



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék

Carsharing rendszerek elemzéséhez multikritériumos módszer kidolgozása és a szolgáltatás budapesti továbbfejlesztésének lehetőségei

OTDK dolgozat

Csonka Bálint

Konzulens:
Dr. Csiszár Csaba

2014.

Tartalomjegyzék

1. Bevezető.....	3
2. A minőség fogalmának meghatározása a carsharing rendszerekben.....	9
2.1. A társadalom által elvárt minőség.....	14
2.2 A felhasználók csoportosítása és elvárásai.....	15
2.3 A szolgáltató által kínált minőség.....	20
2.4 Érintettek elvárásainak összefoglalása.....	21
3. A szolgáltatás elemzése multikritériumos módszertannal.....	22
3.1. Kritériumok meghatározása.....	22
3.2 Jellemzők értékelési rendszerének kialakítása.....	24
3.3 Az egyes jellemzők súlyozó tényezőinek meghatározása.....	36
4. A budapesti carsharing rendszer továbbfejlesztésének lehetőségei.....	43
4.1 Carsharing rendszer sikerességének feltételei.....	43
4.2 A budapesti alkalmazás értékelése.....	45
4.3 A szolgáltatás továbbfejlesztésének lehetőségei.....	53
5. Összefoglaló.....	57
Irodalomjegyzék.....	58

1. Bevezető

Napjainkban a városi közlekedés egyik legnagyobb problémája a megnövekedett forgalom. A forgalom növekedésével együtt mindennapossá váltak a forgalmi torlódások is, aminek következtében megnövekedett az utazási idő, ami jelentős károkat okoz a közlekedők számára. A tisztább technológiák ellenére a motorizációs fok növekedésével együtt nő a környezetterhelés is, ezáltal pedig tovább romlik a városlakók életkörülménye. A torlódások megszüntetésére a kapacitásbővítő infrastrukturális beruházások nem jelentenek megoldást, ugyanis a városok több száz évvel ezelőtt kialakult szerkezete miatt kivitelezhetetlenek, nincs elegendő hely, valamint a kapacitásnövekedés újabb forgalomműködéshez vezetne, ami ismét torlódásokat okozna. Helyette a meglévő infrastruktúra kedvező kihasználása, a motorizált egyéni közlekedés részarányának csökkentése és a forgalom optimális menedzselése jelenti a megoldást. Egyre nagyobb hangsúlyt kap a közlekedésszervezés, aminek keretében több országgal együttműködve hosszú és rövidtávú stratégiákat alkotnak, amivel egy fenntartható közlekedési színvonal érhető el. Továbbá a forgalom irányításával intelligens közlekedés valósítható meg, az utak kihasználtsága kiegyensúlyozottabb lesz és a forgalmat befolyásoló zavarok esetén is gyorsabb lehet a beavatkozás. Az intelligens közlekedési rendszerek (ITS) az elmúlt években végbement fejlődésének köszönhetően az előbb említett módszerek kivitelezhetővé váltak, ugyanis a döntéshozók számára több és megbízhatóbb adat áll a rendelkezésére, mint eddig, illetve a kommunikációs technológiák is sokat fejlődtek, így az információ áramlása is felgyorsult.

A motorizált egyéni közlekedésnek az előnyei mellett számos negatív tulajdonsága is van, mint például a környezetszennyező hatása, magas energiaszükséglete, vagy a forgalmi torlódások okozta megnövekedett utazási idők, ami miatt több nagyvárosban is korlátozzák a közlekedés ezen formáját. Az egyéni motorizált közlekedés mértékét egy bizonyos fokon túl nem lehet korlátozni széles társadalmi ellenállás nélkül. A közösségi közlekedés megfelelő alternatíva lehetne, bár itt is jelentkeznek problémák, mint például a menetrendhez kötöttség. A szakmában egyre szélesebb körben elfogadott vélemény, hogy szükség van új stratégiák kidolgozására, ami az eddigi aktivitási formák megőrzését teszi lehetővé a káros hatások minimalizálása mellett. A stratégiai cél elérésének egyik eleme a carsharing rendszer, amiben egy autóflootta áll a közlekedők rendelkezésére a kijelölt állomásokon. A rendszer a saját jármű birtoklásának előnyeit nyújtja kevesebb

felelősség mellett. Az európai közautózás múltja egészen 1948-ig visszavezethető [1], míg Észak Amerikában 1983-ig kellett várni az első carsharing rendszerre [2], napjainkban pedig egyre több európai és észak amerikai városban jelenik meg a szolgáltatás. Észak-Amerikában kezdetekben az alacsony üzemanyagárak miatt a kényelem miatt jöttek létre közautó szolgáltatások, míg Európában olyan emberek használták akik nem engedhették meg maguknak a saját gépjármű vásárlását [1]. Manapság mindenütt a költség és a kényelem a fő motiváció. Az informatikai rendszerek fejlődésével párhuzamosan jelennek meg a carsharing rendszerekben az intelligens technológiák, így már nem csak telefonon, hanem interneten is lehet foglalást leadni. A közautózásban résztvevő járműnek az átlagnál mindig alacsonyabb energiafogyasztású járművet választottak, napjainkban az elektromos autók terjeszkedése figyelhető meg, a flotta homogenitása pedig a karbantartás miatt fontos. A mai carsharing rendszerek nem a közösségi közlekedésnek jelentenek konkurenciát, hanem a saját járművel történő motorizált egyéni közlekedésnek.

A carsharing rendszer egy városban történő bevezetésének az előnyei az alábbiak:

- Csökken a háztartásonkénti gépjárműszám.
- Több szabad parkolóhely lesz.
- Csökken a városi közlekedés károsanyag kibocsátása.

Számos tanulmány vizsgálta már a közautózás motorizációs mutatóra kifejtett hatását és mindenütt azt tapasztalták, hogy a felhasználók körében csökkent a háztartásonkénti gépjárműszám. San Franciscóban 12 belvárosi lakóépületben vizsgálták a motorizációs mutatót. A carsharing rendszert nem használók körében 1,22 jármű jutott átlagosan egy háztartásra, míg a felhasználók körében 0,47 [3]. A [4] tanulmány az Egyesült Államokban és Kanadában működő közautó rendszerek használóinak egy háztartásra jutó gépjármű számát vizsgálta. Elsősorban az egynél több gépjárművet birtokló háztartásokban csökkent a járművek száma, az eredményt az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat Háztartásonkénti gépjárműszám érték különbsége Észak-Amerikában carsharing tagok és nem tagok között [4]

	Háztartásonkénti gépjárműszám [jm/háztartás]	
	Nem tagok	Tagok
USA	0,55	0,29
Kanada	0,31	0,13

Továbbá egy harmadik tanulmány kimutatta, hogy amerikai nagyvárosokban a carsharing rendszer szolgáltatási színvonal növekedésével együtt csökkent a háztartásonkénti gépjárműszám [5]. Azáltal, hogy egy közautózásban résztvevő jármű 9-13 másik járművet is helyettesíthet, a városban jelentősen csökkenni fog a gépjárművek száma [4]. Ebből következik, hogy az állóforgalom volumene is csökkenni fog, ezáltal a szabad parkolóhelyek száma nő. Így csökken a parkolóhely keresésére fordított idő, az utazási idő, valamint a károsanyag kibocsátás is.

A carsharing rendszerek telepítésének elkerülhetetlen mellékhatása, hogy az addig közösségi járművel közlekedő utasok egy része áttér a közautózásra, azonban összességében a város számára kedvező az eredmény. A [6] tanulmány Észak Amerikában vizsgálta a nettó kibocsátott üvegházhatású gáz mennyiségét. Azon közlekedők esetében, akik a közösségi közlekedésről álltak át carsharingre, nőtt a károsanyag kibocsátás. Ugyanakkor, akik a saját gépjárműhasználatról álltak át a közautózásra, az ő esetükben csökkent az üvegházhatású gáz emisszió, így végül a teljes rendszert tekintve is csökkent a környezetterhelés. A 174 ezer lakosú Ulm városában is működik public car szolgáltatás, ahol a 200 autóból álló flotta környezeti hatását [7] tanulmány vizsgálta. A 17 ezer regisztrált felhasználónak köszönhetően az éves CO₂ kibocsátás 5 év alatt a legrosszabb esetben 146 kilogrammal, de akár 312 kilogrammal is csökkenhet. Azonban figyelembe kell venni azt is, hogy a carsharing rendszert elsősorban rövid utakra használják, és a sok hidegindításnál a nem megfelelő hőmérsékletű katalizátor miatt a CO és el nem égett szénhidrogének mennyisége a kipufogógázban akkora, amennyi egy üzem meleg esetben pár száz kilométeres út alatt képződik.

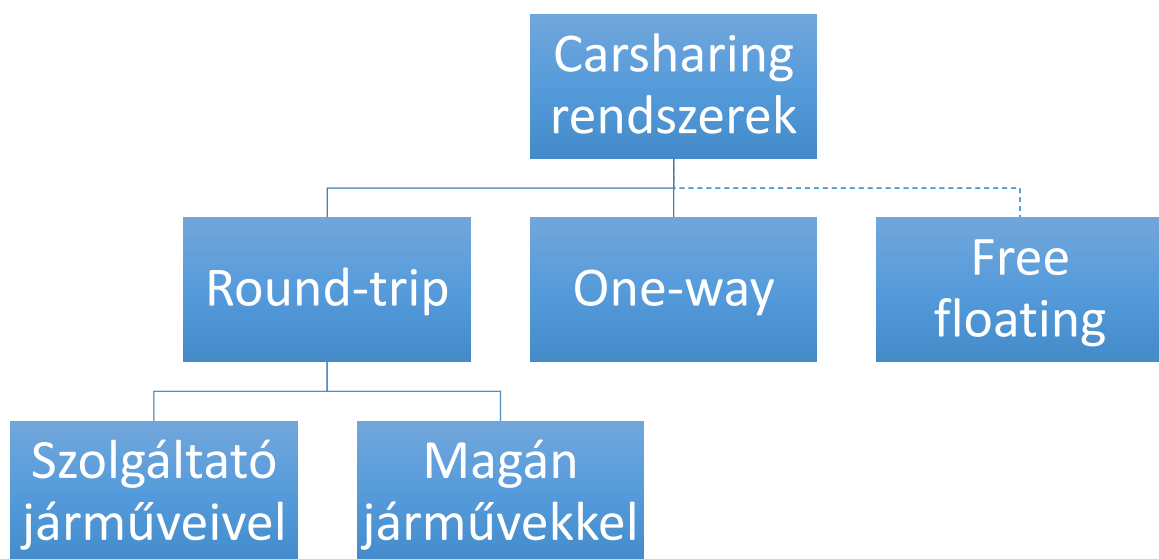
A carsharing rendszer keretén belül használható járművek definíció szerint előre rögzített állomásokon találhatóak, az állomások között megtehető utazások és a járművek tulajdon viszonya szerint a közautó rendszereknek az alábbi osztályait különböztetjük meg (1. ábra):

- **Round-trip:** az utazás kiinduló állomására kell visszavinni a járművet az utazás befejeztével. Ilyen rendszer működik például Montreálban.
 - **PVSP** vagy **peer-to-peer:** alapvetően egy round-trip rendszer, de a járművek magántulajdonban vannak. Ebben az esetben a szolgáltatónak közvetítői szerepe van. Ilyen rendszer működik például Chicagóban.

- **One-way:** függetlenül a kiinduló állomástól, bármelyik állomás lehet végállomás is. Ilyen rendszer működik például Lisszabonban.

Továbbá meg kell említeni még egy kategóriát, ami a definíció szerint nem számít carsharing rendszernek, azonban egyre elterjedtebb:

- **Free-floating:** nincsenek állomások, helyette a városon belül ki van jelölve egy zóna (home zone), és azon belül bárhol le lehet állítani a járművet az utazás befejeztével. A szolgáltatás igénybevétele során el lehet hagyni a zónát. Ilyen rendszer működik például Berlinben.



1. ábra Carsharing rendszerek osztályai (saját szerkesztés)

A round-trip rendszerben működő közösségi autókat a felhasználók főleg kikapcsolódás vagy bevásárlás céljából használják [8]. A round-trip rendszert a szolgáltatás során igénybe vehető járművek tulajdoni viszonya szerint két csoportra bonthatjuk. Az első csoportban a gépjárművek a szolgáltató tulajdonában vannak, míg a második esetben a carsharing flottát magántulajdonban lévő járművek alkotják. Az utóbbi csoportot hívjuk PVSP (Personal Vehicle Share Program), vagy más néven peer-to-peer rendszernek. Azért cserébe, hogy a járművét mások is használhatják, a tulajdonos fizetséget kap. A rendszer előnye, hogy további járművek beszerzése nélkül lehet elindítani a szolgáltatást és növelni a meglévő járművek kihasználtságát valamint a flotta változatossága sem okoz

problémát. Az USA-ban peer-to-peer szolgáltatást nyújt a Getaround¹ nevű szervezet, ahol a jármű bérlésének menete ugyanúgy zajlik, mint a többi rendszer esetén, de megnő a közösség szerepe, ugyanis lehet véleményezni a kölcsönzőt és a tulajdonost is. A kölcsönző korábbi értékelései alapján a jövőben a tulajdonos dönthet arról, hogy kinek engedi használni a járművét. A round-trip rendszer hátránya, hogy a gépjárművek használhatóságának korlátozása miatt a felhasználók száma alacsonyabb lesz, mint a one-way típusú rendszerek esetén. Azonban a célállomás korlátozásának feloldásával megjelenik az inhomogén eloszlás problémája. Míg az előző rendszerben minden jármű az utazása végén ugyanarra az állomásra kerül vissza, ezáltal a szabad gépjárművek átlagos területi eloszlása nem változik. A one-way szolgáltatás esetében a városi közlekedési tendenciák miatt minden esetben kialakul egy kiegyensúlyozatlan eloszlás, aminek következtében a járművek újraelosztására lehet szükség bizonyos időközönként, ami a szolgáltató részéről további ráfordítást igényel. A kiegyensúlyozott eloszlás megtartásának több lehetséges módja is van:

- A szolgáltató munkatársai a járműveket bizonyos időközönként újra elosztják.
- A szolgáltatónak joga van utazásokat megvétőznia a célponttól függően a kiegyensúlyozott elosztás megtartásának érdekében.
- Az állomások kialakításakor előre figyelembe veszik a városi közlekedés sajátosságait [2].

A Szingapúrban működő carsharing rendszer példa arra, hogy milyen nehézségekkel jár round-trip rendszerről one-way-re átállni, ahol a szolgáltatás színvonalát nem sikerült fenntartani miután megugrott a felhasználók száma [2]. A free-floating a one-way rendszerre hasonlít, de nincsenek rögzített állomások, ami nagyobb szabadságot ad a felhasználónak. Az utazásra vonatkozó egyetlen megkötés, hogy a kijelölt zónán belül kell befejezni. Ennél a rendszernél különösen fontos a közlekedő ellátása az indulás előtt a szabad járművek helyzetére vonatkozó információkkal, ugyanis azok mindig máshol találhatók meg.

Budapesten 2013 szeptember elején indult el Avalon Car(e)Sharing néven a közautó szolgáltatás (2. ábra). A szolgáltatás keretében több járműkategória közül lehet választani. A kezdetekben 10 járműből álló flottát az év végére 50-re tervezik növelni. A round-trip jellegű szolgáltatás igénybevételéhez regisztrációra van szükség. Az előre

¹ <http://www.getaround.com/>

lefoglalt járműveket chip kártyával lehet nyitni, illetve beszállás után a személyes PIN kód megadása is szükséges, valamint a jármű állapotára vonatkozó 3 egyszerű kérdést is meg kell válaszolni. A gépjárművet a felhasználónak kell feltöltenie üzemanyaggal, ha a szintjelző mutatója eléri az $\frac{1}{4}$ alatti szintet, de addicionális költségei nincsenek. Az utazás befejeztével a járművet a fix parkolóhelyre kell visszavinni, az indítókulcsot a kesztyűtartóba kell visszahelyezni, végül a járművet a chipkártyával lehet bezárni.

A téma aktualitását az adja, hogy carsharing rendszerek egyre több városban jelennek meg szerte a világban és nagyon sok a pozitív tapasztalat, valamint, hogy a Budapesten elindult közautó szolgáltatás még gyerekcipőben jár, ezért kiemelten fontos, hogy egy megfelelő stratégiát követve történjen a további bővítés, amiben jelentős segítséget nyújt egy több tényezőre kiterjedő multikritériumos módszertan. A dolgozat további részeiben a carsharing rendszer minőségi mutatói kerülnek bemutatásra, aminek alapján egy kompenzált multikritériumos módszertan kerül kidolgozásra, végül egy általánosságban és Budapestre érvényes carsharing fejlesztési stratégiát mutatok be a dolgozatban.



2. ábra A Budapesten működő Avalon Car(e)Share autói

2. A minőség fogalmának meghatározása a carsharing rendszerekben

A minőség a carsharing rendszer olyan jellemzőinek az összessége, amelyek alkalmassá teszik az érintettek igényeinek kielégítésére, rendeltetésének megfelelően. A carsharing rendszer által érintettek eltérő szempontrendszerrel bírnak, így a minőség fogalmát is több szempontból vizsgáltam:

- a társadalom,
- a felhasználók,
- szolgáltató szempontjából.

A közösségi közlekedéshez hasonlóan, ebben az esetben is három csoportra bonthatjuk a kívánalmakat. Az előbb említett három szereplő érdekei nem feltétlenül azonosak, egyes esetekben ellentétesek is lehetnek. Például a felhasználó számára fontos, hogy a számára nyújtott szolgáltatásért megfizethető áron jusson hozzá, vele ellentétben a szolgáltató (feltéve, hogy nem nonprofit vállalat) érdeke a minél kisebb ráfordítás mellett a bevétel maximalizálása.

A carsharing rendszerek által nyújtott szolgáltatás térben és időben változó, illetve állandó minőségi jellemzőkkel írhatóak le. A jellemzők összessége adja meg a szolgáltatás minőségét. A közösségi közlekedésben a komplex és szubjektív jellemzők objektívvá tételéhez széles körben elfogadott normatívák állnak rendelkezésre [9]. A normatívákat átültettem a carsharing rendszerekre, így adódtak a közautó szolgáltatás tulajdonságai által befolyásolt minőségi jellemzők.

A minőséget a kiszolgált területen [km^2] lehet értelmezni, ami az állomás vagy a jármű 3 km sugarú környezete². Free-floating típusú rendszer esetén a kijelölt zóna terület határait 3 kilométerrel kifelé tolva kapjuk meg a kiszolgált terület nagyságát (ennek oka, hogy a zóna határán álló járművek által kiszolgált terület nem csak a kijelölt zónára korlátozódik).

² A jármű vagy állomás 3 km sugarú környezetében tartózkodók bonyolítják le az utazások több mint 80%-át [10].

A jellemzőket az alábbiak szerint csoportosítottam:

- Szolgáltatás típusa (round-trip, one-way, free-floating).
- Térbeli rendelkezésre állás:
 - állomás- vagy járműsűrűség [db/km^2] (azon rendszerekben ahol nincs állomás, ott a járműsűrűség (újraelosztás nélküli esetben³) a mértékadó),
 - egy járműre jutó lakosok száma [fő/jm] (újraelosztás nélküli esetben³).
- Időbeni rendelkezésre állás:
 - átlagos szabad-járműsűrűség [jm/km^2],
 - használati időtartam minimum és maximum értéke [perc],
 - üzemidő [óra].
- Megbízhatóság:
 - lefoglalhatóság és rugalmasság.
- Kényelem:
 - jármű megközelíthetősége,
 - férőhelykínálat [fő], csomagtér [liter],
 - a jármű belső megjelenése (kényelem, kialakítás, tisztaság),
 - jármű menettulajdonságai,
 - jármű üzemanyaggal történő feltöltésének körülményei,
 - parkolás körülményei,
 - egyéb teendők szükségessége (pl.: parkolóőr kezelése).
- Jármű külső tulajdonságai:
 - külső megjelenés,
 - külső méretek [mm].
- Rendszer kezelhetősége:
 - hálózat és tarifarendszer áttekinthetősége,
 - regisztrálás és díjfizetés körülményei,
 - jármű foglalás körülményei,
 - járműfedélzeti rendszerek kezelhetősége.
- Információs rendszer:
 - járművel kapcsolatos információk,
 - közúti közlekedéssel kapcsolatos információk,

³ Azon rendszerek esetében, ahol újraelosztás működik, azzal a járműszámmal kell számolni ami ugyanazt a minőségi színvonalat biztosítja, de újraelosztás nélkül.

- közösségi közlekedéssel kapcsolatos információk.
- Járműbiztonság (egy jármű pontszáma az Euro NCAP értékelésével megegyező).
- Környezeti hatás:
 - zaj [dB],
 - CO₂ kibocsátás [g/km].

A fentiek közül számos jellemző további magyarázatra szorul. Az állomás- vagy járműsűrűség minőségi jellemző értéke a kiszolgált területen található állomások vagy járművek számának és a kiszolgált terület nagyságának hányadosa. Azon rendszerek esetében, ahol újraelosztás működik, azzal a járműszámmal kell számolni ami ugyanazt a minőségi színvonalat biztosítja, de újraelosztás nélkül. Értelmezhető a teljes területre, de a kiszolgált területbe tartozó körzetekre is.

Az egy járműre jutó lakosok száma a kiszolgált területen élő lakosok és a carsharing járművek számának hányadosa. Értelmezhető a teljes területre, de a kiszolgált területbe tartozó körzetekre is.

Az átlagos szabad-járműsűrűség historikus adatok alapján mutatja meg a szabad járművek átlagos számát egy adott területen, aminek akkor van jelentősége, ha nem lehet előre lefoglalni egy járművet.

A lefoglalhatóság és rugalmasság jellemző alatt a járművek igénybevételének körülményeit értem. Például utazás előtt szükséges-e a foglalás, és a foglalás mennyire rugalmasan módosítható.

A jármű megközelíthetősége alatt elsősorban a jármű környezetének közösségi közlekedéssel való ellátottságát értem.

A parkolás körülményei minőségi jellemző azt veszi figyelembe, hogy a carsharing rendszer felhasználói számára hány dedikált parkoló áll rendelkezésre, lehetséges-e a lefoglalásuk, illetve a dedikált parkolóhelyeken kívül is lehet-e parkolni.

Az információs rendszer jellemző a felhasználók számára rendelkezésre álló információ mennyiségét és értékét veszi figyelembe.

Járműbiztonság alatt a jármű baleset megelőző aktív, és a baleset kimenetelének súlyosságát csökkentő passzív biztonsági berendezéseket értem.

Végül a minőségi jellemzőket jármű és szolgáltatás minőségi jellemzőire bontottam, amit a 2. táblázat mutat be.

2. táblázat Carsharing rendszer minőségi jellemzőinek csoportosítása

JÁRMŰ	SZOLGÁLTATÁS
• Férőhelykínálat [fő] • Jármű belső megjelenése • Jármű menettulajdonságai • Külső megjelenés • Külső méretek [mm] • Járműbiztonság (Euro NCAP minősítés, 1-5 pontszám) • Zaj [dB] • CO₂ kibocsátás [g/100 km]	• Szolgáltatás típusa (1-5 pontszám) • Állomás- vagy járműsűrűség [db/km²] • Egy járműre jutó lakosok száma (relokáció nélküli esetben) [fő/jm] • Átlagos szabad-járműsűrűség [jm/km²] • Használati időtartam minimum és maximum értéke [perc] • Üzemidő [óra] • Lefoglalhatóság és rugalmasság • Járművek megközelíthetősége • Jármű üzemanyaggal történő feltöltésének körülményei • Parkolás körülményei • Egyéb teendők szükségessége • Rendszer kezelhetősége • Utasinformációs rendszer

Eltérő időintervallumokban az utasok más minőségi elvárásokat támasztanak a szolgáltatás irányába, ezért célszerű az igényeket csoportosítani. A csoportosítás történhet egy napon belül az éppen használt carsharing járművek aránya szerint:

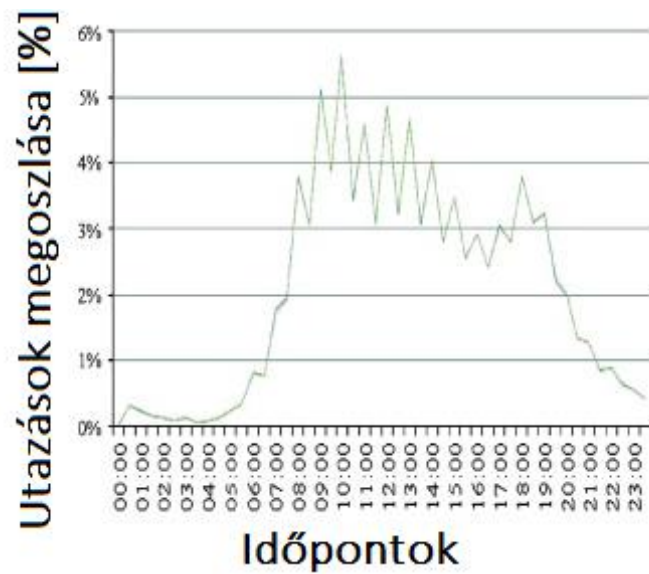
- csúcsforgalmú időszak (> 80%),
- közepes forgalmú időszak (50-80%),
- alacsony forgalmú időszak (<50%).

Illetve egy héten belül is megállapítható két csoport:

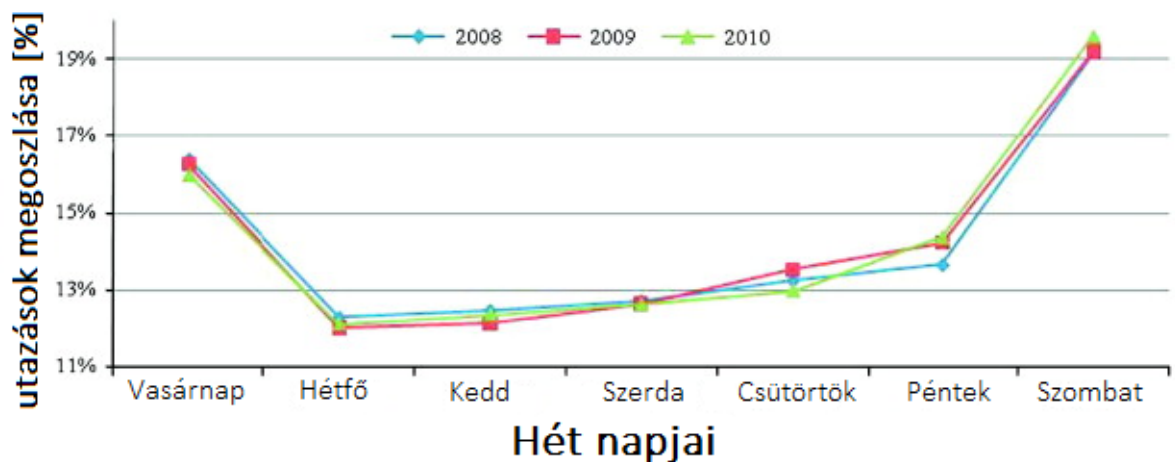
- hétköznapiak,
- hétvégi napok.

A kereslet nagysága az egyes időszakokban eltérő, így az alacsonyabb forgalmú időszakokban ugyan az a minőségi színvonal kevesebb járművel is elérhető, mint a csúcsforgalmú időszakban. Ez a szolgáltató számára fontos, hiszen a karbantartási műveletek így tervezhetőek. Például a járművek takarítását érdemes az esti órákban végezni, amikor a jármű átmeneti kiesése nem okoz problémát. Torontóban vizsgálták a

round-trip típusú carsharing rendszer felhasználóinak utazási szokásait az idő függvényében [10]. A 3. ábrán látható, hogy napi bontásban a legtöbb utazás a reggeli és délutáni csúcsforgalmú időszak között ment végbe. Ennek oka, hogy a round-trip carsharing rendszer használatának motivációja elsősorban szabadidős tevékenység vagy vásárlás, amit a felhasználók nem a csúcsforgalmú időszakban hajtanak végre. Ugyanez a magyarázat a hét napjain végrehajtott utazások számának egyenlőtlen eloszlására (4. ábra).



3. ábra Utazások számának megoszlása egy napon belül [10]



4. ábra Utazások számának alakulása a hét napjain [10]

2.1. A társadalom által elvárt minőség

Carsharing rendszer az egyes életviszonyok (lakás, munka, oktatás, ellátás, szórakozás, turizmus) térben és időben történő összekapcsolása útján befolyásolja a lakosság életkörülményeit. Ebből következik, hogy a lakóknak elvárásaik vannak a bevezetendő rendszerrel szemben, amit a sajátos szempontrendszerük befolyásol. Összességében ezt hívjuk a társadalom által elvárt minőségnek.

A lakosságnak érdeke egy jól működő közlekedési rendszer, ami magas színvonal elégti ki a mobilitási igényeket. Ennek a közlekedési rendszernek a része a közautó program, ami a közösségi közlekedéssel ellentétben csak jelenléti szerepben jelenhet meg, de hatása így is érezhető, így a rendszerrel szemben a társadalomnak az alábbi elvárásai lehetnek:

- **Csökkentse a forgalmi torlódásokat:** Európa gazdasága a forgalmi torlódások miatt minden évben megközelítőleg 100 milliárd eurós veszteséget szenved el [11]. A carsharing rendszer pozitív hatása a gépjárműves közlekedés részarány csökkenésének értékével mérhető.
- **Növelje a szabad parkolóhelyek számát:** a gépjárműves közlekedést megbízhatóságát csökkenti, ha nincs megfelelő számú parkolóhely. Ha nő a forgalomban a parkolóhelyet kereső közlekedők aránya, azzal a torlódások is nőnek. A carsharing rendszer hatása a parkolóhely keresésre fordított idővel mérhető.
- **Csökkentse a közlekedés környezetterhelését:** a nagyvárosokban a levegő és zajszennyezés negatív hatással van a lakók életminőségére. A carsharing rendszer hatása a gépjárművel megtett távolságok összegével mérhető. Abban az esetben, ha sikerül csökkenteni a gépjárművel megtett távolságok összegét, akkor a közlekedés környezetterhelése is csökken, ugyanis a többi közlekedési mód fajlagos környezetterhelése alacsonyabb a nagyobb kihasználtság vagy a környezetbarát járművek miatt.
- **Minél több lakó számára elérhetővé tegye a gépjárműves közlekedés előnyeit:** ahol a közösségi közlekedés nem tud megfelelő színvonalú szolgáltatást nyújtani, csak a motorizált egyéni közlekedés alkalmas a hosszabb távolságú (> 20 km) utazásokra. A carsharing rendszer hatékonysága azon felhasználók

számával mérhető, akik a szolgáltatás miatt váltak meg gépjárművüktől vagy mondtak le új jármű beszerzéséről.

A társadalom preferenciáját az egyes problémák súlyossága befolyásolja, például egy alacsony népsűrűségű területen, ahol a szabad parkolóhelyek száma nem jelent problémát, fontosabb, hogy a gépjárműves közlekedés előnyei mindenki számára elérhetőek legyenek.

A carsharing rendszer közvetett módon is hat a lakók életminőségére. Azzal, hogy csökken a forgalom, csökken a közlekedés infrastruktúra igénye. A korábban a közlekedés számára fenntartott területeket a közösség számára sokkal kedvezőbben lehet használni (például parkosítani).

2.2 A felhasználók csoportosítása és elvárásaik

A felhasználók által elvárt és érzékelt minőség között rész van, aminek nagysága az ügyfél elégedettségének mértékét mutatja meg. Az elvárt és érzékelt minőség felhasználónként eltérő, aminek oka az egyéni igények és motivációk. Az utazók igényeit és motivációit számos tényező befolyásolja, amik számbavételével felhasználói csoportokat lehet képezni. Ha ismerjük a felhasználók igényeit és motivációit, akkor célzottan lehet reklámozni a szolgáltatást, ezáltal pedig újabb felhasználókat lehet szerezni, valamint a meglévők többször fogják igénybe venni. Továbbá nő az ügyfelek elégedettsége, ami a szolgáltatás gazdasági fenntarthatóságának alapfeltétele. A felhasználók döntést befolyásoló szempontrendszerét befolyásoló tényezők alapján az igénybevevők csoportosításának több lehetséges módja van.

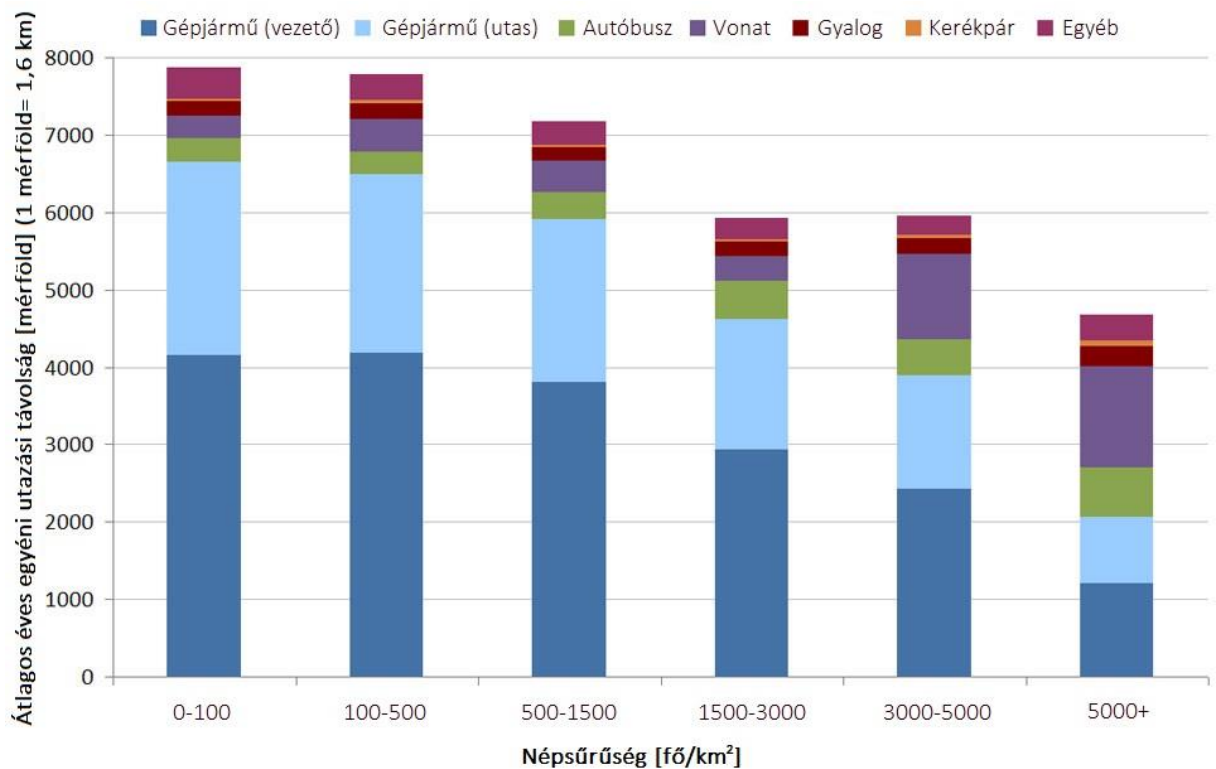
Lakóhely népsűrűsége szerinti csoportosítás:

- alacsony népsűrűségű településrész (0-1000 fő/km²),
- közepes népsűrűségű településrész (1000-4000 fő/km²),
- magas népsűrűségű településrész (4000 fő/km²+).

Magyarországon a legtöbb település és településrész az alacsony népsűrűségű kategóriába tartozik. A várostól távol eső településen élők számára, ahol a közösségi közlekedés csak jelenléti szerepben tud gazdaságosan megjelenni az alacsony népsűrűség miatt (gyakran alacsonyabb, mint 100 fő/km^2)⁴, az egyéni motorizált közlekedés az elsődleges közlekedési mód. Az utazások átlagos hossza nagy, aminek oka, hogy az alacsony népsűrűségű területeken a kiszolgáló létesítmények is ritkábban helyezkednek el (5. ábra). A várostól távol eső településeken a gépjármű tárolása és az utak kapacitás korlátja sem jelent problémát, de carsharing rendszer bevezetésével a saját gépjárművel nem rendelkezők számára is biztosítani lehet a csúcsforgalmú időszakok között a települések közti közlekedést. A méltányos fajlagos utazási költség, mint igény jelenik meg a jövőbeli felhasználók részéről. Az alacsony népsűrűségű településrész kedvezőtlen környezet egy közautó program számára. Egy carsharing-es autó vonzáskörzete alacsony, a felhasználók átlagosan 10 perc sétát hajlandóak megtenni a járműig, ami nagyjából 800 méternek felel meg [5]. Ebből következik, hogy egy új jármű beszerzése nem fog megtérülni az alacsony felhasználói szám miatt, ezért a várostól távol eső településeken indokolt esetben round-trip típusú rendszer bevezetése ajánlott, aminek magán autók alkotják a flottáját. Megjegyzendő, hogy a kisebb közösségeken belül, például falvakban, nem idegen, hogy egy magán tulajdonban álló járművet többen használnak a nagyobb ismeretség miatt.

Szintén az első csoportba tartozik a legtöbb vidéki város Magyarországon (pl: Szeged (605 fő/km^2), Győr (753 fő/km^2)), ahol a gépjárművel megtett átlagos utazások hossza alacsonyabb, mint az előző esetben, de a gépjármű tárolása és az utak kapacitása ebben az esetben sem jelent komoly problémát, valamint a közösségi közlekedés színvonala is magasabb. Mivel az egyéni motorizált közlekedés akadályozottsága alacsony, ezért a carsharing rendszerek potenciális felhasználóinak az igénye, méltányos fajlagos utazási költségek mellett, a gépjárműves közlekedés szabadságának biztosítása.

⁴ Magyarország településeinek népsűrűségére vonatkozó adatok forrása: www.ksh.hu



5. ábra Népsűrűség függvényében az átlagos éves utazási távolságok megoszlása közlekedési módokként [12].

A második csoportba tartoznak a közepes népsűrűségű területek, Magyarországon ebbe a csoportba tartoznak Budapest külső kerületei (II, III, X, XI, XII, XV, XVI, XVII, XVIII, XXI, XXII, XXIII), és néhány Budapest agglomerációjában található település (pl: Kistarcsa, Érd, Diósd, Budaörs). A közepes népsűrűségű településrészekben belüli gépjárműves közlekedés nem ütközik erős korlátokba, így ebben az esetben is az alacsonyabb fajlagos költség és szabadság a felhasználók által a közautó programmal szemben támasztott követelmény. Ide az alacsony költségű round-trip típusú rendszer illik a legjobban (magán, vagy az üzemeltető tulajdonában álló járművekkel), de mivel a népsűrűség nem éri el az általánosságban elfogadott 4000 fő/km^2 ($\approx 10000 \text{ fő/mérföld}^2$) értéket [5], ami a carsharing rendszerek gazdasági megtérülésének határa, bevezetése gazdasági szempontból nem indokolt.

A harmadik és utolsó csoportba tartoznak a nagyvárosok egyes városrészei, Magyarországon egyedül Budapest belső (I, IV, V, VI, VII, VIII, IX, XIII, XIV, XIX, XX) kerületei tartoznak ide. Itt a legrövidebb a gépjárművel megtett utazások átlagos hossza (5. ábra). A nagyvárosok belső útjain a leggyakoribbak a torlódások és a parkolóhely hiány, ami kellemetlenségek mellett monetarizálható kárt okoz a

közlekedőknek (pl: megnövekedett utazási idő). Ezért itt a szabad parkolóhely biztosítása iránti igény is megjelenik. A carsharing rendszer által nyújtott lehetőségek elmaradnak a saját gépjármű adta mobilitási szabadságtól, ezért szükség van megfelelő közösségi közlekedésre, hogy a járművek megközelíthetőek legyenek. A gazdasági megtérülés lehetősége miatt round-trip, one-way és free-floating típusú rendszer is alkalmazható.

A nagyvárosi carsharing rendszer felhasználóinak tárgyalásánál érdemes foglalkozni a külső kerületekkel és az agglomerációs településekkel. Ugyanis az ott élők jelentős része ingázó, akik ügyintézés vagy munkavégzés céljából nap-mint-nap a nagyváros belső kerületeibe utaznak. Mivel sokan választják a gépjárműves közlekedést, a reggeli és délutáni csúcsforgalmú időszakban a közutak kapacitáskorlátja torlódásokhoz vezet a belvárosba vezető útvonalakon. Az itt élők számára fontos a gépjárműves közlekedés kényelme, de mellette van hátránya is: kevés szabad parkolóhely és nem megbízható utazási idő, aminek oka az utak zsúfoltsága.

Erre a problémára nyújthat megoldást egy belvárosban működő carsharing rendszer a közösségi közlekedéssel kiegészítve. Következzen egy példa, aminek alanya eddig minden nap kizárólag autóval közlekedett a belvárosi munkahely és az agglomerációban található lakhelye közt, és napközbeni ügyintézésre is kizárólag a járművét használta. Alternatíva: reggel a saját gépjárművével elmegy a P+R parkolóig, ahol átszáll a közösségi közlekedésre, amivel a belvárosig tud menni. Megérkezve a belvárosba dönthet, hogy carsharing rendszert igénybe véve (elsősorban akkor, ha nem round-trip típusú), vagy továbbra is a közösségi közlekedéssel folytatja az útját. Napközben a csúcsforgalmú időszakok közt a közautó programban megtalálható autókval közlekedve intézheti ügyeit. Délután a reggeli úthoz hasonlóan tud hazamenni.

A példából is látszódik, hogy a közösségi közlekedés magas színvonala a carsharing rendszerek felhasználóinak is igénye.

Háztartásonkénti gépjárműszám szerinti csoportosítása:

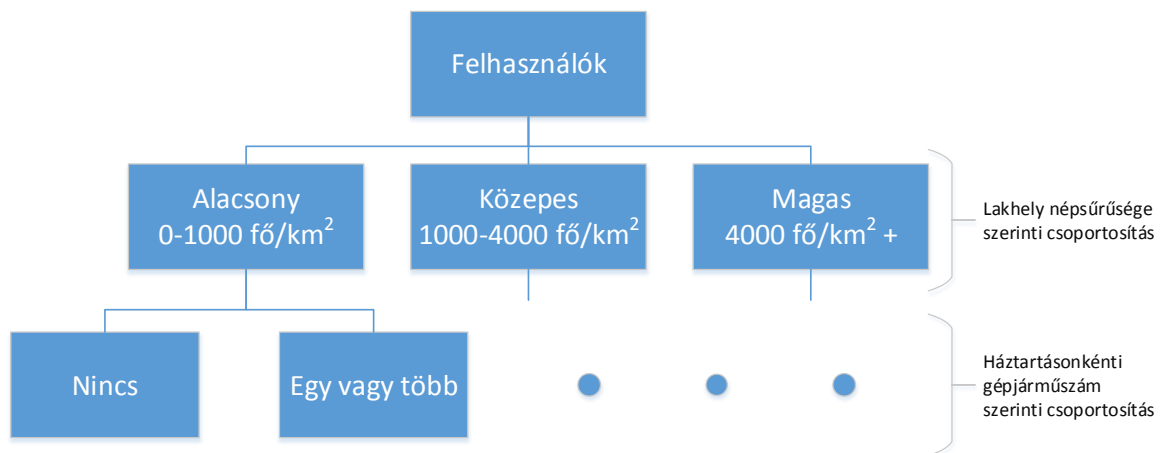
- nincs gépjármű a háztartásban,
- van gépjármű a háztartásban.

A meglévő csoportokat további alcsoportokra bonthatjuk, ha a carsharing rendszer bevezetése előtti időpontban a háztartásonkénti gépjárműszámot vizsgáljuk.

Az első csoportba tartozóknak nincs saját gépjárműjük, tehát ők: gyalogosok, kerékpárosok, közösségi közlekedők, stb. A carsharing rendszernek nem célja, hogy minél több ember üljön autóba, de számukra is indokolt a gépjárműves közlekedés előnyeit biztosítani, ugyanis a későbbiekben bárki dönthet a gépjárműves közlekedés mellett. Ha számukra is elérhetővé válik a gépjárműves közlekedés annak előnyeivel együtt, akkor jelentősen csökken az esélye, hogy a jövőben saját gépjárművel fognak rendszeresen közlekedni. Ez elsősorban a belvárosban lakók esetében fontos, ahol az utak túlterheltsége és a szabad parkolóhelyek hiánya a jelenlegi gépjárműszám esetén is gondot okoz. A carsharing szolgáltatás nem egyenértékű a saját gépjárművel, ezért fontos, hogy a közösségi közlekedés magas színvonalon üzemeljen, ami kiegészíti a közautó programot. Az autóval nem rendelkezők számára fontos, hogy a carsharing rendszer használatának költségei elmaradjanak egy saját jármű beszerzési és üzemeltetési költségeitől. Továbbá fontos szempont a megbízhatóság, kényelem és a kevesebb felelősség. Azon felhasználók, akik nem rendelkeztek saját gépjárművel, a kényelem színvonalát elsősorban a közösségi közlekedéshez mérik.

A második csoportba azok a háztartások tartoznak, ahol saját gépjármű áll rendelkezésre. Ebben az esetben ugyanazok a preferenciák, mint az előző esetben: költség, kényelem, kevesebb felelősség, valamint, ha a saját gépjármű környezetterhelése nagyobb, mint egy átlagos carsharing járművé, akkor a környezet védelme is befolyásoló tényező lehet. Minél több jármű van egy háztartásban, annál alacsonyabb egy jármű átlagos éves futásteljesítménye, tehát a fajlagos utazási költségei nőnek. Ebből következik, hogy minél több jármű van egy háztartásban, annál valószínűbb, hogy a carsharing rendszer bevezetése után csökkenti fogják a saját gépjárműveik számát. A gépjárművel rendelkező felhasználók a kényelmi színvonalat a saját gépjárművükhöz mérik elsősorban, ugyanakkor a carsharing rendszer által nyújtott kényelem sosem lesz egyenértékű a már megtapasztalt saját gépjárműves közlekedés kényelmével, ami visszatartó erő lehet. Figyelembe kell venni azon gépjárművel közlekedőket is, akik érzelmileg kötődnek a járművükhöz, vagy mint presztízsnövelő tényezőként kezelik. Ezzel szemben a carsharing rendszerek csak a közösséghez való tartozás érzetét tudják nyújtani.

A teljes csoportosítást a 6. ábra mutatja be.



6. ábra Felhasználók csoportosítása (saját szerkesztés)

2.3 A szolgáltató által kínált minőség

Előfordulhat, hogy az üzemeltetőnek és a felhasználónak nem azonosak az érdekei, ezért fontos, hogy szolgáltatói oldalról is megvizsgáljuk a carsharing rendszer minőségét. Az üzemeltető törekedhet az:

- egyéni optimum,
- társadalmi optimum elérésére.

Üzleti optimum elérésére törekednek a magánvállalatok, ilyenkor a cél a lehető legnagyobb profit realizálása. Társadalmi optimumra törekedhet például egy önkormányzat tulajdonában álló carsharing rendszer, ez esetben a közlekedés és életminőség javítása a cél, aminek másodlagos célja lehet az átlagos eljutási idő vagy a károsanyag kibocsátás minimalizálása. A carsharing rendszerek üzemeltetése során a döntések meghozatalához objektív információkra van szükség, ezért számszerűsíthető mutatókat kell meghatározni, amik segítségével meghatározhatóak az egyes szolgáltatási színvonalak, az alternatívák pedig összemérhetőek.

Ha a cél az egyéni optimum, akkor az alábbi mutatók az elsődlegesek:

- Szolgáltatás díja [Ft/km, Ft/óra, Ft/év]
- Felhasználók száma [Fő]
- Költség [Ft/jármű]

Társadalmi optimum elérésekor a másodlagos céltól függően az alábbi mutatók lehetnek az elsődlegesek:

- Átlagos utazási idő [perc]
- Városi közlekedés CO₂ kibocsátása [g/év].

2.4 Érintettek elvárásainak összefoglalása

Az érintettek elvárásait a 3. táblázat foglalja össze.

3. táblázat Carsharing rendszer érintettjeinek elvárásai (saját szerkesztés)

Carsharing rendszer érintettjeinek elvárásai		
Társadalom	Felhasználók	Szolgáltató
• Javuló életkörülmények - forgalmi torlódások csökkentése - szabad parkolóhelyek számának növelése - környezetterhelés csökkentése - gépjárműves közlekedés előnyei elérhetővé	• Méltányos utazási költség • Szabadság, függetlenség • Szabad parkolóhely • Megfelelő minőségű közösségi közlekedés • Megbízhatóság • Kényelem, könnyű kezelhetőség • Környezet védelme • Szolgáltatással kapcsolatos információk • Közösséghez tartozás • Biztonság	<u>Egyéni optimum esetén:</u> • Profit maximalizálása - Költségek minimalizálása - Bevétel maximalizálása <u>Társadalmi optimum esetén:</u> • Javuló életkörülmények*

*: u. a. mint a társadalom elvárásai

3. A szolgáltatás elemzése multikritériumos módszertannal

„A közlekedés fontos eszköz egy ország gazdasági növekedésének, hatékonyságának, versenyképességének és foglalkoztatási viszonyainak javításában”[9]. Ezt a szerepet a közlekedés csak akkor láthatja el, ha hatásosan és piackonform módon tud működni. Ehhez szükséges, hogy a közlekedési vállalatok számára megkülönböztetéstől mentes versenyfeltételeket biztosítsunk. A versenyfeltételnek alapja egy olyan elemző módszer, amely a carsharing rendszer üzemeltetője által nyújtott szolgáltatás minőségét objektív módon határozza meg. Ebben a fejezetben egy multikritériumos módszertant dolgoztam ki, aminek segítségével a közautó programok értékelhetővé, egymással összehasonlíthatóvá valamint rangsorolhatóvá válnak.

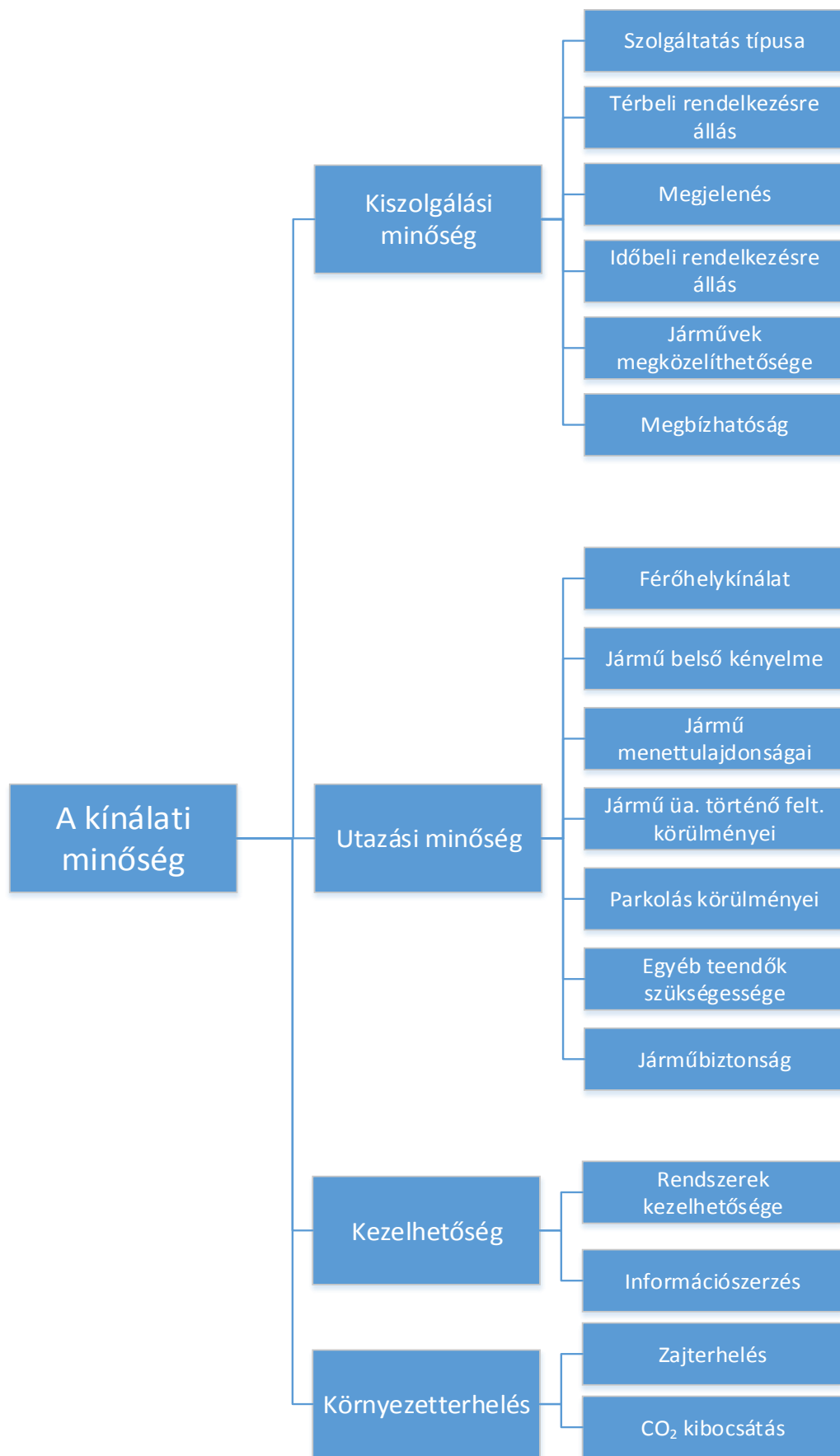
3.1. Kritériumok meghatározása

Az eljárások közül a kompenzációs multikritérium-elemzést választottam, ahol minden kritériumot súlyoznak. A vállalatra jellemző értékelő pontszámot súlyozott matematikai átlaggal lehet kiszámolni. A súlyozott átlag lehetővé teszi a kritériumok közötti kompenzációt, így például egy alacsony állomássűrűséggel működő carsharing rendszer is kaphat magas általános pontszámot, ha a járművek könnyen megközelíthetőek.

Első lépésben a minőségi kritériumok hierarchikus rendszerét határoztam meg. Az Európai Unióban használt, közösségi közlekedés kínálati minőségére vonatkozó minőségi jellemzők hierarchiáját vettem alapul [9], kiegészítve azt a napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt kapó szemponttal, a környezetterheléssel. Így a carsharing rendszerek kínálati minőségének négy alcsoportja:

- kiszolgálási minőség,
- utazási minőség,
- kezelhetőség,
- környezetterhelés.

A 2. fejezetben megállapított minőségi jellemzőket a négy alcsoportba soroltam be, amit a 7. ábra mutat be.



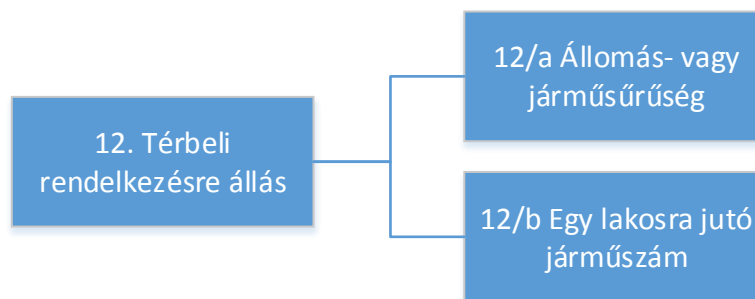
7. ábra Minőségi kritériumok hierarchikus rendszere [9]

3.2 Jellemzők értékelési rendszerének kialakítása

Második lépés a 7. ábrán szereplő egyes jellemzők értékelési rendszerének kialakítása volt. Annak érdekében, hogy egységes legyen a pontozás az elemzési eljárason belül, célszerű a Magyarországon az oktatásból mindenki számára ismert 1-től 5-ig terjedő skálát alkalmazni minden jellemző értékelésére, ahol az 1 a legrosszabb és 5 a legjobb értékelés.

11: a **szolgáltatás típusa** fontos minőségi jellemző, hiszen az egyes típusok eltérő szabadságot adnak a felhasználóknak. A round-trip rendszerek nyújtják a legkevesebb szabadságot a felhasználók számára, ezért ez a legkevésbé vonzó szolgáltatás típus, amit a tapasztalatok is igazolnak, ugyanis a round-trip rendszereknek a legalacsonyabb a fajlagos felhasználószáma [7], így ez kapja az 1-es értékelést. A one-way 4-es, míg a free-floating 5-ös értékelést kap, ugyanis ez a két típus jelentősen vonzóbb a közlekedők számára a nagyobb szabadság miatt, ami a regisztrált felhasználók számában is megmutatkozik [7].

A térbeli rendelkezésre állás jellemzőt további két paraméterre bonthatjuk (8. ábra).



8. ábra Térbeli rendelkezésre állás összetevői

12/a: az **állomás- vagy járműsűrűség** esetén egyértelműen a nagyobb db/km² értékhez tartozik a nagyobb minőségi színvonal. Ennek oka egyszerű: az utazást jelentősen megkönnyíti, ha a jármű a felhasználóhoz vagy az állomás az utazás végpontjához minél közelebb van. Annak a valószínűsége, hogy a kiszolgált területen belül a felhasználó r sugarú környezetében van egy jármű, függ az állomás- vagy járműsűrűségtől, illetve az esemény valószínűsége a sűrűség növelésének hatására nő. Mivel a sűrűséget csak a kiszolgált területen értelmezzük, továbbá egy állomás által kiszolgált terület annak 3 km sugarú környezete, a minimum állomássűrűség (1. egyenlet):

$$\rho_{\text{áll},jm,\text{min}} = \frac{1db}{(3\text{ km})^2 \cdot \pi} = 0,03536 \frac{db}{\text{km}^2} \quad \text{1. egyenlet}$$

A maximum sűrűségnek elvileg nincsen felső korlátja, azonban egy bizonyos fok fölött már felesleges növelni az értékét. A gépjármű-elhelyezés tervezésének általános szempontjai közé tartozik, hogy a 30 percnél hosszabb parkolás esetén a gyaloglási távolság 500 méter legyen [13]. Ezért a maximum sűrűséget úgy állapítottam meg, hogy átlagosan 1 állomás vagy jármű legyen egy 500 méter sugarú körben (2. egyenlet):

$$\rho_{\text{áll},jm,\text{max}} = \frac{1db}{(0,5\text{ km})^2 \cdot \pi} = 1,2732 \frac{db}{\text{km}^2} \quad \text{2. egyenlet}$$

Abban az esetben, ha a carsharing rendszerre jellemző ρ sűrűség érték:

- $\leq \rho_{\text{áll},jm,\text{min}}$, az értékelő pontszám 1,
- $\geq \rho_{\text{áll},jm,\text{max}}$, az értékelő pontszám 5,
- $\rho_{\text{áll},jm,\text{min}} < \rho < \rho_{\text{áll},jm,\text{max}}$, az értékelő pontszám lineáris interpolációval kapható meg.

12/b: az **egy járműre jutó lakosok száma** paraméternek akkor van jelentősége, amikor több carsharing rendszer alternatíva közül egyet választva vezetnek be olyan helyen, ahol nem áll rendelkezésre információ az átlagos szabad-járműsűrűségről. Ennek oka lehet, hogy nem, vagy rövid ideig működött a területen carsharing rendszer. Egyértelmű, hogy ha több jármű áll a lakosok rendelkezésére, akkor több felhasználó igényét lehet kielégíteni egyszerre. Tehát minél több jármű van, vagyis alacsony az egy járműre jutó lakosok száma, annál nagyobb a valószínűsége, hogy egy felhasználó igénye sem marad kielégítetlen szabad jármű hiánya miatt, ami az ügyfél elégedettséget növeli.

Ugyanakkor a társadalomnak az az elvárása a carsharing rendszerrel szemben, hogy minél többen használjanak egy gépjárművet, tehát az egy járműre jutó felhasználók száma kellően magas legyen. Tegyük fel, hogy két, minden paraméterében megegyező közautó program működik ugyanabban a városban, de az „A” szolgáltató 500 járművel, míg a „B” szolgáltató 1000 járművel. Mindkét szolgáltatónak 5000, ugyanolyan elvárással és közlekedési szokással rendelkező ügyfele van. Ha az „A” és „B” szolgáltató ügyfelei ugyanannyira elégedettek a kínált minőséggel, akkor az azt jelenti, hogy az „A” szolgáltatónak kevesebb járművel sikerült ugyanakkora teljesítményt nyújtania, mint „B”

szolgáltatónak. A társadalomnak tehát az alacsony járműszám, vagyis a magasabb egy járműre jutó lakos szám az érdeke, úgy, hogy közben a felhasználók igényét is kielégíti a rendszer.

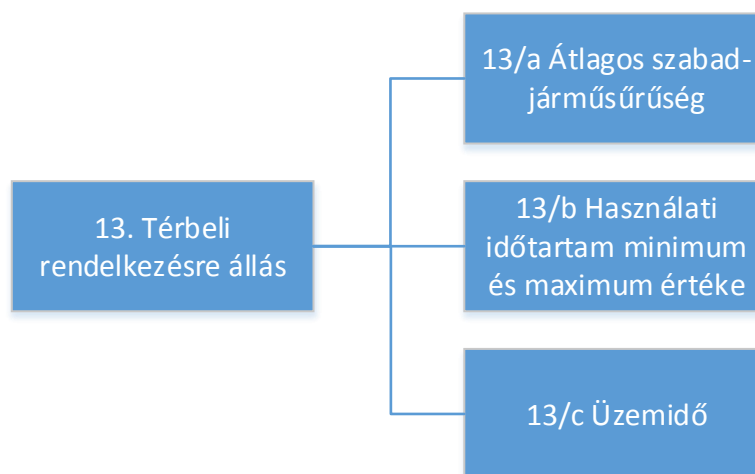
A szükséges járműszámot a szolgáltatás típusa is befolyásolja. A carsharing rendszerek felhasználóinak arányáról még nem áll rendelkezésre kellő mennyiségű adat, de Németországban a round-trip jellegű szolgáltatásnak a kiszolgált lakosság körülbelül 0,5%-a, Ulmban a free-floating rendszernek a lakosság 10%-a regisztrált felhasználó [7]. Európában több országban is működik közautó program és az egy járműre jutó felhasználók száma széles skálán mozog.

4. táblázat Egy járműre jutó átlagos felhasználószám Európa országaiiban [14]

Egy járműre jutó átlagos felhasználószám [fő]							
Ausztria	Belgium	Dánia	Finnország	Németország	Egyesült királyság	Olaszország	Hollandia
65	28	22	59	35	44	27	15

A 4. táblázat adatai alapján egy round-trip típusú rendszer esetén 100 ezer lakos igényét 34 (Hollandia), de akár 8 (Ausztria) gépjármű is kiszolgálhatja. Free-floating típusú rendszer esetén ez a két érték 667 és 154 gépjármű. Amint látható az eltérés jelentős, ezért amíg nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű statisztikai információ, az egy járműre jutó lakosok száma minőségi kritériumot nem lehet egyértelműen értékelni.

A térbeli rendelkezésre álláshoz hasonlóan az időbeli rendelkezésre állást is további jellemzőkre bonthatjuk (9. ábra).



9. ábra Időbeli rendelkezésre állás összetevői

13/a: az **átlagos szabad-járműsűrűség** azt mutatja meg, hogy egy adott területen, egy adott intervallumban hány szabad jármű áll a felhasználók részére, mértékegysége jm/km^2 . A felhasználók számára az a kedvező eset, ha a szabad járművek a lehető legközelebb van hozzájuk. Annak a valószínűsége, hogy egy jármű a felhasználó r sugarú környezetében annál nagyobb, minél több szabad jármű van, tehát minél nagyobb a carsharing rendszer flottája. A sűrűség határértékeinek az állomás- vagy járműsűrűség esetében megállapított értékeket választottam. Így az átlagos szabad-járműsűrűség értékelése:

- ha a sűrűség $0,03536 \frac{\text{jm}}{\text{km}^2}$, vagy az alatti, 1 pont,
- ha a sűrűség értéke $1,2732 \frac{\text{jm}}{\text{km}^2}$, vagy nagyobb, 5 pont,
- ha a sűrűség a két érték között van, lineáris interpolációval lehet meghatározni az értékelést.

Az így megkapott egyes területekre jellemző értékelést az egyes területen regisztrált felhasználók számával súlyozni kell, így a teljes rendszer átlagos szabad-járműsűrűségét értékelő pontszámot kapjuk.

13/b: a **használati időtartam minimum és maximum értéke** a felhasználó szabadságára van hatással. A felhasználó számára az a kedvező eset, ha minél rövidebb és hosszabb időtartamra is igénybe veheti a szolgáltatást. Azonban az alsó határt nem érdemes minden határon túl csökkenteni, hogy a felhasználók a rövid, néhány kilométeres utazásukhoz ne a gépjárművet válasszák közlekedési módnak, de emellett kellően rugalmasnak kell maradnia a rendszernek. Ezért a használati időtartam minimum érték szélsőértékeinek a 30 percet (3-as értékelés), és az 1 órát (1-es értékelés) választottam. A magán személygépkocsikat naponta átlagosan kb. 45-60 perc időtartamot használgják. Ezt az átlagot alapul véve a használati időtartam maximum értékének szélsőértékeit 4 órának (1-es értékelés), és 10 órának (2-es értékelés) vettem. A 10 óra felsőkorlát megengedi a felhasználók számára, hogy akár egész napos programra lefoglaljanak egy járművet, ami feltehetőleg nem lesz gyakori, de növeli a szabadságérzetet. A használati időtartam minimum és maximum értékére adható pontszám a 3. egyenlet szerint számolható.

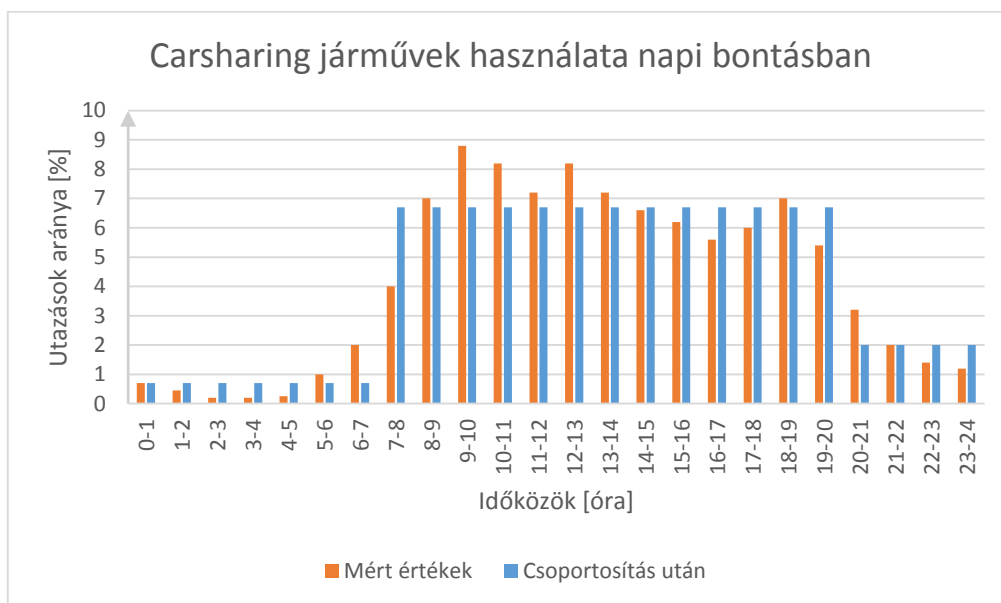
$$HI = HA + HF$$

3. egyenlet

Ahol:

- „HA” a minimum határértékre adható pontszám:
 - 3,5 pont, ha a minimum határérték ($H_{\min}$) 30 perc, vagy kevesebb,
 - 1 pont, ha a minimum határérték 1 óra, vagy több,
 - a két érték között lineáris interpolációval lehet a pontszámot meghatározni.
- $H_{\max}$ a maximum határértékre adható pontszám:
 - 0 pont, ha a maximum határérték ($H_{\max}$) 4 óra, vagy kevesebb,
 - 1,5 pont, ha a maximum határérték 10 óra vagy több,
 - a két érték között lineáris interpolációval lehet a pontszámot meghatározni.

13/c: az **üzemidő** a felhasználók szabadságérzetére van hatással. A carsharing rendszer a saját gépjármű által nyújtott kötetlenséget akkor tudja biztosítani, ha a szolgáltatás a nap 24 órájában elérhető. A 3. ábra egy carsharing rendszer járműveivel végrehajtott utazások számának megoszlását mutatja egy napon belül, aminek alapján az egyes időközökben végrehajtott utazások százalékos arányát határoztam meg (10. ábra). Az utazások számának megoszlása szerint 3 csoportba soroltam és súlyoztam az egyes időközöket (10. ábra, 5. táblázat).



10. ábra Carsharing járművek használata napi bontásban (saját szerkesztés)

5. táblázat Időközök súlyozó értéke

Időköz [óra]	0-7	7-20	20-24
Súlyozó érték	0,7	6,7	2

$$\ddot{U}I = 0,7 \cdot x + 6,7 \cdot y + 2 \cdot z$$

4. egyenlet

A rendszernek adható pontszámot a 4. egyenlet adja meg, ahol:

- x: 0 és 7 óra között az üzemórák száma,
- y: 7 és 20 óra között az üzemórák száma,
- z: 20 és 24 óra között az üzemórák száma.

Az értékelés:

- ha $\ddot{U}I$ értéke 60, vagy kisebb, akkor a szolgáltatásra adható pontszám 1,
- ha $\ddot{U}I$ értéke 100, akkor a szolgáltatásra adható pontszám 5,
- ha az $\ddot{U}I$ érték 60 és 100 között van, lineáris interpolációval lehet meghatározni az értékelő pontszámot.

14: a megbízhatóság egyedül a **lefoglalhatóság és rugalmasság** minőségi jelzőtől függ, aminek esetében az értékelő pontszám számítását az 5. egyenlet adja meg.

$$LR = JH + \frac{1}{r}$$

5. egyenlet

Ahol:

- LR: a lefoglalhatóságra és rugalmasságra adható értékelő pontszám, maximum 5,
- JH: járműhasználat módja, értéke:
 - 1, ha nincs foglalási lehetőség (nem kiszámítható),
 - 3, ha csak foglalás után használható egy jármű (kiszámítható, de nem nyújt kellően nagy szabadságérzetet),
 - 4, ha van foglalási lehetőség, de nélküle is használható egy szabad jármű (ez a megoldás nyújtja a legnagyobb szabadságot).
- r: rugalmasság mértéke, értéke: amennyi órával az utazás megkezdése előtt még lehet módosítani a foglaláson.

15: a járművek megközelíthetőségét a terület közösségi közlekedés térbeli ellátottsága szerint osztályoztam. Ahol van helyi közlekedés, ott a jármű 800 méter⁵ sugarú környezetében található csatlakozási pontok alapján számítható az osztályzat. A közlekedési módok pontjainak meghatározása során a mértékadó utasforgalom középértékét vettem figyelembe (6. táblázat).

6. táblázat *Eltérő közlekedési módok súlyozó száma (saját szerkesztés)*

Közlekedési módok	Autóbusz	Trolibusz	Villamos	HÉV	Metró
Mértékadó órai forgalom [1000u/óra]	0-5	2-5	4-10	-*	15-40
Súlyozó szám	0,5	0,7	1,5	1,5	4

*: A HÉV esetében nem állt rendelkezésre órai forgalom. A kötöttpályás közlekedés és a metróénál alacsonyabb utasforgalom miatt azonos a súlyozószáma a villamoséval.

$$JM = 1 + 0,5 \cdot BM + 0,7 \cdot TB + 1,5 \cdot VM + 1,5 \cdot HM + 4 \cdot MM$$

A jármű megközelíthetőségének értéke a 6. egyenlet alapján határozható meg, ahol JM a jármű megközelíthetősége, BM a busz, TB a trolibusz, VM a villamos, HM a HÉV és MM a metró megállók számát jelenti. JM értéke maximum 5 lehet. A carsharing rendszerre jellemző JM értéket úgy kapjuk, ha az egyes járművek megközelíthetőségének vesszük az átlagát.

Ha egy viszonylatnak több megállója is megtalálható a vizsgált területen, akkor az egy csatlakozási pontnak számít. Azokon a településeken ahol nincs helyi közlekedés, ott arra kell törekedni, hogy a jármű 800 méter sugarú környezetében a lehető legnagyobb legyen a népsűrűség vagy könnyen megközelíthető helyen legyen a jármű. Amelyik város esetén készült részletes felmérés a közösségi közlekedéssel való ellátottságról, ott érdemes annak az eredményeit használni.

16: a jármű külső megjelenése szubjektív jellemző, ami a felhasználók kikérdezésével értékelhető.

21: a jármű belső megjelenése szubjektív jellemző, ami a felhasználók kikérdezésével értékelhető.

22: a gépjármű férőhelykínálatának és csomagterének megítélésére hatással van az utazás motivációja, ami szolgáltatás típusonként eltérő. A round-trip típusú szolgáltatás esetén, ahol az utazások motivációja elsősorban szabadidős tevékenység, a nagy csomagtartója járművel és kisbuszok a legnépszerűbb járműtípusok a felhasználók

⁵ Egy átlagos carsharing felhasználó ennyit hajlandó gyalog megtenni [5].

körében [10]. A free-floating és one-way típusok esetén a kínált nagyobb szabadság miatt az utazások jellege jobban hasonlít a saját gépjárműves közlekedésre. Európában az átlagos gépjármű kihasználtság 2 fő/gépjármű vagy az alatti [15]. Például Budapesten 2008-ban átlagosan 1,85 fő utazott egy gépjárműben, míg Dániában ugyanez az érték 1,54 [15]. Ebből következik, hogy az eltérő szolgáltatási típusokban működő járművek férőhelykínálatát nem lehet egységesen értékelni. A round-trip típusú rendszerek esetében az alábbi értékelést vezettem be:

- 1 pont, ha a jármű kevesebb, mint 4 férőhelyes,
- 2 pont, ha a jármű 4 férőhelyes,
- 3 pont, ha a jármű 5 férőhelyes, és a csomagtartó mérete kisebb, mint 400 liter (alsó közép kategóriás járművek), vagy kevesebb, mint 5 férőhelyes, de csomagtartója nagyobb, mint 400 liter,
- 4 pont, ha a jármű 5 férőhelyes, és a csomagtartója 400 liter vagy nagyobb,
- 5 pont, ha a jármű több mint 5 férőhelyes.

One-way és free-floating típusú szolgáltatásokra az alábbi értékelési rendszert vezettem be:

- 3 pont, ha a jármű 2 férőhelyes,
- 4 pont, ha a jármű 3 vagy 4 férőhelyes,
- 5 pont, ha a jármű 5 vagy több férőhelyes.

A közautó programban működő egyes járművek értékelő pontszámának átlaga adja meg a rendszerre jellemző értékelő számot.

23: a jármű menettulajdonságai szubjektív jellemző, ami a felhasználók kikérdezésével értékelhető.

24: a jármű üzemanyaggal történő feltöltésének körülményeit aszerint értékeltem, hogy a településen megtalálható töltőállomások hány %-a vehető igénybe carsharing járművel (7. táblázat).

7. táblázat A jármű üzemanyaggal történő feltöltésének körülményének értékelése (saját szerkesztés)

1 pont	2 pont	3 pont	4 pont	5 pont
<25%	25-50%	50-75%	>75%	az üzemeltető végzi

25: a **parkolás körülményeit** a dedikált parkolók megléte és a lefoglalhatóság szerint pontoztam. A pontszám a 7. egyenlet alapján számítható.

$$PK = \frac{Ph_{dedikált}}{Járműszám} + Szp + Fogl \quad \text{7. egyenlet}$$

Ahol $Ph_{dedikált}$ a dedikált parkolóhelyek száma, $járműszám$ pedig a carsharingben megtalálható járművek száma. Ha szabadon lehet parkolni, akkor Szp értéke 1, különben 0. A $Fogl$ (lefoglalhatóság) értéke 1, ha előre le lehet foglalni egy parkolóhelyet, különben 0. Maximum 5 pont lehet a PK.

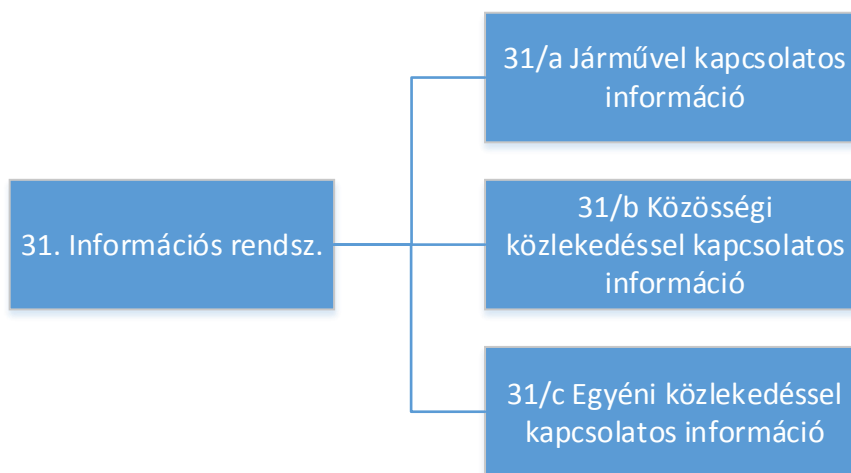
26: az **egyéb teendők szükségessége** szubjektív tényező, ami a felhasználók kikérdezésével értékelhető.

27: a **jármű külső mérete** elsősorban a parkolás során, másodsorban a városi forgalomban való haladáskor fejti ki hatását az utazás minőségére. Az értékeléskor csak a hosszúságot vettem figyelembe, ugyanis a külső méretek közül ennek a paraméternek a hatása érvényesül leginkább. A gépjárműtároló kialakításának méreteire vonatkozó 253/1997. (XII. 20.) kormányrendelet méretezési eljárása legfeljebb $4,8 \times 1,8$ m vízszintes befoglaló méretű gépjármű figyelembevételével készült, ezért az értékelő pontrendszer 1-es értékéhez a 4,8 métert párosítottam. Napjainkban a legkisebb újonnan kapható személygépkocsi a kétszemélyes Smart ForTwo, aminek hosszúsága 2,695 méter, ezért ezt az értéket párosítottam az 5-ös pontszámhoz. Ezek alapján a jármű értékelése:

- 1 pont, ha a gépjármű hossza 4800 mm, vagy nagyobb,
- 5 pont, ha a gépjármű hossza 2965 mm, vagy rövidebb,
- ha a gépjármű hossza a két érték közt van, lineáris interpolációval számítható ki a pontszám.

28: a **járműbiztonság** értékelő pontszáma megegyezik az EuroNCAP intézet osztályzatával. A járművek átlagos értékelése megadja a rendszerre jellemző értékelő számot.

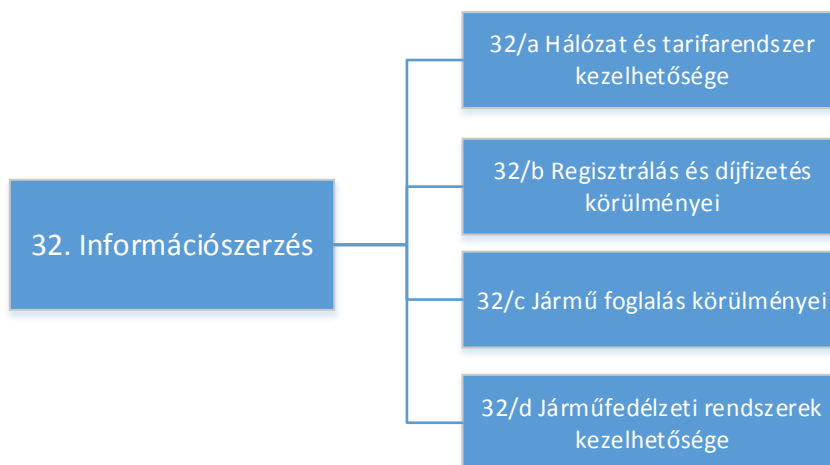
31: az **információs rendszer** jellemzőit tovább bonthatjuk (11. ábra).



11. ábra Az információs rendszer minőségi jellemző összetevői

Az egyes összetevők szubjektív jellemzők, melyek a felhasználók kikérdezésével értékelhető.

32: a rendelkezésre állást további összetevőkre bonthatjuk (12. ábra).



12. ábra A rendelkezésre állás minőségi jellemző összetevői

41: a közúti gépjárművek **zajkibocsátási szintjét** a 70/157/EGK direktíva szabályozza. A legfeljebb 9 üléssel rendelkező személyszállító járművek előírásoknak megfelelően mért zajszintje nem haladhatja meg a 74dB-t. Ebből következően a jármű zajkibocsátására adható pontszámokat az alábbiak szerint állapítottam meg:

- ha a jármű zajkibocsátása 74 dB, vagy nagyobb, akkor az értékelő pontszám: 1,
- ha a jármű zajkibocsátása alacsonyabb, mint 74 dB, akkor az értékelő pontszám a két zajszint különbsége, de maximum 5.

Meg kell jegyezni, hogy a dB skála logaritmikus, ezért a -2 dB nem kétszer akkora változást eredményez, mint a -1 dB, de az egyszerűbb pontozás érdekében célszerű az előbb bemutatott módszert követni.

42: a carsharing flottára jellemző lokális **CO₂ kibocsátás** értékét a településrészen regisztrált személygépkocsik átlagos szén-dioxid kibocsátásához célszerű mérni:

- ha a közautó programban résztvevő járművek átlagos CO₂ kibocsátása 1 kilométeren ugyanannyi, vagy meghaladja a magántulajdonban lévő járművek szén-dioxid kibocsátását, akkor a rendszert értékelő pontszám 1,
- ha a carsharing járművek átlagos szén-dioxid kibocsátása 0 g/km, akkor az értékelő pontszám 5,
- ha a jármű CO₂ kibocsátása az átlagos érték és a 0 között van, akkor lineáris interpolációval lehet kiszámolni az értékelő pontszámot.

Az összes jellemző értékelését a 8., 9., és a 10. táblázat mutatja be.

8. táblázat Minőségi jellemzők értékelése 11-21 (saját szerkesztés)

MINŐSÉGI JELLEMZŐK ÉRTÉKELÉSE					
Jellemző		Mértékegység	Pontozás	Pontszám meghatározása	Megjegyzés
11	Szolgáltatás típusa	-	Diszkrét	1 pont: round-trip 4 pont: one-way 5 pont: free floating	-
12/a	Állomás- vagy járműsűrűség	[db/km ²]	Folytonos	1 pont: $\rho_{\min}=0,03536$ 5 pont: $\rho_{\max}=1,2732$	A két ρ szélsőérték között értékelés lineáris interpolációval.
12/b	Egy járműre jutó lakosok száma	[fő/jm]	-	-	Adatok hiányában nem lehetséges az értékelés.
13/a	Átlagos szabad-járműsűrűség	[jm/km ²]	Folytonos	1 pont: $\rho_{\min}=0,03536$ 5 pont: $\rho_{\max}=1,2732$	A két ρ szélsőérték között értékelés lineáris interpolációval.
13/b	Használati időtartam minimum és maximum értéke	[óra]	Folytonos	$HI=HA+HF$ <u>HA:</u> 1 pont, ha $H_{\min} \geq 30$ perc 3,5 pont, ha $H_{\min} \geq 1$ óra <u>HF:</u> 0 pont, ha $H_{\max} \leq 4$ óra 1,5 pont, ha $H_{\max} \geq 10$ óra	HI: a rendszernek adható pontszám HA és HF: alsó és felső határértékre adott pontszám Hmin és Hmax: használati időtartam határértékei A szélsőértékek között a pontszám lineáris interpolációval határozható meg.
13/c	Üzemidő	[óra]	Folytonos	$\bar{U}I = 0,7 \cdot x + 6,7 \cdot y + 2 \cdot z$ 1 pont: $\bar{U}I=60$ 5 pont: $\bar{U}I=100$	x: üzemidő 0 és 7 óra között [óra]. y: üzemidő 7 és 20 óra között [óra]. z: üzemidő 20 és 24 óra között [óra]. A két "ÜI" szélsőérték között értékelés lineáris interpolációval.

9. táblázat Minőségi jellemzők értékelése 14-32 (8. táblázat folytatása) (saját szerkesztés)

Jellemző		Mértékegység	Pontozás	Pontszám meghatározása	Megjegyzés
14	Lefoglalhatóság, rugalmasság	-	Folytonos	$LR = JH + \frac{1}{r}$; $LR \leq 5$ pont JH értékei: 1, ha nincs foglalási lehetőség 3, csak foglalás után haszn. a jármű 4, van mód a foglalásra, de nem szükséges	r: amennyi órával az utazás megkezdése előtt módosítható a foglalás
15	Járművek megközelíthetősége	-	Diszkrét	$JM = 1 + 0,5BM + 0,7TM + 1,5(VM + HM) + 4MM$ $JM \leq 5$ pont	800 méteres körzetben: BM: autóbusz csatl. pontok száma TM: trolibusz csatl. pontok sz. VM: villamos csatl. pontok sz. HM: HÉV csatl. pontok sz. MM: metró csatl. pontok sz.
16	Jármű külső megjelenése	-	Diszkrét	Felhasználók kikérdezésével.	-
21	Jármű belső megjelenése	-	Diszkrét	Felhasználók kikérdezésével.	-
22	Férőhelykínálat, csomagtér	Round-trip	[fő], [liter]	Diszkrét 1: FH < 4 fő, 2: FH = 4 fő, 3: FH = 5 fő, CS < 400 l, vagy FH < 5, CS > 400 l, 4: FH = 5 fő, CS > 400 l, 5: FH > 5 fő.	FH: férőhelyszám [fő] CS: csomagtér mérete [liter]
		One-way, free-floating	[fő]	Diszkrét 3: FH = 2 fő, 4: FH = 3 v. 4 fő, 5: FH ≥ 5 fő.	FH: férőhelyszám [fő]
23	Jármű menettulajdonságai	-	Diszkrét	Felhasználók kikérdezésével.	-
24	Jármű üzemanyaggal történő feltöltésének körülményei	-	Diszkrét	1: TÁ < 25% 2: 25% < TÁ < 50% 3: 50% < TÁ < 75% 4: 75% < TÁ 5: üzemeltető végzi	TÁ: a településen megtalálható töltőállomások hány %-a vehető igénybe [%]
25	Parkolás körülményei	-	Diszkrét	$PK = \frac{Ph_{dedikált}}{Járműszám} + Szp + Fogl$ $PK \leq 5$ pont	$Ph_{dedikált}$: dedikált parkolóhelyek száma Szp: szabad parkolás lehetősége, értéke 1, ha lehetséges, 0, ha nem Fogl: parkolóhely foglalás lehetősége, értéke 1, ha
26	Egyéb teendők szükségessége	-	Diszkrét	Felhasználók kikérdezésével.	-
27	Jármű külső mérete	[mm]	Folytonos	1 pont: l > 4800 mm 5 pont: l < 2965 mm	l: jármű hossza A két l szélsőérték között értékelés lineáris interpolációval
28	Járműbiztonság	-	Diszkrét	Besorolás EuroNCAP osztályzat szerint.	-
31	Információs rendszer	-	-	Felhasználók kikérdezésével.	-
32	Rendelkezésre állás	-	-	Felhasználók kikérdezésével.	-

10. táblázat Minőségi jellemzők értékelése 41 és 42 (9. táblázat folytatása) (saját szerkesztés)

Jellemző		Mérték-egység	Pontozás	Pontszám meghatározása	Megjegyzés
41	Zaj	[dB]	Folytonos	$Z=74\text{dB}-Z_{\text{jármű}}$ $1 \leq Z \leq 5$ pont	$Z_{\text{jármű}}$: jármű által kibocsátott zaj.
42	CO ₂ kibocsátás	$\left[\frac{g}{100km}\right]$	Folytonos	1 pont: $Ex_{\text{átlag}} \leq Ex_{\text{carsharing}}$ 5 pont: $Ex_{\text{carsharing}} = 0 \text{ g}/100 \text{ km}$	$Ex_{\text{átlag}}$: a település járműveinek átlagos CO ₂ kibocsátása. $Ex_{\text{carsharing}}$: a carsharing járművek átlagos CO ₂ kibocsátása A két Ex szélsőérték között értékelés lineáris interpolációval.

3.3 Az egyes jellemzők súlyozó tényezőinek meghatározása

A multikritériumos elemző módszer meghatározása során a harmadik lépés az egyes jellemzők súlyozása volt. Az elemző módszer akkor megfelelő, ha a segítségével kapott értékelő szám szoros kapcsolatban van az érintettek által érzékelt minőségi színvonallal. A súlyozás oka, hogy a carsharing rendszer érintettjei számára az egyes jellemzők nem azonos jelentőséggel bírnak.

A súlyozó tényezők megállapításakor a potenciális felhasználók és a társadalom preferenciáit vettem figyelembe, amit számos tényező befolyásolhat. Például a rendszer alkalmazási helyszínének a jellemzői befolyással vannak a parkolási körülmény minőségi jellemző súlyozására. Ugyanis egy ritkán lakott településen, ahol az állóforgalom és a szabad parkolóhelyek száma nem jelent problémát, nincs akkora igény a meglévőnél jobb parkolási körülményekre, mint például egy zsúfolt nagyvárosban. Ebben a fejezetben a rendelkezésre álló szakirodalom miatt elsősorban egy városi környezetben alkalmazható súlyozó rendszert dolgoztam ki.

A közautó rendszer egyaránt magán hordozza a saját gépjárműves és a közfoglalmú közlekedés jegyeit, ezért megvizsgáltam azok előnyeit és hátrányait. Számos tanulmány tárgyalta a saját gépjárműves közlekedés ([16],[17], lásd: 11. táblázat), illetve a közösségi közlekedés előnyeit (pl: [16], lásd: 12. táblázat), továbbá már működő free-floating carsharing rendszer esetén is felmérték a regisztrált felhasználók motivációit [18], amelyek az alábbiak:

- kevesebb felelősség,
- kényelem

- könnyű parkolási lehetőségek,
- rugalmas használat,
- közösséghez való tartozás,
- környezetterhelés csökkentése.

11. táblázat Saját gépjárműves közlekedés előnyei, hátrányai ([16],[17])

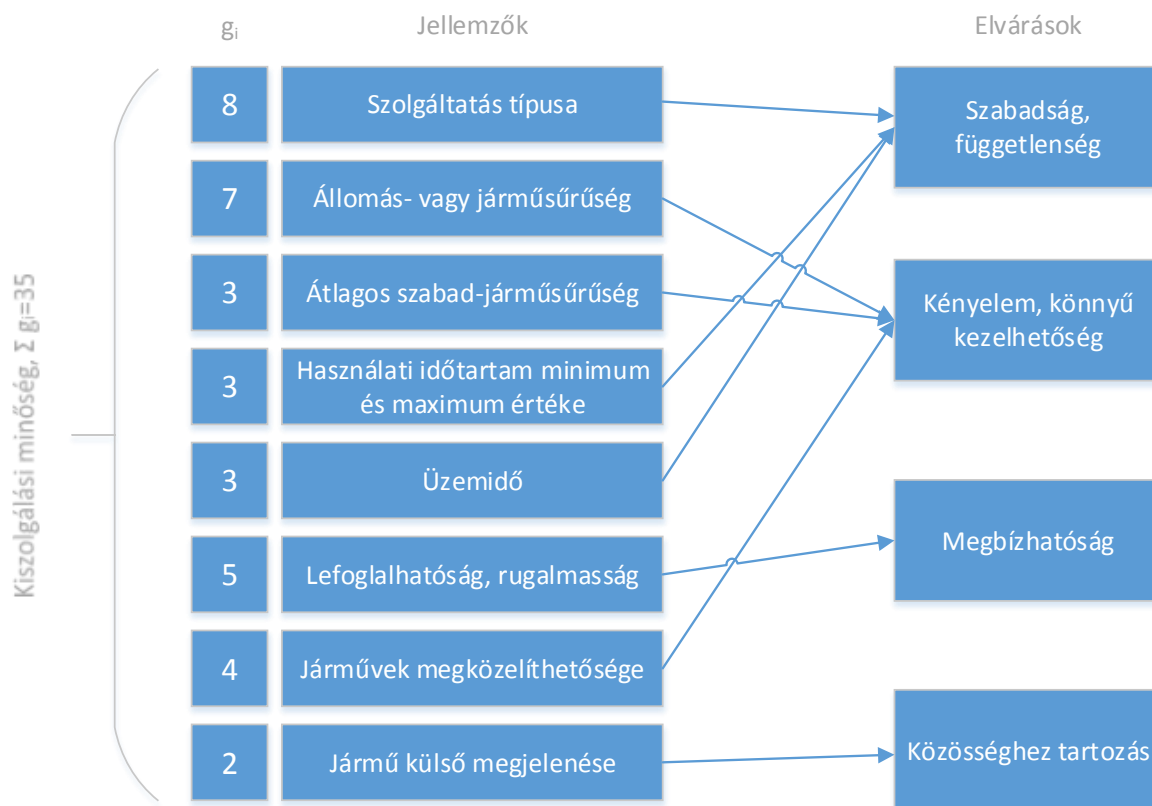
Saját gépjármű használat	
Előnyei	Hátrányai
• Szabadság, függetlenség • Kényelem • Gyorsaság • Rugalmasság • Megbízhatóság • Biztonság • Saját tér	• Nehéz parkolás • Stressz • Nagy forgalom • Közlekedési torlódások • Környezetterhelés • Balesetveszély • Izoláltság • Információ hiánya

12. táblázat Közösségi közlekedés előnyei, hátrányai

Közösségi közlekedés	
Előnyei	Hátrányai
• Kevesebb stressz • Alacsonyabb környezetterhelés • Másokkal lehet beszélgetni	• Zsúfolt • Kényelem hiánya • Megbízhatatlan • Hosszú várakozási idők • Átszállás szükséges • Rugalmasság hiánya • Hosszú gyaloglási távolság • Információ hiánya • Nehezen kezelhető rendszer

A továbbiakban a megvizsgáltam, hogy a 2. fejezetben meghatározott minőségi jellemzők mely felhasználói és társadalmi elvárások teljesítésében fejti ki hatását. Végül a közlekedők felméréseiből származó preferenciák és a hatások erőssége alapján súlyoztam az egyes jellemzőket.

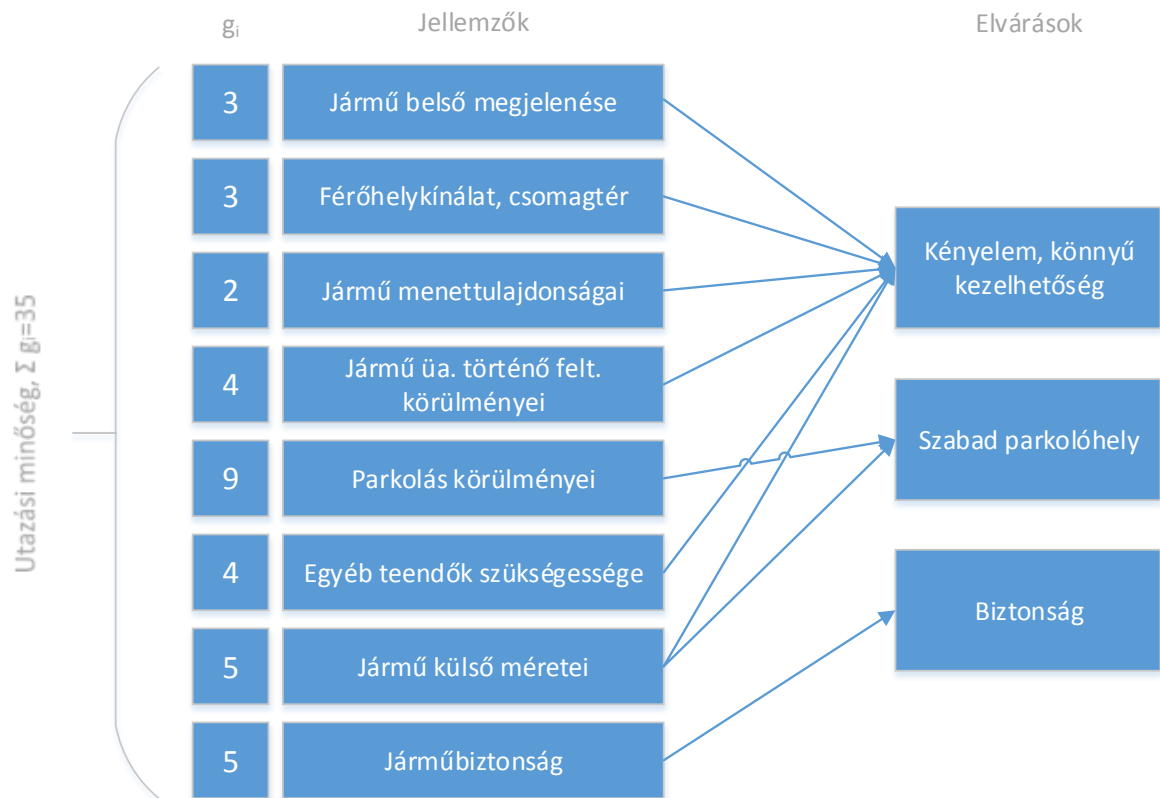
1. Kiszolgálási minőség



13. ábra Kiszolgálási minőség jellemzőinek hatása és súlyozó értéke (saját szerkesztés)

A kiszolgálás minőség súlyozó (g_i) értékét 35-nek állapítottam meg, mert hatása a teljes kínálati minőségre jelentős. Az egyes jellemzők közül a szolgáltatás minősége kapta a legnagyobb súlyozó számot, aminek oka, hogy a szabadság és függetlenség fontos elvárás a felhasználók részéről, amit a szolgáltatás típusa alapjaiban meghatároz egy carsharing rendszer esetén. Magas értéket kapott az állomás- és járműsűrűség jellemző is, ami a kényelemre van hatással, ugyanis a gépjármű felhasználók többsége kiemelte a közösségi közlekedés hátrányaként a kényelem hiányát. Ugyanezen gondolatmenet végett kapott 5-ös értékelést a lefoglalhatóság és rugalmasság tényező. A többi jellemző súlyozó értékének megállapításakor is a közlekedők preferenciái alapján döntöttem (13. ábra).

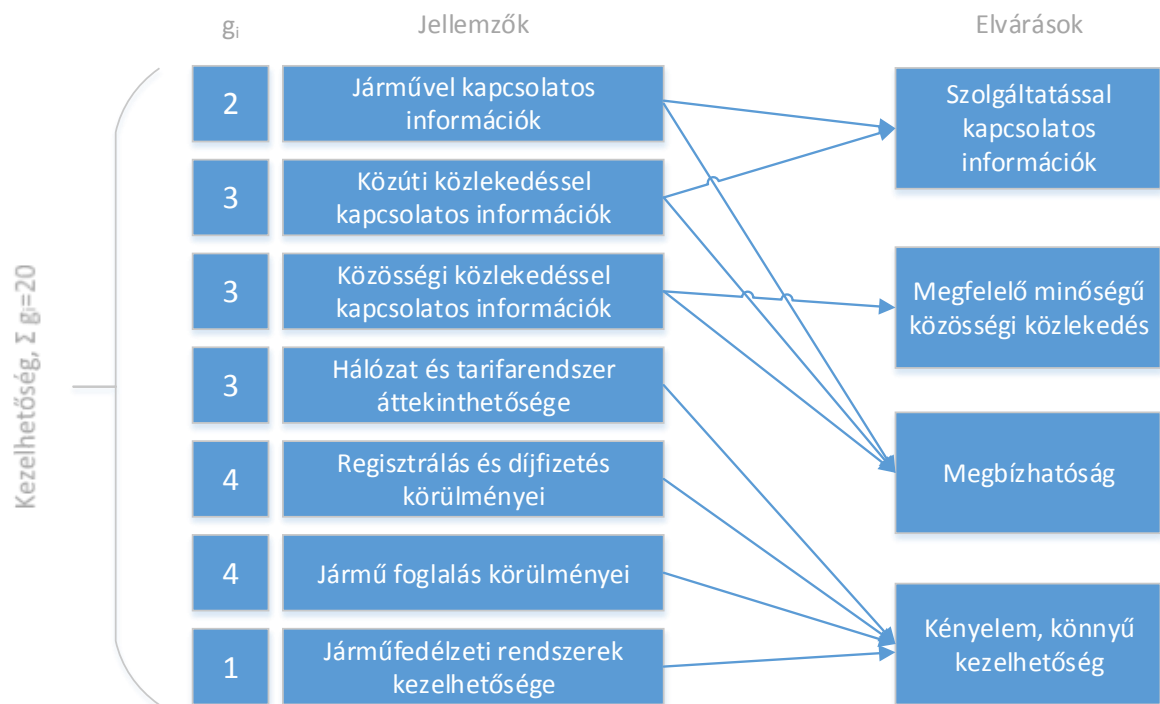
2. Utazási minőség



14. ábra Utazási minőség jellemzőinek hatása és súlyozó értéke (saját szerkesztés)

Az utazási minőség jelentős mértékben befolyásolja a felhasználók elégedettségét, ezért a súlyozó értékét 35-nek vettem. Városi környezetben a gépjárműves utazás minőségét a parkolás problémája határozza meg a legnagyobb mértékben, azon problémák közül, amelyekre a carsharing rendszer megoldást adhat, ezért 9-es értékelést adtam a parkolás körülményei minőségi jellemzőre. Magas g_i értéket kapott a jármű külső méretei jellemző, ami a zsúfolt, szűk városi utakon fontos szempont, illetve a járműbiztonság is, mert a gépjárműves közlekedés veszélyes közlekedési mód (14. ábra).

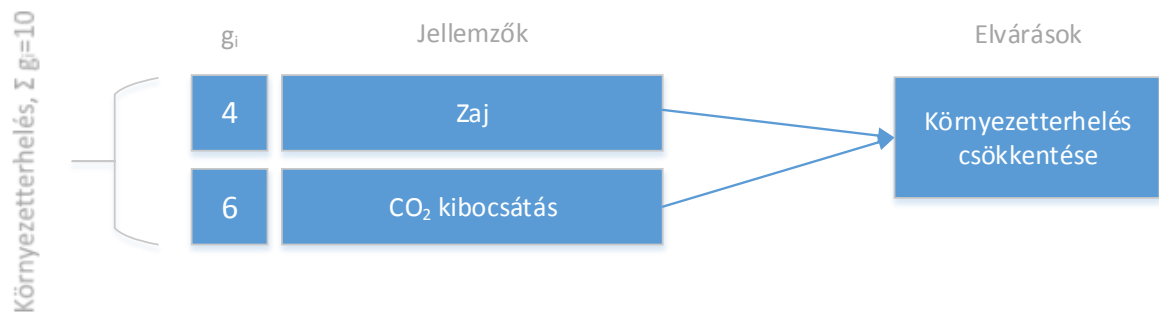
3. Kezelhetőség



15. ábra Kezelhetőség jellemzőinek hatása és súlyozó értéke

A kezelhetőség súlyozó értékét 20-nak vettem. A jellemzők közül a regisztrálás és díjfizetés, valamint a járműfoglalás körülményei emelkedik ki, ugyanis a regisztrálás nehézsége sok gépjárművezetőt visszatart a szolgáltatás használatától, míg a járműfoglalás a felhasználás során olyan gyakori művelet, aminek egyszerűsége jelentősen növeli a szolgáltatás felhasználóbarát jellegét. A megfelelő közforgalmú közlekedés biztosítása már a carsharing rendszeren belül is elkezdődik, ugyanis a közautó program nem nyújt teljes mobilitást a felhasználóknak. A többi jellemző súlyozó értékének megállapításakor is a közlekedők preferenciái alapján döntöttem (15. ábra).

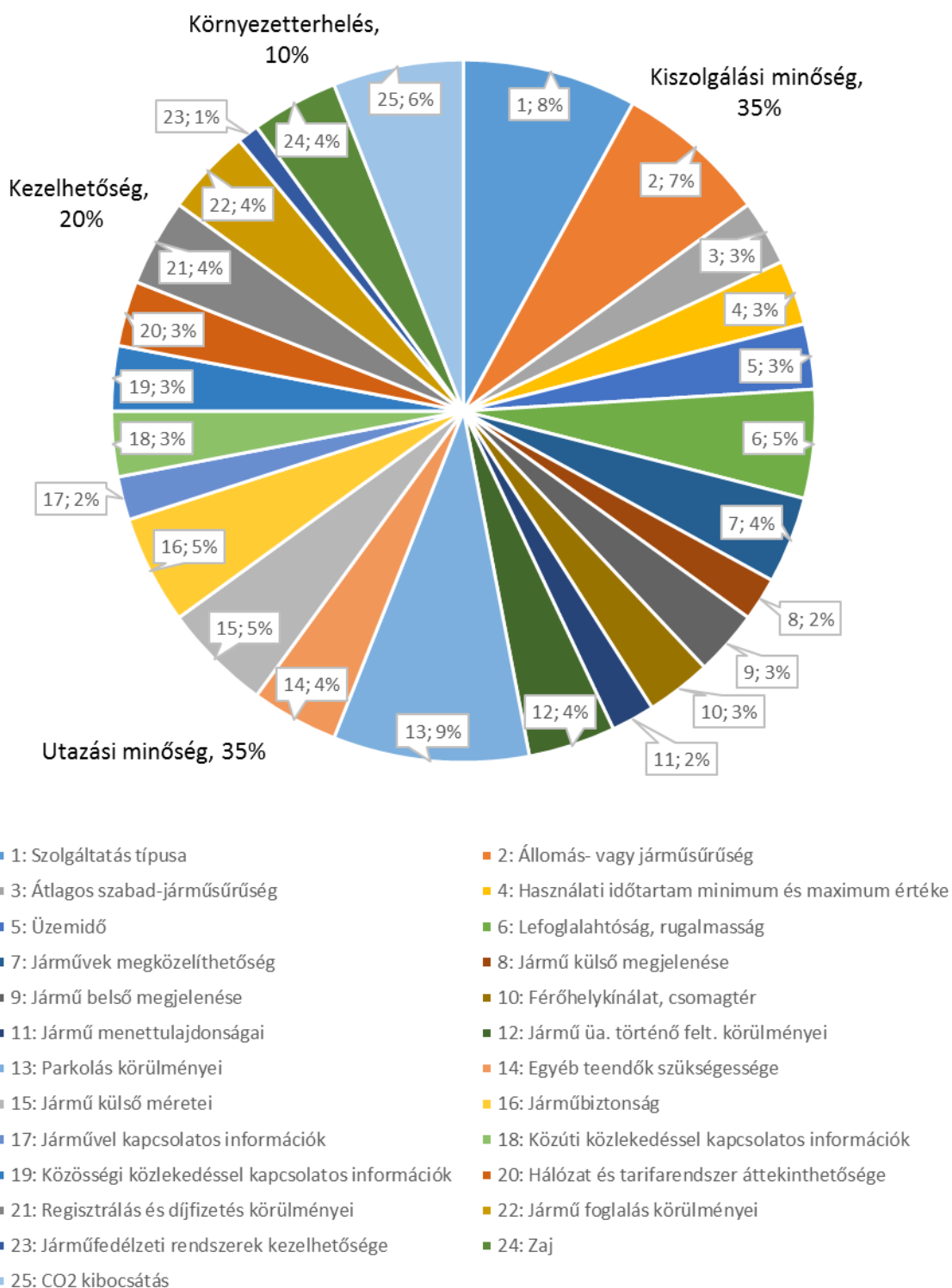
4. Környezetterhelés



16. ábra Környezet jellemzőinek hatásai és súlyozó értékei (saját szerkesztés)

A környezetterhelés súlyozó értékét 10-nek vettem, mert a közlekedés károsanyag kibocsátása súlyos problémákat okoz világszerte. A két jellemző közül a CO₂ kibocsátás súlyozó értékét 6-nak vettem, mert a szén-dioxid globálisan fejt ki hatását, ezzel több ember életére van hatással, mint a zaj, aminek káros hatása lokálisan érezhető (16. ábra).

A minőségi jellemzők hatásának erőssége a kínálati minőségre



17. ábra Minőségi jellemzők hatásainak erőssége a kínálati minőségre (saját szerkesztés)

4. A budapesti carsharing rendszer továbbfejlesztésének lehetőségei

4.1 Carsharing rendszer sikerességének feltételei

A közautó programok sikerességét számos tényező befolyásolja, amelyeket minden esetben figyelembe kell venni új rendszer telepítése, vagy meglévő fejlesztése során.

A településrész **népsűrűsége**, ahol a rendszert kívánják bevezetni, kiemelten fontos paraméter. A járművek vonzáskörzete korlátozott, ezért célszerű magas népsűrűségű övezetben elhelyezni a gépjárműveket, hogy a lehető legtöbb lakos számára hozzáférhető legyen szolgáltatás, ami jótékony hatással van a felhasználók számára. A carsharing rendszer gazdasági sikerességének feltétele a magas felhasználószám, ami a tapasztalatok szerint a 4000 fő/km² vagy annál nagyobb népsűrűségű területeken valósítható meg [5].

A népsűrűségen kívül fontos szempont a **népesség összetétele** is. A tapasztalatok szerint a carsharing szolgáltatások felhasználói az átlagnál fiatalabbak, a jelentős többség a 28 és 49 év közötti korosztályhoz tartozik [14]. Londonban a felhasználók 50%-a 25 és 34 év közötti [14]. Az átlag iskolázottságban is eltérés mutatkozik, ha a carsharing felhasználókat összehasonlítjuk a lakosokkal. A közautó programba regisztrált felhasználók között a felsőfokú végzettséggel rendelkezők aránya jelentősen nagyobb, mint a nemzeti átlag (13. táblázat) [14].

13. táblázat Felsőfokú végzettséggel rendelkező felhasználók aránya a szolgáltatás helyszíne szerint [14]

Felsőfokú végzettséggel rendelkező felhasználók aránya [%]			
London	Brüsszel	Frankfurt	Olaszország
85	84,9	70	41

A felhasználók életkorán és iskolázottságán túlmenően célszerű az átlagos háztartások méretére és a munkanélküliségi rátára figyelni. Európában a működő carsharing rendszerek felhasználói átlagosan ketten élnek együtt egy háztartásban, és a felhasználók között a munkanélküliek aránya alacsonyabb, mint a településrészen [14].

A carsharing nem nyújt teljes mobilitást, ezért fontos, hogy a településrészen **ne legyen szükséges egy saját gépjármű birtoklása**, ugyanis az európai carsharing felhasználók jelentős többségének nincs saját gépjárműve (14. táblázat) [14]. Ehhez szükséges a

közforgalmú közlekedés megfelelő minőségi színvonala, valamint a nem motorizált egyéni közlekedést lehetővé tévő infrastruktúra megléte.

14. táblázat Gépjárművel nem rendelkező felhasználók, vagy felhasználók háztartásának aránya [14]

Gépjárművel nem rendelkező felhasználók, vagy felhasználók háztartásának aránya [%]					
Frankfurt	Helsinki	Svájc	London	Brüsszel	Olaszország
92	83	76	74	73	52

A közautó programok alapvető előnye lehet (szolgáltatástól függően) a saját gépjárműves közlekedéssel szemben, hogy nem okoz gondot a parkolás, ezért a carsharing rendszert célszerű olyan településrészen bevezetni, ahol **a szabad parkolóhelyek száma alacsony**.

Figyelembe kell venni a magánfelhasználókön kívül a **vállalati ügyfeleket** is, ahol nem éri meg saját céges autókat az alkalmazottak rendelkezésére bocsátani, helyette közautó programmal biztosítják a dolgozók közlekedési lehetőségét. Így a carsharing rendszer igénybevétele is egyenletesebbé válik, míg munkaidőn kívül a magánfelhasználók veszik igénybe a szolgáltatást, munkaidőben az üzleti partnerek dolgozói.

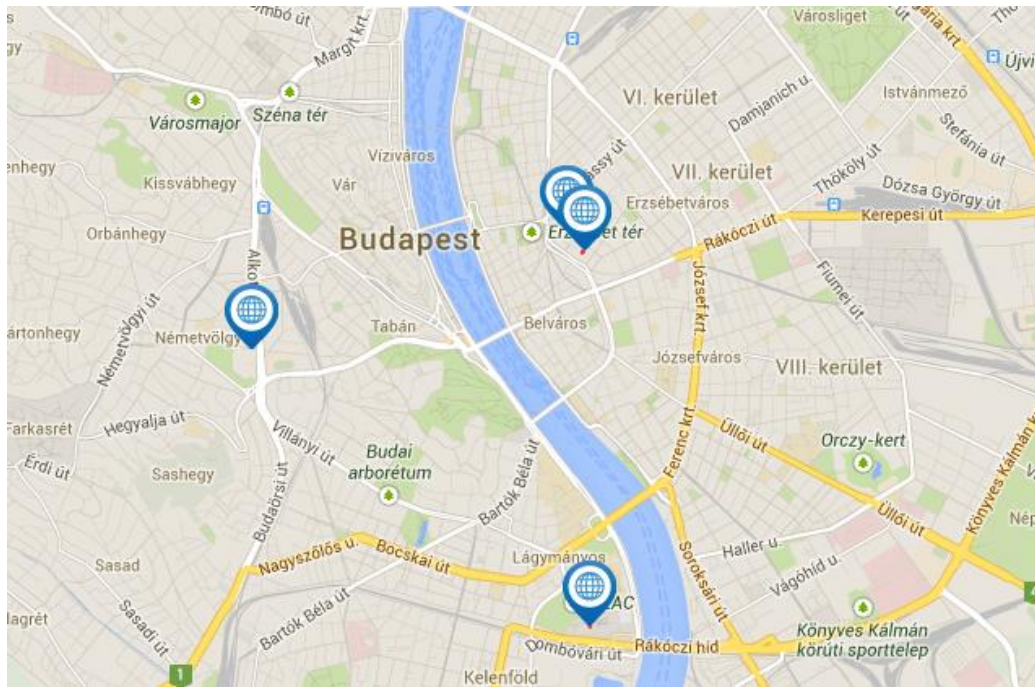
Végül a sikeresség feltétele a méltányos ár is, mely nem minőségi jellemző, de az ár/érték arány jelentős hatással van a rendszer felhasználóinak számára.

A fentiek alapján a carsharing rendszer bevezetésére alkalmas településrész tulajdonságai:

- magas népsűrűség (4000 fő/km² fölötti),
- megfelelő népesség összetétel:
 - magas a fiatalok aránya,
 - magas a felsőfokú végzettséggel rendelkezők aránya
 - a háztartások átlagos mérete 2,
 - alacsony a munkanélküliségi ráta,
- nem szükséges saját gépjármű birtoklása,
- szabad parkolóhelyek alacsony száma problémát okoz,
- kis és közepes vállalkozások aránya magas.

4.2 A budapesti alkalmazás értékelése

Magyarországon elsőként Budapesten vezettek be közautó szolgáltatást Publicar(e) néven 2013 szeptemberében. A rendszer üzemeltetője az Avalon, amely az Opellel kötött stratégiai partnerség keretében kizárólag a márka gépjárműivel biztosít round-trip típusú szolgáltatást.



18. ábra Publicar(e) állomások elhelyezkedése Budapesten, forrás: www.publicare.hu

A szolgáltatás során igénybe vehető járművek tulajdonságait a [14] 15. táblázat mutatja be⁶. A rendszert a 3. fejezetben kidolgozott elemző eljárás szerint értékelt⁷ (16. és 17. táblázat). Magyarországon 2009-ben az átlagos CO₂ kibocsátás járművenként 152,1 g/km volt [19].

⁶ Töréstart adatok forrása: www.euroncap.com, járműadatok forrása: www.opel.hu.

⁷ A szolgáltatásra vonatkozó információk forrása: www.publicare.hu.

15. táblázat Az igénybe vehető járművek tulajdonságai, forrás: www.opel.hu, www.euroncap.com

Igénybe vehető járművek tulajdonságai						
	Corsa	Astra Combi	Insignia	Corsa Van	Combo	Vivaro tour
Teljes hossz [mm]	3999	4419	4830	3999	4390	5182
Törésteszt eredménye [csillag]	5	5	5	5	4*	2
CO ₂ kibocsátás [g/km]**	120	140	150	120	150	190
Férőhelykínálat [fő]	5	5	5	2	2	>5
Csomagtér [liter]	< 400	> 400	> 400	> 400	> 400	-

*: nem áll rendelkezésre információ, az előző modell töréstesztje alapján becsült érték.

** : az egyes járművek motorjairól nem állt rendelkezésre információ, a típushoz rendelhető motorok CO₂ kibocsátása alapján becsült érték.

16. táblázat Publicare(e) szolgáltatás értékelése 2/1 (saját szerkesztés)

Publicare(e) szolgáltatás értékelése		
Jellemző	Szolgáltatás	Pontszám
Szolgáltatás típusa	Round-trip	1
Állomás- vagy járműsűrűség	Kiszolgált terület: 58,83 km ² , Állomások száma: 4 Állomássűrűség: 0,068 db/km ²	1,1
Átlagos szabad- járműsűrűség	A rendszer bevezetése óta eltelt rövid idő miatt nem értékelhető.	-
Használati időtartam min. és max. értéke	30 perc - >1 nap	5
Üzemidő	0-24 óra	5
Lefoglalhatóság, rugalmasság	Kötelező a foglalás: JH=3 Díjmentes módosításra cska a foglalás kezdete előtt 12 óráig van lehetőség, utána díjköteles. r:= 6, mert van mód módosításra az utazás előtti 12 órában, de az óradíj 50%-áért.	3,2
Járművek megközelíthetősége	Az egyes állomások helyszínére vonatkozó pontszám megállapításának alapja: [20]	3,25
Járművek külső megjelenése	Egyéni vélemény alapján.	4

17. táblázat Publicar(e) szolgáltatás értékelése 2/2 (saját szerkesztés)

Jellemző	Szolgáltatás	Pontszám
Jármű belső megjelenése	Egyéni vélemény alapján.	5
Férőhelykínálat, csomagtér	Corsa: 3 pont, Astra Combi: 4 pont, Insignia: 4 pont, Corsa Van: 3 pont, Combo: 3 pont, Vivaro tour: 5 pont.	3,67
Jármű menettulajdonságai	Nem áll rendelkezésre információ, de városi forgalom dinamikájához mérve	4
Jármű üa. történő felt. körülményei	Felhasználó feladata, csak MOL kutakon. Budapesten a töltőállomások közel 19%-a MOL töltőállomás [21].	1
Parkolás körülményei	Round-trip rendszer, egy járműhöz 1 dedikált parkolóhely tartozik.	1
Egyéb teendők szükségessége	Parkolóőr kezelése. Saját értékelés alapján.	3
Jármű külső mérete	Corsa: 2,75 pont, Astra Combi: 1,83 pont, Insignia: 1 pont, Corsa Van: 2,75 pont, Combo: 1,89 pont, Vivaro tour: 1 pont.	1,87
Járműbiztonság	Corsa: 5 pont, Astra Combi: 5 pont, Insignia: 5 pont, Corsa Van: 5 pont, Combo: 4 pont, Vivaro tour: 2 pont.	4,33
Információs rendszer	Nem áll rendelkezésre információ a szolgáltatásról.	-
Rendelkezésre állás	Nem áll rendelkezésre információ a szolgáltatásról.	-
Zaj	Nem áll rendelkezésre információ a járművekről.	-
CO ₂ kibocsátás	Corsa: 1,84 pont, Astra Combi: 1,32 pont, Insignia: 1,06 pont, Corsa Van: 1,84 pont, Combo: 1,06 pont, Vivaro tour: 1 pont.	1,35

A szolgáltatás értékelése az ismert objektív jellemzők alapján a 3.3-ik fejezetben megállapított súlyozó számokat figyelembe véve:

2,22.

A Publicar(e) tarifarendszere⁸ alapján értékeltem, hogy a szolgáltatás kilométerenkénti fajlagos költsége hogyan viszonyul a saját gépjárműves közlekedés fajlagos költségéhez. Saját gépjárműves közlekedés fix költségei ():

- értékcsökkenés, ami az új gépjármű vételárának évenkénti értékcsökkenése az első 5 évben. Az Eurotax Magyarország adatai alapján a gépjármű értéke az első 5 év után a vételár 55%-a,
- kötelező biztosítás⁹,
- CASCO⁹,
- gépjárműadó¹⁰,
- nem rendszeres költség (például ablakmosó folyadék, stb.), értékét 20000 forintban állapítottam meg.

A számolás során 3 gépjárműtípust vizsgáltam, amelyek a budapesti carsharing rendszerben is megtalálhatóak:

- Opel Insignia, vételár 7 millió forint, 103kW, átlagfogyasztás: 10 l/100 km.
- Opel Astra J kombi, vételár 5,7 millió forint, 88kW, átlagfogyasztás: 8,5 l/100km.
- Opel Corsa D, vételár 3,5 millió forint, 63kW, átlagfogyasztás: 7,5 l/100km.

18. táblázat Saját gépjárműves közlekedés éves fix költségei (saját szerkesztés)

Saját gépjármű fix költségei [Ft/év]					
	Értékcsökkenés	Kötelező biztosítás	CASCO	Gépjárműadó	Nem rendszeres költség
Insignia	630000	40000	130000	35535	20000
Astra J kombi	513000	35000	95600	30360	20000
Corsa	315000	30000	85000	21735	20000

A saját gépjárműhasználat változó költségének az üzemanyagköltséget vettem, aminek mértéke 395 Ft/liter.

⁸ Forrás: www.publicare.hu

⁹ Forrás: www.biztositas.hu

¹⁰ Forrás: www.kalkulatorlap.hu/teljesitmenyado_kalkulator.html

A biztosítási díj kalkuláció során a biztosításkötő adatai:

- Férfi, 30 éves,
- egyetemi végzettség,
- 8 éve rendelkezik jogosítvánnyal,
- B01 bonus-malus fokozat.

Budapesten egy személygépkocsival megtett utazás átlagos távolsága 17 km, időtartama 27 perc¹¹. A round-trip típusú rendszerben egy utazás három részre bontható:

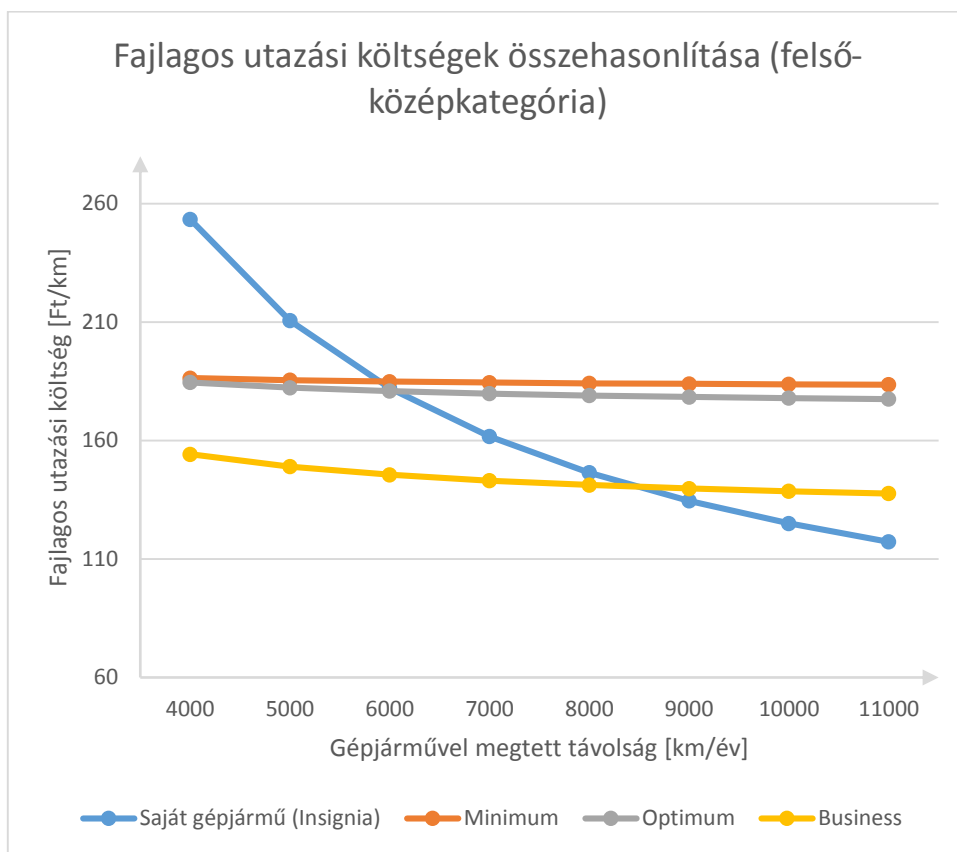
- utazás a célállomásra,
- célállomáson tartózkodás,
- utazás vissza az indulópontra.

A célállomáson tartózkodás ideje alatt is meg kell fizetni az óradíjat, ezért round-trip rendszerben az átlagos utazásnak a 34 km-es távolságot és a 2 óra időtartamot vettem. A Publicar(e) szolgáltatáson belül 3 díjfizetési csomag közül választhat az ügyfél: minimum, optimum és business. Carsharing rendszerben a felhasználó az igényeinek mindig megfelelő járművet választhat, ezért középkeletkelet jármű vizsgálatakor a carsharing fajlagos költségeit nem kizárólag középkeletkelet járműhasználatra számoltam.

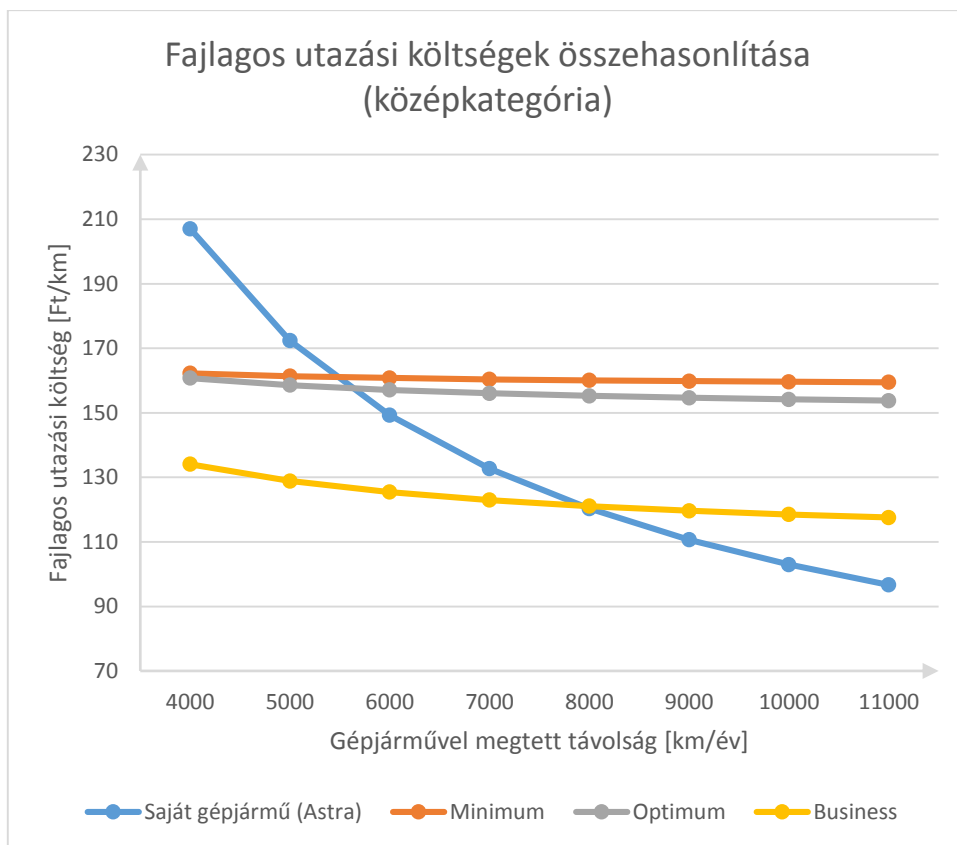
- Abban az esetben, ha a saját felső-középkeletkelet (Insignia) járművet hasonlítjuk össze a carsharing rendszerrel, a közautó szolgáltatás keretében elérhető 3 járműkeletkelet használat arányaira 1/3, 1/3, 1/3 eloszlást feltételeztem,
- Abban az esetben, ha a saját középkeletkelet (Astra) járművet hasonlítjuk össze a carsharing rendszerrel, a közautó szolgáltatás keretében elérhető 3 járműkeletkelet használat arányaira (kicsi, közép, nagy) 1/2, 1/2, 0 eloszlást feltételeztem.
- Abban az esetben, ha a saját alsó-középkeletkelet (Corsa) járművet hasonlítjuk össze a carsharing rendszerrel, a közautó szolgáltatás keretében elérhető 3 járműkeletkelet használat arányaira (kicsi, közép, nagy) 0,7, 0,3, 0 eloszlást feltételeztem.

¹¹ Forrás: www.ksh.hu.

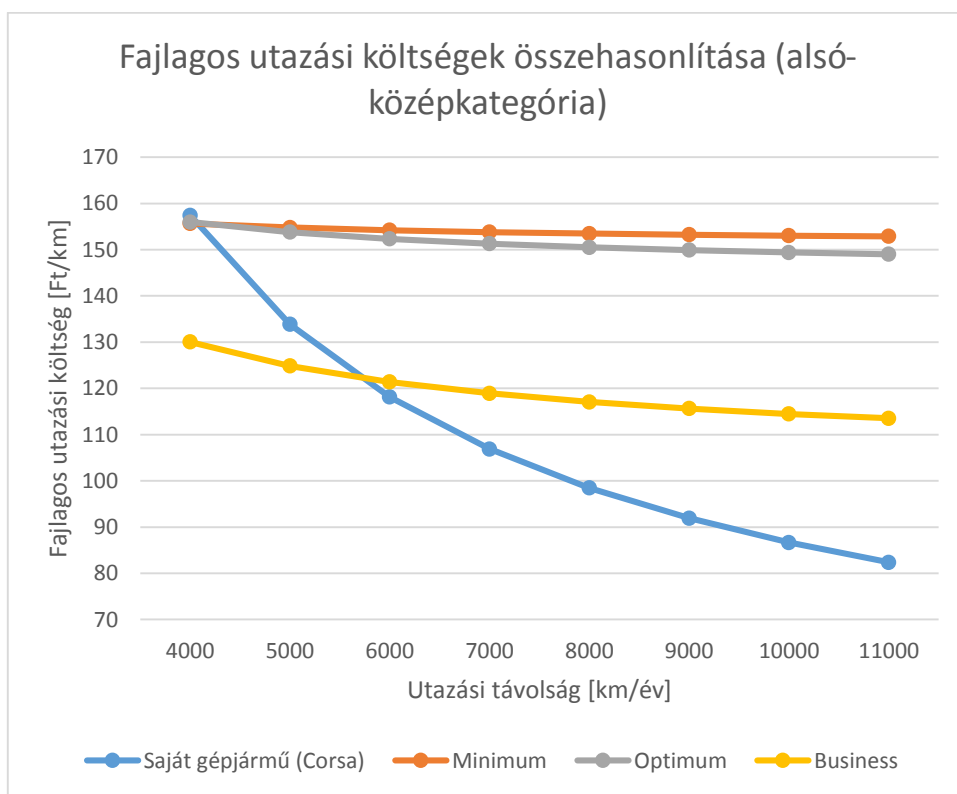
A saját gépjárműves közlekedés esetén a parkolási díjat, carsharing rendszer használata esetén a közösségi közlekedés díját nem vettem bele a számításba, ugyanis a kettőt közel egyenlőnek feltételeztem. A fentebb deklarált kiinduló adatok alapján megvizsgáltam, hogy a kiválasztott 3 gépjármű típus függvényében mekkora éves utazási távolság alatt éri meg a carsharing rendszer (19. ábra, 20. ábra, 21. ábra).



19. ábra Fajlagos utazási költségek összehasonlítása, saját gépjármű: felső-középkategória (saját szerkesztés)



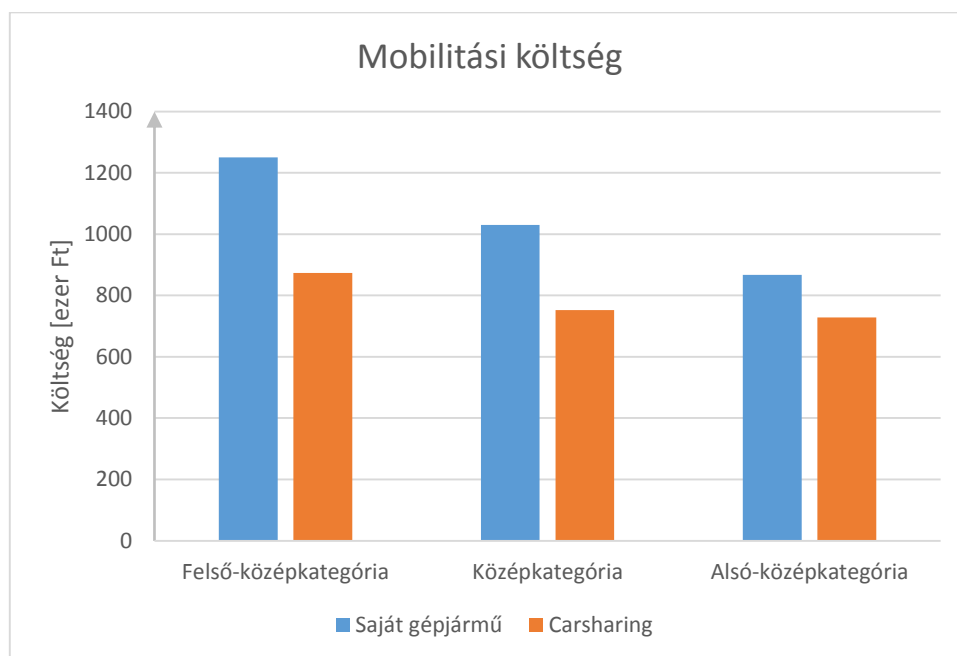
20. ábra Fajlagos utazási költségek összehasonlítása, saját gépjármű: középkategória (saját szerkesztés)



21. ábra Fajlagos utazási költségek összehasonlítása, saját gépjármű: alsó-középkategória (saját szerkesztés)

A fajlagos utazási költségeket összehasonlító ábrákon jól látszik, hogy a carsharing rendszer használata 9000km/év felett egyik esetben sem éri meg. Azonban kategóriától függően akár már 8500 km/év utazás alatt a carsharing rendszer használata alacsonyabb fajlagos költséggel jár, mint egy újonnan vásárolt saját gépjármű használata. Használt gépjármű esetén az éves utazási távolság, ami alatt a közautó program használata jár kevesebb fajlagos költséggel, jelentősen alacsonyabb, ugyanis a saját gépjárműves közlekedés fajlagos költségének közel 40%-át tette ki az értévesztés egy évre vetített értéke a fenti példákban.

A carsharing rendszer felhasználói gépjárművel megtett éves utazási távolsága alacsonyabb, mint a saját személygépkocsival közlekedőké. Ennek oka, hogy a közautó program nem nyújt teljes értékű mobilitást, így a felhasználók kénytelenek más közlekedési módokat is igénybe venni. A munka motivációjú utazásokat jellemzően a közforgalmú közlekedéssel hajtják végre. Budapesten a személygépkocsival végrehajtott utazások 40%-ának¹² a munka a motivációja, ezért a költségek összehasonlításakor az abszolút kiadásokra is érdemes figyelni. 10 ezer kilométer saját személygépkocsival megtett utazás mobilitási értéke megfelel (-40%) 6 ezer kilométer carsharing járművel megtett utazás mobilitási értékével.



22. ábra Mobilitási költség (saját szerkesztés)

¹² Forrás: www.ksh.hu

A 22. ábrán látszódik, hogy a saját gépjármű és a carsharing rendszer mobilitási költsége között akár 400 ezer forint is lehet a különbség.

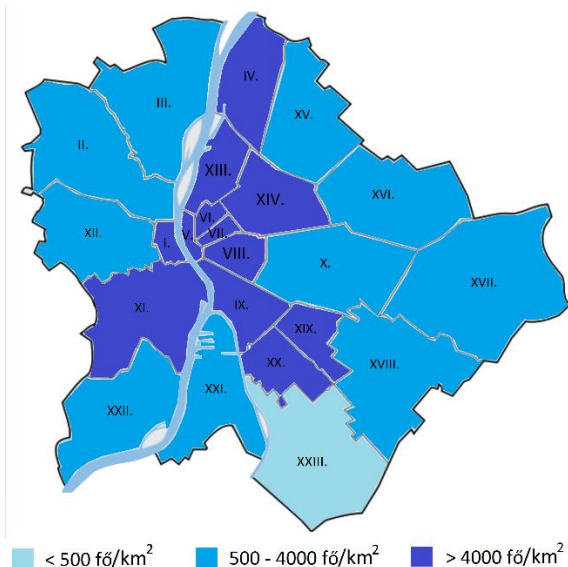
Összességében az mondható el, hogy új gépjármű beszerzése helyett érdemes figyelembe venni a közautó programot, különösen, ha az új jármű nem az egyetlen lenne a háztartásban. Továbbá a jelenlegi tarifarendszer és minőségi színvonal nem indokolja, hogy egy lakos a meglévő 5 évnél idősebb gépjárműve helyett a carsharing rendszer autóit válassza közlekedési módnak.

4.3 A szolgáltatás továbbfejlesztésének lehetőségei

A szolgáltatás továbbfejlesztésének lehetőségeinek vizsgálatakor az első lépésben megvizsgáltam Budapest mely területein célszerű a carsharing rendszert bevezetni. Az alábbi szempontokat vettem figyelembe:

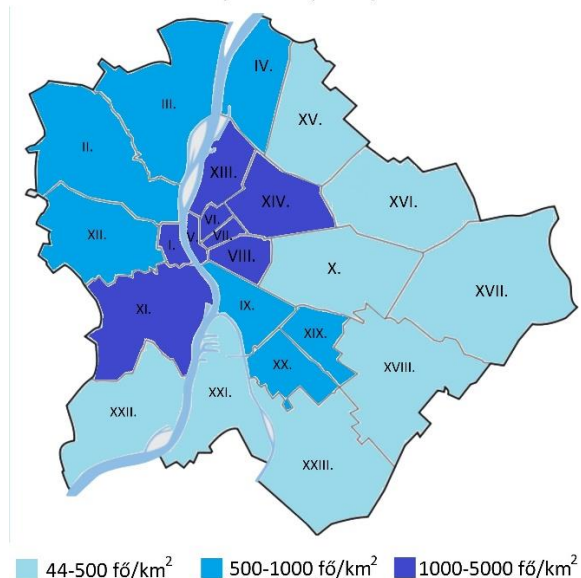
- népsűrűség (23. ábra),
- gépjárműsűrűség: A szabad parkolóhelyek száma és egy adott terület járműsűrűsége között fordítottan arányos kapcsolatot tételeztem fel, így a regisztrált gépjárművek sűrűsége alapján következtettem, hogy mekkora problémát jelent a szabad parkolóhelyek hiánya (24. ábra),
- iskolázottság (25. ábra),
- terület közösségi közlekedéssel való ellátottsága (26. ábra).

Budapest népsűrűsége (2011)



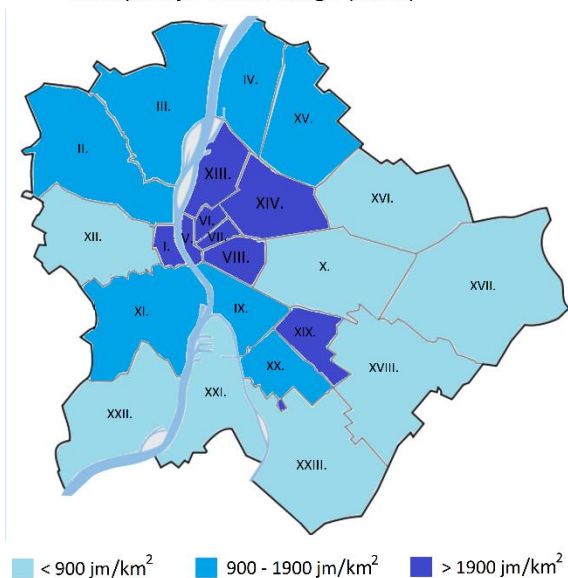
23. ábra Budapest kerületeinek népsűrűsége 2011-ben, forrás: www.ksh.hu

Felsőfokú végzettséggel rendelkezők Budapesten (2001)



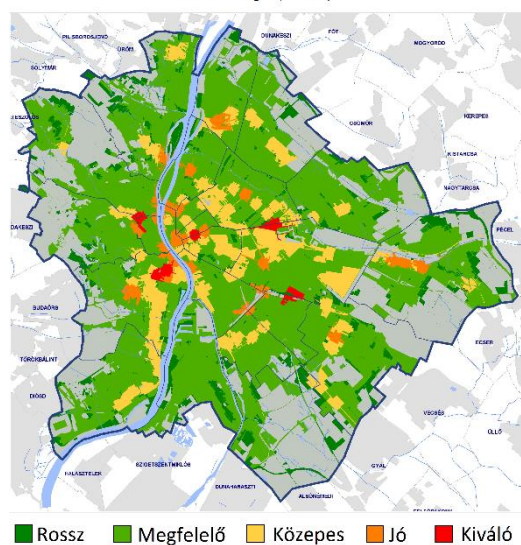
25. ábra Felsőfokú végzettséggel rendelkezők Budapesten (2001), forrás: www.ksh.hu

Budapest járműsűrűsége (2011)



24. ábra Budapest járműsűrűsége (2011), forrás: www.ksh.hu

Budapest közforgalmú közlekedéssel való ellátottsága (2011)



26. ábra Budapest közforgalmú közlekedéssel való ellátottsága [20]

A carsharing rendszer továbbfejlesztésére és bevezetésére alkalmas kerületek a népsűrűség, iskolázottság, járműsűrűség és a közforgalmú közlekedéssel való ellátottság szerint az alábbiak:

- I. kerület,
- V. kerület,
- VI. kerület,
- VII. kerület,
- VIII. kerület,
- XI. kerület,
- XIII. kerület,
- XIV. kerület,
- XIX. kerület.

Így a kiszolgált területen élő lakosok száma ≈ 630 ezer¹³.

A továbbfejlesztés lehetőségeire három opciót határoztam meg.

I. opció:

Az első opció a már működő Publicar(e) szolgáltatás kiterjesztése az előbb meghatározott kerületekre. A meglévő rendszer állomássűrűsége, járművek megközelíthetősége és lefoglalhatóság, rugalmasság jellemzői alacsony pontszámot kaptak. Ezen javítva (állomássűrűség növelése, állomások megfelelő elhelyezése, foglalási és módosítási körülmények változtatása) a rendszerre adható pontszám a többi ismert objektív jellemzőt figyelembe véve elérheti a:

2,9 pontot.

¹³ Forrás: www.ksh.hu

II. opció

A továbbfejlesztés második opció a jelentősebb változásokat tartalmaz, mint az előző variáns. A round-trip típusú szolgáltatás nem nyújt kellően nagy szabadságot a felhasználói számára, ezért a one-way típusú szolgáltatás bevezetését javaslom, amivel jelentősen növelhető a regisztrált felhasználók száma. A rendszer hátránya, hogy a közlekedési sajátosságok miatt nem lesz egységes a járműeloszlás, ezért a személygépkocsik újraelosztására van szükség.

Ugyanakkor enyhíteni lehet a parkolás okozta problémát dedikált parkolóhelyek kijelölésével a kiszolgált területen belül, amelyek száma meghaladja a carsharing-es járművek számát. Magas állomássűrűség javasolt ($\rho \geq 1$ db/km²) állomásonként kevés (1..3) járművel. A szolgáltatás során a jármű feltöltésére használható töltőállomások arányát legalább 50%-ra érdemes növelni, ezzel is növelve a szabadságérzetet. A one-way típusú rendszer járműflottájának a törzsét kis méretű személygépkocsik képzik, a jelenlegi rendszerben megtalálható járművek közül erre az Opel Corsa a legalkalmasabb. A fenti változtatásokat figyelembe véve a rendszerre adható pontszám elérheti a:

3,7 pontot.

III. opció:

A carsharing rendszer magán hordozza a közforgalmú és az egyéni közlekedés jellemzőit is. Budapesten a közforgalmú közlekedés megrendelője a Budapesti Közlekedési Központ. Ezért javaslom egy olyan carsharing rendszer bevezetését, ahol a szolgáltatás megrendelője a BKK (zónahatárt jelöli ki), a szolgáltatás ellátáshoz szükséges járműveket pedig magáncégek biztosítanak. A javasolt szolgáltatástípus: free-floating. A paraméterek ugyanazok, mint a II. opcióban ismertetett one-way típusú rendszer esetén, így a szolgáltatásra adható pontszám elérheti a:

4,2 pontot.

5. Összefoglaló

A városi közlekedésben napjainkban felmerülő számos problémára megoldást nyújt a carsharing rendszer, mely a közforgalmú és az egyéni motorizált közlekedés előnyeit egyaránt magán hordozza. Számos európai és észak-amerikai városban működik közautó program, azonban a rendszerek értékelésére nem állt rendelkezésre egy objektív elemző módszer.

Jelen dolgozatban egy városi környezetben alkalmazható kompenzációs multikritériumos eljárást dolgoztam ki, aminek segítségével összehasonlíthatóvá és értékelhetővé váltak a carsharing rendszer által nyújtott szolgáltatás minősége. Az értékelő módszer figyelembe veszi a járművek és a szolgáltatás tulajdonságait, azokat értékeli egy 1-5-ig terjedő skálán ahol 5 a legjobb. A rendszerre adható pontszám súlyozott átlag, ahol az egyes jellemzők súlyozó számát a terület adottságai határozzák meg.

A Budapesten 2013 szeptemberében indult Publicar(e) carsharing szolgáltatás és az egyéni gépjárműves közlekedés fajlagos költségeit összehasonlítottam. Az új gépjármű fajlagos költségei éves 9000 km, egye esetekben már 6000 km utazási távolság felett alacsonyabbak a casharing rendszer fajlagos költségeinél. Ugyanakkor a közautó nem nyújt teljes mobilitást a közlekedők számára, ezért a felhasználók éves utazási távolsága alacsonyabb, mint a kizárólag gépjárművel közlekedőké. Az utazási távolságokban 40%-os különbség esetén (évi 10 és 6 ezer megtett km) a carsharing felhasználók éves kiadása akár 400 000 Ft-tal is alacsonyabb lehet.

A kidolgozott multikritériumos módszer segítségével értékeltem a jelenlegi szolgáltatást, majd 1-1 továbbfejlesztési javaslatot tettem round-trip, one-way és free-floating típusú rendszerre. Az egyes rendszerekre adható pontszámok rendre a következőképp alakultak: 2,9 pont, 3,7 pont, 4,2 pont.

- [1] *S. Shaheen, D. Sperling, C. Wagner: A Short History of Carsharing in the 90's.* Journal of World Transport Policy and Practice, volume 5, 1999, pp. 16-37.
- [2] *D. Jorge, G. Correia, C. Barnhart: Testing the validity of the MIP approach for locating carsharing stations in one-way systems.* Procedia – Social and behavioral sciences, volume 54, 2012, pp. 138-148.
- [3] *J. T. Schure, F. Napolitan, R. Hutchinson: (2012) Cumulative Impacts of Carsharing and Unbundled Parking on Vehicle Ownership & Mode Choice.* 91st Annual Meeting of Transportation Research Board, 2012.
- [4] *E. Martin, S. A. Shaheen, J. Lidicker: CARSHARING'S IMPACT ON HOUSEHOLD VEHICLE HOLDINGS: RESULTS FROM A NORTH AMERICAN SHARED-USE VEHICLE SURVEY.* URL: <http://www.carsharing.net/library/Martin-Shaheen-Lidicker-TRR-10-3437.pdf>, 2012, 18 p.
- [5] *C. Celsor and A. Millar-Ball: Where does carsharing work?* Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2007, 19 p.
- [6] *E. W. Martin, S. A. Shaheen: Greenhouse Gas emission impacts of carsharing in North America.* MTI Report 09-11, 2010, 128 p.
- [7] *J. Finkorn, M. Müller: What will be the enviromental effects of new free-floating car-sharing systems? The case of car2go in Ulm.* Ecological Economic, volume 70, No. 8, 2011, pp. 1519-1528.
- [8] *M. Barth, S. Shaheen: Shared-Use Vehicle Systems: Framework for Classifying Carsharing, Station Cars, and Combined Approaches.* Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 02-3854, 2002, 19 p.
- [9] *Mándoki Péter: Személyközlekedési Rendszerek Értékelési Lehetőségei a Városi és Térségi Közlekedésben.* PhD disszertáció, 2005.
- [10] *C. Costain, C. Ardron, K. N. Habib: Synopsis of users' behaviour of a carsharing program: A case study in Toronto.* Transportation Research Part A: Policy and Practice, volume 46, No. 3, 2012, pp. 421-434.
- [11] *Benczik Zs., Finta Zs., Tarr K. Belvárosi forgalomcsillapítás jogi, műszaki és gazdasági eszközeinek összevetése.* 2009, 133 p.

- [12] *P. Headicar, D. Banister, T. Pharoah: Land Use and Transport: Settlement Patterns and the Demand for Travel.* 2009, 148 p.
- [13] *Scuchmann G., Kisgyörgy L.: Gépjárművek elhelyezése.* Közlekedéstervezés, utak, é.n., 2 p.
URL: http://www.uvt.bme.hu/targyak/kterv_I/kterv_I_II_kgysch/kterv_I_II_kgysch_12.pdf
- [14] *W. Loose: The State of European Car-sharing.* Final Report D 2.4 Work Package 2. 2010, 198 p.
- [15] *European Environment Agency: Occupancy Rates of passenger vehicles (Term 029).* 2010, URL: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/occupancy-rates-of-passenger-vehicles/occupancy-rates-of-passenger-vehicles-1>
- [16] *G. Beirão, J. A. Sarsfield Cabral: Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study.* Transport policy, No. 14, 2007, 478-489.
- [17] *G. Tertoolen, D. v. Kreveld, B. Verstraten: Psychological resistance against attempts to reduce private car use.* Transportation Research Part A: Policy and Practice, volume 32, issue 3, 1998, pp. 171-181.
- [18] *T. Chaefers: Exploring carsharing usage motives: A hierarchical means-end chain analysis.* Transportation Research Part A: Policy and Practice, volume 47, 2012, pp. 69-77.
- [19] *JATO: Average European New Car Greener, Than Ever, Says Jato Report.* 2009, 5p.,
URL: <http://www.jato.com/PressReleases/Average%20European%20New%20Car%20Greener%20Ever.pdf>
- [20] *Budapest közlekedési infrastruktúrája.* 2011, 38 p., URL: http://budapest.hu/Documents/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2FDocuments%2Fvarosfejlesztesi_koncepcio_2011dec&FolderCTID=0x012000DB82662B2DB05247979168C417667279&View={A7FC5DD3-57EE-4261-85DD-581E23E4419D}
- [21] URL: www.holtankoljak.hu