: 2013.04.10.

Glaeser, E. L. (1998): *Are Cities Dying?*, The Journal of Economic Perspectives, 12(2), pp. 129-160.

Győri Önkormányzat, Kisalföld Volán Zrt., (2012): *Autóbusszal Győrben – Tájékoztató a helyi közösségi közlekedésről*

http://www.kvrt.hu/data/files/gyor/volan_egybe.pdf

Letöltés időpontja: 2013.04.15.

Hamm, S. (2013): *Insights in Motion: Deep Analytics Show How Cities Really Work*

<http://asmarterplanet.com/blog/2013/01/two-cities-in-motion-a-view-into-the-life-of-a-place.html>

Letöltés időpontja: 2013.04.04.

Hawking, S. & Mlodinow, L. (2010): *The Grand Design*. 1st ed. London: Bantam Press.

HVG.hu (2012): *SIM-kártyák: rosszabbul élünk, mint négy éve*

http://hvg.hu/tudomany/20121120_mobilhang_gyorsjelentes

Letöltés időpontja: 2013.04.18.

Iltanen, S., (2012): *Cellular Automata in Urban Spatial Modelling*. In: L. M. See, A. J.

Heppenstall, A. T. Crooks & M. Batty, eds. *Agent-Based Models of Geographical Systems*. London: Springer, pp. 69-84.

Kane, L. & Behrens, R. (2002): *Transport Planning Models - An Historical and Critical Review*. Pretoria, South African Transport Conference.

Kisalföld Volán Zrt. (2013a): *Kisalföld Volán Zrt. – térkép*

http://www.kisalfoldvolan.hu/aktiv_tartalom/terkep-foablak.html

Letöltés időpontja: 2013.04.04.

Kisalföld Volán Zrt. (2013b): *Kisalföld Volán Zrt. Online – Győr*

<http://webgyor.kisalfoldvolan.hu/>

Letöltés időpontja: 2013.04.04.

Kisalföld Volán Zrt. (2013c): *Utastervezés – MenetRendes – Kisalföld Volán Zrt.*

<http://menetrendes.hu>

Letöltés időpontja: 2013.04.04.

Könczey Gábor, Németh Iván, Vizi Norbert (2005): *Győr közlekedése*
http://www.gyor.hu/data/files/kozbeszerzes/intermodalis/3_mellklet_gyr_kzlekedse.pdf
Letöltés időpontja: 2013.04.08.

Központi Statisztikai Hivatal (2012): *Magyarország közigazgatási helynévkönyve, 2012. január 1.*
http://www.ksh.hu/apps/shop.kiadvany?p_kiadvany_id=11432
Letöltés időpontja: 2013.04.04.

Los Alamos National Laboratory (2006): *EpiSimS Los Angeles Case Study*, Los Alamos: The Regents of the University of California.

Magyar Állam, Kisalföld Volán Zrt. (2013): *Kisalföld Volán Zrt. Honlapja – Köszolgáltatási Szerződéseink*
<http://www.kvrt.hu/index.php?hlid=165>
Letöltés időpontja: 2013.04.10.

Mihályka Imre, Winkler Ágoston (2013): *Új forgalomirányító és utastájékoztató rendszer a Kisalföld Volán Zrt.-nél*, Közlekedéstudományi Konferencia, Győr: Széchenyi István Egyetem

Nanyang Technological University (2013): *TUN-Create*
<http://www.tum-create.edu.sg/>
Letöltés időpontja: 2013.04.04

Neubauer, M., (2012): *Three Kickstarter-Inspired, Civically Minded Crowdfunding sites*
<http://techpresident.com/news/22626/kickstarter-inspiring-civically-minded-crowdfunding-sites>
Letöltés időpontja: 2013.04.04.

Mahizhan, A. (1999): *Smart Cities – The Singapore Case*, Cities, 16(1), pp. 13-18.

Manley, E., (2012): *Mapping Taxi Routes in London*.
<http://urbanmovements.posterous.com/mapping-taxi-routes-in-london>
Letöltés időpontja: 2013.03.09.

Menon, A. P. G. (2000): *ERP in Singapore – a perspective one year on*, Traffic Engineering & Control, 41(2), pp. 40-45

McNally, M. G. (2007): *The Four Step Model*. In: D. A. Hensher & K. J. Button, eds. Handbook of Transport Modeling. 2nd ed. s.l.:Pergamon, pp. 35-52.

neighbor.ly (2013): *Invest in civic projects you care about*
<http://neighbor.ly/>

Letöltés időpontja: 2013.04.04.

Meyer, M. D. (1999) *Demand management as an element of transportation policy: using carrots and sticks to influence travel behavior*. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 33(7-8), pp. 575-599.

Nemes Nagy, J. (1998): *A Tér a Társadalomkutatásban*. 1st ed. Budapest: Hilscher Rezső Szociálpolitikai Egyesület.

O'Sullivan, D., Millington, J., Perry, G. & Wainwright, J. (2012): *Agent-Based Model - Because They're Worth It?*. In: A. J. Heppenstall, A. T. Crooks & M. Batty, eds. Agent-Based Models of Geographical Systems. London: Springer, pp. 109-123.

Ponte.hu Kft. (2011) *Smartcity - Okosan utazom*.
<http://www.ponte.hu/termekeink/otelapps/smartcity.html>
Letöltés időpontja: 2013.03.09.

Population Reference Bureau (2007): *Human Population: Urbanization*
<http://www.prb.org/Educators/TeachersGuides/HumanPopulation/Urbanization.aspx>
Letöltés időpontja: 2013.04.04.

Pursula, M. (1999): *Simulation of Traffic Systems - An Overview*. Journal of Geographic Information and Decision Analysis, 3(1), pp. 1-8.

Rába Járműipari Holding Nyrt. (2012a): *2012 éves jelentés*
http://www.raba.hu/befektetoi_oldalak/befektetoi.raba.hu/doctar/eves_jelentesek/annual_report_2012_eves_jelentes.pdf
Letöltés időpontja: 2013.04.15.

Rába Járműipari Holding Nyrt. (2012b): *Cégprofil – Móri Telephely*

http://www.raba.hu/jarmualkatresz/mori_telephely.html

Letöltés időpontja: 2013.04.15.

Rába Járműipari Holding Nyrt. (2012c): *Cégprofil – Sárvári Telephely*

http://www.raba.hu/jarmualkatresz/sarvari_telephely.html

Letöltés időpontja: 2013.04.15.

Rose, M. (2013): *Using SimCity to diagnose my home town's traffic problem.*

http://gamasutra.com/blogs/MikeRose/20130219/186896/Using_SimCity_to_diagnose_my_home_towns_traffic_problem.php

Letöltés időpontja: 2013.02.23.

Rupprecht Consult (2011): *Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan*, Cologne: Intelligent Energy Europe.

Sallai, P. (2011): *Mobiltelefonok az Utastájékoztatásban*. Városi Közlekedés, 51(1-2), pp. 47-52.

Shen, G. (2002): *Fractal dimension and fractal growth of urbanized areas*. International journal of Geographical Information Science, 16(5), pp. 419-437.

Small, K. A., Verhoef, E. T. (2007): *The Economics of Urban Transportation*, 1st ed. Abingdon: Routledge

Sui, D. Z. (1998): *GIS-based urban modelling: practices, problems and prospects*.

International Journal of Geographical Information Science, 15(7), pp. 651-671.

The City of Kansas City (2012): *KC Streetcar Starter Line*

<http://neighbor.ly/kc-streetcar>

Letöltés időpontja: 2013.04.04.

Torrens, P. M. (2003): *Automata-based models of urban systems*. In: P. A. Longley & M. Batty, eds. *Advanced spatial analysis: the CASA book of GIS*. Redlands: ESRI, pp. 61-80.

TRANSIMS (2011): *TRANSIMS - an open source transportation modeling and simulation toolbox*.

<http://code.google.com/p/transims/>

Letöltés időpontja: 2013.02.23. February 2013

Turkcell (2013): *Market Information*

<http://www.turkcell.com.tr/site/en/turkcellhakkinda/yatirimciiliskileri/Sayfalar/turkiyegsmpazari.aspx>

Letöltés Időpontja: 2013.04.20.

United Nation (2012): *World Urbanization Prospects, the 2011 Revision*

http://esa.un.org/unup/Country-Profiles/country-profiles_1.htm

Letöltés időpontja: 2012.02.03.

Urbinato, D. (2009): *London's Historic „Pea-Soupers”*

<http://www2.epa.gov/aboutepa/londons-historic-pea-soupers>

Letöltés időpontja: 2013.04.04.

Varian, H. R., (1987): *Intermediate Microeconomics – A Modern Approach*, New York: W. W. Norton @ Company

VEE/Index Fórum (2013): *Így néz ki egymás mellett a régi és az új oszlop*

http://kep.index.hu/1/0/418/4182/41823/4182356_f241d03c4182db5bd914579f8c593cef_wm.jpg

Letöltés időpontja: 2013.04.26.

Vodafone (2012): *Vodafone Készülékárlista az Audi Hungaria munkatársai részére*

https://www.vodafone.hu/letoltes/reszletezo/Audi_flotta_keszulekarlista.pdf

Letöltés időpontja: 2013.04.20.

Virginia Bioinformatics Institute (2008): *Network Dynamics and Simulation Science Laboratory*.

<http://ndssl.vbi.vt.edu/episims.php>

Letöltés időpontja: 2013.02.23.

Wilson, A. G. (1998): *Land-use/Transport Interaction Model - Past and Future*. Journal of Transport Economics and Policy, 32(1), pp. 3-26.

Winkler Ágoston (2013): *A győri közösségi közlekedés helyzetelemzése*. Interjú (2013. április 12.)

Wolfram, S., 2002. *A New Kind of Science*. 1st ed. Champaign: Wolfram Media.