

Flottaméret optimalizálási kérdések a közösségi autós szolgáltatásoknál

Vida Roland¹

Összefoglalás

A közösségi autózás (car sharing) egyre nagyobb szerepet játszik napjaink városi közlekedésében, hiszen egy saját autó fenntartása nagyon költséges, és sok esetben akár kényelmetlen is lehet, figyelembe véve a parkolási nehézségeket. A közösségi autózással viszont jelentősen csökkenthető a járművek és a számukra kialakított parkolóhelyek száma. Egy car sharing szolgáltatás esetén azonban nagyon fontos kérdés a járműflotta méretének optimális megválasztása, olyan célfüggvények figyelembe vételével, mint a szolgáltatás nyereségességének, a felhasználói elégedettségnek, vagy a környezetszennyezés csökkentésének maximalizálása. A cikk előbb részletesen bemutatja a különböző paramétereket, melyek hatással lehetnek egy car sharing szolgáltatás működésére, majd ismertet több optimalizálási javaslatot, áttekintve a tématerület szakirodalmát.

1. Bevezetés

Napjaink nagyvárosaiban az autós forgalom korábban elképzelhetetlen mértékeket öltött. Míg az 1950-es években összesen csak néhány tízmillió személyautó volt forgalomban világszerte, mára ez a szám meghaladta a 1 milliárdot. A személyautó korábban valamilyen mértékben luxuscikknek számított, ma viszont minden család akár több autót is birtokol, főleg a világ fejlettebb országaiban. A sok autó miatt viszont komoly közlekedési dugók alakulnak ki, ami légszennyezéssel és energiapazarlással jár, nem is beszélve a nehézkes és lassú személy- és áruforgalom miatti gazdasági veszteségekről.

Mindemellett a magántulajdonban levő személyautók rendkívüli módon kihasználatlanok. A felmérések azt mutatjuk, hogy e járműveknek a kihasználtsága nem több mint 5-6%, hiszen a nap 24 órájából mindössze 1-2 órát töltünk az autónkban, a nap további részében viszont az autó üresen áll, ráadásul parkolóhelyet is foglal, vagy az otthonunk, vagy a munkahelyünk előtt, esetleg annak mélygarázsában. Ha pedig figyelembe vesszük, hogy egy átlagos parkolóhely mérete 13-15 m², Budapesten pedig kb. 120.000 fizetős közterületi-, több mint 80.000 parkolóházi-, és további több százezer ingyenes közterületi parkolóhely van, akkor könnyen belátható, hogy a fővárosban több millió négyzetméternyi terület van az autók parkolására elkülönítve ahelyett, hogy azokon a helyeken például zöldterületeket alakítanánk ki, gyalogos- vagy kerékpáros forgalomra, vagy más környezetbarát célokra használnánk azokat.

A közösségi autózás (angolul *car sharing*) egy olyan megoldás, melynek segítségével jelentősen csökkenthető a szükséges személyautók és parkolóhelyek száma is. A car sharing lényege az, hogy ugyanazt a járművet több felhasználó is igénybe veheti, időben eltolva. Az alapötlet hasonlít a hagyományos autóbérlésre, melyet már évtizedek óta ismerünk, a legnagyobb különbség viszont a szolgáltatás igénybevételének átlagos időablaka: míg az autóbérlés jellemzően több napra történik, például egy külföldi utazás alkalmával, addig car sharing esetén inkább néhány órára, vagy csak néhány percre használjuk a szolgáltatást. Abban,

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Távközlési és Médiainformatikai Tanszék vida@tmit.bme.hu

hogy ez napjainkban hatékonyan működhessen, nagy segítségünkre vannak az infokommunikációs eszközök és technológiák. Az okostelefonunkon futó mobilalkalmazásban jelezhetjük, amikor szükségünk lenne egy autóra. A telefon GPS koordinátái alapján az alkalmazás kijelöli számunkra a legközelebbi rendelkezésre álló autót, melyet aztán ki is nyithatunk a telefonunk segítségével. Az utazás végeztével a szolgáltató rögtön le is vonja a megfelelő díjat az előre regisztrált bankkártyánkról, majd nemsokára egy újabb felhasználó veheti igénybe az autót.

A szolgáltatás gyors, egyszerű, felhasználó- és környezetbarát, ezért az utóbbi néhány évben jelentősen megnövekedett úgy a felhasználók, mint a közösségi használatban levő járművek száma. Ma már szinte nincs is olyan nagyváros, ahol ne működne car sharing szolgáltatások. Budapesten már évek óta jelen van a GreenGo, a MOL Limo, 2019-ben pedig megjelent a BMW által működtetett DriveNow, mely egy évvel később, a Daimler AG-val történő összefogás után a ShareNow névre váltott. Mindemellett más közlekedési eszközök is megjelentek közösségi használatban, Budapesten például lehetőség van robogók (Blinkee.city), elektromos rollerek (Lime) és természetesen kerékpárok (MOL Bubi) kölcsönzésére is. A car sharing részesedése azonban a városi forgalomban még mindig viszonylag korlátozott, mindössze néhány százalékot tesz ki, a szolgáltatás pedig az esetek nagy részében veszteséges, vagy csak minimális nyereséggel kecsegtet.

A szolgáltatás minőségét és nyereségességét nagymértékben befolyásoló egyik legfontosabb tényező a közösségi használatban levő flotta mérete. Ha a szolgáltató egy kisebb flottát működtet, nyilvánvalóan alacsonyabbak a kezdeti beruházási költségek, viszont alacsony lesz a felhasználói elégedettség és a szolgáltatás minősége is. Ha viszont egy nagyobb flottát alakít ki, akkor a járművek esetleges alacsonyabb kihasználtsága és a magas fenntartási költségek (beleértve a parkolási díjakat is) okozhatnak gondot. Az optimális flottaméret megválasztását számos paraméter befolyásolhatja: a választott szolgáltatási modell, a lefedni kívánt terület mérete, a forgalom sűrűsége az adott területen, a parkolási szabályok és árak, az alternatív közlekedési megoldások árszínvonala, a felhasználók elvárásai, vagy akár a különböző társadalmi csoportok viszonyulása a manapság egyre népszerűbb közösségi gazdaság (*sharing economy*) szolgáltatásaihoz. Mindemellett pedig az is fontos, hogy mi az optimalizálni kívánt célfüggvény a flottaméret megválasztásánál: a szolgáltató nyereségének a maximalizálása, a felhasználói elégedettség maximalizálása, vagy esetleg a légszennyezés és a forgalmi dugók mértékének csökkentése.

A car sharing flottaméretezés kérdése napjainkban egyre népszerűbb témává vált a kutatók körében. Ebben a cikkben részletesen körbejárjuk az előbb felsorolt paraméterek lehetséges hatásait, és röviden áttekintjük, milyen megoldásokat javasoltak e kérdésre a kapcsolódó szakirodalomban.

2. A flottaméret megválasztását befolyásoló paraméterek

2.1. A szolgáltatási modell

A közösségi autózásra különböző szolgáltatási modelleket dolgoztak ki az utóbbi években. Az, hogy ezek közül pontosan milyen modellt szeretne implementálni egy adott szolgáltató nagyban befolyásolhatja a flottaméret megválasztását. Egyfelől kérdés az, hogy a szolgáltató kiknek nyújtja majd az adott szolgáltatást – egy másik szolgáltatónak, cégnek, közösségnek (*B2B – Business to Business*), vagy közvetlenül a felhasználóknak (*B2C – Business to Consumer*). A B2B szolgáltatások közé soroljuk például azt az esetet, amikor egy adott vállalat a saját

alkalmazottai számára szeretné igénybe venni a car sharing szolgáltatást, általában egy dedikált járműflotta segítségével. A flotta méretének meghatározása itt az adott vállalat igényeitől függ: hány alkalmazottnak szeretné a szolgáltatást biztosítani, azoknak milyen mobilitási szokásai vannak, hány telephelye van a városon belül, stb.

Egy másik, egyre gyakoribb B2B szolgáltatás az, amikor egy car sharing szolgáltató egy lakópark üzemeltetőjével köt szerződést, biztosítva a lakók igényeinek megfelelő mobilitási szolgáltatást egy dedikált járműflottával. Az üzemeltető így elkerülheti a lakásonkénti magánautók tárolását biztosító kültéri parkolóhelyek, vagy egy beltéri mélygarázs nagyon költséges kialakítását.

Végezetül, szintén a B2B szolgáltatások közé tartozik, bár ellentétes előjellel, az az eset is, amikor nem a car sharing szolgáltató biztosít egy dedikált járműflottát egy másik vállalkozásnak, hanem pont ellenkezőleg, egy nagyméretű járműflottával rendelkező autókölcsönző (*car renting*) cég „segíti ki” szükség esetén a kisebb flottával rendelkező car sharing szolgáltatót. E lépés célja az, hogy a car sharing szolgáltatónak ne a ritkán jelentkező csúcsigényre kelljen méreteznie a saját flottáját, hanem csak a jellemző átlagos keresletre, jelentős összegeket megtakarítva ezáltal.

Jellemző példa erre a típusú kisegítésre az, amikor az autókölcsönző cég egyben tulajdonosa a car sharing szolgáltatónak is, mint ahogy az történik az egyik legnagyobb, világszerte több mint 12.000 járműből álló car sharing flottát működtető ZipCar, és az őt 2013-ban felvásárló egyik legnagyobb autókölcsönző cég, az Avis Budget között. Mivel a tapasztalatok azt mutatják, hogy az autókölcsönzés és a car sharing iránti kereslet egymásnak viszonylag ellentétes ciklusokban fluktuál (a hagyományos kölcsönzés iránti igény inkább hét közben jelentkezik, a közösségi autózás viszont inkább hétvégén), ezért az autókölcsönző szolgáltatást egy nagyobb járműflottával működtető anyavállalat a hétvégékre könnyen át tud csoportosítani járműveket a car sharing szolgáltató leányvállalat számára, jelentős versenyelőnyhöz juttatva azt. Ennek pedig egyenes következménye az is, hogy egy új, független car sharing szolgáltatónak viszonylag nehéz versenyképesen betörni a piacra egy olyan városban, ahol már jelen van egy nagy anyavállalattal kapcsolatban levő másik szolgáltató (Le Vine, 2014).

Egy másik fontos szempont a szolgáltatási modell tekintetében az, hogy a közösségi használatban levő járművekhez hol lehet hozzájutni, és mit kell velük tenni használat után. Ebből a szempontból nézve, az eredeti modell az úgynevezett *oda-vissza utas megosztás (round-trip sharing)*, melyben az autót ugyanoda kell visszavinni használat után, ahol felvették. Ennél flexibilisebb az úgynevezett *gyűjtőállomás alapú (station based)* modell, ahol a járműveket bizonyos fix gyűjtőállomásokon lehet felvenni és letenni, de nem kell feltétlenül a kiindulási pontra visszamenni. A felhasználói igényekhez sokkal jobban igazodik azonban az úgynevezett *szabad végpontos (free floating)* modell, melynek lényege az, hogy a szolgáltatási területen belül a felhasználók bárhol letehetik használat után az autót. 2020-ban a gyűjtőállomás alapú szolgáltatásoknak több mint 55 millió felhasználója volt világszerte, az összesített flottaméret pedig 366.000 járműnél is többet számlált. Ehhez képest a szabad végpontos modellt biztosító szolgáltatásoknak 17 millió felhasználója volt, az őket kiszolgáló flották összesített mérete pedig 100.000 járművet tett ki (Friedel, 2021)

2.2. A szolgáltatási terület mérete

Flottaméretezés szempontjából a szolgáltatási terület nagysága egy kiemelt paraméter, különösen a szabad végpontos modell esetében. A város teljes területét lefedni, különösen a

szolgáltatás indításakor, általában vállalhatatlanul nagy beruházási költséget jelentene, ezért egy nagyon gyakori megoldás az, hogy egy szűkebb területre korlátozzák a szolgáltatást. A cél az, hogy kevesebb járművel le lehessen fedni a célterületet úgy, hogy a felhasználóknak csak viszonylag keveset kelljen gyalogolniuk a legközelebbi autóig. A szolgáltatás elérhetőségét nyilvánvalóan a belvárosi részekre szokták korlátozni, ahol amúgy is nagyobb általában a kereslet; később aztán, ha a szolgáltató kellően megerősödött, a felhasználók megismerték, és az anyagi háttér adott hozzá, a szolgáltató dönthet arról, hogy bővíti a szolgáltatási területet, és ezzel párhuzamosan bővíti a járműflottáját is.

2.3. A relokációs szolgáltatás

A szolgáltatási terület korlátozása alapvetően azt jelenti, hogy a közösségi használatban levő járműveket csak egy korlátozott területen belül lehet igényelni, használatba venni. Ha viszont már az autóban ül a felhasználó, az (általában) nincs korlátozva, hogy merre közlekedhet vele. Az szinte mindig megengedett, hogy elhagyjuk a szolgáltatási területet, ha éppen azon kívül lenne dolgunk, feltéve, hogy a használat végén az autót visszavisszük a területen belülrre. Sok esetben azonban ez nehezen megoldható, ráadásul a szolgáltatás pont azt a flexibilitását veszíti el ezáltal, amit a szabad végpontos modell nyújtott a gyűjtőállomás alapú modellhez képest, hiszen a felhasználó nem tud a valós célállomására eljutni és otthagyni a használt járművet. Azt is mondhatjuk, hogy így a szolgáltatás átalakul egy gyűjtőállomásos megoldássá, ahol a szolgáltatási terület önmaga egy nagy gyűjtőállomás.

A szabad végpontos modell flexibilitását viszont nagyban tudja javítani az, ha működik egy relokációs szolgáltatás is, melynek célja a területen kívül hagyott járművek visszahozása a szolgáltatási területen belülrre. Ez természetesen plusz költséget jelent majd a szolgáltató számára, így fontos a megfelelő anyagi és szolgáltatásminőségi mechanizmusokat kidolgozni arra, hogy a felhasználókat ösztönözzék a szolgáltatási terület figyelembe vételére. A flottaméretet pedig természetesen úgy kell majd meghatározni, hogy figyelembe vegyük az átmenetileg a szolgáltatási területen kívül tartózkodó járműveket is.

2.4. A parkolási költségek

Amikor egy jármű használaton kívül van, valahol parkol a városban. A szabad végpontos modell esetén a car sharing szolgáltatóknak jellemzően nincsenek dedikált parkolóhelyeik, ezen járművek is a publikus parkolóhelyeket használják. Mivel pedig a szolgáltatási terület általában a belvárosi részekre korlátozott, ezeken a részeken jellemzően fizetős a parkolás. A szolgáltatónak a flottája kialakításánál számolnia kell tehát azzal, hogy minél alacsonyabb a kihasználtsága a járműveinek (azaz minél nagyobb a flotta mérete a felhasználói igényekhez képest), annál nagyobb lesz a parkolási díj, amit a járművei után fizetnie kell a parkoló-társaságoknak. Ha viszont túl kevés járműből áll a flotta, a kihasználtság növekedése és ezáltal a parkolási költségek csökkenése mellett csökken a felhasználói elégedettség is, hiszen kevesebb szabad autó áll majd rendelkezésre, így nagyobb távolságokat kell majd a felhasználóknak gyalog megtenniük a járművekig.

A parkolást illetően fontos szempont lehet az is, hogy bizonyos városokban (például Budapesten is) jelenleg ingyenes a parkolás az elektromos járművek számára. Ebből kifolyólag tehát a GreenGo teljes mértékben elektromos autókból álló flottája esetén a parkolási költségekkel nem kell számolni. A MOL Limo vegyes kialakítású flottájának belső égésű motorokkal felszerelt járművei viszont jelentős parkolási költséget generálhatnak.

Egy car sharing szolgáltatónak viszont mindenképpen érdemes számolnia azzal, hogy a parkolási költségek alóli mentesség az elektromos járművek számára hosszú távon nem fenntartható. Jelenleg sok önkormányzat használja ezt a kedvezményt ösztönző mechanizmusként, arra sarkallva a polgárokat, hogy elektromos járműveket vásároljanak, így csökkentve a légszennyezést. A mostani helyzetben, amikor még a járművek mindössze néhány százaléka rendelkezik csak elektromos motorral, a járművek ingyenes parkolása biztosítható. Ha azonban az elektromos járművek aránya jelentősen megnövekedik majd, mint ahogy azt a jelenlegi trendek, és a belső égésű motorokat használó járművekre vonatkozó egyre szigorúbb korlátozások előrevetítik, akkor a járművek ingyenes parkolása nem csak jelentős pénzügyi veszteséget generál a parkoló-társaságoknak és az önkormányzatoknak, hanem a parkolási díjak forgalomszabályozási hatékonyságának visszaeséséhez is vezet majd. Ha ugyanis ingyenes a parkolás az elektromos járművek számára, akkor nincs semmilyen visszatartó erő arra vonatkozólag, hogy a járművek tulajdonosai ne hagyják órákon, vagy akár napokon át járműveiket a belvárosi területeken. Kevesebb lesz tehát a szabad parkolóhely, a parkolni kívánó járművek hosszabban fognak körözni szabad helyet keresve a célállomásuk környékén, így pedig jelentős forgalmi dugókra és magasabb környezetszennyezésre számíthatunk, annak ellenére, hogy a környezetbarát járművek száma nőtt a városon belül.

Az önkormányzatok mindemellett dönthetnek arról, hogy nem az elektromos autóknak biztosítanak ingyenes parkolási lehetőséget, hanem a car sharing szolgáltatók flottáinak. Erről folyamatos az egyeztetés az önkormányzatok és a szolgáltatók között, és bizonyos városokban már elkezdtek ilyen intézkedéseket bevezetni, még ha egyelőre korlátozott számú parkolóhelyekre vonatkozóan is. Egy ilyen rendszer bizonyos értelemben tekinthető gyűjtőállomás alapú megoldásnak is, ahol a gyűjtőállomások maguk a car sharing számára kialakított dedikált parkolóhelyek. A felhasználónak viszont megmaradhat a szabad végpontú modell flexibilitása is, amennyiben választhat azon opció között, hogy egy ingyenes parkolóhelyen hagyja-e a járművet, és onnan gyalog éri el a célpontját, vagy a célállomásán parkol le, egy hagyományos fizetős parkolóhelyen, egy bizonyos büntetőköltség fejében. Ha a városban sok a dedikált ingyenes parkolóhely, akkor a felhasználó jó eséllyel talál majd egy ilyen szabad helyet a célállomásához viszonylag közel. Az önkormányzatoknak azonban figyelniük kell arra is, hogy a car sharing szolgáltatás ne legyen „túlzottan jó” közlekedési megoldás a tömegközlekedés igénybevételéhez képest, hiszen ha mindenhol ingyenesen lehetne parkolni ezekkel a közösségi járművekkel, az sokakat átterelhet esetleg a buszról vagy a metróról a jóval kényelmesebb car sharing szolgáltatás irányába.

2.5. A közösségi szolgáltatások lakossági elfogadottsága

Az eddig említett paraméterek viszonylag könnyen lefordíthatóak a számok nyelvére, a szolgáltatási terület mérete vagy a parkolási díj is beilleszthető egy egyenletrendszerbe, ezek olyan paraméterek, melyeket a szolgáltatók vagy a velük együttműködő önkormányzatok közösen finomhangolhatnak a nyereségesség és a hatékonyság növelésére. Vannak azonban olyan nehezebben „forintosítható” paraméterek is, melyek mégis jelentős hatással lehetnek a flottaméretezés kérdésére, és általában a szolgáltatás sikerességére. Egy ilyen fontos paraméter például a közösségi szolgáltatások általános lakossági elfogadottsága.

Az utóbbi években számos olyan szolgáltatás terjedt el, mely valamilyen erőforrás, eszköz, szolgáltatás közösségi használatára épít. A közösségi autózás mellett egy másik kimondottan népszerű ilyen szolgáltatás az AirBnB, azaz a közösségi szállásmegosztás. Ennek az új szolgáltatási modellnek nyilvánvalóan sok előnye van; az egyik legnagyobb hátránya viszont az, hogy az emberek korábbi gondolkodásmódjával teljesen ellentétes, ezért sokan nem

nyitottak rá. A legtöbben ahhoz szoktunk hozzá, hogy saját gépjárművel közlekedünk, melyet kicsit a személyes életterünknek tekintünk, ragaszkodunk hozzá, biztonságban érezzük magunkat benne. Ehhez képest minden alkalommal egy másik járműbe szállni, azt vezetni, sokak számára nehezen elfogadható.

Az utóbbi években több olyan nemzetközi tanulmány is megjelent, mely a közösségi szolgáltatások lakossági elfogadottságát vizsgálta. Egy Dániában végzett 2018-as felmérés (Pasquali, 2022) szerint például jelentős különbségek tapasztalhatóak a korosztályok tekintetében. Míg a 18 és 25 év közötti fiatalok 70%-a használja közösségi szolgáltatásokat, és csak 25%-uk utasítja el ezeket, addig a 65 év felettek között e szolgáltatások támogatottsága csak 7%, az elutasíthatósága pedig 74%. De jelentős különbségek vannak az országok között is. Egy 2014-ban végzett online felmérés szerint, melyben 30.000 felhasználót kérdeztek meg a világ 60 országában, Ázsiában a közösségi szolgáltatások támogatottsága 80% körüli volt, Európában és Észak-Amerikában viszont ez csak 45-50% körül mozgott (Richter, 2014).

Flottaméretezés szempontjából tehát egy nemzetközi car sharing szolgáltatónak figyelembe kell vennie ezeket az elfogadottsági szempontokat is, így a flottaméretezési modellek, számítások nem ültethetőek át egy az egyben egyik városból a másikba. A szolgáltatónak számolnia kell a helyi lakosság szokásaival, gondolkodásmódjával, viselkedési mintáival.

3. Optimalizálási célfüggvények

3.1. A szolgáltató nyereségének maximalizálása

A szolgáltatók szempontjából a kézenfekvő célfüggvény a flottaméret meghatározásánál a nyereség maximalizálása. A szolgáltató egyfelől jelentős CapEx költséggel tudja csak elindítani a szolgáltatását, hiszen akár több száz járművet is flottába kell állítania. Kiadási oldalon ezen felül a szolgáltató kell, hogy állja a járművek karbantartását, biztosítását, az üzemanyag költséget és az esetleges relokációs és parkolási költségeket is. Bevételi oldalon tehát úgy kell beállítania a felhasználókra terhelt szolgáltatási díjakat, hogy azok minél nagyobb nyereséget biztosítsanak számára, mely nyereség felhasználásával később bővíteni tudja a flottáját, ha úgy ítéli meg, hogy arra szükség van. Mindemelllett a szolgáltatási díjak nem lehetnek túlságosan magasak, hiszen az negatívan befolyásolhatja a versenyképességet az alternatív közlekedési szolgáltatásokkal szemben (tömegközlekedés, car sharing versenytársak, taxi, stb.).

3.2. A felhasználók elégedettségének maximalizálása

Egy másik kézenfekvő célfüggvény az, ha a flottaméretet úgy választjuk meg, hogy a felhasználói elégedettséget próbáljuk meg maximalizálni. A felhasználók nyilvánvalóan akkor lesznek elégedettek, ha mindig elérhető lesz számukra egy bérelhető jármű a közvetlen környezetükben, függetlenül attól, hogy mikor és hol jelzik az igényeket. A felhasználói elégedettség viszont nem függetleníthető a szolgáltatás árától. Azt mindenki belátja, hogy ha a csúcsidőszakban tapasztalható kiugró igénymennyiségre kalibrálja a szolgáltató a flottaméretét, és a szolgáltatási területet nagyon sűrűen szeretné lefedni járművekkel, az nagyobb sokba kerül majd, így a szolgáltatás árát jelentősen meg kell emelni. A felhasználói elégedettséget tehát a kényelmi paraméterek („mennyit kell gyalogolnom?”) és a pénzügyi feltételek („mennyit kell fizetnem érte?”) kompromisszumaként lehet meghatározni, különböző súlyokat rendelve az egyes szempontokhoz, figyelembe véve akár a helyi sajátosságokat is.

3.3. A légszennyezés minimalizálása

A szolgáltatók és a felhasználók szempontrendszerén túl az is nagyon fontos, hogy a város üzemeltetése szempontjából milyen hatással vannak a car sharing szolgáltatások a városi közlekedés hatékonyságára, a forgalmi dugókra és a légszennyezésre. Ha a car sharing szolgáltatók nagyméretű járműflottákat üzemeltetnek, azzal sok magánautót tudnak kiváltani, több lesz a szabad parkolóhely, és csökkennek a parkolóhelyet kereső autók miatt kialakuló dugók. Ha a felszabaduló parkolóhelyek egy részén pedig zöldfelületeket alakítanak ki, fákat ültetnek, azok levélzetén megtapad a szállópor és a porszemcsékhez tapadó nehézfémek és olajszármazékok, jelentősen csökkentve így a légszennyezést. Másfelől azonban ha túl sok közösségi használatban levő jármű lesz a városban, a túlságosan vonzó szolgáltatás átcsábíthatja a korábban a tömegközlekedést használó városlakókat, aminek nyilvánvalóan negatív hatásai vannak a városi forgalmat és a légszennyezést illetően.

4. Flottaméret optimalizálási megoldások

A car sharing szolgáltatások optimális flottaméretezésének kérdésével sok kutatócsoport foglalkozott az utóbbi években, különböző megoldásokat használva. Daganzo (2010) egy gyűjtőállomás alapú szolgáltatás esetére adott egy analitikus megoldást a minimális flottaméret meghatározására úgy, hogy a gyűjtőállomások ne fogyjanak ki az autókból a relokációs időablak alatt, melynek végeztével a járműveket ismét egyenletesen újraosztják az állomások között, visszaállítva a kezdeti állapotot. A flottaméret megállapításához figyelembe vette a szolgáltatási terület méretét, az igények terület- és időegységre jutó átlagos számát, a gyűjtőállomások sűrűségét, és az utazások átlagos várható időtartamát.

Szintén egy analitikus megoldást javasol Spieser et al. (2014) is a minimális flottaméret meghatározására úgy, hogy a felhasználók egy szabad autóra történő várakozási ideje egy adott felső korlát alatt maradjon. Jelentős kihívást jelent az, hogy az igények egy nem stacionárius téridő Poisson folyamatnak megfelelően érkeznek. A vizsgált modell itt azt feltételezi, hogy a flotta önvezető járművekből áll, és a gyűjtőállomásokra történő relokáció helyett ezek a járművek közvetlenül az igénylők tartózkodási helyére mozognak önmaguktól. A szerzők azt a konkrét, elméleti esetet vizsgálják, ha Szingapúr összes személygépkocsiját önvezető, közösségi használatban levő járműre cserélnék, és megállapítják, hogy a lakossági mobilitási igényeket a jelenlegi, nagyrészt magánhasználatban levő járműflotta kb. egyharmadával is megfelelő módon ki tudnák szolgálni.

George és Xia (2011) is egy analitikus megoldást használ a flottaméret és a szolgáltatás rendelkezésre állása közötti kapcsolat elemzésére, egy sorbanállás-elméleti modell segítségével, az igények időfüggetlen eloszlását feltételezve. Ezzel szemben Cap, Vajna és Frazzoli (2018) a jövőbeni igények eloszlását egy probabilisztikus időfüggő modellel írja le, az egyes gyűjtőállomásokon levő járművek számának változását pedig egy sztochasztikus folyamatként modellezi.

Ezekhez a javaslatokhoz képest Barrios és Doig (2014) egy ágens alapú szimulációs megoldással elemezték a felhasználói igények megfelelő kiszolgálásához szükséges minimális flottaméret kérdését, különböző relokációs stratégiák esetén. A szimulációkban a szolgáltatási területen belül az igények egy adott gyakorisággal jelentek meg, véletlenszerűen választott pontokon, és véletlenszerűen választott célállomásokkal. A szimuláció végén azt elemezték, hogy milyen mértékű lett a szolgáltatási terület járművekkel való lefedettsége egy adott

időablak végén. A szimulációs eredményeket ezután összehasonlították a Car2Go nevű car sharing szolgáltató Austin városában telepített járműflottájának földrajzi eloszlásával.

Lu, Chen és Shen (2017) egy sztochasztikus vegyes egészértékű lineáris programozási feladatként (*Mixed Integer Linear Programming, MILP*) kezelte a car sharing szolgáltató nyereségének, és a szolgáltatás minőségének (QoS) optimalizálását, a szükséges flottaméret, a kihasználtsági arány, a relokációs költségek és különböző QoS metrikák figyelembe vételével. Ugyancsak egy MILP feladat felírására alapoz Monteiro et al. (2019) is az optimális flottaméret meghatározásához, célfüggvényként a szolgáltató nyereségességének maximalizálását használva.

A felsoroltak mellett számos más kutatást is lehetne említeni a témával kapcsolatban, ez az áttekintés így messze nem kimerítő, inkább csak egy rövid betekintést nyújt a leggyakrabban használt megközelítésekbe, eszközrendszerekbe. Jelen cikk keretei azonban nem engednek meg sajnos egy ennél részletesebb, átfogóbb bemutatását a területnek.

5. Összefoglalás

Az egyre népszerűbb car sharing szolgáltatások szélesebb körű elterjedéséhez nagyon fontos lenne hatékonyan meghatározni a járműflotta optimális méretét, a szolgáltató nyereségét, a felhasználói elégedettséget vagy különböző környezetvédelmi és városüzemeltetési szempontokat figyelembe véve. Bár a tématerülettel kapcsolatosan léteznek elméleti modellek és tudományos kutatási eredmények, ezek általában a kevésbé flexibilis, gyűjtőállomás alapú szolgáltatást célozzák meg, és gyakran figyelmen hagynak több olyan paramétert is, mely jelentős hatással lehet a flottaméret megválasztására, de viszonylag nehezen modellezhető. A területen számos nyitott kérdés vár tehát még feltérképezésre, megválaszolásra.

Források

- Barrios, J. – Doig J.C. 2014. Fleet Sizing for Flexible Car Sharing Systems: A Simulation-Based Approach = Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board.
<https://doi.org/10.3141/2416-01>
- Cap, M. – Vajna, Sz. – Frazzoli, E. 2018. Fleet Sizing in Vehicle Sharing Systems with Service Quality Guarantees. 2018 IEEE Conference on Decision and Control (CDC), Miami, Florida.
<https://doi.org/10.1109/CDC.2018.8619394>
- Daganzo, C.F. 2010. Public Transportation Systems: Basic Principles of System Design, Operations Planning and Real-Time Control. UC Berkeley: Institute of Transportation Studies at UC Berkeley. Letöltés:
<https://escholarship.org/uc/item/46f4x3zf>
- Friedel, A. 2021. The Current State of Carsharing: An Industry Overview. Letöltés:
<https://inversmobility.medium.com/the-current-state-of-carsharing-an-industry-overview-7b4154e49a63>
- George, D.K. – Xia, C.H. 2011. Fleet-sizing and service availability for a vehicle rental system via closed queueing networks = European Journal of Operational Research, 211(1):198–207.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.12.015>
- Le Vine, S. – Zolfaghari, A. – Polak, J. 2014. Carsharing: Evolution, Challenges and Opportunities. Scientific Advisory Group Report. European Automobile Manufacturers Association. Letöltés:
https://www.acea.auto/uploads/publications/SAG_Report_-_Car_Sharing.pdf
- Lu, M. – Chen, Z. – Shen, S. 2017. Optimizing the Profitability and Quality of Service in Carshare Systems Under Demand Uncertainty = Manufacturing & Service Operations Management, 20:2 (2017).
<https://doi.org/10.1287/msom.2017.0644>

- Monteiro, C.M. et al. 2019. Maximizing Carsharing Profits: An Optimization Model to Support the Carsharing Planning. In Proc. of 25th International Conference on Production Research Manufacturing Innovation: Cyber Physical Manufacturing, Chicago, Illinois. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.234>
- Pasquali, M. 2022. Share of people who consider using sharing economy services in Denmark 2018, by age. Letöltés: <https://www.statista.com/statistics/856303/share-of-people-who-consider-using-sharing-economy-services-by-age-denmark/>
- Richter, F. 2014. The Rise of the Sharing Economy. Letöltés: <https://www.statista.com/chart/2323/the-rise-of-the-sharing-economy/>
- Spieser, K. et al. 2014. Toward a Systematic Approach to the Design and Evaluation of Automated Mobility-on-Demand Systems: A Case Study in Singapore. In (Meyer, G. - Beiker, S. eds.) Road Vehicle Automation. Lecture Notes in Mobility. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05990-7_20