

Utazási igények becslése a közösségi közlekedésben

Dr. Horváth Balázs *

**Széchenyi István Egyetem, Közlekedési Tanszék, Győr Egyetem tér 1.
(Tel: 96-503-400; e-mail: balazs.horvath@sze.hu).*

Abstract: Korunk jelensége a közösségi közlekedés háttérbe szorulása, és az egyéni közlekedés előretörése. Ez nem csak azért hordoz veszélyeket magában, mert torlódásokhoz vezet és erősen környezetszennyező, hanem azért is, mert sokak számára a közösségi közlekedés a mobilitás egyetlen lehetséges formája. A kereslet és a kínálat közötti egyre távoluló különbség szűkítésének fenntartható megoldása az utazási igények ismeretén alapuló közösségi közlekedés tervezése.

1. BEVEZETÉS

A motorizáció drasztikus előretörésével a közösségi közlekedés igénybevétele rohamosan csökken. Ennek eredményeképpen fokozatosan esik a közösségi közlekedés iránti kereslet. Magyarország egyes városaiban az elmúlt 7-8 évben ez a visszaesés 15-20 %-ot is elérte. Hasonló tendenciák figyelhetők meg a helyközi közlekedésben is.

A szolgáltatók a közszolgáltatási kötelezettségüknek megfelelően többé-kevésbé fenntartják a korábbi közösségi közlekedési színvonalat, de ez az állapot hosszú ideig nem lehet életképes, mivel a kereslet és a kínálat közötti rés évről évre nagyobb. A kínálat csökkenése (csökkentése) különösen hátrányos lenne azok számára, akik rászorulnak a közösségi közlekedésre (idősek, betegek, korlátozott közlekedési képességűek, személygépkocsit egyéb okokból fenntartani nem tudók) (Finn 2007).

Ennek ellenére a városi közlekedésben tapasztalható anomáliák kezelésének egyik lehetséges módja a közösségi közlekedés előtérbe helyezése. Ennek feltétele az igényekhez igazodó magas színvonalú közösségi közlekedés megtervezése és üzemeltetése. E rendszerek tervezésének sarkalatos pontja az utazási igények ismerete. Ezek nélkül a közösségi közlekedési rendszeren végzett legkisebb átalakítás is csak találgatás eredménye, hatása pedig kevésbé megbecsülhető.

Az utazási igények megismerésének módszerei hosszú évek óta ismertek (Horváth 1998), alkalmazásuk azonban csak korlátozottan lehetséges. Kutatásunk során egy olyan számítási eljárást dolgoztunk ki, mely alkalmas arra, hogy időben változó célforgalmi mátrixot generáljon a jelenlegi közösségi közlekedési rendszer jellemzőinek felhasználásával.

2. UTAZÁSI IGÉNYEK FELTÁRÁSÁNAK NEHÉZSÉGEI

Több eljárás is ismert az utazási igények feltárására. Ilyen lehet a célforgalmi kikérdezés, vagy a „check in – check out” típusú elektronikus jegyrendszer alkalmazása.

Az elektronikus jegyrendszer ilyenformán történő felhasználása igen pontos és részletes adatokat szolgáltat időben változó módon, nap - nap után. E rendszerek felépítése azonban igen költséges, és a hazai szakmai és pénzügyi támogatottság hiányában nehézkes.

Ezzel szemben célforgalmi kikérdezések megszervezése csak időszakosan lehetséges, mivel élőmunka- és erőforrás ráfordítási igénye ennek is magas. Ezen felül a szolgáltatott eredmények nem tükrözik minden esetben az utazók valódi utazási szokásait, mivel kellően nagy, reprezentatív mintát produkálni igen nehéz, különösen úgy, hogy erre a nap több időszakában is szükség van. Egy hazai kisvárost alapul véve a napi utazások száma nem haladja meg a 30ezer főt. Reggeli csúcsidőben sincs 7ezer főnél több utazó. A vizsgált területet 25 körzetre osztva 625 utazási lehetőség kínálkozik. Ezek egy része nem tekinthető reálisnak, illetve fajlagosan kevesen veszik igénybe, így a valóságban az utazók kb. 100 utazási lehetőségből választhatnak. A reggeli csúcsidőt tekintve egy 7ezer fős alapsokaságból kell mintát vennünk ahhoz, hogy biztos adatunk legyen azokról az áramlatokról, melyekben legalább 70 fő érintett $P=0,01$ előfordulási arányt kell alkalmaznunk. A szokásos 95%-os megbízhatóságot alapul véve, 10 %-os relatív hibát elvárva a szükséges mintanagyság:

$$n = \frac{t^2 \cdot (1 - P)}{h^2 \cdot P} = \frac{1,96^2 \cdot (1 - 0,01)}{0,1^2 \cdot 0,01} = 38031,8 \quad (1)$$

ahol t megbízhatósági szinthez tartozó érték 95%-os megbízhatóság esetén $t=1,96$

P egy választási lehetőség előfordulási aránya

h relatív hiba

Ezt az értéket a véges alapsokaság ismeretében az alábbiak szerint korrigáljuk:

$$n_0 = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}} = \frac{38031,8}{1 + \frac{38031,8}{7000}} = 5911,8 \quad (2)$$

ahol N véges alapsokaság nagysága

A felvett adatokkal az utazók közel 85%-át meg kellene kérdezni, hogy a reggeli csúcsidőszakban megbízható, pontos célforgalmi mátrixhoz jussunk. Ugyanígy feltételek mellett egész napra vonatkozóan (alapsokaság 30 ezer fő) 16771 főt, vagyis az utazók 56%-át kellene megkérdezni.

A szakirodalmi ajánlások ekkora hálózatra háztartási interjúk megkérdezés esetén 25%-os mintát javasolnak (Fülöp 1999), (Nagy 1984), ami 50% körüli közösségi közlekedési részarányt feltételezve megfelel az 50%-os mintának. Ez azonban azt jelenti, hogy minden 4. háztartást meg kell kérdezni.

Könnyen belátható, hogy e feladatok elvégzése nem reális. Ebből következik, hogy időtől függő, pontos célforgalmi mátrix előállításához más módszert kell találnunk.

3. CÉLFORGALMI MÁTRIX ELŐÁLLÍTÁSA A KERESZTMETSZETI SZÁMLÁLÁS ADATAIBÓL

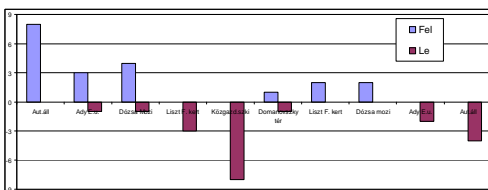
Hosszú ideje foglalkozunk közösségi közlekedési rendszerek vizsgálatával, értékelésével. Szinte minden esetben, újra és újra felmerül az előzőekben vázolt probléma: „Hogyan hozzunk létre megbízható célforgalmi mátrixot?”. Tekintettel arra, hogy vizsgálataink során rendre készült teljeskörű keresztmetszeti utasszámlálás, kézenfekvő volt, hogy ennek adatait kellene feldolgozni. E felismerésre alapozva építettünk fel egy célforgalmi mátrix előállító algoritmust.

Az eljárás két fő részből áll:

- járási célforgalom meghatározása
- hálózati célforgalom előrebecslése az átszállások figyelembevételével

3.1. Járási célforgalom meghatározása

A teljeskörű keresztmetszeti utasszámlálás eredményeképpen rendelkezésre áll minden járat, fel- és leszálló utasszáma az össze megállóra vonatkozóan (1. ábra).



1. ábra Fel- leszálló utasok száma egy járat útvonalán

Feltételezve, hogy egy adott megállóban felszálló utasok célpontjai (leszálló megálló) arányban állnak a járat hátra levő megállóiban leszálló utasok számának arányával, valószínűségi alapon meg tudjuk határozni egy adott megállóban felszálló utasok várható leszállási helyét. Ezt a valószínűséget (i. megállóban felszálló utas j. megállóban száll le) a következőképpen adhatjuk meg:

$$P_{i,j} = \frac{le_j}{\sum_{k=i+1 \rightarrow n} le_k} \quad (3)$$

ahol le_j j. megállóban leszállók száma
 n megállók száma a viszonylat útvonalán

Ezek alapján az i-ből j-be utazók várható száma:

$$f_{i,j} = fel_i \cdot P_{i,j} \quad (4)$$

ahol fel_i i. megállóban felszállók száma

Tovább pontosítható az eljárás, ha figyelembe vesszük a járaton utazókra jellemző átlagos utazási távolságot is. Az átlagos utazási távolság kiszámítható a felszállók, és a megállók közötti hosszának ismeretében:

$$l_{u, \text{átl}} = \frac{\sum_{k=1 \rightarrow n-1} l_{\text{meg},k} \cdot u_k}{\sum_{r=1 \rightarrow n} fel_r} \quad (5)$$

ahol $l_{\text{meg},k}$ k. megállók közötti távolság [km]
 n megállók száma a viszonylat útvonalán
 u_k k. megállók között utazók száma

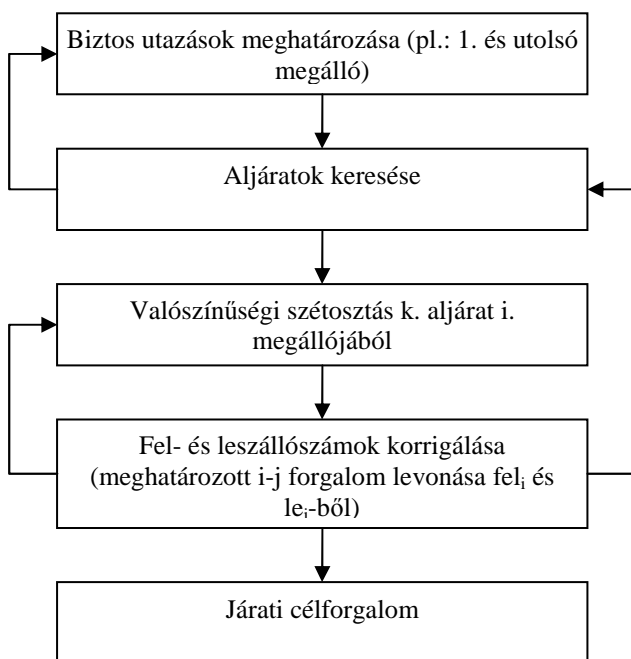
Ebben az esetben annak valószínűsége, hogy egy utazó az i. megállóból a j. megállóig utazik a következő:

$$P_{i,j} = \frac{\frac{1}{|l_{u, \text{átl}} - l_{i,j}| + 1} \cdot le_j}{\sum_{k=i+1 \rightarrow n} \frac{1}{|l_{u, \text{átl}} - l_{i,k}| + 1} \cdot le_k} \quad (6)$$

ahol $|l_{u, \text{át}} - l_{i,j}|$ átlagos utazási távolság és a vizsgált utazás hossz különbségének abszolút értéke

Mielőtt a vázolt alapelvek szerint meghatározzuk a járaton utazók célforgalmát, le lehet választani bizonyos utazásokat, melyek biztosan megállapíthatók. Ezek azok az utazások, melyek akkor valósulnak meg, ha a járat üres volt, vagy egy megálló után üres lett. Ide tartozik az az eset is, mikor egy megállóban teljes utascseré történik, vagyis a leszállók leszállása után nem marad senki a járművön. E megfontolásból kiindulva a járat útját aljáratokra lehet bontani azon megállók között, ahol a járat vagy kiürült, vagy teljes utascseré történt. Ennek egy speciális esete az első és az utolsó megállóhoz tartozó megállóköz.

Így a járáti célforgalom meghatározásának menete a következő:



2. ábra Járáti célforgalom meghatározása

3.2. Átszállások a járatok között

A járáti célforgalom eredményeit korrigálni kell az átszállások figyelembevételével, hiszen egy i -ből j -be tartó k -ban átszálló utazás az első lépés után két független utazásként jelenik meg $i-k$ és $k-j$ között. E független utazások között a kapcsolatot az átszállás adja meg. Az eljárás második felében e kapcsolatot keressük meg. Ennek meghatározásához először ki kell számítani az egyes megállókra, és utazási relációkra vonatkozó átszállási arányokat.

Az átszállási arányok szempontjából megkülönböztethetünk le - és $felszálló$ utasokra érvényes átszállási arányt.

Leszálló utasokra érvényes átszállási arány alatt értjük azt az arányt, mely leírja, hogy egy megállóban leszálló utasok közül hányan értek célba, és mekkora részt képviselnek az átszállók.

Fordítva is igaz, a felszállókra érvényes átszálló arány azt jellemzi, hogy egy megállóban felszálló utasok mekkora része induló- és mekkora része átszálló utas.

Ha egy i -ből j -be tartó utazás során k megállóban át kell szállni, akkor az i,j reláció utasait az $i-k$ és a $k-j$ utazások utasaiból kell kiválasztanunk. Ha tudjuk, hogy az $i-k$ reláció utasainak hány százaléka célba érkező, és mekkora rész az átszállók csoportja, akkor adható egy becslés az i,j reláció utasszámára. Hasonló módon a $k-j$ reláció k -beli felszállói közül is megadható egy hasonló arány, mely becslést ad az $i-j$ relációra. E két becslés, sőt általánosan n átszállás esetén $2n$ becslés közül kell kiválasztani a valóságot legjobban leíró.

Ez az eljárás a valóságban a következőképpen hajtható végre: először meghatározzuk az összes reális eljutást a vizsgálati terület összes i,j relációjára. Ezek után az átszállások kapcsolatokra felírjuk az egyes részutazások utasszámait, és az átszálló pontok átszállási arányait, majd ezek alapján becslést adunk minden egyes reláció utasszámára.

E lépés számítási menete az utazási lehetőségek felírásával kezdődik. Ennek során minden járat, összes megállóját induló megállónak tekintve felírjuk e járatral elérhető összes többi megállót, illetve ha egy megállót más viszonylat is érint, akkor azokat átszállási lehetőségként figyelembe véve, további leszálló megállók is számításba veszünk. Számítás technikailag ez úgy képzelhető el, hogy elindulunk az első járat első megállójából, innen el lehet utazni a második megállóba. Ott megvizsgáljuk, hogy érinti-e másik viszonylat, ha igen, kezdődik előlről, ha nem, megyünk tovább az első járat harmadik megállójához...

Az összes lehetséges utazási relációk felírása után (vagy a generálás során) töröljük azokat, mely irreálisak. Irreálisnak tekintünk egy utazási lehetőséget, ha:

- ha előbb kezdődik, és egyszerre, vagy később végződik, mint ugyanezen utazási reláció másik utazási lehetősége
- ha egy T perc hosszúságú időintervallumban talált utazásokhoz képest $n+a$ átszállása van
- ha egy T perc hosszúságú időintervallumban talált utazásokhoz képest k -szoros időigényű, de legalább t perccel hosszabb
- ha az utazási lehetőség hosszabb, mint T_{\max}

ahol n minimális átszállásszámú utazási lehetőség átszállásainak száma

Az alkalmazott paraméterek ajánlott értékei (PTV 2007) alapján:

- - T ajánlott értéke 10 perc
- - a ajánlott értéke 2
- - k ajánlott értéke 1,5
- - t ajánlott értéke 10 perc

Míg T_{\max} ajánlott értéke hazai viszonyok között 50 perc

A megmaradó átszállás nélküli utazásokhoz az előzőekben meghatároztunk egy kiinduló utasszámot, míg ebben a lépésben az átszállásos utazásokhoz számítjuk ki az utasok számát.

A feladat, hogy meghatározzuk az i - j reláció utasszámát, feltéve, hogy az i - j utazás az i - k_1 - k_2 - j útvonalon halad végig, átszállással k_1 és k_2 pontokban. Ekkor az előzőek alapján ismert az i - k_1 , k_1 - k_2 , k_2 - j szakaszok utasszáma. A későbbiekben bemutatott módon kiszámított átszálló arány ismert mindkét átszálló megállóra a le és a felszállók tekintetében is. Ez azt jelenti, hogy egy utazáshoz n átszállás esetén $2 \cdot n$ átszállási arány áll rendelkezésre. Ezeket külön-külön nem lehet felhasználni, mivel az i - j relációra egy darab utasszámot kell meghatároznunk a vizsgált utazási kapcsolat esetén. E probléma feloldására a következő eljárás javasolható:

- egy átszállás esetén a rendelkezésre álló arányok által szolgáltatott utasszámok átlagát vesszük figyelembe
- egynél több átszállás esetén a legmagasabb, és legalacsonyabb utasszámot produkáló arányt elhagyjuk, és a megmaradók átlagával számolunk tovább.

Ha az így meghatározott utasszám bármely részutazás (példánkban i - k_1 , k_1 - k_2 , k_2 - j) utasszámánál magasabb, akkor a részutazások utasszámai közül a legalacsonyabbat kell figyelembe venni.

Részletesebben, az átszállási arányok figyelembe vétele után rendelkezésünkre áll $2 \cdot n$ lehetséges utasszám, melyekből az előbbiek figyelembevételével ($n=1$ utasszámok átlagát vesszük figyelembe, $n>1$ a legmagasabb, és legalacsonyabb utasszám elhagyásával megmaradók átlagával számolunk tovább.) meghatározható az i - j reláció utasszáma. E lehetséges utasszámot tovább korrigáljuk, ha ez bármely részutazás utasszámánál magasabb.

Egy másik eljárás szerint a kiszámított lehetséges utasszámokból elhagyjuk azokat, melyek bármely részutazás utasszámánál magasabbak, de legfeljebb a $2 \cdot n - 2$ darab legnagyobb értéket. A megmaradó legalább kettő értékből elhagyjuk a legkisebbet, az ezek után fennmaradó értékek átlaga adja az i - j reláció utasszámát, ha ez magasabb, mint bármely részutazás utasszáma, akkor az i - j reláció utasszáma

a részutazások utasszámai közül a legalacsonyabbal lesz egyenlő.

3.3. Átszállási arány meghatározása

Az átszállási korrekció kulcsa a pontos átszállási arány ismerete. Ezen arányok kiszámítása két úton lehetséges:

- utasok kikérdezésével
- becsléssel

Az utasok kikérdezése esetén visszajutunk az alapproblémához, bár meg kell jegyezni, hogy ebben az esetben sokkal kisebb minta is elegendő, mivel a választási lehetőségek száma is kisebb, és a kikérdezést koncentráltan az átszállóhelyeken kell végrehajtani.

A kiválasztott átszállóhelyeken a megfigyelt járatok fel- és/vagy leszálló utasaitól csak annyit kell megtudni, hogy innen indultak-e, vagy itt szálltak át, ha átszállók, akkor mely járatra érkeztek (mely járatra utaznak tovább). E vizsgálat esetén az utazók választási lehetőségei kicsik, ezért kis mintával is pontos eredményre lehet jutni, így nagy valószínűséggel meghatározható az egyes relációkhoz tartozó átszállási arányt.

Az átszállási arány kiszámításának másik lehetősége azon az alapgondolaton nyugszik, hogy a működő közösségi közlekedési rendszer többé-kevésbé leírja az utazási igényeket. Ezt a feltételezést elfogadva az átszállási arány meghatározásához létrehozunk egy alapmátrixot az egyes megállók közötti eljutási idők alapján, majd ezt korrigáljuk az ismert fel- és leszállószámokkal, így lesz egy mintamátrixunk, mely alapot ad az átszállóarány meghatározásához (Horváth 2008).

Eszerint az átszállási arány i - j relációra k_1 megállóban a leszállók tekintetében:

$$\hat{a}_{ij|k_1} = \frac{f_{ij}^n}{\sum_l f_{il}^n \cdot \text{átsz}_{k_1|ij} + f_{ik_1}^n} \quad (7)$$

- ahol f_{ij}^n a mintamátrix i - j eleme
 $\text{átsz}_{k_1|ij}$ 1 ha i -ből j -be tartó utazás átszáll k_1 -ben
 0 egyébként

Ekkor az i - j reláció első lehetséges utasszáma:

$$f_{i,j,vjar}^1 = f_{i,k_1,vjar} \cdot \hat{a}_{ij|k_1} \quad (8)$$

Az előző részben leírtak szerint hasonló módon meghatározható az i-j utazás össze többi rész utasszáma, melyekből kiszámítható az i-j relációhoz tartozó becsült utasszám.

3.4. Az eljárás eredményeként kapott mátrix használhatósága

Ezt az eljárást minden utazási lehetőségre végrehajtva egy „utazási naplóhoz” jutunk. E napló tartalmazni fogja az összes utazási lehetőség becsült utasszámát. Miután az utazási lehetőségek a jelenlegi közlekedési rendszerre érvényesek, ezért ez az utazási napló közvetlenül nem alkalmazható a tervezésben.

A tervezésben való felhasználáshoz az eredményként létrejövő utazások listáját térben (körzetek), és/vagy időben (csúcsidőszaki, napi forgalom) aggregálni kell.

Ha rendelkezésre állnak részletes tervezési adatok (pl.: tervezett menetrend...), akkor célszerű az utazási listát időben rövid (10-15 perc) szakaszokra, és térben egyáltalán nem, vagy a szokásosnál kisebb (2-3 megálló nagyságú) körzetekre aggregálni.

4. A MÁTRIXBECSLÉSI ELJÁRÁS ALKALMAZÁSA A GYAKORLATBAN

4.1. Rendelkezésre álló adatok

2008. október 16-án (továbbá 11-én és 12-én) teljeskörű keresztmetszeti utasszámlálásra került sor Dunaujvárosban (Prileszky 2009). Az utasszámlálás adatait a vázolt mátrixbecslési eljárással is feldolgoztuk.

A közösségi közlekedési rendszer javításához, módosításához felépítettük a vizsgált terület forgalmi modelljét a Visum közlekedéstervező programcsomaggal. A forgalmi modell két bemeneti adatsortja:

- Kínálat (közlekedési szolgáltatás)
 - közlekedési hálózat (járatí útvonalak, megállóhelyek)
 - közösségi közlekedési szolgáltatás (vonal, menetrend)
- Kereslet (utazási igények)

Az utasszámlálás kapcsán a kínálati oldal összes jellemzője rendelkezésünkre állt, míg a keresleti oldallal kapcsolatban csak a járatok fel- és leszállószámai voltak ismertek.

4.2. Mátrixbecslési eljárás alkalmazása

A korábban vázolt eljárást alkalmazva a teljeskörű utasszámlálás adatait felhasználva, meghatároztuk a járatí célforgalmakat. Meggyorsítandó a számítási eljárást a területet 24 forgalmi körzetre osztottuk, és a korábban

javasolt aggregációt a folyamat elején elvégeztük, így nem megálló-megálló, hanem körzet-körzet kapcsolatokat kerestünk.

A városban kevés relációban szükséges az átszállás, jellemzőek a közvetlen eljutások, így az átszállási korrekciót csak néhány esetben kellett alkalmazni, így az ebben rejlő hibák kevésbé torzították a létrejövő célforgalmi mátrixot.

A folyamat eredményeként létrejött egy olyan „célforgalmi mátrix” melynek 8819 sora és 24 oszlopa volt. A mátrix minden egyes sora egy járat egy megállóbeli utascseréjét jelenti. Ezt a mátrixot aggregáltuk, oly módon, hogy eredményként létrejött 19 db órás célforgalmi mátrix.

Lehetőség lett volna időben részletesebb mátrixsorozat létrehozására is, azonban a tervezés szempontjából nem volt értelme ennél több mátrixot megalkotni, mivel a viszonylatok jellemző követési ideje 30 perc.

A 19 célforgalmi mátrixot, mint az utazási igényeket leíró mátrixsorozatot beillesztettük a Visum programmal készített forgalmi modellbe (3. ábra).

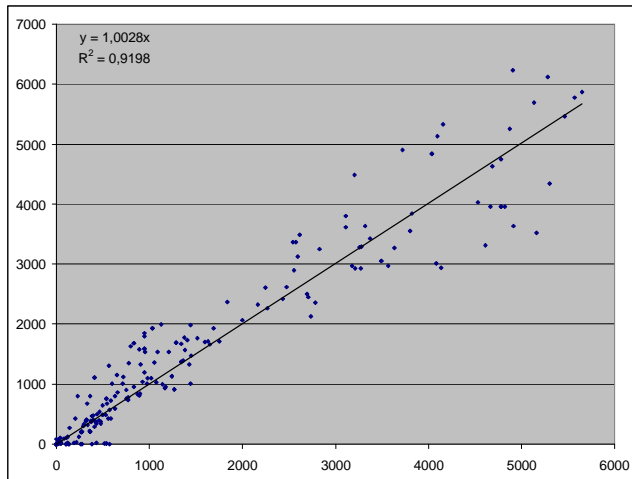
No	Code	Name	Dec	Random Round	Sum	Intrazone total	DSeg	DStratum
1		uk-5:00	3	<input checked="" type="checkbox"/>	343.000	0.000	tk1	
2		5:00-6:00	3	<input type="checkbox"/>	1535.000	0.000	tk2	
3		6:00-7:00	3	<input type="checkbox"/>	2099.000	0.000	tk3	
4		7:00-8:00	3	<input type="checkbox"/>	2457.000	0.000	tk4	
5		8:00-9:00	3	<input type="checkbox"/>	1832.000	0.000	tk5	
6		9:00-10:00	3	<input type="checkbox"/>	1813.000	0.000	tk6	
7		10:00-11:00	3	<input type="checkbox"/>	1600.000	0.000	tk7	
8		11:00-12:00	3	<input type="checkbox"/>	1605.000	0.000	tk8	
9		12:00-13:00	3	<input type="checkbox"/>	1633.000	0.000	tk9	
10		13:00-14:00	3	<input type="checkbox"/>	2490.000	0.000	tk10	
11		14:00-15:00	3	<input type="checkbox"/>	2790.000	0.000	tk11	
12		15:00-16:00	3	<input type="checkbox"/>	1954.000	0.000	tk12	
13		16:00-17:00	3	<input type="checkbox"/>	1575.000	0.000	tk13	
14		17:00-18:00	3	<input type="checkbox"/>	1462.000	0.000	tk14	
15		18:00-19:00	3	<input type="checkbox"/>	972.000	0.000	tk15	
16		19:00-20:00	3	<input type="checkbox"/>	539.000	0.000	tk16	
17		20:00-21:00	3	<input type="checkbox"/>	390.000	0.000	tk17	
18		21:00-22:00	3	<input type="checkbox"/>	320.000	0.000	tk18	
19		22:00-uz	3	<input type="checkbox"/>	427.000	0.000	tk19	
20		egesz_nap	3	<input type="checkbox"/>	27872.000	0.000	X	

3. ábra Utazási igények a forgalmi modellben

A ráterhelési eljárás kalibrálása érdekében először ráterheléseket végeztünk a jelenlegi közösségi közlekedési hálózaton.

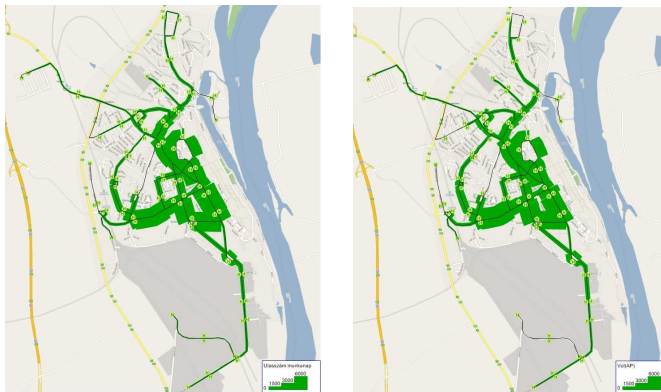
A Visum kínálta lehetőségek közül a menetrend alapú ráterhelést választottuk, miután rendelkezésünkre állt mind a menetrend, mind az időben változó célforgalmi mátrixsor.

A ráterhelés eredményeit a hálózat elemi szakaszain hasonlítottuk össze. Optimális esetben a számított és mért utasszámok között az $y=x$ összefüggésnek kell fennállnia. Az összefüggés a vizsgált esetben $y=1,0028*x$ lett, $R^2=0,9198$ mellett, ami igen jó közelítésnek tekinthető (4. ábra).



4. ábra Számított utasszámok a mért utasszámok függvényében

A mért és a számított utasszámok összehasonlítását grafikusán is el lehet végezni (5. ábra).



5. ábra A mért és a számított utasszámok grafikus összehasonlítása

A forgalmi modell, és a ráterhelési eljárás módosításával R2 értéke akár 0,9991-re is javítható, ekkor azonban x együtthatója 0,9245-re romlik. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a hálózat tervezése szempontjából mindkét eset kellően pontos eredményeket szolgáltat.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A közösségi közlekedési rendszerek tervezésének sarkalatos pontja az utazási igények ismerete. Ezen ismeretek rendszerint nem, vagy csak hiányosan állnak rendelkezésünkre. E probléma kiküszöbölésére kidolgoztunk egy eljárást, mely nagy biztonsággal képes becslést adni a közösségi közlekedési rendszer iránti utazási igények térbeli és időbeli szerkezetére.

Az eljárás gyakorlati alkalmazása során bebizonyosodott, hogy a felépített modell valóban jól leírja a vizsgált közlekedési rendszeren fellépő utazási igényeket, és alkalmas egy új közlekedési rendszer tervezésének ellenőrzésére.

IRODALOMJEGYZÉK

- Finn B. (2007): Flexible Mobility Service as a transport policy and social cohesion tool, *MASCARA Final Conference*, 2007. május 24-25 Firenze p3-8
- Horváth B. - Horváth G. (1998): Methodolgy of Public Transport Planning, *ESTI – Young Researcher's Conference*, 1998. október 2-3 Párizs
- Fülöp G. – Hirkó B. – Mátyus J. – Prileszky I. –Szabó L. (1999): *Közlekedési üzemtan II.*, Győr SZIF-Universitas Kft.
- Nagy E. – Szabó D. (1984): *Városi közlekedési kézikönyv*, Budapest Műszaki Könyvkiadó
- PTV AG. (2007): *Visum 10.0 User Manual*, Karlsruhe PTV – Planung-Transport-Verkehr AG
- Horváth B. – Farkas I. – Horváth R. – Winkler Á. (2008): *Városi közforgalmú közlekedési szolgáltatás javításának lehetőségei Zalaegerszegre adaptált modell segítségével*, Győr Széchenyi István Egyetem
- Prileszky I. – Fülöp G. - Horváth B. – Horváth G. - Farkas I. – Winkler Á. (2009): *Dunaújváros helyi tömegközlekedési szolgáltatásának fejlesztése komplex hatékonysági kritériumok alapján*, Győr Universitas – Győr Nonporifit Kft