

A budapesti közösségi közlekedés teljesítményének vizsgálata

Gaal Gyula*, Horváth Eszter**, Csete Mária***, Török Ádám****

*KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. Közlekedéspolitikai és –gazdasági Központ
(Tel: +36 1 371 5924; e-mail: gaal.gyula@kti.hu).

** KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. Közlekedésinformatikai Központ
(e-mail: horvath.eszter@kti.hu)

*** Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Környezetgazdaságtan Tanszék
(e-mail: csete@eik.bme.hu)

**** Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék
(email: atorok@kgazd.bme.hu)

Az Európai Bizottság a közlekedésről szóló 2001-es Fehér Könyvében foglalkozott először a modal split, azaz az egyéni és a közösségi közlekedés arányának várható alakulásával. A modal split a nagyvárosok egyik fontos problémája is, hiszen a közlekedés itt van a legnagyobb hatással az életszínvonalra és a környezetre. A vele járó lég- és zajszennyezés, az egészségügyi hatások olyan jelenségek, amelyekkel minden érintettnek és főleg döntéshozónak foglalkoznia kell: a városi közlekedést minden szempontból a lehető leghatékonyabbá kell tenni. Jelen cikk a budapesti közösségi közlekedés termelési függvényének vizsgálatával foglalkozik. Olyan modell felépítése volt a cél, amelyben a különféle termelési tényezők hatásai megbecsülhetők, a közösségi közlekedés teljesítménye prognosztizálható.

1. BEVEZETÉS

A közlekedési rendszer a gazdaság egyik legfontosabb szektora, a társadalom vele szemben állított elvárásai ennek megfelelően magasak. A számos pozitív hatás mellett azonban a működtetés sok hátrányos jelenséggel is jár. A közlekedés hozzájárul a javak és szolgáltatások elérhetőségének javításához, a gazdaság növekedéséhez, az utazások szervezethez és megbízhatóságához. Ugyanakkor a hatékony integráció és térhasználat biztosításával aktív szerepet kellene vállalnia a környezeti fenntarthatóságban is (IRJ, 2014).

Nem túlzás azt állítani, hogy a városi közlekedés a közlekedési rendszer legfontosabb alrendszere, hiszen a hatások többsége a városokban és környezetükben jelentkezik. Az utazások során megtett távolságok 64%-át már ma is városi környezetben produkáljuk, azonban 2050-re ezek mennyisége várhatóan a háromszorosára emelkedik. Nem csoda, hiszen akkor már a népesség 70%-a él majd városokban (Lerner, 2012). Ezek egyben a közeljövő kihívásai is, így a szakembereknek már most el kell kezdeniük a problémák orvoslásán gondolkodni, hiszen amíg ezek a jelenségek ma még csak szűk keresztmetszetként jelentkeznek, az idő előre haladtával egyre inkább meghatározzák az életszínvonalat.

Napjainkban az utasok számára a minőség és a költség a legfontosabb (Tica et al., 2011), de a teljesítmény és a technológia is fontos változók (Dell’Olio et al., 2012). Mindazonáltal a térhasználat problémája jelentkezik legerősebben a városi területeken, így jelenleg a fenntarthatóság a népszerű közösségi közlekedés kialakításának kulcsa (Cerny et al., 2014).

2. MÓDSZERTAN

$$P = \frac{W}{t} \quad (1)$$

ahol

P: teljesítmény [$J \cdot s^{-1}$]

W: munka [J]

t: idő [s]

A teljesítmény mechanikai definíciójához hasonlóan megfogalmazható a közlekedésben is a teljesítmény definíciója. Ezek alapján:

$$p = \frac{W}{t} \quad (2)$$

ahol

P: közlekedési teljesítmény [$utas \cdot km \cdot év^{-1}$]

W: munka [$utas \cdot km$]

t: idő [$év$]

Amint az a fentebbi képletből is kiolvasható, a két tétel között hasonlóság áll fenn, ezért a definíciók mindkét esetben megfelelően értelmezhetőek. A modal split a közlekedési alrendszernek a teljes közlekedési szektor teljesítményéhez viszonyított teljesítmény arányát mutatja meg. Ugyan a modal split számos tényezőt egyesít magában, mégis rávilágít a meglévő problémákra, így az alaposabb vizsgálat jelentősen hozzájárulhat a megfelelő jövőbeli stratégiák kidolgozásához. A közlekedés különböző területein már eddig is több modellt hoztak létre (pl. Sivilevicius, 2011). Budapesten az utóbbi években a modal split lassan csökkent, de a folyamat

megfordítása így is nehéz feladat. A Budapesten belüli utazások 60%-ához a közösségi, 40%-ához az egyéni közlekedés valamely módját választják. A Budapest határát átlépő utazások esetében az arányszámok már megfordulnak (39%-61%) (Heinczinger et al., 2011).

Jelen cikkben a szerzők a városi közlekedés teljesítményét vizsgálták a termelési függvények elméleti háttere alapján. A termelési függvények általánosságban matematikailag fejezik ki a termelés és a termelési tényezők összefüggését. Az általános termelési függvény az alábbiak szerint írható le:

$$T = f(M_e, M_h) \quad (3)$$

ahol

- T: termelés
- M_e : humán erőforrás;
- M_h : nem humán erőforrás (pl. gépek, pénz stb.);

A városi közlekedés esetében a humán erőforrás nem csak a sofőröket jelenti. Ide sorolandók a forgalomirányítók és az ellenőrök is, de a valóságban minden érintett dolgozót figyelembe kell venni. A városi személyközlekedésben Cobb-Douglas már ismert termelési függvényét használhatjuk:

$$T = c \cdot M_e^x \cdot M_h^{(1-x)} \quad (4)$$

ahol

- T: termelés (a városi személyközlekedés teljesítménye)
- M_e : humán erőforrás;
- M_h : nem humán erőforrás (pl. járművek);
- c: a műszaki fejlesztés indexe;
- x: humán erőforrás rugalmassága;
- 1-x: nem humán erőforrás rugalmassága.

A Cobb-Douglas-függvény egy homogén, lineáris termelési függvény, amelyben a termelés rugalmassága konstans. A városi közlekedés – ahol elméletileg a szolgáltatási színvonal folyamatosan emelkedik – termelés rugalmassága a fejlesztések miatt nem konstans, hanem csökken. Ez elsősorban a tőkeintenzitás szignifikáns növekedésével függ össze. Ebben az elgondolásban marginális helyettesítési ráta nagyon fontos: megmutatja, hogy a termelés valamely tényezője mennyiben helyettesíthető egy másikkal (jelen esetben az élőmunka a géppel). Az egyszerűsítés miatt szerzők a termelési függvényt konstans rugalmassággal vették figyelembe a modellezés során. Az irodalmi adatok alapján a Cobb-Douglas-féle termelési függvény a termelési tényezők közötti eltérés 70%-ára ad magyarázatot. A városi közösségi közlekedés esetében a képlet az alábbiak szerint módosítható:

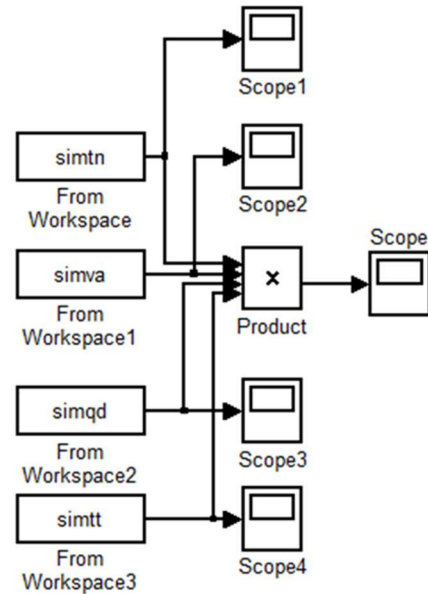
$$T = G \cdot n_0 \cdot n \cdot t_v \cdot v_\alpha \cdot q_\delta \cdot t_t \quad (5)$$

ahol

- G: járműállomány [-];
- n_0 : forgalomba adás [-];
- n: munkanapok száma;
- t_v : átlagos napi munkaórák száma járművenként [óra];
- v_α : átlagos keringési sebesség [km · h⁻¹];
- q_δ : járművek átlagos befogadóképessége [fő];

t_t : kihasználtság [-].

(5) elemzéséhez a MATLAB Simulink modelljét használtuk (1. ábra):



1. ábra: A MATLAB Simulink Modell áttekintése

3. EREDMÉNYEK

Elsőként az bemeneti paramétereket vizsgáljuk meg.



2. ábra: Bemeneti paraméterek vizsgálata – Éves átlagos munkaidő

Az éves átlagos munkaidő szignifikánsan csökkent az évek során, amit kivetítettünk a vizsgált időszakra (2. ábra). Egy kisebb növekedést is megfigyelhetünk az éjszakai buszhálózatnak köszönhetően. 2008-ban a hálózat jelentős mértékben megváltozott: egyfelől az útvonalak jelentős része módosult, másfelől pedig ekkortól a statisztikai adatokban is megjelennek az éjszakai hálózat adatai (ezt megelőzően nem ez volt a gyakorlat). Mindazonáltal a tendencián ez kevésbé változtat. 2004 és 2006 között 150 új busz érkezett Budapestre, amely a teljes állomány több, mint 10%-a. 2006-2007-ben

megérkezett a 40 Combino villamos is (ld. később) (BKV, 2010). A nagy közforgalmú közösségi teljesítményt lebonyolító városok esetében a következő lépésnek az utazási értéklánc teljes integrálása és a kényelem növelése kell legyen a közösségi közlekedés agresszív terjeszkedésével.



3. ábra: Bemeneti paraméterek vizsgálata – Átlagos keringési sebesség

Az átlagos keringési sebesség szignifikánsan nőtt, és ezt extrapoláltuk a vizsgált időszakra (3. ábra). Kicsi csökkenés is észrevehető, ami a növekvő városi forgalomnak tudható be, azonban a gazdasági válság jelentősen csökkentette a közlekedési igényeket, ami viszont értelemszerűen kisebb forgalommal és autóhasználattal járt, így a közösségi közlekedés járműveinek (különösen a buszok, trolibuszok és villamosok) sebessége tovább nőhetett. A fejlett országok városainak alapjaikban kell újratervezniük közlekedési rendszereiket, amennyiben az egyéni motorizált közlekedési módok felől a fenntarthatóság irányába akarnak lépéseket tenni.



4. ábra: Bemeneti paraméterek vizsgálata – Járművek átlagos befogadóképessége

A 4. ábrán jól látható, hogy a járművek átlagos befogadóképessége szignifikáns növekedésen ment keresztül

és ezt kivetítettük a vizsgált időszakra. A folyamatos növekedés a járművek cseréjének köszönhető. A már említett Combino villamosok a világ leghosszabbjai, ezért a 40 darabos példányszám határozott javulást eredményezett (egy Combino 350 utas befogadására képes, míg egy átlagos csuklós autóbusz kb. 100 fő elszállítására képes). Meg kell jegyeznünk azt is, hogy a járművek befogadóképességének növekedésével párhuzamosan a vizsgált időszakban csökkent a járművek száma (és ez alapvetően a kisebb befogadóképességűeket érintette).



5. ábra: Bemeneti paraméterek vizsgálata – Járművek kihasználtsága

A járművek kihasználtsága szignifikánsan csökkent és ezt kivetítettük a vizsgált időszakra (5. ábra). A csökkenés folyamatos volt az elmúlt években. A már említett 2008-as hálózati változtatások hatása jól látható, ahogy a gazdasági válság kezdete is sejthető. Mindenképpen árnyalnunk kell a képet annak megállapításával, hogy a járművek kihasználtsága térben és időben jelentős különbséget mutathat, azoktól nagymértékben függ.



6. ábra Kimeneti paraméter - Teljesítmény

Összességében a fenti paramétereknek köszönhetően könnyen megállapíthatjuk, hogy az utaskilométerben kifejezett teljesítmény folyamatosan csökken (6. ábra).

4. KONKLÚZIÓ

A városi közlekedési rendszerek reformja az egyik legnagyobb kihívás, amely a döntéshozók, érintettek és felhasználók érdekeivel is legalább részben szemben áll. Habár a modal split csökkenésének megállításához erős gazdasági, politikai és társadalmi érdekek fűződnek, a tendenciák nem ebbe az irányba mutatnak. A közösségi közlekedés teljesítményének növekedése az egyéni közlekedési módok részarányának csökkentése felé hatna, ami a környezet számára hozna többletelőnyt. A modal split a városi közlekedési rendszerek fenntarthatóságának megkerülhetetlen mutatója. A budapesti közösségi közlekedés elmúlt években tapasztalt fejlődési íve fenntarthatatlan és a közösségi közlekedés további térvesztése irányába hat. A modell jövőbeli fejlesztési iránya az adatok alapján történő előrebecslés és forgatókönyv vizsgálat.

REFERENCES

- A BKV Zrt. éves jelentése (2010). http://bkv.hu/ftp/annual_report/annualreporhun2010.pdf
Letöltés: 2014. 06. 26. 12:58
- Cerny J., Cerna A., Linda B. (2014): Support of decision-making on economic and social sustainability of public transport. In: *Transport* Vol. 29. Issue 1. pp. 59-68.
- Az Európai Közösségek Bizottsága: Fehér Könyv. Európai közlekedéspolitikai 2010-ig: itt az idő dönteni. COM(2001) 370 Brüsszel, 2001. szeptember 12. http://www.kukg.bme.hu/kukg/oktatas/bsc/tantargy/BMEKOKGA182/2001_0370_hu.pdf Letöltés: 2014. 06. 26. 13:00
- Dell'Olio L., Ibeas A., Dominguez A., Gonzalez F. (2012): Passenger preference analysis: light rail transit or bus versus car. In: *Transport* Vol. 27. Issue 3. pp. 276-285.
- Heinczinger M., Gaal Gy., Török Á. (2011): A közösségi közlekedés arányának növelése Budapest közlekedésében. In: *Európai Tükör XVI. évfolyam* 5. szám. http://2010-2014.kormany.hu/download/1/1d/30000/europai_tukor_2011_05.pdf Letöltés: 2014. 06. 23. 14:22.
- IRJ (2014): Urban networks under pressure. In: *International Rail Journal*, Vol. 54 Issue 6., June 2014. pp. 40-43.
- Lerner W. (2012): The future of Urban Mobility. Arthur D. Little. p. 28. http://www.adlittle.com/downloads/tx_adlreports/ADL_Future_of_urban_mobility.pdf Letöltés: 2014. 06. 25. 13:43
- Sivilevicius, H. (2011): Modelling the interaction of transport system elements. In: *Transport* Vol. 26. Issue 1. pp. 20-34.
- Tica S., Filipovic S., Zivanovic P., Bajcetic S. (2011): Development of trolleybus passenger transport subsystems in terms of sustainable development and quality of life in cities. In: *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 1(4). pp. 196-205. <http://www.ijtte.com/uploads/2011-12-19/d4c8811d-3ed9-537e196-205.pdf> Letöltés: 2014. 06. 23. 14:50