

## **A motorizáció előrebecslésének módszertani kérdései**

**Fleischer Tamás – Gulyás András – Koren Csaba – Makula László <sup>1</sup>**

### **KIVONAT**

A motorizáció előrebecslése számos módszertani problémát rejt magában, melyet tovább növel a távlati nemzetgazdasági és városszerkezeti adatok előrebecslésének bizonytalansága. A nemzetközi tapasztalatok és a hazai trendek alapján levonható az a következtetés, hogy a fővárosi területegységek jelentős városszerkezeti eltérései miatt differenciált motorizációs fejlődés várható, míg az agglomerációs települések várható motorizációs fejlődése egymáshoz hasonlóan alakul.

### **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.

---

<sup>1</sup> e-mail: tfleisch@vki.hu, gulyas@kozut.hu, koren@sze.hu, drmakula@kvantitas.hu

Megjelent a Közlekedéstudományi Szemle 2009. évi 2. számában, pp. 37-47.

## 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 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 az összes meglévő struktúra 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 végig gondolandónak: 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 kitzűzött kereteken belül maradjanak. Az ilyen sza-

bályozás 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 (pl. 2007. jan. 1) és egy adott településre (pl. Gyál) vonatkozik.

Függvény formájában *egy adott térségre vonatkozó mutatószám időbeli alakulását* tudjuk ábrázolni, ami egy S-alakú görbe – u.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 kevéssé különbözik egymástól.

A centrálisan szimmetrikus szigmoid, vagy logisztikus görbe helyett alkalmazni szokták az u.n. 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 térrészeket 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 járják-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 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 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, mindenestre 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 vezetékes telefon – mobiltelefon váltás során is megfigyelhettük.

A többször is telítődéshez közelíteni látszó amerikai motorizációs trend rendre megtévesztette a kutatókat is: 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, hogy, bár mindenki számol 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 alapján).

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 forgalomelőrebecslési modellek kialakításában. (Cramer, J S – Vos A 1985 de vannak korábbi munkái is). Cramer nem csak közlekedési, hanem marketing, kereskedelmi, autóeladási 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 településkénti 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 autóhasználatot, 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 gépkocsitulajdonlás azonban az utóbbi két összehasonlításban „csak” 1,5-szörös és 5-szörös. (Azt világosan érzékelnünk 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 munkabájtársi utazások esetében, – ezzel szemben a *munkabájtársra 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 (Chlond, B – Kuhnimhof, T 2007) szerint a motorizációs szint és a várható telítettség magasabb, ha nem megfelelő a közösségi közlekedési ellá-

tottság (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 kísérelhető 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).

## AZ ELŐREBECSLÉS ELMÉLETI ALAPJAI ÉS GYAKORLATI FOLYAMATA

### Fővárosi alkerületek

A fővárosnál kiindulónak 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 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).

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

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

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

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

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. Értelem-

szerűen 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:

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

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, mást 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 ese-

tén 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. Összeségében 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 idő-síkokkal. 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 értékekbeli különbségek fokozatosan csökkennek. 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.

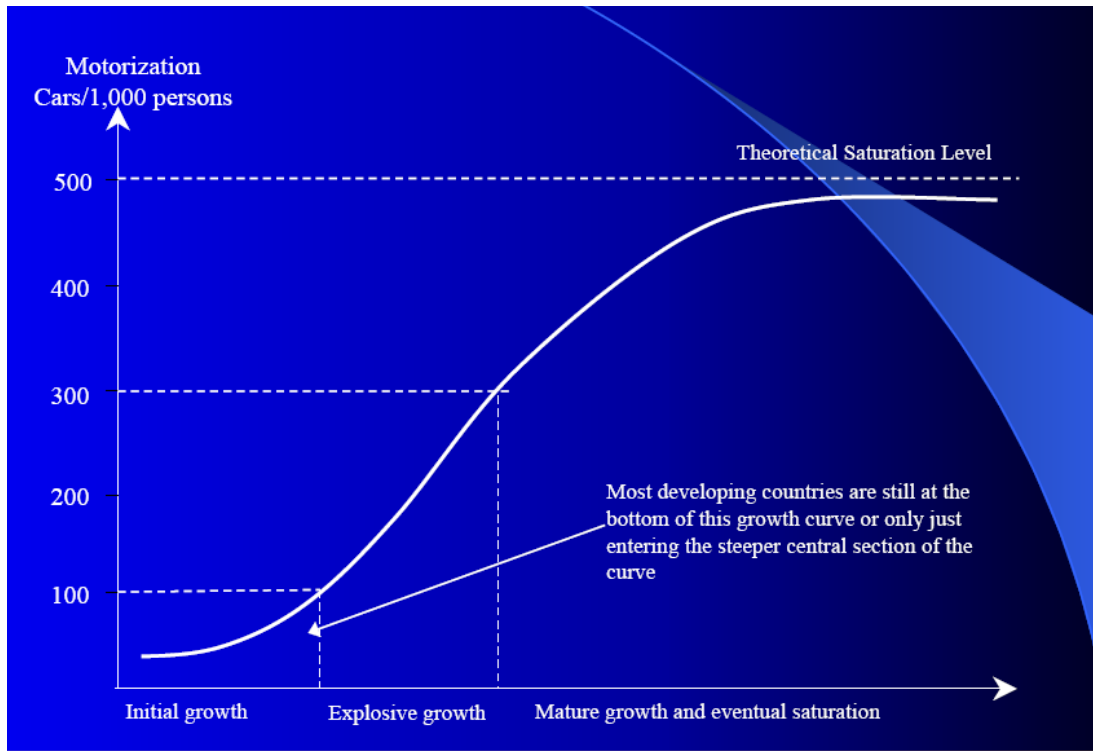
A szakirodalmi tapasztalatok rámutatnak, hogy a motorizációs fejlődési görbe meredeksége, a telítődés szintje és a kialakuló hullámok száma egyaránt helyről helyre változó lehet. Európában megfelelő közösségi közlekedési szolgáltatás esetén a városokban a telítettség jelentősen alacsonyabb lehet, mint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

Ezeket a tapasztalatokat figyelembevéve a fővárosban három alapvetően eltérő kategóriára készült eleve eltérő telítettségi becslés: hagyományos magas, új magas és alacsony beépítési jellemzőjű területekre. A kijelölt évekre várható motorizációs értéket a tervezett fejlesztések és a jelenlegi motorizációs szint alapján finomítva egyedileg lehetett 164 alkerületre megadni. Az agglomerációs térségben a kiindulásként a szerzők azonos várható telítettségi értéket feltételeztek, ami a jelenlegi tényszámokra illesztés után az egyes településekre vonatkozóan adott időpontokra eltérő, de egymáshoz közelítő motorizációs értéket eredményezett.

## HIVATKOZÁSOK

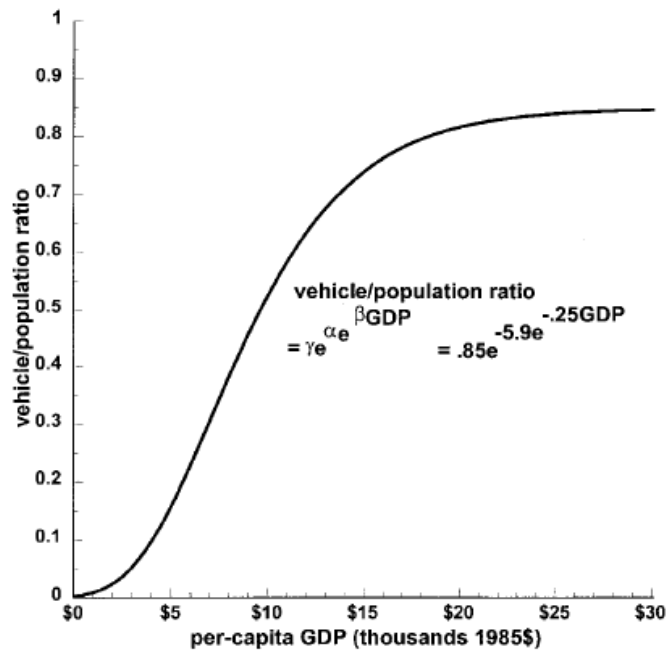
- Ahrens, Gerd-Axel (2008) Ways of influencing behaviour in passenger transport. International Transport Forum, Leipzig, 2008.
- Bhat, Chandra R – Guo, Jessica Y (2007) A comprehensive analysis of built environment characteristics on household residential choice and auto ownership levels. Transportation 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 Actuariële wetenschappen en Economie, 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](http://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.



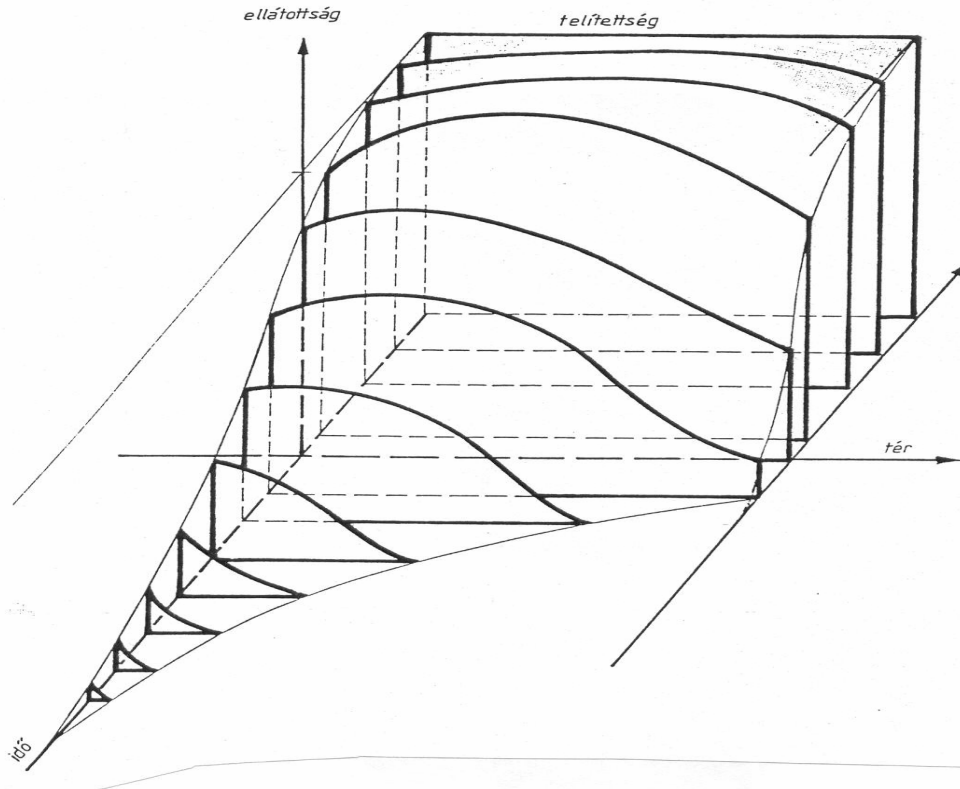
1. ábra. Az elméleti „S” alakú görbe, melynek alakját a várható telítettségi szint és a gyors növekedés kezdetének a telítettségi szinthez viszonyított aránya határozza meg

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



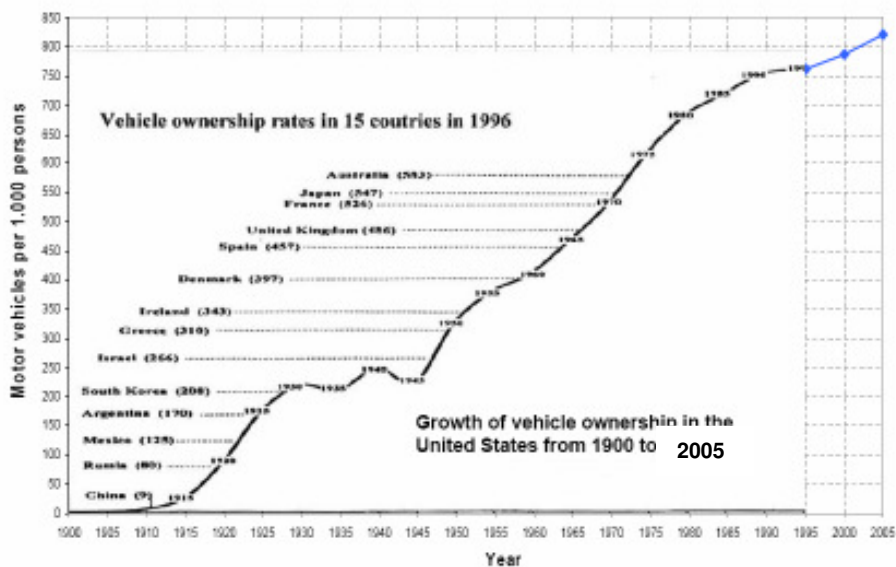


2. ábra. Egy térség motorizációs szintje [szgk/1000 lakos] és az egy főre vetített jövedelem összefüggése a Gompertz-függvény szerint Forrás: Dargay, J –Gately, D (1999)

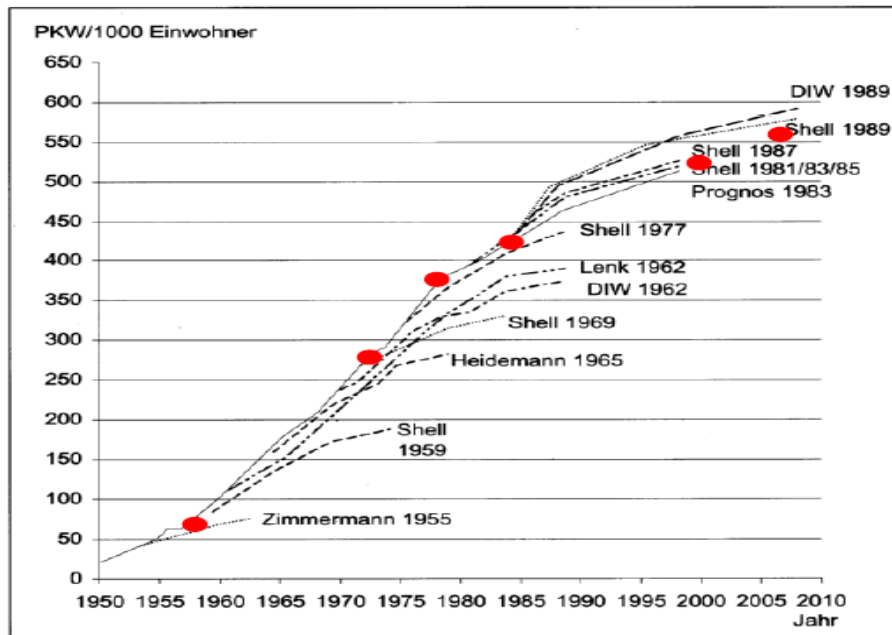


3. ábra, A motorizációs ellátottsági felület a térbeli egységek (tér-tengely) illetve az előrebecslési időpontok (idő-tengely) által alkotott sík fölött kifizítve

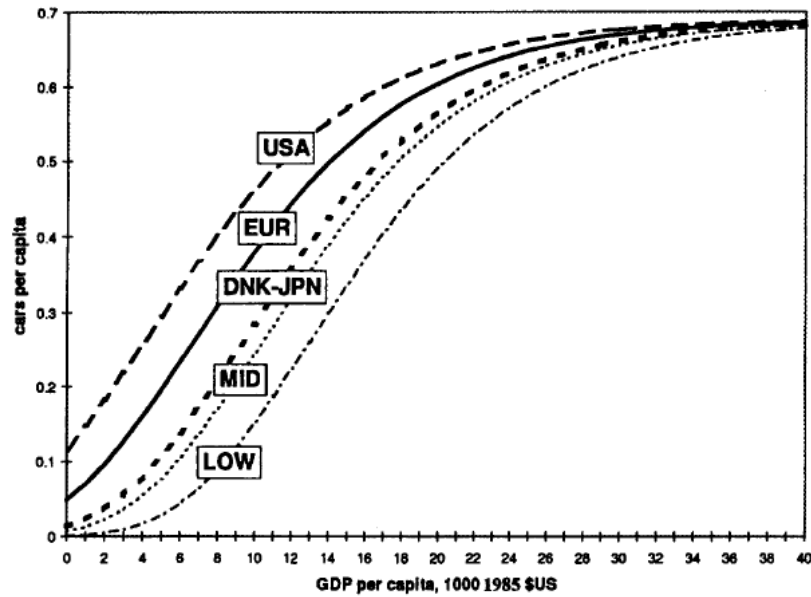
U.S.A. – motorisation in comparison



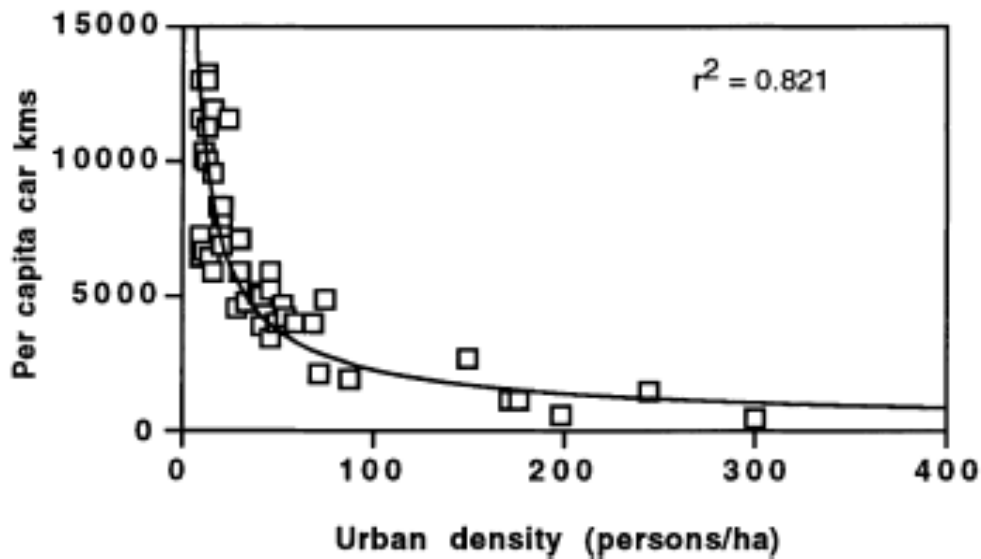
**4. ábra, A motorizációs ellátottság változása az Egyesült Államokban 1900 és 2005 között. 15 ország 1996 évi motorizációs értékének a feltüntetésével** Forrás: Worldwatch Institute, Washington, [www.worldwatch.org](http://www.worldwatch.org) idézi Ahrens, G-A (2008)



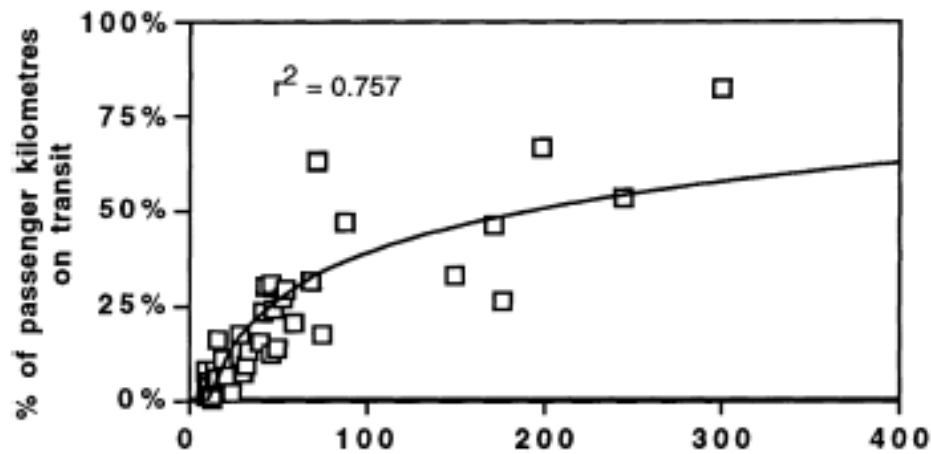
**5. ábra. Múltbeli motorizációs ellátottság előrebecslések** Forrás: Leutzbach (2000) Das Problem mit der Zukunft. Idézi: Chlond, B (2006)



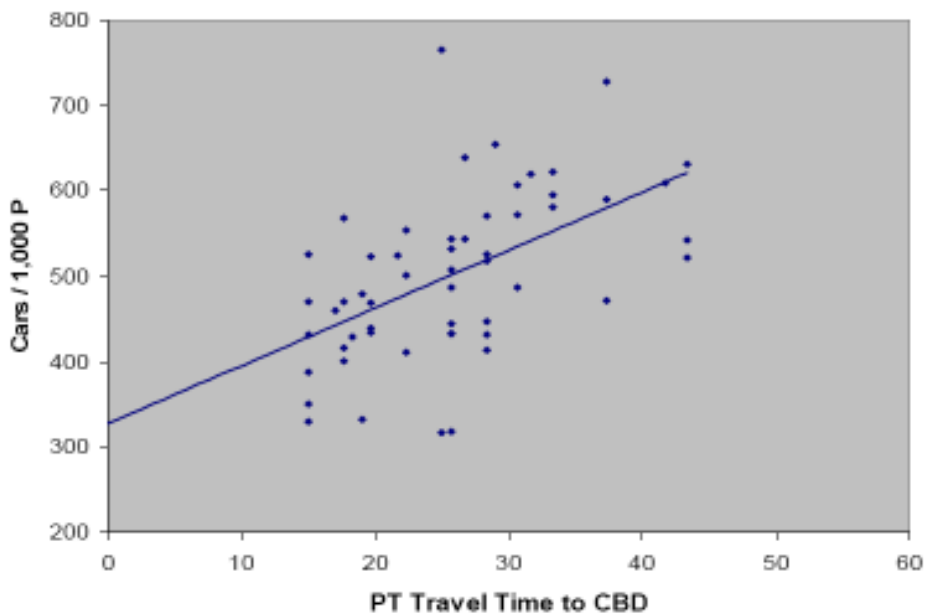
6. ábra, A motorizációs ellátottság előrebecslése különböző OECD országcsoportokra a várható egy főre eső GDP függvényében (Telítettségi szintként egységesen 690 szgk/1000 lakos értékkel számoltak) Forrás: Dargay, J–Gately, D (1997)



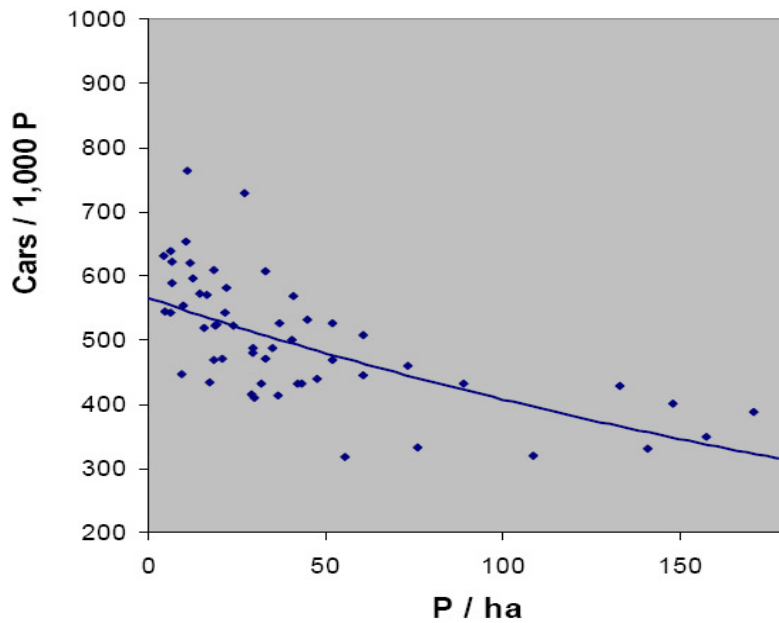
7. ábra, Az egyes városok laksűrűségének [fő/ha] és a gépkocsihasználati szokásoknak [szgk-km/fő/év] az összefüggése Forrás: Kenworthy, J – Laube, F. 1999



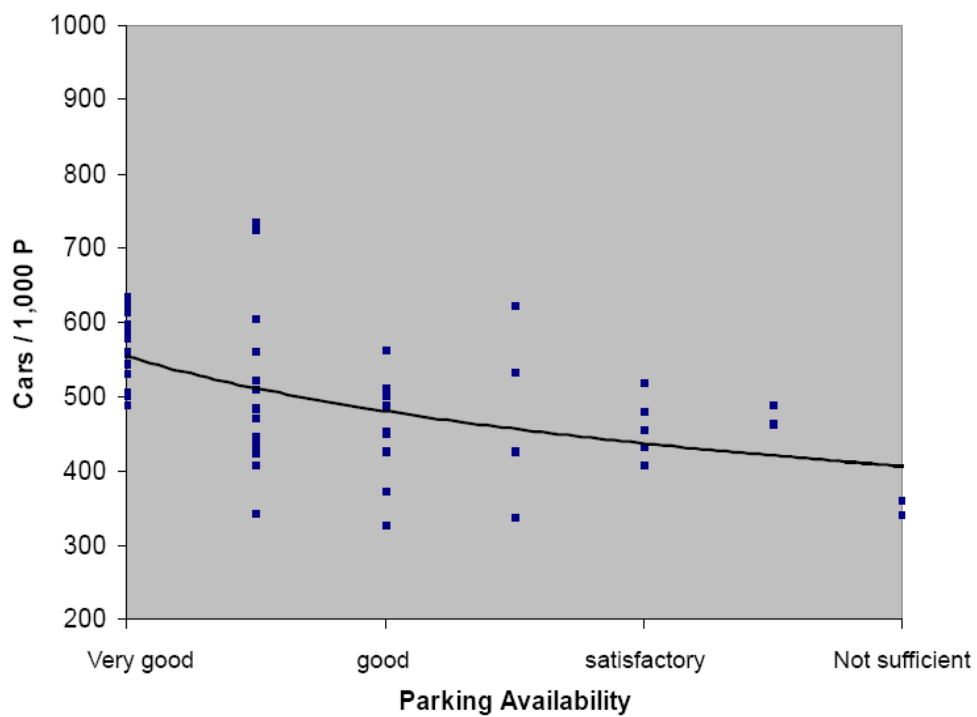
8. ábra, A város laksűrűsége és a tömegközlekedés százalékos aránya az összes motorizált forgalomból Forrás: Kenworthy, J – Laube, F. 1999



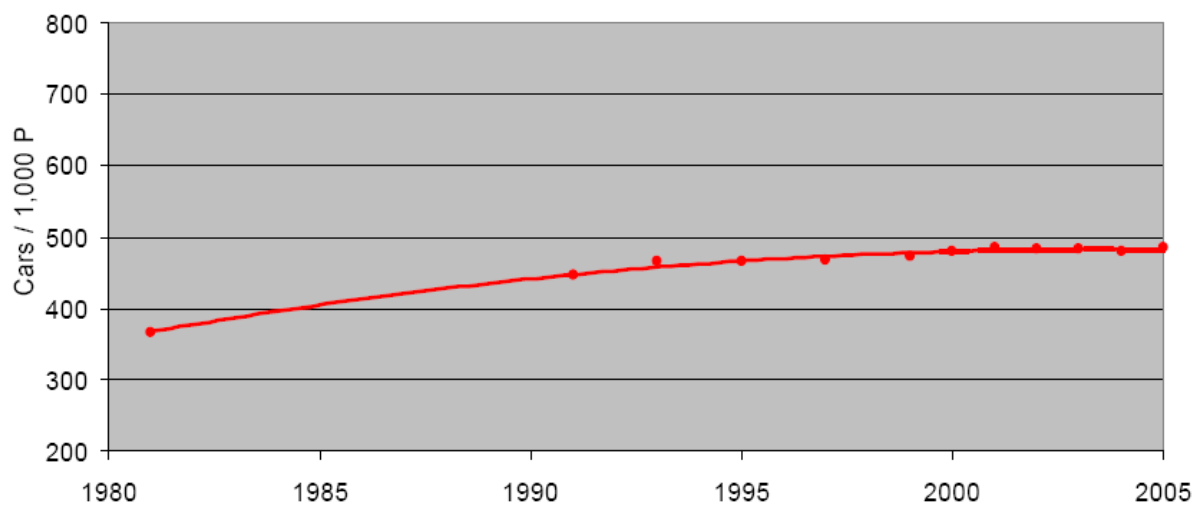
9. ábra. A gépjármű tulajdonlás [szgk/ezer lakos] mértékének összefüggése a városközpont megközelíthetőségével [tömegközlekedési utazási idő a városközpontba]. Forrás: Chlond, B – Kuhnimhof, T (2007)



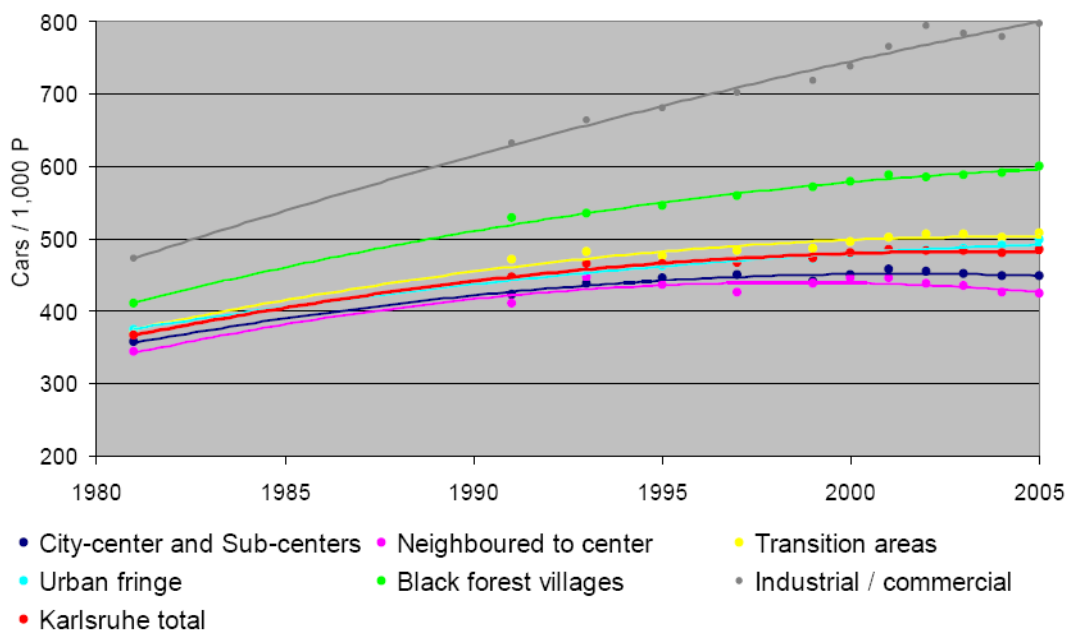
**10. ábra. A gépjármű tulajdonlás mértékének összefüggése a laksűrűséggel [fő/ha]** Forrás: Chlond, B – Kuhnimhof, T (2007)



**11. ábra. A gépjármű tulajdonlás mértékének összefüggése a parkolási lehetőségekkel** Forrás: Chlond, B – Kuhnimhof, T (2007)

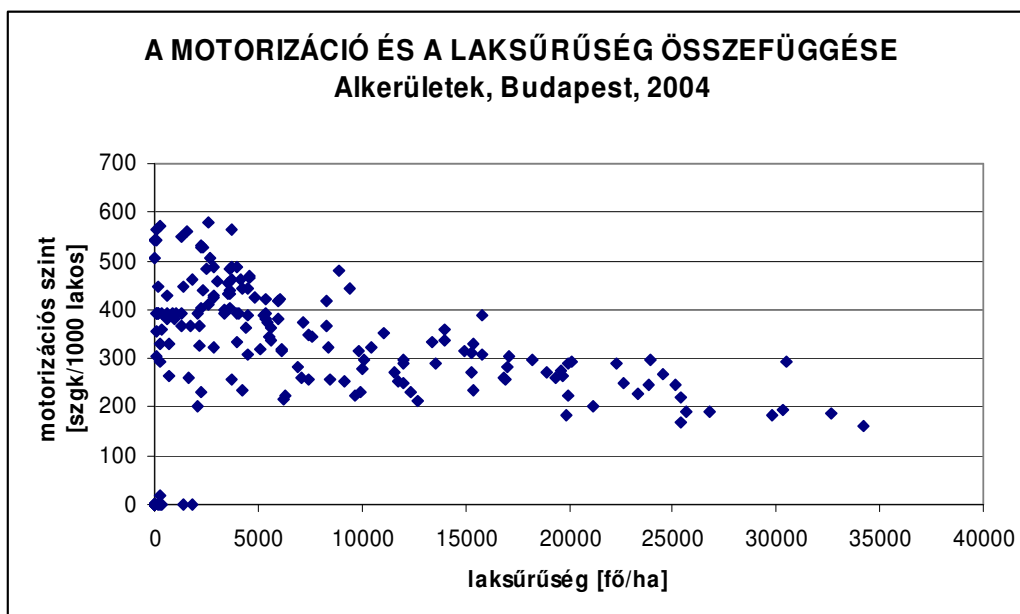


**12. ábra. A motorizáció stagnálása Karlsruhéban** Forrás: Chlond, B – Kuhnimhof, T (2007)

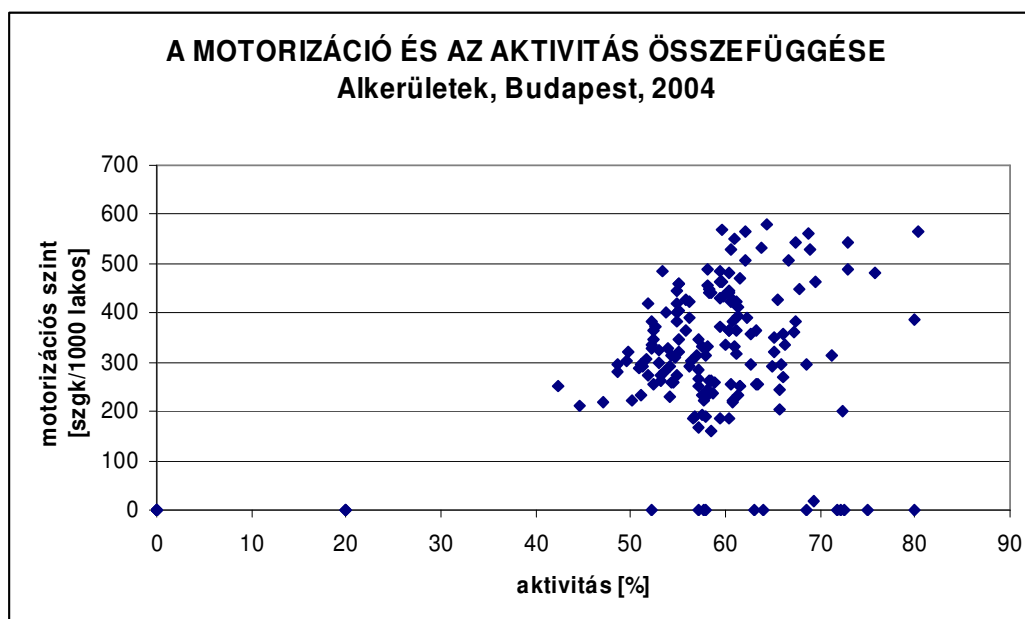


**13. ábra. Különböző városrészek motorizációs fejlődésének eltérő alakulása** Forrás:

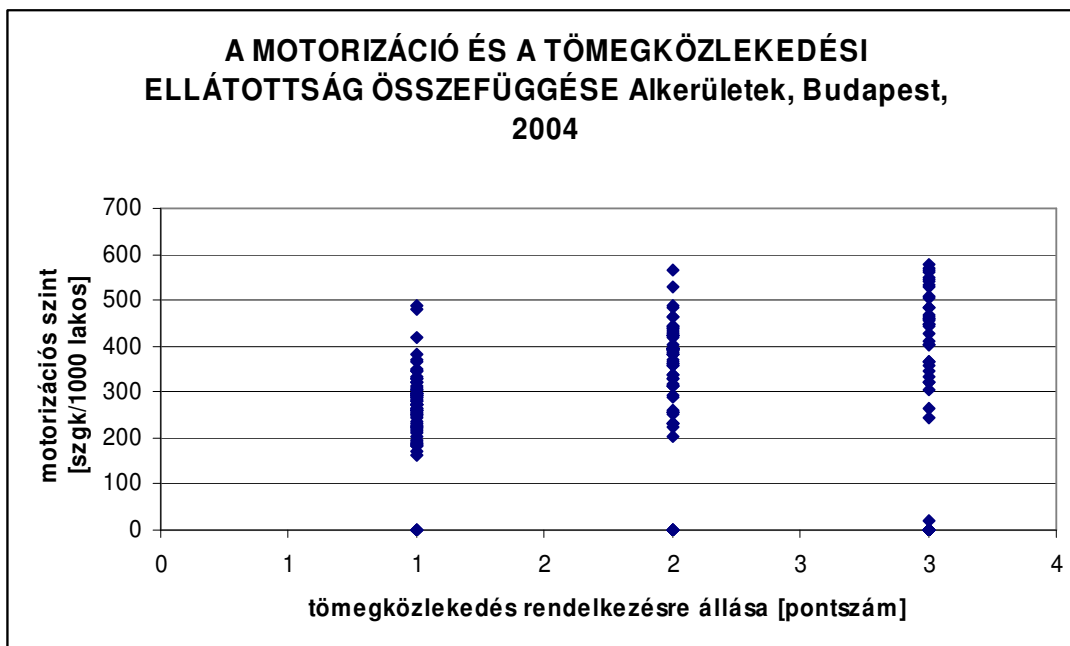
Chlond, B – Kuhnimhof, T (2007)



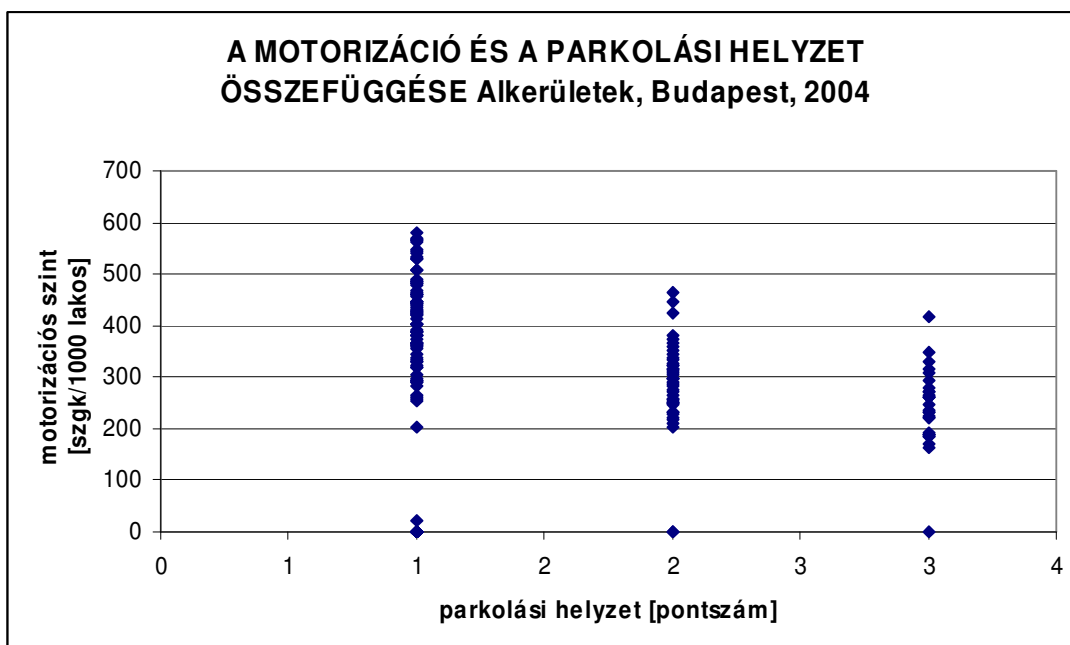
14. ábra. A motorizáció és a laksűrűség összefüggése



15. ábra. A motorizáció és az aktivitás összefüggése

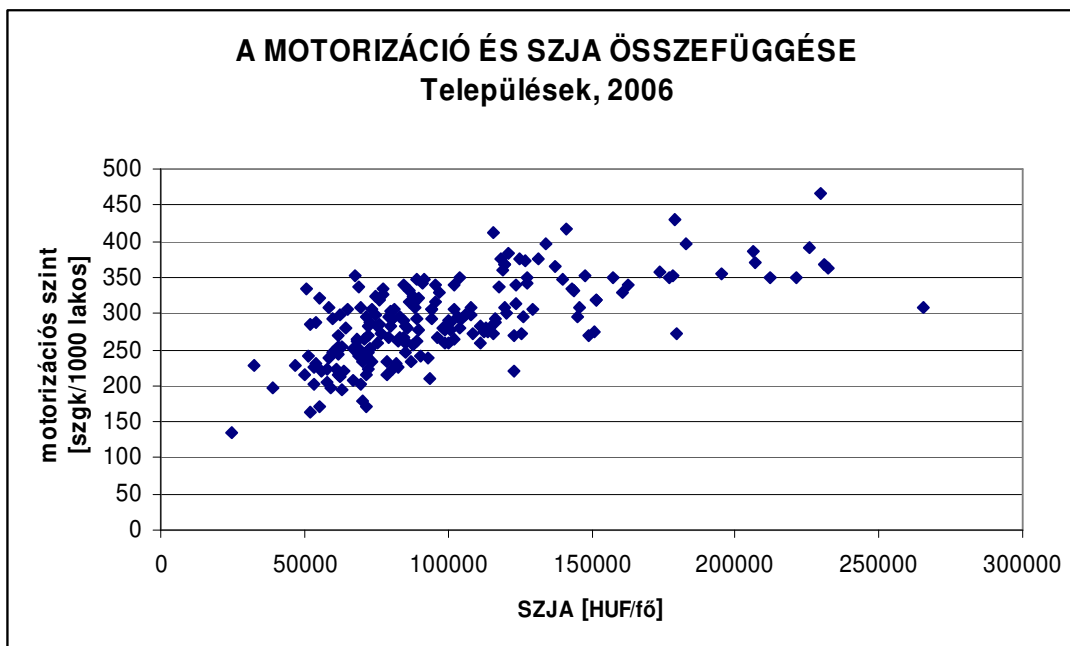


**16. ábra. A motorizáció és a tömegközlekedési ellátottság összefüggése** Jelmagyarázat 1=jó, 2=közepes, 3=rossz

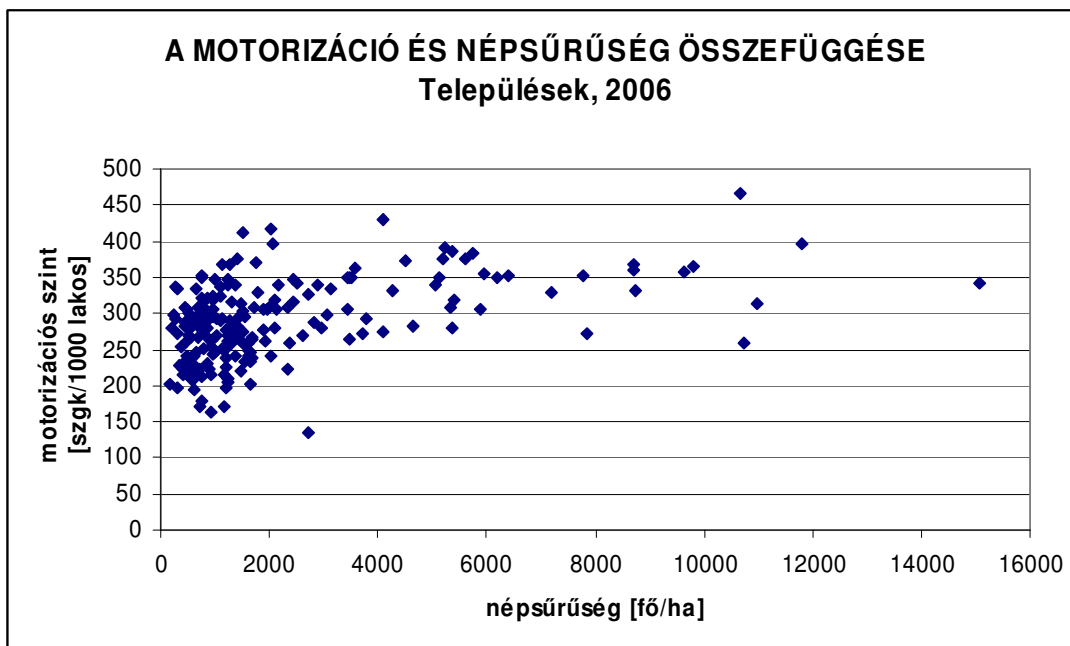


**17. ábra. A motorizáció és a parkolási helyzet összefüggése** Jelmagyarázat 1=jó, 2=közepes, 3=rossz

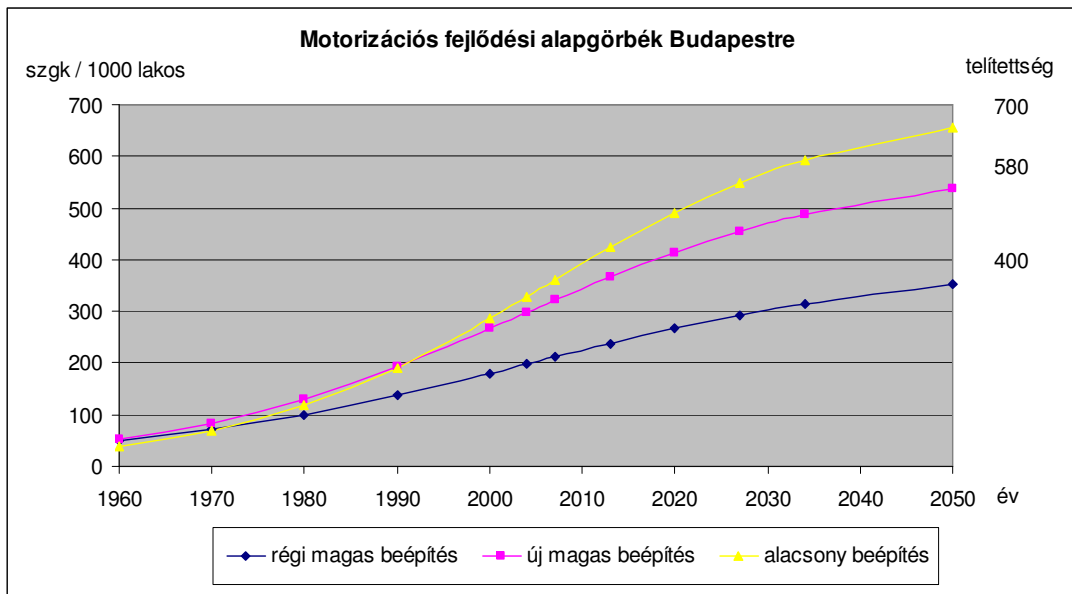




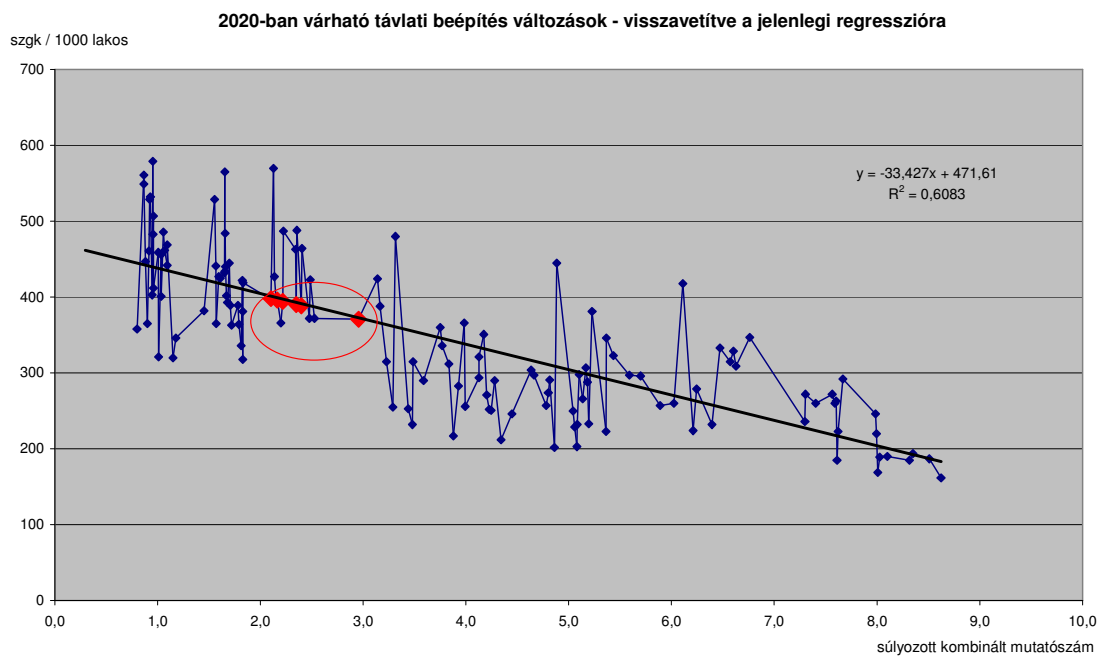
**18. ábra. A motorizáció és az egy főre jutó szja összefüggése**



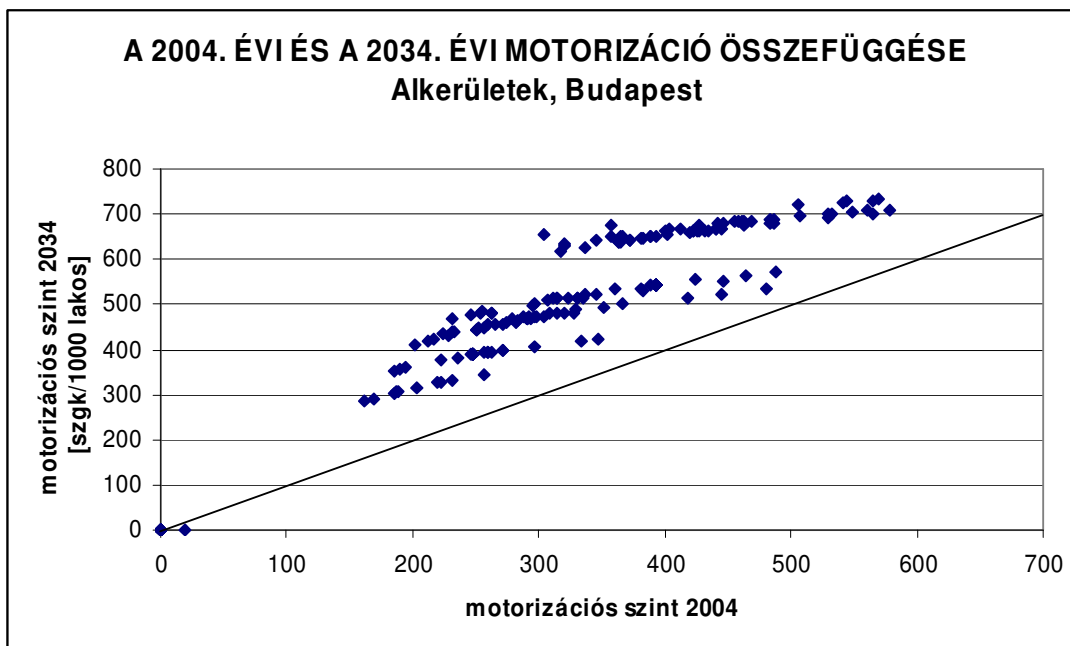
**19. ábra. A motorizáció és a népsűrűség összefüggése**



**20. ábra. Motorizációs fejlődési alapgörbék Budapestre**

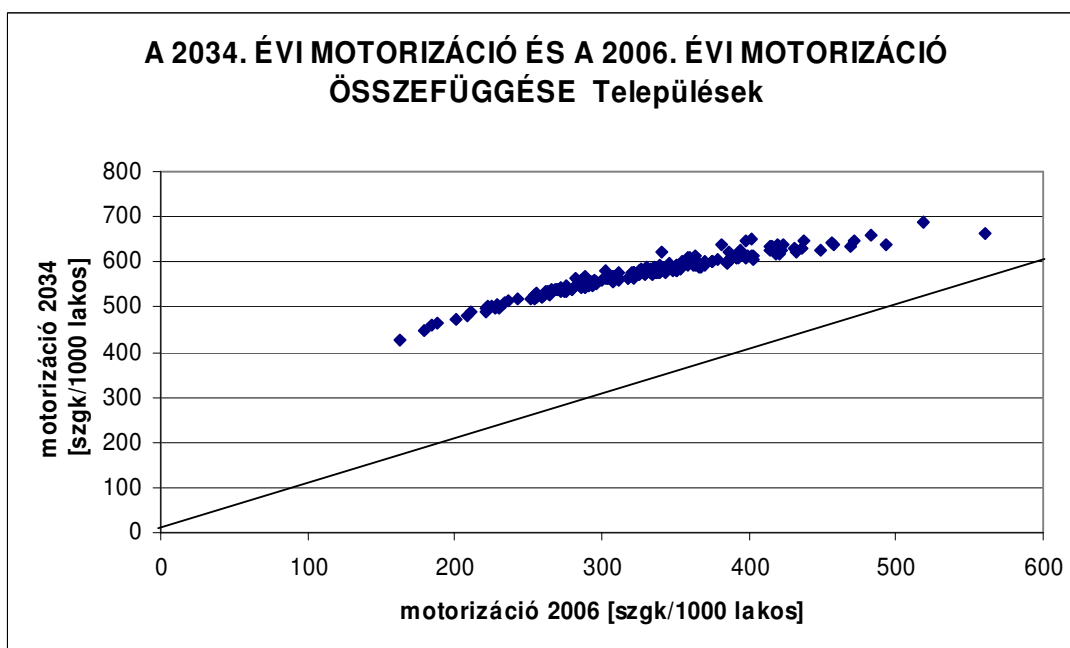


**21. ábra. Változó beépítésű területek motorizációja Budapesten**

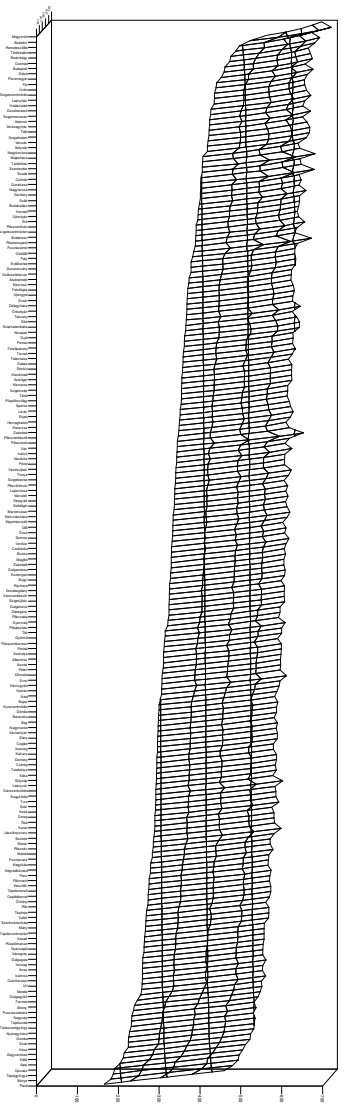


**22. ábra. A 2004. évi és a 2034. évi motorizáció összefüggése, alkerületek** Forrás: A Munka-  
csoport elemzése

ezeknél talán nem kellene kiírni, hogy forrás, hiszen előbb is volt már egy csomó saját  
ábra



**23. ábra. A 2006. évi és a 2034. évi motorizáció összefüggése, települések** Forrás: A Munka-  
csoport elemzése



**24. ábra. A motorizációs felület változása az agglomerációs településeken 2006 és 2034 között, hetévenként** Forrás: A Munkacsoport elemzése