

A motorizáció előrebecslésének módszertani kérdései

A készülő Budapest közlekedési rendszerének fejlesztési terve „háttér-munkái” sorába illeszkedően a Közlekedés Kft. megbízást adott a főváros és agglomerációja 2034-ig terjedő személygépkocsi-ellátottságának az előrebecslésére, városkörzetenként, illetve településenként. A cikkben a nemzetközi kitekintés és a különböző motorizációs előrebecslések alapján összefoglalható tanulságok szerepelnek, elsősorban módszertani szempontok hangsúlyozásával.

Először a motorizáció előrebecslésével kapcsolatos általános kérdéseket, majd a szakirodalom alapján külön az aggregált és a diszaggregált modelleket ismertetik a szerzők. Bemutatásra kerülnek ezek után a fővárosi és agglomerációs elemzés kiinduló feltételei, az előrebecslés módszerei.

**Fleischer Tamás – Gulyás András
– Koren Csaba – Makula László**

E-mail: tfleisch@vki.hu, gulyas@kozut.hu,
koren@sze.hu, drmakula@kvantitas.hu

MIÉRT VAN SZÜKSÉG A MOTORIZÁCIÓS SZINT ELŐREBECSLÉSÉRE?

A főváros közlekedési rendszerfejlesztési keretvének kialakítása kapcsán mindenképpen rá kell mutatni arra az alapvető összefüggésre, hogy jelenlegi tudásunk szerint elavult az a felfogás, miszerint a motorizációs szint (ezer fő lakónépességre jutó személygépjárművek száma) olyan külső adat lenne, amely végzettszerűen bekövetkezik, és a közlekedésszervezés/közlekedéstervezés feladata „csak” annyi lenne, hogy felkészüljön a várható forgalom lebonyolítására, kiszolgálására. A város és a közlekedés tervezőinek a kezében ugyanis számos olyan eszköz van, amivel befolyásolni lehet, hogy egy város (település, városrész) mennyire válik autó-függővé, ott mennyire jelentkezik kényeszerű megoldásként az autóhasználat.

„A hagyományos megközelítésben a közlekedéstervező a forgalmat, mint következményt akarja előrebecsülni, hogy megfelelő kínálati tényezőket tudjon előkészíteni a forgalom számára. Az új infrastruktúra magas tőkeköltsége, a csökkenő földterület a kiegészítő közlekedési infrastruktúra

számára, a levegőminőség romlása, a társadalmi ellenkezés az új infrastruktúra-építések hátrányos hatásai miatt; – mindez összegeződik és hatást gyakorol a módszerekre. Leáldozóban van a reaktív, kínálatot növelő, előrebecslés-orientált utazási igény elemzés, és előtérbe kerül egy proaktív, igény-csökkentő, szakpolitikai beavatkozás-orientált megközelítés.” (Bhat, C R – Guo, J Y 2007)

Az elmúlt száz év örökségeként a város és a térség közlekedési hálózata, közlekedési kapacitásai adottak. További építésekkel, fejlesztésekkel ezt lehet módosítani, de új elemekkel még 10-20 éves távlatban is a meglévő struktúrák alig néhány százalékat lehet megváltoztatni. A jövőbeli életkörülmények jelentős mértékben azon múlnak, hogy a meglévő struktúrával hogyan gazdálkodunk, annak korlátait mennyire vesszük figyelembe. A nemzetközi irodalomban találtunk olyan megközelítést is (Tam, M. L. – Lam, W H. K. 2000, Yang, Z –Chen, G –Yu, B 2008), amelyik kifejezetten ezt tekintette céljának: azaz meghatározni, hogy az adott (de akár a jövőben várható) közlekedési hálózat egy adott városban mekkora maximális motorizációt képes elviselni úgy, hogy a város közben élhető maradjon.

Mi magunk egy ennél enyhébb feltételt tartanánk végiggondolandónak: nevezetesen azt, hogy a térség (Budapest és környéke, a Budapesti Közlekedési Szövetség által felölelt települések) a jelen-

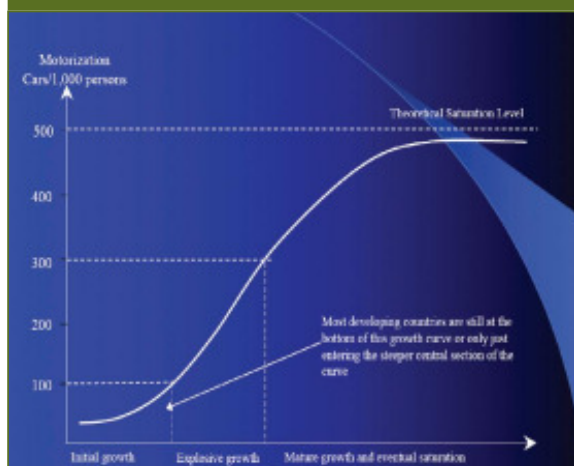
legi és várható kapacitásaival mekkora forgalmat képes fenntartható módon lebonyolítani. Ehhez a megengedhető forgalmi áramláshoz kell megtervezni azt a szabályozási közeget, ami biztosítja, hogy a forgalmi mennyiségek valóban a kitűzött kereteken belül maradjanak. Az ilyen szabályozás nyilván előtérbe fogja helyezni a közösségi közlekedést, és korlátozásokat (adminisztratív, tarifális, forgalomszabályozási stb.) fog jelenteni az egyéni közlekedés számára. Ezek a feltételek akkor is vizsgálhatnak a városban élők jövőbeni gépkocsi-tulajdonlásának a mértékére, ha azzal közvetlenül a szabályozás nem is foglalkozik.

A MOTORIZÁCIÓS ELŐREBECSLÉS KERETEI: A MOTORIZÁCIÓS FELÜLET

Egyetlen motorizációs mutatószám [szgk/1000fő] egy adott időpontra és egy adott településre vonatkozik. Függvény formájában egy adott térségre vonatkozó mutatószám időbeli alakulását tudjuk ábrázolni, ami egy S-alakú görbe – ú.n. szigmoid, vagy logisztikus görbe – egy szakaszát jeleníti meg (1. ábra). Gyakran lehet találkozni olyan ábrázolással is, amikor a vízszintes tengelyen nem az idő, hanem a térségre vonatkozó fejlettségi mutató jelenik meg. Közeli egyenletes GDP fejlődést feltételező időszakokban természetesen a két ábrázolás kevésbé különbözik egymástól.

1. ábra. Az elméleti „S” alakú görbe, melynek alakját a várható telítettségi szint és a gyors növekedés kezdetének a telítettségi szinthez viszonyított aránya határozza meg

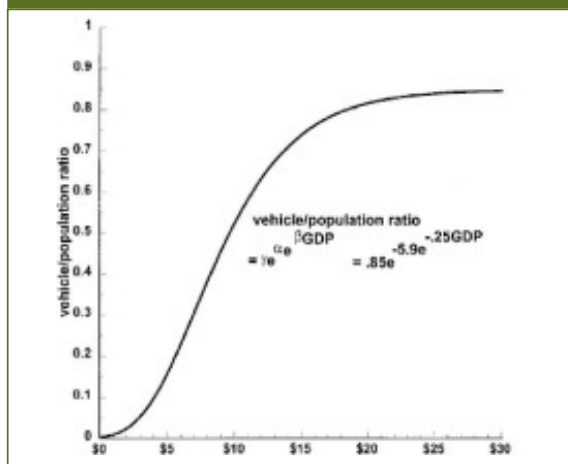
Forrás: Jocić, B (2005) y-tengely motorizáció [szgk/ezzer lakos]; x-tengely idő vagy fejlettség



A centrálisan szimmetrikus szigmoid, vagy logisztikus görbe helyett alkalmazni szokták az ú.n. Gompertz-görbét is, amely nem szimmetrikus, hanem a telítettséghez közelítő szakaszon hosszabban elnyúlik. (2. ábra)

2. ábra. Egy térség motorizációs szintje [szgk/1000 lakos] és az egy főre vetített jövedelem összefüggése a Gompertz-függvény szerint

Forrás: Dargay, J – Gately, D (1999)



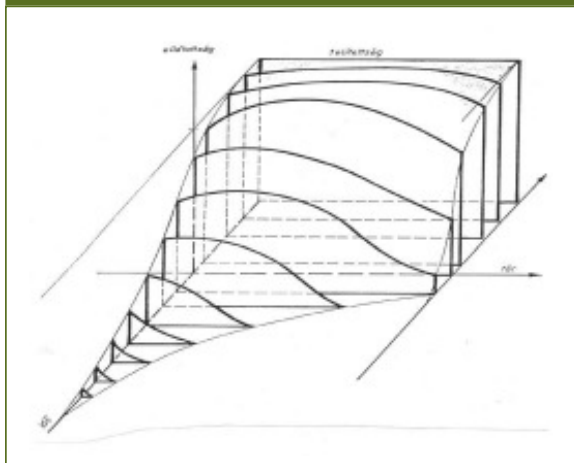
A másik gyakori ábrázolás esetében egy adott időpontra vonatkozóan ábrázoljuk különböző térségekben (például különböző országokban) a mutató aktuális értékét.

A két tárgyalt függvényforma (tehát egy térség motorizációs mutatójának alakulása különböző időpontokban, illetve különböző térségek motorizációs mutatójának összevetése egy adott időpontban) valójában úgy tekinthető, mint két merőleges metszete annak a motorizációs felületnek, amelyik egy tér-idő sík fölött alakul ki. Az alapsíkot tehát egyrészt az idő tengely képezi, másrészt a vizsgált térségeket sorban tartalmazó tengely. Ezen alapsík minden pontja fölött az a motorizációs mutató található, amelyik az adott térséghez és az adott időponthoz rendelhető.

Úgy tűnhet, ezzel a térbeli ábrázolással (3. ábra) csak bonyolítottuk az eddig sem teljesen világos feladatot. Az ábrázolás azonban alkalmat ad arra, hogy elgondolkodjunk a különböző tengelyek szerinti metszetekhez képest átfogóbb összefüggések létén.

Az idő-tengellyel párhuzamos S-görbe-sereg kapcsán az a kérdés, vajon a különböző térségek ugyanazon S-görbe szerinti fejlődési utat járják-e be (csak eltérő indulási időponttal), vagy pedig nem? Az utóbbit tartjuk valószínűbbnek, olyasmint, amit a 3. ábra is jelez, nevezetesen, hogy a későbbben indulók egy gyorsabb fejlődési folyamat (meredekebb emelkedő szakasz) során le tudnak valamit dolgozni a hátrányukból. Másfelől (ellentétben az ábrával) nem feltételezzük, hogy min-

3. ábra. A motorizációs ellátottsági felület a térbeli egységek (tér-tengely) illetve az előrebecslési időpontok (idő-tengely) által alkotott sík fölött kifeszítve



den téregységhez ugyanannak a telítettségi értékek kellene tartoznia.

Ennek megfelelően minden téregységre vonatkozóan a jelenlegi motorizációs érték jövőbeli pályájának az alakulását két paraméter, a várható telítettségi érték, és a meredekség (=a folyamat időbeli elhúzódása) segítségével írhatjuk le. Technikailag tehát akkor tekinthető megoldottnak a feladatunk, ha minden téregységre meg tudtuk állapítani e két értéket, aminek segítségével azután a pálya leírható, és a kérdéses évek adatai olvashatóak.

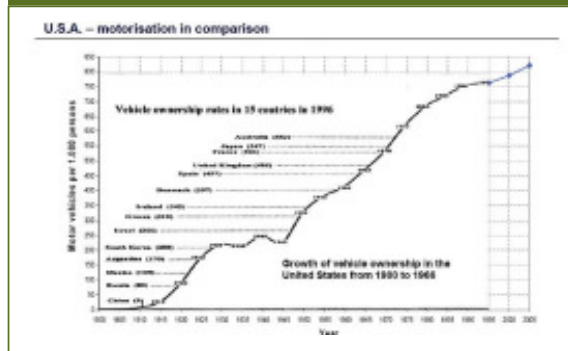
A telítettség és a meredekség értékeinek differenciált megállapításához kétféle úton juthatunk el. Egyfelől diszaggregált módszerrel, az egyes téregységek egyedi térségi jellemzőinek elemzése útján (erre szolgál a regressziós- és klaszter-elemzés). Másfelől azonban gondolkodhatunk aggregált modellben is, egy makro-léptékű skála mentén, és ehhez segít bennünket a fentebbi ábrázolás, továbbá számos nemzetközi tapasztalat is.

A MOTORIZÁCIÓS ELŐREBECSLÉS NEMZETKÖZI TAPASZTALATAI – AGGREGÁLT MODELLEK

A fentiekben egy viszonylag áttekinthető keretet próbáltunk nyújtani a megoldandó feladathoz. Természetesen, amikor konkrét szakirodalmi tapasztalatokat kerestünk, számos olyan tényezőre is rábukkantunk, amelyek figyelembevételre tovább bonyolítja a feladatot.

4. ábra. A motorizációs ellátottság változása az Egyesült Államokban 1900 és 2005 között. 15 ország 1996 évi motorizációs értékének a feltüntetésével

Forrás: Worldwatch Institute, Washington, idézi Ahrens, G-A (2008)



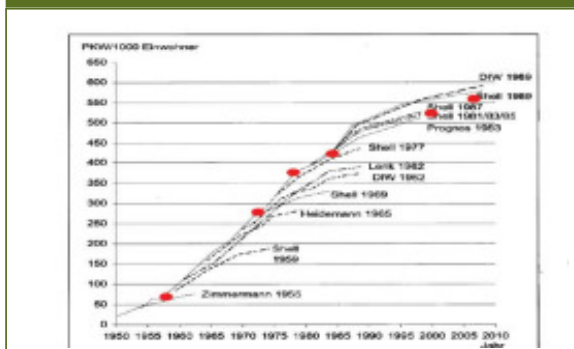
A 4. ábra az Egyesült Államok motorizációs fejlődését tünteti fel, és jóllehet felismerhetőek az S-görbe szakaszai, a fejlődés mégsem úgy ment végbe, ahogy azt a tankönyvi leírások sugalmazzák. Valójában az ábrázolt bő évszázadban legalább két S-görbe figyelhető meg, azaz az egyszer már elért telítődés egyáltalán nem jelent biztosítékot arra nézve, hogy valamilyen újabb technikai változtatás nyomán onnan ne indulhatna további fejlődés. Először, mintegy 30-40 év alatt jól láthatóan a fejlődés eljutott egy telítődési szintre. 1900-tól a második világháborúig feltehetően a „rövid hatótávolságú” autózás telítődött, 210-230 szgk/1000 lakos értéknél. (Meglévő, csak burkolatában javított utak, nagyobb távolságra menni még kaland.). A háború után azonban elkezdődött egy másik autózás, (az autópályák korszaka), amelyik erről a szintről indult, a 70-es években fejlődött a legmeredekebben, – és az is bizonytalan, hogy 800 szgk/1000 lakos érték körül telítődött-e.

A többi országgal való összehasonlítás azért csalóka, mert a később fejlődő országok pl. 1996-ban biztosan nem ezt a „két lépcsős” fejlődést követik, hanem rögtön a mai korszerű gépkocsikat használják, és az ehhez szükséges minőségű gyorsforgalmi utakat igénylik. Természetesen más magyarázat is elképzelhető, mindenesetre az első telítődés az 'egy háztartásban egy gépkocsi' modellt járja végig, és innen lép tovább az 'egy felnőtt-egy kocsi' modell felé. Ez utóbbi kétlépcsős telítődési folyamatot a közelmúltban a vezetékese telefon - mobiltelefon váltás során is megfigyelhettük.

A többször is telítődéshez közelíteni látszó amerikai motorizációs trend rendre megtévesztette a

kutatókat: ennek is szerepe lehetett abban, hogy a motorizáció korai szakaszában rendszeresen alulbecsülték a várható motorizációs fejlődést (5. ábra). Napjainkban viszont a fölé beclés veszélye jelenik meg. (Ld. az 5. ábra felső szakasza.) Érdekes, bár mindenki számolt az S-görbével, mégis rendre a bekövetkezőnél kisebb görbületet becsülték előre.

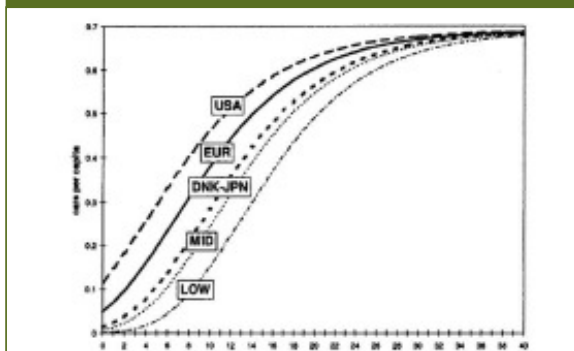
5. ábra. Múltbeli motorizációs ellátottság előrebecslések. Forrás: Leutzbach (2000) Das Problem mit der Zukunft. Idézi: Chlond, B (2006)



Európában a motorizációs modellek aggregált szintjén a legkiterjedtebb áttekintő tanulmányokat az elmúlt évtizedekben számos cikkben és OECD felmérésben Joyce Dargay készítette el, különböző partnerekkel. Munkáik során részben kombinálták az aggregált és a diszaggregált megközelítést.

Az OECD országok adatait áttekintő 1997-es tanulmányukban fejtik ki, hogy az egy főre eső jövedelem és az egy főre eső gépkocsi tulajdon közötti hosszú távú kapcsolat leírására a fentebb említett Gompertz-görbe a legalkalmasabb (Dargay, J – Gately, D 1997). Ez tehát hasonló a logisztikai gör-

6. ábra. A motorizációs ellátottság előrebecslése különböző OECD ország csoportokra a várható egy főre eső GDP függvényében (Telítettségi szintként egységesen 690 szgk/1000 lakos értékkel számoltak) Forrás: Dargay, J – Gately, D (1997)



béhez, de a felső tartományban mérsékeltebben nő. Modelljünkben a telítettség országonként nem különbözik, hanem a felzárkózási görbe tér el (6. ábra). 24 év, amíg a jövedelemszinthez idomul a szgk-ellátottság. A meredekség – a GDP-elaszticitás – felmeget 1,7-re, a fejlett országokban pedig csökken, és lemegy 0,6-ra (1992-es adatok).

A szerzőpáros következő cikkében (Dargay, J – Gately, D 1999) a motorizációs szint konvergálódását magasabb értékre helyezte: a várható telítettség mértékét egységesen 850 szgk/1000 lakos értékben feltételezték. Ez az Egyesült Államok számára lényegében elért telítettséget, a többi ország számára további állománynövekedést jelent. Ezekben a modellekben tehát nem kapott szerepet az eltérő európai (vagy ázsiai) szemlélet, fejlődési pálya, vagy a városok eltérő struktúrája és laksűrűsége, az eltérő közlekedéspolitikák, a tömegközlekedés eltérő sűrűsége stb. Ezek a tényezők, illetve várható hatásai a diszaggregált modellekbe építhetők be, de az onnan származó eredmények természetesen visszaépíthetők lennének az aggregált modellek kiinduló feltételei közé is.

Holland források kiemelik Cramer úttörő szerepét az európai forgalom-előrebecslési modellek kialakításában. (Cramer, J S – Vos A 1985, de vannak korábbi munkái is). Cramer nem csak közlekedési, hanem marketing, kereskedelmi, autó eladási szempontból is kezdte vizsgálni a piacot. Ő rögzített olyan alapvető evidenciákat, mint hogy az első kocsi elterjedésének a lehetséges felső korlátja a háztartások számához kapcsolható, mint elméleti telítődési értékhez, – míg a második és azutáni kocsik esetében a 20-70 éves népesség (mínusz a háztartások száma) tekinthető jó közelítéssel maximális piacnak. Arra vonatkozóan, hogy ebből aktuálisan mekkora a tényleges kereslet, jó iránymutatást adhat a kiadott vezetői engedélyek száma (Whelan, G 2007).

A MOTORIZÁCIÓS ELŐREBECSLÉS NEMZETKÖZI ELEMZÉSI TAPASZTALATAI DISZAGGREGÁLT MODELLEK ALAPJÁN

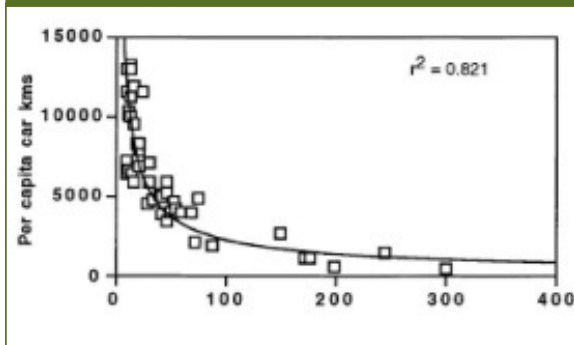
A nemzetközi forrásokat áttekintő tanulmányok közül az egyik legértékesebb, és a településenkénti megkülönböztetés felé továbblépő elemzés Kenworthy, J – Laube, F. 1999-es munkája, amely a városi autófűggség elemzése kapcsán foglalkozik a motorizációval.

Szélsőségesen autófűggső városokban (pl. Los Angeles) és sűrűn beépített, tömegközlekedéssel jól

ellátott városokban egyaránt központi probléma az autóhasználat mértéke, szabályozása. Vajon megállapítható-e az autófüggés mindenütt, ahol torlódások vannak? A tanulmány a világ különböző városait hasonlítja össze, hogy választ kapjon olyan kérdésekre, vajon mennyire képes a jó tömegközlekedés vagy a sűrű városszövet befolyásolni az autó-használatot, mik a városi közlekedés/területhasználat/gazdaság fő összefüggései, milyen policy beavatkozás képes javítani a helyzetet. A 46 városra kiterjedő széles merítésben 11 európai város is szerepel, és köztük négy olyan is, amelyik méreteiben Budapesttel összevethető (Koppenhága, Hamburg, Bécs, München). A szerzők 1990/91-es adatbázisból dolgoztak és regressziós összefüggéseket állapítottak meg (7. és 8. ábra). Egyébként korábbi vizsgálatok arra mutattak rá, hogy a város méretének kisebb a jelentősége az autófüggőségre, mint a város-morfológiájának és a közlekedési rendszer alapszerkezetének.

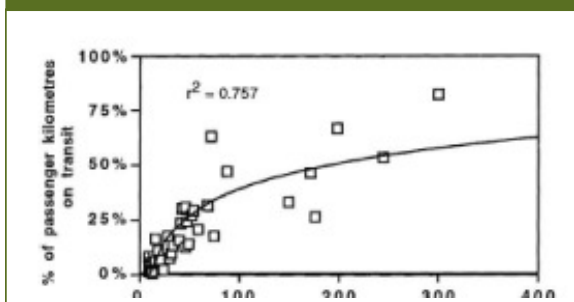
7. ábra, Az egyes városok laksűrűségének [fő/ha] és a gépkocsihasználati szokásoknak [szgk-km/fő/év] az összefüggése

Forrás: Kenworthy, J – Laube, F. (1999)



8. ábra, A város laksűrűsége és a tömegközlekedés százalékos aránya az összes motorizált forgalomból

Forrás: Kenworthy, J – Laube, F. (1999)



A járműhasználat nagyon fontos adat, és nagyobb különbségeket mutat, mint a gépkocsi tulajdonlása. Az USA városaiban 70%-kal nagyobb a gépkocsihasználat (km/év/fő) mint az utánuk kö-

vetkező ausztrál és kanadai városokban, 2,5-ször nagyobb, mint a leggazdagabb európai városokban, és 7,5-ször nagyobb, mint a gazdag ázsiai városokban. A gépkocsi tulajdonlás azonban az utóbbi két összehasonlításban „csak” 1,5-szörös és 5-szörös. (Azt világosan érzékelni kell, hogy a kibocsátások, az üzemanyag fogyasztás vagy a torlódások esetében a gépkocsihasználat mértéke veendő számításba, nem a tulajdonlás mértéke a meghatározó.)

Tömegközlekedés esetében is fontos a használat mértéke, mert ez mutatja, vajon a kínálat képes-e ténylegesen alternatívát nyújtani az autó igénybevételéhez képest. A hektáronkénti kötöttpályás ellátottság szintje viszont a szerzők tapasztalata szerint jó összhangot mutat a használattal (használhatósággal). A gépkocsi és a tömegközlekedés használatának adatai alapján megállapítható, hogy az összes megtett (utas-)kilométerek hány százaléka jut a tömegközlekedésre. Ez az érték az Egyesült Államokban 3%, Ausztráliában és Kanadában 8-10%, az európai mutató 23 % a mintában szereplő városok alapján, a fejlődő ázsiai városokban 40 %, a gazdag ázsiai városokban pedig 64 %.

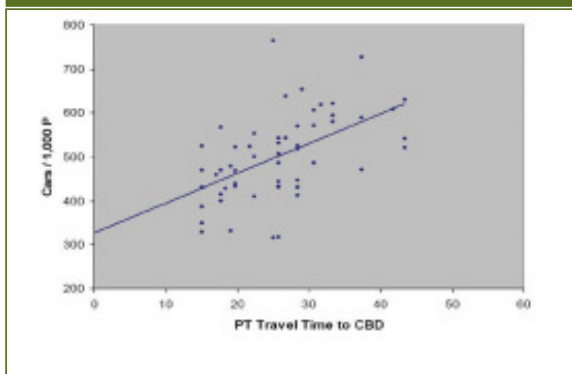
Hasonlóan markáns különbség volt tapasztalható a világrészek között a munkába járási utazások esetében, – ezzel szemben a munkába járásra fordított idő sokkal szűkebb szórást mutatott, majdnem mindegyik város csoport esetében fél óra körüli középértékkel. (A szerzők felvetették, hogy ez alátámasztja azt az elméletet, miszerint az emberek idő-ráfordítási szokásai nagyon stabilak, és ezen belül a közlekedésre fordított idő is viszonylag stabil értéket mutat. A gyorsabb közlekedéssel tehát nem takarítunk meg időt, mert a megtakarított időt közlekedésre fordítjuk, nagyobb távolságokra utazunk.)

Azokban a városokban, ahol erős az autó-függés, a tömegközlekedésnek nem csak a részaránya kicsi, de a közforgalmú közlekedés rentabilitása is alacsony (20-30% megtérülés a menetjegyekből); ezzel szemben ott, ahol a tömegközlekedés aránya magas, 90 %-os vagy magasabb megtérülés is elérhető.

Németországi kutatási eredmények (Chlund, B – Kuhnimhof, T 2007) szerint a motorizációs szint és a várható telítettség magasabb, ha nem megfelelő a közösségi közlekedési ellátottság (9. ábra). Valójában ez az ábra leginkább a városközponttal való közforgalmú közlekedési kapcsolat hatását érzékelteti.

9. ábra. A gépjármű tulajdonlás [szgk/ezer lakos] mértékének összefüggése a városközpont megközelíthetőségével [tömegközlekedési utazási idő a városközpontba].

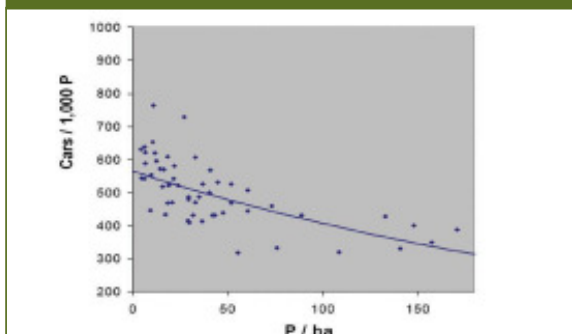
Forrás: Chlond, B – Kuhnimhof, T (2007)



A laksűrűség növekedésével arányosan csökken a motorizációs szint és a várható telítettség (10. ábra).

10. ábra. A gépjármű tulajdonlás mértékének összefüggése a laksűrűséggel [fő/ha]

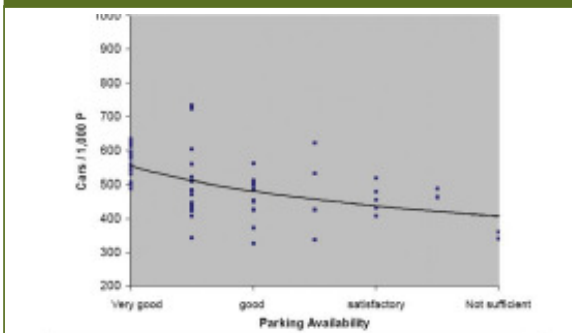
Forrás: Chlond, B – Kuhnimhof, T (2007)



A parkolási lehetőségek hiánya szintén mérsékli a motorizáció szintjét és a várható telítettség értékét. (11. ábra)

11. ábra. A gépjármű tulajdonlás mértékének összefüggése a parkolási lehetőségekkel

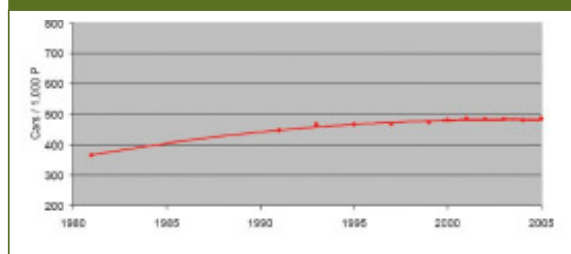
Forrás: Chlond, B – Kuhnimhof, T (2007)



A 12. ábrán Karlsruhe motorizációs görbéjének az alakulása kísérhető figyelemmel. A görbe nem lépi túl az 500 szgk/1000 lakos értéket.

12. ábra. A motorizáció stagnálása Karlsruhéban

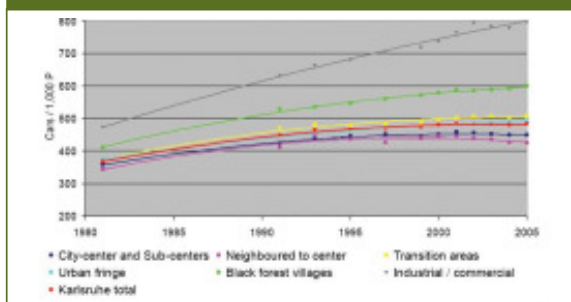
Forrás: Chlond, B – Kuhnimhof, T (2007)



A 13. ábrán látható, hogy a különböző városrészek motorizációs fejlődése és telítettségi értéke nagymértékben eltérő lehet. A jó közösségi közlekedéssel rendelkező, sűrűn lakott központi városrészek lényegesen alacsonyabb értéken telítődnek.

13. ábra. Különböző városrészek motorizációs fejlődésének eltérő alakulása

Forrás: Chlond, B – Kuhnimhof, T (2007)



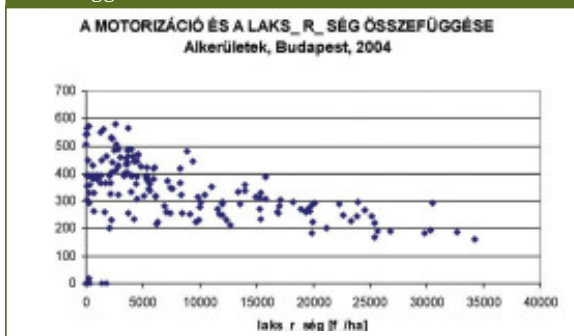
A MOTORIZÁCIÓ ÉS A TERÜLETI JELLEMZŐK JELENLEGI ÖSSZEFÜGGÉSEI A FŐVÁROSBAN ÉS AGGLOMERÁCIÓJÁBAN

Magyarországon egyelőre még – a fejlett országokban tapasztaltaktól eltérően – a fővárosban magasabb a személygépkocsi-ellátottság, mint az ország többi részén, ugyanakkor a két érték közelít egymáshoz, és hamarosan keresztezhetik egymást.

A motorizáció és a területi jellemzők összefüggéseit fővárosi alkerületi szintű KSH adatok alapján vizsgálva a laksűrűséggel illetve az aktivitással alkotott összefüggések a 14. és 15. ábrán láthatók. A vizsgálatok hatásterülete az alábbiakra terjedt ki: (1) Budapest 164 alkerületére, (2) a budapesti agglomeráció településeire, településenkénti bontásban.

A 14. ábrán az adatok meglehetősen szórása ellenére kirajzolódik az a trend, mely szerint a laksűrű-

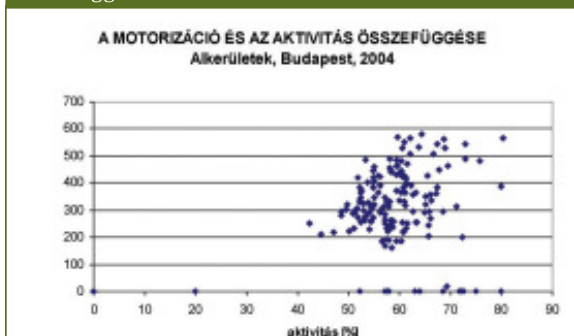
14. ábra. A motorizáció és a laksűrűség összefüggése



ség növekedésével csökken a motorizációs szint. A jelenlegi fővárosi alkerületekben a motorizációs szint kerekítve 200 szgk/ezer lakos és 600 szgk/ezer lakos érték között változik.

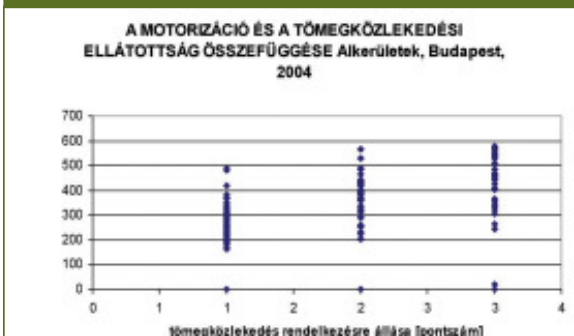
Az aktív keresők arányával összevetve a motorizáció alakulását a 15. ábrán azt tapasztaljuk, hogy magasabb aktív kereső arányhoz inkább fejlettebb motorizáció tartozik.

15. ábra. A motorizáció és az aktivitás összefüggése



A közlekedési jellemzők értékelésével megállapíthatóvá vált a motorizációs szint és a közforgalmú közlekedési ellátottság közötti fordított irányú kapcsolat (16. ábra.) Eszerint tendenciájában

16. ábra. A motorizáció és a tömegközlekedési ellátottság összefüggése
Jelmagyarázat 1=jó, 2=közepes, 3=rossz



jobb közforgalmú közlekedési ellátottsághoz alacsonyabb motorizációs szint tartozik.

A motorizációs szint és a parkolási ellátottság között azonos irányú kapcsolat áll fenn (17. ábra), vagyis jobb parkolási ellátottsághoz tendenciájában magasabb motorizációs szint tartozik.

17. ábra. A motorizáció és a parkolási helyzet összefüggése
Jelmagyarázat 1=jó, 2=közepes, 3=rossz



Az agglomeráció településeinek a településsoros KSH adatok alapján ábrázoltuk a motorizációs szint kapcsolatát a személyi jövedelem-adó (SZJA) illetve a népsűrűség jellemzőivel. A SZJA esetén egyértelmű a pozitív kapcsolat, azaz a magasabb jövedelmi szintekhez nagyobb motorizációs fejlettség tartozik (18. ábra).

18. ábra. A motorizáció és az egy főre jutó szja összefüggése



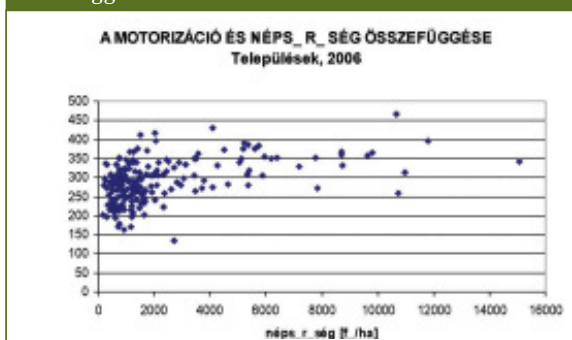
A település teljes területére vetített népsűrűségtől lényegében nem függ a motorizáció (19. ábra).

AZ ELŐREBECSLÉS ELMÉLETI ALAPJAI ÉS GYAKORLATI FOLYAMATA

FŐVÁROSI ALKERÜLETEK

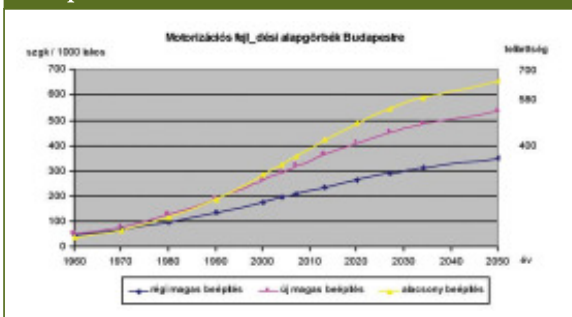
A fővárosnál kiinduló elvnek tekintettük, hogy az egyes körzeteiben a beépítési és közlekedési jel-

19. ábra. A motorizáció és a népsűrűség összefüggése



lemezektől függően egymástól eltérő, különböző mértékben korlátozott telítettségi értékek várhatóak. A három alapgörbe számításának alapja a minisztériumi (GKM illetve KHEM) forrásból rendelkezésre álló idősoros tényőrgörbe-pár. Ebben az anyagban külön a belső kerületekre, és külön a külső kerületekre található egy eddigi idősor, továbbá egy-egy motorizációs előrebecslés is. Az alapgörbéket ezután két pontra (1980 és 2007) illesztve meg lehetett határozni a két alapeset alapján. Egy harmadikat úgy, hogy a három alapeset a régi magas beépítés, az új magas beépítés és az alacsony beépítés kategóriáknak feleljen meg (20. ábra).

20. ábra. Motorizációs fejlődési alapgörbék Budapestre



A motorizációs fejlődési görbe („S” görbe) alap-egyenlete:

$$P(t) = \frac{1}{1 + e^{-t}}$$

amelyből levezethető az alapgörbék és csoportgörbék meghatározása során alkalmazott képlet (Mendez-Garcia (2007a))

$$\text{motorizáció} = \frac{\text{telítettség}}{1 + \text{alaktényező}}$$

$$\text{alaktényező} = \frac{\text{fellemlés} + \frac{\text{fejlődés}}{2} - \text{árnyv}}{\text{fejlődés}}$$

ahol az alaktényezőt a

$$\text{kifutás} = \frac{1}{1 + e^{-0,5 \ln(\text{alaktényező})}}$$

egyenlet megoldása szolgáltatja (Mendez-Garcia (2007b))

A kifutás az „S” görbe meredekebb részének szimmetrikus kezdetét és végét mutatja, ami az alapgörbék konkrét eseteiben:

- régi magas beépítés esetén 15% és 85%
- új magas beépítés esetén 12% és 88%
- alacsony beépítés esetén 10% és 90%

Az alapév, azaz a motorizációs fejlődési folyamat kezdete minden esetben 1950. A fellemlés éve 1966 és 1970 között, a fejlődés időszaka (a görbe meredekebb részének kiterjedése) 62 és 77 év között változik az esetektől függően.

A fővárosi alkerületek csoportosításánál figyelembe vett magyarázó változók:

- gazdasági aktivitás aránya,
- beépítés jellege,
- belső területeken a beépítés attraktivitása,
- közösségi közlekedés helyzete,
- parkolás helyzete,
- laksűrűség.

A magyarázó változók lehetséges kombinációiból a ténylegesen előforduló esetek alapján kialakult 23 csoport értelemszerű összevonásával előállt 11 csoport, melyeknek jellemző motorizációs fejlődése és távlatban várható telítettsége eltérő. A levezetett 11 csoportgörbe a 3 alapgörbe egy ponton (2004) illesztett paraméter-korlátos átalakítása. A telítettségi értékek a fővárosban figyelembe veszik a beépítettséget, az attraktivitást, valamint a közösségi közlekedés és a parkolás helyzetét. A laksűrűséggel fordítottan arányos a motorizációs szint és a telítettség, azaz minél sűrűbb egy településrész, ott annál alacsonyabb a telítettség. Értelemszerűen a jobb közösségi közlekedés csökkenti, a jobb parkolási helyzet növeli a motorizációt. Szintén növelő tényező a beépítés attraktivitása, mely a gazdasági potenciállal is összefügg.

A csoportosítást a telítettség meghatározásához használtuk. A várható telítettségi értékek a főváros egyes térségeiben 400 szgk/ezer lakos és 750 szgk/ezer lakos közötti tartományba esnek. Hangsúlyozni kell, hogy ezeknek az értékeknek a meghatározását nem közlekedési, hanem társadalmi várakozások befolyásolják. A fejlődési görbére ezután mindegyik alkerületet külön illesztettük,

a csoportjára jellemző telítettség figyelembe vételével. Körzetenként külön-külön telítettséget meghatározni értelmetlen lett volna, mert számos egyediséget kellene bizonytalan módon figyelembe venni. A csoportosításban megnyugtató volt, hogy a relatív szórás minden csoportban 25% alatt maradt.

Az előrebecslés az adott körzet jelenlegi motorizációs értékének az érvényes csoportgörbére illesztésével történt. Jellemzői alapján minden egyes alkerület olyan csoportba került, ahol tőle a többi csoporttagokhoz hasonló jövőbeli viselkedés várható, ami azokkal azonos telítettséget és azonos felzárkózási ütemet jelent. Az illesztés azt jelenti, hogy ha egy adott helyen ma a csoportátlagnál magasabb a motorizációs szint, ez a hely feltételezésünk szerint egy kicsit előbbre jár ugyanazon a csoportgörbén, ezért hamarabb érkezik el a telítettséghez. Természetesen mindez fordítva is fennáll, a csoportátlagnál alacsonyabb mai motorizációs szint esetén az adott alkerület később éri el a telítettséget.

Az egyes alkerületek (illetve később a települések) csoportgörbékre illesztésének képlete:

$$\text{illesztés} = \text{fellenállítás} + \frac{\text{fejlődés}}{2} - \text{fejlődés} \times \log_{\text{alacsony}} \left(\frac{\text{telítettség} - \text{motorizáció}}{\text{motorizáció}} \right)$$

A távlatban változó beépítés jelenlegre visszavetített motorizációs értékének számítását regresszió elemzéssel végeztük, ahol a gazdasági aktivitás és a laksűrűség súlyozott kombinációjának a jelenlegi motorizációs szinttel való összefüggését vizsgáltuk. A területi jellemzők módosulását úgy vettük figyelembe, hogy a megváltozott jellemzőkkel kiszámítva a kombinált jellemzőt, annak megfelelően helyeztük át az adott körzetet a regressziós egyenesen. Tehát azokon a helyeken, ahol jelentősen változik a beépítés jellege, mást tekintünk kiindulási szintnek, mint a mai valós érték; továbbá ennek megfelelően megváltozott az adott

körzet csoportba sorolása is, ami miatt más lett a távlati telítettségi érték is. A beépítés változása esetén a kiinduló motorizációs szintet az új beépítés típusának megfelelő regressziós csoportátlaggal vettük figyelembe, ezt mutatja a 21. ábrán megjelölt terület.

FŐVÁROSON KÍVÜLI TELEPÜLÉSEK

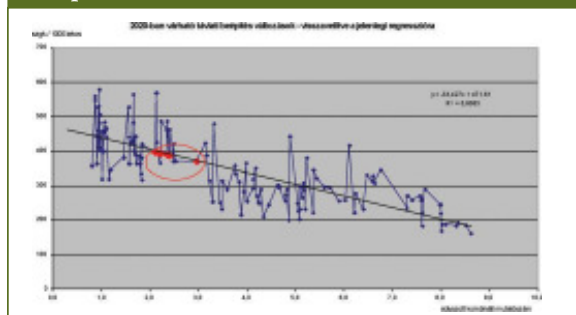
Ma ugyan a motorizáció átlagosan közel azonos a fővárosban és az agglomerációs településekben, a nemzetközi tapasztalatok szerint viszont a további költségnövekedésre a vidék rugalmatlanabb módon reagál, mint a város. (Azaz vidéken kevésbé érzékeny a motorizáció a költségek növekedésére.) A gépkocsihasználat fajlagos költségeinek a növekedésére alaphelyzetben is számíthatunk (speciális beavatkozások, pl. esetleges fővárosi korlátozások nélkül is), ezért a távlati telítettséget az agglomerációban magasabbnak feltételezhetjük, mint a fővárosban. Ez nem jelenti azt, hogy feltétlenül magasabb, mint a főváros legmagasabb klaszterében, de akár az is lehet. A települések motorizációs fejlődési görbéjének meredeksége a lemaradással kapcsolatos tényező, azaz felzárkózási modellt követ.

A telítettségek értéke a fővároson kívüli települések esetén korlátozások nélkül a nemzetközi adatoknak megfelelően alakul mintegy 700 szgk/1000 lakos értékkel, amit csak azok a csoportok haladnak meg, ahol az alapgörbéhez képest jelenleg is magasabb a csoportátlag. A vidéki felzárkózást gyakorlatilag a közel egyforma telítettség jelenti.

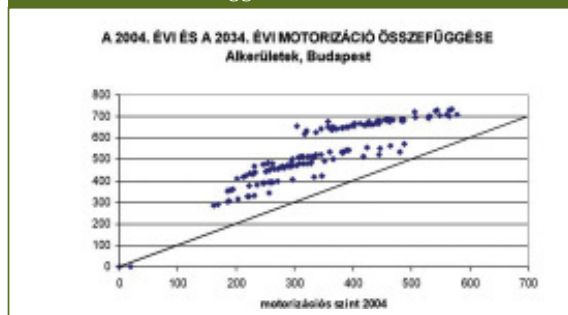
ÖSSZESÍTŐ ÁBRÁK A MODELL VÉGEREDMÉNYÉVEL: A MOTORIZÁCIÓS FELÜLET

A 22. ábra a 30 évre előrebecsült motorizációs szinteket tartalmazza a fővárosi alkerületek esetén. Jól kirajzolódik az elemzés során alapul vett három fejlődési alapgörbe eltérő eredménye, és

21. ábra. Változó beépítésű területek motorizációja Budapesten



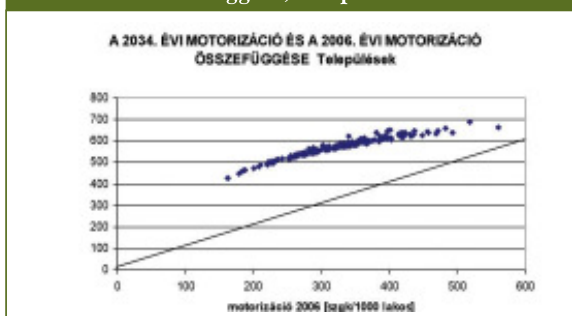
22. ábra. A 2004. évi és a 2034. évi motorizáció összefüggése, alkerületek



ezen belül is megjelennek a területi jellemzők eltéréséből adódó különbségek. Összességében a főváros motorizációjára a területileg differenciált fejlődés jellemző.

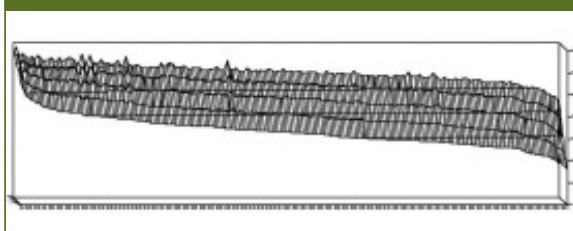
Az agglomerációs települések esetén a motorizációs fejlődés egységes képet mutat, melyet a 23. ábra jellemez.

23. ábra. A 2006. évi és a 2034. évi motorizáció összefüggése, települések



A 3. ábrán bemutatott térbeli felület típusú ábrázolást a konkrét eredményekre vonatkozóan a 24. ábra jeleníti meg. Az ábrán az agglomerációs települések motorizációs szintjének alakulása a kísérhető figyelemmel a 2006, 2013, 2020, 2027 és 2034 években.

24. ábra. A motorizációs felület változása az agglomerációs településeken 2006 és 2034 között, hétévenként



A 24. ábrán a vízszintes hosszú tengelyen balról jobbra a vizsgált települések szerepelnek a 2006 évi személygépkocsi ellátottságuk csökkenő sorrendjében rendezve. A papír mélységében az idő-tengely, hozzánk közel 2006, tőlünk távolodva 2013, 2020, 2027 és 2034-es idősíkokkal. A függőleges tengely mentén a motorizációs értékek olvashatók le. Látható, hogy az alkalmazott modell szerint a térségek összességét tekintve a felzárkózási hipotézis érvényesül: azaz a települések között mutatkozó motorizációs értékek különbsége fokozatosan csökken. Más megfogalmazásban a ma magasabb személygépkocsi-ellátottsággal rendelkező települések S-görbéjük laposabb ívébe jutnak, míg a jelenleg alacsonyabb értékkel ren-

delkező települések fejlődése meredekebb lesz. Az ábra jól jelzi azt is, hogy melyik települések motorizációs fejlődése előz meg másokat: ott láthatók a későbbi évek során a kicsúcsosodások.

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben a szerzők a magyar fővárosra és agglomerációjára vonatkozó motorizációs előrebecslésük módszereit ismertetik. Mind a forgalom mértékét, mind pedig a motorizációt olyan menynységeknek tekintik, amelyek jövőbeli trendje a társadalmi környezet és a tudatos városirányítás alakulásától is függ.

A szakirodalmi tapasztalatok rámutatnak, hogy a motorizációs fejlődési görbe meredeksége, a telítődés szintje és a kialakuló hullámok száma egyaránt helyről helyre változó lehet. Európában megfelelő közösségi közlekedési szolgáltatás esetén a városokban a telítettség jelentősen alacsonyabb lehet, mint vidéki térségekben. Ugyancsak jelentős eltéréseket mutat a városokon belül a különböző pozícióban lévő területek várható motorizációja.

Ezeket a tapasztalatokat figyelembe véve a fővárosban három alapvetően eltérő kategóriára készült telítettségi becslés: hagyományos magas, új magas és alacsony beépítésű területekre, míg az agglomerációs térségben kiindulásként a szerzők azonos várható telítettségi értéket feltételeztek.

IRODALOM

- Ahrens, Gerd-Axel (2008) Ways of influencing behaviour in passenger transport. International Transport Forum, Leipzig, 2008.
- Bhat, Chandra R – Guo, Jessica Y (2007) A comprehensive analysis of built environment characteristics on household residential choice and auto ownership levels. Transportation Research Part B Vol 41. no. 5. pp. 506-526.
- Chlond, Bastian (2006) The diminishing marginal utility of additional cars – effects on future travel demand growth? Institute for Transport Studies, University of Karlsruhe, In: COST 355 - Changing behaviour towards a more sustainable transport system, WG2, Prague, 2006.
- Chlond, Bastian – Kuhnimhof, Tobias (2007) Motorisation development and motorisation saturation – The case of Karlsruhe. Institute for Transport Studies, University of Karlsruhe, In: COST 355 - Changing behaviour towards a more sustainable transport system, WG2, Madrid, 2007

Cramer, J S – Vos A (1985) Een model voor prognoses van het personenautopark. Interfaciteit der Actuariele wetenschappen en Econometrie, Universiteit van Amsterdam (idézi de Jong et al 2004)

Dargay, Joyce –Gately, Dermot (1997) Vehicle ownership to 2015: Implications for energy use and emissions. Energy Policy, Volume 25, Issues 14-15, pp. 1121-1127.

Dargay, Joyce –Gately, Dermot (1999) Income's effect on car and vehicle ownership, worldwide: 1960–2015. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 33, Issue 2, pp. 101-138.

Jocic, Branko (2005) Building tomorrow's transport infrastructure in south east Europe. Republic of Serbia Road Directorate, Belgrade, 2005.

Kenworthy, Jeffrey R. – Laube, Felix B. (1999) Patterns of automobile dependence in cities: an international overview of key physical and economic dimensions with some implications for urban policy. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 33, Issues 7-8, pp. 691-723.

Mendez-Garcia, Juan Carlos (2007a) Modeling market adoption in Excel with a simplified s-curve. <http://jcandkimmita.info/jc/2007/04/excel/modeling-market-adoption-in-excel-with-a-simplified-s-curve/>.

Mendez-Garcia, Juan Carlos (2007b) Math on the simplified market adoption s-curve for Excel. Available from: <http://jcandkimmita.info/jc/2007/07/excel/math-on-the-simplified-market-adoption-s-curve-for-excel/>

Tam, M. L. – Lam, W H. K. (2000) Maximum car ownership under constraints of road capacity and parking space. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 34, Issue 3, pp. 145-170.

Whelan, Gerard (2007) Modelling car ownership in Great Britain. Transportation Research Part A Vol. 41. No. 3. pp. 205-219.

Worldwatch Institute, Washington, www.worldwatch.org

Yang, Zhongzhen –Chen, Gang –Yu, Bin (2008) Car ownership level for a sustainability urban environment. Transportation Research Part D Vol. 13 No. 1. pp. 10–18.



Questions of methodology of forecasting motorization

In the article authors describe methods applied by them for motorisation forecast of the Hungarian capital and its agglomeration. They consider future trends of both traffic volume and motorisation depending on characteristics and changes of the social environment and of the sensible urban management.

Literature review shows that slope of motorisation curve and its saturation level as well as the number of waves may be various at different places. In Europe in case of adequate mass transit services saturation level in cities may considerably be lower than in rural areas. Within towns there are serious differences among territorial units of different position, too.

Based on the above mentioned experiences saturation level forecast of the capital city has been worked out for three basic categories: traditional high, modern high and low density housing areas while in the agglomeration zone an uniform saturation level has been expected.



Methodentechnische Fragen der Vorausschätzung der Motorisation

Im Artikel veröffentlichen die Autoren die Methoden der Vorausschätzung der Motorisation der ungarischen Hauptstadt und ihrer Agglomeration. Sowohl der Maß des Verkehrs als auch die Motorisation werden als Mengen betrachtet, deren Trend in der Zukunft vom Gesellschaftsumfeld und von der bewussten Stadtführung gleichermaßen abhängig ist.

Die Erfahrungen der Fachliteratur heben vor, dass die Steilheit der Entwicklungskennlinie der Motorisation, das Niveau der Sättigung, die Anzahl der sich bildenden Wellen je nach Ort variabel sein können.

Mit Berücksichtigung dieser Erfahrungen wurden Sättigungsschätzungen in Budapest für drei grundsätzlich unterschiedliche Kategorien erstellt: traditionell dicht eingebaute, neuerlich dicht eingebaute und lichter eingebaute Gebiete, während in den Agglomerationsgebiete haben die Autoren mit ähnlichen zu erwartenden Sättigungswerten gerechnet.

LIX. ÉVFOLYAM 2. SZÁM
2009. ÁPRILIS

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE



A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET SZAKLAPJA