

# Utazói elvárások az autonóm járműveket alkalmazó mobilitási szolgáltatásoknál

Földes Dávid - Dr. Csiszár Csaba

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME)  
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar (KJK)  
Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék (KUKG)  
telefon: 1/463 1977, 1/463-1978  
e-mail: foldes.david@mail.bme.hu, csiszar.csaba@mail.bme.hu

**Kivonat:** Az autonóm járművek hatására a jelenlegi közlekedési rendszer megváltozik; a közlekedési módok és szokások átalakulnak. A jövőben az egyéni járműtulajdonlás várhatóan háttérbe szorul, mivel az utazási igények egy részét a megosztott, funkcionális igényalapú, kis kapacitású autonóm járművek szolgálják ki. Az újszerű mobilitási szolgáltatásokkal szemben támasztott felhasználói elvárások feltárása a tervezéshez és az üzemeltetéshez nélkülözhetetlen. A kutatási alapkérdéseink: milyen autonóm járműves mobilitási szolgáltatások várhatók, milyen szolgáltatási jellemzőket várnak el az utazók, illetve hogyan befolyásolják az elvárásokat a személyes jellemzők? Azonosítottuk a mobilitási szolgáltatások típusait és azok jellemzőit; valamint a tervezési funkciókat. Kérdésvetéseink keretében vizsgáltuk az utazók általános véleményét az autonóm járművekre vonatkozóan, valamint az új mobilitási szolgáltatásokkal kapcsolatosan kinyilvánított preferenciákat. Vizsgáltuk a jelenlegi személyes és utazási szokásjellemezőket, valamint a jövőbeli elvárt mobilitási szolgáltatás jellemező közötti kapcsolatokat. Azonosítottuk az elvárásokat befolyásoló személyes vagy utazási szokásjellemezőket. A kutatás eredményei a mobilitási szolgáltatás alapfolyamatának és az információkezelési folyamatoknak a tervezésénél hasznosítható.

**Kulcsszavak:** autonóm jármű, mobilitási szolgáltatás, felhasználói elvárások, kinyilvánított preferencia, kérdésvetés

## Bevezetés

A közlekedési rendszer átalakul a technológiai fejlődés (pl. automatizáció) valamint a hatékonyság fokozására irányuló szemléletek (pl. megosztásra épülő gazdaság - „sharing economy”) terjedésének hatására. Az egyéni gépjárműtulajdonlás háttérbe szorul. Várhatóan olyan közlekedési mód terjed el, ami a megosztás elvét követi, funkcionális igényalapú, kiskapacitású autonóm (önvezet) járművekre épül és az utaskezelés döntően mobilalkalmazáson keresztül történik. Erre a módra az STA (Shared Transportation based on Autonomous vehicle - megosztott autonóm járműves közlekedés) fogalmat vezettük be.

Az autonóm járművek önálló döntéshozatalra képesek, kognitív és öntanuló képességeiket használják; érzékelik az eseményeket, megértik a szituációkat és megfelelő választ adnak rá. Bár a járművek képesek a forgalmi helyzetekben önállóan dönteni, a mobilitási szolgáltatás szervezését és üzemirányítását egy ún. integrált mobilitás központ végzi [1]. Az autonóm járművekre épülő mobilitási szolgáltatásokra a fejlesztések korai fázisa jellemző, amikor a felhasználói elvárások figyelembe vétele különösen fontos. Személyre szabott szolgáltatással az autonóm járművek elfogadása is növelhető. Kutatási célunk a felhasználói elvárások megismerése. Kutatási alapkérdések:

- ) hogyan alakul át a közlekedés, milyen szolgáltatás típusok várhatók?
- ) milyen szolgáltatás jellemzőket várnak el az utazók?

Az elvárásokat kinyilvánított preferenciákat vizsgáló kérdésvetéseinkkel a kutatással foglalkoztunk. A válaszok alapján feltárt összefüggéseket a szolgáltatás tervezésénél használhatók. A cikk felépítése a következő: az irodalomkutatás eredményeit az 1. fejezet tartalmazza. Az átalakuló közlekedési módokat és az STA típusokat a 2. fejezetben definiáltuk. A 3. fejezetben a tervezési funkciókat azonosítottuk. A 4. fejezetben a kérdésvetés felépítését és feldolgozási módszerét ismertettük. Az 5. fejezet a feldolgozást követő legfontosabb megállapításainkat tartalmazza. Végezetül a kutatás során levont következtetéseket és a továbbfejlesztés irányait foglaltuk össze.

## 1. Irodalomkutatás

Az autonóm járművek felhasználói elfogadásának megbízható mérése nem lehetséges a kevés létező megoldás miatt. Az utazónak csak sejtései, elképzelései lehetnek a járművekről és a mobilitási szolgáltatásokról. A tapasztalat hiánya miatt a meglévő, hagyományos szolgáltatásokhoz hasonlítják ezen megoldásokat. Merat et al. [2] bevezette az elfogadhatóság („acceptability”) és elfogadás („acceptance”) fogalmakat. Az elfogadhatóság a használati hajlandóság szinonimája. Az elfogadás a felhasználó használat utáni véleményét írja le. Az egyéni elfogadás (készek vagyunk használni) és a társadalmi elfogadás (készek vagyunk társadalmi szinten elfogadni egy olyan közlekedési rendszert, ami autonóm járműveket használ) különbözik [3]. Az irodalomkutatás során célunk volt a felhasználói elvárásokat befolyásoló jellemzők feltárása azért, hogy azokat figyelembe vegyük a kérdésvázlat összeállításakor.

Az elfogadhatóság kérdéskörével számos tanulmány foglalkozott. Nordhoff és társai [4] a személyes jellemzők hatását vizsgálták. Megállapították, hogy a technológiailag nyitott, fiatal utazók nagyobb arányban fogadják el ezen szolgáltatásokat. Abban az esetben, ha az újszerű szolgáltatás érzékelt hasznossága jelentős és a használata egyszerű, a felhasználók elfogadása is nagyobb [5]. Az egyének jelenlegi utazási szokásai befolyásolják a megosztott autonóm járműves mobilitási szolgáltatás választási hajlandóságát. A közforgalmú közlekedést használók váltanának a legkevésbébe [6]. Az újszerű autonóm járműves szolgáltatások elfogadása nem, ha az utazás díja és a várakozási idő alacsonyabb, mint hagyományos járműves szolgáltatásoknál. [7]. A vezetési művelet kiváltása miatt felszabaduló idő, olyan tevékenységekkel tölthető (pl. alvás), ami korábban nem volt lehetséges. Azonban meglepő, hogy a sofőrök többsége utasként is olyan tevékenységeket végezne, amelyekre eddig is volt lehetősége (pl.: zenehallgatás, beszélgetés) [8, 9]. A járművek kipróbálása növeli a felhasználói bizalmat. [2]. A CityMobil2 projektben [10] elemezték a megosztott autonóm járműves mobilitási szolgáltatással szembeni felhasználói reakciókat. Ezek elfogadóak és támogatóak voltak. Azonban az utazók a személyzet hiányát nyugtalanítóknak is ítélik (pl. védelem szempontjából) [11].

A kiskapacitású, megosztott autonóm járműves mobilitási szolgáltatás a városokban üzemeltethető a leghatékonyabban, az átlagos jövedelemmel rendelkező felhasználók körében [12]. A megosztott autonóm járművek alacsony lakóterületen elsősorban háztól-házig jellegű, míg magas lakóterületen ráhordó jellegű szolgáltatást nyújthatnak [13]. A felhasználók elfogadják a kiskapacitású járművek ráhordó funkcióját nagy kapacitású közösségi közlekedési eszközre [14].

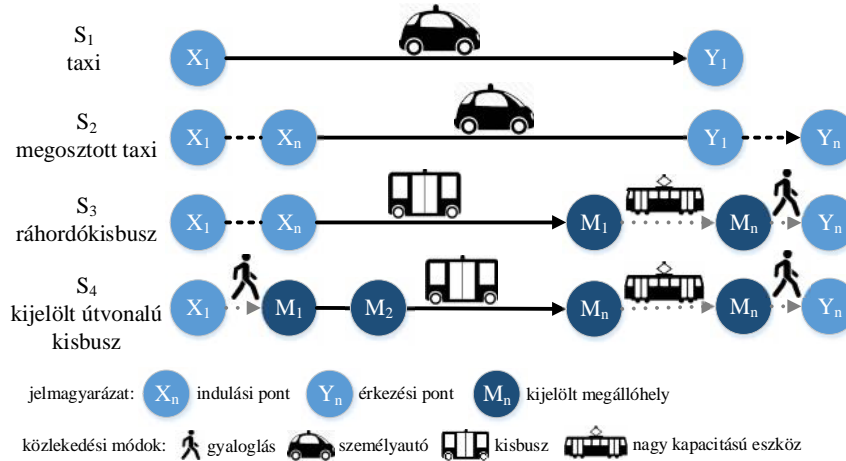
Az irodalomkutatás eredményeként megállapítottuk, hogy a jelenlegi utazási szokások, valamint a személyes jellemzők (pl.: jövedelem, foglalkoztatottság jellege, lakóhely) jelentősen befolyásolja az elvárásokat és az elfogadhatóságot. A közlekedési szolgáltatások általános jellemzői (pl.: gyaloglási és várakozási idő, költség) autonóm járműves szolgáltatások megítélésénél is fontos szempontok.

## 2. A közlekedési módok átalakulása

Az ún. átmeneti közlekedési módok, úgymint a telekocsi (ride-sharing), az autómegosztás (car-sharing), a taxi, vagy az ún. fuvarközvetítés (ride-sourcing) esetében elmosódnak az éles határok az egyéni közlekedés és a hagyományos tömegközlekedés között. Az átmeneti módok megosztás elvén alapuló, igényalapú (demand-driven) mobilitási szolgáltatásokat kínálnak. Az igényalapú szolgáltatások csak utazási igény esetén működnek; sem az útvonal, sem a menetrend nincs elzetesen meghatározva. Ezen módoknál a kapacitáskihasználás fokozása a cél vagy a jármű időbeli megosztásával, vagy a jármű férőhelyeinek megosztásával. Ezzel szemben az igényvezérelt (demand-responsive) szolgáltatásokat rugalmas menetrend és kapacitás (igényvezérelt jármű követési idő) jellemzi, az útvonal vagy annak bizonyos elemei gyakran előre kijelöltek (pl. DRT).

A motorizált városi közlekedési módok járművei magasan automatizálttá, vagy autonómmá válnak; a közlekedési módok átalakulása várható. Az egyirányú, nagy volumenű utazási igények hatékony kielégítésére a jövőben is a nagy kapacitású eszközök a legalkalmasabbak. A mai átmeneti módok helyét foglalja el az STA, ami az egyéni gépjárműves igényeket is nagy arányban helyettesítheti. A gyaloglás, kerékpározás és a közösségi kerékpározás szerepe jelentős marad. Az STA a következő jármű típusokra épül: személyautó (maximum 4 utas) és kisbusz (10-15 utas). A módra a változó díjtételek jellemzők; a díj mértéke a szolgáltatás típusától, valamint az aktuális igényektől és kapacitástól is függ. Azonosítottuk az STA szolgáltatás típusait (1. ábra) és azok jellemzőit (1. táblázat):

- S<sub>1</sub>: **taxi**: egyéni háztól-házig szolgáltatás tetszőleges pontok között, a jármű férőhelyeinek megosztása nélkül.
- S<sub>2</sub>: **megosztott taxi**: háztól-házig szolgáltatás tetszőleges pontok között, a jármű férőhelyeinek megosztásával, az utasok eltérő be- és kiszállási pontjait érintve.
- S<sub>3</sub>: **ráhordó kisbusz**: ráhordó szolgáltatás egy zónán belüli tetszőleges pontról nagy kapacitású eszköz megállóhelyéig az átszállást garantáló részben-kötött menetrenddel. A szolgáltatás ellenirányú, elhordó funkciója szimmetrikus (nagy kapacitású eszköz megállóhelyétől a zónán belüli tetszőleges pontig).
- S<sub>4</sub>: **kijelölt útvonalú kisbusz**: többnyire ráhordó szolgáltatás kijelölt útvonalon, kijelölt megállók kiszolgálásával, kötött alapmenetrenddel, azonban igény esetén kisebb követési idővel.



1. ábra: STA típusok

1. táblázat: STA típusainak jellemzői

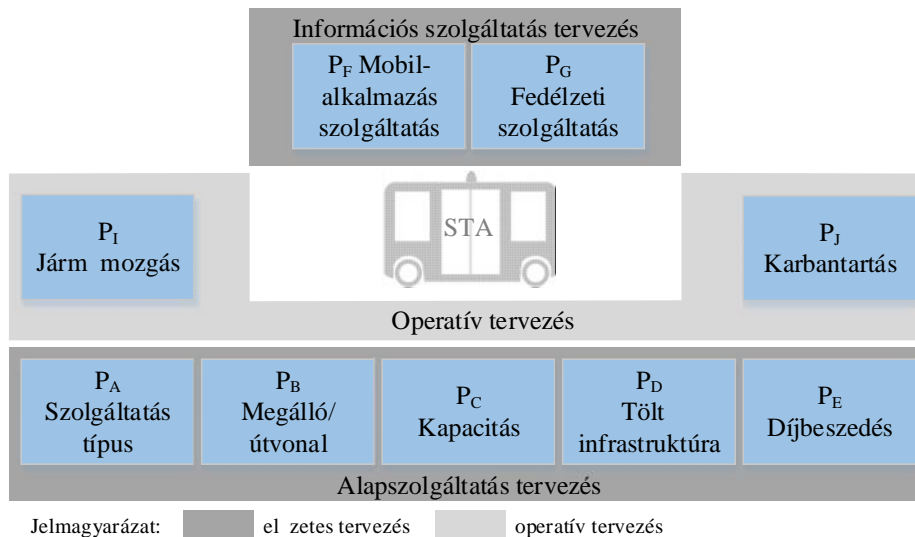
	S <sub>1</sub> taxi	S <sub>2</sub> megosztott taxi	S <sub>3</sub> ráhordó kisbusz	S <sub>4</sub> kijelölt útvonalú kisbusz
<b>kapacitás</b>	személyautó	személyautó	kisbusz	kisbusz
<b>megosztás</b>	nincs	van	van	van
<b>jelleg</b>	háztól-házig	háztól-házig	ráhordó/elhordó	ráhordó/elhordó
<b>igénykezelés</b>	igényalapú	igényalapú	inkább igényalapú	igényvezérelt
<b>menetrend</b>	nincs	nincs	részben-kötött (átszállás biztosítás)	kötött (változtatható indítási idővel)
<b>beszállás</b>	bárhol	bárhol	részben kötött (zónán belül bárhol)	kijelölt megállóhelynél
<b>kiszállás</b>	bárhol	bárhol	kijelölt megállóhelynél	kijelölt megállóhelynél
<b>útvonal</b>	kötetlen	kötetlen	részben kijelölt (kijelölt kiszállási pont)	kijelölt
<b>rágyaloglás</b>	nem szükséges	nem szükséges	nem szükséges	szükséges
<b>elgyaloglás</b>	nem szükséges	nem szükséges	szükséges	szükséges

### 3. Tervezési funkciók

Azonosítottuk a tervezési funkciókat, majd azokat csoportokba soroltuk (3. ábra):

- ↳ elvezetés tervezés:
  - alapszolgáltatás tervezése (P<sub>A</sub>-P<sub>E</sub>)
  - információs szolgáltatás tervezése (P<sub>F</sub>-P<sub>G</sub>)
- ↳ operatív tervezés (P<sub>I</sub>-P<sub>J</sub>).

Annak ellenére, hogy a tervezési funkciók hasonlóak a hagyományos járműves szolgáltatásokéhoz, a technikai fejlődés miatt új módszerek kidolgozása is szükséges. Bár a járművezetésre vonatkozó elvárások figyelmen kívül hagyhatók, a személyzet csökkenése mind az üzemeltetés (pl. töltés), mind az utaskezelés során (pl. információ nyújtása) új megoldásokat igényel. A legjelentősebb üzemeltetési kihívások: az igények és a kapacitások valószínűleg összerendezése, a szolgáltatások személyre szabása, valamint a járművek töltése. A legtöbb üzemeltetési funkció részlegesen vagy teljesen automatizálható.



3. ábra: STA tervezési funkciók

Megállapítottuk, hogy az üzemeltetéshez szükséges kiegészítő tevékenységek ( $P_D$ ,  $P_J$ ) tervezéséhez nem szükséges az utazótól közvetlenül adatgyűjtése. Az STA szolgáltatásokat vagy az üzemeltető, vagy az integrált mobilitás szervező központ tervezi. Azonban a résztvevők, beleértve az önkormányzatokat és infrastruktúra üzemeltetőket, közötti szoros együttműködés szükséges.

#### 4. Módszer - kérdésvetési felmérés

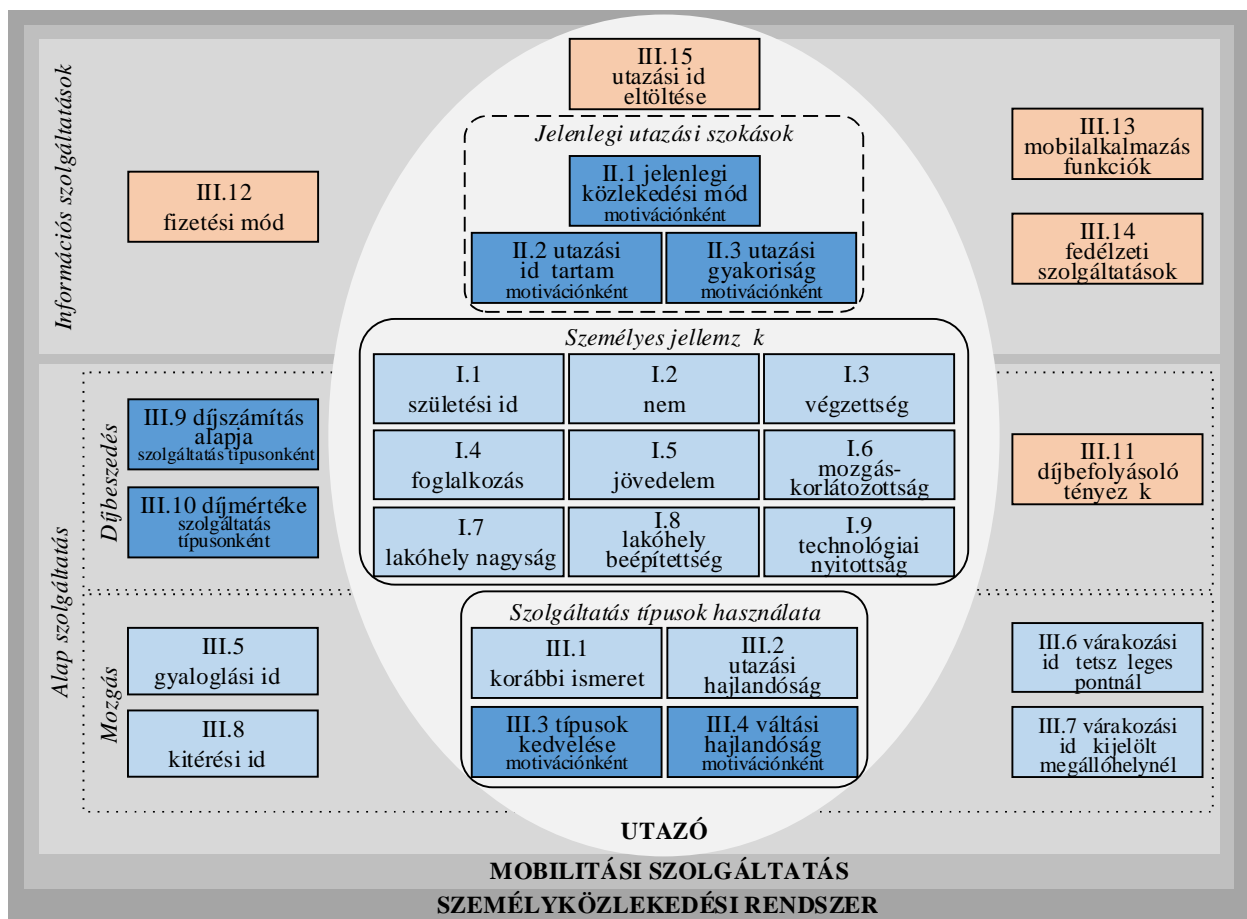
A kérdésvetési kérdéseit az alábbi kérdéscsoportokba soroltuk:

- I. személyes jellemzők,
- II. utazási szokások jellemzői (munka, bevásárlás és szabadidős tevékenység motiváció esetében),
- III. STA szolgáltatás elvárt jellemzői.

A III-as csoport kérdéseinek összeállításánál figyelembe vettük a tervezési funkciókat. Olyan kérdéseket fogalmaztunk meg, amelyekből bemeneti adatokat lehet kinyerni a tervezéshez. Mivel autonóm járműves mobilitási szolgáltatás Magyarországon jelenleg nem létezik, a kérdésvetési részletes leírást tartalmaz az autonóm járművekről és a szolgáltatás típusokról.

A kérdésvetési szerkezetét a 4. ábrán mutatjuk be. Egy kérdést egy doboz jelöl. A kérdéstípusokhoz eltérő színezés tartozik. A kérdések első indexe a kérdéscsoportra utal. Egy kérdés egy jellemzőre vonatkozik. A felhasználó személyes jellemzőire vagy jelenlegi, illetve jövőbeli utazási jellemzőire (szolgáltatás típusok használata) vonatkozó kérdéseket alcsoportokba rendeztük. A szolgáltatás típusokra vonatkozó kérdéseket további alcsoportokba rendeztük aszerint, hogy alap szolgáltatási (mozgás vagy díjbeszedés) vagy információs szolgáltatási jellemzőket tárnak fel. Egy jellemző, mint változó számos értéket felvehet; az értékek a kérdések különböző válaszlehetőségeihez tartoznak. A válaszadók a preferenciájukat legjobban kifejezhetnek választják. Néhány esetben egy kérdés alkérdéseket is tartalmaz. Az alkérdések részleteiben fejtenek ki egy-egy jellemzőt (pl.: alkérdések vonatkoznak egy-egy motivációra, vagy egy-egy szolgáltatás típusra). A kitöltők minden alkérdés esetén egy választást választanak; a válaszlehetőségek kérdésenként megegyeznek. A kérdéstípusok a következők:

- 1) feleletválasztós: egy válaszlehetőség kiválasztása adott listából:
  - ) alkérdések nélkül (világoskék): például: III.6: Legfeljebb mekkora várakozási időt tart elfogadhatónak tetsz leges pontnál igénybe vehet autonóm járműves szolgáltatásnál? válaszlehetőségek: a) <5 perc, b) 5-10 perc, c) >10 perc
  - ) alkérdésekkel (sötétkék): a kérdéstípust mátrixosan ábrázoljuk, ahol az alkérdések a sorokban, a válaszlehetőségek az oszlopokban szerepelnek. Például: III.2: Az alábbi motivációk esetében melyik autonóm járműves szolgáltatás típust használná leginkább? A példakérdés szerkezetét a 2. táblázatban mutatjuk be.
- 2) értékel skálás (barna): a kérdéstípust mátrixosan ábrázoljuk. A válaszadók minden alkérdést azonos értékészlet alapján értékelnek (1-3 érték, ún. Likert-skála, ahol 1 a legalacsonyabb, 3 a legmagasabb érték). Például: III.14. Mennyire tartja fontosnak az alábbi jármű fedélzeti szolgáltatásokat utazás során? A példakérdés szerkezetét a 3. táblázatban mutatjuk be.



Jelmagyarázat: kérdéstípus:  feleletválasztós  feleletválasztós több alkérdéssel  értékel skálás (1-3)

4. ábra: A kérdőív szerkezete

2. táblázat: Feleletválasztós kérdés alkérdésekkel - példa

motivációk		szolgáltatás típusok	válaszlehet ségek			
			S <sub>1</sub> taxi	S <sub>2</sub> megosztott taxi	S <sub>3</sub> ráhordó kisbusz	S <sub>4</sub> kötött útvonalú kisbusz
alkérdések	a) munka					
	b) bevásárlás					
	c) szabadidős tevékenység					

3. táblázat: Értékel skálás kérdés - példa

fedélzeti szolgáltatások		válaszlehet ségek		
		1: nem fontos	2: kevésbé fontos	3: nagyon fontos
alkérdések	a) étel/ital automata			
	b) beépített okoseszköz			
	...			
	f) általános információk			

A kérdőívet „Google Forms” internetes alkalmazásban készítettük el. A nyers adatok tárolására és feldolgozására adatbázist készítettünk. Az adatbázis a válaszokat tartalmazó táblából és a kérdésekhez tartozó, a válaszlehet séget részletező kódtáblából épül fel. Az adatokat lekérdezésekkel dolgoztuk fel. A lekérdezések jelölése:  $Q_{m,n}$ , ahol  $m$  a kérdés azonosítója. Célunk, az elvárt szolgáltatási jellemzők meghatározása volt, amelyek a szolgáltatás tervezéshez használhatók fel. Ezekhez a III-as kérdéscsoport kérdéseit vettük figyelembe. Lekérdezés példák:

- )  $Q_{III.6,1}$ : Mekkora a tetszőleges pontnál elfogadott átlagos várakozási idő?
- )  $Q_{III.3,1}$ : Milyen arányban választják az S<sub>1</sub> szolgáltatás típusát munkába járáshoz?
- )  $Q_{III.14,1}$ : Mennyire fontos a jármű fedélzeti WiFi szolgáltatást?

További célunk volt a személyes vagy az utazási szokásjellemzők, valamint az elvárások közötti összefüggések feltárása. Ezek szintén a tervezéshez használhatók fel. Ennek megfelelően az I-es és II-es kérdéscsoport kérdéseire adott válaszok értékeit felhasználtuk a lekérdezések feltételeiben. Például a Q<sub>III.13,2</sub> lekérdezés a Q<sub>III.14,1</sub> lekérdezés b vitése a következő, a születési időre vonatkozó feltétellel: csak azon válaszadók elvárásait vesszük figyelembe, akik az Y generáció tagjai, azaz 1980 és 1995 között születtek. A feltétel értékei az I.1-es kérdésre adott válaszokból származnak.

A szolgáltatási jellemzők meghatározásakor

- 1) feleletválasztós kérdéstípus esetében feltártuk, hogy a válaszadók milyen százalékos arányban választják a kérdéshez tartozó egyes lehetőségeket, vagyis a szolgáltatást jellemző értékeket
- 2) egyes feleletválasztós kérdések válaszhelyettesítői számértékek (pl.: III.5-8, 11); ezeknél átlagértéket számoltunk a válaszok alapján, amely megadja a jellemző elvárt értékét
- 3) értékelési skálák kérdéstípusnál átlagértékeket határoztunk meg az alkérdésre adott válaszok átlagolásával (az értékkészlet 1-3 közötti), amely megadja az alkérdés által kifejezett jellemző értékét.

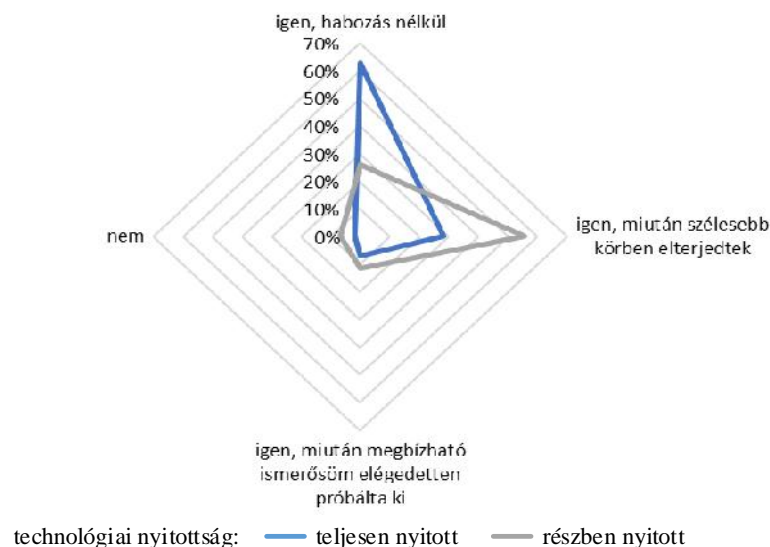
Az összefüggések megállapításakor a válaszok közötti kapcsolatot vizsgáltuk. Erősen a kapcsolat a jellemzők (kérdések) között, ha az egyik kérdés valamely válasza egyértelműen meghatározza a másik kérdés valamely válaszát. Nagy arányban ugyanazon válaszhelyettesítőket választották a két kérdésnél.

A felmérést 2018. január 16. és 30. között, internetes kikérdezéssel végeztük. Összesen 390 válasz érkezett. Statisztikai mintavételes, vagy véletlenszerű mintás kikérdezés végrehajtására nem volt lehetőségünk. A kérdést közzéadás szakmai szervezetek és civil szervezetek segítségével, internetes fórumokon keresztül, valamint egyetemi hallgatók körében terjesztettük. Az eredmények nem reprezentatívak, azonban a relatíve nagy mintanagyságot lehetővé teszi releváns következtetések levonását.

## 5. Eredmények

Annak ellenére, hogy az autonóm jármű új szer technológiának számít, a válaszadók közel 2/3-a hallott már róluk és érdeklődik is irántuk (III.1 kérdés). Az autonóm járművel való utazási hajlandóság (III.2 kérdés) kedvező. A válaszadók több, mint 50%-a habozás nélkül, 37%-uk az elterjedésük után, 8,4%-uk pedig egy megbízható ismerősük pozitív tapasztalata után próbálná ki. Mindössze a válaszadók 3,6%-a nem próbálná ki sohasem az autonóm járműveket.

Vizsgáltuk a technológiai nyitottság, mint személyes jellemző és a kipróbálási hajlandóság kapcsolatát. Az eredményeket az 5. ábrán szemléltetjük. A görbék megadják, hogy az adott technológiai nyitottsággal rendelkező (kék - teljesen nyitott, szürke - részben nyitott) válaszadók milyen százalékos arányban választották a kipróbálási hajlandóságra vonatkozó válaszhelyettesítőket. Például az „igen, habozás nélkül” kipróbálná helyettesítőt a technológiailag nyitott válaszadók 63%-a, míg a részben nyitott válaszadóknak csupán a 25%-a választotta. *Megállapítottuk, hogy a technológiai nyitottság jelentősen befolyásolja a kipróbálási hajlandóságot.* Hasonló eredményre jutottak Nordhoff és társai is [4].

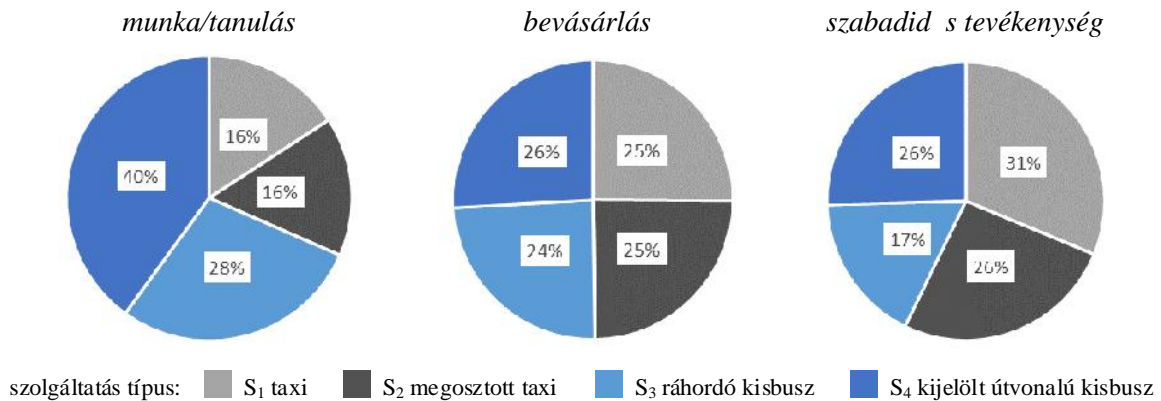


5. ábra: Autonóm járművek kipróbálási hajlandósága a technológia nyitottság szerint



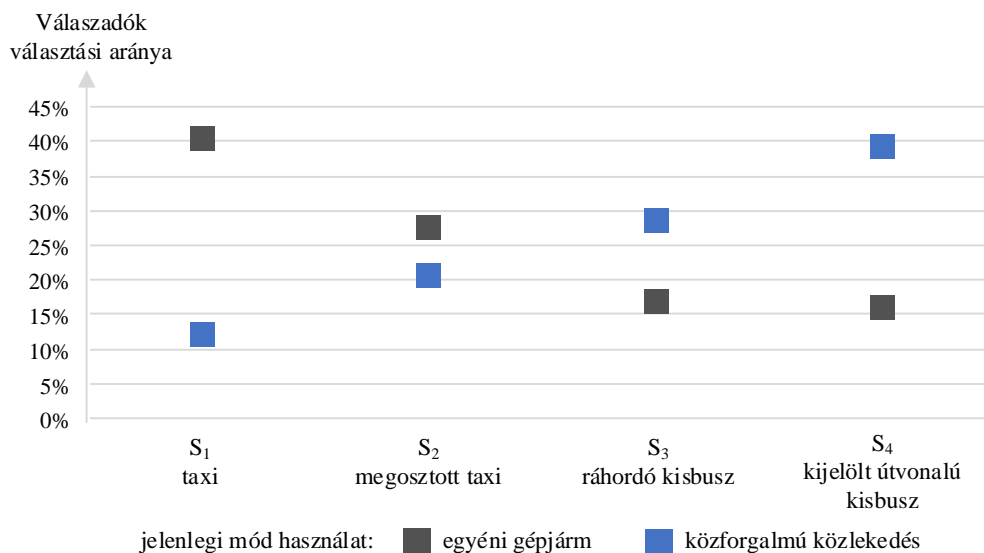
Az utazói elvárások feltárt összefüggéseit a tervezési funkcióhoz illeszkedően mutatjuk be.

*P<sub>A</sub> - szolgáltatás típus kiválasztása:* Meghatároztuk a szolgáltatástípusok választási preferenciáit (III.3 kérdés) motivációnként. A 6. ábrán bemutatjuk, hogy a válaszadók milyen százalékos arányban választották az egyes típusokat motivációnként. *Megállapítottuk, hogy a motiváció és a típus kedvelés között erős kapcsolat áll fent.* A kötöttebb motivációjú utazásokhoz (munka/tanulás) a válaszadók a kötöttebb típusokat (S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>), míg az ad-hoc jellegű utazásokhoz (szabadid és tevékenység) a rugalmasabb típusokat (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>) részesítik előnyben. Ez leginkább a jelenlegi mobilitási szokásokhoz hasonlít. A felhasználók közel 2/3-a közforgalmú közlekedéssel közelíti meg ma úti célját, amihez leginkább az S<sub>4</sub> típus hasonlít.



6. ábra: Szolgáltatás típusok választási aránya motivációnként

*Megállapítottuk, hogy erős a kapcsolat a jelenlegi módhasználat és a preferált szolgáltatási típus között.* Erre a megállapításra jutott Madigan és társai [6] is. A 7. ábrán mutatjuk be a szolgáltatás típusok választási arányát a jelenlegi közlekedési módválasztás szerint (egyéni gépjárműves utazás - szürke pont; közforgalmú közlekedés - kék pont). A jelenleg egyéni gépjárművel közlekedők leginkább a leg rugalmasabb S<sub>1</sub>, míg a legkevésbé a legkötöttebb S<sub>4</sub> típust preferálják. Ezzel ellentétes tendenciát mutat a jelenleg közforgalmú közlekedést választók preferenciája.



7. ábra: Szolgáltatás típusok választási aránya jelenlegi módhasználat szerint

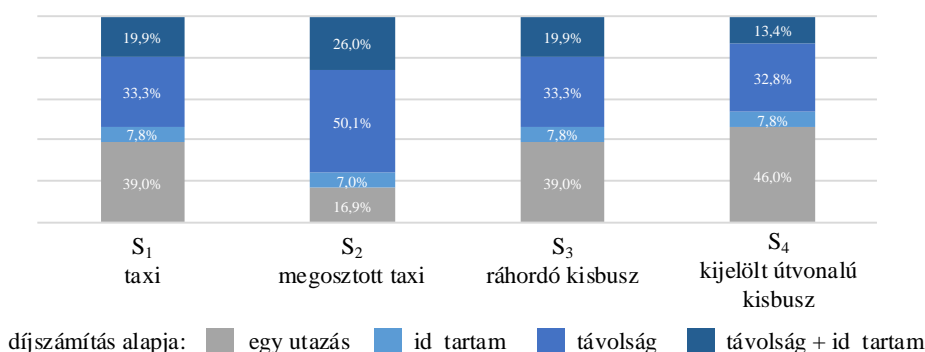
Vizsgáltuk a váltási hajlandóságot a jelenlegi módhasználat szerint. A váltási hajlandóság munka motiváció esetén az egyéni gépjárművet használók körében a legnagyobb. Az egyéni gépjárművet használók 74%-a, míg a közforgalmú közlekedést használók csupán 53%-a cserélné le utazásai többségében jelenleg használt módját. *Megállapítottuk, hogy az egyéni gépjármű használat mértéke jelentősen csökkenthet megosztott autonóm járművel és szolgáltatásokkal.*

*P<sub>B</sub> - megálló/útvonal kijelölése:* Az útvonal és megálló kijelölését a gyaloglási hajlandóság (III.5 kérdés) befolyásolja. A válaszadók általánosan 280 métert hajlandók gyalogolni. Ez a jelenlegi autóbusszal szolgáltatásokra jellemző átlagosan 400 méteres [15] gyaloglási hajlandóságához képest jelentősen

kisebb. A válaszadók jobb térbeli lefedettséget várnak el kiskapacitású, autonóm járművektől. Vizsgáltuk a gyaloglási hajlandóság személyes és utazási szokás jellemzők szerinti változását. Megállapítottuk, hogy a kor, a lakóhely nagysága, valamint a jelenlegi módhasználat befolyásolja a gyaloglási hajlandóságot. A fiatal generáció tagjai, Budapest agglomerációjában élnek és jelenleg közforgalmú közlekedést választanak az átlagnál többet hajlandók gyalogolni.

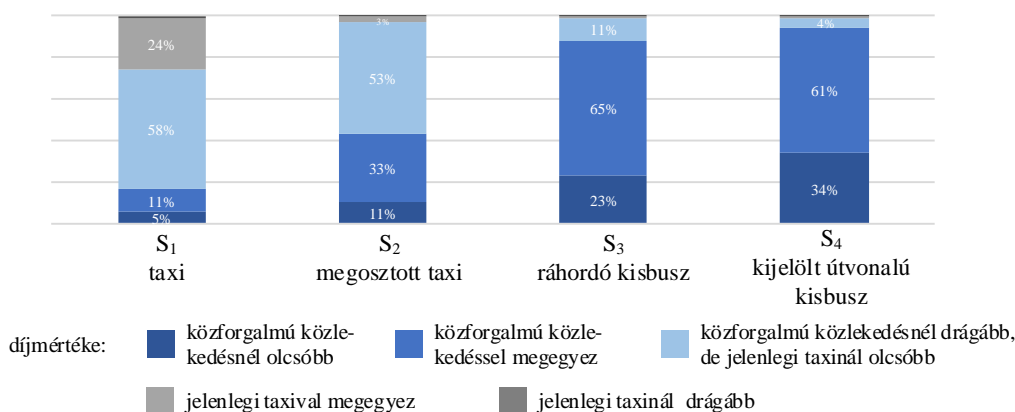
$P_C$  - kapacitás tervezése: menetrend és járműszám tervezését a várakozási hajlandóság befolyásolja (III.6-7 kérdés). Házhozjövő szolgáltatás típus esetében ( $S_1 - S_3$ ) a rendeléstől a járműérkezéséig a várakozási hajlandóság átlagosan 7,4 perc. A rövid kiállási idő az igények elrejelzésével és a járművek térbeli elosztásával biztosítható. Kijelölt megállóhelynél, a válaszadók átlagosan 6,8 percet hajlandók várakozni a megállóba érkezéstől a járműérkezésig. Vizsgáltuk a várakozási idő és a jelenlegi módhasználat kapcsolatát. Megállapítottuk, hogy a jelenlegi módhasználat és várakozási idő között erős kapcsolat van. A jelenleg gyalogosan vagy egyéni gépjárművel közlekedők az átlagnál kevesebbet, míg a közforgalmú közlekedéssel utazók az átlagnál kismértékben többet hajlandók várakozni.

$P_E$  - díjbeszedés tervezése: a tarifarendszer kialakítását a díjszámítás jellemzőire vonatkozó elvárások befolyásolják (díjszámítás alapja, díjmértéke, díjmértékét befolyásoló tényezők - III.9-11 kérdés). A díjszámítási alap lehet időtartam, távolság, vagy egy utazás. Az egyes díjszámítási alapok választási arányát szolgáltatás típusonként a 8. ábrán mutatjuk be. Megállapítottuk, hogy népszerű az egy utazáshoz tartozó díjszámítási alap, ami a távolságtól és időtartamtól is független. Ez azzal magyarázható, hogy városi közlekedésben Magyarországon ez a díjszámítási alap a jellemző.  $S_2$  mód esetén nagy arányban választottak más díjszámítási alapot (a kitöltők 50% a távolság alapú díjszámítást választotta). Annak ellenére, hogy a jelenlegi taxi szolgáltatásoknál a díjszámítás alapja a távolság és az időtartam, a jelenlegi taxihoz hasonló  $S_1$  típusnál a válaszadók csupán 20%-a választotta a távolság és időtartam alapú díjszámítást.



8. ábra: Díjszámítási alapok választási aránya szolgáltatás típusonként

Elfogadható díjmértékek a következők lehetnének meghatározva: közforgalmú közlekedésnél olcsóbb; közforgalmú közlekedéssel megegyező; közforgalmú közlekedésnél drágább, de jelenlegi taxinál olcsóbb; jelenlegi taxival megegyező; jelenlegi taxinál drágább. A választási arányokat szolgáltatás típusonként a 9. ábrán mutatjuk be.



9. ábra: Díjmértékek választási aránya szolgáltatás típusonként



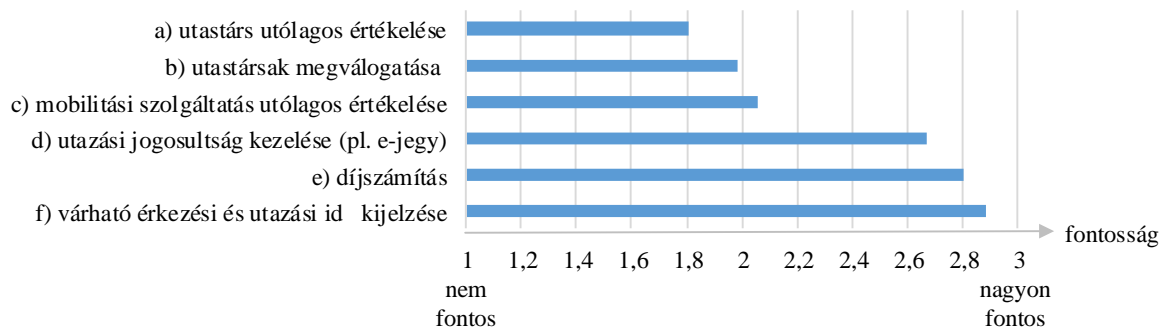
Megállapítottuk, hogy a rugalmasabb szolgáltatás típusokért ( $S_1, S_2$ ) a válaszadók többet hajlandók fizetni, mint a kötöttebb típusokért ( $S_3, S_4$ ). Vizsgáltuk a személyes jellemzők és a díj mértéke közötti kapcsolatot. Megállapítottuk, hogy a születési idő erősen befolyásolja a választott díj mértékét. Szemben Kockelman és társainak eredményével [9] a fiatalabbak magasabb díjat hajlandók fizetni, mint az idősebbek (pl.  $S_1$  típusnál a jelenlegi taxival megegyező díjmértékét a Z generáció tagjainak 38%-a, az Y generáció tagjainak 25%-a, míg az X generáció tagjainak csak 14%-a, a baby boom korszak tagjainak csupán 7%-a választotta).

A válaszadók

- ) az utastársak elzetes szériái esetén (pl. profilkép alapján) 19%-al nagyobb,
- ) csúcsidőszakokban, kapacitáshiány esetén szintén 19%-al nagyobb díjat hajlandók fizetni;
- ) az utazás előtti legalább 30 perces igénybejelentéskor 15%-os díj csökkenést, míg
- ) a szolgáltatás rendszeres használata esetén 24%-os díj csökkenést várnak el.

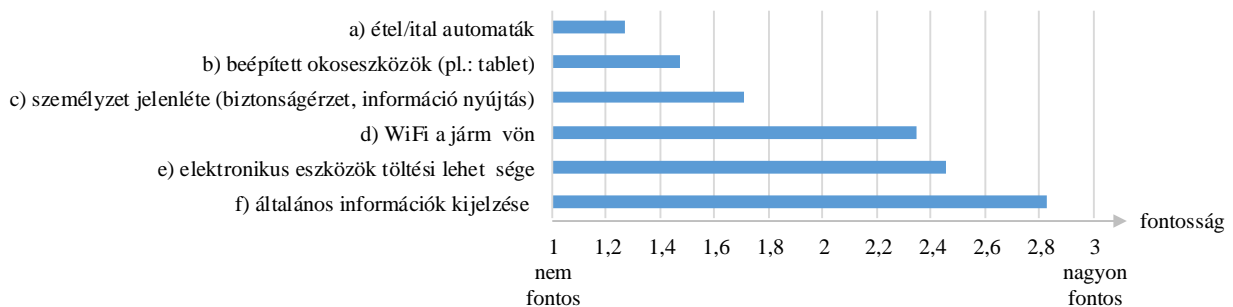
A díjbeszedési rendszer kialakítását a preferált fizetési módok (III.12 kérdés) befolyásolják. Az igényelt díjfizetési módok közül a kártyás, illetve az alkalmazáson keresztüli fizetés a legnépszerűbb. 1-3 skálán, ahol 1 a ritka, 3 a gyakori használat a válaszadók egyaránt 2,4 gyakorisággal használnák a kártyás, valamint az alkalmazáson keresztüli fizetést. A legkevésbé népszerű a készpénzes fizetés; 1,7-es gyakorisággal. Az automatikus fizetés (utazó követése alapján) kedveltsége viszonylag alacsony, 1,9 gyakoriságú. Ez az automatikus fizetés újszerűségével és ismeretlen jellegével magyarázható. Vizsgáltuk a személyes jellemzők hatását a fizetési módok használati gyakoriságára. Megállapítottuk, hogy a születési idő erősen befolyásolja az elvárt fizetési módot. A fiatalgeneráció (Z), akik már használják okostelefonjukat, az átlagnál sokkal inkább használnák az alkalmazáson keresztüli fizetést, 2,55-ös gyakorisággal.

$P_F$  - információs szolgáltatások mobilalkalmazáson keresztüli tervezése: A 10. ábrán a funkciók átlagos fontosságát mutatjuk be 1-3 skálán, ahol 1 a nem fontos, 3 a nagyon fontos (III.13 kérdés). Megállapítottuk, hogy a szolgáltatás használatával közvetlenül összefüggő funkciók (d-e) rendkívül fontosak, míg a szolgáltatás minőségével összefüggő funkciók (a-c) kevésbé fontosak.



10. ábra: Mobilalkalmazás funkciók fontossága

$P_G$  - fedélzeti szolgáltatás tervezése: A 11. ábrán mutatjuk be a fedélzeti szolgáltatások átlagos fontosságát 1-3 skálán, ahol 1 a nem fontos, 3 a nagyon fontos (III.14 kérdés).

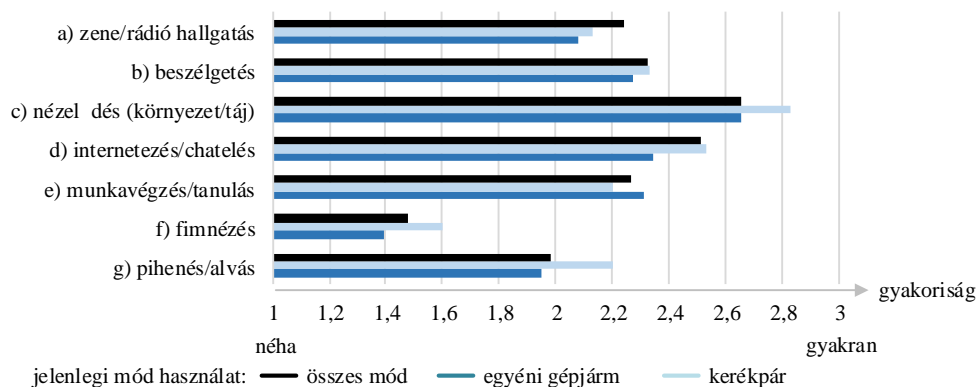


11. ábra: Fedélzeti szolgáltatások fontossága

Megállapítottuk, hogy az utazáshoz közvetlenül kapcsolódó információ szolgáltatás, valamint a saját okos eszköz használatát támogató megoldások (d, e) meglehetősen legfontosabbak. Szemben Piao és társainak eredményével [11], a válaszadók nem tartják fontosnak a személyzet jelenlétét (1,6). A személyzet jelenlétét a mozgássérült és látássérült válaszadók is csak kismértékben ítélték fontosabbnak (1,8). A

válaszadók 6%-a vallotta magát mozgásában vagy látásában korlátozottnak. A fogyatékkal élők és egyéb, vezetési képességgel nem rendelkező utazók számára az autonóm járműves szolgáltatások fejlesztése különösen hasznos; széleskörben elérhetővé válik számukra a személyre szabott mobilitás.

Az utaskényelmi szolgáltatások tervezését az utazás közben szívesen végzett tevékenységek gyakorisága is befolyásolja (III.15 kérdés). A 12. ábrán az ilyen tevékenységek átlagos gyakoriságát mutatjuk be 1-3 skálán, ahol a 1 jelenti a ritkán, míg a 3 a gyakran végzendő tevékenységet. Az ábrán a jelenleg egyéni gépjárművel vagy kerékpárral közlekedők véleményét kiemeltük, akik a vezetési problémák miatt korlátozottan képesek más tevékenységet végezni. Az a-b tevékenységet vezetés közben is, míg a c-g tevékenységet csak utasként lehet végezni. *Megállapítottuk, hogy azok a tevékenységek, amelyek már jelenleg is végezhetők vezetés közben, továbbra is népszerűek maradnak (a, b), hasonlóan Kockelman és társainak eredményéhez [9]. Továbbá, vannak olyan tevékenységek, amelyek vezetés közben korlátozottan, vagy egyáltalán nem végezhetők, és a jövőben népszerűek válnak (c, d, e). Szemben Cyganski és társainak eredményével [8] a jelenleg egyéni gépjárművet használók gyakran dolgoznának (e) és interneteznének (d) - 2,3-as gyakoriság. A jelenleg kerékpárral közlekedők kiugróan gyakran nézelődnének (c) - 2,8-as gyakoriság. Ez magyarázható azzal, hogy mivel a kerékpározás folyamatos figyelmet igényel, a nézelődésre már nem marad lehetőség.*



12. ábra: Utazás közbeni tevékenységek végzésének gyakorisága

$P_1$  - jármű mozgás tervezése: a hasznos jármű mozgások tervezését az utastársért történő kitérés hajlandóság (III.8 kérdés) is befolyásolja. A válaszadók átlagosan 6,8 perccel hajlandók többet utazni utastársak felvételéhez/leadásához átlagos városi, ráhordó utazásoknál.

## Konklúzió

A megosztott, funkció alapú, kis kapacitású autonóm járműves mobilitási szolgáltatások a tervezés korai fázisban vannak, mivel még az autonóm járművek sem kiforrottak. Ezen szolgáltatások tervezésénél az utazói elvárások fokozottabban figyelembe veendőek. A kutatás főbb eredményei:

- )] az autonóm járműves mobilitási szolgáltatás típusainak meghatározása,
- )] a szolgáltatás tervezési funkciók azonosítása,
- )] a felhasználói elvárásokat (kinyilvánított preferencia) felmérés összeállítása,
- )] az elvárások tervezési funkciók szerinti elemzése.

A kutatás eredményei alapján a következő megállapításokat tettük:

- )] a technológiai nyitottság erősen befolyásolja az autonóm járművek kipróbálási hajlandóságát (technológiailag nyitott személyek nagyobb arányban próbálnák ki az autonóm járműveket)
- )] az utazási motiváció és a jelenlegi módhasználat befolyásolja a szolgáltatás típus választását (a kötöttebb motivációjú utazásokhoz a válaszadók a kötöttebb típusokat; a jelenleg egyéni gépjárművel közlekedők a rugalmasabb típusokat preferálják)
- )] az egyéni gépjárműhasználat mértéke jelentősen csökkenthető autonóm járműves szolgáltatásokkal (magas a váltási hajlandóság)
- )] a jelenlegi módhasználat befolyásolja a gyaloglási és a várakozási hajlandóságot (a közforgalmú közlekedést használók gyaloglási és várakozási hajlandósága nagyobb)
- )] rugalmasabb szolgáltatás típusért az utazók magasabb díjat hajlandóak fizetni, mint kötöttebb típusokért

- ) a szolgáltatás használatát támogató mobilalkalmazás funkciók (várható érkezési idő kijelzése, díjszámítás, utazási jogosultság kezelése) fontosak
- ) az utazáshoz közvetlenül kapcsolódó fedélzeti információ szolgáltatás, valamint a saját okos eszköz használatát támogató fedélzeti megoldások (WiFi, elektronikus eszközök töltési lehetősége) a legfontosabbak
- ) bizonyos tevékenységek, amelyeket jelenleg vezetés közben korlátozottan, vagy egyáltalán nem lehet végezni népszerűvé válnak a jövőben (nézelődés, internetezés, munkavégzés).

A tématerület újszerűsége és társadalmi ismeretlensége kihívást jelentett a kérdésvázlat összeállítása során; a kérdéseket úgy kellett összeállítani, hogy kevés háttértudással is megválaszolhatók legyenek, ugyanakkor releváns következtetések levonását is lehetővé tegyék. A tématerületben rejlő kutatási potenciál jelentős; a jövőben részletesen kidolgozzuk a tervezési funkciókat, azonosítva a szükséges bemeneti és kimeneti adatokat, valamint figyelembe véve az újszerű kihívásokat. További összefüggéseket tárunk fel; vizsgáljuk a személyes és utazási szokások jellemzőinek együttes hatását a szolgáltatás jellemzőire.

## Köszönetnyilvánítás



Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-3-I kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

## Irodalomjegyzék

- [1] S. Szigeti - C. Csiszár - D. Földes: Information Management of Demand-Responsive Mobility Service Based on Autonomous Vehicles. *Procedia Engineering*, 187: 483-491, 2017. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.04.404
- [2] N. Merat - R. Madigan - S. Nordhoff: Human Factors, User Requirements, and User Acceptance of Ride-Sharing in Automated Vehicles. *International Transport Forum, Paris, Discussion Paper*, 2017.
- [3] E. Adell - A. Várhelyi - L. Nilsson: The Definition of Acceptance and Acceptability. In *Driver Acceptance of New Technology: Theory, Measurement and Optimization*, CRC Press, 2014.
- [4] S. Nordhoff - B. van Arem - R. Happee: Conceptual Model to Explain, Predict, and Improve User Acceptance of Driverless Podlike Vehicles, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2602: 60-67, 2016. DOI: 10.3141/2602-08
- [5] R. Madigan - T. Louw - M. Dziennus - T. Graindorge - E. Ortega - M. Graindorge - N. Merata: Acceptance of Automated Road Transport Systems (ARTS): An Adaptation of the UTAUT Model. *Transportation Research Procedia*, 14: 2217-2226, 2016. DOI: 10.1016/j.trpro.2016.05.237
- [6] R. Krueger - T.H. Rashidi - J.M. Rose: Preferences for shared autonomous vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 69: 343-355, 2016. DOI: 10.1016/j.trc.2016.06.015
- [7] A. Alessandrini - R. Alfonsi - P.D. Site - D. Stam: Users' preferences towards automated road public transport: results from European surveys. *Transportation Research Procedia*, 3:139-144, 2014. DOI: 10.1016/j.trpro.2014.10.099
- [8] R. Cyganski - E. Fraedrich - B. Lenz: Travel-time valuation for automated driving: a use-case driven study. In *TRB 94th Annual Meeting 2015*. Paper No.: 15-4259
- [9] K.M. Kockelman - P. Bansal - A. Singh: Assessing Public Acceptance of and Interest in the New Vehicle Technologies: An Austin Perspective. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 67: 1-14, 2016. DOI: 10.1016/j.trc.2016.01.019
- [10] D. Christie - A. Koymans - T. Chanard - J.M. Lasgouttes - V. Kaufmann: Pioneering driverless electric vehicles in Europe: the City Automated Transport System (CATS). *Transportation Research Procedia*, 13: 30-39, 2016. DOI: 10.1016/j.trpro.2016.05.004
- [11] J. Piao - M. McDonald - N. Hounsell - M. Graindorge - T. Graindorge - N. Malhene: Public Views towards Implementation of Automated Vehicles in Urban Areas. *Transportation Research Procedia*, 14: 2168-2177, 2016. DOI: 10.1016/j.trpro.2016.05.232
- [12] INRIX: Identifies Top U.S. Cities for Shared Highly Autonomous Vehicle Deployment. US, 2017.
- [13] L. Owczarzak - J. Zak: Design of passenger public transportation solutions based on autonomous vehicles and their multiple criteria comparison with traditional forms of passenger transportation. *Transportation Research Procedia*, 10: 472-482, 2015. DOI: 10.1016/j.trpro.2015.09.001
- [14] S. Nordhoff - J. de Winter - R. Madiga - N. Merat - B. van Arem - R. Happee: User acceptance of automated shuttles in Berlin-Schöneberg: A questionnaire study, working document, 2017.
- [15] Institution of Highways & Transportation: Guidelines for providing for journeys on foot. UK, 2010.