

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, felkért 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. Kérdésvizsgálat keretében vizsgáltuk az utazók általános véleményét az autonóm járművekre vonatkozóan, valamint az új mobilitási szolgáltatásokkal kapcsolatosan kinyilvánított preferenciákat. Vizsgáltuk a jelenlegi személyes és utazási szokásjellemzőket, valamint a jövőbeli elvárt mobilitási szolgáltatás jellemzők közötti kapcsolatokat. Azonosítottuk az elvárásokat befolyásoló személyes vagy utazási szokásjellemzőket. A kutatás eredményei a mobilitási szolgáltatás alapfolyamatának és az információkezelési folyamatoknak a tervezésénél hasznosítható.

Kulcsszavak: autonóm jármű, mobilitási szolgáltatás, felhasználói elvárások, kinyilvánított preferencia, kérdésvizsgálat

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, felkért 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 kérdésvizsgálattal győztünk. 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 kérdésvizsgálat felépítését és feldolgozási módszerét ismertettük. Az 5. fejezet a feldolgozást követően a 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 kérdésválaszok 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 műveltség 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].

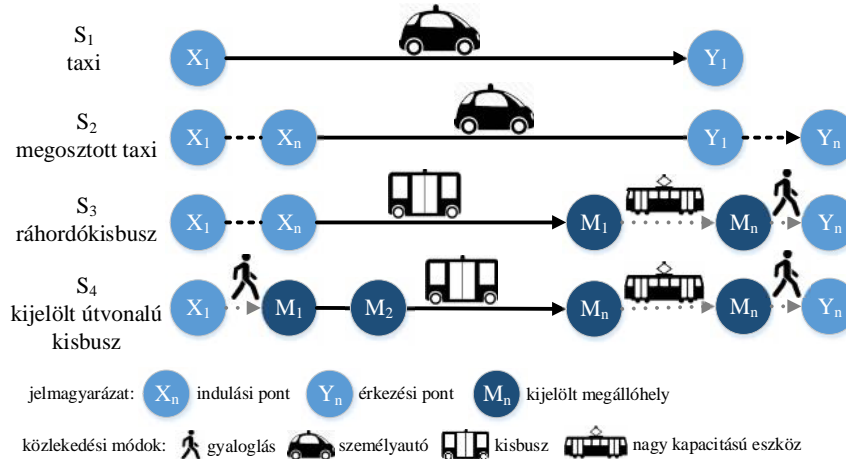
Az irodalomkutatás eredményeként megállapítottuk, hogy a jelenlegi utazási szokások, valamint a személyes jellemzők (pl.: jövedelem, foglalkoztatottság jellege, lakóhely) jelentősen befolyásolja az elvárásokat és az elfogadhatóságot. A közlekedési szolgáltatások általános jellemzői (pl.: gyaloglási és 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):

- S₁: **taxi**: egyéni háztól-házig szolgáltatás tetszőleges pontok között, a jármű férőhelyeinek megosztása nélkül.
- S₂: **megosztott taxi**: háztól-házig szolgáltatás tetszőleges pontok között, a jármű férőhelyeinek megosztásával, az utasok eltérő be- és kiszállási pontjait érintve.
- S₃: **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).
- S₄: **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

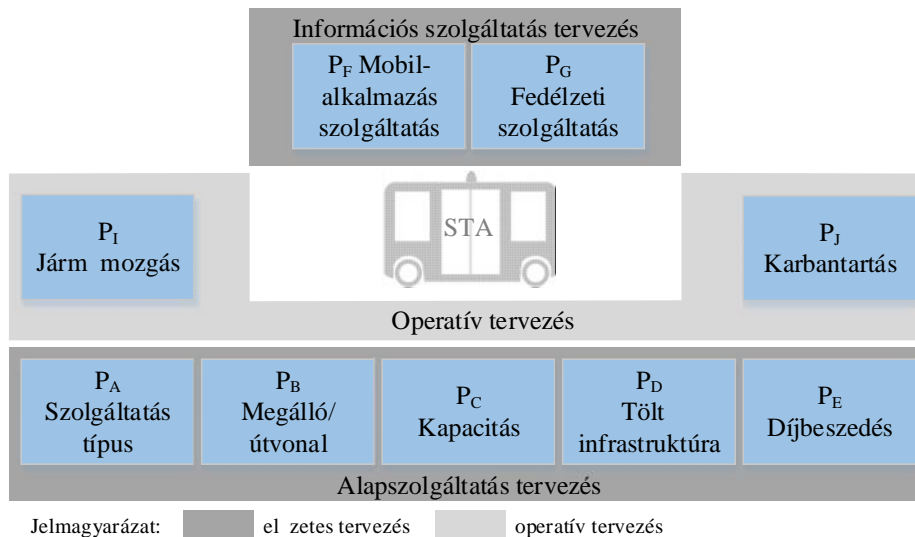
	S ₁ taxi	S ₂ megosztott taxi	S ₃ ráhordó kisbusz	S ₄ kijelölt útvonalú kisbusz
kapacitás	személyautó	személyautó	kisbusz	kisbusz
megosztás	nincs	van	van	van
jelleg	háztól-házig	háztól-házig	ráhordó/elhordó	ráhordó/elhordó
igénykezelés	igényalapú	igényalapú	inkább igényalapú	igényvezérelt
menetrend	nincs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

3. Tervezési funkciók

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

- ↳ elzetes tervezés:
 - alapszolgáltatás tervezése (P_A-P_E)
 - információs szolgáltatás tervezése (P_F-P_G)
- ↳ operatív tervezés (P_I-P_J).

Annak ellenére, hogy a tervezési funkciók hasonlóak a hagyományos járműves szolgáltatásokéhoz, a technikai fejlődés miatt új módszerek kidolgozása is szükséges. Bár a járművezetékre 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

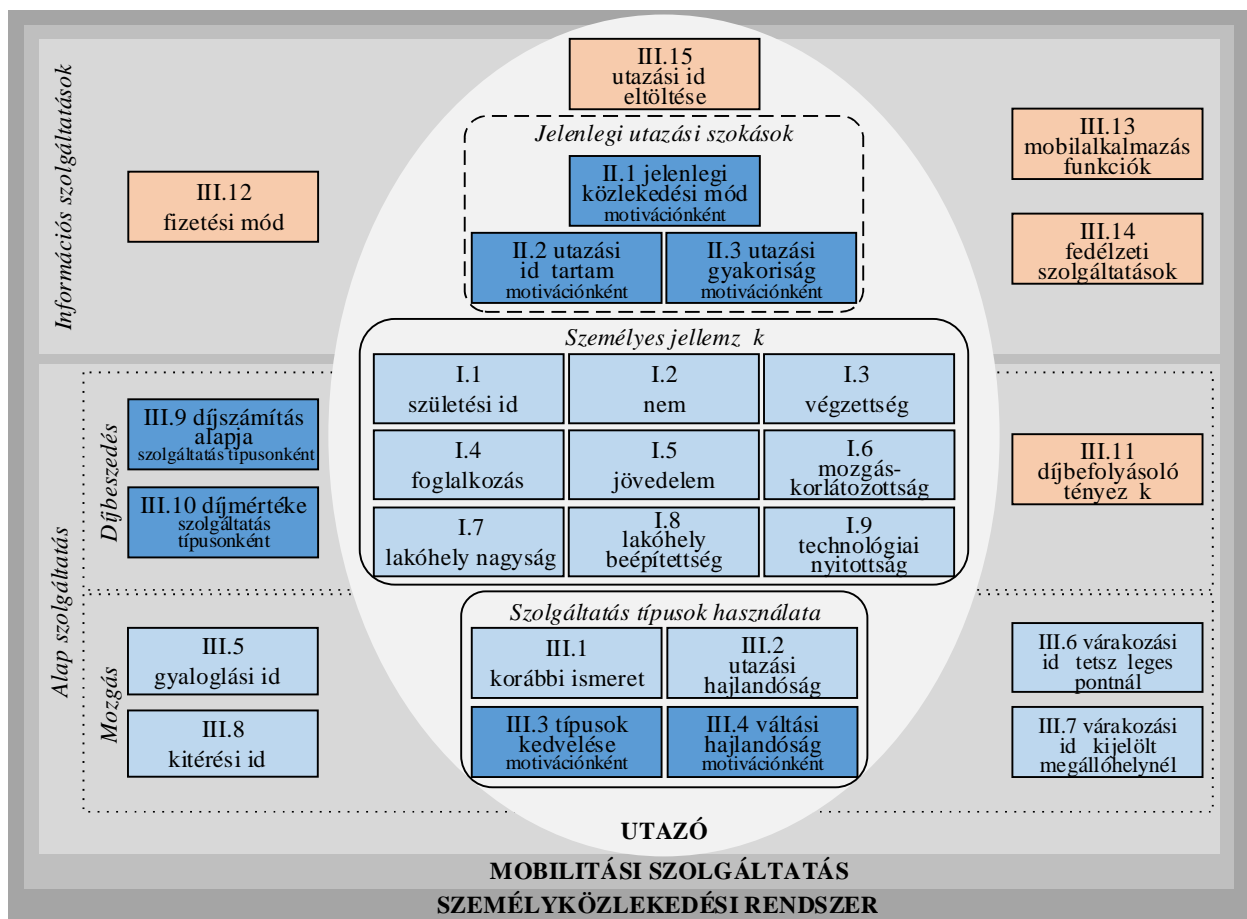
A kérdésvetési kérdéseit az alábbi kérdéscsoportokba soroltuk:

- 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 információszolgáltatási 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 értékelt skálás (1-3)

4. ábra: A kérdőív szerkezete

2. táblázat: Feleletválasztós kérdés alkérdésekkel - példa

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

3. táblázat: Értékelt 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 S₁ 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_{III.13,2} lekérdezés a Q_{III.14,1} 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

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

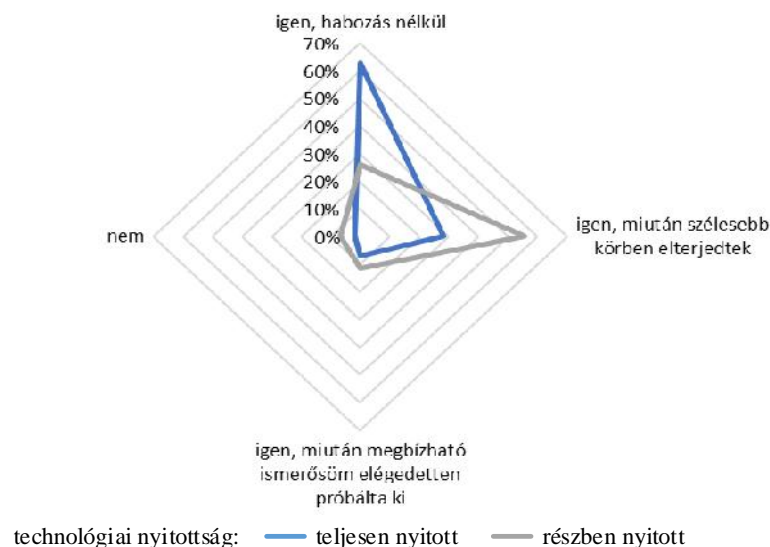
Az összefüggések megállapításakor a válaszok közötti kapcsolatot vizsgáltuk. Erősen a kapcsolat a jellemzők (kérdések) között, ha az egyik kérdés valamely válasza egyértelműen meghatározza a másik kérdés valamely válaszát. Nagy arányban ugyanazon válaszhelyettesítőket választották a két kérdésnél.

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 kérdőívet közlekedés szakmai szervezetek és civil szervezetek segítségével, internetes fórumokon keresztül, valamint egyetemi hallgatók körében terjesztettük. Az eredmények nem reprezentatívak, azonban a relatíve nagy mintanagyságra lehet végezni releváns következtetéseket 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.

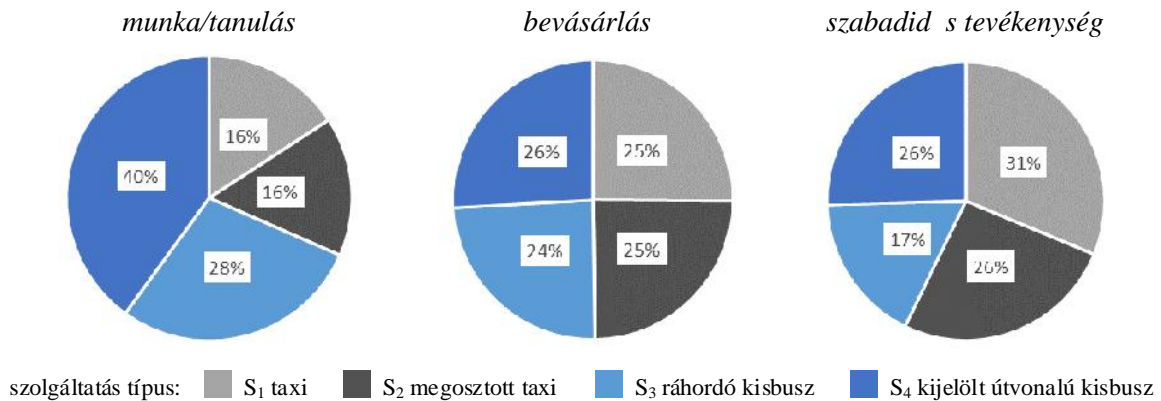
Vizsgáltuk a technológiai nyitottság, mint személyes jellemző és a kipróbálási hajlandóság kapcsolatát. Az eredményeket az 5. ábrán szemléltetjük. A görbék megadják, hogy az adott technológiai nyitottsággal rendelkező (kék - teljesen nyitott, szürke - részben nyitott) válaszadók milyen százalékos arányban választották a kipróbálási hajlandóságra vonatkozó válaszhelyettesítőket. Például az „igen, habozás nélkül” kipróbálná lehetőséget 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

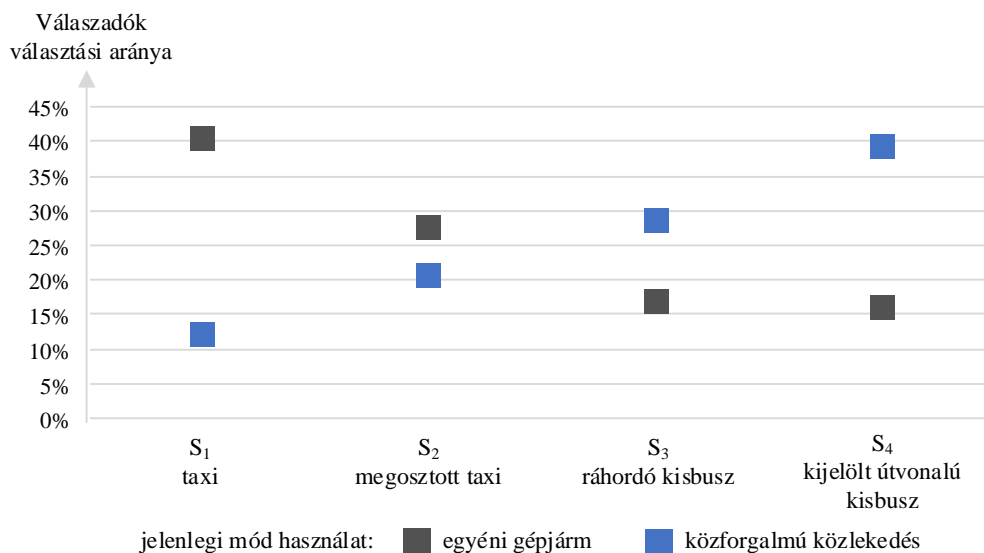
Az utazói elvárások feltárt összefüggéseit a tervezési funkcióhoz illeszkedően mutatjuk be.

P_A - 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 (S₃, S₄), míg az ad-hoc jellegű utazásokhoz (szabadid és tevékenység) a rugalmasabb típusokat (S₁, S₂) 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 S₄ 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 S₁, míg a legkevésbé a legkötöttebb S₄ típust preferálják. Ezzel ellentétes tendenciát mutat a jelenleg közforgalmú közlekedést választók preferenciája.



7. ábra: Szolgáltatás típusok választási aránya jelenlegi mód használat szerint

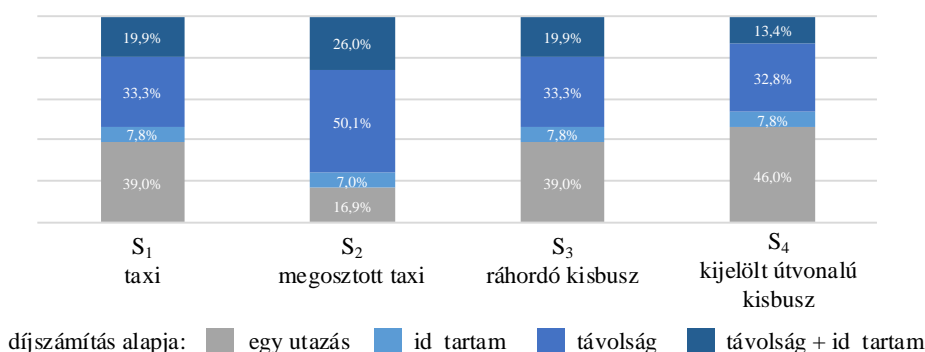
Vizsgáltuk a váltási hajlandóságot a jelenlegi mód használat szerint. A váltási hajlandóság munka motiváció esetén az egyéni gépjárművet használók körében a legnagyobb. Az egyéni gépjárművet használók 74%-a, míg a közforgalmú közlekedést használók csupán 53%-a cserélné le utazásai többségében jelenleg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

P_B - 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.

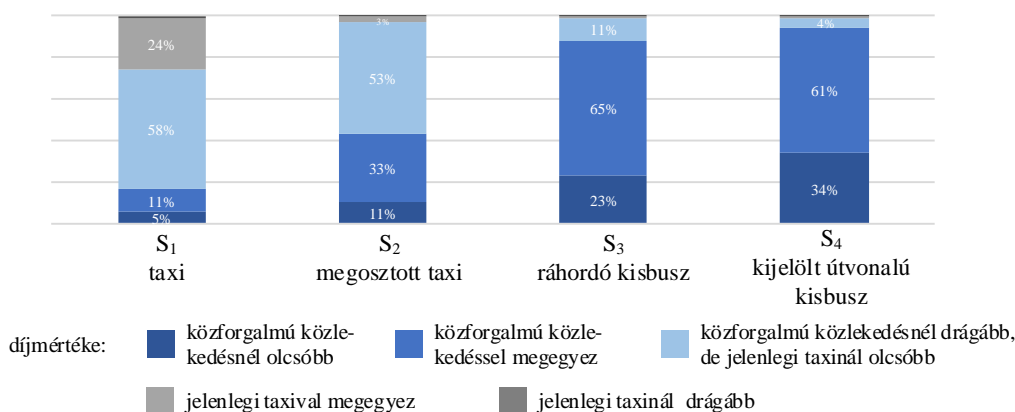
P_C - kapacitás tervezése: menetrend és járműszám tervezését a várakozási hajlandóság befolyásolja (III.6-7 kérdés). Házhozjövő szolgáltatás típus esetében ($S_1 - S_3$) a rendeléstől a járműérkezésig a várakozási hajlandóság átlagosan 7,4 perc. A rövid kiállási idő az igények elrejelzésével és a járművek 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 következő lehetőségeket határoztuk meg: 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

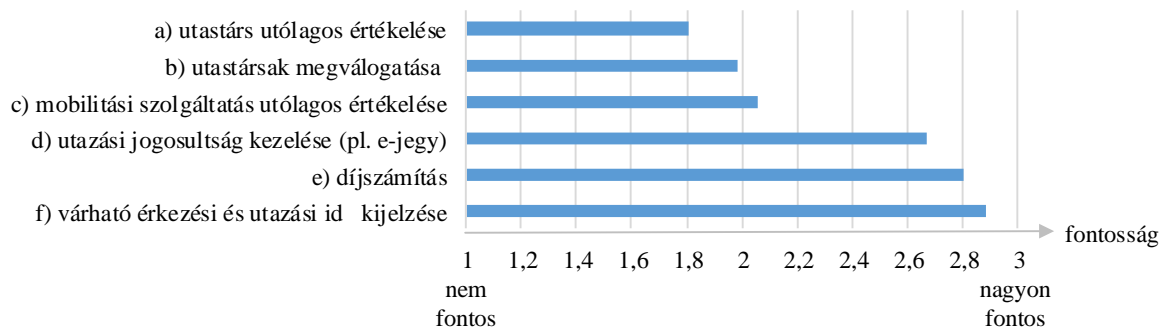
Megállapítottuk, hogy a rugalmasabb szolgáltatás típusokért (S_1, S_2) a válaszadók többet hajlandók fizetni, mint a kötöttebb típusokért (S_3, S_4). Vizsgáltuk a személyes jellemzők és a díj mértéke közötti kapcsolatot. Megállapítottuk, hogy a születési idő erősen befolyásolja a választott díj mértékét. Szemben Kockelman és társainak eredményével [9] a fiatalabbak magasabb díjat hajlandók fizetni, mint az idősebbek (pl. S_1 típusnál a jelenlegi taxival megegyező díjmértéket 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.

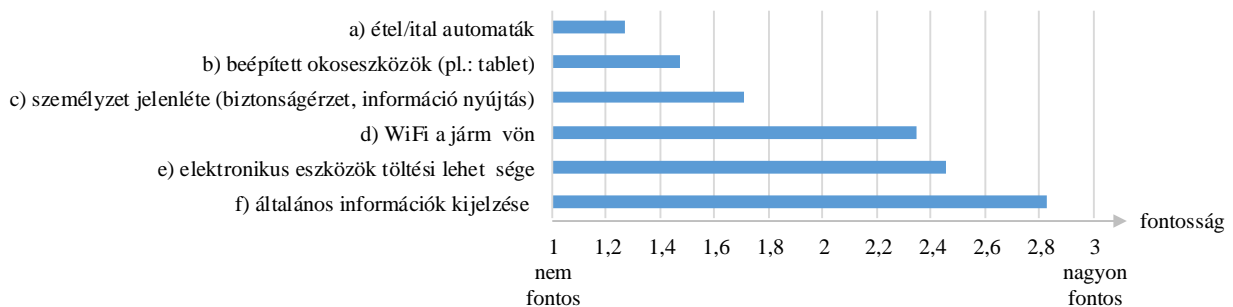
A díjbeszedési rendszer kialakítását a preferált fizetési módok (III.12 kérdés) befolyásolják. Az igényelt díjfizetési módok közül a kártyás, illetve az alkalmazáson keresztüli fizetés a legnépszerűbb. 1-3 skálán, ahol 1 a ritka, 3 a gyakori használat a válaszadók egyaránt 2,4 gyakorisággal használnák 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 - információszolgáltatások 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).

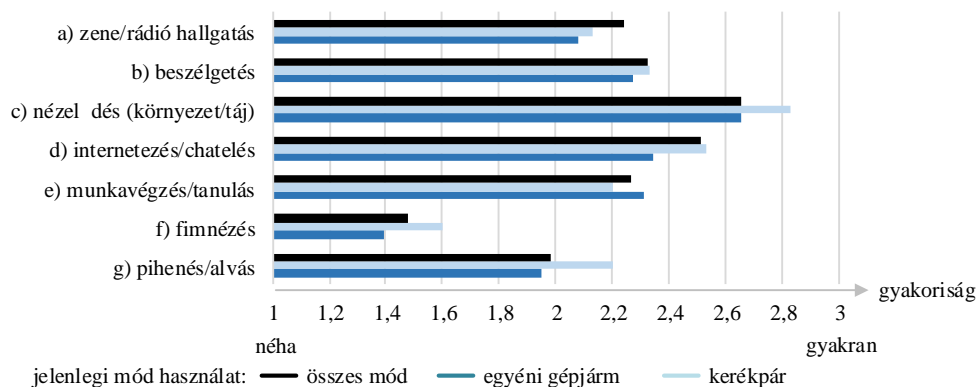


11. ábra: Fedélzeti szolgáltatások fontossága

Megállapítottuk, hogy az utazáshoz közvetlenül kapcsolódó információszolgáltatás, 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 néznének (c) - 2,8-as gyakoriság. Ez magyarázható azzal, hogy mivel a kerékpározás folyamatos figyelmet igényel, a nézésre 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.