

A motorizáció előrebecslésének módszertani kérdései

Fleischer Tamás – Gulyás András – Koren Csaba – Makula László¹

BEVEZETÉS

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. Az anyag szerzői ebben a cikkben a nemzetközi kitekintés és a különböző motorizációs előrebecslések alapján összefoglalható tanulságokat ismertetik, elsősorban módszertani kérdéseket foglalnak össze.

A cikk felépítése a továbbiakban a következő: először a motorizáció előrebecslésével kapcsolatos általános kérdéseket tárgyaljuk, majd a szakirodalom alapján külön is az aggregált és a diszaggregált modelleket ismertetjük. A cikk második felében a fővárosi és agglomerációs elemzés kiinduló feltételeit, majd pedig az előrebecslés módszereit írjuk le.

MIÉRT VAN SZÜKSÉG A MOTORIZÁCIÓS SZINT ELŐREBECSLÉSÉRE?

A főváros közlekedési rendszerfejlesztési kerettervének 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 kényszerű 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 tőkeköltése, a csökkenő földterület a kiegészítő

¹ e-mail: tfleisch@vki.hu, gulyas@kozut.hu, koren@sze.hu, drmakula@kvanitas.hu

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 örökségként 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 százalékát 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 jelenlegi 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 visszahatnak 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.

Közel egyenletes GDP fejlődést feltételező időszakokban természetesen a két ábrázolás kevésbé különbözik egymástól.

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

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 téregységhez 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 téregységek ugyanazon S-görbe szerinti fejlődési utat járnak-e be (csak eltérő indulási időponttal), vagy pedig nem? Az utóbbit tartjuk valószínűbbnek, olyasmit, 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 minden téregységhez ugyanannak a telítettségi értéknek 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 elhúzóda) 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 leolvashatóak.

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 figyelembevételével tovább bonyolítja a feladatot.

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 felnőt–egy kocsi'* modell felé. Ez utóbbi kétlépcsős telítődési folyamatot a közelmúltban a vezetékes 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

főlé becslés veszélye jelenik meg. (Ld. az 5. ábra felső szakasza.) Érdekes, bár mindenki számolt az S-görbével, mégis rendre a bekövetkezőnél *kisebb görbületet* becsültek előre.

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 görbéhez, de a felső tartományban mérsékeltebben nő. Modelljükben 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 – felmehet 1,7-re, a fejlett országokban pedig csökken, és lemegy 0,6-ra (1992-es adatok).

Az ismertetett tanulmány szerint a szerzők a legtöbb OECD országra vonatkozóan a motorizációs szint konvergálódását várták. Ez abból következett, hogy 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 közlekedéspolitikai, a tömegközlekedés eltérő sűrűsége stb. Ezek a tényezők, illetve várható hatásaik 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 kocsik 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 autófüggőség* elemzése kapcsán foglalkozik a motorizációval.

Szélsőségesen autófüggő 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 helyzeten. 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.

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 következő 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 érzékeltetni 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.

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

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

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

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.

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 laksűrűség 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.

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

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*).

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

Fővárosi alkerületek

A fővárosnál kiinduló elvnek tekintettük, hogy az egyes körzeteiben a beépítési és közlekedési jellemzőktől függően egymástól eltérő, különböző mértékben korlátozott telítettségi értékek várhatóak. A három alapgörbe számításának alapja a minisztériumi (GKM illetve KHEM) forrásból rendelkezésre álló idősoros ténygörbe-pár. Ebben az anyagban külön a belső kerületekre, és külön a külső kerületekre található egy eddigi idősor, továbbá egy-egy motorizációs előrebecslés is. Az alapgörbét 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* kategóriáinknak feleljen meg (20. ábra).

A motorizációs fejlődési görbe („S” görbe) alapegyenlete:

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

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

$$\text{motorizáció} = \frac{\text{telítettség}}{1 + \text{alaktényező} \frac{\text{fellendülés} + \frac{\text{fejlődés}}{2} - \text{tárgyév}}{\text{fejlődés}}}$$

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 fellendülés 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:

$$illesztési\ év = fellendülés + \frac{fejlődés}{2} - fejlődés \times \log_{alaktényező} \left(\frac{telítettség - motorizáció}{motorizáció} \right)$$

A távlatban változó beépítés jelenlegire 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, más tekintettünk 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 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.

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.

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 rendelkező 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 mennyiségeknek 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. Interfacuteit 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.

Jocić, 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/>.

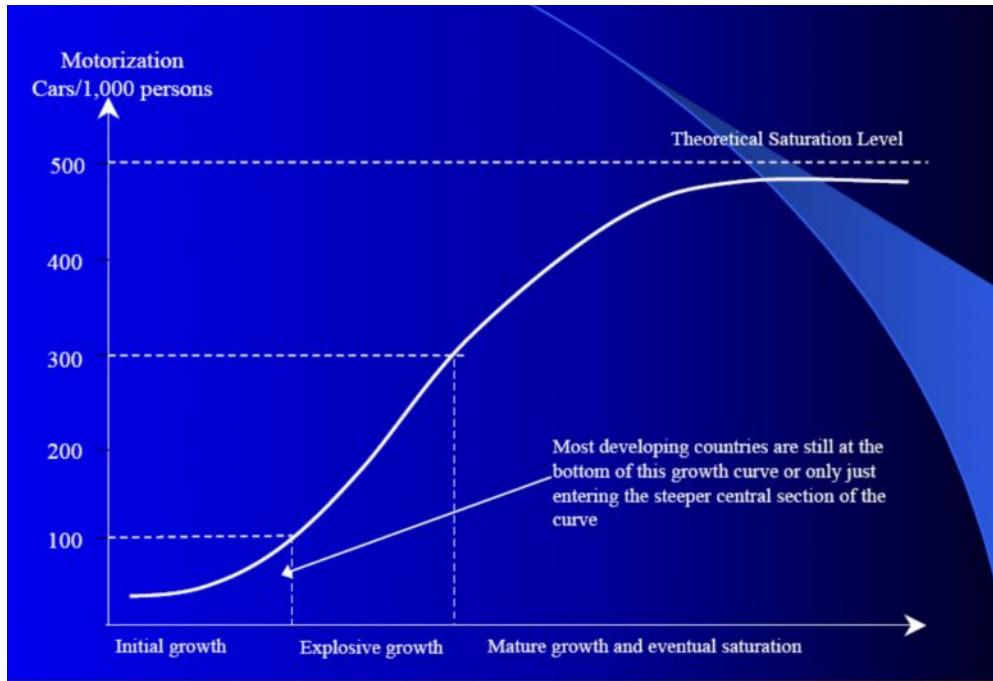
Mendez-Garcia, Juan Carlos (2007b) Math on the simplified market adoption s-curve for Excel. Available from: <http://jcandkimmita.info/jc/2007/07/excel/math-on-the-simplified-market-adoption-s-curve-for-excel/>

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.

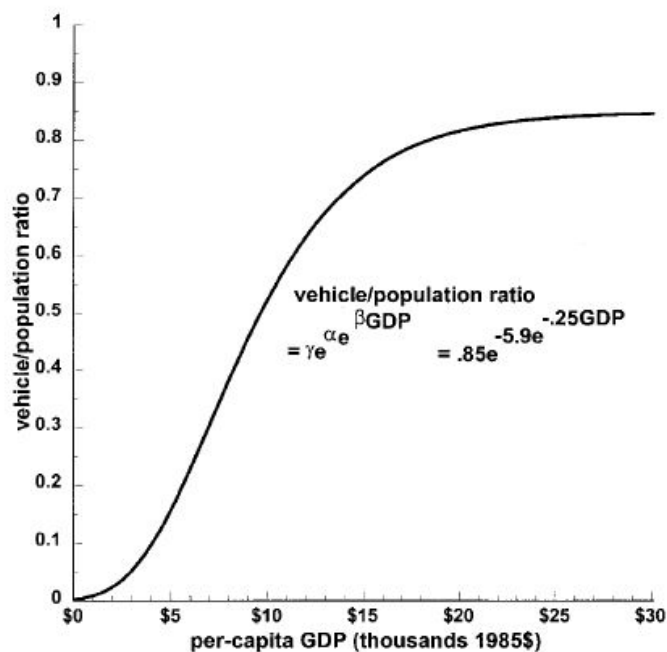
Worldwatch Institute, Washington, www.worldwatch.org

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.

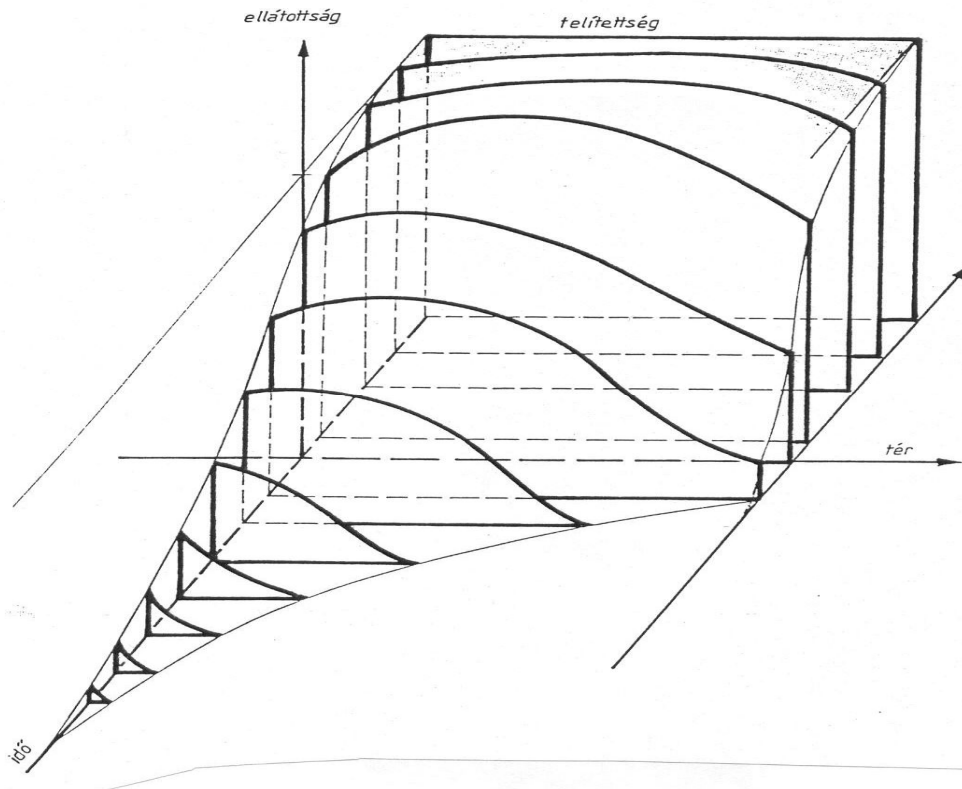


1. ábra. Az elméleti „S” alakú görbe, melynek alakját a várható telítettségi szint és a gyors növekedés kezdetének a telítettségi szinthez viszonyított aránya határozza meg

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

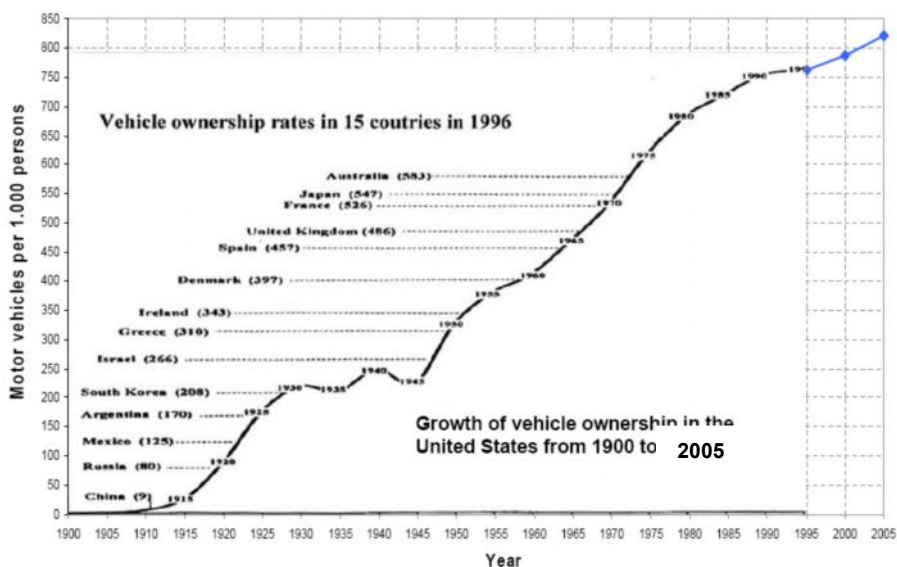


2. ábra. Egy térség motorizációs szintje [szgk/1000 lakos] és az egy főre vetített jövedelem összefüggése a Gompertz-függvény szerint Forrás: Dargay, J –Gately, D (1999)

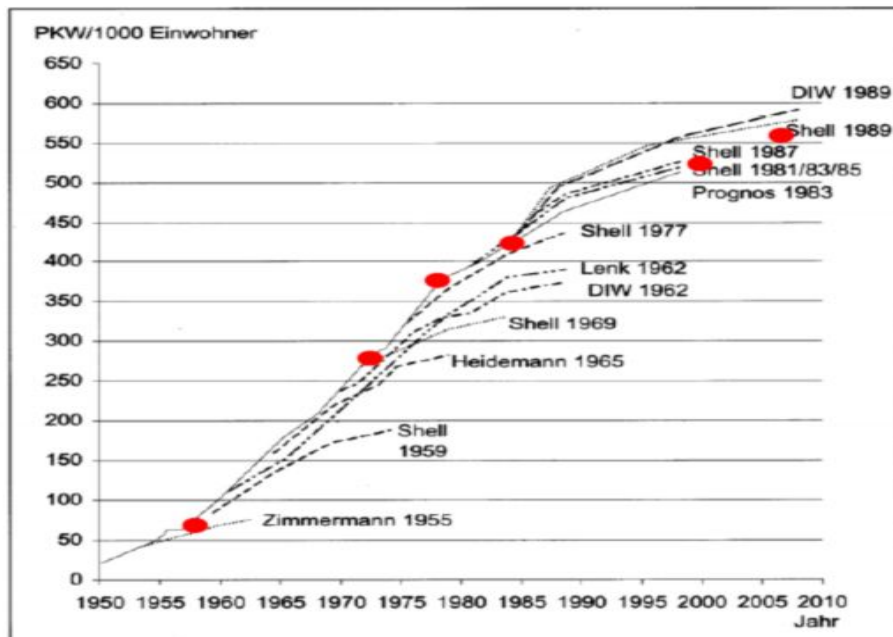


3. ábra. A motorizációs ellátottsági felület a térbeli egységek (tér-tengely) illetve az előrebecslési időpontok (idő-tengely) által alkotott sík fölött kifesztve

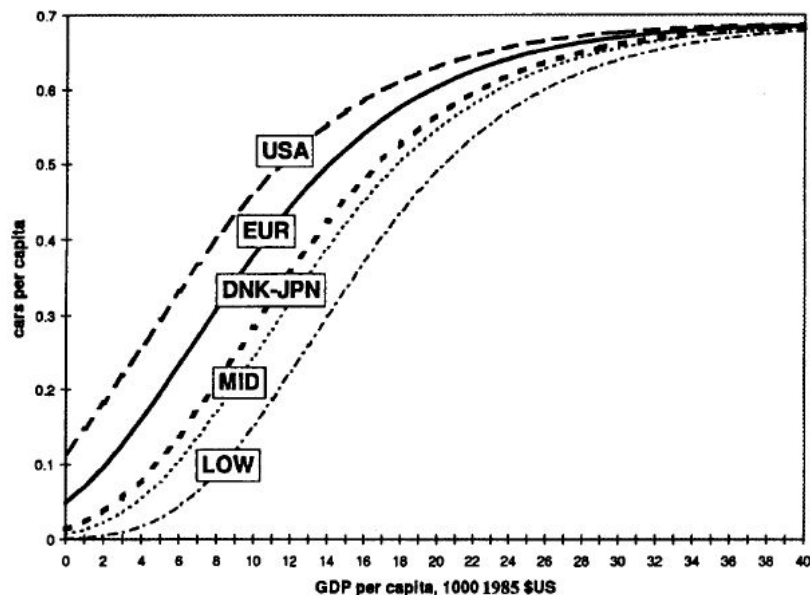
U.S.A. – motorisation in comparison



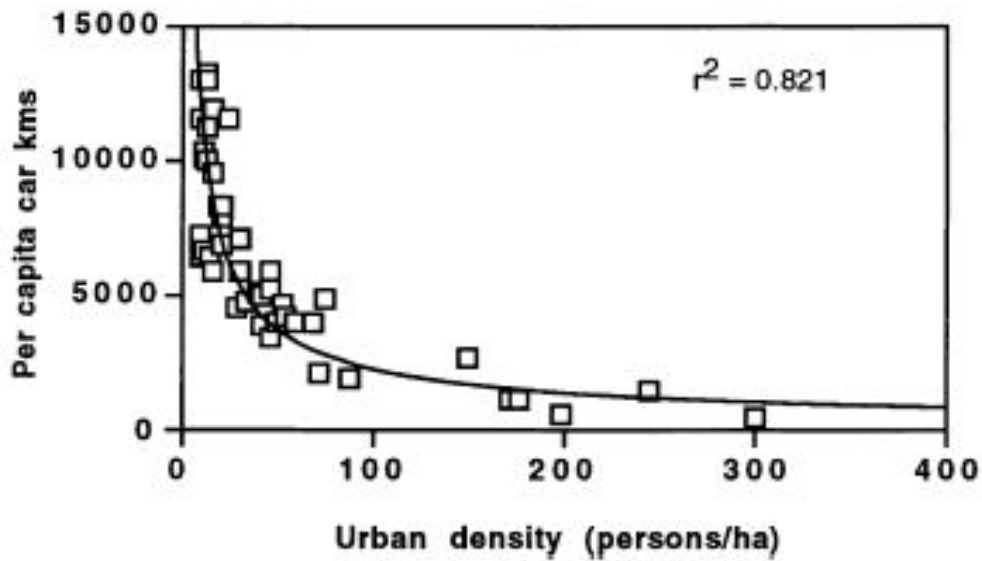
4. ábra. A motorizációs ellátottság változása az Egyesült Államokban 1900 és 2005 között. 15 ország 1996 évi motorizációs értékének a feltüntetésével Forrás: Worldwatch Institute, Washington, www.worldwatch.org idézi Ahrens, G-A (2008)



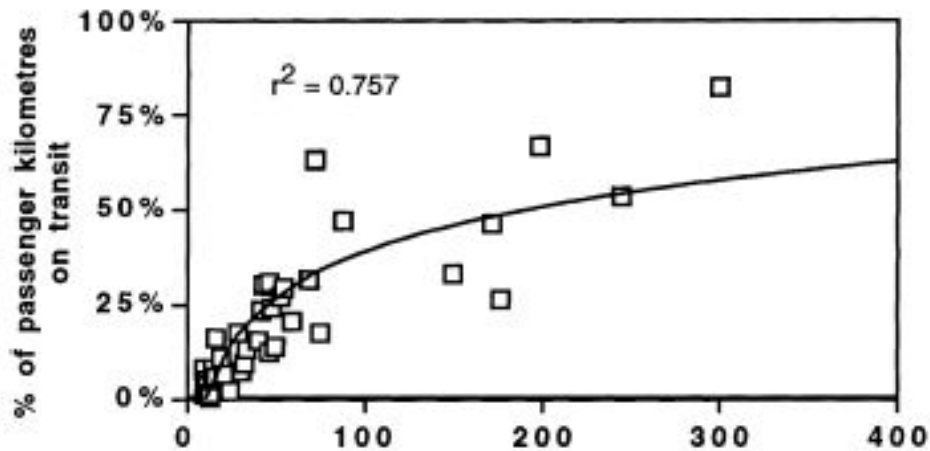
5. ábra. Múltbeli motorizációs ellátottság előrebecslések Forrás: Leutzbach (2000) Das Problem mit der Zukunft. Idézi: Chlund, B (2006)



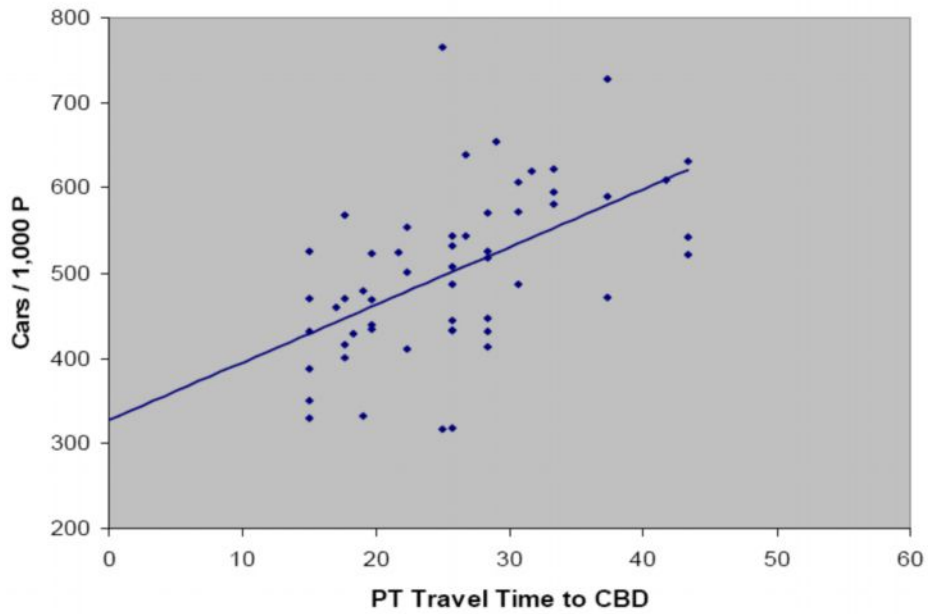
6. ábra. A motorizációs ellátottság előrebecslése különböző OECD ország csoportokra a várható egy főre eső GDP függvényében (Telítettségi szintként egységesen 690 szgk/1000 lakos értékkel számoltak) Forrás: Dargay, J-Gately, D (1997)



7. ábra, Az egyes városok laksűrűségének [fő/ha] és a gépkocsihasználati szokásoknak [szgk-km/fő/év] az összefüggése Forrás: Kenworthy, J – Laube, F. 1999

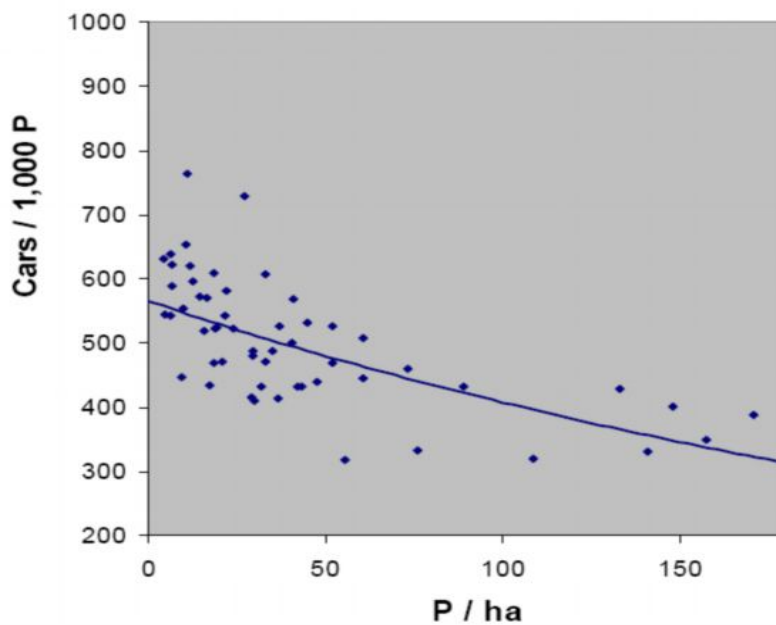


8. ábra. A város laksűrűsége és a tömegközlekedés százalékos aránya az összes motorizált forgalomból Forrás: Kenworthy, J – Laube, F. 1999



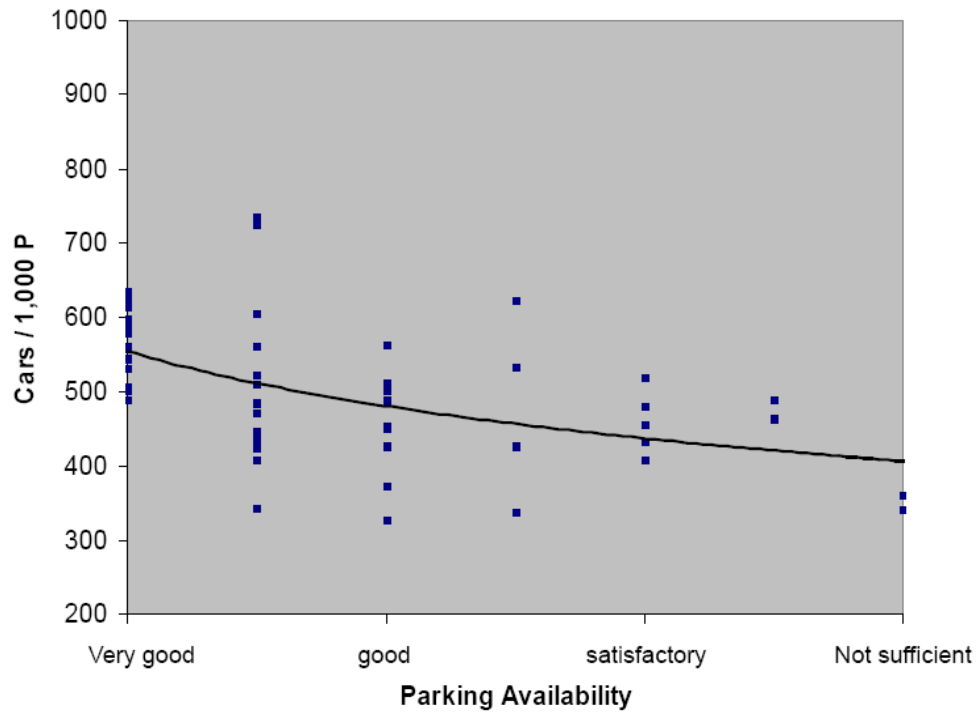
9. ábra. A gépjármű tulajdonlás [szgk/ezer lakos] mértékének összefüggése a városközpont megközelíthetőségével [tömegközlekedési utazási idő a városközpontba].

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



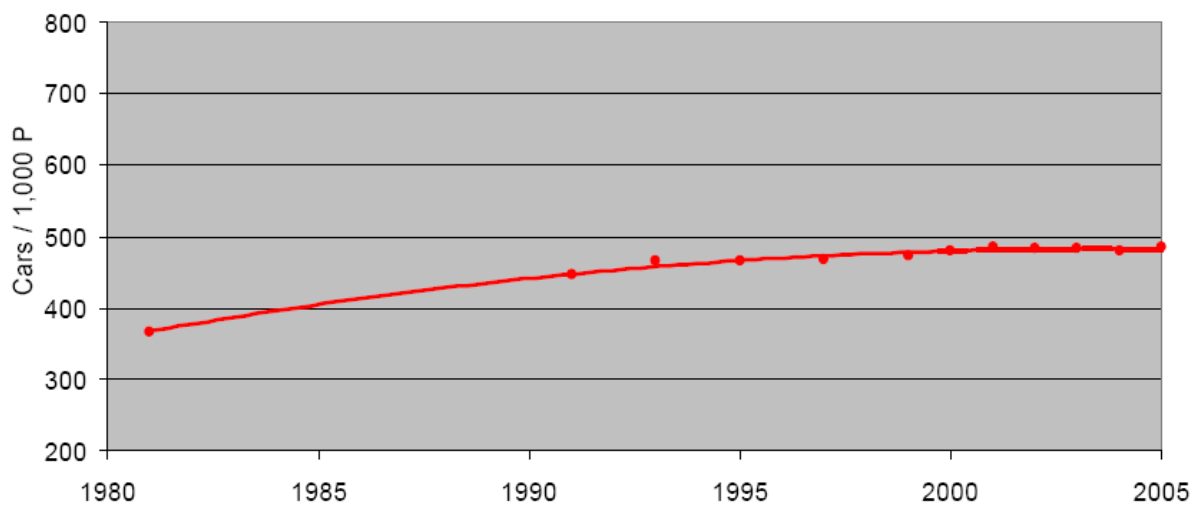
10. ábra. A gépjármű tulajdonlás mértékének összefüggése a laksűrűséggel [fő/ha] Forrás:

Chlond, B – Kuhnimhof, T (2007)

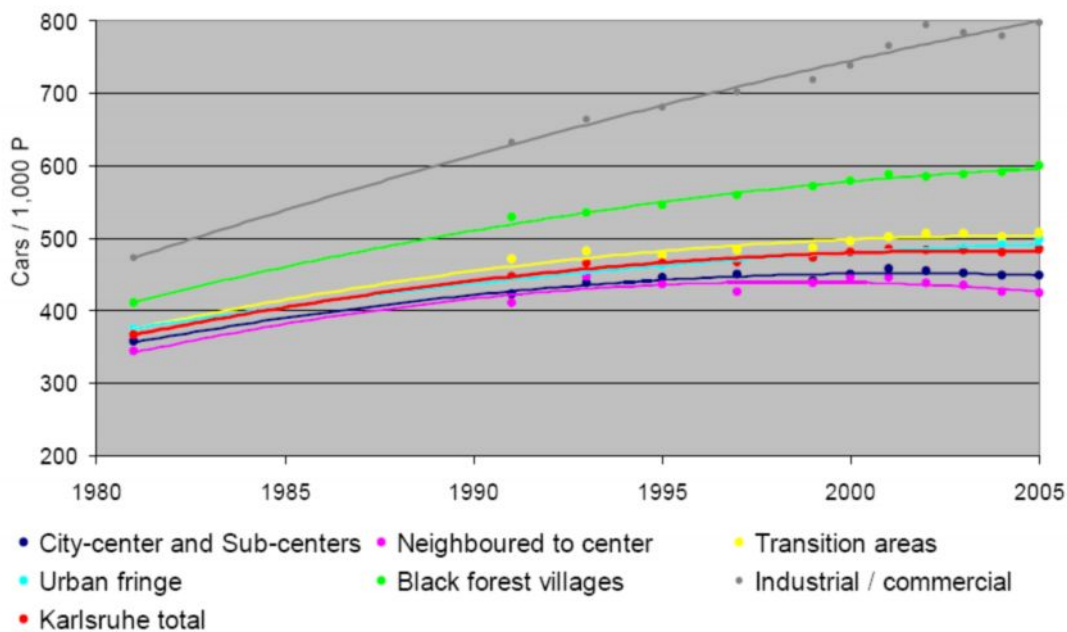


11. ábra. A gépjármű tulajdonlás mértékének összefüggése a parkolási lehetőségekkel

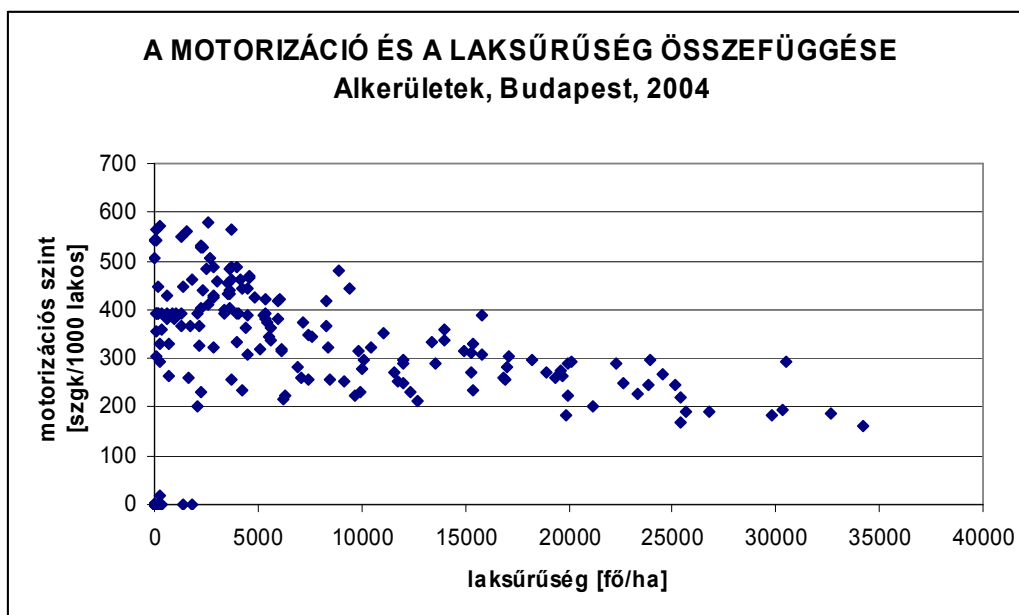
Forrás: Chlond, B – Kuhnimhof, T (2007)



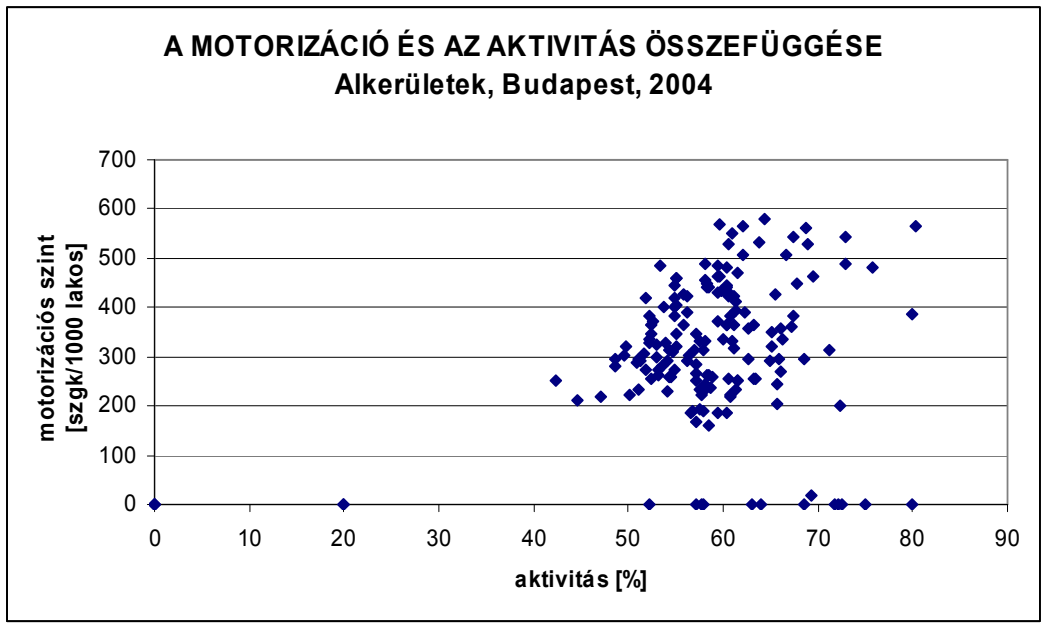
12. ábra. A motorizáció stagnálása Karlsruhében Forrás: Chlond, B – Kuhnimhof, T (2007)



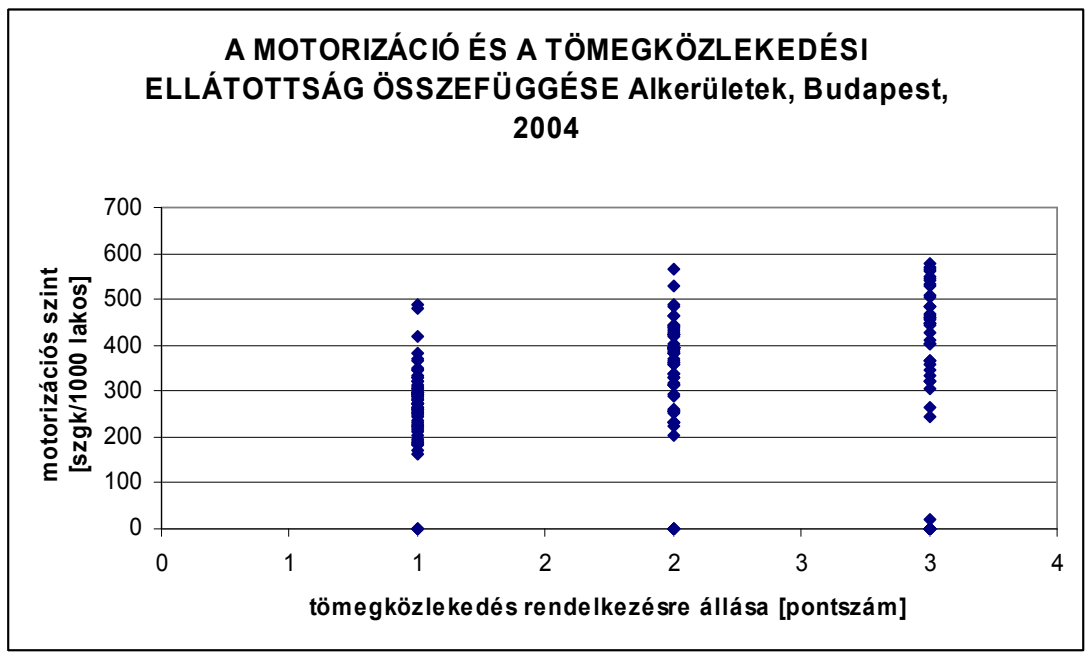
13. ábra. Különböző városrészek motorizációs fejlődésének eltérő alakulása Forrás: Chlond, B – Kuhnimhof, T (2007)



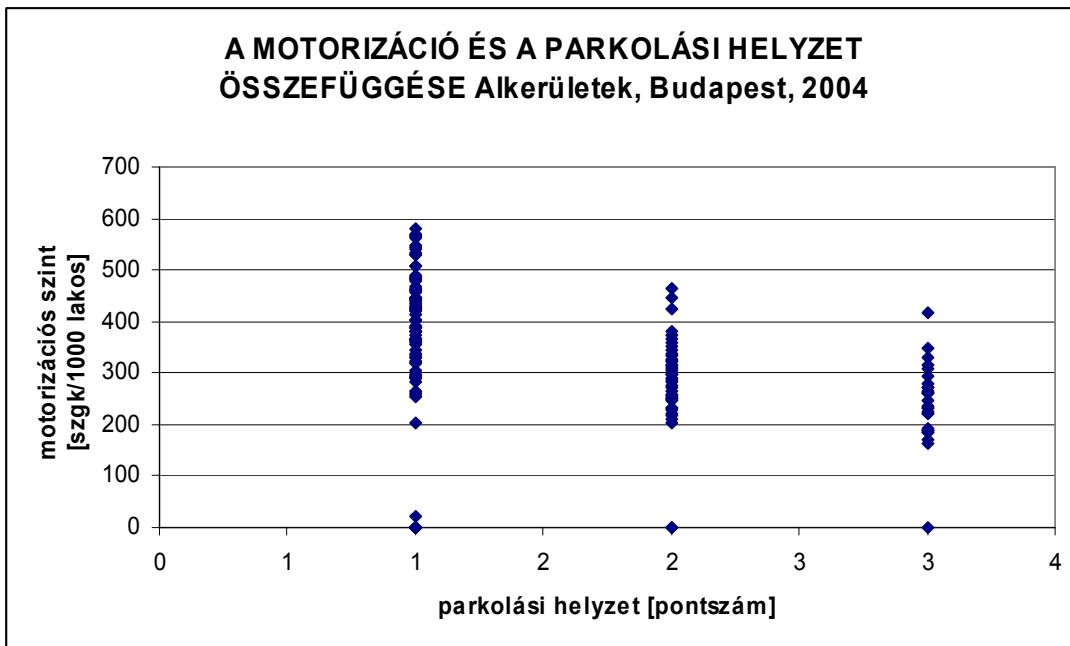
14. ábra. A motorizáció és a laksűrűség összefüggése



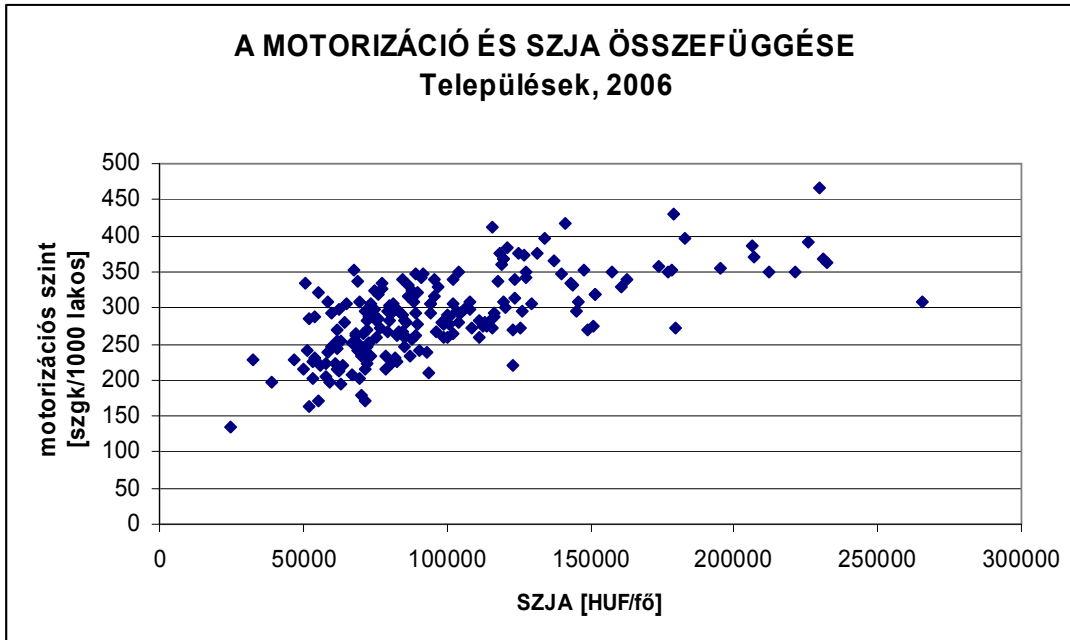
15. ábra. A motorizáció és az aktivitás összefüggése



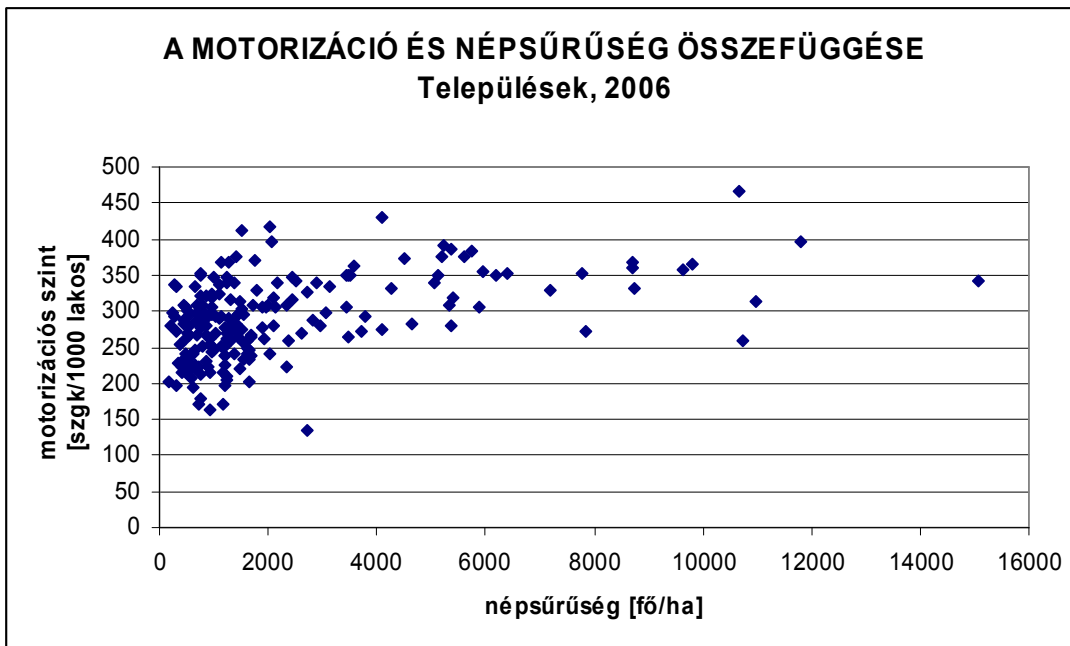
16. ábra. A motorizáció és a tömegközlekedési ellátottság összefüggése Jelmagyarázat 1=jó, 2=közepes, 3=rossz



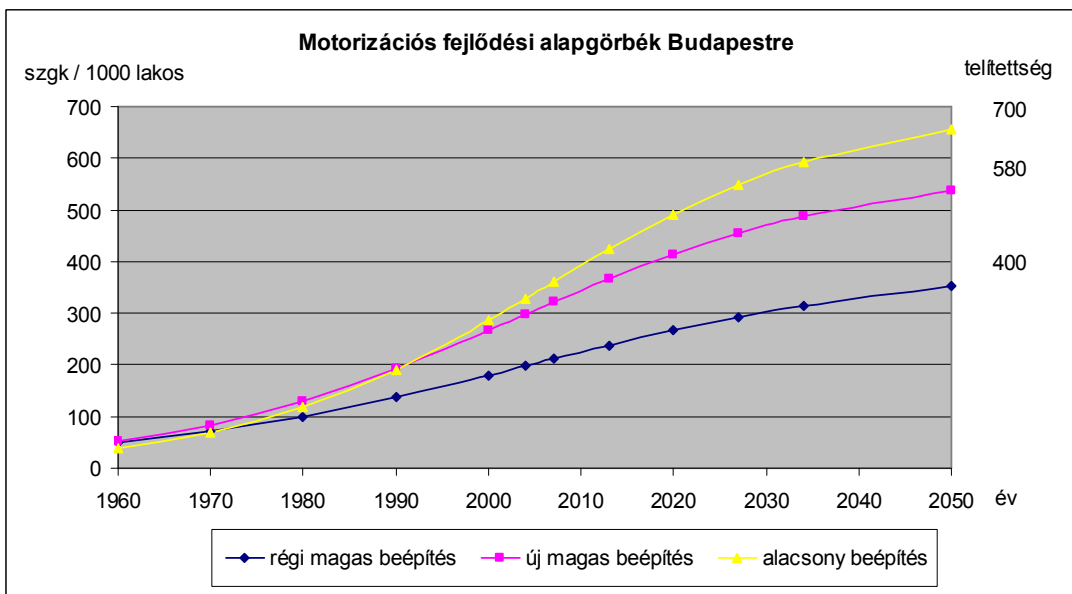
17. ábra. A motorizáció és a parkolási helyzet összefüggése Jelmagyarázat 1=jó, 2=közepes, 3=rossz



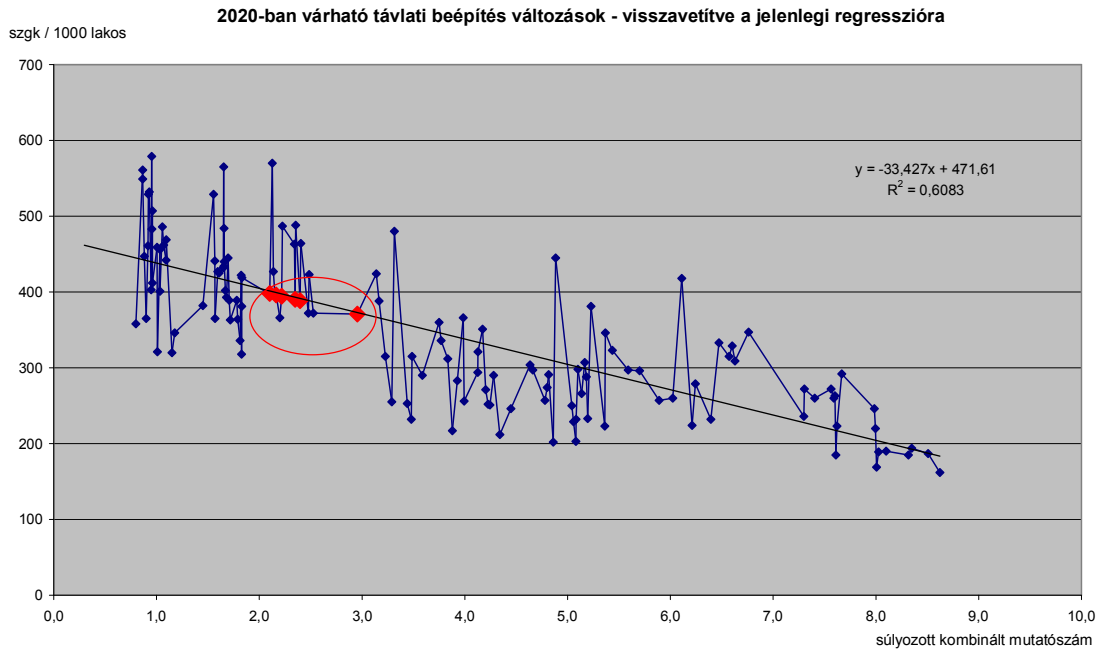
18. ábra. A motorizáció és az egy főre jutó szja összefüggése



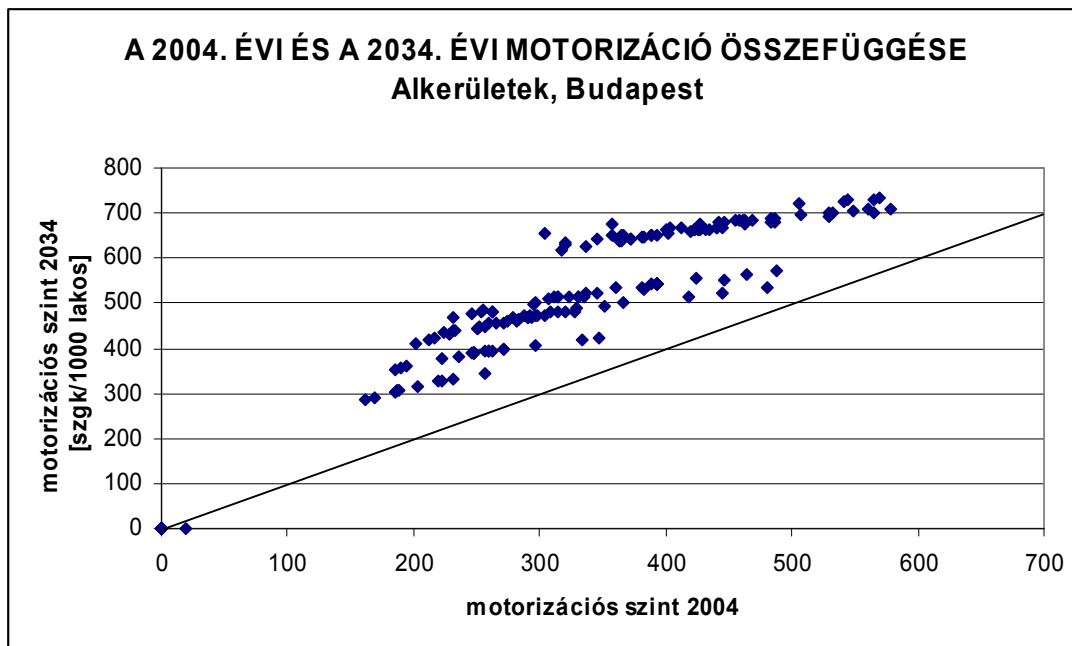
19. ábra. A motorizáció és a népsűrűség összefüggése



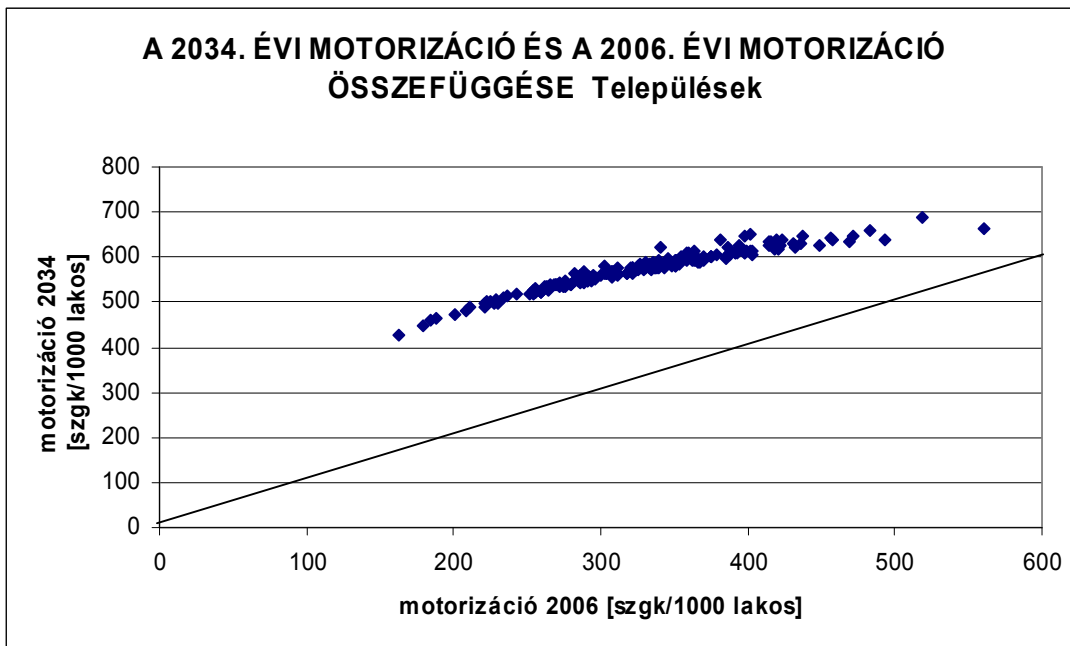
20. ábra. Motorizációs fejlődési alapgörbék Budapestre



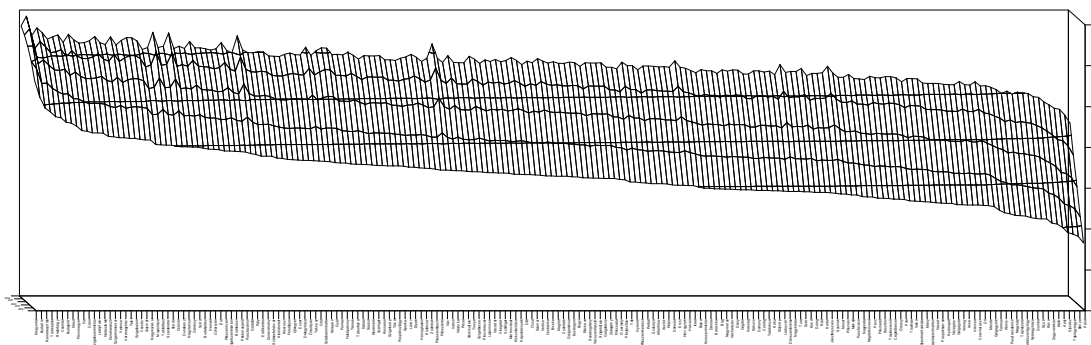
21. ábra. Változó beépítésű területek motorizációja Budapesten



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



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



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