

2023. év 1. szám

KÖZLEKEDÉS ÉS MOBILITÁS

KÖZLEKEDÉS- ÉS JÁRMŰTUDOMÁNYI FOLYÓIRAT



KTI
Alapítva - Since 1938

Magyar Közlekedéstudományi
és Logisztikai Intézet

Közlekedés és Mobilitás

ALAPÍTVÁ: 2022

A Közlekedéstudományi Intézet szakmai és tudományos folyóirata

Megjelenik negyedévente

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

dr. Balogh Edina
dr. Berényi János
dr. Boros Anita
dr. Gáspár László (a szerkesztőbizottság elnöke)
dr. Maros Dóra
dr. Munkácsy András
dr. Palik Mátyás
dr. Rohács Dániel
dr. Sipos Tibor
dr. Szalay Zsolt
dr. Török Ádám
dr. Turcsányi Károly
dr. Varga István
dr. Zöldy Máté

SZERKESZTŐSÉG ÉS KIADÓ:

KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.
1119 Budapest, Than Károly utca 3-5

TELEFON: +36 1 371 5912

ELEKTRONIKUS LEVÉLCÍM: folyoirat@kti.hu

HONLAP: folyoirat.kti.hu

KIADÁSÉRT FELELŐS SZEMÉLY:

Mayer András János (ügyvezető)

SZERKESZTÉSÉRT FELELŐS SZEMÉLY:

Dr. Rohács Dániel

ISSN 2939-7057

A kéziratok beküldésével, a szerkesztési alapelvekkel,
a folyóirat megrendelésével kapcsolatos minden információ a honlapon érhető el.



Tisztelt Látogatónk, Kedves Olvasó!

A Közlekedéstudományi Intézet által gondozott Közlekedés és Mobilitás szakmai-tudományos folyóirat immár második alkalommal jelenik meg. Örömmre szolgál, hogy a kiadvány kedvező fogadtatásra talált a közlekedési szakma és a tudomány képviselői körében, így a második lapszámban is alkalmat adhatunk a szakmai párbeszédre és a tudásmegosztásra.

Folyóiratunkban a közlekedés minden ágazatával kapcsolatban található tanulmányok.

A koronavírus-világjárvány életünk minden területét, így a közlekedési szolgáltatásokat is érintette. Szerzőink rövid nemzetközi kitekintéssel, friss szakirodalmi kutatások és statisztikai adatok alapján áttekintik a hazai közlekedési kínálatot befolyásoló, a koronavírus-világjárvány (COVID19) miatt bevezetett korlátozó intézkedéseket, és az általuk okozott gazdasági következmények közlekedési ágazatra gyakorolt hatását.

Tanulmány foglalkozik többek között azzal, hogy a hazai vasúti csendes folyosók kialakítása hogyan befolyásolhatja a zajterhelés alakulását.

A sebesség nem megfelelő megválasztása hazánkban és Európa-szerte a vezető közúti baleseti okok között szerepel. Kollégáim kutatásukban azt vizsgálták, hogy a forgalom sebességének csökkentésére alkalmazott, járművek által aktivált digitális sebesség/sebességhatár-kijelző készülékek jelenléte hogyan befolyásolja a járművezetők sebességválasztását.

Egy mélyinterjúkra épülő kutatás vizsgálja, hogy Szeged és vonzáskörzete esetében a kulcsfontosságú

szereplők (mobilitási szolgáltatók) miként vélekednek a mobilitás mint szolgáltatás (MaaS) modell kialakításáról.

A nemek közötti mobilitási minták különbségeit járja körül egy tanulmány Budapest esetében. Az elemzés feltérképezi a férfiak és nők különböző utazási szokásait, utazásaik hosszát, az utazások okait, és kitér a kutatás relevanciájára a fenntartható városi mobilitástervezés (SUMP) folyamatában.

A szabadtéri parkolás vizsgálatára kialakított új módszertant mutatnak be folyóiratunk szerzői, amely a dróntechnológia segítségével követi nyomon a parkoló forgalmát.

Áttekintés olvasható a nagyvárosi személyszállítás innovatív megoldásainak vizsgálatáról, a szerzők feltárják az e-taxi szolgáltatások alkalmazási feltételeit, a benne rejlő lehetőségeket és veszélyeket.

A fenntartható közlekedésfejlesztés egyik alappillére a kerékpáros infrastruktúra fejlesztése. Szombathelyen 2020-21-ben több helyszínen valósult meg a kerékpárforgalmi hálózat egy-egy hiányzó eleme. Folyóiratunk szerzője a közlekedésbiztonsági auditok felhasználásával arra keresi a választ, hogy a különböző kerékpárforgalmi létesítmények milyen hatással lehetnek a közúti közlekedés biztonságára.

Bízunk benne, hogy az érdeklődők a második lapszámban is értékes tartalmakat találnak, és közülük többen szerzőként is megtisztelik majd szerkesztőségünket a kutatási eredményeiket bemutató kéziratok beküldésével.

MAYER ANDRÁS JÁNOS

ügyvezető

KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet

Budapest, 2023. április 20.

Tartalomjegyzék

A hazai vasúti csendes folyosók várható hatása a zajterhelés alakulására

BLUMBERGER REGINA, SCHMELZ TAMÁS

5. oldal

Digitális sebesség- és sebességhatár-kijelző készülékek hatásának vizsgálata

PAUER GÁBOR, KRIZSIK NÓRA, SZIGETI SZILÁRD

14. oldal

Szabadtéri parkolás elemzése drónfelvételekkel és gépi látással

TORDAI DÁNIEL, ALBERT GÁBOR, DR. MUNKÁCSY ANDRÁS

23. oldal

A koronavírus-világjárvány (COVID19) hatása a közlekedési szolgáltatásokra

KÖVESDI ISTVÁN, OSZTER VILMOS

34. oldal

A nagyvárosi személyszállítás innovatív megoldásainak vizsgálata a megosztott e-taxi szolgáltatások példáján keresztül

DR. PRINCZ-JAKOVICS TIBOR, KOVÁCS ISTVÁN

49. oldal

A férfiak és nők eltérő közlekedési szokásai Budapesten és annak relevanciája a Budapesti Mobilitási Tervben

KIMMER DIÁNA

62. oldal

Szegedi MaaS modell vizsgálata a kulcsfontosságú szereplők körében

DANCZ ÁKOS GYULA, DR. SZERI ISTVÁN

73. oldal

A kerékpáros infrastruktúra-fejlesztés hatása a közlekedésbiztonságra Szombathely példáján keresztül

TÓTHNÉ TEMESI KINGA

83. oldal

Tudományos közlemény

A hazai vasúti csendes folyosók várható hatása a zajterhelés alakulására

Beküldve: 2021.11.25.
Elfogadva: 2022.03.22.
Online közzétéve: 2023.04.20.

- ID** **BLUMBERGER REGINA** junior kutató, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztika Intézet, Fenntartható Közlekedés Kutatóközpont, Közlekedésakusztikai Osztály, blumberger.regina@kti.hu
- ID** **SCHMELZ TAMÁS** szenior kutató, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztika Intézet, Fenntartható Közlekedés Kutatóközpont, Közlekedésakusztikai Osztály, schmelz.tamas@kti.hu

Kivonat: A vasúti zajszennyezés mértékének csökkentése érdekében az EB 2019/774 végrehajtási rendelete értelmében Magyarországon 4 csendesebb útvonalat jelöltek ki, amelyeken a jövőben csak kompozit féktuskóval üzemelő teher szállító vasúti szerelvények közlekedhetnek. Tanulmányunkban a rendelet hatása révén várható zajjellemzők változását vizsgáltuk, továbbá 3 mintaterületen szemléltettük a zajterhelésnek kitett érintettek számának várható változását.

Kulcsszavak: vasút; zaj; csendesebb útvonal

The expected impact of the quieter routes on the Hungarian railway network on noise pollution

Abstract: In order to reduce the railway noise, according to the European Commission Implementing Regulation (EU) 2019/774, in Hungary there are 4 quieter routes whereat just those freight trains can run which have modern composite brake blocks. In our study we did model calculation about the expected changes of noise characteristics along the quieter routes and on 3 sample areas about the the expected changes of the number of the exposed people by noise exposure.

Keywords: railway, noise, quieter route

Bevezetés

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség 2019-ben kiadott riportja (EEA SOER2020) alapján az Európai Unió lakosságának 20%-a él olyan területen, ahol a zajszennyezettség mértéke már az emberi egészségre káros. A zaj negatív hatásainak évről évre egyre több ember van kitéve. 2017-ben Európában mintegy 10,6 millió fő volt érintett $L_{den} \geq 55$ dB mértékű, és 17,1 millió fő az $L_{éjjel} \geq 50$ dB mértékű vasúti zajszennyezés által.

Magyarországon 2017-ben a teljes lakosság 3,1%-a (~303 000 fő) volt kitéve a vasúti közlekedésből eredő $L_{den} \geq 55$ dB zajszennyezésnek. Amennyiben ezen nem változtatunk, az elkövetkezendő években ez a szám jelentősen növekedni fog (EEA; 2019).

Az Európai Parlament által közzétett, 7. környezetvédelmi cselekvési program (7th EAP, EU 2013)¹ kiemelt célkitűzései között szerepel a zajszennyezés mérséklése a zajforrás kibocsátásának csökkentésével.

A vasúti közlekedésből származó zaj jelentős mértékben a vasúti sín és a vonatkocsik futófelületének érdességéből fakad. A vonatszerelvények fékezése céljából alkalmazott öntöttvas féktuskók nagy hátránya, hogy koptatják a vonatkerekek futófelületét, amelyek így idővel egyre érdesebbek lesznek, vagyis használatuk a zajszennyezés folyamatos növekedéséhez vezet.

Ennek kiküszöbölésére a szakemberek olyan műanyag kompozit féktuskók alkalmazását javasolják, amelyek nem koptatják annyira a vasúti kocsik kerekeinek futófelszínét, mint amilyen mértékben azt az öntöttvas féktuskók

¹ Az Európai Parlament és a Tanács 1386/2013/EU határozata (2013. november 20.) a „Jólét bolygónk felélése nélkül” című, a 2020-ig tartó időszakra szóló általános uniós környezetvédelmi cselekvési programról.

teszik. A kompozit féktuskóknak köszönhetően a kerekek lassabban kopnak, így használatukkal a vasúti zajszennyezés csökkenthető (UIC, 2013; 2018; M+P, 2014).

A korábban a vonatkocsikon alkalmazott öntöttvasból gyártott féktuskókat olyan modern műanyag kompozit féktuskókra cserélik, amelyek fő jellemzői között szerepel a nagy szilárdság, a magas hőmérséklet tűrése, illetve alacsony a kopási sebesség és magas a súrlódási tényező (Zobory et al., 2012).

A kompozit féktuskókat megkülönböztethetjük azok súrlódási együtthatóinak függvényében: az alacsonyabb értékűek közé soroljuk az L-típusú féktuskókat, míg a magasabb értékűek közé a K-típusúakat. Mind a két fő típusnak számos változata létezik. Az interneten elérhetőek az Európai Vasúti Ügynökség (European Union Agency for Railways / European Railway Agency, ERA) összeállításában (ERA, 2015) a Vasutak Nemzetközi Szövetsége (Union internationale des chemins de fer / International Union of Railways; UIC) által elfogadott féktípusok, valamint azok gyártói és főbb műszaki jellemzőik, továbbá a Szövetség által közzétett K-típusú (UIC, 2013a), valamint LL-típusú (UIC, 2013b) fékekre vonatkozó ajánlások.

Jelenleg tömeggyártásban az LL-típusú és a K-típusú fékek elérhetőek. Gazdaságossági szempontok miatt a (nem újonnan gyártott) vasúti szerelvények fékrendszerének korszerűsítése során a régi öntöttvas féktuskókat jellemzően LL-típusú tuskófékekre cserélik (UIC, 2010; ERA, 2018).

A fékezésből eredő zajszennyezés főképp a teherszállító vonatokhoz köthető, ugyanis ott a hatalmas tömegű vonatszerelvény biztonságos megállítása érdekében a vasúti kocsikat egyesével fékezik, minden egyes kocsin külön-külön féktuskók találhatók. Mivel napközben elsősorban a személyszállító vonatok közlekednek, így a teherszállítás inkább éjszaka történik. Ezért zajszennyezés szempontjából a legtöbb problémát azok az éjszaka közlekedő teherszállító vonatszerelvények jelentik, amelyek sűrűn lakott területek mellett haladnak el, így igen nagymértékben zavarják az emberi egészség számára nélkülözhetetlen pihentető éjszakai alvást.

Annak érdekében, hogy ezen a helyzeten javítson, az Európai Bizottság 2019/774 végrehajtási rendelete² előírja, hogy csendesebb útvonalakat kell létrehozni „a vasúti infrastruktúra olyan, legalább 20 km hosszú szakaszán, amelyen a 2002/49/EK európai parlamenti és tanácsi irányelvet átültető nemzeti jogszabályokban meghatározott éjszakai időszakban üzemeltetett tehervonatok számának napi átlaga több volt 12-nél”.

A csendesebb útvonalakon (vagy más néven: csendes folyosókon) legkésőbb 2024. december 8-tól csak olyan teherszállító vasúti járművek közlekedhetnek, amelyeknek fékrendszerét korszerűsítették, azok a 2019/774 bizottsági végrehajtási rendelet által előírt kompozit féktuskókkal vannak felszerelve.

Magyarországon a csendes útvonalak kijelölése a közlekedésért felelős miniszter feladatkörébe tartozik. A miniszter által 2019-ben csendes folyosóként kijelölt vasútvonalakat az 1. táblázat tartalmazza. A táblázatban feltüntettük a csendes folyosó nevét, az egyes csendes folyosóhoz tartozó szakaszokat, valamint a szakaszok vasútvonal számait.

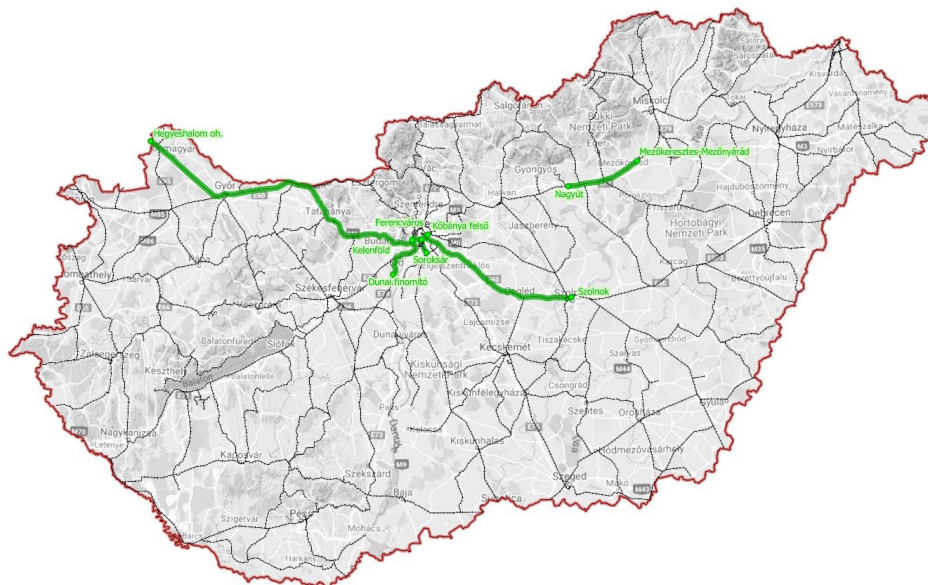
1. táblázat A Magyarországon kijelölt csendes folyosók és azok szakaszai.

Csendes folyosó	Csendes folyosó szakaszai	Vonalszám
Hegyeshalom – Kőbánya felső	Hegyeshalom oh. – Hegyeshalom	1U
	Hegyeshalom – Kelenföld	1
	Kelenföld – Ferencváros	
	Ferencváros – Kőbánya felső	1AK
Soroksár – Szolnok	Soroksár – Ferencváros	150
	Ferencváros – Kőbánya-Kispest	1AL
	Kőbánya-Kispest – Szolnok	100
Kelenföld – Dunai Finomító	Kelenföld – Dunai Finomító	40
Nagyút – Mezőkeresztes- Mezőnyárád	Nagyút – Mezőkeresztes-Mezőnyárád	80

Forrás: saját szerkesztés

² A Bizottság (EU) 2019/774 végrehajtási rendelete (2019. május 16.) az 1304/2014/EU rendeletnek a „járművek – zaj” alrendszerre vonatkozó átjárhatósági műszaki előírás meglévő teherkocsikra való alkalmazása tekintetében történő módosításáról.

Az 1. ábrán a hazai csendes folyosók – a végpontok feltüntetésével – szerepelnek.



1.

ábra A Magyarországon kijelölt csendes folyosók. Feketével a vasúti hálózat, zölddel pedig az azon elhelyezkedő, csendes folyosók láthatóak.

Forrás: saját szerkesztés

Módszertan

Ahhoz, hogy a magyarországi csendes folyosó szakaszok környezeti zajterhelését vizsgálni tudjunk, modellszámításokat végeztünk.

A modellezéshez felhasznált adatok eredete a stratégiai zajtérképek elkészítéséhez a MÁV Szolgáltató Központ Zrt. által 2017-ben átadott, 2016. évi éves forgalmon alapuló adatszolgáltatás.

Az emissziót a 93/2007. (XII. 18.) KvVM rendelet 8. számú melléklete³ szerint számítottuk.

A számítás eredménye a vasúttól 25 m-es távolságban lévő megítélési ponton számított egyenértékű A-hangnyomásszint, $L_{\text{éjjel}}$ és L_{den} zajjellemzők.

$L_{\text{éjjel}}$: az éjszakai (2200 és 600 óra közötti) időszak zajterhelésére vonatkozó zajjellemző, L_{den} : a teljes napi zajterhelésre vonatkozó, súlyozott zajjellemző.

A számítások során a K_k hangjelzéstől függő korrekciót nem vettük figyelembe.

Két scenáriót vizsgáltunk, a „2018 zajtérképezés” és a „csendes folyosók” megnevezésűeket. A „2018 zajtérképezés” scenárió a teherszerelvények 2016. évi fékrendszerét tükröző állapot, míg a „csendes folyosók” esetében feltételezzük, hogy valamennyi teherszerelvényre már a kompozit féktuskók vannak felszerelve.

Feltételeztük, hogy a két scenárióban a forgalom napszakonkénti eloszlása, a vonatok típusa, valamint a vonatfajták száma, átlagos sebessége és hossza megegyezik.

1AK vasútvonal csendes folyosó Ferencváros – Kőbánya felső szakaszáról nem állnak rendelkezésre részletes forgalmi adatok, így az nem szerepel a vizsgálatban.

A hazai számítási módszer a kompozit féktuskókkal felszerelt vasúti járművekre nem határoz meg korrekciós értéket, ezért a számítás során ezek hatását a tárcsafékre megállapított paraméterek alkalmazásával közelítettük. A „2018 zajtérképezés” scenárióban az adatszolgáltatás szerinti tárcsafékarányokat használtuk fel, a „csendes folyosók” scenárióban a tehervonat-típusok esetén minden vonatfajtánál 100% tárcsafék arányt feltételeztünk.

A „csendes folyosók” scenárióban a kompozit tuskófék alkalmazását zaj szempontjából egyenértékűnek tekintettük a tárcsafékekkel.

Jelenleg felülvizsgálat alatt áll a vasúti zajszámításra vonatkozó számítási módszer. A felülvizsgálat során, egy mérési kampány keretén belül, meghatározásra kerülnek azon együtthatók is, amelyek a kompozit fékekkel felszerelt vasúti járműszerelvények számításához alkalmazhatók lesznek.

A zajjellemzők változásának vizsgálata Microsoft Office Excel program, míg az érintettségvizsgálatok, valamint az azokhoz tartozó ábrák a SoundPLANnoise 8.2 zajterjedés-modellező szoftver segítségével készültek.

³ 93/2007. (XII.18.) KvVM rendelet a zajkibocsátási határértékek megállapításának, valamint a zaj- és rezgés-kibocsátás ellenőrzésének módjáról.

Eredmények, értékelés

Az elvégzett modellszámítások alapján a kompozit féktuskókkal elérhető, bázisévhez (2016) képesti zajjellemzők változásait csendes folyosó szakaszokra bontva a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. A csendes folyosók szakaszaira modellezett zajjellemzők értékeinek (ΔL_{den} és $\Delta L_{éjjele}$) várható változása a 2016. évi bázisévhez képest 2024. december 8. utáni időszakra.

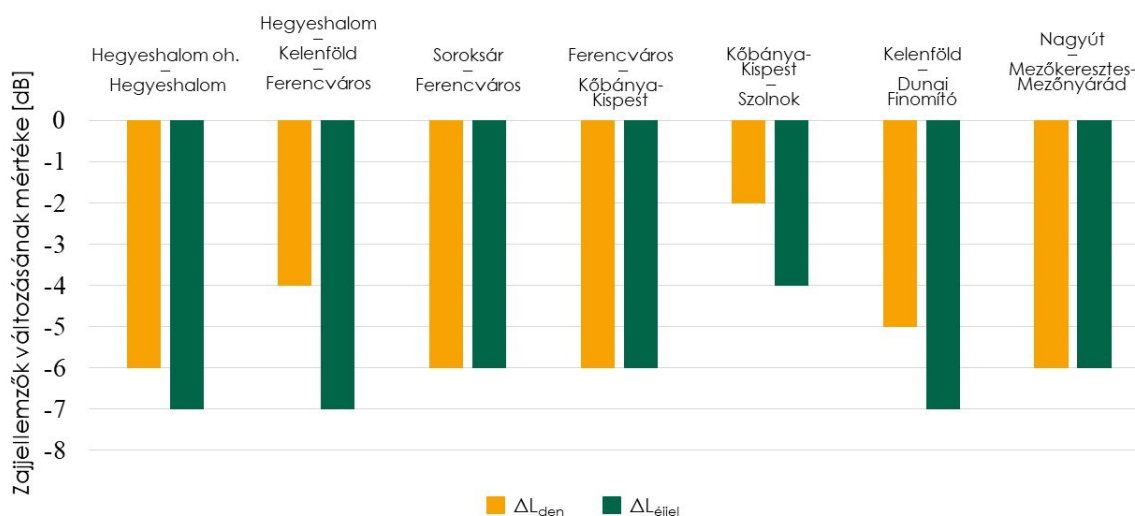
Csendes folyosó szakaszai	Teherforgalom (szerelvény/nap)			ΔL_{den} [dB]	$\Delta L_{éjjele}$ [dB]
	nappal [db]	este [db]	éjszaka [db]		
Hegyeshalom oh. – Hegyeshalom	18	8	17	(-6)	(-7)
Hegyeshalom – Kelenföld	19-26	7-13	17-26	(-4) – (-6)	(-4) – (-7)
Kelenföld – Ferencváros					
Ferencváros – Kőbánya felső	n.a.	n.a.	n.a.	—	—
Soroksár – Ferencváros	10-15	4-6	12-16	(-6)	(-6)
Ferencváros – Kőbánya-Kispest	16	5	17	(-6)	(-6)
Kőbánya-Kispest – Szolnok	12-17	4-5	11-19	(-2) – (-3)	(-3) – (-4)
Kelenföld – Dunai Finomító	16	4	15-16	(-5) – (-6)	(-4) – (-7)
Nagyút – Mezőkeresztes-Mezőnyárád	18-19	6	12-14	(-6)	(-6)

Forrás: saját szerkesztés

A 2. táblázat tartalmazza az egyes csendes folyosó szakaszokon áthaladt teherrelvénnyek számát napszakos bontásban [db], valamint a szakaszokhoz tartozó L_{den} és $L_{éjjele}$ értékek változásának várható mértékét [dB].

A feltüntetett adatok alapján elmondható, hogy a jövőben kötelezően alkalmazandó kompozit féktuskók alkalmazásával a csendes folyosók mentén várhatóan 2-6 dB-lel fognak csökkenni az L_{den} értékek. Az $L_{éjjele}$ értékek pedig várhatóan 3-7 dB-lel lesznek alacsonyabbak, mint a bázisévre kapott adatok. A táblázatban feltüntettük az adott szakaszokon átlagosan elhaladó teherrelvénnyek számát is. Az éjszaka elhaladó teherrelvénnyek számából, valamint az $\Delta L_{éjjele}$ értékekből jól látszik, hogy a vonatok fékrendszerének korszerűsítésével kiváltképp az éjszakai órákban érhető el a zajkibocsátás jelentős mértékű csökkenése, amely nagyban javíthatja az érintett lakosság nyugodt alváshoz szükséges körülményeit, és ily módon számos egészségügyi probléma előzhető meg.

A 2. ábra szemlélteti a várható csökkenés mértékét az adott csendesfolyosó szakaszokra modellezett zajjellemzők értékeiben (ΔL_{den} és $\Delta L_{éjjele}$; [dB]).



2. ábra A csendes folyosók szakaszaira modellezett zajjellemzők értékeinek (ΔL_{den} és $\Delta L_{éjjele}$; [dB]) várható változása a 2016. évi bázisévhez képest 2024. december 8. utáni időszakra.

Forrás: saját szerkesztés

Az érintettség változás modellezéséhez különböző mintaterületeket jelöltünk ki. A mintaterületek kijelölése során figyelembe vettük a vizsgált területen keresztül haladó vasútvonalak (és ezáltal a csendes folyosók) hosszát, az adott szakasz teherforgalmát, a zajjellemzők modellezése során kapott adatokat, valamint, hogy a terület lakóépületekkel mennyire sűrűn beépített. A meghatározott paraméterek alapján Győr (1. vonal), Tatabánya (1. vonal) és Mezőkövesd (80. vonal) településeken jelöltünk ki modellezendő mintaterületeket. Az egyes mintaterületekre modellezett zajterhelés által érintett személyek és lakóépületek számának változását a győri, a tatabányai, valamint a mezőkövesdi mintaterületek vonatkozásában rendre a 3.a, a 3.b és a 3.c táblázat mutatja be.

3.a táblázat Győr településen áthaladó csendes folyosó szakaszra modellezett zajterhelés által érintett lakosság és lakóépületek számának a 2024. december 8. utáni időszakra várható százalékos változása a 2016. évi báziséhoz képest.

Győri mintaterület				
Zajterhelés [dB]	Érintettek száma [%]		Lakóépületek száma [%]	
	L_{den} tekintetében	$L_{éjjel}$ tekintetében	L_{den} tekintetében	$L_{éjjel}$ tekintetében
50 – 55	-63	-60	-59	-56
55 – 60	-53	-52	-60	-74
60 – 65	-54	-90	-64	-73
65 – 70	-83	-100	-78	-100
70 – 75	-91	–	-81	–
> 75	-100	–	-100	–

Forrás: saját szerkesztés

3.b táblázat Tatabánya településen áthaladó csendes folyosó szakaszra modellezett zajterhelés által érintett lakosság és lakóépületek számának a 2024. december 8. utáni időszakra várható százalékos változása a 2016. évi báziséhoz képest.

Tatabányai mintaterület				
Zajterhelés [dB]	Érintettek száma [%]		Lakóépületek száma [%]	
	L_{den} tekintetében	$L_{éjjel}$ tekintetében	L_{den} tekintetében	$L_{éjjel}$ tekintetében
50 – 55	-60	-76	-44	-71
55 – 60	-76	-76	-63	-54
60 – 65	-74	-95	-59	-95
65 – 70	-86	-56	-84	-92
70 – 75	-70	-100	-89	-100
> 75	-100	–	-100	–

Forrás: saját szerkesztés

3.c táblázat Mezőkövesd településen áthaladó csendes folyosó szakaszra modellezett zajterhelés által érintett lakosság és lakóépületek számának a 2024. december 8. utáni időszakra várható százalékos változása a 2016. évi bázisához képest.

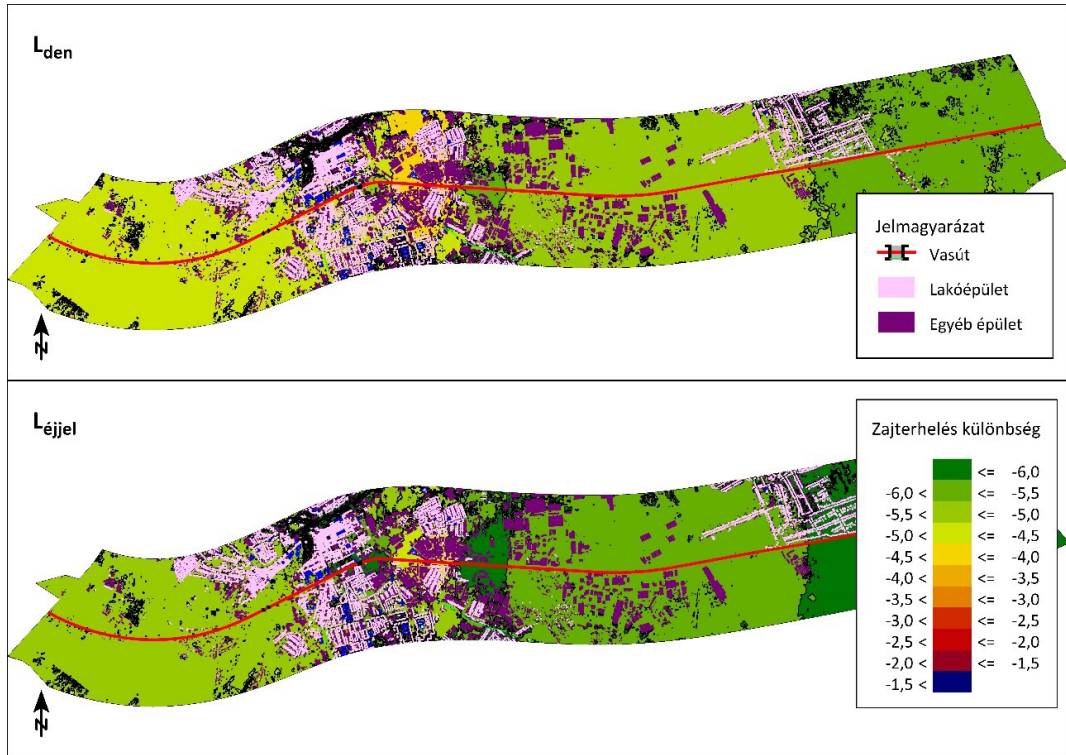
Mezőkövesdi mintaterület				
Zajterhelés [dB]	Érintettek száma [%]		Lakóépületek száma [%]	
	L_{den} tekintetében	$L_{éjjel}$ tekintetében	L_{den} tekintetében	$L_{éjjel}$ tekintetében
50 - 55	-47	-84	-44	-81
55 - 60	-86	-82	-83	-84
60 - 65	-75	-100	-78	-100
65 - 70	-87	-100	-88	-100
70 - 75	-100	-	-100	-
> 75	-	-	-	-

Forrás: saját szerkesztés

A 3.a, a 3.b és a 3.c táblázatban az érintettek számát [fő], illetve a lakóépületek számát [db] tüntettük fel a zajterhelés nagyságának függvényében ([dB]; 5 dB-es sávokat véve fel, 50 dB és >75 dB között) az L_{den} és az $L_{éjjel}$ zajjellemző tekintetében. Az értéket nem tartalmazó cellák esetében már a bázisévben sem volt az adott zajterhelési szintben érintett lakó/lakóingatlan.

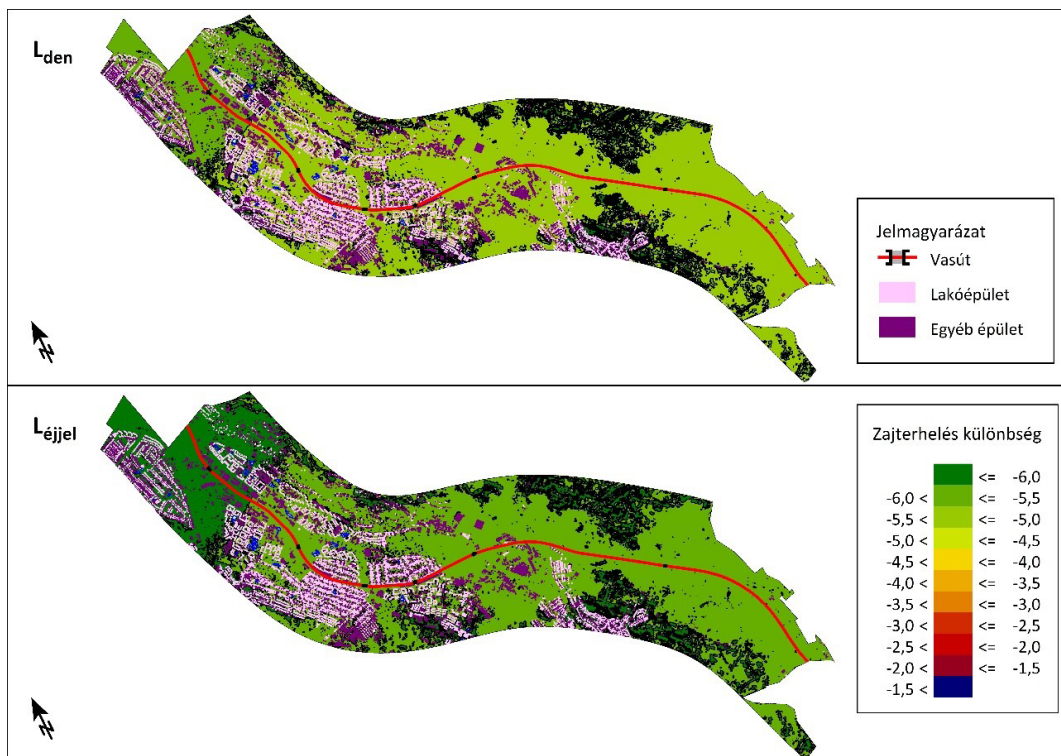
A táblázatokban szereplő adatok mindegyike jól tükrözi, hogy a zajterhelés nagyságától függetlenül, milyen nagymértékű csökkentés érhető el az érintett lakosság számában. Az érintettek számát vizsgálva, bármelyik kategóriát tekintjük is, jelentős, legalább 47%-os csökkenés figyelhető meg, amely ezen viszonylag rövid három szakasz esetében is már több ezer embernek jelent életminőségi javulást. A modellezés eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy bár az L_{den} értékek tekintetében még lesznek 70-75 dB-es zajterhelést elszenvedők, de az általunk vizsgált mintaterületek mindegyikén kevesebben lesznek, mint az ott élő, eredetileg ugyanekkora zajterhelésnek kitett lakosság 30%-a. A 2. táblázatban feltüntetett adatok alapján korábban megállapítottuk, hogy a csendes folyosók hatása várhatóan az éjszakai órákban lesz jelentősebb. Ezt az állításunkat alátámasztják az érintettség változásának modellezése során kapott adatok: az $L_{éjjel}$ értékek tekintetében a csendes folyosók mentén elenyészően csekély számú érintett lesz kitéve 60-65 dB-nél nagyobb zajterhelésnek. A 65 dB-nél alacsonyabb zajterheléssel érintett lakosság létszáma is legalább 52%-kal fog csökkenni. Példának okáért a mezőkövesdi mintaterületen, a modellszámítások alapján előreláthatólag nem lesznek 60 dB-nél nagyobb zajterhelésben élők. A zajterheléssel terhelt területeken található lakóingatlanok számának változásában is számottevő csökkenés figyelhető meg: az L_{den} értékek esetén legkevesebb 44%-kal, míg az $L_{éjjel}$ esetében legalább 54%-kal lesz kevesebb ingatlan a zajszennyezett területeken.

A 3.a, a 3.b és a 3.c ábrán az egyes mintaterületekre modellezett zajterhelés-különbségek láthatóak, a $[\Delta dB]$ értéket színeknek megfelelően.



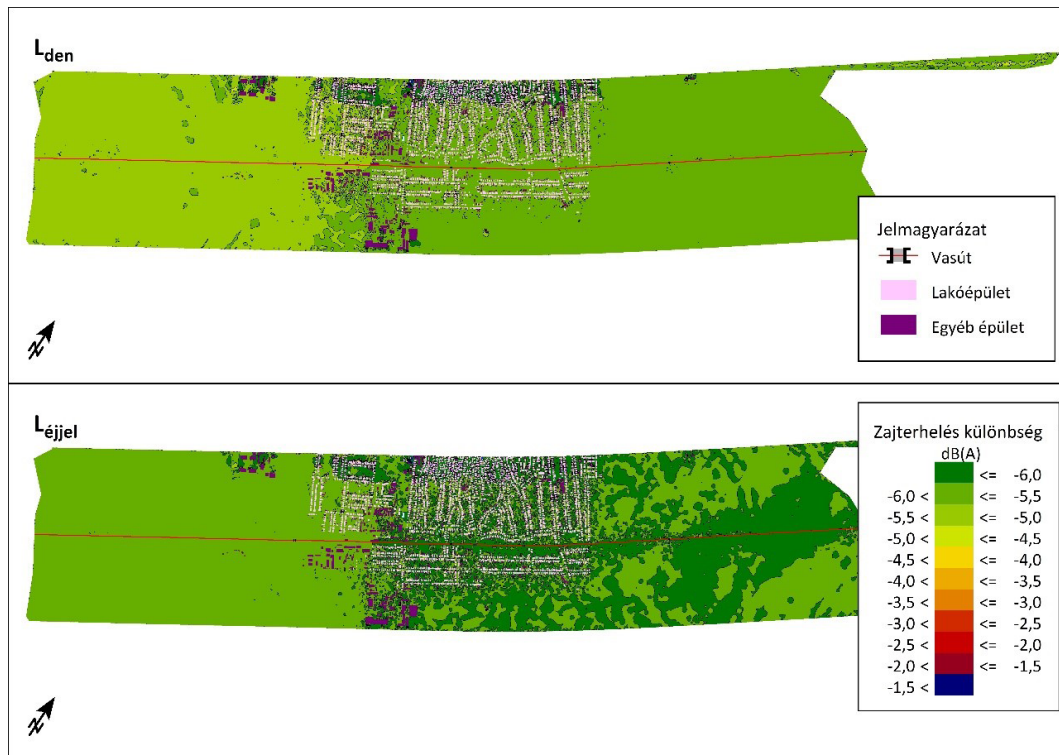
3.a ábra A Győr településen áthaladó csendesfolyosó szakaszra modellezett zajjellemzők várható változása.

Forrás: saját szerkesztés



3.b ábra A Tatabánya településen áthaladó csendesfolyosó szakaszra modellezett zajjellemzők várható változása.

Forrás: saját szerkesztés



3.c ábra A Mezőkövesd településen áthaladó csendesfolyosó szakaszra modellezett zajjellemzők várható változása.

Forrás: saját szerkesztés

A 3.a - 3.c ábrán szereplő mintaterületek mindegyike esetén megfigyelhető, hogy a vasúti pályákhoz közel található épületek, így azok zajterheléstől mentesítése fontos, megoldandó probléma, amelyen a csendesebb útvonalak bevezetése a jövőben nagy segítséget nyújthat a mindennapjaikat ott töltő lakosok számára.

Fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy tanulmányunkban a vasúti zaj eredetének egyetlen, általunk kiválasztott paraméterét vizsgáltuk. A vasúti zaj keletkezésének számos egyéb összetevője van, mint például a vagonok fékrendszerén kívüli egyéb műszaki paraméterei, vagy éppen a vasúti pályahálózat állapota. A vasúti közlekedés és szállítmányozás csendesebbé tétele érdekében minden téren törekednünk kell a jelenleg elérhető legkorszerűbb, leghalkabb technológiák, műszaki megoldások alkalmazására.

Következtetések

Modellszámításunk alapján megállapítható, hogy azon csendes folyosók környezetében, amelyeken kisebb a teher szállító vonatok forgalma, az öntöttvas féktuskók műanyag kompozit féktuskókra való cserélése által (a 2019/774 bizottsági végrehajtási rendelet értelmében legkésőbb 2024. december 8-ig), az L_{den} értékek tekintetében legalább 3 dB-nyi csökkenés érhető el a bázisévhez (2016) képest, míg a nagyobb teherforgalmú szakaszokon várhatóan az L_{den} értékek 6 dB-lel fognak csökkenni. A rendelkezésünkre álló forgalmi adatok és a kapott értékek alapján megállapítható, hogy a teher szállító vonatszerelvények fékrendszerének korszerűsítése az éjszakai időszakban előreláthatóan nagyobb zajkibocsátás-csökkenést eredményez: az általunk vizsgált kisebb forgalmú vasútvonalak esetén 4 dB-nyi, míg a nagyobb forgalmú vasútvonalakon akár 7 dB-nyi csökkenés várható az $L_{éjjel}$ értékben.

Az általunk választott mindhárom mintaterületen végzett érintettségvizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy a műanyag kompozit féktuskók alkalmazásának hatására a zajterhelés által érintett lakosság és a lakóépületek száma is jelentős mértékben csökkenni fog. Mind az L_{den} , mind pedig az $L_{éjjel}$ értékekre vonatkozóan, visszaesést figyelhetünk meg a bázisévhez képest az érintettek, és a lakóingatlanok számában egyaránt. A csendes folyosók mentén minden zajterhelési kategóriában legalább 44%-os javulás érhető el. A tanulmányban említett, három mintaterületre vonatkozó modellszámítások alapján arra a következtetésre juthatunk, hogy a csendes folyosók mentén többszáz lakóingatlan, illetve több ezer lakó szabadul fel a zajszennyezés ártalmas hatásai alól. Az éjszakai időszakot vizsgálva megállapítható, hogy az általunk vizsgált mintaterületeken, a csendes folyosók

mentén, voltaképpen nem lesz olyan lakóingatlan, illetve lakos, aki 65 dB-nél nagyobb zajterhelést szenvedne el.

A fenti értékek minél pontosabb megismerése érdekében szükségesnek látjuk, hogy idővel kialakuljon a megfelelő magyar számítási módszertan a kompozit féktuskókkal felszerelt vasúti szerelvények vonatkozásában is. Az egységesen elfogadott számítási módszer publikálása után lehetőségünk lesz egy jövőbeni kutatás keretein belül a valós viszonyokat leginkább közelítő modellszámítást elvégeznünk.

Mivel a teherszállító vonatszerelvények jellemzően nem csupán a csendesebb útvonalakként megjelölt szakaszokon közlekednek, így nem csak a rendelet által szabályozott szakaszok mentén lesz alacsonyabb a zajszennyezettség mértéke, valamint az érintett lakosság száma, hanem a vonatok szállítási útvonalának egészén. Mind a hazai, mind pedig az egyéb uniós tagállamokban kijelölt csendes folyosók között szerepelnek olyanok, melyek a transzeurópai közlekedési hálózat (TEN-T)⁴ vasúti hálózatának is részét képezik. Ezen hálózat egyik célja, hogy az Európán belüli közlekedést egységesítse, valamint egyszerűsítse az országok közötti logisztikai útvonalakat. Ez a hálózat jóval nagyobb, mint a csendesebb útvonalaké, így könnyen belátható, hogy a csendesebb útvonalakon áthaladó, majd a TEN-T hálózat további szakaszai mentén tovább haladó teherszállító vasúti szerelvények Európaszerte a környezetet érő zajterhelésre jelentős pozitív hatást fognak gyakorolni.

Felhasznált irodalom

- ERA (2015): <https://www.era.europa.eu/sites/default/files/activities/docs/era-td-2009-02-int.pdf> (utolsó hozzáférés: 2022.03.17.)
- ERA (2018): https://www.era.europa.eu/sites/default/files/library/docs/recommendation/006rec1072_full_impact_assessment_en.pdf (utolsó hozzáférés: 2022.03.17.)
- European Environment Agency (2019): Chapter 11 – Environmental noise, The European environment – state and outlook 2020, pp. 252-267.
- M+P (2014): <https://docplayer.net/8217855-Measures-on-rail-traffic-noise-in-europe.html> (utolsó hozzáférés: 2022.03.17.)
- UIC – International Union of Railways (2010): Railway Noise in Europe – A 2010 report on the state of the art ISBN 978-2-7461-1880-5
- UIC – International Union of Railways (2013): Real noise reduction of freight wagon retrofitting – Supporting communication on noise reduction – Synthesis report; MD-AF20120302
- UIC – International Union of Railways (2018): Railway Noise in Europe State of the art report ISBN 978-2-7461-2990-0
- UIC (2013a): https://uic.org/IMG/pdf/uic_design_rules_for_composite_brake_blocks_k_en_not_updated.pdf (utolsó hozzáférés: 2022.03.17.)
- UIC (2013b): https://uic.org/IMG/pdf/uic_usage_guidelines_for_composite_brake_blocks_IL_not_updated.pdf (utolsó hozzáférés: 2022.03.17.)
- Zobory István et al. (2012): Járművek és mobil gépek I. – Egyetemi tananyag, ISBN 978-963-279-592-8

⁴ Az Európai Parlament és a Tanács 1315/2013/EU rendelete (2013. december 11.) a transzeurópai közlekedési hálózat fejlesztésére vonatkozó uniós iránymutatásokról és a 661/2010/EU határozat hatályon kívül helyezéséről.

Tudományos közlemény

Digitális sebesség- és sebességhatár-kijelző készülékek hatásának vizsgálata

Beküldve: 2021.12.01.
Elfogadva: 2022.03.29.
Online közzététel: 2023.04.20.

- PAUER GÁBOR** szenior kutató, tudományos munkatárs, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztika Intézet, Közlekedésbiztonsági Kutatóközpont, pauer.gabor@kti.hu
- KRIZSIK NÓRA** szenior kutató, tudományos segédmunkatárs, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztika Intézet, Közlekedésbiztonsági Kutatóközpont, PhD hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék, krizsik.nora@kti.hu
- SZIGETI SZILÁRD** junior kutató, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztika Intézet, Közlekedésbiztonsági Kutatóközpont, szigeti.szilard@kti.hu

Kivonat: A sebesség nem megfelelő megválasztása hazánkban és Európa szerte a vezető közúti baleseti okok között szerepel. A sebesség és a baleseti kockázat között bizonyított összefüggés áll fent. Kutatásunk célja a forgalom sebességének csökkentése céljából alkalmazott, járművek által aktivált digitális sebesség/sebességhatár-kijelző készülékek hatásának vizsgálata volt. Az elvégzett járműkövető sebességmérések a járművek által aktivált kijelzők pozitív hatásait támasztják alá.

Kulcsszavak: közlekedésbiztonság, sebességmenedzsment, digitális kijelzők, jármű által aktivált jelzéseképek

Investigation of the effect of digital speed and speed limit display devices

Abstract: Incorrect choice of speed is one of the leading causes of road accidents in Hungary and in Europe. There is a correlation between speed and accident risk. The aim of our research was to investigate the effects of digital speed/speed limit displays activated by vehicles. During the measurements we used vehicle tracking radar. The assessment confirmed the positive effects of the vehicle-activated displays.

Keywords: road safety, speed management, digital displays, vehicle-activated signs

Bevezetés és irodalmi áttekintés

Sebességcsökkentéssel összefüggő nemzetközi célkitűzések

A nem megfelelő sebességválasztás mind Magyarországon, mind nemzetközi szinten jelentős baleseti előidéző oknak tekinthető. Hazánkban a 2015-2020 közötti időszakban átlagosan az összes baleset 32%-a volt visszavezethető erre a baleseti okcsoportra. Külterületi útjainkon a helyzet ennél is kritikusabb, a balesetek 51%-át a nem megfelelő sebességválasztás idézte elő. A vizsgált hat évben a balesetet előidéző elsődleges okcsoportra vonatkozó arányok stagnáltak. Emelkedés egyedül 2020-ban következett be. Ebben az évben 3%-os növekedés volt a sebesség nem megfelelő alkalmazása miatt bekövetkezett balesetek arányában. Ennek oka feltehetően a Covid vírus hatására csökkenő forgalomnak és az ez által növekvő sebességeknek tudható be.

Összességében minden harmadik, külterületen minden második baleset a nem megfelelő sebességválasztás miatt következik be, ezért e terület vizsgálata és a pozitív irányú változás elősegítése kiemelt jelentőséggel bír a közlekedésbiztonság javításában. A balesetszámok visszaszorítása érdekében a jövőben előtérbe kell helyezni a meglévő sebességhatárok felülvizsgálatát, valamint azok betartatását.

Nemzetközi szinten az elmúlt években jelentős előrelépés, trend mutatkozott a közúti sebességhatárok felülvizsgálatára, azok csökkentésére. Spanyolországban a Közlekedési Főigazgatóság új jogi reformcsomagjának értelmében például 2021. május 11-től a városokban a mindkét irányban egy sávú forgalmi utak sebességkorlátja 30 km/h, a gyalogosfelülettől szintemeléssel nem elválasztott utakon pedig 20 km/h sebességkorlát lépett érvénybe.

(Eged, 2021). Hollandiában szintén a váltás küszöbén állnak. Előzetes jóváhagyást kapott a 30 km/h sebességkorlát bevezetése a beépített területeken (Marie, 2020). Párizsban 2021. augusztus végétől a nagyobb forgalmú és áteresztőképességű tengelyek kivételével mindenhol 30 km/h-ra csökkentették a sebességhatárt (Koloszi, 2021).

A csökkentett sebességkorlátok bevezetése javasolt, azonban a sebességhatár betartására is célszerű hangsúlyt fektetni. Számos eszköz létezik rá, az ellenőrzés és szankcionálás mellett olyan környezet kialakítása ajánlott, ami a megfelelő sebességválasztást támogatja. Ide sorolhatók például a fizikai, épített sebességcsökkentő elemek (forgalomlassító küszöbök, szintemelt csomópontok, sávelhúzások), valamint a járművekre fizikai hatást nem kifejítő eszközök, például a jelen cikkben vizsgált digitális sebességhatár és sebességkijelzők¹.

A digitális sebességkijelzők az újonnan bevezetésre kerülő sebességkorlátozó intézkedések betartásának hatékony eszközei lehetnek a közeljövőben, ezért lényeges az általuk eltérő környezetben és jelzésképpel kifejtett hatások feltárása.

A vizsgált eszközök hatásával kapcsolatos korábbi kutatások eredményei

A digitális sebességet és sebességhatárt kijelző készülékek elsődleges hatása a járművek sebességének változásában mutatkozik meg (Ullman – Rose, 2005). Az eltérő jelzésképek, az üzemelés időtartama, az aktiválási sebesség azonban olyan tényezők, amelyek befolyásolják a járművezetők döntéseit, választott sebességeit. A digitális sebességkijelzők hatékonyságát számos korábbi, nemzetközi tanulmány vizsgálta.

Magyarországon (Szele – Albert, 2005) 2003-2004-ben a Közlekedéstudományi Intézet vizsgálta Leányfalu belterületén az akkor még csak tervezett sebességkijelző készülék forgalomra gyakorolt hatásait. Az „előtte-utána” vizsgálatok alapján a kijelző felszerelése után az átlagsebességek 5 km/h-val csökkentek. A sebességválasztás térbeliségének összefüggésében a legnagyobb sebességcsökkenést a tábla vonalában mérték (a szabályosan közlekedők aránya 20,4%-ról 41,8%-ra nőtt), azonban a kijelző után 150 méterrel is kedvezőbben alakultak a sebességek (a szabályosan közlekedők aránya 27,6%-ról 38,9%-ra emelkedett).

Az Egyesült Királyságban, Surrey megyében 2009-ben végeztek átfogó kutatást a járművek által aktivált digitális sebességkijelzők hatásairól (Swanepoel, 2015). A vizsgálatba 128 különböző helyszínen elhelyezett, összesen 218 darab készüléket vontak be. A helyszínek kiválasztása főleg ismert baleseti gócpontokra, vagy olyan helyszínekre esett, ahol a korábban bevezetett hagyományos fogalomcsillapító intézkedések kudarcot vallottak. A kihelyezett eszközök hatékonyak bizonyultak. A vizsgált helyszíneken a súlyos és halálos kimenetelű balesetek száma 20%-os csökkenést mutatott a kihelyezést követő 3 évben. A készülékek típusainak vonatkozásában kimutatták, hogy a súlyos és halálos kimenetelű közúti balesetek számának csökkenését leginkább a figyelmeztető jelzések és sebességhatár kijelzők kombinálása (-48%), a jármű által aktivált figyelmeztető jelzések (-37%), valamint a sebességhatár kijelző és biztonsági kamera kombinációja (-32%) eredményezte.

Németországban a digitális sebességkijelzők hatásosságának vizsgálata során mérték a járművek átlagsebességét, a V85 sebességét (az a sebesség, melyet csak a járművezetők 15%-a lép túl), valamint a gyorsajtók arányát (Gehlert et al., 2012). A mérést végig ugyanazon a helyszínen végezték, a kijelző telepítése előtt 1 hónappal, az üzemelés alatt 2 - 3 hónapig, majd a leszerelést követő hónapokban. Az eredmények azt mutatták, hogy a vizsgált kijelzőtípusok mindegyike sebességcsökkentő hatással bírt, azonban eltérő mértékben. Az átlagsebességek 0,7-3,1 km/h között, a V85 sebességek 1-3 km/h között, a gyorsajtók aránya pedig 6,6-28,6% között csökkent típusától függően. A leszerelés után mindegyik paraméter visszatért a kiinduló állapot közelébe.

Finnországban Lahti és Tampere városaiban 2018. május és október között vizsgálták a jármű által aktivált jelzésképek hatékonyságát (Malin – Luoma, 2020). A helyszínek kijelölése során olyan csökkentett sebességű (40km/h), 2x1 sávós gyűjtő utcákra fókuszáltak, amelyeken gyalogosátkelőhely került kijelölésre. A forgalom tekintetében megkülönböztettek „forgalmas” és „kevésbé forgalmas” helyszíneket. Az eredmények azt mutatták, hogy az átlagsebesség-csökkenés szignifikáns volt, az eszköz üzemelése idején a forgalmasabb mérési pontokon 1,5-2,9 km/h, a kevésbé forgalmas helyszíneken 0,5-2,0 km/h sebességcsökkenést tapasztaltak. A kijelzők leszerelése után a sebesség az előtte állapothoz képest alacsonyabb maradt, azonban a sebességcsökkenés mértéke alacsonyabb volt.

Londonban a digitális sebességkijelzők rövidtávú hatását baleseti gócpontok, illetve gyorsajtás által jellemzett helyszíneken vonták vizsgálat alá. A kapott eredmények átlagosan 2,3 km/h sebességcsökkenést mutatnak, összevetve a kijelző előtt 200 méterre lévő sebességmérő adatait a kijelzőnél mért adatokkal. Az átlagos

¹ Közúti forgalom csillapítása, e-ÚT 03.02.12 (a korábbi számozási rendszer szerint ÚT 2-1.207) útügyi műszaki előírás

sebességcsökkenés 200 méterrel a kijelző után csupán 0,3 km/h volt. Tovább távolodva, 400 méterrel a kijelző mögött már átlagosan 1 km/h sebességnövekedés volt jellemző (Walter – Broughton, 2011).

A digitális sebességkijelzők hosszútávú hatásainak vizsgálata azt mutatta, hogy a forgalom sebessége a telepítést követően lecsökkent, és ez a sebességérték meg is maradt a kihelyezés utáni 1 éves időszakban (Sandberg et al., 2006).

Egy Svédországban 2016-ban készült tanulmányban (Jomaa et al., 2017) a kijelzők aktiválási sebességének hatását vizsgálták. Az aktuális sebességet kijelző készüléknek összességében nagyobb hatása mutatkozott belterületen, mint a sebességhatár-jelzésnek. Külterületen mindkét típusú kijelzőnek hasonló pozitív hatásai mutatkoztak.

A kutatásunk célja

A fenti kitekintés alapján a korábbi tanulmányok a vizsgált eszközök hatékonyságáról tanúskodnak. Magyarországon és a külföldi országokban ma már számos, eltérő jelzésképpel rendelkező digitális sebességkijelző-berendezés üzemel. Ezek eltérő mértékű hatást fejtenek ki a közlekedőkre, a kijelző típusának, a kihelyezés időtartamának és helyének, valamint a választott aktiválási sebességnek a függvényében. Mivel hazánkban korábban csupán az első ilyen jármű által aktivált eszközök kihelyezésekor végeztek hatásvizsgálatokat (amelyek maguk is megjegyezték, hogy az „újdonság erejének” eltűnését követően újabb hatásvizsgálatok elvégzése lesz indokolt), kutatásunk célja annak feltárása volt, hogy a magyarországi közlekedők sebességválasztására hogyan hatnak a digitális sebességkijelző készülékek jelenleg. Kezdeti feltételezéseink:

- a sebességkijelző egységek kis forgalmú helyszínek esetében jobban csökkentik a forgalom sebességét,
- a sebességkijelző vonala után a forgalom sebessége nem csökken tovább,
- a leghatásosabb jelzéskép a sebességhatár kijelzése,
- a járművezetők kevésbé csökkentik sebességüket azokon a helyszíneken, ahol az aktuális sebességük kerül kijelzésre.

Módszertan

Mérési helyszínek

A járművek által aktivált sebességkijelző táblák hatásainak értékeléséhez sebességméréseket végeztünk 5 különböző helyszínen. A helyszínek jellemzőik (terület típusa, beavatkozás szükségességének indoka) és az eszközök típusa (sebességkorlátozás jelzése, jármű sebesség kijelzése, szín, stb.) szerint változtak.

A mérési helyszíneink az alábbiak voltak:

- 9121 Győrszemere, 83-as út, 63+390 km szelvénye (47.5955862, 17.58716091)
- 1038 Budapest, Ezüsthely út 34-42. (47.600180, 19.046550)
- 1097 Budapest, Határ út 30. (47.458197, 19.118598)
- 2162 Órbottyán, 2104-es út, 12+770 km szelvénye (47.690259, 19.257157)
- 2162 Órbottyán, 2103-as út, 7+980 km szelvénye (47.700312, 19.295032)

Mérési időszak

A méréseket 2020 júliusában és augusztusában, hétköznap végeztük el, elkerülve a csúcsidőt (az esetleges torlódások okozta mérési torzítások elkerülése érdekében). Minden helyen kétfajta mérést végeztünk el, amelyek a „vele” és „nélküle” esetet szimbolizálták:

- 9 órányi mérést végeztünk 3 különböző hétköznap a járművek által aktivált kijelzők működése mellett;
- 9 órányi mérést végeztünk 3 különböző hétköznap a kijelzők kikapcsolt állapota mellett.

A mérések során a kijelzők felé közeledő, illetve a kijelzőktől távolodó járművek sebességét is vizsgáltuk.

Az adatfelvételek során együttműködtünk a helyi önkormányzatokkal és a közútkezelőkkel, akik a „nélküle” mérések idejére leállították a járművek által aktivált, sebességre figyelmeztető táblákat. A méréseket az illetékes hatóságok jóváhagyásával bonyolítottuk le.

Mérőműszer

A mérésekhez Falcon Plus II típusú, intelligens sebességmérő radart használtunk. Az eszköz mérési elve a Doppler-effektuson alapul. Az érzékelő egység mikrohullámú jelet bocsát ki a kívánt célpontra, és elemzi, hogy az objektum mozgása hogyan változtatta meg a visszaadott jel frekvenciáját. A kapcsolódó számítási algoritmusok révén az észlelt objektumok sebessége pontosan meghatározható. Az alkalmazott eszköz a jelkibocsátás gyakorisága révén járműkövetésre is alkalmas, a közeledő és távolodó járművek között is különbséget tudott tenni, illetve bizonyos szintig az azonos irányba haladó, egymást követő járműveket is képes megkülönböztetni (a követési idő, vagy a sebességkülönbség függvényében). A mérés során folyamatosan rögzítésre került a járművek pontos észlelési ideje és sebessége mikroszekundumos időközönként, attól a pillanattól kezdve, ahogy a jármű az érzékelési tartományon belülré került (kb. 50 méter). A mérőegységet a digitális sebesség kijelző táblával azonos oszlopra, vagy annak vonalában rögzítettük.

Adatfeldolgozás

A berendezés maximális hatótávolsága 50 méter, amely azonban nagyban függ a környezeti és egyéb körülményektől (pl. időjárási körülmények, látási viszonyok, a mért jármű színe, mérete, stb.). Az eszköz szinte a saját vonaláig érzékelt a járműveket, ezért az utolsó mért pontként az eszköz előtt 1 méterre található keresztmetszetet definiáltuk. A rögzített idő- és sebességadatokat alapján adatfeldolgozó szoftver segítségével határoztuk meg a járművek távolságát az észlelési tartományon belül 1 méteres felbontással, lineáris interpoláció alkalmazásával.

Az adatok feldolgozása során a következő adattisztításokat végeztük el. Töröltük azokat a járműveket,

- amelyeket a mérőműszer nem érzékelt legalább 20 méteres távolságból,
- amelyekről 10-nél kevesebb mérési adat állt rendelkezésre,
- amelyek bármely, időben egymást követő két mérési pontja között a távolság 5 méternél nagyobb volt,
- amelyeknek átlagos sebessége 40 km/h-nál alacsonyabb volt ott, ahol a megengedett sebesség 60 km/h, vagy melyek átlagos sebessége 30 km/h-nál alacsonyabb volt ott, ahol a sebességkorlátozás 50 km/h (ekkor vélhetően a lassú haladás valamilyen egyéb forgalmi okból történt, nem a jelzések hatására),
- amelyeknél a sebességérték szórása meghaladta a sebességkorlátozás 10%-át.

Mérési eredmények

A sebességmérések eredményei alapján a következő adatokat számítottuk ki:

- átlagsebesség (5 méterenként számítva, 1 m-re a készüléktől kezdve; a sebességmérő készülék előtti és mögötti útszakasz esetén);
- V85 sebesség (5 méterenként számítva, 1 m-re a készüléktől kezdve; a sebességmérő készülék előtti és mögötti útszakasz esetén);
- a sebességhatárt túllépő járművek aránya (a készülékektől a következő távolságokra számítva: -50 m, -30 m, -1 m, 30 m, 50 m);
- a sebességet csökkentő járművek aránya (a készülékhez közeledő járművek esetén - az első mért ponttól -1 m-ig);
- a sebességet legalább 10%-kal csökkentő járművek aránya (a készülékhez közeledő járművek esetén - az első mért ponttól -1 m-ig);
- a sebességet csökkentő járművek aránya azoknál a járművezetőknel, akik az első mért ponton túllépték a sebességhatárt (a készülékhez közeledő járművek esetén - az első mért ponttól -1 m-ig);
- a sebességet legalább 10%-kal csökkentő járművek aránya azoknál a járművezetőknel, akik az első mért ponton túllépték a sebességhatárt (a készülékhez közeledő járművek esetén - az első mért ponttól -1 m-ig);
- a sebességet növelő járművek aránya (ha a jármű elhagyta a készüléket, - 1 m-től az utolsó mért pontig);
- olyan járművek aránya, melyek legalább a sebességhatár 10%-ával növelték a sebességet (ha a jármű elhagyta a készüléket, - 1 m-től az utolsó mért pontig).

A mérési helyszínek fő jellemzőit az 1. táblázatban, az eredményeket a 2. táblázatban mutatjuk be.

1. táblázat A mért helyszínek és a sebességkijelző készülékek fő jellemzői

	1. Győrszemere, 83-as út	2. Budapest, Határ út 30.	3. Budapest, Ezüsthegy út 34-42.	4. Órbottyán, 2104-es út	5. Órbottyán, 2103-as út
Környezet típusa	külterület	belterület, nagy forgalom	belterület, alacsony forgalom	belterület, külterületi környezeti jelleggel, városhatárhoz közel	belterület, városhatárhoz közel, alacsony forgalom
Sebességhatár	60 km/h	50 km/h	50 km/h	50 km/h	50 km/h
Eszköz típusa	sebességhatár kijelzése (60 km/h)	sebesség kijelzése (sebességhatár alatt zöld színnel, felette piros színnel)	sebességhatár kijelzése (50 km/h)	sebesség kijelzése (sebességhatár alatt nincs jelzés, felette piros színnel)	sebesség kijelzése (sebességhatár alatt nincs jelzés, felette piros színnel)
Egyéb forgalmat befolyásoló tényező	eszköz mögött ív található	nagy forgalom, jelentős tgg. forgalom	kijelölt gyalogos-átkelőhely az eszköz után	-	-

Forrás: Szerzők saját eredménye

2. táblázat A mérési eredmények fő jellemzői

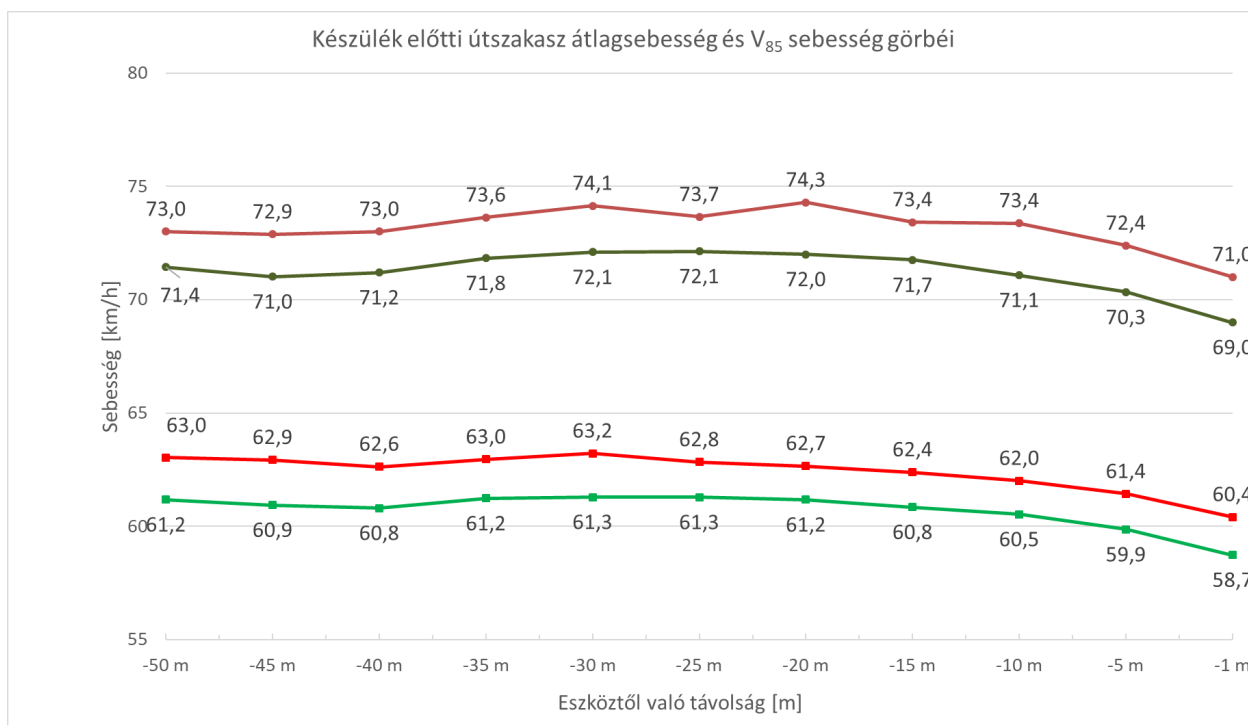
	1. Győrszemere, 83-as út	2. Budapest, Határ út 30.	3. Budapest, Ezüsthegy út 34-42.	4. Órbottyán, 2104-es út	5. Órbottyán, 2103-as út
Sebességdiagramokból levont fő következtetések (közeledő járművek)	V _{átlag} > V _{megengedett}	V _{átlag} << V _{megengedett}	V _{átlag} < V _{megengedett}	V _{átlag} > V _{megengedett}	V _{átlag} > V _{megengedett}
	V ₈₅ és V _{átlag} 2 km/h csökkenés	V ₈₅ és V _{átlag} csak 0,5-1 km/h-val alacsonyabb	V ₈₅ és V _{átlag} 3-7 km/h-val alacsonyabb	V ₈₅ és V _{átlag} 1-1,5 km/h-val alacsonyabb	V ₈₅ és V _{átlag} 2,5-4 km/h-val alacsonyabb
	Sebességcsökkenés 2-2,5 km/h	Sebesség állandó maradt a mért szakaszon	Sebesség 3 km/h-val csökkent a szakasz végén (30m)	Kis sebesség-növekedés a szakasz elején, majd csökkenés	3-5 km/h sebességcsökkenés a kijelző vonaláig
Sebességdiagramokból levont fő következtetések (távolodó járművek)	- jellemző a kijelző vonaláig lassítás, majd onnan gyorsítás - az átlagos és a v ₈₅ sebesség csak akkor nem nőtt a készülék mögött, ha fizikai oka volt a sebesség alacsonyabban tartásának (pl. ív, gyalogátkelő a készülék mögött)				
A sebességhatárt túllépő járművek aránya az eszköz vonalában	- üzemelő kijelző: 28,5% - nem üzemelő kijelző 42,9% csökkenés: 33,6%	- üzemelő kijelző: 9,0% - nem üzemelő kijelző: 17,4% csökkenés: 48,3%	- üzemelő kijelző: 11,3% - nem üzemelő kijelző: 14,2% csökkenés: 20,4%	- üzemelő kijelző: 50,1% - nem üzemelő kijelző: 50,8% csökkenés: 1,4%	- üzemelő kijelző: 47,4% - nem üzemelő kijelző: 57,8% csökkenés: 18,0%

Forrás: Szerzők saját eredménye

A 2. táblázatból kiderül, hogy az eszközök a legtöbb helyszínen esetén sebességcsökkentő hatással bírtak, az átlag-, illetve a v₈₅ sebességek minden helyszínen csökkentek bekapcsolt sebességkijelzős üzemmód mellett. Eltérő sebességprofilok rajzolódtak ki az egyes helyszíneken, volt ahol a mérési szakasz elején, volt ahol a végén mértünk nagyobb sebességesést. Az eszközök sebességcsökkentő hatása ugyanakkor már a mért 50 méteres szakasznál korábban is érvényesült. Megjegyzendő, hogy az 5-ös számú helyszínen a mérési minta túl alacsony volt, így

messzemenő következtetéseket nem tudunk belőle levonni.

A mérések közül részletesebben Gyórszemere helyszín sebességdiagramjait ismertetjük külterületi jellege miatt. Piros színekkel jelöltük a kijelző nélküli, zöld színekkel a kijelző működése melletti értékeket. A színeken belül a sötétebb árnyalat a V₈₅, míg a világosabb az átlagsebesség értékeit szemlélteti. Az Hiba! A hivatkozási forrás nem található. 1. ábra és a 3. táblázat a sebességkijelző vonala előtti útszakasz, a 2. ábra és a 4. táblázat a sebességkijelző vonala utáni útszakasz mérési eredményeit ismerteti 5 méteres bontásban.



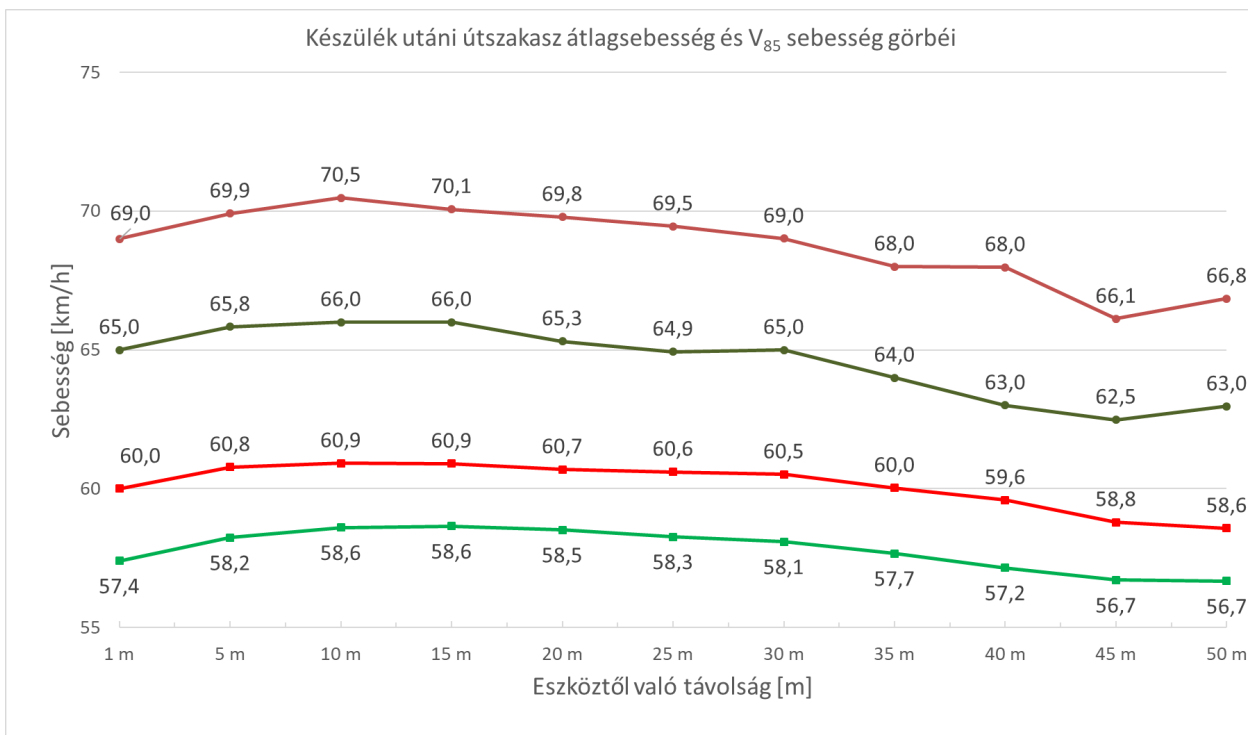
1. ábra Átlagsebesség és V₈₅ sebesség változása- A készülék előtti útszakaszon, Gyórszemere

Forrás: Szerzők saját eredménye

3. táblázat Jellemző sebesség értékek alakulása és mérési mintanagyság a kijelző előtti szakaszon

	-50 m	-45 m	-40 m	-35 m	-30 m	-25 m	-20 m	-15 m	-10 m	-5 m	-1 m
átlagsebesség – eszköz üzemen kívül	63,0	62,9	62,6	63,0	63,2	62,8	62,7	62,4	62,0	61,4	60,4
V ₈₅ sebesség – eszköz üzemen kívül	73,0	72,9	73,0	73,6	74,1	73,7	74,3	73,4	73,4	72,4	71,0
járműszám – eszköz üzemen kívül	388	426	467	508	564	588	610	610	610	610	610
átlagsebesség – eszköz üzemen	61,2	60,9	60,8	61,2	61,3	61,3	61,2	60,8	60,5	59,9	58,7
V ₈₅ sebesség – eszköz üzemen	71,4	71,0	71,2	71,8	72,1	72,1	72,0	71,7	71,1	70,3	69,0
járműszám – eszköz üzemen	485	542	626	703	767	809	830	830	830	830	830

Forrás: Szerzők saját eredménye



2. ábra Átlagsebesség és V_{85} sebesség változása- A készülék utáni útszakaszon, Győrszemere

Forrás: Szerzők saját eredménye

4. táblázat Jellemző sebesség értékek alakulása és mérési mintanagyság a kijelző utáni szakaszon

	1 m	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m	50 m
átlagsebesség – eszköz üzemén kívül	60,0	60,8	60,9	60,9	60,7	60,6	60,5	60,0	59,6	58,8	58,6
V_{85} sebesség – eszköz üzemén kívül	69,0	69,9	70,5	70,1	69,8	69,5	69,0	68,0	68,0	66,1	66,8
járműszám – eszköz üzemén kívül	707	707	707	707	707	679	647	576	501	414	333
átlagsebesség – eszköz üzemenben	57,4	58,2	58,6	58,6	58,5	58,3	58,1	57,7	57,2	56,7	56,7
V_{85} sebesség – eszköz üzemenben	65,0	65,8	66,0	66,0	65,3	64,9	65,0	64,0	63,0	62,5	63,0
járműszám – eszköz üzemenben	1031	1031	1031	1031	1031	997	920	806	688	572	473

Forrás: Szerzők saját eredménye

Az eszköz sebességcsökkentő hatását jól szemlélteti, hogy az átlagsebesség és a V85 sebesség is jelentősen alacsonyabb volt az eszköz működése esetében. Mindkét mutató esetében 2 km/h-ás különbséget mértünk. A görbék alakját tekintve nem volt számottevő különbség. Attól függetlenül, hogy a tábla működött vagy sem, a sebességek a tábla vonaláig enyhe csökkenést mutattak, majd a kijelzőt 10 méterrel elhagyva növekedtek, majd ismét csökkentek (valószínűleg az út íve miatt). Tekintve, hogy a sebességkülönbségek már az eszköz előtt 50 méterrel is fennálltak, arra következtethetünk, hogy a kijelző hatása már ennél nagyobb távolságban is érvényesül.

Eredmények értékelése

Az eredmények alapján a jármű által aktivált, sebességre/sebességhatárra figyelmeztető kijelzők legkedvezőbb hatásait az 1. (Győrszemere) és 3. helyszínen (Ezüsthegy utca) lehetett megfigyelni (illetve az 5. helyszínen, de abban az esetben a minta mérete alacsony volt). Ezek a helyszíneken a járművek sebessége jóval alacsonyabb volt a készülék működő állapotában, mint kikapcsolt állapotban. A két kiemelt helyszínen végzett vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a járművek sebességét hatásosabban csökkentik azok a kijelzők, amelyek az aktuális sebesség helyett az érvényes sebességhatárt jelzik ki. Fontos azt is hangsúlyozni ugyanakkor, hogy mindkét helyszín esetében jelen volt valamilyen jól látható, fizikai ok (ív/gyalogos-átkelőhely), amely a sebesség csökkentését és az eszköz alkalmazását indokolta.

Megjegyezzük, hogy az említett két helyszínen lévő kijelzők hatásai egymáshoz képest is eltértek. Az 1. helyszín egy külterületi útszakaszon található, 60 km/h sebességkorlátozással rendelkezett (az alapértelmezett 90 km/h sebességkorlátozás került csökkentésre a vizsgált szakaszon), és az átlagsebesség a megengedett felett alakult. A harmadik helyszín lakott területi, a jármű által aktivált sebességkorlátozó tábla csupán az alapértelmezett 50 km/h sebességkorlátozás megerősítésére szolgál. Az átlagsebesség itt valamivel alacsonyabb volt a megengedettnél még abban az esetben is, amikor a kijelző nem működött.

Kezdeti feltételezésünk, miszerint a vizsgált eszközök kis forgalmú helyszínek esetén jobban csökkentik a forgalom sebességét, igaznak bizonyult. A 2. helyszín esetén magasabb forgalom mellett az átlagos és a V85 sebesség 0,5-1 km/h voltak alacsonyabbak a kijelző működésekor. Ezzel szemben a 3. és 5. helyszínek (alacsonyabb forgalmú) esetében a csökkenés 2,5-7 km/h között alakult.

Második kezdeti feltételezésünk (a sebességkijelző után a forgalom sebessége nem csökken tovább) szintén bebizonyosodott. A mérési adatok alapján az átlagos és a V85 sebesség csak akkor nem nőtt a készülék mögött, ha fizikai oka volt a sebesség alacsonyabban tartásának (pl. ív, gyalogátkelő a készülék mögött).

A járművek által aktivált, digitális kijelzők jelzéseképeit illetően az aktuális sebességhatár kijelzése bizonyult hatékonyabb megoldásnak, így az erre vonatkozó feltételezés is helytálló volt. A legmagasabb elért sebességcsökkenés mértéke a sebességhatár kijelzése esetén 7 km/h, míg aktuális sebesség kijelzése mellett 4 km/h volt.

Következtetések

A sebesség nem megfelelő alkalmazása Magyarországon a leggyakoribb baleseti ok. A sebességszabályozás egy lokálisan alkalmazható eszköze a digitális sebesség/sebességhatár-kijelzők telepítése. A kijelzőkből számos különféle kialakítású, jelzéseképű változat létezik és került elhelyezésre hazánk közúthálózatán. Az eszközök hatékonyságának vizsgálata során azonban azt tapasztaltuk, hogy a kialakítás és az alkalmazási környezet befolyásolja az elért hatások mértékét. Az eredmények alapján a kijelzők kis forgalmú helyszínek esetében hatékonyabban csökkentik a forgalom sebességét, a kijelzők vonala után azonban a forgalom sebessége már nem csökken tovább. A jelzéseképét illetően az érvényes sebességhatár kijelzése bizonyult hatékonyabbnak a valós sebesség kijelzéséhez képest.

Megjegyezzük, hogy a vizsgálati helyszínek alacsony száma miatt általános következtetések levonása nehéz feladat, így azokat feltételesen szükséges kezelni. Ugyanakkor az eredmények kiinduló alapot szolgáltatnak a vizsgálatok folytatásához. A vizsgálati helyszínek száma a jövőben tervezetten bővítésre kerül, a mérési és adatfeldolgozási módszertan jelen projektben történő definiálásával és rendelkezésre állásával pedig a vizsgálatok reprodukálhatósága, és az eredmények összehasonlíthatósága, bővíthetősége biztosított.

A fenti eredmények támpontot adnak a közútkezelőnek arra vonatkozóan, hogy milyen szempontokat mérlegelhet hasonló készülékek telepítése és üzemeltetése kapcsán. A megfelelő hatékonyság érdekében körültekintően meg kell vizsgálni a környezeti kialakítást, a forgalmi jellegét és forgalomnagyságot is.

Az eredmények további kutatási lehetőségeket is felvetnek. Részletesebb, több helyszínen kiterjedő mérések

révén vizsgálatra érdemesek az eszközök hatékonyságának és az eszköztől való távolságnak az összefüggései, illetve a különböző információtartalmak további hatásai.

Az eredmények alapján érdemes lehet a hasonló elven működő (járművek által aktivált) további jelzések (például: különböző veszélyek digitális kijelzőn történő előjelzése) hatásainak járművezetők sebességválasztására gyakorolt hatásainak elemzése is.

Felhasznált irodalom

Eged István Renátó (2021): A spanyolok meglepték: 30 km/h lett a sebességhatár, <https://www.autonavigator.hu/cikkek/a-spanyolok-megleptek-30-km-h-lett-a-sebesseghatar/> (2021. november 11.)

Gehlert, Tina – Schulze, Cristoph – Schlag, B. (2012): Evaluation of different types of dynamic speed display signs, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 15(6), 667–675. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2012.07.004>

Jomaa, Diala – Yella, Siril – Dougherty, Mark (2017): A Comparative Study between Vehicle Activated Signs and Speed Indicator Devices', *Transportation Research Procedia*, 22, 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.03.017>

Kolozsi Ádám (2021): 30-as sebességkorlátozást a városba? Párizs megpróbálja, <https://telex.hu/kulfold/2021/07/08/30-as-sebesseghatarozast-a-varosba-parizs-megprobajja> (2021. november 11.)

Malin, Fanny – Luoma, Juha (2020): Effects of speed display signs on driving speed at pedestrian crossings on collector streets, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 74, 433–438. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.09.004>

Marie, Agathe (2020): 30 is the new 50: the Dutch reduce the default speed limit nation-wide, <https://ecf.com/news-and-events/news/30-new-50-dutch-reduce-default-speed-limit-nation-wide> (2021. november 11.)

Sandberg, Wayne et al. (2006): Long-Term Effectiveness of Dynamic Speed Monitoring Displays (DISMAYED) for Speed Management at Speed Limit Transitions, <https://www.semanticscholar.org/paper/Long-Term-Effectiveness-of-Dynamic-Speed-Monitoring-Sandberg-Schoenecker/2d7a0d4cbe207110fdcab75f6f705c0fafc973b6> (2021. november 11.)

Swanepoel, Charl (2015): Using vehicle activated signs as an integrated measure to improve road safety in South Africa, Nelson Mandela Metropolitan University, Gqeberha, 160 o.

Szele András – Albert Gábor (2005): A sebességkijelzők hatása a járművezetők sebességválasztására Leányfalun, *Városi Közlekedés, XLV*, 292–295.

Ullman, Gerald L. – Rose, Elisabeth R. (2005): Evaluation of Dynamic Speed Display Signs, *Transportation Research Record*, 1918(1), 92–97. <https://doi.org/10.1177/0361198105191800112>

Walter, Louise – Broughton, Jeremy (2011): Effectiveness of speed indicator devices: An observational study in South London, *Accident Analysis & Prevention*, 43(4), 1355–1358. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.02.008>

Tudományos közlemény

Szabadtéri parkolás elemzése drónfelvételekkel és gépi látással

Beküldve: 2021.12.01.
Elfogadva: 2022.03.22.
Online közzétéve: 2023.04.20.

- ID** **TORDAI DÁNIEL** junior kutató, tudományos segédmunkatárs, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Közlekedésfejlesztési Kutatóközpont, tordai.daniel@kti.hu
- ID** **ALBERT GÁBOR** vezető kutató, tudományos főmunkatárs, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Közlekedésfejlesztési Kutatóközpont, albert.gabor@kti.hu
- ID** **DR. MUNKÁCSY ANDRÁS** kutatóközpont-vezető, tudományos főmunkatárs, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Közlekedésfejlesztési Kutatóközpont, munkacsy.andras@kti.hu

Kivonat: Ez a cikk a szabadtéri parkolás vizsgálatára kialakított új módszertant mutat be. Ennek lényege, hogy a vizsgálni kívánt parkolóról drónnal rövid időközönként képeket készítünk, majd egy gépi látást és mesterséges intelligenciát használó algoritmus segítségével automatikusan megállapítjuk, hogy két kép készítésének időpontjai között hány autó maradt a parkolóban, valamint hány cserélődött. Az előzetes eredmények alapján a módszer kellően pontos ahhoz, hogy a gyakorlatban is alkalmazni lehessen.

Kulcsszavak: parkolás, gépi látás, gépi tanulás, drón

Analysis of outdoor parking with drone images and computer vision

Abstract: The article introduces a new methodology to analyse outdoor parking. The core of this procedure is to take drone images of car parking short intervals, and then apply computer vision and artificial intelligence to determine automatically the number of cars that remained in the car park and the number of cars that changed between the takings of the two images. According to the preliminary results, the methodology is sufficiently precise for being applicable in practice.

Keywords: parking, computer vision, machine learning, drone

Bevezetés

A parkolás, a nyugvó forgalom, a XX. század végére a településközpontok képét meghatározó tényezővé vált. Ezzel együtt élénkültek meg azok a törekvések, amelyek azt tűzték ki célul, hogy visszaadják ezeket a tereket az ott élő közösségeknek. Ennek következtében a parkolási igények kielégítése, annak szabályozása hangsúlyos részévé vált a települések fejlesztésének. Ez testesül meg az olyan korszerű tervezési irányelvekben, mint az integrált településfejlesztési stratégiák (ITS) vagy a fenntartható városi mobilitási tervek (SUMP), amelyeknek kötelező eleme a parkolás vizsgálata.

Ezek az útmutatók jól tükrözik a városi közlekedéssel foglalkozó, a fejlődés fenntarthatóságát évtizedek óta szem előtt tartó, felelősen gondolkodó szakemberek több évtizedes törekvését arra, hogy a közlekedés egészét összefüggő rendszerként kell kezelni, amelyek elemei kölcsönhatásban állnak egymással. A közlekedésirányítás és a mobilitásmenedzsment feladata ezek összehangolása és befolyásolása a közlekedési igények keletkezésétől a lezajlásáig úgy, hogy az a közösség számára legkedvezőbb módon bonyolódjék le. Ezt a – folyamatosan fejlődő, változó – célt szolgálják azok az eszközök, amelyek a korszerű megoldások kiválasztásában, megvalósításában támogatják a közlekedéstervezőket, a döntéshozókat.

A parkolási irányítás a közlekedésirányítás egyik eleme, amely szoros összefüggést mutat az igények keletkezésével, a közlekedési mód választásával, a közforgalmú közlekedés szolgáltatási színvonalával, de a közúti (és ennek részeként a kerékpáros) infrastruktúrával is, nem feledve a gazdasági összetevőket sem. A közlekedésirányítás – és ezen belül a parkolási irányítás – annál sikeresebb lehet, minél több eszközzel rendelkezik, minél több elemre tud hatást gyakorolni a kitűzött célok elérése érdekében. A különböző szabályozások, iránymutatások azt szolgálják, hogy ezeket az eszközöket minél szélesebb körben, egységes alapelvek mellett alkalmazzák, biztosítva ezzel a

közlekedési rendszer áttekinthetőségét, csökkentve a konfliktusok kialakulásának esélyét. Az összetettségéből fakadó nehézségek szintjét jól mutatja, hogy a több (elsősorban személy-) közlekedési mód – köztük a parkolás – optimális együttműködését megteremteni hivatott intermodális központok közül Európa-szerte is csak kevés váltotta be a hozzá fűzött reményeket (Monzón de Cáceres – Di Ciommo, 2016). Ezzel a problémával Magyarországon is több helyen szembesült mind a közlekedési szakma, mind pedig az utazóközönség.

A kutatás a parkolási irányítás megalapozottságának erősítése érdekében annak lehetőségét vizsgálja, hogy a felmérések eszköztára bővíthető-e a robbanásszerű fejlődést mutató pilóta nélküli légi járművek (drónok) felhasználására alapozó technológiával.

Kutatásunk során arra a kérdésre keressük a választ, hogy a dróntechnológiával készített felvételekkel támogatott eljárások képesek-e helyettesíteni, s hosszabb távon akár kiváltani a parkolóhely-használatot jellemző mutatószámok jelenlegi felmérési módszereit.

A cikk első részében bemutatjuk a kutatás hazai és nemzetközi előzményeit, a parkolásvizsgálattal szemben támasztott elvárásokat, követelményeket. A második részben részletesen ismertetjük az általunk kidolgozott módszertant. A záró rész az elért első eredményeket értékeli, bemutatva a módszer validálására tervezett eljárás lépéseit.

A kutatás előzményei, irodalmi áttekintés

A közterületi parkolási lehetőség biztosításának és szabályozásának igényét a közúti járműállomány gyors gyarapodása váltotta ki, különösen azokon a területeken, ahol a parkolás magánterületen nem, vagy csak korlátozott mértékig oldható meg. Elsősorban a nagyobb települések sűrű beépítésű térségein jellemző, hogy a parkolás nagyobb részben közterületet vesz igénybe. A közúti közlekedésről szóló 1988. évi I. törvény¹ 8.§ (1) c) pontja kimondja, hogy „önkormányzati feladat a helyi közutakon, a helyi önkormányzat tulajdonában álló közforgalom elől el nem zárt magánúton, valamint a tereken, parkokban és egyéb közterületeken járművel történő várakozás biztosítása.” Ez az oka annak, hogy a parkolási vizsgálatok döntő többségét települési önkormányzatok kezdeményezik. Ahhoz ugyanis, hogy ennek az előírásnak az említett komplex feltételrendszer figyelembevételével tudjanak eleget tenni, megfelelő adatokkal kell rendelkezniük.

A parkolási vizsgálatok célja általában a parkolók (várakozási területek) kihasználtságának, használatuk módjának feltárása, esetleges intézkedések, beavatkozások (például parkolási korlátozások) megalapozása. A szakmai gyakorlatban kétféle vizsgálatot alkalmaznak. A célforgalmi vizsgálatok részeként azt keresik, hogy a vizsgált térségben parkoló járművek honnan és milyen indokkal (munkavégzés, bevásárlás, ügyintézés stb.) érkeztek. A vizsgálatok másik csoportja a parkolóhely-használat mutatóinak meghatározására törekszik. Kutatásunk ez utóbbiakra keres új, korszerű, a korábbiaknál több lehetőséget nyújtó megoldást.

A parkolóhely-használat – fontossága ellenére – a forgalmi folyamatoknak talán legkevésbé tanulmányozott eleme. Diallo et al. (2015) szerint ez elsősorban a parkolási indokok és a parkolóhelyformák sokféleségének tudható be. A munkák többsége az indokokkal, a különböző célú utazásokkal vizsgálja a parkolási igények összefüggését, és a parkolási adatokat is az azokhoz köthető, pl. célforgalmi adatfelvételekből származtatja (Habib et al., 2012). Ezekben a tanulmányokban a helyszíni vizsgálatokat jellemzően csak a forgalmi modellezés eredményeinek validálására használják fel, és az előbbieket módszereivel nem foglalkoznak. Mathew két helyszíni felmérési módszert mutat be: telítettségvizsgálatot a parkolóban bent tartózkodók, illetve a be- és kihajtók számlálásával, valamint a rendszámfelírási adatfelvételt (Mathew, 2019). Megállapítása szerint a parkoló használatáról és a parkolási időtartamokról az utóbbi ad reális képet. Díjszedési rendszer bevezetésének megalapozásához 15 perces gyakoriságú adatfelvételt tart indokoltnak.

A feltárt szakirodalom jól tükrözi a parkolóhely-használat nemzetközi felmérési gyakorlatát. Az egyik általánosan használt mutató a statikus elemzés útján feltárt telítettség. Ennek célja a parkolóhelyek foglaltságának (telítettségének) megállapítása egy vagy több időpontban. Ez lehetőséget kínál akár egész napi, heti stb. időszakban a parkolóhely-foglaltság időbeli lefolyásának bemutatására. A dinamikus vizsgálatok a fentiekén túlmenően alkalmasak annak meghatározására is, hogy a várakozási területet a parkoló járművek az egyes időszakokban mennyi ideig veszik igénybe.

Az országosan egységes megítélés érdekében, egyes intézkedések alátámasztására, ezeket a mutatókat előírt módon kell előállítani és értékelni. Abban az esetben, ha egy várakozási célra kijelölt közterület használatáért az

¹1988. évi I. törvény a közúti közlekedésről

üzemeltető díjat kíván szedni, akkor annak meg kell felelnie a 20/1984. (XII. 21.) KM rendelet² több pontjának, köztük a 35.15. a) pontnak, amely kimondja: „A díjfizetési kötelezettség olyan várakozási területen, olyan időszakra (tervezett időszak) rendelhető el, amelyen az adott időszakban a járművek várakozására alkalmas helyek átlagos foglaltsága (a továbbiakban: telítettség) a 70%-ot meghaladja.”

A telítettség megállapításánál a rendelet értelmében egyebek mellett az alábbi szempontokat kell figyelembe venni:

- a várakozási díj megfizetésének kötelezettsége a naptári év napjai legalább 50%-án fennáll, és
- a telítettség legalább 20%-a két óránál rövidebb idejű parkolási igénnyel lép fel.

Az első követelmény teljesülése statikus vizsgálattal is igazolható, a második feltétel azonban már megköveteli a dinamikus vizsgálat alkalmazását.

A jogszabály meghatározza azokat a mérési feltételeket, amelyeknek teljesülése esetében a vizsgálat eredménye elfogadható. A cikkünk szempontjából lényeges feltétel, hogy a mérést a tervezett díjfizetési időszakban legalább óránként kell elvégezni.

A hazai és a külföldi gyakorlat is azt mutatja, hogy a statikus elemzéseket az ezzel megbízott szakemberek a helyszínen lebonyolított járműszámlálások útján szerzett adatokra támaszkodva hajtják végre. A dinamikus vizsgálatnál nem mellőzhető a járművek azonosítása, jellemzően a rendszámok felírásával. Kritikus kérdés, hogy az egyes vizsgálatokat az előírt időszakban milyen gyakorisággal hajtják végre. A gyakorlat azt mutatja, hogy ez többségében a jogszabály által meghatározott egy óra, minthogy ez igényli a legkisebb ráfordítást.

Parkolásvizsgálatok

A parkolásvizsgálat hazai gyakorlatának több jellemző példáját is találjuk:

- A soroksári (Budapest XXIII. kerületi) parkolási helyzet vizsgálata során (KASIB Kft., 2015) az érintett terület parkolóhelyein négy napon óránkénti számlálással telítettségvizsgálatot végeztek, amelyet az egyik napon egy reggeli és egy délutáni órában rendszámfelírással egészítettek ki a hosszú idejű parkolás arányának feltárása céljából. A fizetőparkolást a 70%-ot meghaladó átlagos telítettséget mutató parkolóknál javasolták bevezetni. Az elvégzett felmérések jellegéből adódik, hogy a két óránál rövidebb parkolások arányát nem vizsgálták, így az elemzés arról nem tudott információt szolgáltatni, hogy az adott területek parkolási jellemzői az ide vonatkozó rendelet előírásának megfelelnek-e.
- A budaörsi helyi parkolási rendelettel kapcsolatos vizsgálatok alakulása jól mutatja az önkormányzati szándékok változását. A városban 2005-ben részletes parkolásvizsgálat készült (Közlekedés Kft., 2005), amelynek során a statikus vizsgálatokat a nappali és az esti időszakban 2-2 órás időtartamban hajtották végre, a dinamikus adatfelvételt a járművek azonosításával 8 és 18 óra között félórás időközönként bonyolították le. 2011-ben újabb vizsgálat készült (BFVT Kft., 2011), ezúttal kimondottan korlátozott parkolási övezetek kijelölése céljából. A statikus vizsgálat során hat egyórás intervallumra vonatkozóan végeztek telítettségi vizsgálatot, a rendszámfelírással, dinamikus vizsgálat gyakoriságát a tervdokumentáció nem adja meg. A következő parkolási adatfelvétel 2013-ban készült, a város térségére kiterjedő közlekedés-fejlesztési vizsgálat részeként (FŐMTERV Zrt., 2014). A statikus elemzéshez nappal és éjszaka egy-egy ötórás időszak járműszámlálási adatait használták fel. A dinamikus elemzéshez a rendszámok csonkolt felírását 7 és 21 óra között, félórás időközönként hajtották végre. A legutóbbi közzétett vizsgálat 2015-ben készült (Pannon Engineering Kft., 2015), a korábbi tanulmányok alapján kialakított parkolási korlátozások hatásainak nyomon követése céljából. A parkoló autók számlálását és rendszámuk csonkolt rögzítését két hétköznapon, 8 és 12 óra között, félórás időközönként végezték el.
- Baja városában is több parkolásvizsgálat készült a 2000-es években, főleg a korlátozott, esetleg fizető-parkolás bevezetési lehetőségeinek feltárása érdekében. 2009-ben átfogó közlekedési koncepció (TT Consult Kft – Styevola és Fia Kft., 2009) részeként foglalkoztak a kérdéssel, a kapcsolódó adatfelvételeket egy munkanapon, 8 és 17 óra között, 30 perces időközönként végezték. A koncepció megújításának keretében (TT Consult Kft., 2020) 2019-ben újabb felmérést hajtottak végre, ezúttal 6 és 18 óra között 60 perces ciklusidővel, a központi szerepű Szentháromság téren, rendszámfelírással.

² 20/1984. (XII. 21.) KM rendelet az utak forgalomszabályozásáról és a közúti jelzések elhelyezéséről

A bemutatott példák jól mutatják az adatfelvételek változatosságát. A statikus vizsgálatoknál feltételezhető, hogy az időpontok, esetleg a ciklusidő megválasztását a helyi tapasztalatok befolyásolják. Ugyanez nem mondható el a parkolási időtartamok meghatározásánál. Nem véletlen, hogy itt a felmérések már egységesebb képet mutatnak, a járművek azonosítása 30 vagy 60 perces ciklusidővel történik.

Könnyen belátható, hogy a dinamikus vizsgálat során a két leolvasás között lebonyolódó parkolások nem kerülnek be a rögzített állományba. Minél nagyobb a rövid parkolások aránya, annál nagyobb lehet az így figyelmen kívül maradó parkolások száma. Ezek a rövid parkolások kevésbé jellemzőek például munkahelyek közelében, egy P+R parkolóban vagy éjszaka lakóövezetekben, míg igen gyakoriak lehetnek egy kisebb üzletek vásárlóit kiszolgáló várakozóhelyen. Ahol a különböző funkciók keverednek, a várakozási idők változatosan alakulhatnak.

A figyelmen kívül maradó, nem regisztrált parkolások számának csökkentésére több módszer is kínálkozik. Egyik lehetőség a mérések sűrítése, azaz 60 percnél gyakoribb elvégzése. Ez az általában alkalmazott rendszám-felírással csak a felmérést végzők létszámának növelésével oldható meg, ami – ahogy korábban említettük – növeli a költségeket. További nehézség, hogy a járművek ilyen jellegű azonosítása több adatkezelési kérdést is felvet, valamint, hogy a járművezetők személyiségi jogaira vonatkozó, egyre növekvő érzékenységet érdemben az adatkezelési problémák rendezése sem csökkenti. (Tapasztalatunk, hogy a parkolók üzemeltetői az adatvédelmi szabályok betartása esetén is erre hivatkozva zárkoznak el a vizsgálatok lebonyolításától.) Egy másik lehetséges eljárás az „elvesző” adatok pótlása matematikai becslési módszerekkel. Kari Lautso (1981) azt vizsgálta, hogy a különböző parkolási jellemzők közötti matematikai összefüggések felhasználásával hogyan csökkenthető a szükséges megfigyelések száma. Az általa kidolgozott eljárás alkalmazásának nehézsége, hogy feltételezi a várakozások időtartam-eloszlásának ismeretét, azaz csak ismert parkolási jellemzőkkel rendelkező várakozási területeken alkalmazható.

Légi felvételek a közlekedési vizsgálatokban

Míg a földfelszíni járműazonosítási eljárások időigénye a parkolók számával egyenes arányban növekszik, légi adatfelvétel esetében csak a rögzítő eszköz látószöge és felbontóképessége jelent korlátot, és ezek mai fejlettsége igen nagy területek egyidejű megfigyelését teszi lehetővé. Ilyenkor a korlátot inkább a megfelelő látási viszonyok jelent(het)ik.

A légi felvételek közlekedési felhasználási lehetőségeinek vizsgálata nem új keletű. Tanulmányukban Howes és Miles (1963) részletesen foglalkoznak a légi felvételek alkalmazási lehetőségével a közlekedési vizsgálatokban, elsősorban a forgalmi áramlat jellemzőinek (forgalomnagyság, sebesség, követési távolság) meghatározásához. A technológiát elég pontosnak ítélik ahhoz, hogy származtatott adatként következtetéseket lehessen levonni más közlekedési jellemzőkről is, mint a jellemző lassítási és gyorsítási szokások, kiválási és becsatlakozási gyakorlat, vagy oldalirányú elhelyezkedés a sávon belül. A tanulmány foglalkozik a felmérés költségeivel, megállapítva, hogy az jelentősen meghaladja a hagyományos adatfelvételi módokét. Ez lehet az egyik oka, hogy miért nem foglalkozik a parkolók vizsgálatával, miközben megállapítja, hogy az eljárás még ilyen költségek mellett is hasznos lehet nagyobb térségek átfogó vizsgálatára. Rubenstein 1992-ben már kifejezetten javasolja a légi felvételek felhasználását nagyobb léptékű városi forgalmi vizsgálatokhoz (Rubenstein, 1992), de a parkolók vizsgálati lehetőségeivel nem foglalkozik.

Coifman és társai 2004-ben részletesen foglalkoznak a drónok felhasználási lehetőségeivel a forgalom megfigyelésére (2004). A bemutatott négy alkalmazási példa egyike egy parkoló kihasználtságának vizsgálata, azaz statikus vizsgálat. Az alkalmazás korlátjaként az azóta is jelen levő szigorú drónhasználati szabályozást (Sándor-Pusztai, 2021), a személyiségi jogok figyelembevételét említik. Barmapounakis és társai 2016-ban áttekintették a drónok forgalomtechnikai alkalmazásának akkori gyakorlatát és távlati lehetőségeit (Barmapounakis et al., 2016). Látható, hogy ekkorra a technológia már igen elterjedt, ugyanakkor a fejlesztések a mozgó forgalom megfigyelésére, követésére, az infrastruktúra azonosítására összpontosítanak. Kivételt képez Jiang és Cao (2016) munkája, akik járműfelismerésre és -követésre dolgoztak ki algoritmust, és az eljárás megbízhatóságát parkoló járműveken is vizsgálták.

Outay és társai összefoglaló tanulmánya (2020) részletesen foglalkozik a pilóta nélküli légi járművek felhasználhatóságával a közlekedésbiztonság, a forgalom és a közúti közlekedési infrastruktúra-gazdálkodás terén, de a parkolóhelyek kihasználtságának megfigyelését csak röviden említik, mint lehetőséget, Coifman és társai már említett tanulmányát hozva példának.

A hazai és a külföldi gyakorlat egyaránt azt támasztja alá, hogy a dróntechnológiát a parkolási vizsgálatokban

egyelőre csak ritkán, s akkor is a statikus vizsgálatokban alkalmazzák. Ez a helyzet – a dróntechnológia robbanásszerű fejlődése következtében – igen gyorsan megváltozhat, ezt a folyamatot elsősorban a lassú és körülményes drónhasználati szabályozás fékezheti.

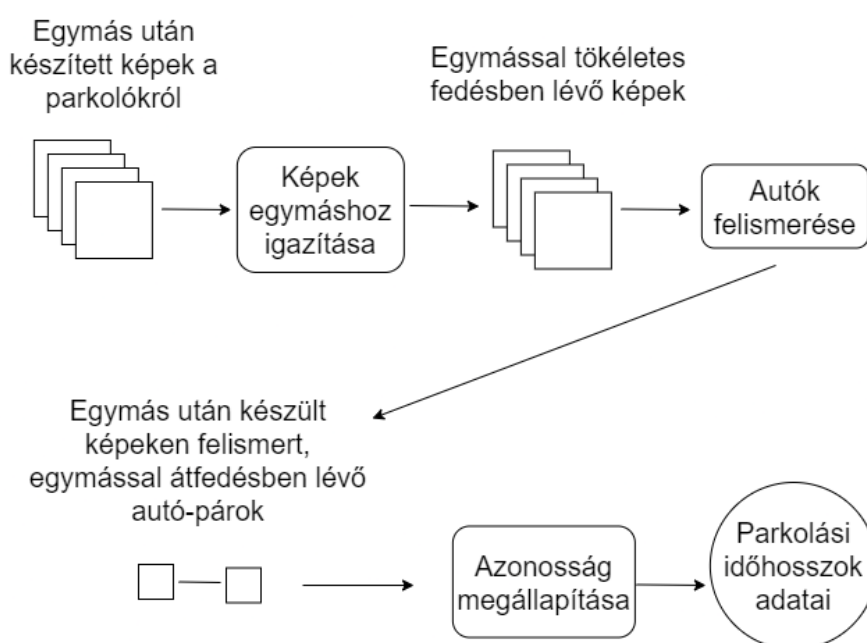
Járművek felismerése felülnézeti képeken

A cikkünk témájául szolgáló kérdéskör, vagyis a járműveknek légi vagy más felülnézeti felvételeken, gépi tanulás segítségével történő felismerése olyan téma, amelyet már más kutatók is vizsgáltak, más és más alkalmazási céllal. A felülnézeti járműfelismerés egyik leggyakoribb alkalmazási területe a szabad parkolóhelyek megszámlálása. Ennek során a parkolóhelyeket manuálisan vagy automatikusan meg kell határozni, majd detektálni kell a foglalt és a szabad helyeket. Ilyen módszertant mutat be Delibaltov és társai cikke, akik lámpaoszlopra szerelt kamerák képét használták erre a feladatra (2013). Regester – Paruchuri (2019) drónról készített képeken automatikusan detektálták a parkolóhelyek elhelyezkedését, majd a foglalt parkolóhelyeket is. Peng és társai szintén drónról mérték fel a szabad parkolóhelyek számát, 97%-ot meghaladó hatékonysággal. (2018).

Egy másik kutatási irány (EIMikaty – Stathaki, 2018) a jóval nagyobb magasságról készített képek elemzése, amelyek jelentősen terjedelmesebb területet, városrészeket vagy komplett városokat fednek le. Mivel a járművek mindössze néhány pixel méretűek, az autók felismerése külön kihívás az algoritmusoknak. Ennek az alkalmazásnak célja az adott területen található járművek megszámlálása és kategorizálása.

Módszertan

Az egyes autók parkolási időtartamát drónról készített fényképek segítségével kívánjuk vizsgálni. Módszerünk lényege, hogy a vizsgálni tervezett parkolóról felülnézetből, rövid időközönként (körülbelül 5 percenként) készítünk felvételt, ügyelve arra, hogy a tájolás, a kamera felszínnel bezárt szöge és a drón repülési magassága minden kép készítésekor azonos legyen. Ezután számítógépes program állapítja meg, hogy az egyes képeken hány autó található, illetve az időben egymás után készített képpárok alapján detektálja azt is, hogy a két kép készítése között eltelt időben hány autó távozott a parkolóból, hány új érkezett, és hány maradt a helyén. Ez a program három lépésből áll: 1. a képek egymáshoz igazítása, 2. az autók detektálása, 3. annak a vizsgálata képpáronként, hogy az ugyanazon helyen parkoló autók közül melyek azonosak, és melyek térnek el egymástól. A program egyes lépései külön-külön már mind széles körben alkalmazott technológiák, módszerünk újdonságát a három lépés integrálása és a parkolás vizsgálatára történő alkalmazása jelenti. Az 1. ábrán e folyamat áttekintése látható. A következő alfejezetekben a három lépést mutatjuk be.



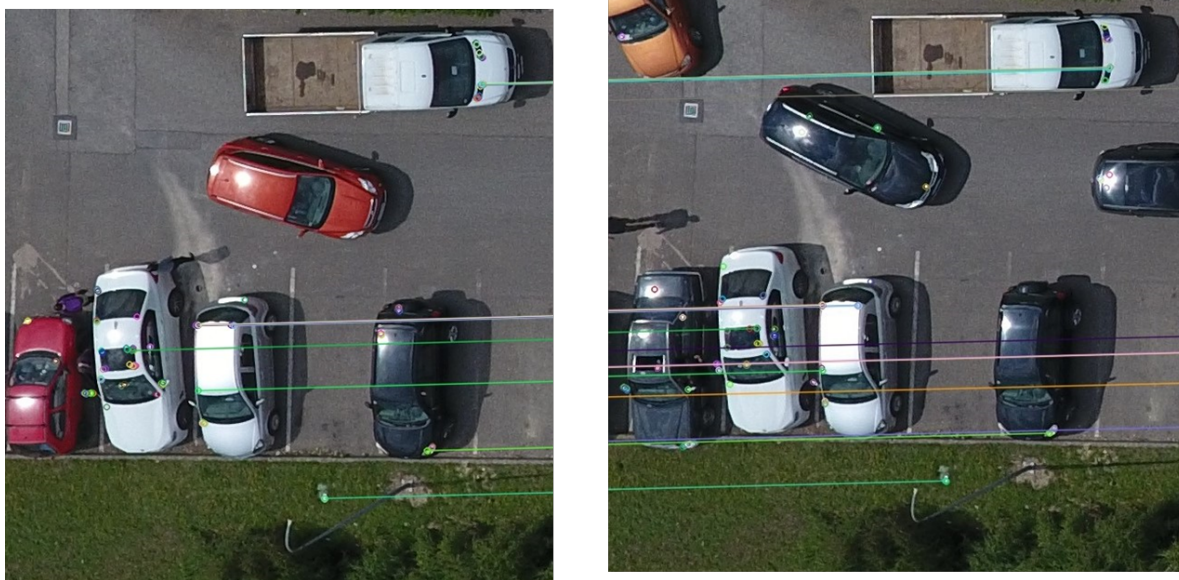
1. ábra A képfeldolgozás folyamata

Képek egymáshoz igazítása

A felvételek készítése során igyekeztünk ügyelni arra, hogy a képek pontosan ugyanolyan magasságból, ugyanolyan szögből, ugyanabból a pozícióból készüljenek. Az általunk a módszer teszteléséhez használt drón, hasonlóan a legtöbb, kereskedelmi forgalomban kapható készülékhez, nem rendelkezik olyan funkcióval, amely a legutóbbi kép készítéséhez alkalmazott tájolás megismétlése érdekében ugyanabba a pozícióba visszavigálna. Így a drón pilótája kénytelen a drón kamerája által látott élő képre hagyatkozni, és annak alapján törekszik arra, hogy a képek készítésének pozíciói minél pontosabban megegyezzenek. Azonban a 3. lépés leírásakor részletezendő okokból kifolyólag ez a viszonylagos pontosság nem elégséges a jelen módszer eredményességéhez: szükség van a képek egymáshoz igazítására oly módon, hogy a két, egymás utáni képen megegyező helyen parkoló autók szinte képpontra pontosan ugyanott legyenek találhatóak.

Léteznek olyan algoritmusok, amelyek pontosan ezt teszik, vagyis képeket igazítanak egymáshoz úgy, hogy az azon látható objektumok a két képen azonos helyre kerüljenek. Az általunk alkalmazott programban az OpenCV python csomagot használtuk, és erősen támaszkodtunk Satya Mallick (2018) leírására. A program az alábbi lépésekkel dolgozik:

- Első lépésben olyan stabil pontokat, úgynevezett kulcspontokat keres az egyes képeken, amelyek a kép későbbi módosításai (forgatás, eltolás, nagyítás-kicsinyítés) során is stabilak maradnak. Ezek a pontok jellemzően különböző objektumok határainál találhatók.
- A következő lépésben ezeket a képpontokat feleltetjük meg egymásnak az egymás után található képeken. A 2. ábrán két drónfelvételen a kód által megtalált kulcspontok láthatók, az ezeket összekötő vonalak pedig azt jelölik, hogy melyik kulcspontot melyik másik kulcspontnak felelteti meg a program. Nem minden megfeleltetés pontos, ám ez nem jelent problémát a képek egymáshoz igazítása során.
- Ezután a program kiszámítja, hogyan kell átalakítani a képet úgy, hogy a detektált és egymásnak megfeleltetett kulcspontok az átalakított, illetve az átalakítás során viszonyítási pontnak tekintett képek minél pontosabban fedjék egymást, majd ezt a kulcspontok alapján kiszámolt szükséges transzformációt alkalmazzuk a kép minden pontjára, így két kép szinte teljesen fedni fogja egymást. Transzformáció alatt itt kicsinyítést-nagyítást, forgatást és eltolást értünk.



2. ábra Kulcspontok és azok egymásnak megfeleltetési

Forrás: Sörös Attila (KTI) felvétele

A drónnal készített képeket tehát időrendi sorrendbe, párokba rendezzük, majd egymáshoz igazítjuk őket. Először az első és a második képből álló párt vesszük, és igazítjuk a második képet az elsőhöz, majd vesszük a második, már igazított képet, és hozzáigazítjuk a harmadik képet, és így tovább haladunk végig az összes képen. Az összes kép átalakítása után a képek olyanok lesznek, mintha mindegyiket pontosan ugyanabból a pozícióból készítették volna³. Azért sorban igazítjuk a képeket, és nem mindegyiket közvetlenül az első képhez, mert így az algoritmus több kulcspontot tud megfeleltetni egymásnak, és sikeresebb lesz az átalakítás.

Autók detektálása

A képek átalakítása után az egyes autók detektálása következik, amelyhez gépi látást használtunk. Ez olyan mesterséges intelligencián alapuló technika, amely a számítógépeket képessé teszi, hogy az emberekhez hasonlóan tárgyakat és egyéb objektumokat felismerjenek. Az eljárás különböző matematikai műveletekkel elemeire bontja a képet: vonalakra, formákra, formák távolságára. Ez alapján olyan mintázatokat keres, amelyek jellemzőek az adott tárgyra. Ennek az elsajátításához tanuló adatbázisra van szüksége, amely képeket tartalmaz, amelyeken a felismerni kívánt tárgyak be vannak keretezve, majd a program a tanulás során olyan mintázatokat keres, amelyek jellemzőek a bekeretezett területekre, ám a többi területre nem (Brownlee, 2019; Mihajlovic, 2019).

Az algoritmus tanítását részben korábbi, drónnal készült saját felvételeket, részben pedig más kutatók által összeállított képeket felhasználva végeztük. A saját felvételek használata számos előnnyel járt, ugyanakkor egyelőre nem állt annyi kép rendelkezésünkre, amennyi az algoritmus betanításához szükséges, így más kutatók munkájára is támaszkodtunk.

Több olyan adatbázis létezik, amelyeket kifejezetten algoritmusok tanításához állítottak össze, hogy azok képesek legyenek felülnézetből készített képeken a járművek felismerésére (és adott esetben kategorizálására). Ezekben az adatbázisokban a felülnézeti képek mellett megtalálható az az információ is, hogy az egyes képeken pontosan hol láthatóak járművek, ez alapján pedig az algoritmusok képesek a járművek detektálását „megtanulni”. A tanuláshoz azért van szükség külön adatbázisra, mert gépi tanulós algoritmus csak olyan objektumokat és csak olyan szögből tud felismerni a képeken, amelyek a tanuló adathalmazban is szerepelnek, így bár számos nagy, nyilvános adatbázis van járművekről, ahol azok oldalról látszanak, ezek jelen feladathoz nem használhatóak. Saját adatbázis szükségességét alátámasztó további kihívás, hogy a felülnézeti képeken felismerni kívánt járművek jellemzően kisebbek (kevesebb pixelből állnak), mint azok az objektumok, amelyeket általában egy betanított algoritmusnak fel kell ismernie. Ahhoz, hogy ennek ellenére nagy biztonsággal sikerüljön detektálni, szükség van külön tanuló algoritmusra. A VEDAI (Vehicle Detection in Aerial Imagery) adatbázis 1200 annotált képet tartalmaz (Razakarivony – Jurie, 2016), amelyben a járművek kategóriák szerint vannak bejelölve. A COWC (Cars Overhead With Context) adatbázis 53 nagyon nagy felbontású légi felvételt tartalmaz, amelyeken összesen több mint 32 000 jármű lett bejelölve (Mundhenk et al., 2016). Az adatbázis fő célja a képeken található járművek megszámlálására alkalmas program tanítása. A DOTA (Dataset for Object deTectiOn in Aerial images) adatbázis 2800 képet tartalmaz, 188 000 bejelölt járművel, és az egyes képek 4000*4000 pixel felbontásúak (Xia et al., 2018). Jelen kutatáshoz a VAID (Vehicle Aerial Imaging from Drone) adatbázist, pontosabban annak egy részét használtuk. Az adatbázis 6000 képet tartalmaz, amelyeket közúti forgalomról készítettek drónról, és 7 kategóriában összesen több mint 45 000 járművet jelöltek be rajtuk. A fent említett tanító adatbázisokat egymással összevetve a VAID készítőinek tanulmánya (Lin et al., 2020) úgy találta, hogy az ő adatbázisukon tanított algoritmus sokkal jobb eredményt ért el a járműfelismerés terén, mint a korábban említett adatbázisok, így a jelen kutatásban is ezt használtuk. A képek jó minőségűek voltak, nem nagy magasságból készültek; ez a két tulajdonság esetünkben is fennáll, valamint a képeken látható tajvani autópark is hasonlított a magyarországihoz. (Például amerikai vagy ausztrál tanító adatbázis alkalmazása kevésbé lenne szerencsés, mivel ott a pick-upok nagyobb aránya csökkentené a megtanult modell magyarországi alkalmazásának hatékonyságát. A tanuló algoritmus ugyanis olyan objektumok felismerésére optimalizál, amilyenek a tanuló adatbázisban is szerepelnek.)

A tanítás során a VAID adatbázis mellett korábbi saját képeket is használtunk. Ezeknek előnye, hogy itt ténylegesen a magyar járműparkra lehet tanítani az algoritmust, amitől a felismerés pontosabb lehet. Az ezeken a képeken látható autókat manuálisan kellett bejelölni.

³ Az eredeti, nem igazított képekből összeállított gif ezen a linken érhető el: <https://bit.ly/30UrtMG>, az igazítottakból összeállított pedig ezen a linken: <https://bit.ly/3I59daH> A két gif segítségével jól látható az igazítás hatása.

A fentiek szerint betanított gépi látásos algoritmus az előzetes eredmények alapján nagyon jól teljesít az autók felismerésében, mindent összevetve 97% feletti pontossággal rendelkezik. A tesztejünk azt mutatták, hogy a fényviszonyok nem befolyásolják számottevően a felismerés sikerességét, illetve az algoritmus azt is tudja kezelni, ha a parkoló autók egy része fák takarásában van.



3. ábra Felismert autók drónról készített képen

Forrás: saját szerkesztés Sörös Attila (KTI) felvétele alapján

Az autók felismerésekor a program az autók körül az ún. határoló dobozokkal mutatja, hol látja a képen az autókat (lásd a 3. ábrát). A százalékos értékek azt mutatják, hogy az egyes autók esetében mennyire biztos a rendszer abban, hogy tényleg autót talált. Látható az is, hogy a rendszer az autók bizonyos mértékű takarását még tolerálja, ugyanakkor van egy autó (szintén egy fa részleges – jelentős – takarásában), amelyet már nem ismert fel.

Autók azonosságának a megállapítása

A képeken lévő autók detektálása után annak az eldöntése van hátra, hogy a két, egymás után készült képen ugyanott található autók azonosak-e. Két, egymás után készült képen az ugyanott található autó alatt két olyan felismert objektumot értünk, amelyek köré rajzolt határoló dobozok között akármekkora méretű átfedés van. A képek utólagos egymásra igazítására azért volt szükség, hogy ezek a határoló dobozok minél nagyobb fedésben legyenek egymással. Nem húztunk alsó határt abban a tekintetben, hogy milyen mértékű átfedést várunk el ahhoz, hogy az autók azonosságát vizsgáljuk, de a két határoló doboz átfedésének mértéke, ahogy azt a későbbiekben bemutatjuk, olyan információ, amelyet az algoritmus az azonosság eldöntéséhez felhasznál.

Választhatunk volna olyan eljárást, amelynek keretében előre bejelöljük a képeken az egyes parkolóhelyeket, és az ezeken parkoló autókat hasonlítjuk össze egymással, ám ennek a módszernek több hátránya is lett volna: minden vizsgálati helyszínen a parkolóhelyek meghatározása jelentős manuális munkát igényelne; nehézkes lenne a pontatlanul, két helyet elfoglalva parkoló autók vizsgálata; és a nem kijelölt helyen parkoló autók nem lennének felmérve. Jelen módszer tulajdonképpen csak azt vizsgálja, hogy a két kép elkészítése között eltelt időben ott, ahol az első kép készítésekor már állt autó, a második képen is áll-e autó, és az megegyezik-e az előző képen lévővel. Lehetőség van arra is, hogy a képnek bizonyos részeit kivonjuk a vizsgálat alól, ha a felmérés ezt kívánja.

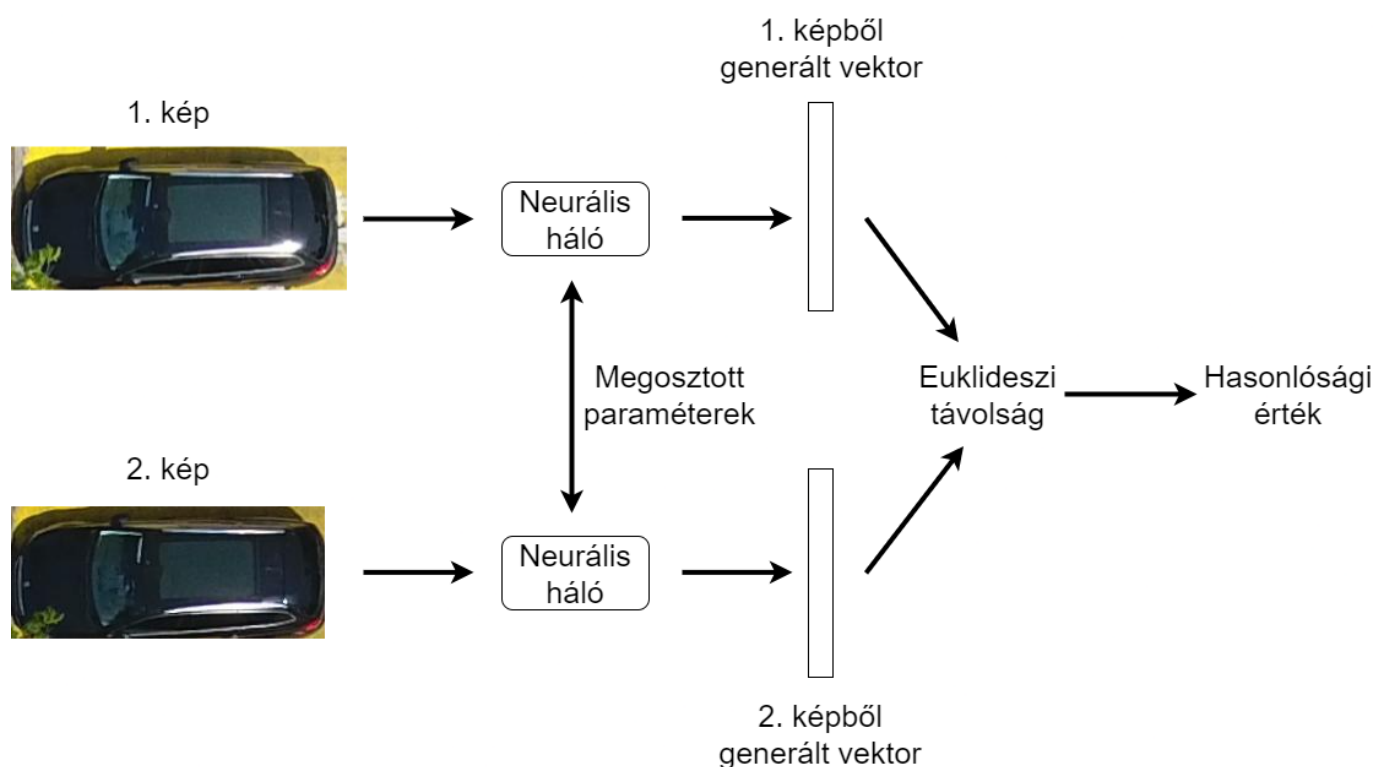
Miután a határoló dobozok átfedéseinek alapján megállapítottuk, hogy mely autópárok hasonlóságát kell

vizsgálni, következik magának az egyezés kérdésnek a vizsgálata. Ehhez egy szintén erre a célra általunk tanított, úgynevezett sziámi neurális hálót alkalmaztunk. A neurális hálók is a gépi tanulással dolgozó algoritmusok közé tartoznak, vagyis hasonlóan az autófelismeréshez használt algoritmushoz, itt is van tanuló adatbázis, amelyen az algoritmus megtanul megoldani egy feladatot.

A sziámi hálózatok a nevüket onnan kapták, hogy a két képet átalakító neurális hálók paraméterei megegyeznek, így ha bemenetként egy képet és annak másolatát adjuk meg, akkor ugyanazt a vektort kell kapnunk. A cél, hogy az eredményként kapott vektoroknak az euklideszi távolsága minél kisebb legyen, ha a két bemenetként használt kép hasonlít egymásra, és minél nagyobb, ha a két kép eltér egymástól. Az euklideszi távolság alapján, a két kép közötti egyezésre végül hasonlóságpontszámot kapunk. A tanuló adatbázis tehát képpárokat tartalmaz, illetve azt az információt, hogy a két kép ugyanazt a dolgot ábrázolja-e vagy sem. A tanulás során a neurális hálók paramétereit a rendszer úgy állítja be, hogy az eredményül kapott vektorok közötti euklideszi távolság minél nagyobb legyen azon képek között, amelyekről tudja, hogy eltérő objektumok láthatók rajtuk, és minél kisebb az azonosaknál, így a rendszer a tanulás során képessé válik tárgyak azonosságának megállapítására.

Van néhány szakterület, amely régóta sziámi hálózatokat használ, ilyen a kézzel írt számjegyek vagy betűk gépi felismerése, az aláírások hitelességének gépi megállapítása vagy az arcfelismerő rendszerek. Ezek mind olyan helyzetek, amelyekben az azonos objektumok két képen hasonlóan, de nem pont ugyanúgy néznek ki. Bárki felismer két azonos számjegyet még akkor is, ha jelentős eltérés van a két „rajz” között, ám mivel ezek nem pixelre pontos ábrázolások, a gépek mesterséges intelligencia használata nélkül nehezen tudnák a feladatot megoldani. A parkoló autók alkalmazási területe is nagyon hasonló, hiszen két, hasonlóan kinéző, ám mégsem pixelre pontosan egyező objektum azonosságát kell a gépnek felismernie.

A 4. ábra bemutatja egy ilyen sziámi hálózat működését.



4. ábra Sziámi hálózat

Forrás: saját szerkesztés⁴

⁴ Az eredeti ábra forrása: <https://www.pyimagesearch.com/2020/11/30/siamese-networks-with-keras-tensorflow-and-deep-learning/> (2021. november 26.)

A megoldásra váró jelen feladat tehát két, felülnézetből látott autó esetében annak eldöntése, hogy egyeznek-e. Ennek eldöntéséhez a szíami hálózat inputja a két kép, amelyeket egy-egy neurális háló segítségével vektorra átalakít. Ez az átalakítás – leegyszerűsítve – olyan matematikai műveleteket jelent, amelyekkel a képet alkotó, képpontokat tartalmazó mátrixból az említett vektor előállítható. Bemenetként az 5. ábrán láthatóhoz hasonló képpárokat adunk be, amelyekről szemrevételezéssel megállapítottuk, hogy egyező autókat ábrázolnak, a program pedig automatikusan generál olyan párokat, amelyek nem egyeznek meg. Ezek alapján tanulja meg, hogy mely autók azonosak, és melyek nem.



5. ábra Szíami hálózat tanításához használt képpár

Forrás: Sörös Attila (KTI) felvétele

A szíami hálózat alkalmazása során kapott hasonlósági pontszámot, a két autó körülhatároló doboza közötti átfedést, illetve egyéb, a képek strukturális hasonlóságát mutató metrikák használatával végül regressziós modell dönti el két képről, hogy azonosak-e vagy sem. Az előzetes eredmények pontossága 95% körüli, reményeink szerint ez még tovább is növelhető.

Összefoglaló következtetések

A fent bemutatott három lépéses eljárással sikerült olyan algoritmust létrehozni, amelynek a segítségével a parkolás teljesen automatizált módon vizsgálhatóvá vált. A jelenlegi dróntechnika lehetővé teszi, hogy a parkolókról 5 percenként vagy akár még annál is rövidebb időközönként képeket készítsünk, és meg tudjuk határozni a két kép készítése között a parkolóban maradó, illetve onnan eltávozó autók számát. Ez a sűrűség sokkal nagyobb, mint a manuális, rendszámfeljegyzős mérési módszer, és közben mindössze egy drónpilótára van hozzá szükség. A módszer adatvédelmi szempontból is kedvezőbb, mivel nem szükséges az autók egyedi azonosítójának a rögzítése, csak az autók felülnézeti képét tárolják, ami pedig nem teszi lehetővé az utólagos egyedi azonosítást. Az előzetes eredmények alapján feltételezzük, hogy az eljárás alkalmas a használatra, vagyis – felelve a kutatási kérdésre – felválthatja, de legalább kiegészítheti a hagyományos parkolásvételezési módszereket.

Az eljárásnak értelemszerűen vannak hátrányai is. Maga a drón megfelelő felbontású kamerával, illetve a hosszabb méréshez szükséges akkumulátorokkal nem olcsó eszköz. Ugyanakkor egyetlen drónpilóta is képes nagy terület felmérésére, a kézi (felírással) módszerhez képest pedig előnye a nagyobb pontosság is. További nehézség ugyanakkor az egyelőre igen körülményes drónszabályozás, amelynek a keretében a repüléshez szükséges eseti légtérendély megszerzésének folyamata összetett, átfutási ideje jelen cikk lezárásakor pedig több mint egy hónap. Kérdés, hogy a hasonló vizsgálatokat végzők ezen akadályok mellett is alkalmazzák-e ezt a technikát. További korlátot jelenthet még az autók fölé belógó fák, egyéb tárgyak takarása, valamint a szürkületi, esti fényviszonyok. Ennek a két tényezőnek a pontosságra gyakorolt hatását további vizsgálatban kívánjuk feltárni.

Ennek során célszerű feltárni azt is, hogy az adatfelvételek sűrítése növeli-e a vizsgálatok pontosságát, s ha igen, milyen mértékben. Ehhez drónnal rövid időközönként (pl. 5 percenként) készített felvételek készítése és ezt azonos helyszínen kísérő más felmérési módszer (pl. rendszámfelírás) alkalmazása alapján előálló eredmények összevetése szükséges. A manuálisan felvett adatokat a rögzített képek adataival összehasonlítva felmérhető, hogy adott képkészítési sűrűség mellett milyen szintű információvesztés történik. Ugyanez a mérés ad lehetőséget majd a módszer pontosságának végleges meghatározására is.

Felhasznált irodalom

- Barmounakis, Emmanouil N. – Vlahogianni, Eleni I. – Golias, John C. (2016): Unmanned Aerial Aircraft Systems for transportation engineering: Current practice and future challenges. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 5(3), 111–122. <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2017.02.001>
- BFVT Kft. (2011): Budaörs parkolási rendelet, korlátozott idejű várakozásra vonatkozó rendelet. <https://www.budaors.hu/?module=news&action=getfile&aid=35875>
- Brownlee, J. (2019, március 18.): A Gentle Introduction to Computer Vision. *Machine Learning Mastery*. <https://machinelearningmastery.com/what-is-computer-vision/>
- Coifman, B. et al. (2004): Surface Transportation Surveillance from Unmanned Aerial Vehicles. The Ohio State University, Columbus. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.80.9097&rep=rep1&type=pdf>
- Delibaltov, Diana et al. (2013): Parking lot occupancy determination from lamp-post camera images. 16th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2013), 2387–2392. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2013.6728584>
- ElMikaty, Mohamed – Stathaki, Tania (2018): Car Detection in Aerial Images of Dense Urban Areas. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 54(1), 51–63. <https://doi.org/10.1109/TAES.2017.2732832>
- FŐMTERV Zrt. (2014): Budaörs városi és elővárosi közlekedési rendszerének összekapcsolása, intermodális csomópont kialakítása, kitekintéssel a térség hosszú távú közlekedésfejlesztési le- hetőségeire. <https://www.budaors.hu/index.php?module=news&action=getfile&fid=182969>
- Habib, Khandker M. Nurul – Morency, Catherine – Trépanier, Martin (2012): Integrating parking behaviour in activity-based travel demand modelling: Investigation of the relationship between parking type choice and activity scheduling process. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(1), 154–166. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2011.09.014>
- Howes, W. F. – Miles, R. D. (1963): Aerial Photography Applied to Traffic Studies (o. 98–126). Purdue University. <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3095&context=roadschool>
- Jiang, Xiaolong – Cao, Xianbin (2016): Surveillance from above: A detection-and-prediction based multiple target tracking method on aerial videos. 2016 Integrated Communications Navigation and Surveillance (ICNS), 4D2-1-4D2-13. <https://doi.org/10.1109/ICNSURV.2016.7486348>
- KASIB Kft. (2015): Soroksár parkolási helyzetének vizsgálata. KASIB Kft. https://www.soroksar.hu/uploads/_/originals/b67fe3ab-cfef-4a71-8989-fa8b8e3edc7f.pdf
- Közlekedés Kft. (2005): Budaörs város – városrendezési és közlekedési vizsgálat a helyi parkolási rendelet megalkotásához. Közlekedés Kft. <https://www.budaors.hu/index.php?module=news&action=getfile&aid=29445>
- Lin, Hwei-Yung – Tu, Kai-Chun – Li, Chih-Yí (2020): VAID: An Aerial Image Dataset for Vehicle Detection and Classification. *IEEE Access*, 8, 212209–212219. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3040290>
- Mallick, Satya (2018): Feature Based Image Alignment using OpenCV (C++/Python). *LearnOpenCV*. <https://learnopencv.com/image-alignment-feature-based-using-opencv-c-python/>
- Mathew, Tom V. (2019, január): Parking studies. https://www.civil.iitb.ac.in/tvm/nptel/581_Parking/web/web.html
- Mihajlovic, Ilija (2019, április 25.): Everything You Ever Wanted To Know About Computer Vision. *Towards Data Science*. <https://towardsdatascience.com/everything-you-ever-wanted-to-know-about-computer-vision-heres-a-look-why-it-s-so-awesome-e8a58dfb641e>
- Monzón de Cáceres, A. – Di Ciommo, F. (Szerk.). (2016): City-HUBS: Sustainable and efficient urban transport interchanges. CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 9780367138981
- Mundhenk, T. Nathan et al. (2016): A Large Contextual Dataset for Classification, Detection and Counting of Cars with Deep Learning. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9907 LNCS, 785–800. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46487-9_48
- Outay, Fatma –Mengash, Hanan Abdullah – Adnan, Muhammad (2020): Applications of unmanned aerial vehicle (UAV) in road safety, traffic and highway infrastructure management: Recent advances and challenges. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 141, 116–129. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.09.018>
- Pannon Engineering Kft. (2015): Budaörs, korlátozott idejű várakozási övezet, valamint a környező közterületek parkolási jellemzőinek vizsgálata. <https://docplayer.hu/35351019-Budaors-korlatozott-ideju-varakozasi-ovezet.html>
- Peng, Cheng-Fang et al. (2018): Drone-based vacant parking space detection. *Proceedings - 32nd IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops, WAINA 2018*, 2018-January, 618–622. <https://doi.org/10.1109/WAINA.2018.00155>
- Razakarivony, Sebastien – Jurie, Frederic (2016): Vehicle detection in aerial imagery: A small target detection benchmark. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 34, 187–203. <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2015.11.002>
- Regester, Andrew – Paruchuri, Vamsi (2019): Using Computer Vision Techniques for Parking Space Detection in Aerial Imagery. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 944, 190–204. https://doi.org/10.1007/978-3-030-17798-0_17
- Rubenstein, Harvey M. (1992): *Pedestrian malls, streetscapes, and urban spaces*. Wiley. ISBN: 978-0-471-54680-1
- Sándor Zsolt – Pusztai Máté (2021): A hazai pilóta nélküli légi járművekkel kapcsolatos szabályozás összehasonlítása a többi uniós tagállam gyakorlatával. *Repüléstudományi Közlemények*, 33(1), 85–95. <https://doi.org/10.32560/rk.2021.1.8>
- TT Consult Kft. (2020): Baja Város—Közlekedési koncepció. <https://docplayer.hu/199139147-Baja-va-ros-ko-zlekedesi-koncepcio.html>
- TT Consult Kft – Styevola és Fia Kft. (2009): Baja Város—Közlekedési koncepció (t:Projekt2015BajaBaja Város Közl. koncepció tanulmánySKMBT_C25315082511320.pdf). TT Consult Kft.
- Xia, Gui-Song et al. (2018): DOTA: A Large-Scale Dataset for Object Detection in Aerial Images. 3974–3983. https://openaccess.thecvf.com/content_cvpr_2018/html/Xia_DOTA_A_Large-Scale_CVPR_2018_paper.html

A koronavírus-világjárvány (COVID19) hatása a közlekedési szolgáltatásokra

Beküldve: 2021.11.28.
Elfogadva: 2022.04.20.
Online közzétéve: 2023.04.20.



- ID KÖVESDI ISTVÁN** szenior kutató, tudományos munkatárs, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Közlekedésfejlesztési Kutatóközpont, KTI Közlekedésmenedzsment Osztály, kovesdi.istvan@kti.hu
- ID OSZTER VILMOS** szenior kutató, tudományos munkatárs, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Közlekedésfejlesztési Kutatóközpont, KTI Közlekedésmenedzsment Osztály, oszter.vilmos@kti.hu

Kivonat: Jelen cikkünkben rövid nemzetközi kitekintéssel, friss szakirodalmi kutatások és statisztikai adatok alapján áttekintjük a hazai közlekedési kínálatot befolyásoló, a koronavírus-világjárvány (COVID19) miatt bevezetett korlátozó intézkedéseket és az általuk okozott gazdasági következmények közlekedési ágazatra gyakorolt hatását.

Kulcsszavak (3–5): COVID19; világjárvány; közlekedésszervezés; közlekedési teljesítmények

Impact of the coronavirus pandemic (COVID19) on transport services

Abstract: In this article, we review the COVID19 pandemic related restrictive measures affecting the domestic transport supply and the impact of the economic consequences on the transport sector with a brief international outlook, based on recent literature research and statistical data.

Keywords (3–5): COVID19; pandemic; transport management; transport performance

Bevezetés

A 2020-as év kezdetekor még világszerte a közlekedési kapacitások szűkössége (különösen a vasúti pályakapacitás elégtelensége, a légikikötők zsúfoltsága és a képzett munkaerőhiány), valamint a közlekedéssel összefüggő üvegházhatású gáz kibocsátás csökkentése voltak a meghatározó témák, amelyek néhány hét leforgása alatt alapvetően megváltoztak.

A halálos tüdőgyulladást nagy arányban okozó koronavírus-járvány 2019 végén indult, feltehetően Kínából (a betegség később a COVID19 nevet kapta). 2020. január 23-án előbb a járvány feltételezett kiindulópontját, Vuhan városát zárták le, később egyre több város került karantén alá Kínában. Már ekkor feltételezhető volt, hogy a világ-gazdaságban tapasztalható kiemelkedően hosszú, mintegy évtizedes konjunkturális időszak – a kínai gazdaság lassulása és a járványügyi lezárások miatt – véget ér. Miután február végére már Olaszországban is tömeges fertőzések voltak, lehetett tudni, hogy a járvány és nyomában a gazdasági válság az egész világot, így Magyarországot is eléri.

A koronavírus-járvány Magyarországon

A járványnak 2022 tavaszáig öt hulláma volt, 2022 májusában, a kutatás lezárásakor az ötödik hullám leszálló ágában tartott.

Az első hullám Magyarországon 2020 márciusában kezdődött és május közepére már lecsengett. A veszélyhelyzet kihirdetésére 2020. március 11-én került sor, ugyanezen a napon az Egészségügyi Világszervezet (WHO) világjárványnak minősítette a COVID19-fertőzést (Cucinotta – Vanelli, 2020). Magyarországon a kijárási korlátozások és a hirtelen jött tömeges home office intézkedések szükségszerűen jelentős gazdasági visszaeséshez vezettek, mivel a munkakörök egy jelentős részét nem lehet otthonról ellátni. A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) távmunkával kapcsolatos munkavégzési jelentése (KSH, 2021) alapján egyértelműen látható, hogy a hivatalos adatok szerint a 2020-as első hullám csúcsán a távmunka korábbi aránya a hatszorosára növekedett, azaz a munkavállalók mintegy

17%-a tudott távmunkára átállni (rendszeresen, de legalább alkalmi szinten). A távmunkára átállók között felülreprezentáltak a felsőfokú végzettségűek (77%), a 25–44 évesek és a városi jogállású településen lakók. Így nem meglepő, hogy a budapesti alkalmazottak mintegy 22%-a volt érintett, míg Észak-Magyarországon, a Dél-Alföldön és a Közép-Dunántúlon ez az arány egyaránt csupán 4,2%. A további hullámokban a távmunkára átállók száma és aránya fokozatosan csökkent. A 2022 év eleji ötödik hullámban a 2020-as első hullámban átállók alig fele dolgozott távmunkában, ami még mindig háromszorosa a korábbi 10 év átlagos távmunka arányának.¹

A kijárási korlátozás 2020. március 28-tól május 3-ig (Budapesten május 17-ig) tartott, illetve önkéntesen részben már korábban, a veszélyhelyzet kihirdetésekor megkezdődött. A védekezés kezdeti szakaszában a maszkhasználatot illetően nem volt teljes az egyetértés, és a védekezési eszközökben is hiány volt. A maszk viselése (vagy a száj és az orr egyéb módon történő eltakarása) a BKK járatain 2020. április 27-től, míg országosan a helyközi és helyi közlekedésben 2020. május 4-től vált kötelezővé. A közösségi közlekedés tehermentesítése céljából 2020. április 6. és július 1. között ingyenes volt a közterületen történő parkolás az egész országban.

A vírus a 2020-as nyári szezonra szinte eltűnt, a gazdasági válság viszont itt maradt, ráadásul a nyáron legyőzöttnek hitt vírus ősszel újult erővel támadt, köszönhetően a nyári turistaszezonnak is (második hullám). Az elvileg nyáron is kötelező maszkviselési kötelezettség megszegése szeptember közepétől már az utazásból való kizárással járt, szeptember 21-től pedig már nemcsak a közösségi közlekedési eszközökön, hanem zárt utasforgalmi terekben, november 11-től pedig az állomások, megállóhelyek és megállók teljes területén is maszkot kellett viselni.

Az újabb országos veszélyhelyzet végül 2020. november 4-én lépett életbe, ezúttal csak éjszakai kijárási tilalommal (0–5 óra között), amely november 10-től már este 8 órától volt érvényes (a boltok este 7-kor történő zárásával). 2021. február közepére azonban már Magyarországon is megjelent a járvány harmadik hulláma, amit a vírus brit (későbbi nevén: alfa) variánsa okozott.

A harmadik hullám 2021 márciusában futott fel és április közepéig tarolt – az év elejétől induló, más országokkal összevetve kiemelkedően sikeres oltási kampány ellenére –, május közepére normalizálódott a helyzet a javuló időjárás és a növekvő átoltottság miatt.

Március 8-tól kötelezővé vált a közterületeken a maszkhasználat, az iskolák, óvodák, valamint több bolt is bezárt, az üzletekben pedig alapterület alapján korlátozták az egyszerre ott tartózkodó személyek számát.

A nyitás 2021. április 7-én kezdődött, amikor Magyarországon elértük a 2,5 millió első oltást. Ekkor a kijárási korlátozás kitolódott 22 órára és a boltoknak is csak 21:30-kor kellett zárniuk, április 19-től pedig elkezdődhetett az oktatás az iskolák alsó tagozatain, az óvodákban és a bölcsődékben. Április 24-én (3,5 millió első oltás után) a vendéglátóhelyek teraszai is kinyithattak és a kijárási korlátozás este 11 órára tolódott ki.

2021. május 10-től a köznevelési intézmények és a szakképző intézmények valamennyi évfolyama rendes munkarendben működik, ezzel vége a digitális oktatásnak, és a közigazgatásban elrendelt home office is kivezetésre került. Május 23-tól (5 millió beoltott elérését követően) megszűnt a közterületi maszkhasználati kötelezettség és a kijárási korlátozás, továbbá megszüntetésre került a november 4. óta tartó ingyenes parkolás, amitől a közösségi közlekedés tehermentesítését várták. Július 2-től (5,5 millió beoltottnál) pedig már a közösségi közlekedés zárt tereiben, így a járműveken sem kellett maszkot viselni, és a korábban bevezetett védettségi igazolvány bemutatása sem volt kötelező. Megszűntek továbbá a vásárlásra vonatkozó korlátozások és az 1,5 méteres távolságtartásra vonatkozó szabályok is.

A járvány negyedik hullámát a vírus még fertőzőbb, delta (indiai) variánsa okozta. Ekkor az oltatlanok voltak a legnagyobb veszélyben, a második hullámnál súlyosabb, de a harmadik hullámnál kevésbé súlyos következményekkel, a gazdaságban pedig már nem volt nagy visszaesés. Megelőző, a fertőzés terjedését lassító intézkedésként 2021. november 1-jétől ismét kötelező lett a maszkhasználat a közösségi közlekedési járműveken és az utasforgalmi létesítmények területén, illetve egyéb zárt terekben 2021. november 15-től.

A negyedik hullámot pár hét átfutással követő, 2022 januárjában kezdődő ötödik hullámban az elsőként Dél-Afrikában azonosított omikron variáns miatt a vírus még fertőzőbb lett, de szelídült is, összességében kevesebb súlyos esetet okozott, azokat is elsősorban a jellemzően oltatlan, illetve egyéb társbetegségeik miatt fokozottan érintett célcsoportokban (Kiss et al., 2022). Az esetszámok csökkenésével 2022. március 7-étől oldották fel a maszkviselési kötelezettséget a zárt terekben, így a közforgalmú közlekedési eszközökön és azok utasforgalmi létesítményeiben is.

¹ https://www.ksh.hu/stadat_files/mun/hu/mun0117.html (utolsó hozzáférés: 2022. 04. 07.)

A COVID-válság és hatása a közlekedésre

Az egyes európai országokban az első regisztrált megbetegedésekhez képest jelentős különbséggel rendeltek el különféle korlátozásokat a napi ingázás és a távolsági közlekedés esetében, amelyek jellemzően összefüggtek a járvány első hullámának súlyosságával. Március közepére néhány napos eltérésekkel szinte minden ország bevezetett korábban elképzelhetetlen szintű határozásokat, amelyek – ellentétben a szeptemberben indult második hullámmal – eleinte a schengeni kishatárforgalomra sem voltak tekintettel (Oszter, 2020). Az első hullám után 2020 májusában indult és június végére fejeződött be az uniós határozatok fokozatos enyhítése, amelyeket a közösségi közlekedési szolgáltatók jellemzően 2-3 hetes késéssel, a vasúti szolgáltatók pedig inkább 1 hónapos ráhagyással követtek le.

A kormányzatok által bevezetett határozatokra és adminisztratív korlátozásokra a profitorientált magánszolgáltatók (pl.: FlixBus, RegioJet) szinte azonnal reagáltak. Az egyes országok belföldi közszolgáltatói a megrendelői elvárásoknak megfelelően sok esetben a hétfégi menetrendeket alkalmazták, illetve egyéb, jellemzően a normál kínálat 50-70%-át kínáló menetrendet tartottak fent (Corazza et al., 2021). Ebből a sorból meglehetősen kilóg hazánk, ahol a trendbe illeszkedő kb. 80%-os keresletcsökkenés mellé alig 5-10%-os teljesítménycsökkenés volt megfigyelhető a helyközi és a legtöbb helyi közlekedési közszolgáltatásban (Ekés – Surányi, 2020).

Komoly szakirodalmi forrás áll rendelkezésre a széleskörű hatásokról (Shortall et al., 2021), amelyek akár egyes európai térségeken belül is eltérő módválasztási átrendeződéshez vezettek, az adott ország közlekedéspolitikájától, valamint gazdasági- és településszerkezetétől függően (Shibayama et al., 2021). A közforgalmú közlekedés szerepe elsődleges terjesztő közegként számos egészségügyi felmérés és szervezet kontaktkutatási adatai nyomán sem nyert bizonyítást (Corazza et al., 2021).

Ha egyetlen dátumhoz kellene kötni a COVID-járvány magyarországi „kitörését”, akkor 2020. március 11-ét jelölhetnénk meg. Ekkor hirdette ki a Kormány először a járvány miatti veszélyhelyzetet. A gazdaság és a közlekedés szempontjából rövid távon nem elsősorban a népegészségügyi következmények voltak jelentősek, hanem a lezárásokkal járó korlátozások. Ez az eddigi öt járványhullámból az elsőben volt a legjelentősebb, épp annál a hullámnál, amely népegészségügyi szempontból a legkevésbé volt súlyos.

Az ötödik hullám csúcsát éppen elhagyva, 2022. február 24-én kitört az orosz-ukrán háború. Innentől kezdve még nehezebb lesz a járvány hatását elemezni, hiszen egy hasonló mélységű válság vár a világra, mint amilyen a még be sem fejeződött COVID-járvány. Szomszédos országgént Magyarország még inkább meg fogja érezni ezt a válságot, mint a világ, vagy akár csak az EU átlaga.

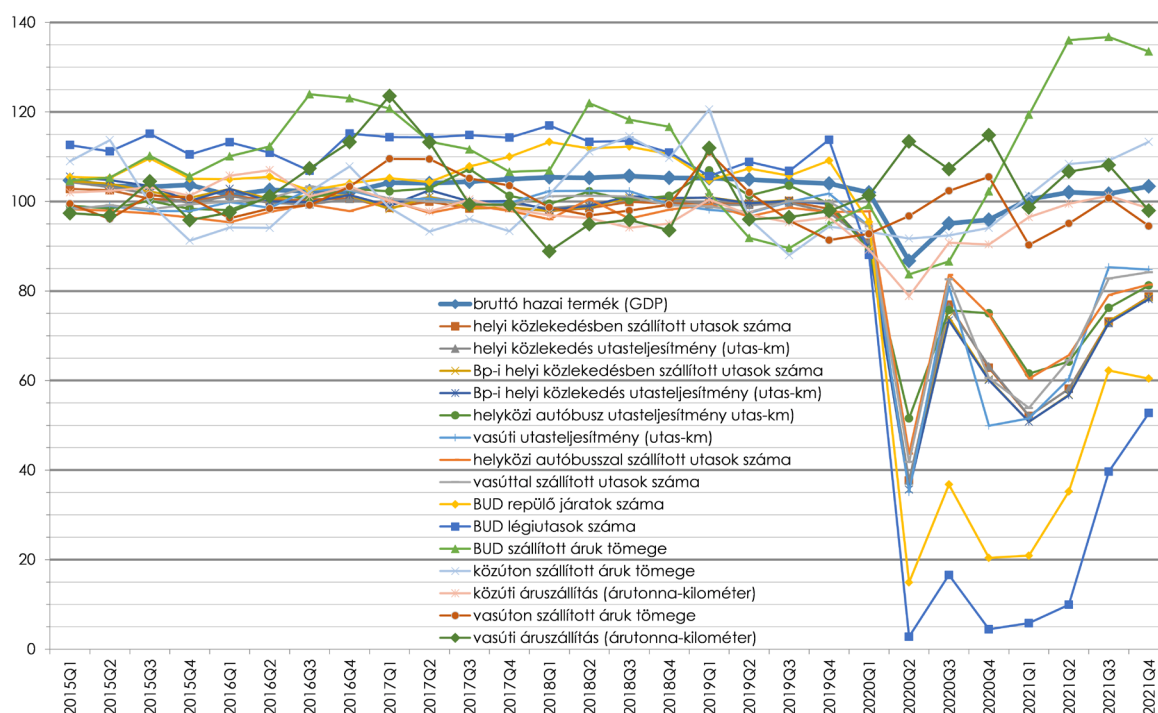
Az eddigi COVID-időszak gazdasági és közlekedési statisztikáit elemezve az „utolsó békeév” a 2019. év volt, negyedéves viszonyításban pedig a negyedik negyedév. Mivel viszonylag rövid idő telt el a válság kezdete óta és jelentős volt a szezonális ingadozás, ezért az évközi adatok a legalkalmasabbak az elemzésre, azon belül is az elérhető bontás, amely jellemzően negyedéves.

2020. I. negyedévében ugyan még növekedés is volt a hazai GDP-ben, azonban a kínai lezárások és az I. negyedév utolsó 2-3 hetének hazai lezárásai már meglátszottak az eredményekben. 2020. II. negyedév statisztikái már egyértelműen az 1. hullám hatásait tükrözik, a GDP-ben ekkor történt a legnagyobb visszaesés, 13,3% a megelőző év azonos időszakához képest. A vírus által kevésbé zavart 2020. III. negyedévben 4,9% volt a gazdasági visszaesés a megelőző év azonos időszakához képest, míg a sok lezárást és áldozatot hozó IV. negyedévben, ami már egyértelműen a 2. hullámhoz tartozik, 4,1%.

2021. I. negyedévében a 2. hullám leszálló ágba került, viszont a negyedév közepén elérte hazánkat a legsúlyosabb 3. hullám (brit variáns), amit május elejére sikerült megfékezni. A gazdaság viszont a kevesebb lezárásnak és az állami élénkítő intézkedéseknek köszönhetően visszatért a két évvel korábbi szintre, a II. negyedévben pedig az egészségügyileg lesújtó április hó ellenére már meg is haladta azt (+1,7%). Ezt a szintet a III-IV. negyedévekben is sikerült tartani az újabb járványhullám (4. hullám, delta variáns) ellenére, igaz, az előzetes várakozások még optimistábbak voltak.

Az államadósságok ugyanakkor a hatalmas állami gazdaságélénkítő csomagok miatt jelentősen növekedtek, emiatt kérdéses, hogy végleg túl vagyunk-e a recesszióon, vagy annak csak az első hullámán (ahogy a 2008-as válság esetén is 2011-2012-re egy újabb, de már kisebb visszaesést okozott a gazdasági-pénzügyi válság nyomán fellépő adósságválság). További jelentős nehézség a globális ellátóláncok tartós zavara, az energia- és nyersanyagárak drasztikus emelkedése és az ennek nyomán kialakult, várhatóan tartósan magas infláció, valamint az orosz-ukrán háború.

A közösségi közlekedés a gazdaság talpra állása ellenére még most sem tudott visszatérni a korábbi szintre, ennek oka a home office terjedése, az iskolai bezárások és az egyéni közlekedés térhódítása. A helyi közlekedésben a járvány sújtotta első két negyedévben a teljesítmény a válság előtti 56-59%-a, a helyköziben 59-65%-a, a légi közlekedésben pedig csak 10%-a volt. A járványmentesnek mondható III. negyedévekben 72-80% volt a teljesítmény a helyi és helyközi közlekedésben, a légi közlekedésben pedig 2021-ben 40% (1. ábra).



1. ábra GDP és közlekedési teljesítmények negyedéves indexei (megelőző év azonos negyedév = 100; 2020-21-től „válságindex”: 2019. azonos negyedév = 100)

Forrás: KSH, Szállítási teljesítmények²

A menetrend szerinti személyszállító repülőgépekkel végzett ún. „belly cargo” helyett a kizárólag áruszállító repülőgépek kerültek előtérbe, de kényszerből, különösen az első hullám idején, sürgős egészségügyi védőeszközök szállítása céljából előfordult rövid távú utasszállító gépekkel végzett, hosszú távú kizárólagos áruszállítás is, akár az ülésekre, akár az eltávolított ülések helyére pakolva³. A légi személyszállítással szemben tehát a légi áruszállításban a válság konjunktúrát okozott – kb. 35%-kal nagyobb a teljesítmény a válság előtti adatokhoz képest. A közúti áruszállítás is viszonylag jól átvészelté eddig a válságot (áru-tonna-kilométerben nincs érdemi változás, a szállított áruk tömegében pedig 10% feletti növekedés figyelhető meg); a gyengébb teljesítmény inkább a folyamatos nemzetközi térvésztesnek tudható be, mintsem a válságnak. A vasúti áruszállítás esetében sincs érdemi csökkenés a válság előtti teljesítményhez képest.

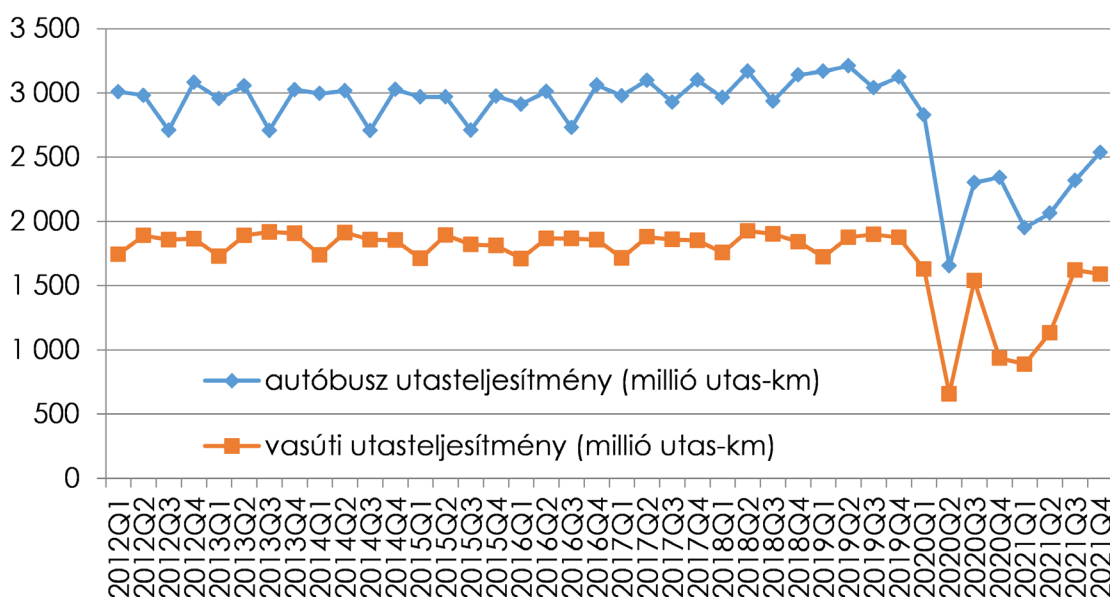
2.1. Helyközi közösségi közlekedés

A korábbi időszakra vonatkozóan érdekesség, hogy míg az autóbuszos helyközi közlekedésben a harmadik negyedévek eredményei voltak gyengébbek kb. 10%-kal a másik három átlagánál, addig a vasút esetében az első negyedév volt a gyengébb 5-10%-kal. 2017–18-ban az autóbusz-közlekedésben 5-7%-ra szűkült a különbség, de a harmadikhoz hasonlóan már az első negyedév is gyengébb volt, míg 2019-re a korábbi minta tért vissza egyenletesebb, 5% körüli negyedéves különbséggel.

² https://www.ksh.hu/apps/shop.lista?p_lang=HU&p_kapcsolodo=sza (utolsó hozzáférés: 2022. 03. 09.)

³ <https://airportal.hu/tobb-rekordjat-is-megdontotte-a-wizz-air-az-elmult-ket-honapban/> (utolsó hozzáférés: 2022. 04. 07.)

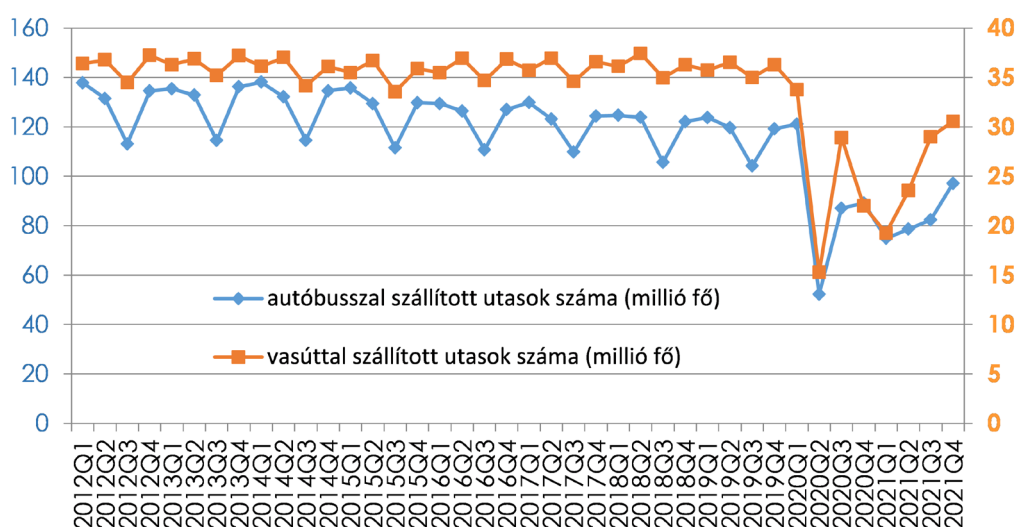
A teljesítmény éves szinten végig egyenletes volt hosszú évek óta (2–3. ábra). Ehhez képest az autóbusz-közlekedésben 48,4%, a vasút esetében pedig 64,9% volt a 2020. II. negyedév visszaesése az előző év azonos időszakához képest. Ezt ugyan jobb negyedévek követték, de még mindig kb. 25%-os (járvány sújtotta negyedévekben pedig mintegy 40%-os) az elmaradás a válság előtti szintekhez képest, miközben a gazdaság egésze visszatért a válság előtti szintre.



2. ábra Helyközi utasteljesítmények (millió utaskm/negyedév)

Forrás: KSH, Szállítási teljesítmények

A szállított utasok számában némileg kisebb a visszaesés, de még mindig közel 15-25% (járvány sújtotta negyedévekben 35-40%). A különbség az autóbusz-közlekedés esetében nagyobb (mivel jellemzően kisebb az átlagos utazási távolság).



3. ábra Helyközi közlekedésben szállított utasok száma (millió fő/negyedév, vasút: jobb tengely, autóbusz: bal tengely)

Forrás: KSH, Szállítási teljesítmények

A 2020. október 29-én online megrendezett X. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia kerekasztal-beszélgetésén⁴ elhangzott számos gyakorlati példa is mutatta, hogy a visszaesés nem volt egységes. Az 1. fejezetben tárgyalt távmunka társadalmi és térbeli rétegződésének következtében egyes térségek között jelentős eltérések alakultak ki, emellett a napi ingázók és a távolsági jegyet váltók aránya is átalakult, mivel az ingázók jelentős része nem tudott hirtelen közlekedési módot váltani, illetve távmunkára átállni. A jegyértékesítésben pedig a veszélyhelyzet 2020. március 11-i kihirdetésétől az egészségügyi dolgozók számára a közforgalmú közlekedési eszközökön biztosított ingyenes belföldi utazási lehetőség okozott bizonytalanságokat az intézkedés 2022. június 14-ig történt kivezetéséig. Az egyszerű papír alapú igazolás ugyanis visszaélésekre is lehetőséget kínál. Ez a helyi közlekedés pontos jegystatistikáit is torzította.

2.2. Helyi közösségi közlekedés

A helyi közlekedésben a Budapestet is tartalmazó országos és a budapesti adatok trendjeiben nincs jelentős különbség (4–5. ábra). Mindkét esetben az első negyedév a „legerősebb”, ami lépcsőzetesen visszacsúszik a harmadik negyedévre, majd visszaerősödik valamelyest a negyedekre. Az országos adatok esetében a negyedéves különbségek rendre jelentősebbek, mint a budapesti adatoknál. A budapesti utasteljesítmény (millió utaskilométerben) a 4-es metró átadása óta rendre 70% körüli, de inkább a feletti arányokat tesz ki az országos értéken belül, míg korábban 64-68% volt a jellemző részarány.

Az utasteljesítmény 2019-ig éves szinten igen egyenletes volt mind országosan, mind Budapesten.

Már a válság által kevésbé érintett 2020. I. negyedévben is közel 10%-os volt a visszaesés (miközben a GDP tekintetében még növekedés is tapasztalható volt), amit közel 65%-os visszaesés követett a II. negyedévben. 2021. II. negyedévben – 2019-hez képest – közel 42, illetve 43%-os volt a visszaesés országosan, illetve Budapesten, a III. negyedévben pedig 27%, ami csak kicsit rosszabb a megelőző év szintén járványmentes III. negyedévi eredményénél.

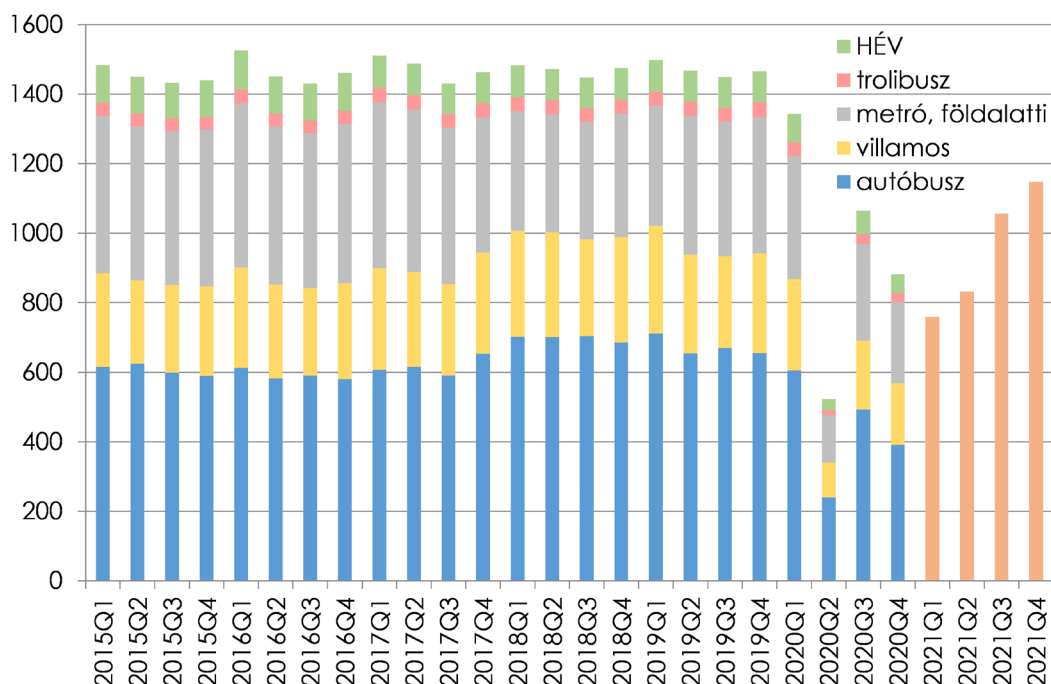
Az országos adatok indexei a válság kezdete óta jellemzően 0-3 százalékponttal jobbak, mint a budapesti indexek. Ebből következően Budapesthez mérten a változásra vonatkozó vidéki adatok az előbbi különbség kb. háromszorosával kedvezőbbek, mivel a helyi közlekedésben Budapest az országos adatokon belül több mint kétharmados részarányal bír.



4. ábra Helyi utasteljesítmények összesen (millió utaskm/negyedév)

Forrás: KSH, Tájékoztatási Adatbázis

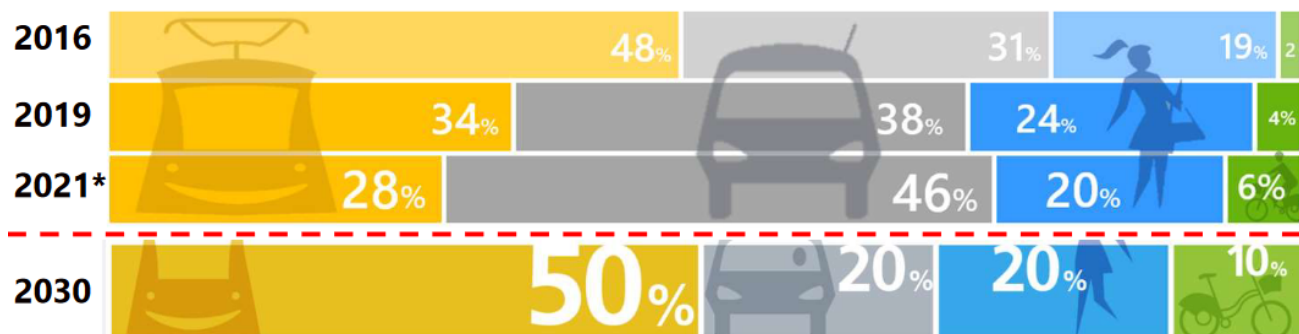
⁴ https://ktenet.hu/uploads/gyori%20konf/Program_KoTuKo20_online_10_16.pdf (utolsó hozzáférés: 2022. 04. 07.)



5. ábra Helyi utasteljesítmények Budapesten (millió utaskm/negyedév)

Forrás: KSH, Tájékoztatási Adatbázis

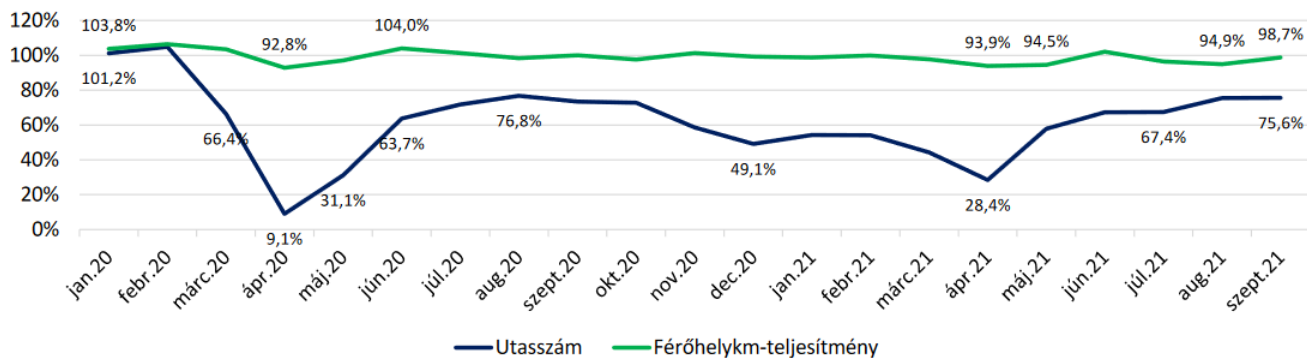
Budapesten a közforgalmú közlekedés részaránya már a járvány előtt csökkent. A járványtól való félelem, valamint a járvány egyes hullámai alatt az egyéni közlekedési eszközök, különösen az egyéni személygépkocsi-használat előtérbe kerülése a közforgalmú közlekedés további visszaszorulását eredményezte (6. ábra).



6. ábra A közlekedési munkamegosztás (modal split) alakulása Budapesten (utaskm %)

Forrás: Buzinkay Tamás (BKV) előadása, IV. Magyar Közlekedési Konferencia, Siófok, 2021. 11. 09-10.

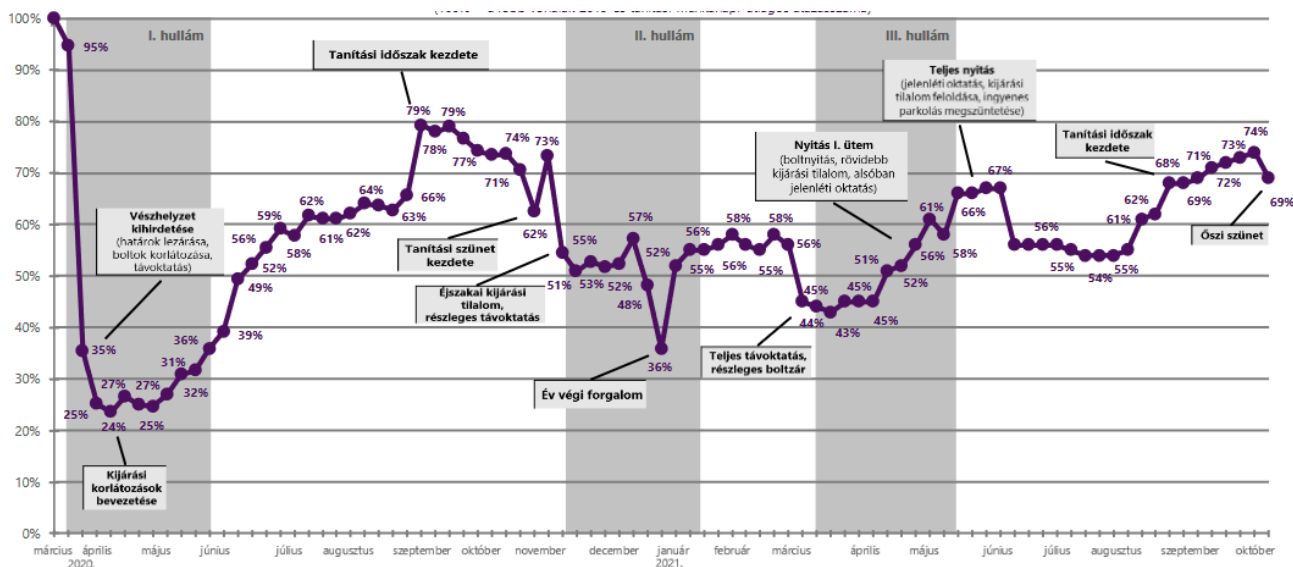
A járvány alatt drasztikusan visszaesett utasszám ellenére a távolságtartás elősegítése céljából a BKV alig csökkentette a férőhelykínálatot, igaz, az első hullámhoz képest a későbbi hullámok során kevésbé volt drámai a visszaesés mértéke (7. ábra).



7. ábra A BKV közszolgáltatási utasszám- és férőhelykm-teljesítményének alakulása a COVID19-világjárvány kezdetétől 2021 szeptemberéig (100% = 2019. évi adatok)

Forrás: Buzinkay Tamás (BKV) előadása, IV. Magyar Közlekedési Konferencia, Siófok, 2021. 11. 09-10.

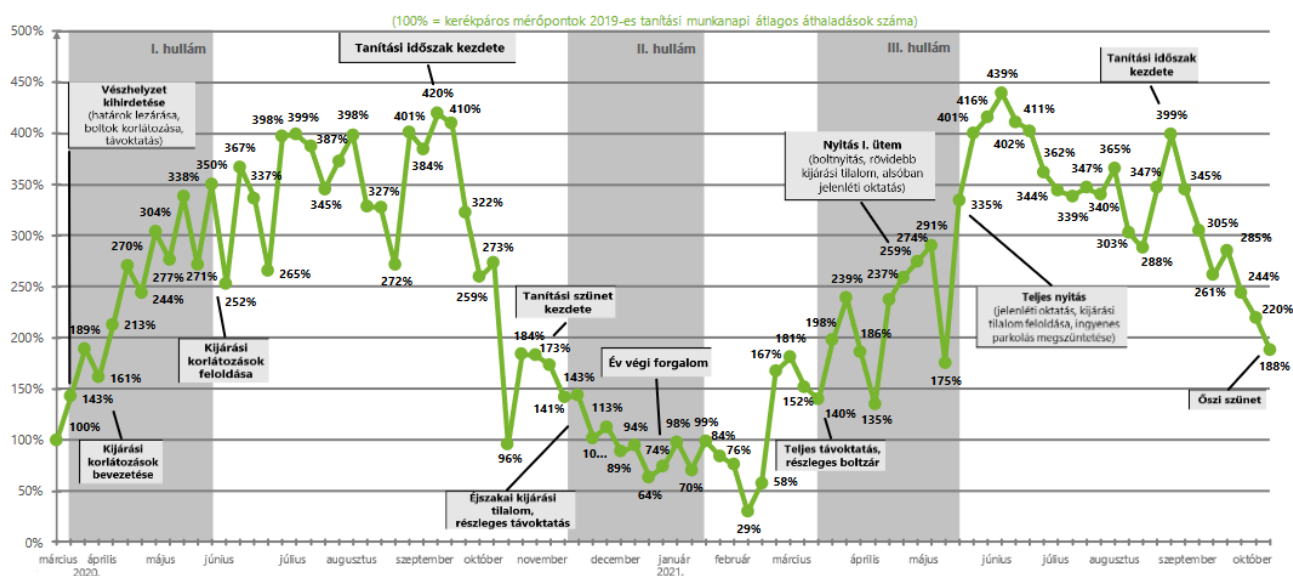
Az első és a harmadik hullám utáni helyreállítás csupán fokozatosan történt meg, és mindkét esetben a jelenléti oktatással indult őszi félévkezdés mutatott jelentősebb kihasználtságnövekedést, azaz valószínűsíthető, hogy (az önálló jogosítvánnyal jellemzően nem rendelkező) tanulók a dolgozóknál jóval nagyobb arányban tértek vissza a közforgalmú közlekedéshez (8. ábra).



8. ábra A főbb budapesti autóbusszonalak utasforgalmának változása (100% = a főbb vonalak 2019-es tanítási munkanapi átlagos utazásszáma)

Forrás: Tóth Patrik (BKK) előadása, IV. Magyar Közlekedési Konferencia, Siófok, 2021. 11. 09-10.

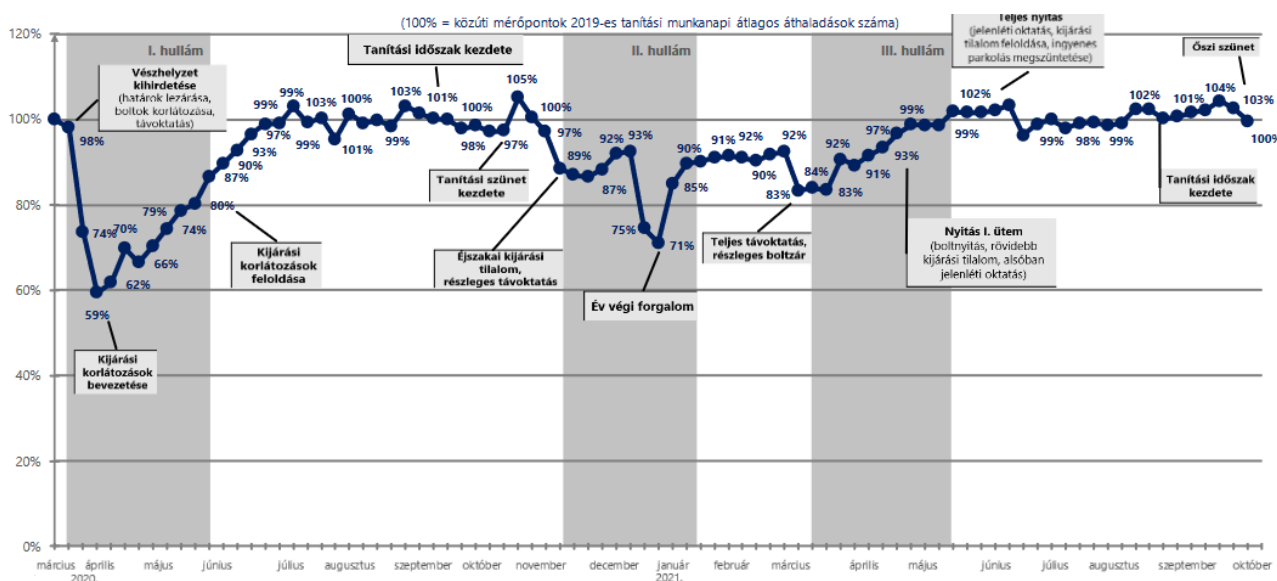
A kerékpárosforgalom önmagához viszonyított alakulása látványos eredményt mutat (9. ábra). Ehhez hozzájárult, hogy – számos nemzetközi példa alapján – tucatnyi forgalmas főútvonalon ideiglenes kerékpársávokat festettek fel az első hullám alkalmával, amelyek jelentős része – kisebb forgalomtechnikai módosításokkal – a mai napig fennmaradt. A kerékpárhasználat trendszerű terjedése a közlekedési munkamegosztásban már 6%-ot meghaladó részarányt eredményez éves átlagban, számottevő évszakos ingadozással. A kerékpárosforgalom mellett egyre jelentősebb a megosztott és egyéni mikromobilitási eszközök, különösen az elektromos rollerek igénybevétele.



9. ábra A budapesti kerékpáros mérőpontok napi áthaladásának változása (100% = kerékpáros mérőpontok 2019-es tanítási munkanapi átlagos áthaladások száma)

Forrás: Tóth Patrik (BKK) előadása, IV. Magyar Közlekedési Konferencia, Siófok, 2021. 11. 09-10.

Az egyéni személygépkocsi-használat az I. hullám idején a korábbi szint 59%-ára esett vissza, igaz, a gyakran egyéni személygépkocsival végzett, növekvő mértékű házhozzállítási szolgáltatások is ide sorolhatóak. A későbbi járványhullámokban egyre kisebb volt a visszaesés, és a csekély részesedésű kerékpárosforgalmat leszámítva egyedül a közúti forgalom érte el a járvány előtti szintet, illetve haladta meg azt (10. ábra).



10. ábra A budapesti közúti forgalom alakulása a pandémia idején (100% = közúti mérőpontok 2019-es tanítási munkanapi átlagos áthaladások száma)

Forrás: Tóth Patrik (BKK) előadása, IV. Magyar Közlekedési Konferencia, Siófok, 2021. 11. 09-10.

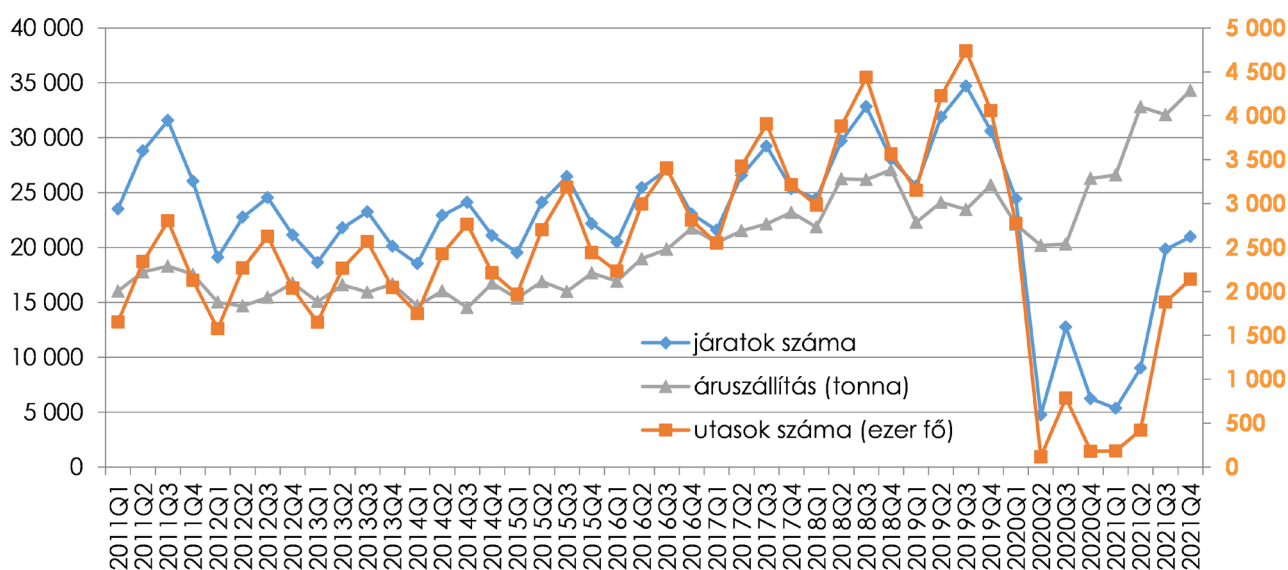
2.3.A Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér (BUD) forgalma

A Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér mint egyetlen jelentősebb forgalmú magyar repülőtér forgalma az elmúlt időszakban más légitársaságokhoz hasonlóan dinamikusan emelkedett a MALÉV 2012. márciusi csődje ellenére, amikor is a járatok száma ugyan jelentősen csökkent, az utasoké viszont alig, a „fapados” társaságok hamar betöltötték a keletkező űrt. Az éves adatokat negyedéves forgalomra bontva az első negyedév a leggyengébb, a

forgalom a harmadik negyedévre, a nyári szezon csúcsára erősen felfut, majd a negyedik negyedévre jelentősen visszaesik.

2019-ben a „MALÉV-válság” időszakához képest már közel a duplája, több mint 16 millió utas fordult meg Ferihegyen. 2020-ban a járvány miatti lezárások következtében viszont gyakorlatilag megszűnt (97%-kal csökkent) a forgalom és még 2021. II. negyedévben is csak a járvány előtti teljesítmény 10%-a volt az utasforgalom – igaz, a lényegesen alacsonyabb töltöttség miatt a járatszám a korábbi egyharmadát is elérte. 2021. IV. negyedév a leg-erősebb volt a járvány kezdete óta, de az utasforgalom így is csak a korábbi felét, a repülőjáratok száma pedig a járvány előtti időszak 60%-át érte el (11. ábra).

A légi áruszállítás mindeközben egy átmeneti, két negyedéven át tartó, 15% körüli visszaesés után visszaállt a korábbi szintre. Sőt, 2021. II–III. negyedévekben már 36%-kal nagyobb volt, mint két évvel korábban, amelyben közrejátszhatott az ellátási láncok zavara, a „felszíni” áruszállítás többszörös drágulása, valamint a BUD Cargo teherterminál 2020. márciusi átadása.



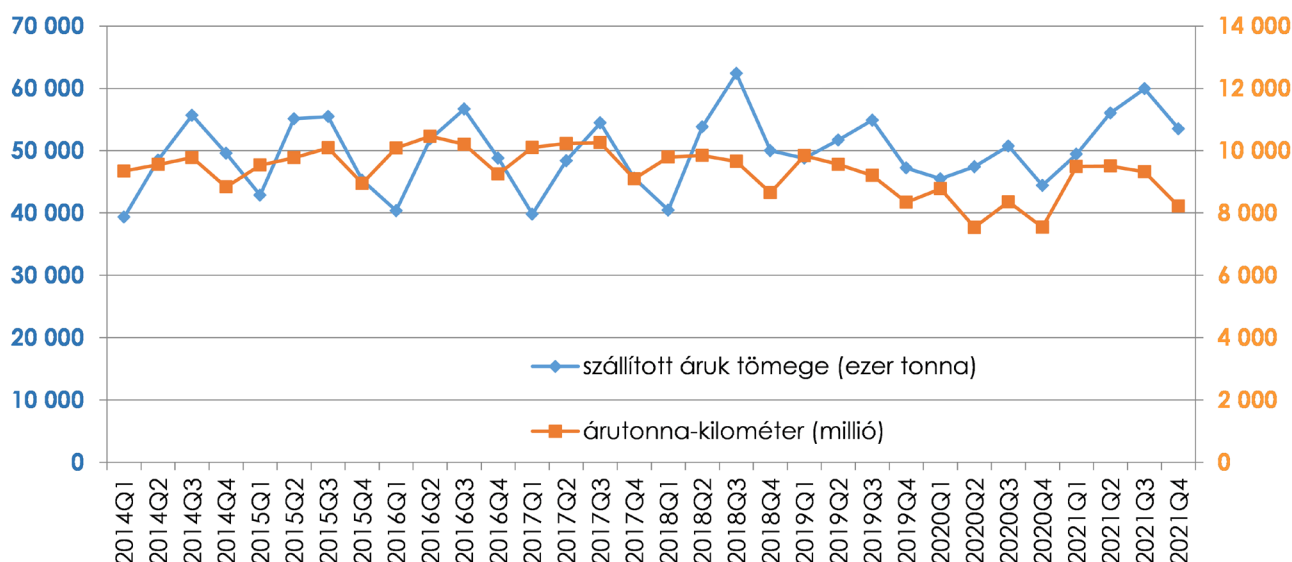
11. ábra A Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér (BUD) forgalma negyedévenként (járatok száma: bal oldali tengely, áruszállítás: bal oldali tengely, utasok száma: jobb oldali tengely)

Forrás: KSH, Tájékoztatási Adatbázis⁵

2.4. Közúti áruszállítás

A közúti áruszállítás árutonna-kilométerben mért teljesítménye jellemzően három, közel egyforma negyedév után a negyedikre visszaesik. Az áruk tömegében ugyanakkor az első negyedév a mélypont, a harmadik pedig a csúcspont (12. ábra), azaz az átlagos szállítási távolság az első negyedévben a leghosszabb, a harmadikban pedig a legrövidebb.

⁵ <https://statinfo.ksh.hu> (utolsó hozzáférés: 2022. 03. 09.)



12. ábra Közúti áruszállítási alágazat negyedéves teljesítményei (áru-tonna-kilométer: jobb oldali tengely, áruk tömege: bal oldali tengely)

Forrás: KSH, Tájékoztatási Adatbázis

A hazai közúti áruszállítási szektor már 2017 óta válságát éli, teljesítménye csökken, mivel a nemzetközi áruszállításban nem bírja felvenni a versenyt az alacsonyabb bérszínvonalú, illetve az unión kívüli sofőröket nagyobb létszámban foglalkoztató országokkal (Lengyelország, Litvánia, Románia, Bulgária). Erre a válságra jött a COVID-válság, ami negyedéves szinten 21%-os visszaesést jelentett a járvány előtti teljesítményhez képest, majd innen ment vissza -10%-ra, 2021. IV. negyedévben pedig már csak 1,5% volt a visszaesés áru-tonna-kilométerben mérve (míg a szállított áruk tömegében 13,3% növekedés volt tapasztalható), ami már inkább a COVID-válság előtti válsággal és a COVID-válság által okozott áremelkedéssel függhet össze.

2.5. Üzemanyag-fogyasztás

Az üzemanyagár (13. ábra) a mindennapi életben mindig nagyon fontos tényező, mégis azt látjuk, hogy a kereslet meglehetősen árrugalmatlan (13–14. ábra).



13. ábra Üzemanyag átlagárak (Ft/liter)

Forrás: Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal⁶

⁶ <http://www.mekh.hu/uzemanyagarak> (utolsó hozzáférés: 2021. 03. 31.)

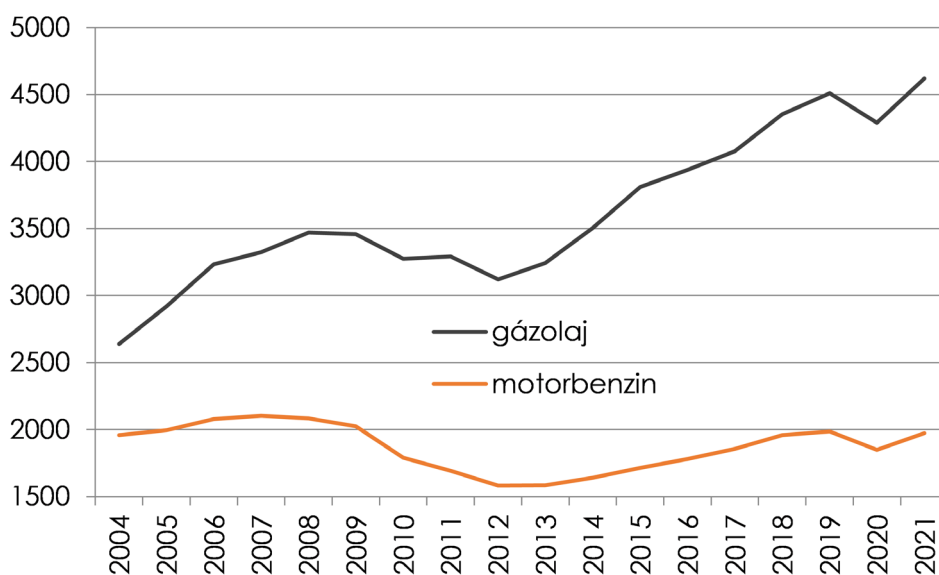
A kereslet ugyanis rövid távon alig változik. Hosszú távon a fogyasztást természetesen a világgpiaci árak, az adók, a fogyasztási trendek (pl. dízel gépjárművek terjedése, majd emissziós botrány, hibrid és elektromos autók terjedése stb.) és a gazdaság állapota jelentősen befolyásolja.

Az üzemanyagárak a közel tíz éve, 2012-ben elért csúcstól csak 2021 őszén haladták meg, fontos azonban figyelembe venni, hogy ezek nominális értékek. Tíz év alatt a hivatalos infláció is jelentős volt, a nominális bérekhez, GDP-hez viszonyítva pedig kevesebb mint a felét éri a mai árak, és emiatt nyilván kevésbé jelentős tényező az árak ingadozása.

A Kormány a motorbenzin és a gázolaj literenkénti maximális árát 2021. november 15-től három hónapra 480 Ft-ban rögzítette. A magas világgpiaci árak fennállása miatt ez az időszak további három hónappal meghosszabbodott 2022. május 15-éig.

A válság okozta rendkívüli helyzetre jellemző, hogy épp akkor voltak a legalacsonyabbak az üzemanyagárak, amikor a fogyasztás is a legalacsonyabb volt (2020. áprilisban).

A fogyasztást illetően a motorbenzin és a gázolaj különböző pályát jár be. A gázolaj-fogyasztás dinamikusan növekszik az ezzel működő dízel személy- és tehergépjárművek terjedése miatt. A dinamikus növekedést a VW-nél indult, 2015. szeptember óta tartó emissziós botrány sem törte meg. Ezzel szemben a motorbenzin fogyasztása lassan növekszik, és csak mostanában kezdi elérni a 2008-2012. közötti válság előtti szinteket, azaz a teljes üzemanyag-fogyasztáson belül jelentősen visszaszorult (14. ábra).



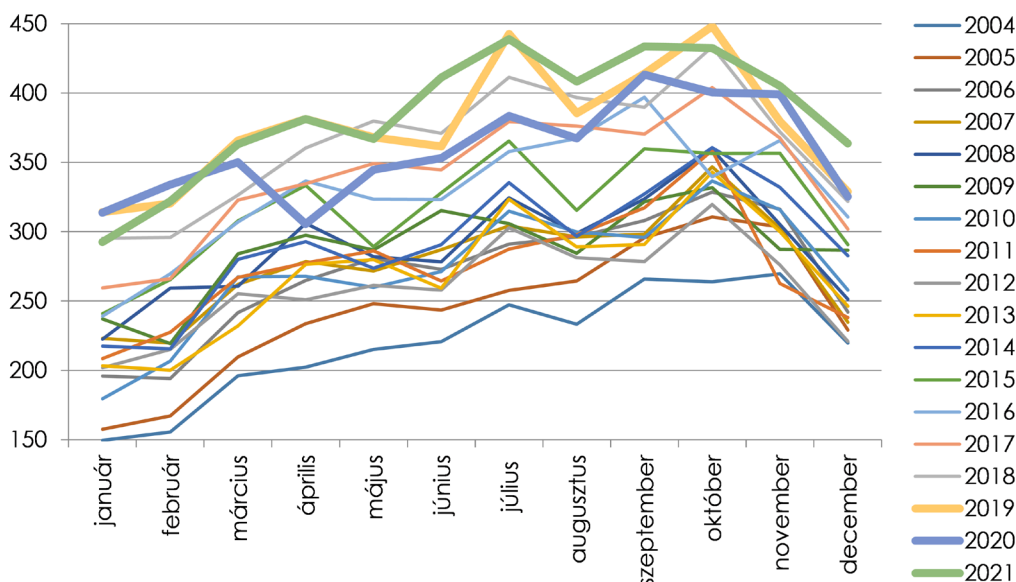
14. ábra Szabadforgalomba bocsátott üzemanyag mennyisége (millió liter/év)

Forrás: NAV Központosított Jövedéki Informatikai Rendszer⁷

A gázolaj esetében fontos szerepük van a nagyfogyasztóknak, akik nem az üzemanyagöltő állomásokon tankolnak, hanem közvetlenül kerülnek kiszolgálásra (kb. 19-23%). A motorbenzin esetében ez a kör elenyésző, legfeljebb 3-4%-os arányt képvisel, de csökken és jelenleg az 1%-ot sem éri el. A hosszú távú trendekben mindkét szegmensben jelentős csökkenés várható a hibrid és az elektromos járművek terjedése miatt – amely folyamat épp 2020-ban vált olyan jelentőssé és visszafordíthatatlanná, hogy nem lehet többé marginálisként tekinteni rá –, csak az a kérdés, hogy mikor következik be az érdemi csökkenés a hagyományos üzemanyagok forgalmában.

A COVID-válság miatt az első hónapban jelentős csökkenés történt a forgalomban: 2020. áprilisban a gázolaj-fogyasztás 20%-kal, a motorbenzin-fogyasztás 34%-kal volt alacsonyabb az előző év azonos időszakához képest (15–16. ábra). Ezután hamar helyreállt a korábbi forgalom, és bár a motorbenzin esetében a 2-3. hullám lezárásai havi szinten 10-15% elmaradást eredményeztek 2019 azonos hónapjaihoz képest, a lezárások elmúltával visszaállt a válság előtti üzemanyag-értékesítés volumene a magasabb árak ellenére is.

⁷ https://nav.gov.hu/adatbazisok/adostatistikak/jovedeki_statistikak/uzemanyagtolto_allomasok_forgalmi_adatai_havi_bontasban (utolsó hozzáférés: 2022. 03. 09.)



15. ábra Szabadforgalomba bocsátott gázolaj mennyisége (millió liter/hó)

Forrás: NAV Központosított Jövedéki Informatikai Rendszer



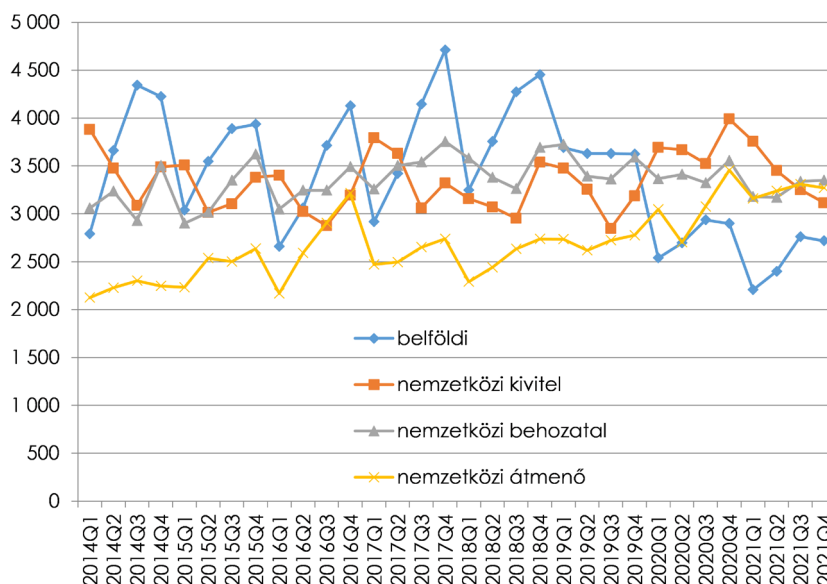
16. ábra Szabadforgalomba bocsátott motorbenzin mennyisége (millió liter/hó)

Forrás: NAV Központosított Jövedéki Informatikai Rendszer

2.6. Vasúti áruszállítás

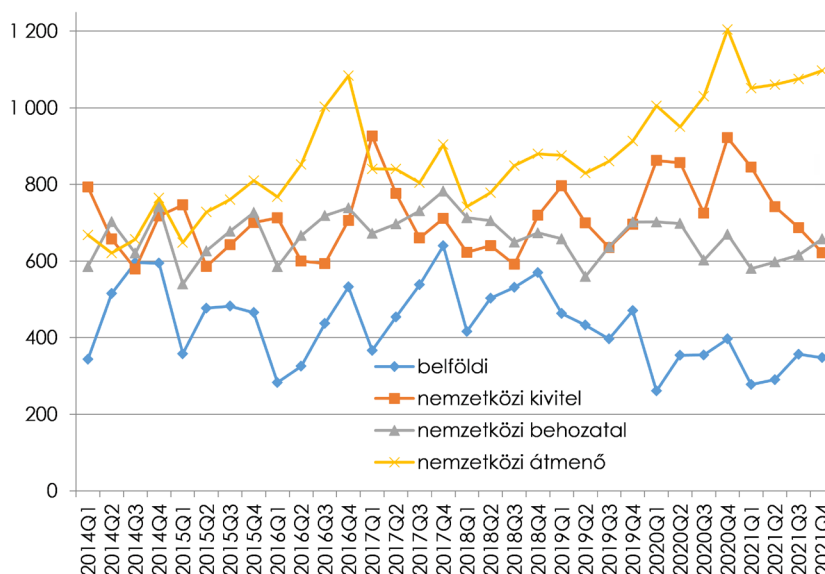
A járványügyi intézkedések mind hazai, mind uniós szinten a válság hatásának tompítását, a korábbi teljesítmény, fizetőképesség-megőrzését célozták. Utólag nehéz megállapítani, mi lett volna, ha ezek az intézkedések nem történtek volna meg, csak annyi bizonyos, hogy rosszabb pozíciót ért volna el az adott ágazat, de az nem meghatározható, hogy mennyivel. A hazai vasúti áruszállítás esetében a COVID-válság miatt nem volt jelentős visszaesés, és ebben bizonyosan szerepet játszott a vasúttársaságok – pályahasználati díjon keresztül kapott – növekvő állami támogatása is.

Az elmúlt időszakban a következőképp alakultak a vasúti áruszállítás negyedéves teljesítményei a főbb szegmensekben a szállított áruk tömege és árutonna-kilométer szerint (17-18. ábrák).



17. ábra Vasúti áruszállítás a forgalom irányultsága szerint negyedévenként (szállított áruk tömege, ezer tonna)

Forrás: KSH Tájékoztatósi adatbázis, Összefoglaló adattáblák⁹



18. ábra Vasúti áruszállítás a forgalom irányultsága szerint negyedévenként (millió árutonna-kilométer)

Forrás: KSH Tájékoztatósi adatbázis, Összefoglaló adattáblák

Jól látszik mindkét ábrán, hogy az egyes szegmensekben a korábbi trendek folytatódtak a járvány kezdete után is. A belföldi teljesítmény ugyan jelentősen visszaesett, de ez a folyamat 2017-2018 fordulója óta tart, akárcsak a nemzetközi tranzitforgalom növekedése. Az exportirány a korábbi növekedés után 2021-ben jelentősen visszaesett, míg az import áruszállítási teljesítménye évek óta stagnál.

Némileg árnyalja a képet, hogy a VPE statisztikái szerint a 2020. március 11-től bekövetkezett „lázás állapot” – amely a lemondott menetvonalak számának növekedésében és a közlekedésre kijelölt vasútvonalak csökkenésében nyilvánult meg – csak 2020 végére múlt el teljesen.

Mindezek alapján valószínűsíthető, hogy a COVID19-járvány és annak kezelése összességében nem gyakorolt jelentős hatást a vasúti áruforgalom volumenére.

⁹ https://www.ksh.hu/stadat_files/sza/hu/sza0057.html (utolsó hozzáférés: 2022. 03. 09.)

Összefoglalás

A koronavírus-járvány 2020. márciusban egy csapásra véget vetett a korábbi hosszú konjunkturális időszaknak. Előbb csak rövid gazdasági válságnak nézett ki a járvány várható hatása, majd egyre hosszabbnak. 2021 végére, alig másfél évvel a veszélyhelyzet kezdete után magához tért a gazdaság, ez azonban az egyes szektorokat nem egyformán érinti. Nagy a veszélye továbbá, hogy a még mindig velünk lévő újabb járványhullámok és járványügyi intézkedések, a globális ellátási láncok tartós zavarai, a gazdaságélénkítés miatt megnövekedett államadósságok, a vágató energiaárak és infláció, valamint az orosz-ukrán háború és a kapcsolódó szankciók újabb visszaesést, de legalábbis lassulást okozhatnak.

A közösségi közlekedésben még nem múlt el a válság, járványidőszakban (IV., I. és II. negyedévek) és azon kívül is (III. negyedév) még mindig nagyon jelentős, 25-35%, illetve 15-30% az elmaradás az utasforgalomban a korábbi évekhez képest. Bizakodásra adnak okot azonban a 2021. IV. negyedévi adatok, amelyek alapján az újabb járványhullám ellenére is „csak” 20% körüli a visszaesés az egyes szegmensekben.

A légi közlekedésben 2021. IV. negyedévben a korábbi 90%-kal szemben már „csak” 50% alatti a visszaesés a válság előtti szinthez képest, miközben a légi áruszállítás minden korábbi teljesítményét felülmúlta (2019-hez képest +33,5%). A hazai közúti és vasúti áruszállításban véget ért a pandémiás recesszió időszaka. Mindemellett az üzemanyagforgalom is visszaállt a válság előtti szintekre úgy, hogy közben az alternatív üzemanyagok fogyasztása strukturális okokból jelentősen növekedett.

A járvány jelenleg zajló ötödik hullámában nagyobb, a járvány korábbi időszakaihoz hasonló visszaesés már nem várható a gazdaságban és a közösségi közlekedésben sem, mivel a folyamatosan változó járványügyi intézkedések és az azokhoz való alkalmazkodás beépült a mindennapjainkba. Az is bizonyos azonban, hogy a gazdaság és a közlekedés egészének teljesítményét a járvány időszaka nem segíti elő. Az orosz-ukrán háború 2022. 02. 24-i kitörése óta pedig már nem lehet a statisztikai adatokat a COVID és annak következményeként tett intézkedések fényében elemezni.

Felhasznált irodalom

Corazza, Maria Vittoria et al. (2021): Misure di contenimento del COVID-19 e politiche per il trasporto sostenibile: mutazioni attuali e direzioni future COVID-19 containment measures and policies for sustainable transport, *Ingegneria Ferroviaria* 2021:9, 669–697. <http://www.ingegneriaferroviaria.it/web/it/content/misure-di-contenimento-del-covid-19-e-politiche-il-trasporto-sostenibile-mutazioni-attuali-e> (2022. 03. 09.)

Cucinotta, Domenico – Vanelli, Maurizio (2020): WHO Declares COVID-19 a Pandemic, *Acta Biomedica*, Vol. 91., 2020:1, 157–160. <https://doi.org/10.23750/abm.v91i1.9397>

Ekés András – Surányi Ráchel (2020): A koronavírus hatása a városi közösségi közlekedésre – zuhanás és visszakapaszkodás, *Városi Közlekedés*, 2020. különszám, 9–16.

Kiss Zoltán et al. (2022): Nationwide Effectiveness of First and Second SARS-CoV2 Booster Vaccines during the Delta and Omicron Pandemic Waves in Hungary (HUN-VE 2 Study), *medRxiv* <https://doi.org/10.1101/2022.03.27.22273000>

KSH (2021): Felértékelődött a távmunka a Covid19 árnyékában (Jelentés), KSH, 3p. https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/koronavirus-tavmunka/felertekelodott_a_tavmunka_a_covid19_arnyekaban.pdf (utolsó hozzáférés: 2022. 04. 07.)

Osztér Vilmos (2020): COVID-19 impacts on passenger rail transport in Hungary, Slovenia, Croatia, Serbia and Romania. *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTC*, 2020:23 (2), 7–13. <https://doi.org/10.4467/2543859xpkg.20.001.12099>

Shibayama Takeru et al. (2021): Impact of COVID-19 Lockdown on Commuting: A Multi-Country Perspective. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 2021:21 (1), 70–93. <https://doi.org/10.18757/ejitr.2021.21.1.5135>

Shortall, Ruth – Mouter, Niek – Van Wee, Bert (2022): COVID-19 passenger transport measures and their impacts, *Transport Reviews*, 42:4, 441–466. <https://doi.org/10.1080/01441647.2021.1976307>

A nagyvárosi személyszállítás innovatív megoldásainak vizsgálata a megosztott e-taxi szolgáltatások példáján keresztül

Beküldve: 2022.06.21.
Elfogadva: 2022.11.25.
Online közzétéve: 2023.04.20.



- DR. PRINCZ-JAKOVICS TIBOR** adjunktus, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, Környezetgazdaságtan és Fenntartható Fejlődés Tanszék, princz-jakovics.tibor@gtk.bme.hu
- KOVÁCS ISTVÁN** műszaki menedzser egyetemi hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, istvankovacs546@gmail.com

Kivonat: Munkánk célja a megosztott e-taxi szolgáltatások innovatív megoldásainak vizsgálata. Ehhez összegyűjtöttük a megosztott elektromobilitásra vonatkozó nemzeti és európai uniós szakpolitikákat, ösztönzőket, stratégiákat és trendeket. Elsőként a jelenleg elérhető (e-) autómegosztó rendszerek terjedését és a Covid-19 világjárvány hatásait mutattuk be. Ezután a fenntartható taxizást vizsgáltuk, az egyik hazai példa a London Electric Vehicle Company (LEVC) által gyártott TX elektromos taxi volt, amelynél az üzemeltetési költség, illetve CO₂ kibocsátás-megtakarítást a hagyományos taxikhoz viszonyítva számítottuk ki. A világjárvány után várhatóan felgyorsul a fejlett önvezető technológia elterjedése és ez a változás új lehetőségeket fog hozni. Ezért áttekintést készítettünk az ilyen komplex hatású innovatív technológiákról, hogy feltárjuk az e-taxi szolgáltatások alkalmazási feltételeit, a benne rejlő lehetőségeket és veszélyeket. Végül javaslatokat fogalmaztunk meg a hazai gyakorlatba való átültethetőségre vonatkozóan.

Kulcsszavak (3–5): megosztott e-taxi szolgáltatások, elektromobilitás, önvezető járművek

Exploring innovative solutions for metropolitan passenger transport through the example of shared e-taxi services

Abstract: The aim of our work is to investigate innovative solutions for shared e-taxi services. To this end, we have gathered national and EU policies, incentives, strategies and trends for shared electromobility. We first presented the spread of the currently available (e-) car-sharing systems and the effect of the Covid-19 pandemic. Next, we examined sustainable taxiing, one of the domestic examples was the TX electric taxi manufactured by the London Electric Vehicle Company (LEVC), for which the operating cost and CO₂ emission savings were calculated compared to conventional taxis. After the pandemic, the spread of advanced self-driving technology is expected to accelerate and this change will bring new opportunities. Therefore, we have conducted an overview of such complex-impact innovative technologies to explore the conditions of use of e-taxi services and the opportunities and threats inherent in them. Finally, we formulated suggestions regarding transferability to domestic practice.

Keywords (3–5): shared e-taxi services, electromobility, autonomous vehicles

Bevezetés

Minden városban élő ember közös célja, hogy élhető és környezeti szennyezéstől kevésbé terhelt helyen élhessen, de a jelenlegi járműtechnológia és közlekedésszervezés ezt még nem tudja biztosítani. A városi közlekedés környezetbarát fejlesztése a Shared (e-)Mobility-n, az e-taxizáson, valamint a magasan automatizált személyautózáson keresztül példát mutat a nagyvárosi személyszállítás innovatív megoldásaira.

A hagyományos személyautókon alapuló közlekedés hatásai egyre erősebben befolyásolják a saját és a környezetünk életminőségét. A cikk célja, hogy feltérképezzük azokat a már meglévő és várható megoldásokat, amelyek segítségével elérhetőbbé válik a fenntartható taxiközlekedés nagyvárosi környezetben. Ehhez többféle, kvantitatív és kvalitatív módszert is fogunk használni: számszerűsítünk költségeket és kibocsátásokat, valamint elemzünk hatótényezőket. A kiválasztott vizsgálati módszerek segítségével feltárjuk a szakpolitikai és járműipari hátteret, azonosítjuk a fontosabb tendenciákat és hatótényezőket, továbbá javaslatok formájában rávilágítunk azokra a

lehetőségekre, innovatív megoldásokra, amelyeket hazai viszonyok közé is érdemes átültetni.

A nagyvárosi mobilitás hiányosságaiból fakadó negatív hatások valós kockázatot jelentenek a környezetre, a társadalomra és a gazdaságunkra is, így a hagyományos technológia mellett a várostervezésnek, valamint a felhasználók magatartásának is változnia kell. A módszertani lépések közül elsőként fontosnak tartjuk az erre irányuló hazai és Európai Unió szakpolitikákat, ösztönzőket, stratégiákat, valamint trendeket bemutatni és értékelni. Mivel a mobilitás szerepe folyamatosan fokozódik, olyan innovatív eszközöket kell kifejleszteni és széles körben elérhetővé tenni, amelyek képesek a személygépjárművek terheléseit lecsökkenteni, a biztonság maximalizálása mellett. Ilyen alternatív megoldásokat mutatunk be az elektromobilitáson és a magasan automatizált közlekedési megoldásokon keresztül. A jelenleg elérhető (e-)autómegosztó rendszereket és az elektromos taxizást tanulmányoztuk, kitérve a megosztáson alapuló gazdaság jellemzőire, továbbá az elektromos járművek hatékonyságára és tulajdonságaira is. Továbbá a módszertani keret részeként vizsgáltuk a magyarországi alkalmazás, a hazai viszonyok közé történő átültethetőség kérdését. A világjárvány okozta hatásokat szintén érintjük, azonban a hosszú távú hatások még bizonytalanok.

Kutatási kérdéseink arra irányulnak, hogy feltárjuk, milyen szakpolitikai háttérhez szükséges igazodni a jövőbeni fejlesztések során, és ehhez állnak-e rendelkezésre pályázati lehetőségek. Válaszokat keresünk továbbá arra, hogy a kiválasztott típusjárművek CO₂ kibocsátás-csökkenésének számszerűsítésével hogyan azonosíthatók a meghatározó háttér folyamatok és szakpolitikai célkitűzések, illetve miképpen vázolhatók fel a fenntarthatóságot segítő működési feltételek a taxiszolgáltatást nyújtó járművekre vonatkozóan. A jövőbeni innovatív megoldások közé tartozik az elektromos önvezető taxik használata, és vannak olyan kulcstényezők, amelyekre építve szükséges felkészíteni a hazai érdekelteket az innovációk alkalmazására. Ebbe beleértjük a jogszabályi feltételek módosítását, a támogatási rendszer átgondolását, kiegészítését és a társadalmi szempontok fokozott figyelembevételét is. A kutatás célja a háttér folyamatok megértése, a szükséges kibocsátászámítások elvégzése, a kulcstényezők feltárása és javaslatok megfogalmazása.

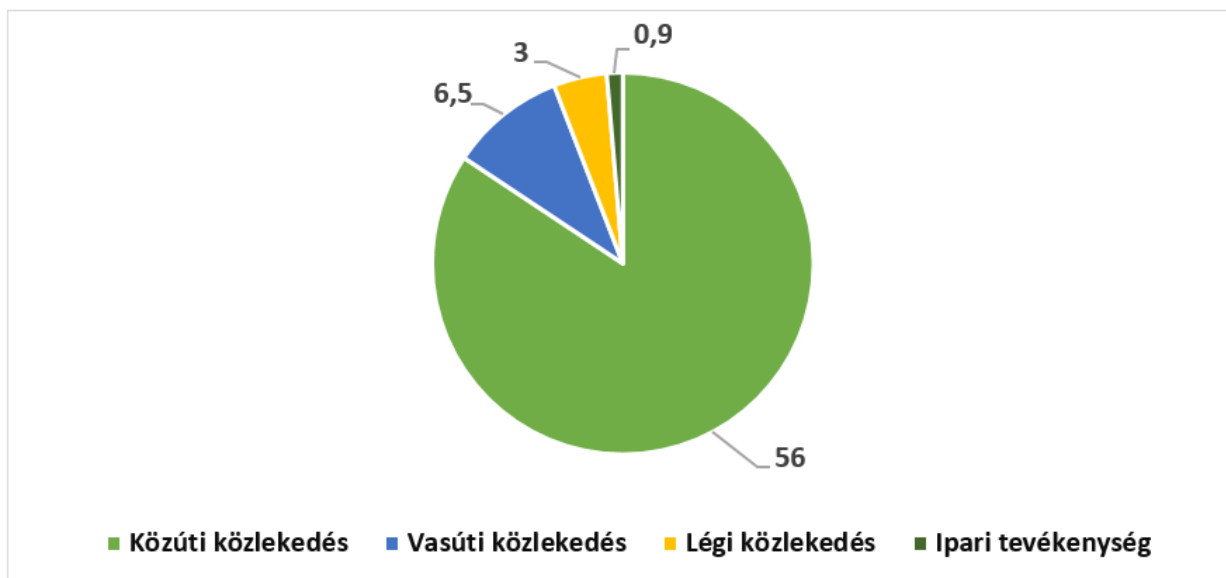
Szakpolitikai háttér és pályázati lehetőségek

Ahhoz, hogy megértsük a fenntartható közlekedés fontosságát, áttekintjük a releváns közlekedéspolitikai intézkedéseket és célokat a zöld mobilitás elérése érdekében. A közlekedéspolitika alakítása során nagy szerepet kapnak a fenntarthatósági szempontok, amelyeket igyekeznek az egyes kormányzati szervezetek is figyelembe venni, valamint ezzel kapcsolatos célokat, terveket kidolgozni. Ezt a következőkben Európai Unió és hazai szinten mutatjuk be.

Napjaink nagyvárosi közlekedése

A zajszennyezés jelentős probléma mind az emberi egészség, mind a környezet szempontjából. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség által közzétett jelentés beszámol arról, hogy a városokban, a közúti forgalom által keletkezett zajszennyezés emberek millióit érinti Európában (lásd 1. ábra). Kontinensünk egyötöde van kitéve olyan hosszútávú zajnak, amely jelentősen károsítja az egészségüket (pl.: alvászavar, szív- és érrendszeri betegségek, anyagcsere-rendellenességek stb.). Számszerűsítve, évente 48 ezer új iszkémiás szívbetegség és 12 ezer korai haláleset köthető a nagyvárosi zajterheléshez. A jelentés kitér arra is, hogy sajnos az eddigi intézkedések és korlátozások nem érték el a kívánt eredményt, illetve a megnövekedett városok mobilitási igényei miatt továbbra sem várható számottevő javulás (EEA, 2020).

A légszennyezés káros hatásai és a városi szintű közlekedéspolitikai megoldások összefüggéseit részletezi: Hoen et al, 2021. Súlyos egészségügyi problémát jelent ugyanis a szűk városi utcákban közlekedő járművek által felkavart szálló por belégzése. A keringtetett részecskék gyakran toxikus anyagokkal összeolvadva könnyedén bekerülnek a légzőrendszerbe, továbbá fokozzák a gázos légszennyezők mérgező hatását (SO₂, NO₂) és növelik az atmoszféra zavarosságát, ami nagyban rontja a láthatóságot (Szuhi, 2017). Továbbá a klímaváltozás miatti cselekvéseket is szükséges fokozni, amiből a közlekedési szektornak szintén ki kell vennie a részét (Earl et al., 2020). A klímaváltozás számos időjárási és éghajlati szélsőséget okoz a világ minden régiójában. Sokrétű bizonyíték áll rendelkezésre arról, hogy a hóhullámok, extrém csapadék, aszály és trópusi ciklonok formájában jelentkező szélsőségek egyre gyakrabban fordulnak majd elő (IPPC, 2021), és lesznek hatással a városi közlekedésre is.



1. ábra Hosszútávú zajszenyezésnek kitétek száma millióban az EU-27-ben, szektoronként nézve (2020)

Forrás: saját szerkesztés, www.eea.europa.eu adatai alapján

A CE Delft által készített átfogó EU szintű felmérés szerint a negatív hatások nem csak környezeti és egészségügyi szinteken jelennek meg, hanem a gazdaságban is súlyosan érezhetők. A tanulmány során 30 európai országban 432 várost vizsgáltak meg, hogy megtudják, hogyan hatnak az egyes városok jólétére a közlekedés által okozott károk. 2018-ban összesen 166 milliárd euró veszteséget realizáltak a 432 városban, ami azt jelenti, hogy a városlakókat évi 1200 euró kár éri a rossz levegőminőség és a torlódások következtében (megelőző intézkedések, gyógyszerek, betegségek, védekezés, időkiesés, balesetek stb.). A felmérés szerint Londonban volt a legrosszabb a helyzet, ahol ez az összeg 11 381 euróra nőtt. Budapest a 10. leginkább érintett város, ami 3 272 euró/fő/év veszteséget jelent. A vizsgálat eredménye arra is rávilágít, hogy a városi autóállomány 1 százalékos növekedése, további 0,5 százalékos többletköltséget jelent (CE Delft, 2019). Nagyvárosi környezetben a taxik részesedése a teljes közúti forgalomból jelentős lehet, így a jelenleg még meghatározó hagyományos üzemű városi taxiszolgáltatás környezetre gyakorolt hatása a forgalmi teljesítmények és meghajtási módok arányában számítható.

Európai Unió szintű politika

A fenntartható közlekedési eszközök, valamint az innovatív megoldások nagy szerepet kapnak az EU energia- és éghajlatpolitikai döntéseinek meghozatalában. A legfontosabb közlekedéspolitikai célok a következő témakörökre vonatkoznak: a környezetre gyakorolt terhelés és az üvegházhatású gázok visszafogása, a hagyományos üzemanyagoktól való függés csökkentése, az e-mobilitás támogatása, valamint az életminőség javítása a közlekedésbiztonság fejlesztésével és az EU-s területek versenyképességének fenntartható növekedésével.

Az Európai Bizottság 2011-ben dolgozta ki a **Fehér Könyvet**, amely útitervként szolgál az egységes, fenntartható európai mobilitás megvalósításához. A közlekedés egységesítése és az infrastrukturális bővítések mellett, komoly figyelmet fordítottak a közlekedésből származó kibocsátás mennyiségének csökkentésére, a hagyományos autógyártás zöldebb átalakulására, valamint a jelenleg kőolaj alapú energiafedezet megváltoztatására. A tervezet fő célja, hogy a közlekedés fejlesztése mellett 60 százalékos kibocsátáscsökkenést érjenek el 2050-re (COM(2011)144). Mivel 2050-re a klímasemlegesség elérését is tervezik, feltehetően a jövőben ezt a 60 százalékos csökkenést tovább szigorítják, hiszen a megmaradt kibocsátás még mindig jelentős környezeti, gazdasági és társadalmi terhelést fog jelenteni. A jelenlegi uniós közlekedésfejlesztési politikában az eddigiéknél sokkal nagyobb jelentőséget kapott az e-mobilitás népszerűsítése. Felhívja a figyelmet arra, hogy egyes alternatív eszközök (elektromos/hibrid járművek) technológiájának és infrastruktúrájának fejlesztése elengedhetetlen, és hangsúlyozza a megújuló energiaforrások alkalmazásának, valamint a hagyományos technológiák fejlesztésének fontosságát is

Az EU-s politikával együttműködő **Egészségügyi Világszervezet** (WHO) további megoldásokra buzdít a zajszennyezéssel kapcsolatban, azonban egyes országokban még mindig kevés adat van a zajterhelésről, így nagyon nehéz azonosítani és tervet kidolgozni annak csillapítására. Ennek ellenére az EU-s tagállamok nagy része már

megettette az első lépéseket a zajmentes közlekedés felé. Ilyen például az alacsony zajkibocsátású aszfaltborítás, a halkabb gumibroncsok fejlesztése, az elektromos autók infrastruktúrájának bővítése, a városi zöldterületek telepítése. Az alacsony kibocsátású zónák (Low Emission Zone, LEZ) rendszerének kiépítése ugyan költséges, azonban nagyon hatásos a városi szennyezés visszaszorítására és a forgalom mérséklésére, különösen az olyan városokban, ahol helyprobléma akadályozza a komolyabb beavatkozásokat (pl.: új elkerülő utak, felüljárók, aluljárók, körforgalmak építése).¹ Ezen kezdeményezések a légszennyezés szempontjából is hasznosnak bizonyulnak és rávilágítanak arra, hogy érdemes komplex stratégiát kidolgozni a szennyezésekre és egybefüggő tervvel kezelni őket, ami magába foglalja a technológiai fejlesztéseket, a határozott környezetpolitikát és a társadalmi tudatosság felébresztését (EEA, 2020).

A közlekedés elkerülhetetlen növekedése mellett el kell érni azt, hogy a felhasználói társadalom egyre nagyobb aránya válasszon környezetbarát elektromos/hibrid járműveket, amit elsősorban tagállami szinteken kell megvalósítani. Az elektromobilitás kezdeti történetének egyik legjelentősebb eseményeként 2014-ben az Európai Parlament és a Tanács életbe léptette az **AFI-irányelvet** (Alternative Fuels Infrastructure)², amely előírás minden tagállamot kötelezett egy alternatív üzemanyagokra és alternatív meghajtású járművekre irányuló stratégia kidolgozására. Az AFI-irányelv az üzemanyagfajtán és a járműtechnológián túl kitért a töltőállomások infrastruktúrájának kiépítésére, a felhasználók szakszerű tájékoztatására és további műszaki előírásokra is. Ezen felül kötelezte a tagállamokat, hogy 2016 novemberéig hozzák létre saját nemzeti szakpolitikai keretüket, amely az elektromos/hibrid mobilitás piaci térnyerését támogatja. Ebből kifolyólag minden tagállamnak be kellett építeni a nemzeti szakpolitikájába egy fogyasztók számára kiépített támogatási rendszert, valamint járműbeszerzés esetén pályázati lehetőséget.

Az EU szintjén új klímavédelmi csomag készül, amelyet az Európai Parlament megszavazott Fit for 55 néven, és a célja az EU tagállamai károsanyag-kibocsátásának legalább 55 százalékos csökkentése a 2030-ig terjedő időszakban. Az elfogadott határozat szerint 2035-re szükséges a közúti mobilitást nulla kibocsátásúvá átalakítani. A 2030-ra vonatkozó célértékek 55%-ban, illetve 50%-ban határozzák meg a személygépkocsikra, valamint a könnyű haszongépjárművekre vonatkozó csökkentési elvárást (Európai Parlament, 2022). A csomag még elfogadásra vár a tagállamok részéről, továbbá részleteiben módosulhat is.

Véleményünk szerint nagyon fontos lépést jelentenek a tagállamok számára kiadott kötelezettségek, hiszen ezek teljesítése a fenntartható közlekedés egyik legfontosabb feltétele. A kérdés az, hogy az egyes országok miként fognak erre reagálni, és milyen mérhető eredményekkel fogják prezentálni stratégiájuk sikerességét vagy kudarcát. Magyarország erre irányuló tervezetét és céljait a következőkben vizsgáljuk.

Hazai szakpolitika

Magyarország elkötelezte magát a fenntartható fejlődés politikája mellett, amelyben fontos szerepet kap az alacsony emissziós közlekedési technológiák fejlesztése és alkalmazása. A nemzetközi klímavédelmi szemlélettel azonosulva, hazánk csatlakozott a 2015-ös Párizsi Megállapodáshoz, valamint az Európai Unió közös energia- és klímapolitikájához. Az elektromos taxik terjedését jogi és hatósági szabályozásokon túl állami támogatásokkal is segítik. Az Innovációs és Technológiai Minisztérium [ITM] által kiadott **Hazai Elektromobilitási Stratégia (Jedlik Ányos Terv 2.0)** szerint ebben a szegmensben mutatkoznak meg legjelentősebben az elektromos meghajtás előnyei.³ A már működő e-Taxi szolgáltatást ösztönzőkkel kívánják még sikeresebbé tenni, amelyek közül kiemeljük a villámtöltők kialakítását a Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtéren, a taxis vizsgadíj elengedését, az e-taxi tarifa bevezetését, valamint az e-taxik számára tehermentesített villámtöltést (minden villámtöltőn). Folytatódnak a jelentős lakossági támogatások is az elektromos járművek megvásárlásánál, ugyanis egyszerűsítik a vissza nem térítendő támogatások igénylését és csökkentik az ezzel járó adminisztrációs költségeket is. Ezen felül továbbra is megmaradnak a zöld rendszámmal járó kedvezmények, amelyek elsősorban az elavult technológiájú import járművek visszaszorítását célozzák. Az elektromos autóflotta növelése érdekében támogatási rendszereket dolgoznak ki az önkormányzatok és az állami intézmények számára is. (ITM, 2019)

¹ www.cedelft.eu (utolsó hozzáférés: 2022.05.24.)

² Az Európai Parlament és a Tanács 2014/94/EU IRÁNYELVE (2014. október 22.) az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről.

³ 2022. november 22-i hatállyal a gazdaságfejlesztési miniszter feladat- és hatáskörébe tartozik, hogy kidolgozza az elektromobilitás hazai elterjedését elősegítő döntéseket, és ennek során működjön együtt az energiapolitikáért felelős miniszterrel (467/2022. (XI. 21.) Korm. rendelet).

Pályázati lehetőség Magyarországon

Az országos magyar e-mobilitást támogató pályázatokat az Innovációs és Technológiai Minisztérium és az IFKA Közhasznú Nonprofit Kft. közös rendszere menedzselte. A kiírt pályázatok keretén belül tisztán elektromos személyautók, tehergépjárművek és elektromos robogók megvásárlására van lehetőség vissza nem térítendő támogatással. Ezek közül a személyszállításra vonatkozó pályázatok feltételeit és eredményeit taglaljuk, hiszen a nagyvárosi közlekedés jelentős része a taxikon alapszik. 2020 júniusában megnyitották a taxi szolgáltatást végző tisztán elektromos autók vásárlását népszerűsítő pályázatot. Összesen 2 milliárd forint forrást vont be az állam, aminek segítségével maximum 15 millió forintos elektromos gépjárművet lehetett 55 százalékos vissza nem térítendő támogatással megvásárolni. A pályázati keret kevéssel több mint egy nap alatt fogyott el. Mivel a keret szűkössége miatt sokak pályázata elutasításra került, 2021. augusztusában ismét kiírásra került egy, az eddiginél nagyobb forduló, ahol 3 milliárd forint került szétosztásra. A feltételek annyiban változtak, hogy 45 százalékosra zsugorodott a támogatás, azonban még ez is kihagyhatatlan lehetőség volt az új járművek megvásárlásánál. A második taxi pályázat sikerességét segítette az is, hogy számos új elektromos járművel bővült a kínálat, aminek köszönhetően elérhetővé vált többek között a Tesla Model 3, a Skoda ENYAQ, valamint a Hyundai Ioniq 5. Az IFKA adatai alapján nagyjából 444 sikeres pályázat részesült támogatásban, ami egyenként megközelítőleg 6,8 millió forintot jelentett (IFKA, 2021; Szűcs, 2021)

Az e-carsharing terjedése

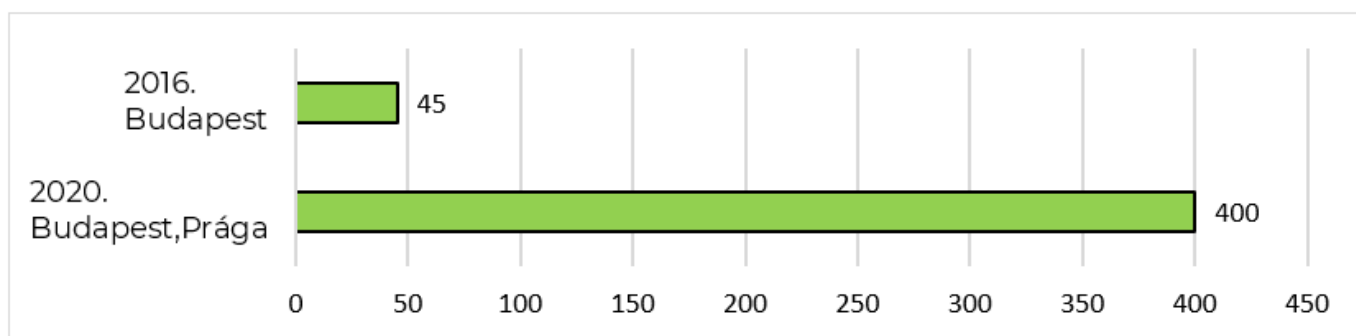
A Sharing Economy-t, magyarul közösségi gazdaságot megvalósító üzleti modell leginkább olyan területeken terjedt el, amelyeknél a megosztott javak nagy értékűek, azaz nehezen elérhetőek a fogyasztók többségénél, mégis nagy számban állnak rendelkezésre. Ezeket az eszközöket mid-grained jószágoknak hívjuk. Az erőforrás felhasználása történhet pénzügyi ellenszolgáltatással vagy teljesen ingyen is akár, azonban a gyors terjedése következtében az ingyenes szolgáltatások kezdenek kiszorulni, amiket felváltanak a fizetősök (Soltész – Zilahy, 2019). Ezt alátámasztva, Munos és Cohen kutatása szerint a jelenleg működő megosztáson alapuló szolgáltatók legtöbbször mögött már népszerű befektetők állnak, aminek eredményeként ezen üzleti modellek még inkább eltolódnak a profitszerzés irányába (Munos – Cohen, 2017).

A közösségi gazdaságnak különböző tipizálásai ismeretesek, amelyek közül Jukiet Schor rendszerezését szeretnénk megemlíteni. Az elv alapján 3 szempontból lehet megközelíteni ezt a fajta gazdasági rendszert: szolgáltatás típusa (peer-to-peer azaz P2P vagy business-to-peer azaz B2P), a szolgáltató profitszerzési szándéka (non-profit vagy for-profit) valamint a felhasználás típusa felől (Schor, 2014). A napjainkban elérhető megoldások közül a B2P szolgáltatókat mutatjuk be, amelyekre a hagyományos vállalati szabályok vonatkoznak, valamint az elsődleges céljuk a haszonszerzésre irányul.

Elektromos autómegosztás [B2P]

Az elektromobilitás terjedésének köszönhetően a Shared Mobility rendszerekben igen hamar megjelentek az innovatív, környezetbarát e-carsharing szolgáltatások is. Egyre több autómegosztó rendszer vont be olyan járműveket, amelyek jóval kevesebb környezeti terhelést jelentenek. Hazánkban 2016-ban indult el Budapesten az első olyan e-carsharing szolgáltatás, ami kizárólag elektromos autókkal dolgozik. Ez a GreenGo Budapest. A GreenGo az egyetlen olyan B2P autómegosztó rendszer Magyarországon, amely saját töltőhálózatot épített ki, ami főként megújuló energiaforrásból származó áramot biztosít autók számára. A vállalat küldetésként tekint arra, hogy ez ne csak egy kényelmes közlekedési eszköz, hanem egy olyan megoldás is legyen, ami élhetőbbé és fenntarthatóbbá teszi élőhelyünket.⁴ Az e-carsharing növekvő tendenciáját a GreenGo növekedésével szemléltetjük, hiszen az elmúlt 4-5 év alatt megtöbbszöröződött az elektromos flottájuk.

⁴ www.greengo.com (utolsó hozzáférés: 2022.05.24.)



2. ábra A GreenGo terjedése 2016-tól [e-autó db]

Forrás: saját szerkesztés, a <https://greengo.com/hu/rolunk> adatai alapján

Ahogy a 2. ábra is mutatja, az elmúlt 4-5 év alatt nem csak az autók számában, hanem területileg is sikerült terjeszkednie, így Budapest (300 db e-autó) mellett már Prágában (100 db e-autó) is működik. Ez a siker a legtöbb elektromos autómegosztó rendszernél megfigyelhető, ami számos előnyének köszönhető. Az e-carsharing nagyon jól ötvözi a kihasználtság növelésére irányuló szempontokat és az alacsonyabb környezeti terheléssel járó autózást, amely szintén segíti terjedési tendenciáját. A kihasználtság javításával csökkenti a városi közlekedés egyik legnagyobb problémáját, a torlódásokat. Ez nem csak kevesebb autóval jár, hanem jóval kevesebb kibocsátással is, ami környezeti és társadalmi szempontból is igen jelentős pozitívumnak tekinthető. Költséghatékonyság tekintetében szintén javulást jelent, mivel az állandó használat miatt elmarad a parkolási díj, valamint a szervizelési és karbantartási költség sem az időszakos fogyasztót terheli. Fontos társadalmi hatásként említhető a szemléletjavító ereje, hiszen sokak számára elérhetővé válik az e-autózás élménye. Ezen felül a hagyományos szolgáltatókat is „belekényszeríti” az elektromos/hibrid járművek alkalmazásába, hiszen ennek elmulasztásával piaci szerepük csökkenhet. Az összességében kevesebb használatban lévő jármű városi területeket szabadít fel, amelyeket zöldítésre vagy más hasznos közösségi funkciókra hasznosíthatunk.

A technológiai fejlődés és technológiaváltás során gyakran találkozhatunk ilyen problémákkal, amikor a fogyasztói magatartás megakadályozza a kívánt eredmény elérését (Soltész – Zilahy, 2019). Ebben az esetben a személyautózás túlhasználata jelenti a legjelentősebb visszapattanó hatást, eltekintve attól, hogy megosztott elektromos meghajtású járművekről beszélünk. A technológiai kihívásokat a későbbiekben részletesebben bemutatjuk a robottaxi példáján, az e-carsharing általánosan említhető negatív jellemzői a hatótáv és a töltési pontok szűkössége, a még nem kellően felkészített jogi szabályozási környezet, a nehezen ellenőrizhető felhasználói magatartás, valamint a közösségi közlekedés kárára történő lehetséges módváltás.

További probléma lehet az alacsony hatótáv, amely az autómegosztásnál még inkább érezhető, mivel ezeket az autókat nem a fogyasztók birtokolják, így azok töltése sem az ő felelősségük. Ez gyakran kellemetlenséget okozhat, annak ellenére, hogy az applikációkban lehetőség van az autó töltöttségi szintjének ellenőrzésére. Az ilyen megosztó rendszerek esetében kedvezményes tarifát javasolunk azon felhasználók részére, akik olyan helyen parkolják le az autókat, ahol lehetőség van töltésre. Lényeges kérdésnek tartjuk a töltéshez szükséges elektromos áram előállításának módját, hiszen ez is jelentősen befolyásolja az e-carsharing fenntarthatóságát. Ezt egyre több szolgáltató is figyelembe veszi, így a megújuló energiából származó töltőállomások száma folyamatosan emelkedik.

A világválság és energiaár krízis hatásai a megosztott elektromos személyszállításra

A Covid-19 járvány elsődleges hatása a korlátozásokon keresztül mutatkozott, a bevezetett szigorítások a mobilitási jellemzőkben a szállítási ágazatra vonatkozóan egyértelműen kirajzolódik, többek között a visszaesett futásteljesítmények formájában, mivel a gazdaságot súlyosan érintő lezárások miatt csökkent a személy- és áruszállítás volumene. A járvány súlyosan érintette a személyszállítást, nemcsak a felhasználás, hanem a gyártás tekintetében is. Jelentős veszteségek keletkeztek vállalkozói oldalon és a technológiai fejlesztések ideiglenesen lelassultak.

A Budapesti Kereskedelmi és Iparkamara (BKIK) részére készült elemzés (Trend International Kft, 2020) alapján a következő megállapításokat lehet tenni a vállalkozói szférára vonatkozóan (2020 április):

- A személyszállító vállalkozások 90%-át érintette a belföldi és külföldi utasok elmaradása → 65%-os forgalomcsökkenés,
- A vállalkozók 35%-a nem volt képes fizetni az adókat, járulékokat,
- Minden harmadik vállalkozó csökkentett a munkarendjén,
- Minden negyedik vállalkozó ideiglenesen felfüggesztette szolgáltatását.

A pandémia utáni helyreállítás a gazdaságban feltehetően jelentős hatást fog gyakorolni az összes szektorra, azon belül a szállítási ágazatra. A várható tendenciák közé tartozik, hogy a közösségi közlekedés szerepe tovább csökkenhet, és a privát autóhasználat megnövekedhet. Ez még súlyosabb környezeti, társadalmi hatásokat fog okozni, tovább zsugorítva a városi zöldterületeket. Mindez elengedhetetlenné teszi a közösségi közlekedés további modernizálását.

A pandémia utáni helyreállítás még éppen elkezdődött, amikor újabb sokkhatásként az energiabiztonság és árkrízis kérdése megjelent. Ezek a hatások együttesen alakítják a mobilitási helyzetet, és majd a későbbiekben lesznek tapasztalati adatok a bekövetkező változásokról.

Fenntartható taxizás

Az elektromos autómegosztás terjedésével együtt a technológiai fejlődés is fokozódik, ami az önvezető, hálózatba kapcsolt járműmegosztást fogja lehetővé tenni. Habár a jelenleg működő e-carsharing még csak az első lépés a jövő mobilitása felé, nagyon fontos szerepe lesz ezen új innovációk kialakításában és elfogadásában. Európa nagyvárosainak legforgalmasabb központjaiban taxik ezreit láthatjuk közlekedni, a magyar városi taxizás pedig egyértelműen Budapesten a legjelentősebb.

A fenntartható taxizás elterjedésének legfontosabb indoka, hogy az átlagos autózás káros hatásainak többszörösét fejtik ki a legsűrűbb belvárosi területeken. Ennek következményeként korszerű és környezetbarát járművekkel lenne szükséges ellátni a szolgáltatók flottáit. Ezt segítve Magyarországon olyan EU-s előírást alkalmaznak, amely elsősorban a jármű korára és a károsanyag-kibocsátásra vonatkozik: kizárólag olyan járművek működhetnek taxiként, amelyek legalább EURO5 környezetvédelmi besorolásúak, és életkoruk maximum 10 év. Az egyre szigorodó előírásoknak nem könnyű megfelelni, így az állam a korábban bemutatott elektromos taxi pályázatokkal segíti a szolgáltatókat.

Napjaink fenntartható taxizása: LEVC TX

Számos gyártó kezdett bele olyan elektromos járművek fejlesztésébe, amelyek kifejezetten a taxizás fenntarthatóságára lettek megtervezve. Példaként a London Electric Vehicle Company (LEVC) által gyártott londoni Black E-Cab TX-et mutatjuk be, amely népszerűségét és létjogosultságát az egyre szigorodó szabályozások és az elektromobilitást segítő támogatások adják. A jármű hatásosan ötvözi a hagyományos és az innovatív közlekedés tulajdonságait. A taxizás reformerének is tekinthető a már több mint 100 éve Conventy-ben működő LEVC felismerte, hogy milyen széles piaci lehetőség kínálkozik az elektromos taxizás irányába. Az első prototípus TX 2017-ben gurult ki a gyárból, majd egy évvel később 2018 januárjában már megkezdték az értékesítést. A belföldi sikerre alapozva más országokat is célkeresztbe vettek. Az első külföldről érkező rendeléseket Németország, Svájc, Dánia és Japán adta le. Magyarországra 2020 végén érkezett meg a márka, így a TX elektromos taxik már hivatalosan is a magyar utak rendelkezésére állnak.⁵

⁵ www.e-cars.hu (utolsó hozzáférés: 2022.05.24.)



3. ábra Az első LEVC TX Magyarországon

Forrás: saját fotó

Ahogy a 3. ábrán látható, a külső szinte semmit sem változott a már 100 éven át gyártott Cab-hez képest, a belső viszont annál inkább. A régi megszokott 2500 cm³-es dízelmotor helyére egy hátsó tengelyen lévő 250 Nm nyomatékú, 160 lóerős Siemens villanymotor került, és az első küszöbök alá egy 33 kW/h akkumulátor lett beépítve. A motorháztetőnél található a hatótávnövelőt (range extender) azaz egy takarékos benzinmotort, ami nem közvetlenül a hajtásért felel, hanem az akkumulátor menet közbeni töltéséért. Ezzel a kiegészítéssel az autó hatótávja eléri az 515 km-t, amiből a villanymotor 100 km-t vállal önerőből (WLTP szabvány szerint). Az autó hatótávját tovább növeli a regeneratív fékezési funkció (fékenergia visszanyerés), ami a lassításnál vagy fékezésnél egy generátort meghajtva, extra energiát termel. Az elektromos meghajtás mellett számos olyan funkciót is megkapott az autó, amely már az önzetetés 2. szintjét érinti.⁶

A LEVC TX összehasonlítása a hagyományos gépjárművekkel

A TX költséghatékonyságának és környezetbarát tulajdonságainak a hagyományos gépjárművekkel történő összehasonlításhoz azonos funkciójú autókat választottunk, így a 7 személyes Peugeot kisbuszt és a hagyományos londoni TX4-es Black Cab-et elemeztük, hogy miben különböznek (költséget és kibocsátást illetően) az új elektromos TX-től. Az összehasonlításhoz szükséges jellemzőket, alapadatokat az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat Átlagos utasszállítási körülmények mellett használt dízel és elektromos 7 személyes személyszállító taxik összehasonlítása költség és kibocsátás terén (napi 200 km-rel, 440 Ft/l gázolaj árral, heti 5 munkanappal, évi 48 munkahéttel és 10 évvel számolva)

Jármű típusa	Ár	CO ₂ kibocsátás (g/km)	CO ₂ kibocsátás 10 év alatt	Üzemanyag költség (Ft/hó)	Összköltség (Ft/km)
Peugeot E7 2.0 dízel	11 m. Ft	199 g/km	95 520 kg	kb. 180 000 Ft (10 l/100km)	23+
TX4 2.5 dízel (2019)	23 m. Ft	222 g/km	106 560 kg	kb. 265 000 Ft (15 l/100km)	48+
Elektromos TX	29 m. Ft	29 g/km (hatótávnövelő nélkül 0 g/km)	13 920 kg (hatótávnövelő nélkül 0 g)	kb. 83 000 Ft (5 l/100 km) (hatótávnövelő nélkül 21 000 Ft)	60+

Forrás: saját szerkesztés a www.levc.com adatai alapján

⁶ www.levc.com (utolsó hozzáférés: 2022.05.24.)

A budapesti személyszállítási szabályzat alapján választottuk a 10 éves élettartamot, hiszen az ennél öregebb járművek már nem működhetnek taxiként. A kilométerenkénti összköltség a vételárat, üzemeltetést (adók, biztosítás) és az átlagos szervizelést (kopóalkatrészek cseréje) tartalmazza 10 évre, azaz 480 000 km-re szétosztva. Fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy a táblázat nem szemlélteti az idő múlásával a dízel autók értékének drasztikus csökkenését, az egyre növekvő CO₂ kibocsátást, a gázolaj ár ingadozását (emelkedését), az elektromos autók támogatását, az adókedvezményeket, valamint az akkudegradációjából adódó hatótáv csökkenést. Amint az a táblázatból is látható, az elektromos TX használatával jelentős szén-dioxidkibocsátás-csökkenés érhető el, amely tudatos vezető számára akár közel 0 g/km is lehet (ha nem használja a hatótávolság növelést). Az említett elektromos TX azonban még ezzel a kisteljesítményű motorral is csak a két hagyományos jármű károsanyag-kibocsátásának 13-15%-át produkálja. Az elektromos TX használatával (még a hatótávolságnövelővel is) ugyanolyan javulást érhetünk el (a helyi CO₂-kibocsátásban), mintha körülbelül 85%-kal kevesebb taxi közlekedne a városok utcáin. Emellett a zajszennyezés szintje is jelentősen csökkenne, ami egyértelműen javíthatná a városi életminőséget és csökkenthetné a környezeti hatásokat.⁷

Az összehasonlítás alapján az 1 járműre vonatkozó CO₂ kibocsátás-csökkenést kaptuk meg. Ezek a fajlagos értékek használhatók a taxi-szolgáltatást nyújtó járműállomány megújítása, illetve elektromobilitásra való átállítása esetén. Ez egy hosszabb távú feladat, ahogy az előzőekben jeleztük, a még nem véglegesen elfogadott Fit for 55 klímacsomag szerint 2035-től már hagyományos üzemanyagot használó járművek újonnan nem lesznek megvásárolhatók. Az átállási időszak első szakasza egybeesik a pandémia utáni helyreállással, amelynek során várható tendenciákat szintén az előzőekben már említettük. A fenntartható taxizásnak is szerepet kell szánni ezekben a folyamatokban annak érdekében, hogy elkerüljük a súlyos környezeti hatásokat és megőrizzük a városok élhetőségét. A megfelelő minőségű és jobb környezeti teljesítményt nyújtó taxi szolgáltatások segíthetnek alternatívát kínálni az egyéni autóhasználattal szemben. Az általános autóiiparági problémák azonban a taxizásra használt járműveket is érinteni fogják.

Jövőben várható innovatív megoldások

A taxizás és az autómegosztás közös jövője

A megoldási lehetőségek közé tartozik az Innovatív elektromos, önvezető személyszállító szolgáltatások és járműmegosztó rendszerek fejlesztése és népszerűsítése. A hálózatba kapcsolt elektromos önvezetés vezetők nélküli taxikkal valósulhat meg. Az EU számára is kiemelt fontosságú az automatizált mobilitás felé történő határozottabb elmozdulás.

Nemzetközi példák

Annak ellenére, hogy a teljes önvezetési szintet még nem érte el a járműipari technológia, számos olyan kezdeményezés megvalósult, amely megmutatta, hogy nincs is olyan messze ez a fajta futurisztikus közlekedési megoldás. Mivel ezen eszközöknél nincsen vezető, tekinthetünk rájuk robottaxikként.

Az első önvezető taxiszolgáltatást az Egyesült Államokban, San Franciscoban indították el Waymo néven. A Google és Waymo 2009-ben kezdte el a közös fejlesztéseket, amelyekhez elsősorban nagy mennyiségű személyautó által gyűjtött adatra volt szükség. Az évek alatt sikerült a legtöbb közúti szituációt lemodellezni és rendszerezni, így 2015-re megalkották az egyedileg legyártott kormány és pedálok nélküli, önvezető Firefly-t. Ez a prototípus lett az alapja a Waymo önvezetésfejlesztéseknek, amely 2017-től az Alphabet Inc. cégcsoport támogatásával bővült. Ennek eredményeként sikerült az első tömeggyártott járműveket (Chrysler Pacifica Hybrid) teljesen autonómmá átépíteni, amelyek nagy méretük miatt kifejezetten alkalmasak voltak a taxizásra. A feleslegessé vált vezetőülés miatt hatalmas tér szabadult fel, így tágasabb belsőt kaptak a fogyasztók. Az átalakított kisbuszokat teszt jelleggel megnyitották a lakossági felhasználásra is, így saját felelősségre és teljesen díjmentesen lehetett kipróbálni őket. A kezdeti sikereken elindulva, a személyszállításon túl már a tehergépjármű és a szállítmányozás szegmensét is fejleszteni kezdték.

⁷ www.levc.com; <https://levc.gablini.hu> (utolsó hozzáférés: 2022.05.24.)

A kínai Baidu cégnél az Apollo Go fejlesztésének első lépése szintén a széleskörű adatgyűjtés volt, aminek következtében 8.7 millió kilométernyi tesztet végeztek. A radar és szenzor technológia nagyon hasonló a Waymo által fejlesztett járművekéhez, így ez is a 4. önvezetési kategóriába tartozik. A Baidu vállalat bejelentése szerint a közeljövőben Shanghai utcáin 200 ilyen taxi fog működni, illetve távolabbi cél, hogy további 30 nagyvárost is bevonjanak 3000 robottaxi legyártásával. Az Apollo Go Shangai mellett Pekingben és 3 másik kínai városban van jelen egyelőre kis számban és a teszt fázis miatt itt is ingyenes szolgáltatásként működnek. A Baidu felismerte, hogy az önvezetés csak akkor lesz globálisan hatásos, ha képesek elérhető áron tömeggyártásban is kiadni ezeket a fejlesztéseket, így tervezni kezdték az olcsóbb és egyszerűbb Apollo Moon robottaxit. A tervezett árát 24 millió forintra hirdették meg, amelyek gyártásában segítségül lesz a BAIC EV és az Arcfox autógyártó vállalat is. A gyártó a járműgyártáson túl hangsúlyozza az önvezetéshez szükséges infrastruktúra kiépítésének fontosságát is, amit további fejlesztésekkel igyekeznek megoldani. Sikeresen kidolgozták a jármű-X (vehicle-to-X) technológiát, amelyben a járműszenzorok információkat töltenek fel a felhőbe, aminek segítségével kommunikáció jön létre a járművek között. Ezzel a legtöbb torlódás, baleset, és a többi közlekedési probléma elkerülhető (Mullen, 2021).

Az előbb felsorolt példánál, mivel már nincsen sofőrnek kialakított ülés, több utast és csomagot lehet szállítani, tehát tovább nő a kihasználtság, ami szintén nagy előnye az önvezetésnek. Habár az elérhető áron történő tömeggyártás még nem valósult meg, a távoli jövőben ez is megoldódni látszik, hiszen ezek a tesztelés alatt álló kezdeményezések csupán egy hosszú átmenet kezdetei.

A hazai gyakorlatba való átültethetőség kérdése

A „világítótorony” városokban kialakuló megoldások akkor igazán hasznosak, ha elindítanak egy világméretű trendet, azaz más „követő” országok és városok is átveszik azt. Mivel a nemzetközi példák nagyvárosi környezetben működnek, Budapest egyik kerülete lenne alkalmas a Waymo és a Baidu elgondolásának a meghonosítására. Ez azért is célszerű, hiszen a kezdeti szakaszban kisebb területen célszerű megkezdeni a gyakorlat átvételét. Fontos különbség, hogy a városi környezet eltér a nemzetközi példától, hiszen Budapesten jóval több a történelmi városrész, így ez kompromisszumokra kényszerít. Erre megoldásként újabb építésű városrész kijelölése indokolt (pl.: Újbuda), így közelebb kerülnek egymáshoz a tárgyalt városi környezetek. Ezen felül lényeges kérdés az infrastruktúra kiépítése is, amelyhez állami hozzájárulást és támogatást is szükségesnek tartunk. Habár a meglévő szoftver segítségével már „csak” a fizikai infrastruktúra marad hátra, ez is nagy költséget és új várostervezési stratégiát igényel. A kiépítés mellett a szoftver biztonságos működtetése is kulcskérdés, hiszen egy esetleges meghibásodás következtében az egész rendszer összeomlik, ami katasztrófához is vezethet. További kihívást jelent az önvezető elektromos járművek töltése, hiszen itt már a járműnek kell megoldani ezt. Ebben az esetben vezeték nélküli töltést javasolunk, valamint tetőbe/motorháztetőbe épített napelemes rendszert, amely a jármű töltéséért felelne. Ezen felül arra is megoldást kell találni, hogy a tesztelt kerület hogyan lesz integrálva a főváros többi részébe, valamint milyen módon történik a kapcsolódás más közlekedési módokhoz, célpontokhoz.

Budapest esetében jóval kisebb távolságokról beszélhetünk, így ez kedvező számunkra. Teljesen új szolgáltatás lévén a társadalmi igényfelmérés nélkülözhetetlen eleme a kezdeményezésnek, hiszen az alacsony támogatottság és a sérülékeny bizalom a gyakorlat átvételének sikertelenségét is okozhatja. Az önvezető autók lehetséges hatásai sokrétűek az életmódra és a gazdaságra vonatkozóan (Banyár, 2019). Végezetül lényeges szempont az, hogy az átvett gyakorlat hatásai mérhetőek legyenek, hiszen csak így lehet következtetéseket levonni a projekt sikerességéről vagy hiányosságairól.

SWOT elemzés az elektromos önvezető taxikról

Az elektromos önvezetés rendkívül komplex téma, ennek az értékelésére és rendszerezésére a SWOT elemzést választottuk. Az analízis segítségével átfogó képet szeretnénk adni az elektromos önvezető taxizásról, ahol annak előnyeit (strengths), hátrányait (weaknesses), lehetőségeit (opportunities), valamint veszélyforrásait (threats) gyűjtöttük össze. A feldolgozott szakirodalmi háttér, szakértőkkel készített interjúk, valamint saját véleményünk alapján megfogalmazott jellemzőket a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat SWOT analízis az önvezető elektromos személyautókról (robottaxikról)

Erősségek	Jelentősen javuló közúti biztonság Magas kihasználtság Időhatékonyság (nincs parkolóhely keresés, torlódás stb.) Városi terek felszabadulása (parkolók, sávok) Új szolgáltatások és gazdasági lehetőségek megjelenése Személyre szabott adózási és útdíj rendszerek Széles felhasználó kör Kedvező fuvardíjak
Cyengeségek	Kezdeti technológiai és infrastrukturális problémák jelentkezése Elérhető árú tömeggyártás Világos jogi és hatósági szabályok kiépítése Munkaerő átalakulásból adódó társadalmi krízisek (taxisok, buszvezetők, csomagszállítók, sofőrszolgálatok stb.) Széleskörű adatigény a tesztfázis elkezdéséhez Az infrastruktúra kiépítése a területi különbségek miatt nagyon nehezen egységesíthető, így nehéz a jó gyakorlatok átvétele Esetleges szoftverhibák az egész rendszer leállítását eredményezheti
Lehetőségek	Ezen kezdeményezésekre irányuló projektek és beruházások terjedése Szigorodó közúti előírások a kibocsátásra és a biztonságra vonatkozóan Az elektromos önvezetés technológiájának átvitele a teherszállításba és a közösségi közlekedésbe Termelésnövekedés a gyártási automatizáltságnak köszönhetően Fiatallabb generáció technológia iránti elkötelezettsége
Veszélyek	Változó társadalmi szokások és instabil bizalom a technológiát illetően (rendszerhibák esetén) A technológia túlzott alkalmazása, adatvédelmi visszaélések lehetősége Egyre fokozódó nyersanyaghiány A hagyományos autóipar és a biztosítók lobbitevékenysége ezen megoldások visszaszorítására A várható jogrend korlátozásai az önvezetésre vonatkozóan (szigorú EU-s szabályozások)

Forrás: saját szerkesztés

A SWOT analízis egyes elemeit fontosnak tartjuk részletesebben kifejtetni. Ezeket olyan kulcstényezőnek tartjuk, amelyek leginkább befolyásolják a jövőbeni elektromobilitási és önvezetési tendenciákat:

Kedvező fuvardíjak: a hagyományos taxizásnál az egyik legnagyobb hátrányt jelenti a magas fuvardíj, így a fenntartható közlekedés egyik fő kritériuma (elérhető ár) nem teljesíthető, hiszen egyes társadalmi rétegek kiszorulnak a használatból. Habár az elektromos taxik elterjedése javulást hozott, még így is költséges szolgáltatásnak mondható. Ez azzal magyarázható, hogy a magas ár nem csak az üzemanyagárnak és a járműhasználatnak köszönhető, hanem a taxisofőr jelenléte is nagyban hozzájárul. Az önvezető járművek esetében már nem kell ilyen költséggel számolni, így jelentős fuvardíjcsökkenés várható.

Kezdeti technológiai és infrastrukturális problémák jelentkezése: teljesen új technológia, amelynek szoftveres háttere az interneten alapszik. Az internetes hálózatok sebezhetőségére láthattunk már számos példát más szektorokból, így itt is számíthatunk problémákra, főként a kezdeti időszakban. Mivel ezen problémák az egész közlekedési rendszert veszélyeztetik, az esetleges hálózati meghibásodások/külső digitális támadások nagyon komoly következményekkel járhatnak.

Termelésnövekedés a gyártási automatizáltságnak köszönhetően javítja a kínálatot és csökkenti a költségeket. A bekerülési ár meghatározó eleme a teljes járműhasználati költségnek és érdemi befolyást gyakorol az új technológiák elterjedésének intenzitására.

A hagyományos autóipar lobbitevékenysége: a járműiparban bekövetkező átalakulás elkerülhetetlen. Az önvezetés teljesen új gyártókat és fejlesztőket fog az ipar élére állítani, ami a hagyományos piaci szereplők gyengüléséhez vezet. Azon járműipari vállalatok, akik nem lesznek képesek alkalmazkodni, igyekeznek majd mérsékelni és késleltetni ezt az átalakulást.

A SWOT elemzés rámutatott arra, hogy milyen sokféle szempont összehangolása szükséges a fenntarthatóságra való törekvés során. A fentiekben kiemelt négy kulcstényező tekinthető véleményünk szerint a jövőbeni fejlődést leginkább meghatározó jellemzőnek. Ennek megfelelően a mobilitási szolgáltatásokat a környezet- és fejlesztéspolitikán keresztül is érdemes vizsgálni annak érdekében, hogy a kedvező hatásokat azonosítani lehessen.

A SWOT elemzés segítségével az is láthatóvá vált, hogy a jövő taxizásának is nevezhető önvezetés egybemossa majd a különböző személyszállítási módokat, valamint új közlekedési eszközök kifejlesztését is elősegítheti (pl.: önvezető vízi-robottaxik). Azonban az új technológia átvétele mellett nem szabad megfélemlíteni a károsult iparágak, vállalkozók, munkavállalók kezeléséről sem, hiszen ennek az átrendeződésnek nem csak nyertesei, hanem vesztesei is lesznek átmenetileg (Amelang, 2021).

Összefoglalás

A fenntartható mobilitással kapcsolatos szakpolitikai célkitűzéseket és fellépéseket erőteljesen uniós szinten kell képviselni. A hagyományos közlekedésből adódó tarthatatlan állapotokat egyes fejlesztők, gyártók és szolgáltatók felismerték, így egyre több olyan innovatív megoldás jelenik meg, amelyek bizonyos szempontból pozitívan hatnak a városi mobilitásra. Ilyen alternatívák a Shared (e-) Mobilitás, a Sharing Economy egyik legfontosabb ágazata, amely mára egyre népszerűbb közlekedési formává vált. Ennek a még új rendszernek a felépítése, működése, valamint az élet egyes területeire gyakorolt hatásai vizsgálatra szorulnak. A Shared Mobility mellett fontosnak tartjuk az elektromos/hibrid taxi szolgáltatás bevezetését is, hiszen ez a személyszállítási forma egyre nagyobb szerepet kap a nagyvárosok közlekedésében. Példaként bemutattuk a London Electric Vehicle Company (LEVC) által Magyarországon gyártott új TX elektromos taxit.

Az elektromos meghajtás térnyerése számos más fontos fejlesztést is magában foglal, amelyek nemcsak a negatív környezeti hatásokat csökkentik, hanem javítják a járművek biztonságát, költségét és műszaki jellemzőit is. Ennek megfelelően a már ma sorozatgyártásban lévő önvezetési szinteket, illetve a jövőben várható rendszereket vizsgáltuk, amelyek a lehető legnagyobb biztonsággal teszik lehetővé a teljes önvezetést. Ez a kezdeményezés számos környezetvédelmi, műszaki, társadalmi és jogi szinten tisztázandó kérdést vet fel, hiszen az intelligens funkciók és az önvezetés a személyszállítás jelenlegi helyzetét is jelentősen megváltoztatja.

A kvantitatív és kvalitatív módszerekkel végzett kutatás alapján felvázoltuk azokat a folyamatokat, amelyek meghatározzák a jövőbeni fenntarthatósági törekvéseket a taxi-szolgáltatásokra vonatkozóan. A kutatási kérdésekre adott összegző válaszok a következők:

- az EU szintű és a hazai szakpolitikai háttér vizsgálata azt mutatta, hogy fontos lépéseket szükséges tenniük a tagállamoknak, hogy mérsékeljék a környezeti hatásokat, csökkentsék a CO₂ kibocsátásukat és megteremtsék a fenntartható közlekedés feltételeit,

- korábban rendelkezésre álltak releváns pályázati források, amelyek az elektromobilitást támogatták, ezt a pályázati rendszert lenne szükséges tovább működtetni, főként a nagy futásteljesítményű, köztük a taxiszolgáltatást végző járművek cseréje kell, hogy prioritást kapjon,

- a hagyományos meghajtáshoz képest jelentős kibocsátáscsökkenés érhető el, típus járművek példáján keresztül mutattuk be a fajlagos csökkenés mértékét,

- az innovatív megoldási lehetőségek közé tartozik az elektromos, önvezető személyszállító szolgáltatások és járműmegosztó rendszerek fejlesztése és népszerűsítése. A hálózatba kapcsolt elektromos önvezetés vezető nélküli taxikkal valósulhat meg. Ezt számos nemzetközi példa bizonyítja. A hazai gyakorlatba való átültethetőség tervezése során a technológiai feltételek biztosításán túlmenően komplex előkészítésre van szükség,

- az önvezető elektromos személyautók SWOT elemzése során 4 kulcstényezőt azonosítottunk: kedvező fuvardíjak, kezdeti technológiai és infrastrukturális problémák jelentkezése, termelésnövekedés a gyártási automatizáltságnak, illetve a hagyományos autóipar lobbitevékenysége.

A fentiekben felsorolt megállapítások a háttér folyamatok és kulcstényezők azonosításával segíthetnek a fenntartható taxizás feltételeinek jobb megértésében, illetve erre építve a taxiszolgáltatásokra vonatkozó egyedi szakpolitikai célok kijelölésében és a stratégiai szintű tervezésben. A további kutatások során javasoljuk a fenntartható taxizás vizsgálatára egy átfogó értékelési keretrendszer kidolgozását, hogy a taxiszolgáltatást végző járműállomány változásának hatásai környezeti, gazdasági és társadalmi szempontból is modellezhetővé válhassanak.

Felhasznált irodalom

- Amelang, Sören (2021): How many car industry jobs are at risk from the shift to electric vehicles? <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/how-many-car-industry-jobs-are-risk-shift-electric-vehicles>, (2022. május 24.)
- Banyár József (2019): Az övezető autók lehetséges hatásai az életmódra és a gazdaságra. Polgári Szemle, 15. évf.4-6. szám. <https://polgariszemle.hu/aktualis-szam/169-nemzetgazdasagi-penzugyek-energetika-kornyezetvedelem/1053-az-onvezeto-autok-lehetseges-hatasai-az-életmodra-es-a-gazdasagra> (2022. május 24.)
- CE Delft (2019): Handbook on the external costs of transport, Version 2019 – 1.1. <https://cedelft.eu/publications/handbook-on-the-external-costs-of-transport-version-2019/> (2022. május 24.)
- COM(2011)144: Fehér könyv, Útiterv az egységes európai közlekedési térség megvalósításához – Úton egy versenyképes és erőforrás-hatékony közlekedési rendszer felé. 2011. március 28. COM(2011) 144 <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:HU:PDF>
- Earl, Thomas et al. (2020): How European transport can contribute to an EU -55% GHG emissions target in 2030 https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2020_02_TE_EGD_vision_How_EU_transport_can_contribute_minus_55.pdf (2022. május 24.)
- E-cars.hu (2020): Magyarországon is elérhetővé válik az LEVC taxi. <https://e-cars.hu/2020/12/22/magyarorszagon-is-kaphato-lesz-a-levc-taxi-es-a-vn5-furgon/> (2022. május 24.)
- European Environment Agency (2020): Environmental Noise in Europe <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe> (2022. május 24.)
- Európai Parlament (2022): Fit for 55: MEPs back objective of zero emissions for cars and vans in 2035 <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20220603IPR32129/fit-for-55-meps-back-objective-of-zero-emissions-for-cars-and-vans-in-2035> (2022. május 24.)
- Hoen, Anco et al. (2021): Air Pollution and transport policies at city level. <https://www.cedelft.eu/en/publications/2626/air-pollution-and-transport-policies-at-the-city-level>, (2022. május 24.). <https://greengo.com/hu/>
- <https://levcgablini.hu/>
- <https://levc.com/>
- IFKA (2021): Pályázati felhívás: <https://elektromobilitas.ifka.hu/hu/page/nyitotlap-2020>, <https://2021.taxi-elektromobilitas.ifka.hu> (2022. május 24.)
- Innovációs és Technológiai Minisztérium [ITM] (2019): Hazai Elektromobilitási Stratégia: Jedlik Ányos Terv 2. https://www.jovomobilitasa.hu/upload/editor/Strategiak/Hazai_elektromobilitasi_si_strate_gia.pdf (2022. május 24.)
- IPPC (2021): Climate Change 2021, The Physical Science Basis, Summary for Policymakers, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> (2022. május 24.)
- Mullen, David (2021): Self Driving Taxis from Baidu. <https://www.driving.co.uk/news/technology/baidu-chinese-google-begun-offer-robotaxis-public-shanghai-according-state-owned-source/> (2022. május 24.)
- Munoz, Pablo – Cohen, Boyd (2017): Mapping out the Sharing Economy. https://www.researchgate.net/publication/315949712_Mapping_out_the_Sharing_Economy_A_Configurational_Approach_to_Sharing_Business_Modeling (2022. május 24.)
- Schor, Juliet (2014): Debating the Sharing Economy <https://greattransition.org/publication/debating-the-sharing-economy> (2022. május 24.)
- Soltész Petra – Zilahy Gyula (2019): A megosztáson alapuló gazdaság környezeti és társadalmi hatásai, https://mersz.hu/dokumentum/matud_706 (2022. május 24.)
- Szuhi Attila (2017): A szmog egészségügyi hatásai, <http://www.legszenyvezes.hu/szmog-egeszsegugyi-hatasai> (2022. május 24.)
- Szűcs Gábor (2021): A villanytaxis pályázat kerete is kimerült <https://villanyautosok.hu/2021/08/25/a-villanytaxis-palyazat-kerete-is-kimerult/> (2022. május 24.)
- Trend International Kft (2020): A koronavírus hatása a budapesti vállalkozásokra, Szegmenselemzés –Közlekedés, személyszállítás, taxi -Piackutatási riport a BKIK részére. https://bkik.hu/upload/files/Szegmensenkenti_riport_Kozlekedes-szemelyszallitas-taxi.pdf (2022. május 24.)
- Waymo (2009): Waymo company story: <https://waymo.com/company/#story> (2022. május 24.)

A férfiak és nők eltérő közlekedési szokásai Budapesten és annak relevanciája a Budapesti Mobilitási Tervben

Beküldve: 2022.01.04.
Elfogadva: 2022.11.28.
Online közzétéve: 2023.04.20.



ID **KIMMER DIÁNA** senior mobilitástervezés munkatárs, BKK Budapesti Közlekedési Központ, Stratégiai Tervezés, diana.kimmer@bkk.hu

Kivonat: Ebben a cikkben a nemek közötti mobilitási minták különbségeit vizsgálom Budapest esetében. Az elemzésben feltérképezem a férfiak és nők különböző utazási szokásait, utazásaik hosszát és az utazás okait. Végül kitérek a kutatás relevanciájára a fenntartható városi mobilitás tervezési (SUMP) folyamatában. Először leíró statisztikákon keresztül vizsgálom a különbségeket, mind az utazások száma, mind a megtett távolság alapján. Ezután, probit regressziós analízis segítségével megvizsgálom, milyen változóktól függ a személygépjárművel történő utak választása. Az elemzés eredménye alapján következtetéseket fogalmazok meg a nők és a férfiak eltérő közlekedési módválasztási szokásairól, amelyek tanulságait a budapesti SUMP felülvizsgálata során beépítjük a Budapesti Mobilitási Tervbe.

Kulcsszavak: mobilitástervezés, SUMP, probit model, nők és férfiak utazása

Mobility differences between men and women, and it's relevance for mobility planning in Budapest

Abstract: In this paper I look at gender differences in mobility patterns for the case of Budapest. In the analysis I map the different ways men and women travel, the length of their trips and their reasons for travelling. Lastly, I will discuss the relevance of the research for sustainable urban mobility planning (SUMP) process. First, I examine the differences through descriptive statistics, based on both number of trips and travelled distance. I also conduct a probit regression analysis to examine which factors are dominant when choosing a car for the mode of travel. Based on my findings, I draw conclusions about the different mobility habits of women and men. During the review of the SUMP of Budapest, we will incorporate these lessons learned, and suggest policy measures according to them.

Keywords: SUMP, mobility planning, gender differences, probit model, mobility research

Bevezetés

A közlekedési szokásainkat nagyban befolyásolják a bennünket meghatározó szocio-demográfiai attribútumok és kialakult szokások. Jelentősen különbözik egy ember utazási láncja az egyes életszakaszaiban, élethelyzetekben, például a gyermeke születése után, idős vagy beteg családtagok gondviselése következtében, vagy költözés esetleg munkahelyváltás során. Utazásainkra azonban nem csak az alapvető, az utazás célját vagy kiindulópontját megváltoztató tényezők vannak hatással, hanem a lakhelyünk környezete, a jövedelmünk és a nemünk is. Az utóbbi időben számtalan nemzetközi kutatás mutatott rá a férfiak és a nők közötti eltérő mobilitási szokásokra.

Egy nyolc városban készített kutatás kimutatta, hogy a városok közül, kettő kivételével, Hanoi, Helsinki, Jakarta, Kuala Lumpur, Lisszabon, Manila esetében is a nők többet használják a közösségi közlekedést, mint a személygépjárművet, míg Dublinban és Aucklandben ez nem így van (Ng – Acker, 2018). A nem szignifikánsabb változó volt az összes esetben, mint a kor vagy a jövedelem. (Goel et al., 2022) 6 kontinensen át, 13 országból, 19 várost vizsgáltak az aktív közlekedési módok felhasználásával kapcsolatban. Eredményeik alapján az összes városban többet sétálnak és használják a közösségi közlekedést a nők, míg ez az összefüggés a kerékpározás alkalmával minden esetben megfordul, több férfi kerékpározik a városok utcáin. Magyarországi adatokon kevés hasonló kutatás készült eddig,

az egyetlen említhető a Magyar Kerékpárosklub 2020-ban készült Budapestre reprezentatív felmérése, ami alapján elmondható, hogy Budapesten több férfi kerékpározik¹.

Ebben a tanulmányban bemutatom, hogy Budapesten milyen eltérő mobilitási szokásokat látunk a férfiak és a nők között, illetve ez hogyan hat vissza a tervezési folyamatokra, és a levont következtetések hogyan jelennek majd meg a Budapesti Mobilitási Tervben. A II. pontban az adatbázis és a módszertan kerül ismertetésre, míg a III. és a IV. pontokban az eredményeket ismertetem. A III. pontban a leíró statisztikák kerülnek összegzésre, a IV. pontban pedig a regressziós modell eredményeit és az autózási szokásokat ismertetem. Az V. pont a kutatás eredményeinek implementálási javaslata a jelenleg felülvizsgálat alatt álló Budapest Mobilitási tervbe, a VI. pont pedig összegzi a tanulmányt, és lehetséges kutatási és tervezési irányokat jelöl ki.

Adatbázis és módszertan

A kutatás a 2021-es Budapesti modal split, vagy másnéven közlekedési munkamegosztás arányszám kiszámításához felvett adatbázison készült. A közlekedési munkamegosztás arányszám célja Budapestre reprezentatív módon meghatározni a városi közlekedés módonkénti részarányát, amihez éves gyakorisággal készül nagymintás háztartásfelvétel a BKK megrendelésében. Az adatfelvételre háztartásfelvételen keresztül, kérdezőbiztosok által, 2021. október 13-15. és október 20-22. közötti napokon került sor. Az adatfelvétel során, mivel mindig a kérdezett előző napi utazását vesszük fel, így fontos, hogy az adatfelvételre olyan időszakban kerüljön sor, amikor az időjárás nem túl hűvös, csapadékos vagy egyéb módon szignifikánsan változtathatja a kérdezett szokásos közlekedési szokását. Mivel az őszi időjárás kevésbé csapadékos és kiszámíthatóbbnak bizonyult, mint a tavaszi, ezért került az adat októberben felvételre.

1. táblázat Budapesti átlaghőmérséklet és csapadékmennyiség

		Átlag	Variancia	Szórás
Május	Hőmérséklet (C)	17,2	35,3	5,94
	Csapadékmennyiség	3,6	-	-
Október	Hőmérséklet (C)	13,1	26,51	5,15
	Csapadékmennyiség	1,8	-	-

Forrás: saját szerkesztés

Az adatfelvételbe kizárólag hétköznapok kerültek be. Felvételre került az utazási lánc összes eleme, valamint a munkába jutás és hazatérésen túl, az összes további, aznapi utazás is. Amennyiben egy-egy utazás során átszállásra, vagy módváltásra került sor, ezek is, mint részutak, kerülnek be az adatbázisba. A lekérdezés során 5248 személy utazása került felvételre, ami összesen 12947 utazást jelentett. Az adatbázisban szerepel a kiinduló és célpont, az utazás célja és ideje, a közlekedési mód, valamint az utazás során megtett távolság (kilométerben). Az adatbázis négyféle közlekedési módot különböztet meg: személygépjárművel való közlekedés, kerékpározás, 15 percnél hosszabb gyaloglás és közösségi közlekedés. Fontos megemlíteni, hogy az autóhasználat során mind a sofőröket, mind az utasokat ugyanúgy az 'autós' kategóriába sorolja az elemzés. Az utazáshoz köthető adatokon kívül felvételre kerültek szocio-demográfiai adatok is, mint a válaszadó életkora, neme, végzettsége, gazdasági aktivitása, valamint szubjektív jövedelmi helyzete. A kutatásban olyan személyek, akik hivatásszerűen vezetnek valamilyen járművet, tehát sofőrök, taxisok, személy vagy áruszállításban részt vevő személyek, nem kerültek be a mintába. A kutatás során felhasznált adatbázis tehát egy keresztmetszeti adat 2021-ből, ami a tisztítás után 12599 megfigyelésből állt és Budapestre reprezentatív.

A kutatási módszertan leíró statisztikából és egy regressziós modellből áll. A leíró statisztikával az alapvető összefüggéseket vizsgálom, valamint a férfiak és nők utazására külön modal splitet számolok, amit utána tovább elemzek. Ezután, a kauzális kapcsolatok feltárása érdekében, probit regresszióban elemzem az autós közlekedési

¹ <https://kerekparosklub.hu/hirek/cikk/ugyanannyi-kormanyparti-es-ellenzeki-kerekpározik-sokan-bicikliznek-a-jarvany-miatt--orszagos-kutatas-2020> (utolsó hozzáférés: 2022.06.13)

szokásokat. A probit regresszió egy olyan nem lineáris elemzés, amelyben egy bináris függő változó valószínűségét számoljuk ki. A regressziós modell nagyban támaszkodik az Ng – Acker (2018) tanulmányában használt egyenletre, azonban a multimodális logisztikus regresszió helyett egy probit regresszióval kerülnek elemzésre az adatok. Ennek oka, hogy a függő változó nem kategorikus, hanem egy bináris változó, ami kifejezetten azt figyeli, egy utazás autóval vagy más közlekedési móddal valósult-e meg. A független változók, a cikkhez hasonlóan, szocio-demográfiai változókat, valamint az úthoz kapcsolódó attribútumokat tartalmaznak. A regressziós modellt az (1) -es képlet írja le:

$$Y_{ij} = \alpha + \beta_1 G_i + \beta_2 D_j + \beta_3 P_j + \beta_5 C_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

A fenti képletben az Y a függő változó, ami, ha autóval történt az utazás 1-et, ha bármilyen más közlekedési móddal (tehát az adatbázisban kerékpárral, gyalog vagy közösségi közlekedéssel) akkor 0-s értéket vesz fel. A G a nemet mutató bináris változó, a D az utazás távolságát mutatja kilométerben és a P pedig az utazás célját mutatja. Az eredeti adatfelvételben 10 kategóriában lett az utazás célja meghatározva, viszont ezeket az adatelemzés céljából 4 csoportra egyszerűsítettem, ezek:

- munkába járás,
- gyermekekhez kapcsolódó utazások, gyermek iskolába, óvodába vagy bölcsődébe kísérése,
- rokonokhoz, ismerősökhöz kapcsolható utak, rokon vagy ismerős meglátogatása, rászoruló vagy családtag kísérése,
- vásárlási tevékenységek.

A regressziós modellhez a kategóriák további egyszerűsítésen estek át, követve Ng – Acker (2018) módszertanát. A tanulmányomban 3 kategóriát különíték el, a „munkába járás”, a „hazatérés” és a „minden egyéb” utazásokat. A regressziós modellben a C az egyéb kontroll változókat mutatja, például i személy szocio-demográfiai jellemzőit, j utazás esetében. Végül, az ε a regressziós hibtagot mutatja.

A nem és a távolság különálló hatásai mellett kíváncsi voltam, hogyan hat a két változó egymásra. Ezért az (1)-es regressziós modellt az alábbira módosítottam, amely a nem és a megtett távolság interakcióját is tartalmazza. Gyanítom, hogy mind a két változónak van hatása az autóhasználatra, de ez a két nem esetében eltérő lehet.

$$Y_{ij} = \alpha + \beta_1 G_i + \beta_2 D_j + \beta_3 P_j + \beta_4 G_i D_j + \beta_5 C_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (2)$$

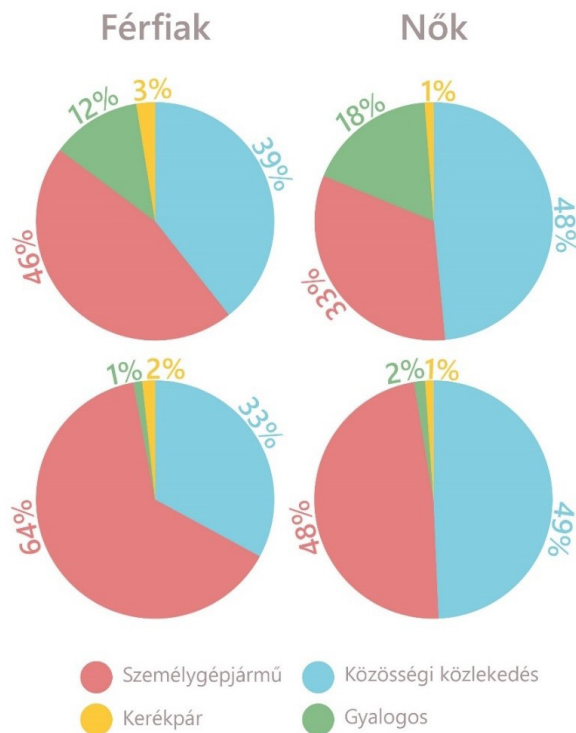
Kontrollváltozók

A szocio-demográfiai kontrollváltozók a következőket tartalmazzák: kor, végzettség, gazdasági aktivitás és szubjektív jövedelmi helyzet. A kor egy folytonos változó, mivel ezt nem kategóriánként mértük, hanem a pontos érték került felvételre. A végzettséget egy kategorikus változó mutatja, ami 4 kategóriát vehet fel 1 és 4-es értékek között, amelyek a legalacsonyabb értéktől kezdve a nincs végzettségem, az alapfokú, a középfokú és a felsőfokú végzettség értékeit jelölték. A gazdasági aktivitás szintén 4 kategóriát vett fel, 1 és 4-es értékek között, itt a legalacsonyabbtól a legmagasabb értékek haladva a következők: egyéb inaktív, tanuló, nyugdíjas és dolgozó. A szubjektív jövedelmi változó szintén kategorikus, azonban ahogy a neve is sugallja, nem jövedelmi decilisek kerültek felvételre, hanem a válaszadó által érzékelt anyagi szempontú meghatározások. A kérdőív 5 kategóriát különített el, illetve 'nincs válasz' lehetőség is adott volt. (Mivel mindössze 17-en válaszoltak így az 5278 válaszadó közül, így ez az érték törlésre került.) A vizsgált jövedelmi kategóriák a következők: 'nélkülözések között élek', 'hónapról-hónapra anyagi gondjaim vannak', 'éppen, hogy kijövök a havi jövedelmemből', 'beosztással jól kijönnek' és 'gondok nélkül élnek'. A 'nélkülözések között élek' és a 'hónapról-hónapra anyagi gondjaim vannak' válaszok alacsony elemszámú miatt (3 és 122 fő), a két elem összevonásra került. Fontos továbbá megjegyezni, hogy a válaszadók 62%-a 'beosztással jól kijönnek' kategóriába sorolta anyagi helyzetét. Az adat minősége miatt tehát, a továbbiakban a szubjektív jövedelmhelyzet változó komolyabb interpretálása limitáltnak tekinthető, inkább csupán, mint kontrollváltozó használható az egyenlet során. A szocio-demográfiai adatokon túl a kontrollváltozók tartalmazzák az aznapi időjárásra vonatkozó adatokat (hőmérséklet és csapadékmennyiség), illetve a napi első utazás kiindulópontját, ami szintén egy kategorikus változó, ez a következő három értéket vette fel;

- nehezen megközelíthető: az agglomerációs szektorok és kelet-pest,
- megközelíthető: dél-buda, dél-pest, észak-buda és észak-pest,
- könnyen megközelíthető: belváros.

Összefüggések a nem és a közlekedési szokások között

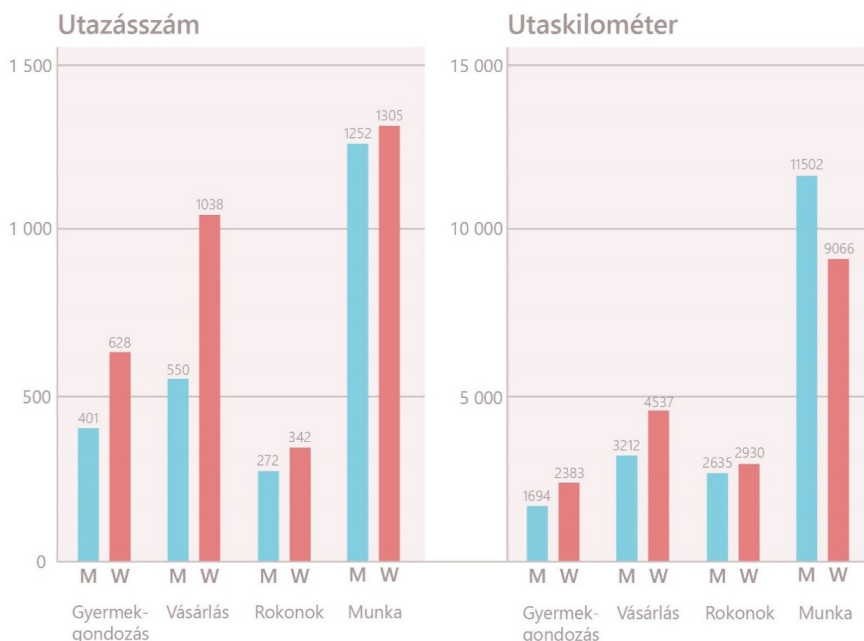
Elsőként leíró statisztikákkal elemeztem, hogy a nemzetközi irodalomban megfigyelhető trendek, miszerint „a nők többet közlekednek közösségi közlekedéssel, és kevesebbet kerékpároznak, illetve használják személygépjárműüket”, vajon a Budapesti adatokból is kimutathatók-e. Nem meglepő módon a többi irodalommal egybecsen-gően a Budapesti adatok is hasonló helyzetképet tárnak fel (1. ábra).



1. ábra Modal split arányok nemek szerint

Forrás: saját szerkesztés

Az 1. ábra felső részén a férfiak és a nők közlekedési munkamegosztás arányai láthatók, utazásszám alapon (felső kördiagram), illetve utaskilométer alapon (alsó kördiagram). Az ábrából jól kirajzolódik, hogy mind utazásszám-ban, mind kilométer alapon a nők többet használják a közösségi közlekedést és többet gyalognak, míg a férfiak többet használják autójukat és többet kerékpároznak. A legfeltűnőbb különbség az autózási és közösségi közlekedési szokások között rajzolódik ki. Utazásszám alapon a nők 9%-ponttal használják többet a közösségi közlekedést, és 13%-ponttal kevesebbet autóznak. Ugyanez utaskilométer alapon pedig: 16%-pont amivel többet használják a nők a közösségi közlekedést, és ugyanígy 16%-ponttal kevesebbet használnak személygépjárművet.



2. ábra Utazási célok nemek szerint

Forrás: saját szerkesztés

Az utazások célját tekintve szintén számottevő különbségeket fedezünk fel a nők (W) és a férfiak (M) mobilitása között. A 2. ábra bal oldalán az utazási számokat látjuk, külön nem és utazási célok szerint lebontva.

Megállapítható, hogy a nők 57%-kal több utat tesznek meg utazásszám alapon gyermekgondozás céljából és majdnem kétszer annyi utat vásárlási célból. Hasonló eredményeket látunk kilométer alapon is, ugyanis a nők gyermekgondozás céljából 40%-kal több utat tesznek meg, míg vásárlás céljából 41%-kal több utat tesznek meg. Mind a gyermekgondozási célú utak, mind pedig a vásárlási célú utak esetén elmondható tehát, hogy a nők több ilyen utat tesznek meg (mind darabszám mind volumen tekintetében), viszont a férfiak egy-egy út alkalmával hosszabb távot tesznek meg. Gyermekgondozáshoz köthető utak esetén a férfiak átlagosan 4,2 kilométert, míg a nők 3,8 kilométert tesznek meg. A vásárláshoz kapcsolódó utak esetében ezek az arányok 6,4 a férfiak, és 4,4 kilométer a nők esetében. A hozzátartozókhöz kapcsolható utazások esetében nem látunk nagy különbségeket a két nem között. A munkába járás esetében utazásszámban nagyon hasonló a két nem mobilitása, viszont utaskilométerben a férfiak ismét hosszabb távokat tesznek meg. A nőknél ez általában 7 a férfiaknál pedig 9,2 kilométer. Ez az adat, a külföldi irodalom eredményeihez hasonlóan, azt sugallja, hogy a nők mobilitásukat tekintve is korlátozottabban férnek hozzá a munkapiaci lehetőségekhez, mint a férfiak. Ennek okainak, illetve következményeinek feltárása további társadalmi kutatások témája lehet.

2. táblázat Átlagos utazások nemek szerint

Átlagos utazások		
	Férfiak	Nők
Napi utazások száma	2,36	2,50
Napi nem ingázáshoz köthető utak száma	1,23	1,32
Részutazások száma	1,23	1,27
Átlagos utak hossza (km)	8,6	7,1

Forrás: saját szerkesztés

Az átlagos utazási számokból az látszik, hogy egy nap a nők ugyan valamennyivel többet utaznak, de nincs számottevő különbség a két nem között. Azonban, még a napi átlagoknál is szembeűnő, hogy a férfiak minden utazásuk során átlagosan másfél kilométerrel tesznek meg többet a nőknél. Ha visszagondolunk a korábbi megállapításra, miszerint a férfiak többet használják személygépjárműveiket, felmerül a kérdés, hogy vajon azért alakult-e ki ez a trend, mivel az általuk megtett hosszabb távolságon a kényelmi szempontok miatt az autóhasználatot részesítik előnyben.

Összefüggések a nem és a közlekedési szokások között

A II. szekcióban bemutatott (2)-es regressziós módszertan alapján elemeztem az adatokat. A fenti leíró statisztikai elemzések, valamint a szakirodalom is arra enged következtetni, hogy a különböző közlekedési módok használata között más-más okok húzódnak meg. A fenti elemzés során például kiderült, hogy amíg a férfiak az autózást preferálják, mégis többen használnak kerékpárt, mint a nők. Így tehát nem teljesen egyértelmű, hogy amíg a hosszabb távokat megtevő férfi utasok miért használják többet a kerékpárt, amivel eseteként jóval rövidebb utakat lehet kényelmesen megtenni, mint a közösségi közlekedéssel. Annak érdekében, hogy ezeket a különböző ok-okozati kapcsolatokat ne keverjük össze, az elemzés során ebben az esetben kizárólag egyetlen közlekedési mód, az autóhasználat szokásait kívánom értelmezni.

A személygépjárműhasználat megértése több szempontból is fontos. A városi közlekedési módok között az autó messzemenően a leginkább környezetterhelő közlekedési eszköz, így fontos megérteni, pontosan milyen célokból használják azt a városlakók. Fontos továbbá ügyfélszegmentációs szempontok miatt is tudni, milyen háttérrel rendelkező emberek felé kell szólnia egy kommunikációs, szemléletformáló kampánytevékenységnek. A Budapesti közösségi közlekedés mind objektív², mind szubjektív viszonylatban jó összeköttetést és hozzáférést ad a városlakók számára, így a továbbiakban nem kizárólag a fejlesztések jelenthetnek megoldást a személygépjárművel megtett utazások számának csökkentésére, hanem a szemléletformálási eszközök is.

A vizsgálat és az elemzés fő szempontja a továbbiakban a nem relevanciája. A regresszió segítségével felmértem a nemek szerepét az autózási szokásokban, és így megállapítható, hogy a független változók közül melyek azok, amik statisztikailag szignifikánsak, milyen mértékben azok, tehát számítanak-e a személygépjármű használat során, egy-egy utazás esetében.

3. táblázat Probit regresszió

Személygépjármű használat	Koeff.	St. Hiba.	t-érték	p-érték	[95% Konf. Intervall.]	Szig
Férfi	-2.864	.381	-7.52	0	-3.61 -2.117	***
Nő	-3.214	.38	-8.45	0	-3.959 -2.469	***
Utazási táv (km)	.033	.002	14.24	0	.028 .037	***
Férfi#Utazási táv	.002	.003	0.59	.554	-.004 .008	
Nő#Utazási táv	0	
Úti cél 1	-.043	.048	-0.88	.376	-.137 .052	
Úti cél 2	-.193	.417	-0.46	.644	-1.011 .625	
Úti cél 3	0	
Kor	-.003	.001	-2.22	.026	-.005 0	**
Szubjektív jövedelem	.446	.033	13.52	0	.381 .511	***
Gazdasági aktivitás	.082	.025	3.27	.001	.033 .132	***
Végzettség	.102	.028	3.68	0	.048 .157	***
Csapadélmennyiség	-1.475	.343	-4.30	0	-2.147 -.803	***
Hőmérséklet	.005	.029	0.17	.866	-.053 .063	
Kiinduló körzet	.129	.038	3.36	.001	.054 .203	***

*** p<.01, ** p<.05, * p<.1

Forrás: saját szerkesztés

² <https://www.itf-oecd.org/urban-access-framework> (utolsó hozzáférés: 2023.01.11.)

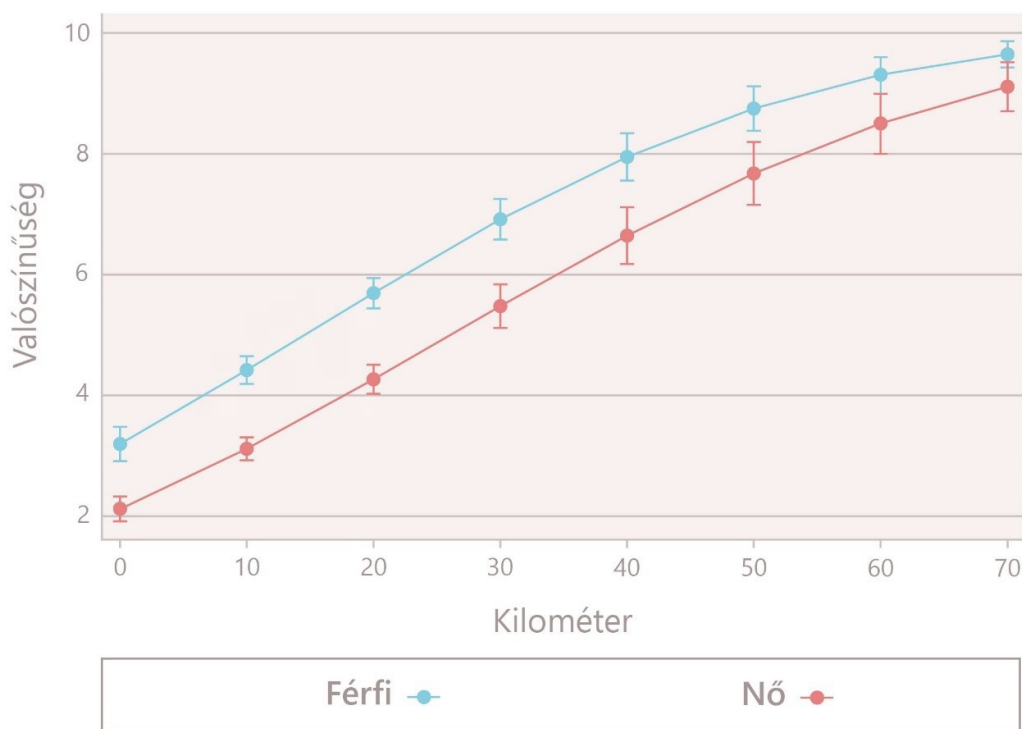
A 3. táblázat mutatja a (2)-es egyenlet probit regresszió eredményeit. A kutatás alapját képező független változók közül, a nem és a távolság szignifikáns, az úti cél nem az. A nem a távolságnál magasabb koefficiens értéke arra enged következtetni, hogy míg mind a kettő meghatározó a személygépjárműhasználati szokások esetében, a nem fontosabb változó. Annak érdekében, hogy a két változó egymásra gyakorolt hatását is megértsük, a kettő interakcióját is figyeltem, ami a későbbiekben kerül majd elemzésre. A hőmérsékleten kívül az összes többi kontrollváltozó szignifikáns, ami azt mutatja, hogy az utazási szokások egy valóban nagyon komplex, sok különböző faktoron múló döntés és körülmény eredménye. Ezen kontrollváltozók között a csapadékmennyiségnek és a szubjektív jövedelmi helyzetnek van a legmagasabb koefficiense. Az adatfelvétel során már említett problémák miatt, a szubjektív jövedelmi helyzet indikátor interpretációja nehézkes, de mindenképpen arról árulkodik, hogy a jövőben több hasonló, jobb minőségű adat segítségével, érdemes az utazási szokásokat jövedelmi decilisek mentén is alaposan megvizsgálni. Fontos továbbá megemlíteni, hogy a végzettség és a gazdasági aktivitás koefficiense magasabb, mint a megtett távé, ami viszont adódhat az adat sajátosságából, vagyis amíg az első kettő kategorikus változó, a megtett táv folytonos. Az eredmények alapján úgy tűnik, fontosabb az utazó neme, mint mondjuk a megtett táv vagy az utazás célja, ami arra enged következtetni, hogy a személygépjármű-használat okai között elsősorban nem a kényelmi faktor szerepel, hanem a nemhez köthető társadalmi beidegződések. Annak a társadalmi folyamatnak a megértése, amely oda vezet, hogy a férfiak nagyobb valószínűséggel használják autójukat, részletesebb kutatást igényel, azonban elmondható, hogy az eredmények lehetővé teszik az autózási szokások minél pontosabb feltárását.

4. táblázat A nem marginális hatásai

	Marginális hatás	St. Hiba.	z	P>z	[95% Konf. Intervall.]
Férfi	0.470	0.010	46.290	0.000	0.450 0.490
Nő	0.344	0.009	39.050	0.000	0.327 0.361

Forrás: saját szerkesztés

A probit regresszió után elemzésre kerülnek a nem változó marginális hatásai is. Egy független változó marginális hatása a predikciós függvény deriváltja (azaz a meredeksége). Ez az érték mutatja meg, hogy a független változókban történt változás milyen hatással van a függő változóra. Az 4.sz. táblázatban azt látjuk, hogy az adott változó milyen százalékos arányban áll a függő változóval, vagyis ebben az esetben a személygépjárművel megtett úttal. A táblázatban azt látjuk, hogy a férfiak nagyobb valószínűséggel tesznek meg egy utat autóval, mint a nők. A két marginális hatás között a különbség 0,13, azaz, ha minden más változatlan, a férfiak 13%-kal nagyobb eséllyel választanak személygépjárművet utazásukhoz, mint a nők.



3. ábra A személygépjármű használat valószínűsége nem és megtett kilométer szerint

Forrás: saját szerkesztés

A 3. ábra a nem és a távolság interakcióját, és az ezek valószínűségét mutatja vizuálisan. Jól látszik, hogy míg az autóhasználat a megtett kilométerrel növekszik, a férfiak minden egyes pontnál nagyobb valószínűséggel választják az autót, mint a nők. Ezek alapján elmondható, hogy a nem az egyik legfontosabb tényező az autóhasználati szokások, és a személygépjármű választása között.

Az eredmények felhasználása a Budapesti Mobilitási Tervben

A fenti eredményeket figyelembe vesszük a Budapesti Mobilitási Terv (BMT) 2021-2022-es felülvizsgálata során. A BMT a főváros Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP) módszertanon alapuló, hosszútávú mobilitási terve, ami kijelöli a közlekedési stratégiai irányokat, fő intézkedéseket és célokat. A 2019-ben elfogadásra került, 2030-ig szóló terv bizonyos részei időnként felülvizsgálatra szorulnak. Az elfogadott BMT jelenleg szinte nem tartalmaz olyan részeket, ami a férfiak és a nők eltérő mobilitási szokásai felől fogalmazna meg intézkedéseket, projekteket. A tanulmányom eredményei feltárták, hogy a nem igenis nagyban meghatározza közlekedési szokásainkat, sokszor máshogy és más célból közlekedik Budapesten egy férfi és egy nő, és ezeket a különbségeket egy hosszútávú stratégiai tervnek is szem előtt kell tartania. A nemek eltérő szokásait az úgynevezett 'gender mainstreaming' eszközzel vehetjük figyelembe. A kifejezést az Európa Tanács 1998-ban a következőképpen fogalmazta meg: „A szakpolitikai folyamatok (újra)szervezése, javítása, fejlesztése és értékelése annak érdekében, hogy a nemek közötti egyenlőség szempontja minden szinten és minden szakaszban beépüljön említett szakpolitikákba.” A 'gender mainstreaming' elvei mentén tehát, a Budapesti Mobilitási Terv mindeddig nem tartalmazott külön 'nemi alapú' intézkedéseket, hanem az intézkedések egyesével, és ahol releváns volt, a nők mobilitásának kiemelésével kerültek be a szakpolitikai intézkedések közé. Ez alapján számos olyan intézkedést lehet a Budapesti Mobilitási Tervben is találni, amely újra fogalmazásával szükséges a nemi szempontok figyelembevételére.



4. ábra A Budapesti Mobilitási Terv célrendszere

Forrás: a Budapesti Mobilitási Terv alapján a BKK szerkesztése

A 4. ábrán a Budapesti Mobilitási Terv felülvizsgált célmátrixa látható. A beavatkozási területek és a stratégiai célok mentén operatív célok, és azokon belül intézkedések kerültek meghatározásra. Az intézkedések a tervnek azon passzusai, amelyek szövegesen, részletesen kifejtik, hogy a célok megoldásához milyen eszközöket tudunk hozzárendelni, milyen megoldási javaslatokat, és ezen belül is, kritikus pontokat látunk. Fontos, hogy a 'gender mainstreaming' értelmében nincs szükség külön kizárólag nőket érintő intézkedésre, de a nőket érintő szempontokat minél több intézkedés során meg kell jeleníteni. A következő fejezetben azokat az operatív célokat fogom bemutatni, illetve megoldási javaslatokat adni, ahol fontos a nemi szempontok figyelembevétele, annak érdekében, hogy fenntarthatóbb legyen a közlekedés Budapesten. Céлом nem az, hogy új operatív célokat jelenítsek meg, hanem a már meglévő célokban és intézkedésekben kidomborítsam a mobilitás nemi vetületeinek fontosságát, és a tervezés során ezen szempontokra figyelmet irányítsak. A nők mobilitása szempontjából kiemelt intézkedések a következők:

ÉLHETŐ KÖZTERÜLETEK - A gyalogos és kerékpáros közlekedés feltételeinek javítása, városszerkezeti jelentőségű kapcsolatok kialakítása: A gyaloglás feltételeinek javításánál kiemelten kezelendők a mozgásukban korlátozottak, a kisgyermekkel és babakocsival közlekedők, valamint a bőröndös turisták, továbbá az idősek szempontjai. Foglalkozni kell továbbá a közbiztonsági kérdésekkel is (például megfelelő közvilágítás vagy térfelügyelő kamerák kihelyezése). A kutatás rávilágított, hogy a gyalogosok nagyobb része nő, így kiemelten foglalkozni kell a közterületi szexuális zaklatás és bántalmazás problémakörével is. Amíg természetesen a gyaloglás feltételét és a közbiztonságot mindenki számára növelni kell, különösen fontos a fent említett csoportokra és az őket érintő specifikus problémákra is fókuszálni, külön figyelemmel lenni.

ÉLHETŐ KÖZTERÜLETEK - Élet- és vagyonvédelem, bűnmegelőzés eszközei és létesítményei: Az élhető város egyben biztonságos város is, ezért Budapesten fokozatosan kiépítendő a térfelügyelő és biztonsági rendszerek a közterületeken, a közforgalmú járműveken és a közlekedési módváltó helyeken. A bűnmegelőzés során fontos elkülöníteni a különböző társadalmi csoportokat érintő erőszakos bűncselekményeket, azok ellen külön fellépni. Ilyen például az időseket vagy gyermekeket célzó erőszakos cselekedetek, lopások vagy az általában nőket érintő szexuális zaklatás.

INTEGRÁLT HÁLÓZATFEJLESZTÉS - Összefüggő, komfortos kerékpár főhálózat: Ahogy ebben a kutatásban is láthattuk, jóval kevesebb nő kerékpározik jelenleg Budapesten, mint férfi. A nemzetközi irodalom szerint (Aldred et al., 2017), ennek egyik fő oka a nem megfelelő komfortszintek a kerékpárhálózaton. A kutatások azt mondják, hogy mivel a férfiak általában kevésbé rizikókerülők, így kevésbé biztonságos hálózaton is kerékpároznak, amíg

a nők magasabb szubjektív biztonságérzetet követelnek meg. A kerékpáros biztonság és komfortszint növelése elengedhetetlen a kerékpározás minél szélesebb körben való elterjedéséhez, például nők, gyermekek vagy idősek körében.

A KÖZLEKEDÉSI KULTÚRA ÉS SZOKÁSOK FORMÁLÁSA - Szemléletformálás, kommunikáció, tudatos mobilitásra nevelés: A közlekedéssel kapcsolatos ismeretek bővítését és az emberek mobilitással kapcsolatos döntéseinek támogatását a folyamatosan bővülő tájékoztatás, az irányzott kampányok és a kutatás-fejlesztési együttműködések egyaránt segítik. A megfelelő ügyfélszegmentációval feltárhatók a különböző közlekedési szokások, például kor, nem vagy egyéb társadalmi attribútum szerint, amivel célzott üzenetek és szemléletformálás valósítható meg. A kutatás alapján érdemes kifejezetten férfiak körében népszerűsíteni a közösségi közlekedést a személygépjármű-használattal szemben. A kerékpározás népszerűsítése céljából pedig érdemes külön nőknek szóló, nőket bemutató kampányokat kezdeményezni.

A KÖZLEKEDÉSI KULTÚRA ÉS SZOKÁSOK FORMÁLÁSA - A városi közlekedés köztisztasági, közegészségügyi és közbiztonsági feladatai: A közbiztonság feltételeinek megteremtése minden közterületen elvárás. A statisztikai adatok, illetve az ügyfélvisszajelzések alapján közbiztonsági szempontból kockázatosnak tekinthető helyszíneken fejleszteni szükséges a biztonságérzetet növelő infrastruktúrát, illetve fel kell számolni a meglévő, veszélyhelyzetet jelentő állapotokat (pl. közvilágítás, kamerarendszer, segélykérő kommunikációs eszközök, sűrűbb rendőrségi vagy biztonsági felügyelet, nem használt ingatlanok újra hasznosítása stb.) Törekedni kell az utasbiztonság, vagyis a járműveken és a megállóhelyeken tapasztalt biztonságérzet javítására. Az ügyfeleket, utazásuk során számos atrocitás, verbális vagy fizikai zaklatás, erőszak érheti. Az utas- és közbiztonság javítását szemléletformáló és tájékoztató kampányokkal, a megfelelő hatósági szervek bevonásával is javítani kell. Az utasbiztonság növelése esélyegyenlőségi szempontból is fontos, hiszen így biztosíthatunk egyenlő hozzáférést a közterületek használatához és a közlekedéshez minden társadalmi csoportnak, nőknek, gyermekeknek vagy időseknek egyaránt.

Összefoglalás és további kutatási irányok

Összességében elmondható tehát, hogy a nemzetközi kutatásokkal összhangban, Budapesten is kimutathatók a nemek közötti eltérő közlekedési szokások. A vizsgálatom alapján látható, hogy a nők többet gyalognak és használják a közösségi közlekedést, illetve a férfiak többet kerékpároznak és használnak személygépjárművet Budapesten. A nők több olyan utat tesznek meg, ami munkán kívüli, egyéb, a háztartáshoz köthető út, mint például a gyermek vagy rokon kísérése, vagy vásárlás célú. Utazásszámot, illetve részutazást tekintve a nők és a férfiak hasonlóképpen közlekednek, átszállás nélkül 2-2,5 utazást megtéve egy nap. A fővárosi közlekedési mintázatokról kitűnik, hogy a férfiak jóval hosszabb utakat tesznek meg, mint a nők, ami jelenthet jobb hozzáférést a gazdasági aktivitásához, például a munkaerőpiachoz, de ennek okait további részletesebb kutatással kell feltárni. A regressziós eredmények alapján elmondható, hogy a nem szignifikánsan hozzájárul ahhoz, hogy egy személy úgy dönt, autóval teszi-e meg az útját vagy bármilyen más közlekedési móddal. A jelenlegi eredmények alapján a férfi nem ténye 13%-ban növeli az autóval megtett út valószínűségét. Fontos hangsúlyozni, hogy a jelenlegi eredmények keresztmetszeti elemzések egy olyan kutatási területen, ahol a maga nemében ez az első vizsgálat, így kimondható, hogy az eredmények további validálása, és robusztussági vizsgálatok szükségesek a jövőben. A nem mellett a jövedelem változó értékei is meghatározók a közlekedési szokások tekintetében, viszont az adatminőség miatt ez a változó a jelenlegi kutatásban nem jól vizsgálható.

A tanulmányomban bemutatott kutatás az első olyan budapesti elemzés, ami a legegyszerűbb összefüggéseken túl, ok-okozati kapcsolatokat vizsgál a nem és a közlekedési módok használata között. Az eredményekre alapozva a vizsgálat folytatásának fő iránya, hogy nem csak keresztmetszeti, 2021-es, hanem idősorozat elemzés keretében a korábban felvett modal split adatbázisokon is elemzésre kerül. Az elemzés fontos tapasztalata, hogy a jövőben jobb minőségű jövedelmi adatok felvételére van szükség, amelyek nem szubjektív érzelmeken alapulnak, hanem konkrét jövedelmi tizedeket vesz fel. Ezentúl külön kutatást érdemelne a családos, valamint a nem családos utazók mobilitása, külön férfiak és nők szempontjából, ugyanis empirikus megfigyelések arra engednek következtetni, hogy a gyermekgondozás jelentősen megváltoztathatja a család mobilitási láncát. A kiindulópont klaszterelemzése szintén egy lehetséges folytatása a megkezdett kutatásnak.

A szocio-demográfiai attribútumok pontos ismerete a közlekedéstervezés szempontjából is nagyon fontos. A stratégiai tervezés során törekedni kell arra, hogy olyan közlekedési rendszert teremtünk, amelyben mindenki komfortosan, mégis a legfenntarthatóbb módon közlekedjen. A mobilitástervezéshez tehát fontos megérteni azt, kik azok az emberek, akik jelenleg is inkább személygépjárművel közlekednek, és milyen okból teszik azt, mert ez

hozzáségíti a tervezőket a nők és a férfiak számára is élhető, fenntartható és kényelmes mobilitást nyújtó város tervezéséhez.

Köszönetnyilvánítás: A cikk szerzője köszönetét fejezi ki a BKK Stratégiai Tervezés igazgatóság kollégáinak, valamint Hajnal Tünde szakmai tanácsadónak.

Felhasznált irodalom

Aldred, Rachel et al. (2017): Cycling provision separated from motor traffic: a systematic review exploring whether stated preferences vary by gender and age, *Transport Reviews* 37(1), 29-55. <https://doi.org/10.1080/01441647.2016.1200156>

Budapesti Közlekedési Központ (2019): Budapesti Mobilitási Terv: 1. Célszisztéma és intézkedések. <https://bkk.hu/downloads/5929/> (utolsó hozzáférés: 2023.01.23.)

Goel, Rahul et al. (2022): Gender differences in active travel in major cities across the world. *Transportation*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s11116-021-10259-4>

ITF hozzáférhetőségi mátrix: <https://www.itf-oecd.org/urban-access-framework> (utolsó hozzáférés: 2022.06.13.)

Magyar Kerékpáros Klub kutatása (2020): <https://kerekpárosklub.hu/hirek/cikk/ugyanannyi-kormanyparti-es-ellenzeki-kerekpárosok-sokan-bicikliznek-a-jarvany-miatt--orszagos-kutatas-2020> (utolsó hozzáférés: 2022.06.13.)

Ng, Wei-Shiuen – Acker, Ashley (2018): Understanding urban travel behaviour by gender for efficient and equitable transport policies, *International Transport Forum Discussion Paper*, No. 2018-01, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), International Transport Forum, Paris <https://doi.org/10.1787/efaf64f94-en>

Nóra Radó (2022): A nők nehezebben férnek hozzá a nagyvárosokhoz, mint a férfiak. <https://qubit.hu/2022/02/22/a-nok-nehezebben-fernek-hozza-a-nagyvarosokhoz-mint-a-ferfiak> (utolsó hozzáférés: 2023.01.03.)

Wang, Chih - Hao – Akar, Gulsah – Guldman, Jean - Michel (2015): Do your neighbors affect your bicycling choice? A spatial probit model for bicycling to The Ohio State University. *Journal of transport geography*, 42, 122-130. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.12.003>

Wang, Xiaoquan et al. (2020): Built environment, life events and commuting mode shift: Focus on gender differences. *Transportation research part D: transport and environment*, 88, 102598. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102598>

Szegedi MaaS modell vizsgálata a kulcsfontosságú szereplők körében

Beküldve: 2022.01.04.
Elfogadva: 2022.04.26.
Online közzétéve: 2023.04.20.



ID **DANCZ ÁKOS GYULA** közgazdász MSc hallgató, Szegedi Tudományegyetem, Gazdaságtudományi Kar, dancz.akos@kti.hu

ID **DR. SZERI ISTVÁN** főtanácsos, tudományos főmunkatárs, VPE Vasúti Pályakapacitás-elosztó Kft., Közlekedésszervezési Igazgatóság, szeri.istvan@kti.hu

Kivonat: Napjaink meghatározó tendenciája az egyéni közlekedési módok részarányának növekedése, ezért a közforgalmú közlekedés szolgáltatásában érdekelt szereplőknek olyan megoldások alkalmazása válhat szükségessé, amelyek képesek versenyképes alternatívát kínálni az átalakuló utazói igények kiszolgálása érdekében. A mobilitás mint szolgáltatás (MaaS) egy újszerű mobilitási koncepció, az előfutáiraiként már világszerte működő rendszerek gerincét jellemzően a közforgalmú közlekedés alkotja. A MaaS a közforgalmú közlekedés részarányának növelése útján segítheti a gépjárműforgalom csökkentését, továbbá hozzájárulhat bizonyos környezeti, fenntarthatósági és élethetőségi célkitűzések eléréséhez. E célok megvalósulása érdekében azonban hatékony együttműködésre és infrastrukturális fejlesztésekre van szükség az érintett megrendelői és szolgáltatói oldalon egyaránt. A kutatás mélyinterjúk megkérdezések formájában vizsgálja, hogy Szeged és vonzáskörzete esetében a kulcsfontosságú szereplők (mobilitási szolgáltatók) miként vélekednek egy MaaS modell kialakításáról.

Kulcsszavak (3–5): Mobilitás mint szolgáltatás, MaaS, integrált mobilitás, innovatív mobilitási szolgáltatás

Szeged MaaS model survey among key stakeholders

Abstract: Nowadays, there is a global trend towards an increasing share of private transport modes, therefore public transport operators need to adopt solutions that can offer a realistic alternative to the changing demand of travellers. Mobility as a Service (MaaS) is a novel mobility concept, typically based on public transport as the backbone seen in the case of existing systems around the world. MaaS can help to increase the share of public transport by reducing car use and can also contribute to environmental, sustainability and liveability objectives of cities and countries. However, this aim requires effective cooperation and infrastructure development by the relevant customers and service providers. Using in-depth interviews our paper investigates how the key actors (service providers) in Szeged and its surrounding area perceive the development of a MaaS model.

Keywords (3–5): Mobility as a Service, MaaS, integrated mobility, innovative mobility services

A kutatási téma aktualitása

Évtizedekkel ezelőtt a várostervezők a közlekedési rendszerek és települések kialakítását is döntően a személygépkocsik köré szabták, az idő előrehaladtával azonban az autó többé vált egyszerű közlekedési eszköznél. Használata és tulajdonlása kulturális szimbólummá formálódott, amely egyet jelentett a szabadsággal (Audouin – Finger, 2018).

A nagyrészt személygépkocsikon alapuló közlekedést egyes trendek – urbanizáció, éghajlatváltozás, globalizáció, digitalizáció, demográfiai változások – szüntelenül formálják. A digitalizációnak köszönhetően azonban a közlekedési ágazatnak lehetősége nyílt új megoldások alkalmazása mentén hatékonyabb és átláthatóbb megoldásokat biztosítani (Pöllänen et al., 2015).

Az elmúlt évtizedben robbanásszerű fejlődés ment végbe. A hatékony utasellenőrzés jegyében megalakultak a különböző érintésmentes elektronikus jegyellenőrző rendszerek, létrejött az internet alapú menetjegyvásárlás, valamint a valós idejű utastájékoztatók. Emellett megfigyelhetők a különböző jármű- és utazásmegosztáson (car-sharing, ride-sharing) alapuló szolgáltatások, és az okostelefonra tervezett applikációk. E fejlesztéseknek hatalmas szerepük volt abban, hogy létrejött egy nagy hatékonysággal és felhasználóbarát megoldásokkal kecsegtető

koncepció – a mobilitás mint szolgáltatás (mobility as a service, MaaS) (Timár, 2019). A MaaS alapú rendszerek kísérleti bevezetését már több ország városaiban is tesztelik, ezek fejlettség tekintetében különböző szinten állnak. Vannak, amelyek a fejlesztést követően piaci bevezetésre kerültek és napjainkban is használatosak.

Mobilitás mint szolgáltatás vizsgálata

A mobilitás mint szolgáltatás egy feltörekvő koncepciónak tekinthető. E rendszerben az összes közlekedési és mobilitási szolgáltatás összekapcsolása révén egy olyan felhasználói igényekhez igazítható szolgáltatás kialakítására törekednek, amely akár a magánautó-használattal szemben is reális alternatívát jelenthet. Működő rendszereket jellemzően a világszinten is fejlett nagyvárosokban találhatunk, azonban arra vonatkozóan csupán kevés információ áll rendelkezésünkre, hogy hazánk vidéki nagyvárosaiban miként lehet mindezt megvalósítani. A vidéki területek mobilitásának fejlesztésével Aapaoja et al. (2017) foglalkozott.

- A koncepciónak az elmúlt fél évtizedben számos megközelítése és definíciója született, azonban az eltérő üzleti modellek és a különböző fejlettségi szintek okán egységes meghatározásról továbbra sem beszélhetünk.
- A MaaS egy olyan többszereplős környezet, amely zökkenőmentes háztól házig szolgáltatásokat nyújt a végfelhasználók számára, mindezt akár több szállítási mód kombinálásával (Ghanbari et al., 2015).
- „A MaaS koncepció a teljes helyváltoztatási lánc kényelmes és felhasználóorientált megszervezését jelenti úgy, hogy az utazó egyáltalán nem, vagy csak a helyváltoztatása bizonyos szakaszában használja az egyéni gépjárművét. A koncepció magában foglalja az integrált tarifa- és díjbeszedési rendszert, a funkciók teljes integrációját ICT eszközökkel, valamint a különböző mobilitási csomagok kínálatát” (Földes – Csiszár, 2016: 4).
- „A MaaS koncepcióban a közlekedést integrált szolgáltatásnak tekintjük, amelyben az együttműködő szolgáltatók több közlekedési mód/eszköz kombinált választékát kínálják, s ebből a reménybeli utazó (a fogyasztó) egyetlen, az internetre kapcsolódó eszköz (pl. mobiltelefon, tablet, laptop, vagy számítógép) használatával kiválaszthatja és kifizetheti az igényeinek legmegfelelőbbet” (Timár, 2019: 5).
- A MAASiFiE projekt szerint a MaaS egy multimodális és fenntartható mobilitási szolgáltatásnak tekinthető, amely az ügyfelek közlekedési igényeit azáltal elégíti ki, hogy a tervezést és a fizetést ún. egyablakos ügyintézés elvén integrálja (König et al., 2016).

Jelen tanulmány ez utóbbi (a MAASiFiE projekt szerinti) meghatározást tekinti irányadónak.

A MaaS tehát különféle közlekedési módok és mobilitási szolgáltatások összekapcsolásán és digitális platform keresztül történő ún. egyablakos közvetítésén alapul, azonban több kutató, köztük Santos – Nikolaev (2021) is kiemelte tanulmányában, hogy a MaaS alapú rendszerek gerincét a tömegközlekedésnek szükséges alkotnia. E koncepció kialakításáról hazai szinten csupán kevés tapasztalat áll rendelkezésünkre, ezért jelen kutatás célja bemutatni, hogy miként vélekednek erről egyes – Szeged közforgalmú közlekedésének lebonyolításában érdekelt – kulcsfontosságú szereplők.

A kutatás módszertana

A kutatás célja ebben a tanulmányban a szolgáltatói oldal véleményének megismerésével betekintést nyerni, hogy milyen lépések mentén lehetséges Szegeden és vonzáskörzetében egy integrált mobilitási rendszer kialakítását megkezdeni, ezért arra keressük a választ, hogy a kulcsfontosságú szereplők véleménye alapján hogyan hozható létre a szegedi MaaS modell.

A kvalitatív kutatás során – a Covid-19 világjárvány miatt – online mélyinterjúk megkérdezés formájában vizsgáljuk, hogy az egyes közlekedési szakemberek miként tartják megvalósíthatónak a szegedi MaaS rendszer kialakítását. A résztvevők kiválasztása során fontos szempont volt, hogy az általuk képviselt szervezetek Szeged és vonzáskörzete közlekedési szolgáltatásában érintettek legyenek, vagy a MaaS területén rendelkezzenek hazai tapasztalattal.

Az interjúfonál előzetesen kiküldésre került az érintettek részére, a beszélgetések pedig 2020 decemberében társaságunként külön-külön, online formában kerültek megrendezésre. A kérdéseket az egyes szervezetek képviselőihez igazítva tettük fel, figyelembe véve a válaszadók szakterületét. A megkérdezések terjedelme 41–70 perc közé tehető, a beszélgetések a résztvevők beleegyezésével rögzítésre kerültek. A feltett kérdések tartalmi szempontból három fő részre oszthatók. Az első logikai részben a cél egy általános helyzetkép felrajzolása volt, amely

a városi mobilitás legnagyobb kihívásaira fókuszál. Áttekintésre kerültek a kitűzött célok és a megvalósításukhoz szükséges kulcsképessegek, a mikromobilitási eszközök elterjedésében rejlő lehetőségek és veszélyek, valamint a MaaS felületének kialakításával kapcsolatos javaslatok. A második fejezet a szegedi MaaS létrehozásához szükséges konkrétumokat foglalta össze. Lehatárolásra kerültek a kezdeti lépések, kijelölésre a legfontosabb stakeholderek, valamint a szükségesnek vélt egyéb szereplők. A második fejezet kitér továbbá a felmerülő költségek mértékére, számba veszi a források biztosításának lehetőségeit, valamint vizsgálja, hogy mely szereplők lehetnek alkalmasak az integrátori szerepkör betöltésére. A harmadik logikai rész az autonóm technológia széleskörű megjelenésének hatásait vizsgálja a szegedi közforgalmú közlekedésre fókuszálva. Becsléseket tartalmaz a technológia elterjedésére vonatkozóan, valamint a saját autóbirtoklásban bekövetkező lehetséges változások tekintetében.

Minta bemutatása

A mélyinterjú megkérdezés alanyait a Budapesti Közlekedési Központ (BKK), a VOLÁNBUSZ Zrt., a Szegedi Közlekedési Társaság (SZKT), valamint a Rádió Taxi Három képviselőjében megkérdezett öt közlekedési szakember képezi.

A mintavétel reprezentatívnak tekinthető, hiszen – a Budapesti Közlekedési Központ (BKK) kivételével – a megkérdezett felsővezetők által irányított szervezetek alkotják a szegedi közforgalmú közlekedés magját, amelyből két kulcsszereplő emelhető ki. A helyi autóbuzs közlekedést közszolgáltatásként a VOLÁNBUSZ Zrt. látja el, míg a város elektromos üzemű közforgalmú közlekedéséért a Szegedi Közlekedési Társaság (SZKT Kft.) felel. E két szolgáltató több mint 200 járművel biztosítja Szeged közforgalmú menetrend szerinti személyszállítását, évek óta nagy hangsúlyt fektetve a szolgáltatási színvonal fokozására és a környezetterhelés mérséklésére. A taxitársaságok részéről a Rádió Taxi Három vezetőjét kérdeztük. A társaság – elődjével együtt (Volántaxi) – Szeged legnagyobb múlttal rendelkező taxis cégének tekinthető, több mint 25 éves működésének köszönhetően sok tapasztalattal és széles vendégkörrel bír. A BKK a főváros közlekedésszervezőjeként felel annak működtetéséért és fejlesztéséért, szakembereik számos olyan ismerettel bírnak, amelyek más városok mobilitásának fejlesztése esetében is jó gyakorlatként hasznosíthatók.

Mélyinterjú megkérdezés eredményei

A mélyinterjúk eredményeinek kiértékelése az álláspontokban rejlő különbözőségek és azonosságok kihangsúlyozása mentén történt, azonban valamennyi szolgáltatóspecifikus kérdést csak az érintett szereplők válaszoltak meg. A továbbiakban az egyes szolgáltatók megnevezésekor a társaságok képviselőinek véleménye, és nem feltétlenül a társaságok hivatalos álláspontja kerül ismertetésre.

Miket tart a városi mobilitás legnagyobb kihívásainak?

Az SZKT a városi mobilitás legnagyobb kihívását egyértelműen annak a közforgalmú közlekedésben globális szinten végbemenő visszaesésnek a kezelésében látja, amely következtében 20-30%-os csökkenés realizálódott az utasforgalomban és bevételekben egyaránt. Ennek oka elsősorban abban keresendő, hogy az utasok a Covid-19 járvány hatására méginkább az egyéni közlekedés (gyaloglás, kerékpár, személygépkocsi) irányába mozdultak el. Ebből fakadóan szükséges újragondolni az utasok közforgalmú közlekedéshez való viszonyát, és olyan ösztönzők kialakítására érdemes törekedni, amelyek újra vonzóvá teszik azt.

„A megosztáson alapuló közlekedési eszközök elterjedésében milyen lehetőségeket/veszélyeket (pl. jogi, műszaki stb.) lát?”

A megosztáson alapuló közlekedési eszközök elterjedésében rejlő lehetőség a VOLÁNBUSZ véleménye szerint – a szolgáltatói oldalt vizsgálva – abban rejlik, hogy az egyes szereplők maguk is a kínálatukba helyezhetik e közlekedési módokat, valamint lehetőségük van együttműködni azokkal a szereplőkkel, akik ilyen jellegű mobilitási megoldásokat kínálnak. Amennyiben erre nem kerül sor, úgy felmerül annak a veszélye, hogy a hagyományos értelemben vett közforgalmú közlekedés negatív spirálba kerül. A csökkenő utaslétszám negatívan hat a bevételre, az állam/önkormányzat által nyújtott ellentételezés mérséklődik, ezáltal kevesebb gazdaságosan közlekedtethető járat indítható, végső soron további utasvesztés realizálódik.

Vannak olyan csoportok, amelyeket jelenleg is negatívan érint a sharing economy alapú rendszerek elterjedése.

A Rádió Taxi Három a 2021 óta Szegeden is üzemelő LIME rollermegosztó hálózattal összefüggésben potenciális utasok eltűnéséről számolt be, így esetükben egyértelműen veszély realizálható.

A főváros mobilitási menedzsere (BKK) lehetőségként értékeli, hogy egy megosztott mobilitási közlekedési eszköz átlagos kihasználtsága nagyobb, mint a magántulajdonú közlekedési eszközöké, ezáltal hatékonyabb közterület-használat valósítható meg elméletben, és a fővárosi tapasztalatok alapján a gyakorlatban is. Mindez különösen a történelmi városmaggal rendelkező városokban játszik fontos szerepet. A megosztott mobilitási formák kiegészíthetik a hagyományos közforgalmú közlekedést, akár utazáson belül (kombinált utazással) is. Ezáltal az utas egy megosztott autóval, kerékpárral vagy roller segítségével juthat el egy sűrű kötöttpályás gerinchálózati közlekedési elemhez, amivel folytathatja a belváros felé vezető útját. A tapasztalatok alapján számos esetben ez az alternatíva a legversenyképesebb.

A BKK véleménye szerint az utasráhordó rendszerek esetében figyelembe kell venni:

- A meglévő közforgalmú közlekedési ráhordás (közepesen rövid távolságok és nem túl sűrű követés esetében) átlagosan lassabb lehet, mint egy mikromobilitási eszközzel gyorsan A-ból B pontba eljutni, amely nem tekinthető optimálisnak, hiszen ez kiváltja a hagyományos közforgalmú közlekedést.
- Gyaloglás esetében fontos, hogy rendelkezésre álljon megosztott jármű a környéken, valamint a parkolás is megoldott legyen.
- Ritkán lakott területeken, valamint közforgalmú közlekedési eszközökkel kevésbé jól kiszolgált területek esetében akár a megosztott autók (car-sharing) is hatékony ráhordó szerepet tölthetnek be.
- Eltérő alternatívaként említhető, hogy a saját autó használatot úgy váltja ki egy személy, hogy bizonyos utazásokra a közforgalmú közlekedést használja, míg más esetekben megosztott autót vesz igénybe (pl. a hosszabb, tervezhetőbb városon kívüli utazásokra). A saját személygépkocsi funkcióit ezáltal nem egy, hanem több közösségi közlekedési eszköz veszi át, amelyek egy része megosztáson alapul. Mindez a saját autóhasználat és -tulajdonlás csökkentésében egy olyan lehetőséget kínál, ami a sűrűn lakott, szűkös közterülettel és áteresztőképességgel bíró nagyobb városok esetében több szempontból (emberi és épített környezet védelme, energiahatékonyság forgalmi torlódás) is fontos lehet.

Az így keletkező veszélyek azonban eltérően alakulnak alágazatonként. Rendkívül nagy problémát jelent a jogi terület szabályozatlansága. Mind az autómegosztás, mind a megosztott mikromobilitás relatíve újdonságnak tekinthető, utóbbi esetében a gyakorlat megelőzte a jogalkotást. Fennáll a veszélye, hogy amennyiben nincs megfelelően szabályozva a használatuk, akkor ezen közlekedési módok adta lehetőségeket nem, vagy csupán korlátozottan lehet kihasználni, valamint olyan negatív externáliákat eredményeznek, mint az úgynevezett „rollerkáosz”. Kulcsfontosságú tehát, hogy megfelelő jogi keretek közé legyen terelve a megosztott közlekedési eszközök használata. Ez az igény már korábban a helyközi közlekedést kiegészítő „telekocsi” rendszereknél is felmerült, hiszen szabályozatlanságuk, mind felelősségi, mind adózási anomáliákat felvet.

„Melyek azok a legmarkánsabb célok, amelyeket az Ön szervezete tűzött ki a jövő mobilitásának fejlesztése érdekében?”

A jövő mobilitásának fejlesztése tekintetében a megkérdezettek eltérő célokat tűztek ki. Az SZKT szerint fontos, hogy a közforgalmú közlekedés értékét ne csupán az autóbusz, a trolibusz, vagy a villamos igénybevételének a lehetősége alkossa, hanem mindezt egy szolgáltatási portfólióba érdemes ágyazni közbringa/közroller programmal kiegészítve. Olyan speciális napijegy kialakítása szükséges, amely lehetővé teszi, hogy egy parkolójegy kifizetésével akár a hagyományos közforgalmú közlekedési eszközök, és – egy meghatározott ideig – a mikromobilitási eszközök együttesen használhatók legyenek.

A VOLÁNBUSZ a gördülőállomány frissítésével klímabarát utazások biztosítását célozza, azonban – szemben a helyi elektromos autóbuszközlekedéssel – a helyközi autóbuszközlekedés esetében eltérő hajtáslánc alkalmazását tartja szükségesnek. Egy lehetséges alternatívát jelent a hidrogén hajtású autóbuszok piaca, azonban a zöld hidrogén előállítás és a használatához szükséges töltő infrastruktúra kialakítása rendkívül nagy anyagi vonzattal jár, erre a szükséges forrás a megkérdezés időpontjában még nem biztosított.

A BKK a megosztott mobilitási szolgáltatások klasszikus közforgalmú közlekedéssel történő integrálására törekszik, ehhez szükséges mind a szolgáltatók, mind a szolgáltatások integrációja. A város mobilitási menedzsereként kapcsolatban áll autómegosztó cégekkel, valamint mikromobilitási szolgáltatókkal is. Utóbbi szabályozására az elmúlt években nagy hangsúlyt fektetett, hiszen e szolgáltatók közterületi rendezetlensége lényegesen nagyobb. A szolgáltatások integrációjának típusaként említhető a MaaS rendszer, amely nem csupán egy szolgáltatókat összesítő applikációt takar, hiszen egy komplex szabályozási háttér szükséges a hatékony működtetéséhez. A

BKK a MaaS4EU projekt keretében olyan alkalmazást tesztelt, amelyben a felhasználók mobilitási csomagokat vásárolhattak. A csomagok tartalmát képezte a budapesti közforgalmú közlekedés (és annak részeként a MOL BUBI) kínálata, amelyet a GreenGo, Oszkár és a Főtaxi szolgáltatásaival egészíthettek ki az utasok. A BKK tehát már elkezdte felmérni, hogy az utasok milyen hajlandósággal vásárolnak mobilitási csomagokat, valamint azt is vizsgálja, hogy mely közlekedési módok, és miként kerültek kombinálásra.

A Rádió Taxi Három a mobilitás fejlesztése tekintetében ugyan nem rendelkezik konkrét célkitűzésekkel, azonban mindenképpen fontosnak tartja azt, hiszen a közeljövőben várhatóan további új, a LIME-hoz hasonló szereplő fog megjelenni, komoly kihívást jelentve a taxitársaságok számára.

„Az Ön tapasztalatai alapján mely kulcsképessegek szükségesek a (városi) mobilitás fejlesztéséhez?”

A városi mobilitás fejlesztéséhez számos kulcsképesseég szükséges. A VOLÁNBUSZ véleménye szerint mind a szolgáltatás folyamatos fejlesztésének képessége, mind a mobilitási láncban gondolkodás elengedhetetlen a jelenlegi utazóközönség megtartása, valamint további új utasok elérése érdekében. Az SZKT a fiatalok mobilitási igényeinek megértésének képességét, és azok közlekedésbe való bevonását hangsúlyozza, ehhez azonban olyan szemléletmódot kell kialakítani, ami láthatóvá teszi mindezt. A BKK szerint a legfontosabb a nyitott szem és nyitott fül, valamint az agilis reakciókészség. Szükséges figyelemmel kísérni a világban megjelenő jó gyakorlatokat, valamint a városban jelentkező utazói igényeket. Egy újdonság esetén minél gyorsabban érdemes reagálni úgy, hogy a hosszú távú stratégiai célok ne sérüljenek.

„Véleménye szerint egy integrált mobilitási rendszerhez kapcsolódó felületnek (applikációnak) milyen adottságokkal kell rendelkeznie?”

A VOLÁNBUSZ szerint kulcsfontosságú a felhasználók igényeinek felmérése és véleményük ismerete, hiszen ennek megfelelően szükséges kialakítani a használni kívánt felületet is. A kulcs az egyszerűségben rejlik. Fontos, hogy a felület könnyen áttekinthető legyen, az idősebb korosztály is képes legyen azt használni, valamint praktikus módon kell kezelnie az egyes szereplők által kínált eltérő szolgáltatási elemeket. Az SZKT a jó gyakorlatok vizsgálatára hívja fel a figyelmet, számos bevált megoldás létezik már, többek között Bécsben is. Az új informatikai rendszerek kialakítása helyett elsőként célszerű összegyűjteni azokat a megoldásokat, amelyek a szegedi piacra adaptálhatók, majd egy tapasztalt – a közlekedésszervező informatikai rendszerek kialakításában jártas – vállalattal célszerű a megvalósításról tárgyalni.

Hogyan valósítható meg a Mobility as a Service (MaaS) Szegeden?

„Ön szerint kik lehetnek a legfontosabb stakeholderek (érdekelt felek)?”

A VOLÁNBUSZ, az SZKT és a Rádió Taxi Három véleménye szerint a legfontosabb stakeholdereknek elsősorban az önkormányzatokhoz köthető, közlekedéssel foglalkozó, és potenciális megrendelői feladatokat ellátó szervezetek (SZKT, MÁV-START, VOLÁNBUSZ, közlekedésért felelős minisztérium, VPE, KTI) tekinthetők, valamint ide sorolhatók a magán és privát szolgáltatók (taxitársaságok, és a jelenleg még csupán a fővárosban működő költségmegosztó eszközöket üzemeltető szolgáltatók). Az utazói szokások pontos megismerése érdekében érdemes bevonni a legnagyobb szegedi foglalkoztatókat és oktatási intézményeket (pl. Bonafarm Csoport, SZTE, Csongrád-Csanád Megyei Kereskedelmi és Iparkamara ernyője alatt szerveződő cégek láncolata). Szükséges továbbá olyan speciális utascsoportokat felkutatni a társadalmassítás érdekében, mint a betegszállítással és fogyatékkal élők szervezetei, hiszen a közlekedési rendszerekben felmerülő legapróbb anomáliák ezekben a csoportokban csapódnak le először, legyen szó egy rosszul megtervezett megállóról, vagy akár az utastájékoztató rendszerben fellépő hiányosságokról. További lényeges szempont a köz- és felsőoktatási intézmények bevonása. Olyan edukációra van szükség, amely egyfajta szemléletformálás által képes a jövő generációit a közforgalmú közlekedés felé terelni. A technológiai háttér megteremtése érdekében az SZKT a szegedi IT Klaszter vezetőivel folytatna tárgyalásokat.

„Mi kellene, hogy legyen az első lépés a MaaS kialakításához, és ezt mely szereplőknek kellene megtennie?”

A Rádió Taxi Három és a VOLÁNBUSZ nem lát jelenleg olyan szereplőt, amely alkalmas volna elindítani a folyamatot. Véleményük szerint az látható, hogy míg az 1990-es évek eleje óta német minta szerint a tartományi szintű közlekedési szövetségek az ellátási felelősséggel bíró megrendelők, addig hazánkban jellemzően egy adott

városra vonatkozik a közlekedés megrendelői és szervezői feladatkör. Ez utóbbi egy konkrét település mobilitásának kialakítása esetén kézenfekvő megoldásnak tűnhet, ugyanakkor a városhatárnál már régen nem áll meg a településen élők közlekedése. Esetenként felmerülhet a megfelelő kompetencia, vagy a szervezeti háttér hiánya is, ezért egy területi alapú közlekedésszervező bizonyulhat a legalkalmasabbnak. Az SZKT szerint az első lépés egy ke-rekasztal-beszélgetés elindítása, amely a Csongrád-Csanád Megyei Kereskedelmi és Iparkamara által szerveződő fórum formájában megfelelő távolságban volna minden szereplőtől. A Kamara komoly közlekedési elkötelezettséggel bír, ezért egy ott létrejövő munkacsoport lehetne a legalkalmasabb. A VOLÁNBUSZ által elmondottakhoz hasonlóan az SZKT szerint is fontos – és a lehetséges stakeholdereket is meghatározó – kérdés, hogy biztosan Szeged mobilitásának kialakításán szükséges-e gondolkodni, vagy esetleg tágabb értelemben (például Szeged – Hódmezővásárhely – Makó – Szabadka, vagy akár Algyő viszonylatban) érdemes vizsgálni a kérdést.

„Ki legyen a MaaS integrátor?”

Budapest esetében a jelenlegi fővárosi megrendelői szervezet a Transport for London mintájára szerveződött. A BKK az utas szempontjából próbál optimalizálni, míg az operátorcégek a közlekedési eszközök üzemeltetéséért felelnek. Egy MaaS rendszer integrátori szerepköre esetében kézenfekvő megoldás, hogy nem egy operátor jellegű, hanem egy megrendelő jellegű entitás vállalja magára ezt a szerepkört. Ennek oka, hogy az operátorok elsősorban végrehajtási szemmel vizsgálják a kérdéseket és specifikus érdekek szerint optimalizálnak, ezzel szemben a megrendelő képes leginkább semleges maradni és az utas szempontjából optimalizálni.

A versenytársak integrálása mindkét oldalról ellenérzéseket szülhet, így az említett koncepció érdemes lehet további vizsgálatra. A BKK szerint az SZKT egy progresszív, szakmailag komoly elismertséggel bíró társaság. Rendszerszinten vizsgálva az ösztönzőket elmondható, hogy elméletben nem az SZKT volna a legjobb integrátor, ugyanakkor elképzelhető, hogy a gyakorlatban mégis ez a társaság lesz az ideális választás.

Kulcskérdés azonban, hogy ki legyen a MaaS operátor. Amennyiben ez a kérdés nem kerül tisztázásra, úgy pár éven belül globális szinten betöltheti ezt a szerepkört a Google vagy más piaci szereplő. Ez azonban komoly problémákat vet fel, hiszen ebben az esetben már nem feltétlenül azok a fenntartható városfejlesztési célok érvényesülnek, amelyek ideálisnak bizonyulnának egy mobilitási csomag kialakításakor, hanem a profitmaximalizálás kerülhet a középpontba. Mindez hosszútávon azt is eredményezheti, hogy nem lesznek hagyományos értelemben vett közforgalmú közlekedési járművek (vagy az operátor nem támogatja, hogy az emberek a saját tulajdonú kérekpárjaikat használják), holott ennek ösztönzése rendkívül fontos szempont. Budapesten a BKK abban látja a lehetőséget, hogy a város mobilitásmenedzserének kell lennie a MaaS operátornak. Szeged esetében azonban fontos figyelembe venni a városi és elővárosi vonalak integrációját, ezért érdemes lehet akár megyei (vonzáskörzeti) szinten vizsgálni a lehetőségeket. A Rádió Taxi Három szerint mindenképpen egy külső, pártatlan szereplőnek szükséges betölteni az integrátori szerepkört.

„Az Ön véleménye szerint nagyságrendileg mekkora összegbe kerülhet egy ilyen rendszer kialakítása?”

A megkérdezettek véleménye alapján a felmerülő költségeket alapvetően meghatározza az elérni kívánt integráció mélysége és célja. Az információk integrálása néhány 10 millió Ft informatikai fejlesztésből megvalósítható. Egy megbízható útvonaltervező rendszer kialakítása már utóbbi többszörösével járhat, míg egy elszámolóház és egy felügyeleti szoftver vásárlása akár 100 millió Ft-os ráfordítást is eredményezhet. Egy konkrét megrendelői szervezet kialakítása még egy nagyságrenddel magasabb költségekkel járhat. Mindazonáltal 100–200 millió Ft működési költség már elegendő lehet, hogy az első – erre a célra megalakuló – munkaszervezet két év leforgása alatt a kezdeti sikereket elérje.

„Ön szerint a kialakításhoz szükséges fedezetet kinek kellene biztosítania?”

A VOLÁNBUSZ és a Rádió Taxi Három úgy véli, hogy az infrastruktúra kiépítésével járó költségekhez állami támogatás szükséges, azonban a felmerülő költségeket a bevételekből kell előteremteni, a rendszernek üzletpolitikai döntések mentén célszerű működnie.

Az SZKT a fedezet biztosítását a közforgalmú közlekedést használók, a kormányzati/önkormányzati oldal, illetve a munkáltatókból felépülő három pillér mentén képzeli el. Mindhárom esetben közös, hogy elemi érdekük a mobilitás fejlesztése, hiszen ezáltal az utazóközönség gyorsabban utazhat, a munkáltatónak nem szükséges parkolólt létesíteniük, emellett összgazdasági szinten alapvető cél az utazási idő és a karbonlábnyom csökkentése.

A BKK szintén úgy véli, hogy szükséges az állami/önkormányzati támogatások biztosítása, hiszen ha nem a köz, akkor a piac fogja a saját szempontjai szerint kialakítani és formálni a mobilitási rendszereket. Mivel érdekeltég szempontjából a közérdek a legerősebb, ezért a közszereplőknek szükséges a fedezet megszerzését kezdeményezni, ezáltal a pénzügyi terhek nagy részét is ők fogják viselni. A források biztosításában további fontos szerepet játszhat, hogy amennyiben – a MaaS operátoron kívül – más piaci szereplők meglátják a rendszerben rejlő lehetőséget, úgy érdemes őket is bevonni a kialakítás költségeibe, a várható nyereségük egy részének elkérése jogos döntés lehet.

„Árképzés tekintetében milyen modell lenne elképzelhető (Például, ha 10.000 Ft a teljes havi szegedi MaaS bérlet ára, akkor hogyan kellene részesedjenek az egyes szolgáltatók)?”

A VOLÁNBUSZ szerint az összbevételt – német minta szerint – igénybevétel-arányosan szükséges elosztani. A német közlekedési szövetség által évente kialakításra kerül egy megosztási arányszám, amit az egyes szolgáltatók felülvizsgálat céljából utasszámlálásokkal támasztanak alá. A Rádió Taxi Három úgy véli, hogy az árképzés váltja majd ki a legnagyobb vitákat, azonban véleménye szerint is a jelenlegi utasforgalmat alapul vevő arányszámok meghatározásában érdemes gondolkodni. Az SZKT elsőként egy nemzetközi benchmark elvégzését javasolja. A közlekedési társaság részéről elképzelhető a perc alapú elszámoláshoz kifejlesztett kalkuláció bevezetése, de a kilométer alapú elszámolást is megfelelő megoldásnak tartja.

A BKK úgy véli, hogy a piacon jelentkező utazási igények fogják kialakítani a szükséges elszámolási módot, hiszen a személyre szabható mobilitási csomagok esetén a felhasználók teljes szabadsággal kombinálhatják majd utazásaikat. Fontos kérdés azonban, hogy miként változik mindez, amennyiben könnyebben hozzáférhetővé válik a car-sharing, és egyéb megosztott közlekedési formák. Elképzelhető, hogy a gyakorlatban szükséges lesz egy kapacitásbiztosítási láb kidolgozása a szolgáltatók részére (pl. MÁV-VOLÁN Csoport esetében), azonban ez kevésbé rugalmas megoldás és az utazási igényeket sem tükrözi pontosan. Érdemes elkerülni, hogy fix arányok kerüljenek kialakításra a modal split alapján, mert abban az esetben megszűnhet az ösztönző erő az utazási igényekhez való idomuláshoz.

„Ön szerint hány évre van szükség, hogy kialakuljon egy integrált mobilitási rendszer Szegeden?”

A MaaS kialakításához szükséges idő tekintetében a VOLÁNBUSZ úgy véli, hogy amennyiben létrejön egy olyan entitás, amely összefogja az egyes szolgáltatókat, akkor 5 éves időtartamra lehet számítani. A Rádió Taxi Három és a BKK véleménye szerint a szükséges erőforrások megléte esetén ennek kialakítása akár 2 év is lehet, míg az SZKT szerint előreláthatólag 10 év szükséges, mire egy szegedi integrált mobilitási rendszerről beszélhetünk.

Önnek mi a véleménye az autonóm technológiáról a közforgalmú közlekedésben?

„Ön szerint hazánkban mennyi időre van szükség az autonóm technológiának a közforgalmú közlekedésben való megjelenéséhez?”

A VOLÁNBUSZ szerint a kötött pályás közlekedésben várható először a technológia széleskörű megjelenése, ugyanakkor ennek hazai szintű megvalósulásához legalább 10 évre van szükség. Az SZKT úgy véli, hogy 10 éven belül már lesznek olyan hazai városok, ahol ennek kiépítése folyamatban lesz, míg más városok lemaradnak ebben a versenyben.

„Hogyan módosulna a szegedi MaaS, ha a jövőben megjelenne egy autonóm technológiával ellátott autóflootta a városban?”

A VOLÁNBUSZ részéről nehezen elképzelhető egy olyan autonóm autóflootta kialakulása, amely akár komplett városrészeket képes volna kiszolgálni. Az emberek attitűdje alapvetően a saját autók birtoklására irányul, a tulajdonlás felhagyását legfeljebb érdek alapon lehet kikényszeríteni, mivel az állampolgárok többsége ma még magától nem választaná ezt a lehetőséget. A Rádió Taxi Három szerint e koncepció „lázálom és rémálom”, hiszen a tényleges megvalósításától rendkívül messze állunk, figyelembe véve, hogy még annak megállapítása is komoly jogi kérdést vet fel, hogy egy autonóm jármű okozta balesetben meghatározzuk a felelőst. A Szegedi Közlekedési Társaság szerint egy autonóm autóflootta megjelenése egyértelműen paradigmaváltást eredményezne, hiszen alapjaiban megváltozna a helyi mobilitási rendszer.

A BKK emlékeztetett: az elmúlt években Lisszabon esetében készült egy forgalmi modellezés, amelyben útvonaloptimalizálást alkalmazva vizsgálták annak megvalósíthatóságát, hogy minden állampolgár egy autonóm

járműflottát vegyen igénybe. A kutatás során meglehetősen biztató eredmények születtek, a fő kérdés azonban az, hogy a valóságban mekkora az igény a ride-sharing szolgáltatásokra. Az autonóm autózás közlekedésbiztonsági szemmel nézve egy rendkívül fontos és érdekes lehetőség, azonban ez továbbra is csak egy eszköz. Amennyiben az autonóm járműveket a város szolgálatába lehet állítani és a teljes személygépjármű-arány ezáltal csökkenni fog, úgy az mindenképpen örömteli. Fontos azonban figyelembe venni, hogy az autonóm járművek elterjedése nem jelent egyedüli megoldást, és jelenleg a közlekedésben ennél fundamentálisabb kérdésekre szükséges válaszokat találni.

A BKK szerint „nem szabad abba a hibába esni, mint amibe a várostervezők estek az elmúlt évszázadban, miszerint a nagyvárosok egy olyan technológia kielégítésére lettek kialakítva, amely nem mindenki számára elérhető, és nem alkalmas az egész lakosság kiszolgálásához.” Az autonóm járművek esetében felmerül annak a kockázata, hogy további olyan útvonalak kerülnek kialakításra, amelyet az emberek gyalogosan és kerékpárral nem tudnak majd használni. Az elsődleges cél, hogy a városok visszakerüljenek az emberekhez, majd ezt követően érdemes megvizsgálni, hogy ebbe az autonóm járművek hogyan tudnak becsatlakozni.

„Ön mennyire ért egyet azzal az állítással, miszerint az önvezető járművek elterjedése eredményezheti az egyéni autóbirtoklás csökkenését, ezzel megadva az áttörést az integrált mobilitási rendszereknek?”

A VOLÁNBUSZ és a Rádió Taxi Három egyaránt úgy gondolja, hogy az autonóm technológia elterjedése korlátozott mértékű lesz, mivel az emberek többsége továbbra is élvezettel tekint a kormánykerék forgatására. A technológia által kiváltott egyéb előnyök (pl. utazási idő jelentős mértékű csökkenése) jelenthetnek áttörést, ugyanakkor továbbra is nagy számban maradnak majd olyan szereplők, akik az autók birtoklására vágynak. Az SZKT teljes mértékben egyetért a kérdésben szereplő állítással. A BKK biztos benne, hogy az autonóm járművek elterjedése csökkentő hatással bír majd a saját járműtulajdonlásra, valamint a kellő szabályozással, és a megfelelő szolgáltatási csomagok kialakításával a segítőjévé válhat a mobilitási szolgáltatók céljai eléréséhez. A technológia fenntartható városfejlesztési célokba történő hatékony integrálásán azonban már most szükséges gondolkodni.

Következtetések

Tanulmányunkban bemutattuk Szeged város kulcsfontosságú szereplőinek véleményét a MaaS koncepció vonatkozásában. A mélyinterjúk alapján számos közlekedésfejlesztési javaslat, lehetőség és korlát is azonosításra került.

A MaaS koncepcióban rejlő lehetőségek

- A VOLÁNBUSZ és a szegedi taxitársaságok között nem új keletű elképzelés a taxiszolgáltatók helyi- és helyközi autóbuszközlekedésbe való bekapcsolása. Ennek megvalósításával minden szereplőnek lényegesen rentábilisabb üzemeltetés válna elérhetővé, hiszen az alacsony utasforgalmú autóbuszjáratok helyett taxik (illetve iránytaxik) végeznék a személyszállítást. Az integráció az SZKT részéről is támogatott, azonban továbbra sem valósult meg.
- A MaaS koncepció által olyan szolgáltatási portfólió kínálható fel az utazóközönségnek, amely képes háztól-házig történő utazásokat nyújtani, szemben a jelenleg biztosított megállótól-megállóig történő utazásokkal. Mindez akár új társadalmi csoportok (sérült személyek) közlekedésbe való bekapcsolására is lehetőséget kínál.
- A MaaS koncepcióban a sharing economy alapú rendszer elterjedésével a szolgáltatói oldal egyes szereplőinek lehetősége nyílik a kínálatába helyezni további közlekedési módokat, valamint módjában áll együttműködni azokkal a szereplőkkel, akik ilyen jellegű mobilitási megoldásokat kínálnak.
- A koncepció fontos alkotóelemét képezi a mikromobilitási eszközök és a hagyományos közforgalmú közlekedés összekapcsolása. A fővárosi tapasztalatok alapján látható, hogy a megosztott mikromobilitás által történő ráhordással sok esetben gyorsabb eljutási lehetőségek biztosíthatók a gerincjáratokra, ezáltal számos esetben az autóknál egy lényegesen versenyképesebb eljutás válik elérhetővé.

A kialakításhoz szükséges lépések

- A taxik bevonása érdekében célszerű egy – a szegedi taxitársaságok által összehívott

- kerekasztal-beszélgetés során megvitatni az integráció e formáját, hiszen amennyiben az SZKT keresne fel egy taxitársaságot, úgy az a többi szereplő érdeksérelmével járna. A felvetett együttműködésre például szolgálhat a finn Kätevä elnevezésű mobilalkalmazás, amely 2016 novemberétől 2017 áprilisáig kísérleti projektként működött, és a hagyományos busz- és taxiszoigáltatások integrálására irányult (Aapaoja et al., 2017).
- Hazánkban a közlekedésszervezői feladatkör – jogszabály szerint is – jellemzően egy adott városra vonatkozik, azonban az utazási igények sok esetben túlmutatnak a városhatárokon. Szükséges ezért meghatározni a koncepció földrajzi terjedelmét, majd ezáltal azonosíthatók az érdekeltek és az alkalmazandó üzleti modell.
 - A rendszer használatához egy olyan digitálisan akadálymentes kezelőfelületet szükséges kialakítani, amely az idősebb korosztály számára is könnyen használható, valamint praktikusán kezeli az egyes szereplők által kínált eltérő szolgáltatási elemeket. Egy szegedi pilot kialakítása érdekében a nemzetközi jó gyakorlatok alapján elsőként a Szegedre adaptálható megoldásokat érdemes összegezni.
 - Fontos a fogyatékosággal élő utascsoportok helyzetének előzetes vizsgálata, mivel bármilyen közlekedési szolgáltatásban megjelenő problémát (menetrendtervezéssel kapcsolatos hiba, hangos utastájékoztató hiánya, digitális akadálymentesítés hiánya, alacsonypadlós jármű hiánya) ezek a személyek tapasztalnak meg először. Mindez azt is jelenti, hogy amennyiben a közforgalmú közlekedésben tapasztalható anomáliák kiküszöbölésre kerülnek, úgy számos egyéb társadalmi csoport (idősek, gyermekek) számára is megnyílik a mobilitás kapuja.
 - A MaaS kialakításához szükséges fedezet megteremtéséhez nélkülözhetetlen az állami/önkormányzati támogatások biztosítása, ennek kezdeményezéséhez elhivatott közszereplők kellene. A felmerülő költségeket – üzletpolitikai döntések mentén működve – a bevételekből javasolt előteremteni. Amennyiben más szereplők is piachoz jutnak a rendszer által felkínált lehetőségek következtében, úgy érdemes lehet bevonni őket is a kialakítás költségviselésébe.
 - Az árképzés kialakítását az egyes szolgáltatások között felmerülő igénybevételhez szükséges igazítani. Lehetséges megoldás lehet a perc alapú elszámoláshoz kifejlesztett kalkuláció bevezetése, vagy a kilométer alapú elszámolás, azonban a megfelelő elszámolási módot minden bizonnyal a piacon jelentkező utazási igények fogják majd kialakítani.
 - A javaslatok alapján egy területi alapú közlekedésszervezőre van szükség, a kialakítás részleteit a Csongrád-Csanád Megyei Kereskedelmi és Iparkamara által erre a célra szerveződő fórumon javasolt megvitatni.

Azonosított veszélyek

- A megkérdezettek körében konkrét ellenérdekelte csoportok nem kerültek meghatározásra, azonban valószínűsíthető, hogy vannak olyan rejtett stakeholderek (pl. fekete gazdaságban taxizók), akik nem támogatnák a rendszer kialakítását.
- A taxiszoigáltatás esetében kétséges, hogy az a jelenlegi formájában is működőképes maradna a MaaS ökoszisztémában. A Rádió Taxi Három a 2021 óta Szegeden is üzemelő LIME rollermegosztó hálózattal összefüggésben a potenciális utasok eltűnéséről számolt be, így feltehetően e rendszerek izoláltan valamennyi hagyományos taxiszoigáltatásra negatívan hatnak. Mindazonáltal a taxiknak egyértelműen helye és szerepe van a MaaS koncepcióban, tehát a városi közlekedés mobilitási keverékében is. Utópisztikusnak tűnhet, de a robotsofőrök által működtetett autonóm taxik hosszútávon hazánkban is teret nyerhetnek, további kihívást jelentve a hagyományos taxitársaságoknak. A technológia városi forgalomra gyakorolt hatásaként kiemelhető, hogy a megosztott tulajdonú járművek az emberi sofőrök kiváltásával csökkenthetik a szolgáltatás költségeit, így az utazások várhatóan alacsonyabb ára miatt a kereslet növekedését eredményezhetik (Metz, 2018). Fontos kérdés, hogy mindezt felismerik-e az egyes (jelenlegi) szereplők, és megtalálják-e azt a szolgáltatási volument és technológiát, amellyel a működésük még rentábilisan fenntartható.
- A közlekedési módok kombinálása sok esetben azért nem történik meg, mert nincs meg a harmonizáció a különböző közlekedési módok szolgáltatói között, ezért az ökoszisztémát teljes egészében célszerű optimalizálni.
- Fontos megjegyezni, hogy a MaaS nem csupán egy szolgáltatókat összesítő applikációt takar, ezért

elengedhetetlen egy komplex szabályozási háttér kialakítása a rendszer hatékony működtetéséhez.

- Amennyiben a sharing economy rendszerek integrálására nem kerül sor, úgy felmerül annak veszélye, hogy a hagyományos értelemben vett közforgalmú közlekedés negatív spirálba kerül, ami végső soron utasvesztéshez vezet.

Szükséges rögzíteni, hogy a MaaS és a vele járó integráció – az autonóm technológiához hasonlóan – csupán egy eszköz, és nem az elérendő cél. A rendszer szerte a világban még gyerekcipőben jár, ezért nem mondható ki, hogy ez jelenti a kizárólagos megoldást a városi-elővárosi közlekedési problémák leküzdésére, ugyanakkor egy olyan irányba mutat, amely felé érdemes bizakodva elindulni többek között a közforgalmú közlekedés fejlesztése érdekében. Az autonóm járművek hatékony integrálását érdemes a jövőben vizsgálni, de elsősorban a fenntartható városfejlesztési célok érvényesülésére szükséges fókuszálni.

A koncepció megvalósításával összefüggésben számos korlátozó tényező és kérdés merül fel, ezért következő lépésként egy kerekasztal-beszélgetés megszervezése szükséges az érintett szereplők körében (megrendelői oldal, szolgáltatói oldal, magán- és privát szolgáltatók és egyéb utas és érdekképviselői szervezetek), ezáltal azonosíthatók azok a célok, amelyek mentén a szükséges feltételek és javaslatok meghatározhatók.

Reményünk szerint a kutatásban tett megállapítások hozzájárulnak ahhoz, hogy a kulcsfontosságú szereplők véleményei és javaslatai alapján a MaaS koncepció kialakításához szükséges lépések, valamint a rendszerben rejlő lehetőségek és veszélyek egyaránt megmutatkozzanak, és a bevezetéséhez szükséges további folyamatok tervezhetővé váljanak.

A cikk az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-2 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Felhasznált irodalom

- Aapaaja, Aki – Eckhardt, Jenni – Nykanen, Lasse (2017): Business models for MaaS, in 1st International Conference on Mobility as a Service, Tampere, 28-29.11.2017. 1–16.
- Audouin, Maxime – Finger, Matthias (2018): The development of Mobility-as-a-Service in the Helsinki metropolitan area: A multi-level governance analysis, *Research in Transportation Business & Management*, 24–35. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.09.001>
- Földes Dávid – Csiszár Csaba (2016): Az autonóm városi személyközlekedés hatásai. „X. Innováció és fenntartható felszíni közlekedés” - IFFK 2016, Budapest.
- Ghanbari, Amirhossein et al.(2015): Repositioning in value chain for smart city ecosystems: A viable strategy for historical telecom actors, in Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS): „The Intelligent World: Realizing Hopes, Overcoming Challenges”, Los Angeles, USA, 25th-28th October, 2015. <https://www.econstor.eu/handle/10419/146344>
- König, David et al. (2016): Deliverable 3: Business and operator models for MaaS. MAASIFIE project funded by CEDR. Available at: http://www.vtt.fi/sites/maasifie/PublishingImages/results/cedr_mobility_MAASIFIE_deliverable_3_revised_final.pdf
- Metz, D. (2018): Developing Policy for Urban Autonomous Vehicles: Impact on Congestion, *Urban Science*, 2(2), 33; <https://doi.org/10.3390/urbansci2020033>
- Pöllänen, Markus et al. (2015): Liikenteen markkinat Suomessa. *Trafí Research Reports* 16/2015
- Santos, Georgina – Nikolaev, Nikolay (2021): Mobility as a Service and Public Transport: A Rapid Literature Review and the Case of Moovit, *Sustainability* 13(7), 3666. <https://doi.org/10.3390/su13073666>
- Timár András (2019): Mobilitás, mint szolgáltatás: helyzetkép és fejlődési tendenciák, *Közlekedéstudományi Szemle* LXIX. évf. 1. sz., 5–13. <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2019.11>

A kerékpáros infrastruktúra-fejlesztés hatása a közlekedésbiztonságra Szombathely példáján keresztül

Beküldve: 2022.05.13.
Elfogadva: 2022.08.11.
Online közzététel: 2023.04.20.



ÍD TÓTHNÉ TEMESI KINGA irodavezető, tudományos munkatárs, VPE Vasúti Pályakapacitás-elosztó Kft., Közlekedésszervezési Igazgatóság, temesi.kinga@kti.hu

Kivonat: A fenntartható közlekedésfejlesztés egyik alappillére a kerékpáros infrastruktúra fejlesztése. Szombathely városában 2020-2021-ben 13 helyszínen valósult meg a kerékpárforgalmi hálózat egy-egy hiányzó eleme. Jelen cikk a 13 szombathelyi helyszínre készített közlekedésbiztonsági auditok felhasználásával arra keresi a választ, hogy a különböző kerékpárforgalmi létesítmények milyen hatással lehetnek a közúti közlekedés biztonságára.

Kulcsszavak (3–5): kerékpárforgalmi létesítmény, kerékpáros infrastruktúra, kerékpáros átvezetés, kerékpáros nyom

The impact of cycling infrastructure development on road safety through the example of Szombathely

Abstract: One of the pillars of sustainable transport development is the development of cycling infrastructure. In the city of Szombathely, in 2020-2021, missing elements of the cycling network were completed at 13 locations. This article uses the road safety audits carried out at 13 locations in Szombathely to investigate the potential impact of the various cycling facilities on road safety.

Keywords (3–5): bicycle traffic facility, bicycle infrastructure, bicycle pass, bicycle trail

Bevezetés

Napjainkban a kerékpározás világviszonylatban a reneszánszát éli¹, Szombathelyen viszont már évtizedekkel ezelőtt és azóta is - köszönhetően kedvező domborzati viszonyainak és településszerkezetének - a kerékpár széles körben népszerű közlekedési eszköz. A módválasztást közvetlenül befolyásoló tényezők azonban Szombathelyen is egyre inkább háttérbe szorítják az összeteljesítményen belül a kerékpáros közlekedés részarányát.

Szombathely városának az Integrált Településfejlesztési Stratégiában (ITS, Városfejlesztés Zrt., 2017) nevesített célja, hogy a kerékpáros fejlesztések által 2030-ra a városban 25%-ra növekedjen a kerékpáros közlekedés részaránya a 2014. évi 19%-ról. Ennek egyik alapfeltétele a megfelelő infrastruktúra-hálózat kiépítése.

2019 végén a városban meglévő kerékpárforgalmi létesítmények teljes hossza 44 km volt. A 2020 és 2022 közötti időszakban létrejövő további 15,68 kilométer kerékpározható infrastruktúra-fejlesztés révén a város jelentős része, illetve az agglomeráció több települése is biztonságosan elérhetővé válik, azonban ezzel még nem valósul meg a város egész területét lefedő összefüggő kerékpárút-hálózat. Továbbra is kiemelt feladat tehát a Szombathely MJV Kerékpárforgalmi Hálózati Tervében² megfogalmazott fejlesztések mielőbbi megvalósítása (Tóthné et al., 2021).

¹ Kerék-Pár a várospolitikában konferencia, Győr, 2010. november 18.

Aktív Magyarország Korszaknyitó konferencia, Siófok, 2021. november 25-26.

² Szombathely Megyei Jogú Város Kerékpárforgalmi Hálózati Terve, Szombathely, 2017. január

A kutatás célja

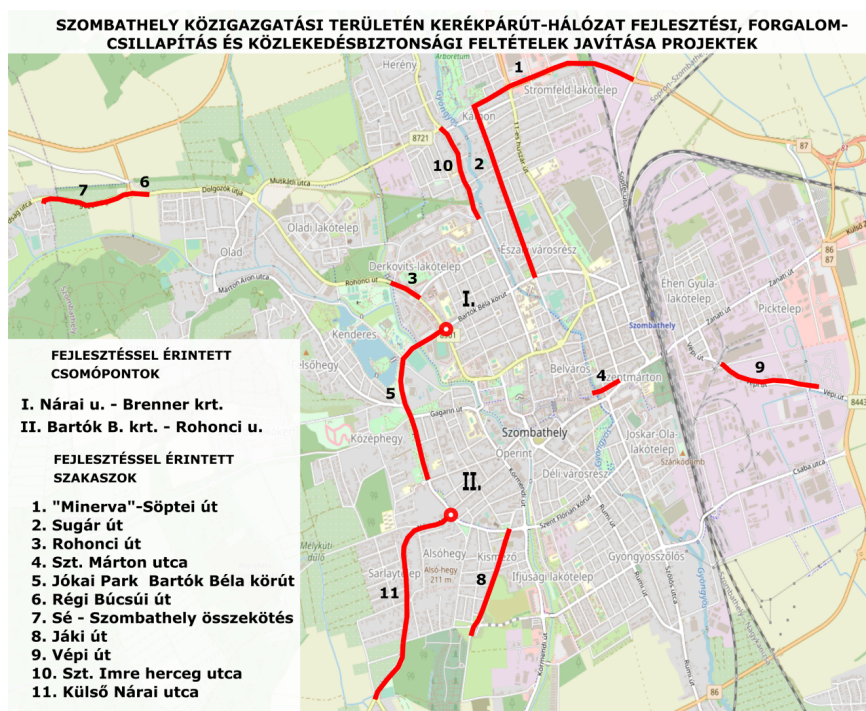
A közelmúltban több előadáson és médiumban is elhangzott³, hogy – Egy 2014-es európai felmérés⁴ szerint – az EU harmadik „legkerékpárosabb” országa vagyunk Hollandia és Dánia után. Ennek megfelelően a közlekedésért felelős minisztérium kiemelt figyelmet fordít a közúti infrastruktúra-fejlesztések között a kerékpáros infrastruktúra fejlesztésére.

A Közlekedési Operatív Program célkitűzései között szerepel a régiók fejlődésének elősegítése, a térségek, települések lakosságának életkörülményeinek javítása. Ennek a fejlődésnek eszköze lehet a kerékpáros létesítmények fejlesztése, amelyek egyben növelik a közlekedés biztonságát és lehetőséget teremtenek a hivatásforgalmi kerékpározás elterjedésének. A konstrukció célja a helyközi, hivatásforgalmi kerékpárutak, kerékpáros létesítmények kiépítése, a régió kerékpáros közlekedési infrastruktúrájának kialakítása, bővítése, a nemzetközi és az országos kerékpárút-hálózatokhoz való csatlakozás biztosítása, a már meglévő elemek hálózatba szervezése.

Mindezen pozitív körülmények között jelen vizsgálat legfontosabb célkitűzése annak vizsgálata, hogy a megépült új kerékpárforgalmi létesítmények milyen megfeleléségi szinten tudják teljesíteni az úthasználói elvárásokat. Arra kerestük tehát a választ, hogy a megépült létesítmények vajon kellőképpen vonzóak tudnak-e lenni ahhoz, hogy a kerékpárforgalom összes járműforgalomhoz viszonyított aránya az elvárt módon növekedjen. Még konkrétabban, hogy a hivatásforgalmú kerékpáros forgalom (diákok, munkavállalók) megfelelő biztonságot érez-e az újonnan megépült kerékpárút-szakaszokkal kiegészült kerékpárút-hálózatban. A vizsgálatban felhasználtuk a létesítményekre elkészített auditok jelentéseit: az engedélyezési tervi, a kiviteli tervi és a forgalomba helyezést megelőző állapotra készített közúti biztonsági auditjelentéseket).

Szombathely kerékpárforgalmi hálózata

Szombathely város önkormányzata kiemelt prioritásként kezeli a kerékpáros infrastruktúra fejlesztését, ennek eredményeképpen a TOP-6.4.1-15 SH1-2016-00001 kódszámú, „Szombathely Megyei Jogú Város kerékpárosbarát fejlesztése” című projekt keretében 2020-2021. évben átadásra került újabb 13 db kerékpáros hálózati elem a városban. (1. ábra)



1. ábra Szombathely közigazgatási területén a TOP-6.4.1-15 SH1-2016-00001 kódszámú „Szombathely Megyei Jogú Város kerékpárosbarát fejlesztése” című projekt keretében 2020-2021. évben megépült új kerékpárút-hálózat fejlesztési elemek

Forrás: nyugat.hu alapján saját szerkesztés

³ IV. Magyar Közlekedési Konferencia Siófok, Hotel Azúr, 2021. november 10-11.

⁴ <https://ecf.com/resources/cycling-facts-and-figures/ecf-cycling-barometer> (utolsó hozzáférés: 2023.01.12.)

E létesítmények révén – néhány fontos hálózati elem további hiánya mellett – megvalósult a város legforgalmasabb irányában az egyes településrészek biztonságos kerékpárforgalmi összeköttetése (intézmények, lakóterületek összekötése, a városközpont és az iparterületek megközelítése).

Jelen kutatásban a megépült 13 helyszínt vizsgáltuk, kizárólag közlekedésbiztonsági szempontból, az átépítést megelőző és az átépítés utáni időszak összehasonlításával. A vizsgálat során a személysérüléssel járó balesetek elemzésével, a konfliktusvizsgálat és a közlekedésbiztonsági audit módszertanának segítségével osztályoztuk az egyes megépült helyszíneket.

Értékelési módszerek

A vizsgálat során a vonatkozó Útügyi Műszaki Előírás⁵ módszertanát alapul véve vizsgáltuk az egyes helyszíneket a rendelkezésre álló tervek és elkészült auditjelentések segítségével. Több esetben, különböző napokon, napszakokban és időjárási körülmények között végeztünk helyszíni megfigyeléseket, amelyek célja a közlekedési szituációk, konfliktushelyzetek felismerése, észlelése, vizionálása volt. A helyszíni vizsgálatok során videófelvételeket készítettünk, amely felvételeket az értékelés során kielemeztük.

Az értékelésnél elsősorban a gépjármű- és kerékpárforgalom konfliktusát állítottuk középpontba. Minthogy új létesítményekről van szó, esetünkben a burkolatminőség vizsgálata nem releváns. Alapvetően meghatározó tényező azonban az adott közúti szakaszra engedélyezett sebesség és a forgalom során kialakuló jellemző sebesség (v85) egymáshoz viszonyított aránya, a kerékpárforgalom gépjárműforgalomtól történő elválasztásának módja és a kerékpárforgalmi létesítmény folytonossága, ezért a vizsgálat során az összehasonlítást a tervdokumentációkból származó és a helyszíni vizsgálatok során felmért paraméterek figyelembevételével végeztük el.

Az egyes kerékpárút-szakaszok összehasonlítására az alábbi paraméterek szerinti pontozásos módszert dolgoztuk ki:

- Engedélyezett sebesség,
- Jellemző sebesség (v85),
- Forgalmi adatok,
- Beavatkozás hossza,
- Keresztező utak és vasutak száma,
- Keresztmetszeti kialakítás,
- Csatlakozó szakasszal való összhang.

A kerékpárforgalmi létesítményeket eltérő közlekedésbiztonsági szintjük miatt az 1. táblázat szerinti súlyozással vettük figyelembe.

1. táblázat Az egyes kerékpárforgalmi létesítménytípusokhoz rendelt súlyszámok

A kerékpárforgalmi létesítmény típusa	Létesítménytípus súlyszáma
kétirányú kerékpárút	1
egyirányú kerékpárút	2
kétirányú elválasztott gyalog- és kerékpárút	3
egyirányú elválasztott gyalog- és kerékpárút	4
kerékpársáv	5
kerékpáros nyom	6

Forrás: saját szerkesztés

⁵ „Közúti biztonsági audit. Módszertan” megnevezésű, ÚT 2-1.233 számú Útügyi Műszaki Előírás

Esettanulmány: a kiépítés műszaki jellemzői, problémák

I. Nárai u.–Brenner krt.

A közút jellege: lakott területi
 A kerékpárforgalmi létesítmény típusa: egyirányú elválasztott gyalog- és kerékpárút

A Szombathely, Brenner Tóbiás körút–Nárai utca négyágú, jelzőtáblával irányított csomópontja körforgalom-má épült át. A csomópont teljes mértékben elbontásra került, a csatlakozó ágak és járdák meglévő szakaszai is átépültek.

A korábbi kerékpáros koncepció egyes elemeiben módosulás történt, ez érintette a Brenner Tóbiás körút – Nárai utca tervezett csomópontját is, ugyanis a Jókai Mór utcában a nyugati oldalon kerékpársáv került felfestésre, az Avar utca–Bagolyvári sétányban folytatódó közös kerékpáros és gyalogút pedig egyirányúvá válik. (2. táblázat)

A körforgalom körül vezetett kerékpárút és a csatlakozó kerékpárutak forgalmi rendje között nincs összhang. A Kálvária úttól a Nárai út irányába haladó egyoldali, kétirányú kerékpár- és gyalogút a Nárai út felől egyirányú kerékpárútként van kijelölve, emiatt előfordul a kerékpárúton a forgalommal szemben közlekedés, ami különösen a Brenner krt.–Nárai u. sarki épület előtti szűk keresztmetszetben eredményezhet kritikus forgalmi szituációt, kerékpárosok szembeirányú összeütközését, vagy akár gyalogos elütést.

2. táblázat Jellemző paraméterek: Nárai u.–Brenner krt.

Közút engedélyezett sebessége (km/h)	Jellemző sebesség (V ₈₅) (km/h)	Forgalmi adatok (ÁNF) E/nap	Átépítés előtti 5 év személysérülései balesetei			Beavatkozás hossza (m)	Keresztező utak száma
			Halálos	Súlyos	Könnyű		
50	50	18.000	0	0	2	300	4

Forrás: saját gyűjtés és szerkesztés

II. Bartók B. krt.–Rohonci u.

A közút jellege: lakott területi
 A kerékpárforgalmi létesítmény típusa: egyirányú elválasztott gyalog- és kerékpárút

A Rohonci út–Bartók Béla körút jelzőlámpával irányított négyágú szintbeni csomópont. A Rohonci út (8901. j. ök. út) 2x2 forgalmi sáv, a Bartók Béla körút 2x1 sávval csatlakozik a csomópontba.

A Bartók Béla krt. nyugati ágán egy új balra kanyarodó sáv épült az egyenes–jobbra kanyarodó sáv mellett. A balra kanyarodó sáv kialakítása miatt a Bartók Béla krt. nyugati ágán a gyalogos és kerékpáros átvezetést megosztó szigetek elbontásra kerültek, míg a többi 3 ágon a középső elválasztó szigetek megmaradtak. A csomópont körül körbevezetett kerékpárút és gyalogátkelőhelyek nyomvonalát az átépítés nem változtatta meg. (3. táblázat)

Általánosságban jellemző a csomópontban a szabálytalan kerékpáros mozgás, az egyirányú kerékpárúton a forgalommal szemben haladás. A kerékpárosok a számukra kevésbé konfliktusosnak tűnő legrövidebb utat választják, továbbá a viszonylagosan széles járdafelületek hívogatóan hatnak a kerékpárosok számára. Ebből adódóan konfliktus keletkezik kerékpáros és kerékpáros, valamint gyalogos és kerékpáros között. További probléma, hogy a jelzőlámpás csomópontban a kerékpáros forgalom minden ágon csak egy irányban van átvezetve, ez alapján lettek kiszámolva a fázisidőterv üritési idejei, valamint a jelzések és jelzéseképek is ennek megfelelően lettek kihe-lyezve, ezért szabálytalanul közlekedő kerékpáros okozója lehet közúti balesetnek.

3. táblázat Jellemző paraméterek: Bartók B. krt.–Rohonci u.

Közút engedélyezett sebessége (km/h)	Jellemző sebesség (v85) (km/h)	Forgalmi adatok (ÁNF) E/nap	Átépítés előtti 5 év személysérüléses balesetei			Beavatkozás hossza (m)	Keresztező utak száma
			Halálos	Súlyos	Könnyű		
50	50	27.000	0	0	0	100	4

Forrás: saját gyűjtés és szerkesztés

1. Minerva-Söptei út

A közút jellege: külterületi
 A kerékpárforgalmi létesítmény típusa: kétirányú elválasztott gyalog- és kerékpárút

A Szombathely, 11-es Huszár út–Söptei út–Büntetés Végrehajtó Intézethez vezető bekötőút közötti gyalog- és kerékpárút kiépítése két ütemben történik, jelenleg egyelőre az I. ütemű terv valósult meg. Természetbeni elhelyezkedése a 11-es Huszár út nyugati oldali kerékpárút szélétől indul a 87. sz. főúttal párhuzamosan, annak déli oldalán halad a Söptei úti körforgalom déli megkerülésével a 8639. j. Szombathely–Csepreg ök. út keleti oldalán a 097/2 hrsz-ú közútig. A közös kerékpár- és gyalogút szintben keresztezi a Szombathely–Kőszeg vasútvonalat. (4. táblázat)

4. táblázat Jellemző paraméterek: Minerva–Söptei út

Közút engedélyezett sebessége (km/h)	Jellemző sebesség (v85) (km/h)	Forgalmi adatok (ÁNF) E/nap	Átépítés előtti 5 év személysérüléses balesetei			Beavatkozás hossza (m)	Keresztező utak és vasútvonalak száma
			Halálos	Súlyos	Könnyű		
90	90	9.000	0	0	0	1400	8

Forrás: saját gyűjtés és szerkesztés

2. Sugár út

A közút jellege: lakott területi
 A kerékpárforgalmi létesítmény típusa: a. kerékpáros nyom, és
 b. egyirányú elválasztott gyalog- és kerékpárút

A Sugár úton a Horváth B. krt. – Saághy I. utca közötti szakaszán kerékpáros nyom került kialakításra. A szakaszon a gépjárműforgalom számára 30 km/h sebességkorlátozás lett elrendelve. (5. táblázat)

A kiviteli tervtől eltérően az osztott pályás, irányonként 6.00-6.00 m széles burkolatfelületen a terveken ugyan szereplő parkolóhelyeket kijelölő burkolatjelek nem kerültek felfestésre.



2. ábra Kerékpáros nyom burkolatjelek a Sugár úton

Forrás: saját szerkesztés

A METRO körforgalom meglévő kerékpáros létesítményéhez csatlakozva, a körforgalom Saághy utcai ágán 1,0 méter széles egyirányú kerékpárút került kialakításra az ág mindkét oldalán.

5. táblázat Jellemző paraméterek: Sugár út

	Közút engedélyezett sebessége (km/h)	Jellemző sebesség (v_{85}) (km/h)	Forgalmi adatok (ÁNF) E/nap	Átépítés előtti 5 év személysérülései			Beavatkozás hossza (m)	Keresztező utak száma
				Halálos	Súlyos	Könnyű		
a.	30	50	2.000	0	0	0	1.700	19
b.	50	50	2.000	0	0	0	80	1

Forrás: saját gyűjtés és szerkesztés

5. Rohonci út

A közút jellege: lakott területi
 A kerékpárforgalmi létesítmény típusa: a. kétirányú elválasztott gyalog- és kerékpárút,
 b. egyirányú elválasztott gyalog- és kerékpárút

A tervezett kerékpárforgalmi létesítmény a Rohonci út északi oldalán a meglévő egyoldali, elválasztott gyalog- és kerékpárút végétől indul és a Spar bejáratáig tart. A szakasz hálózatban betöltött szerepe, hogy összekösse a Rohonci út menti meglévő kerékpárforgalmi létesítményeket a Dolgozók útja és a Perintparti sétány menti meglévő kerékpárúttal.

A Szűrcsapó és Bem utca között egyoldali kétirányú kerékpárút és tőle elválasztva háromnyomú gyalogjárda–a korábbi aszfaltos szervízúton–került kialakításra. (6. táblázat)

A megépült kerékpárút összekötésre került a Bem J. utca mellett húzódó meglévő kerékpárúttal. A két kerékpárút között szintkülönbség található, ezért az összekötést rámpa biztosítja.

A Rohonci út északi oldalán a Spar bejáratától a Szűrcsapó utcáig tartó járdán kerékpárút került kijelölésre. A gyalogosok védelme érdekében a buszvárókat korlát határolja.

6. táblázat Jellemző paraméterek: Rohonci út

	Közút engedélyezett sebessége (km/h)	Jellemző sebesség (v_{85}) (km/h)	Forgalmi adatok (ÁNF) E/nap	Átépítés előtti 5 év személysérülései			Beavatkozás hossza (m)	Keresztező utak száma
				Halálos	Súlyos	Könnyű		
a.	50	50	13.000	0	0	0	250	2
b.	50	50	13.000	0	0	0	110	1

Forrás: saját gyűjtés és szerkesztés

7. Szent Márton utca

A közút jellege: lakott területi
 A kerékpárforgalmi létesítmény típusa: a. kétirányú elválasztott gyalog- és kerékpárút,
 b. kerékpáros nyom

A tervezési szakasz két részre oszlik. A Szent Márton utcával párhuzamosan 2x1 sávú kerékpárút került kijelölésre, részben a meglévő aszfaltburkolaton vezetve, részben pedig a meglévő közút azonos oldali külső sávjának az átépítésével.

A Vörösmarty utcától nyugati irányba a parkoló bejáratától kezdődően a meglévő parkolóban kerékpáros nyom került kijelölésre mindkét irányban. A parkoló állásoktól 1,0 m távolságot tartva halad az aszfaltburkolaton, majd keresztezi a Wesselényi utcát, majd ezt követően ismét kerékpáros nyomként folytatódik a Borostyán parkolón

keresztül vezetve, majd csatlakozik a Gyöngyös csatorna mellett meglévő kerékpárúthoz (7. táblázat).

A Vörösmarty utcai átvezetésnél a háromszögsziget mérete kicsi, csúcsidőben a várakozó gyalogosok és kerékpárosok számára csak szűkösen elegendő, ezért jelzőlámpás irányítás nélküli jobbra kanyarodó sávot részben elfoglaló kerékpárosok akadályozhatják a gépjárműforgalmat, illetve az elütés veszélyének vannak kitéve. A Borostyánkő áruháza felől érkező kerékpáros forgalom átvezetése optikailag kivezet a szembe irányú forgalmi sávba, amely akár kerékpáros és gépjármű frontális ütközéshez vezethet. A süllyesztett szegély nem akadályozza meg a gépjárművek szigetre való felfutását, ezért még a sziget sem nyújt kellő védelmet még a szabályosan várakozó gyalogosoknak és kerékpárosoknak sem.

7. táblázat Jellemző paraméterek: Szent Márton utca

	Közút engedélyezett sebessége (km/h)	Jellemző sebesség (v_{85}) (km/h)	Forgalmi adatok (ÁNF) E/nap	Átépítés előtti 5 év személysérülései			Beavatkozás hossza (m)	Keresztező utak száma
				Halálos	Súlyos	Könnyű		
a.	50	50	16.500	0	0	0	360	3
b.	50	30	500	0	0	0	200	1

Forrás: saját gyűjtés és szerkesztés

9. Jókai park+Bartók Béla krt.

A közút jellege: lakott területi
 A kerékpárforgalmi létesítmény típusa: kerékpársáv, és egyirányú kerékpárút

Egyoldali kerékpársáv létesült a Brenner Tóbiás krt. (Szigligeti Ede utca és a Nárai–Brenner csomópont között) valamint a Jókai utca mentén. A Nárai–Brenner csomópontnál a megépült kerékpárforgalmi létesítmény csatlakozik az újonnan megépült körforgalomhoz.

Egyoldali egyirányú kerékpárút épült a Jókai utca mentén a Kálvária utca és a Gagarin út között. A kerékpárút a Gagarin út kereszteződésétől indul, majd a Szent István park területén vezet keresztül. Az egyirányú kerékpárút két haladósávval került kialakításra.

Kétoldali kerékpársáv létesült a Gagarin út és a Szűrcsapó út között. A kerékpársáv a Szűrcsapó utcánál csatlakozik a további, korábban megépült kerékpár forgalmi létesítményhez. A kerékpársáv miatt a Gagarin út–Homok utca csomópont forgalmi sáv kijelölése is módosult. (8. táblázat)

8.táblázat Jellemző paraméterek: Jókai park+Bartók Béla krt.

	Közút engedélyezett sebessége (km/h)	Jellemző sebesség (v_{85}) (km/h)	Forgalmi adatok (ÁNF) E/nap	Átépítés előtti 5 év személysérülései			Beavatkozás hossza (m)	Keresztező utak száma
				Halálos	Súlyos	Könnyű		
a.	50	50	14.000	0	0	0	490	1
b.	50	50	14.000	0	1	0	800	7

Forrás: saját gyűjtés és szerkesztés

10. Régi Bucsui út

A közút jellege: külterületi
 A kerékpárforgalmi létesítmény típusa: kerékpáros nyom

A megépült kerékpárforgalmi létesítmény a Bucsui bekötő úton (87133 j. közút) kerékpáros nyomként kijelölve biztosítja a hálózati kapcsolatot a Dolgozók útja (8901. j. közút) melletti, meglévő kerékpárút és a Sé település felé vezető kerékpárút között. Funkciója Szombathely és Bucsú települések összekötése. A korábban összekötő útként funkcionáló, jelenleg zsákutcának átminősített 3,0-3,5 m változó szélességű meglévő aszfaltút 2 db ingatlan megközelítését is szolgálja. (9. táblázat)

9. táblázat Jellemző paraméterek: Régi Bucsui út

Közút engedélyezett sebessége (km/h)	Jellemző sebesség (v ₈₅) (km/h)	Forgalmi adatok (ÁNF) E/nap	Átépítés előtti 5 év személysérülései			Beavatkozás hossza (m)	Keresztező utak száma
			Halálos	Súlyos	Könnyű		
90	70	600	0	0	0	150	0

Forrás: saját gyűjtés és szerkesztés

11. Sé-Szombathely összekötés

A közút jellege: külterületi
 A kerékpárforgalmi létesítmény típusa: kétirányú kerékpárút

A megépült kerékpárforgalmi létesítmény lakott területen kívül halad, a régi Bucsui út folytatásában indul. A körforgalmi csomóponttól É-ra történő átvezetéssel fordul az egykori vasúti töltés irányába, hogy Sé települést összekösse Szombathellyel. A Szombathely fele vezető irány a 8901 j. közút keresztezésével bonyolítja a Sé irányából érkező kerékpárforgalmat.

A II. szakasz a 89801. j. bekötőút keresztezésénél a töltést megelőzően elágazik a tervezett nyomvonal, és innen egy, a 87133. j. Bucsui út irányában tervezett, szintén 2 irányú kerékpárút halad tovább, amely kb. 30 méter után csatlakozik az országos közút burkolatához. Innen kerékpáros nyom került felfestésre Bucsú település irányába. (10. táblázat)

A kerékpárútra kihelyezett „Elsőbbségadás kötelező” jelzőtábla megfelel az útkategóriának, de jelen esetben nem hívja fel kellő időben és kellő távolságban a figyelmet a kerékpárosok számára az elsőbbségadási kötelezettségre. Az új tartós burkolati jelek elősegítik a jó folytatás elvét, ami szintén azt sugallja a kerékpárosok számára, hogy akadály nélkül (elsőbbségadás kötelezettség nélkül) tovább tudnak hajtani. A kerékpáros későn vagy egyáltalán nem érzékeli az elsőbbségadási kötelezettségét és figyelmen kívül hagyja az országos közútra, ahol a gépjárművezető a hirtelen elé hajtó kerékpárost elüti.

10. táblázat Jellemző paraméterek: Sé-Szombathely összekötés

Közút engedélyezett sebessége (km/h)	Jellemző sebesség (v ₈₅) (km/h)	Forgalmi adatok (ÁNF) E/nap	Átépítés előtti 5 év személysérülései			Beavatkozás hossza (m)	Keresztező utak száma
			Halálos	Súlyos	Könnyű		
90	100	2.800	0	0	0	940	4

Forrás: saját gyűjtés és szerkesztés

12. Jáki út

A közút jellege: lakott területi
 A kerékpárforgalmi létesítmény típusa: kétirányú elválasztott gyalog- és kerékpárút

A Jáki út Ny-i oldalán, egyoldali kétirányú kerékpárút és attól elválasztott gyalogút valósult meg. A megépült kerékpárút a Brenner Tóbiás körúttól, a meglévő elválasztott gyalog- és kerékpárúttól, a Savaria Plaza mellől indul és a Rozmaring utcáig tart. A nyomvonal lakóterület (kisvárosias, kertvárosias terület) vegyes terület (településközponti terület) és zöldterület (közpark, közkert) között húzódik. A szakasz hálózatban betöltött szerepe, hogy összekösse a Brenner Tóbiás körút menti meglévő kerékpárforgalmi létesítményeket a Jáki úti temetővel és felfűzze a Jáki út menti lakóterületet. (11. táblázat)

A Jáki út a vizsgált szakaszon, folyópályán 2×1 forgalmi sávós út. A kerékpárút keresztezi a Jáki úthoz csatlakozó Jászi Oszkár, Laky Demeter, Asbóth József, Tarczai Lajos, Döbrentei Gábor és Rozmaring utcákat.

11. táblázat Jellemző paraméterek: Jáki út

Közút engedélyezett sebessége (km/h)	Jellemző sebesség (V ₈₅) (km/h)	Forgalmi adatok (ÁNF) E/nap	Átépítés előtti 5 év személysérülései balesetei			Beavatkozás hossza (m)	Keresztező utak száma
			Halálos	Súlyos	Könnyű		
50	50	3.000	0	0	0	700	8

Forrás: saját gyűjtés és szerkesztés

13. Vépi út

A közút jellege: átmeneti zóna (iparterület)
 A kerékpárforgalmi létesítmény típusa: kétirányú kerékpárút

A megépült létesítmény Szombathelyen a Vépi út Sági út-Vásártér utca közötti szakaszát érinti, kizárólag a gépjárműforgalom által használt közúton kívüli építési munka megvalósításával: járda, illetve egyoldali kétirányú kerékpárút megépítésével.

Az építés célja a jelenleg meglévő járda és kerékpáros kapcsolatok hálózati szintű összekötése a hiányzó szakaszok kiépítésével. (12. táblázat)

Az engedélyezési tervekre az alábbi auditori javaslatot adtuk: „A kerékpárút és járda tervezésénél elsődleges szempontként a védtelen közlekedők biztonságát és közlekedési igényeit kell figyelembe venni, ezért a geometriai kialakítás során törekedni kell a kerékpárút és járda vonalvezetésének minél konfliktusmentesebb és vonzó közlekedést biztosító egyéb kényelmi szempontjaira. Ennek érdekében lehetőség szerint csomópontként csak a közutakat célszerű tekinteni, a kapuval, sorompóval lezárt telekbehajtókban pedig a kerékpárút elsőbbségét kell hangsúlyozni.” A kiviteli tervek a javaslat szerint kerültek kidolgozásra, ezzel szemben valamennyi telekbejáró átvezetése a szokványos útcsatlakozás szerint került kialakításra.

További probléma, hogy egy csomóponton belül az elsőbbséggel rendelkező és az elsőbbséggel nem rendelkező kerékpáros átvezetés is piros színű burkolati átvezetést kapott. (3. ábra)



3. ábra Kerékpárút átvezetés a Vépi út–Vásártér u. csomópontjában

Forrás: Google Street View Map

12. táblázat Jellemző paraméterek: Vépi út

Közút engedélyezett sebessége (km/h)	Jellemző sebesség (V ₈₅) (km/h)	Forgalmi adatok (ÁNF) E/nap	Átépítés előtti 5 év személysérülései			Beavatkozás hossza (m)	Keresztező utak száma
			Halálos	Súlyos	Könnyű		
50	70	2.600	0	0	0	760	10

Forrás: saját gyűjtés és szerkesztés

14. Szent Imre herceg útja

A közút jellege: lakott területi
 A kerékpárforgalmi létesítmény típusa: kétirányú elválasztott gyalog- és kerékpárút

A kerékpárforgalmi létesítmény a Szent Imre herceg út nyugati oldalán a Saághy István utca és a Rumi Rajki I. utca között elválasztott gyalog- és kerékpárútként épült meg, amely csatlakozik a Váci u.–Rumi Rajki I. utca közötti szakasz gyalog- és kerékpárúthoz. (13. táblázat)

Az elválasztott gyalog- és kerékpárút déli oldalán a Rumi Rajki I. utca 1. szám előtt 2 db traverz oszlop található az egyik esetében transzformátor állomással. Ezen oszlopok kikerülése érdekében a Szent Imre herceg út nyomvonala is elhúzásra került az érintett szakaszon. Az elhúzásnál a forgalmi sáv szélessége 3,5 m. Az elhúzás hosszában a kerékpárosok védelme érdekében U korlát épült.

13. táblázat Jellemző paraméterek: Szent Imre herceg útja

Közút engedélyezett sebessége (km/h)	Jellemző sebesség (V ₈₅) (km/h)	Forgalmi adatok (ÁNF) E/nap	Átépítés előtti 5 év személysérülései			Beavatkozás hossza (m)	Keresztező utak száma
			Halálos	Súlyos	Könnyű		
50	50	12.000	0	0	0	430	1

Forrás: saját gyűjtés és szerkesztés

15. Külső Nári utca

A közút jellege: átmeneti zóna
 A kerékpárforgalmi létesítmény típusa: kétirányú elválasztott gyalog- és kerékpárút, és kerékpáros nyom

A Brenner Tóbiás körút és Ferenczy István utca között–a lakott területi szakaszon–az út mindkét oldalán a forgalmi sáv szélén kerékpáros nyom került felfestésre.

A Ferenczy István utca és a Király Sportcentrum közötti szakasz korábban lakott területen kívül szakasz volt, azonban a kerékpárút megépítésével együtt lakott területté lett átminősítve.

Ezen a szakaszon mint átmeneti zóna továbbra is jellemzőek a magasabb sebességek. A kerékpárforgalmi létesítmény a gépjármű-forgalomtól külön felületen, egyoldali elválasztott gyalog- és kerékpárútként épült meg. (14. táblázat)

14. táblázat Jellemző paraméterek: Külső Nári utca

Közút engedélyezett sebessége (km/h)	Jellemző sebesség (V ₈₅) (km/h)	Forgalmi adatok (ÁNF) E/nap	Átépítés előtti 5 év személysérülései			Beavatkozás hossza (m)	Keresztező utak száma
			Halálos	Súlyos	Könnyű		
50	90	2000	0	0	1	540	2
50	50	2000	0	0	0	1.300	3

Forrás: saját gyűjtés és szerkesztés

A megépült kerékpárutak összehasonlító vizsgálatának eredménye

A sebesség, forgalomnagyság és kerékpárforgalmi létesítmény típusok szerinti súlyozás alapján az egyes helyszínekre kapott értékek szerint az egyes kerékpárforgalmi létesítményeket három csoportba soroltuk (15. táblázat), ahol az alacsony érték képviselte a minden szempontból megfelelő esetet, a magas pedig a kevésbé megfelelőt.

15. táblázat A vizsgált kerékpárútszakaszok minősítésének összefoglaló táblázata

Helyszín megnevezése	Beavatkozás fajtája	Út jellege	Minősítési feltételeknek
Nári u. Brenner krt.	körforgalom	lakott területi	közepesen felel meg
Bartók B. krt.–Rohonci u.	balra felálló sáv építés	lakott területi	minden szempontból megfelel
Minerva–Söptei út	önállóan vezetett kerékpárút	külterületi	minden szempontból megfelel
Sugár út	kerékpáros nyom	lakott területi	kevésbé felel meg
	önállóan vezetett kerékpárút		kevésbé felel meg
Rohonci út	önállóan vezetett kerékpárút	lakott területi	minden szempontból megfelel
Szent Márton utca	önállóan vezetett kerékpárút	lakott területi	minden szempontból megfelel
	kerékpáros nyom		minden szempontból megfelel
Jókai park+Bartók Béla krt.	önállóan vezetett kerékpárút	lakott területi	minden szempontból megfelel
	kerékpársáv		minden szempontból megfelel
Régi Bucsuí út	kerékpáros nyom	külterületi	minden szempontból megfelel
Sé–Szombathely összekötés	önállóan vezetett kerékpárút	külterületi	minden szempontból megfelel
Jáki út	önállóan vezetett kerékpárút	lakott területi	minden szempontból megfelel
Vépi út	önállóan vezetett kerékpárút	átmeneti zóna (iparterület)	közepesen felel meg
Szent Imre herceg útja	önállóan vezetett kerékpárút	lakott területi	minden szempontból megfelel
Külső Nári utca	önállóan vezetett kerékpárút	átmeneti zóna	minden szempontból megfelel
	kerékpáros nyom	lakott területi	közepesen felel meg

Forrás: saját szerkesztés

Összegzés, javaslatok

Jelen tanulmány arra szeretné ráirányítani a figyelmet, hogy a kerékpáros infrastruktúra úthasználói funkcionális megfelelősége mennyire meghatározó lehet abban, hogy milyen mértékben sikerül népszerűsíteni a kerékpározást egyes nagyvárosainkban.

A bemutatott megvalósult kerékpárforgalmi létesítmények az éppen aktuális műszaki és jogszabályi előírásoknak megfelelően készültek, a tervezés, előkészítés során az auditjelentések számos észrevétele beépült a továbbtervezés során. Mindezek ellenére a megvalósult állapot tartalmaz számos, a kerékpárforgalmi létesítmény használhatóságát rontó, a kerékpáros forgalom számára balesetveszélyes kockázatot rejtő megoldást, amely erősen visszahat az egyén közlekedési módválasztására. A kerékpáros jármű-infrastruktúra, a forgalmi viszonyok, a közlekedési szokások változásai, az egyre fokozódó kényelmi szempontok megkövetelik, hogy a kerékpárforgalmi útpálya megfelelőségi szintje kövesse az úthasználói elvárásokat.

Célszerű lenne ezért a hivatásforgalmú kerékpárutak megfelelőségének mérésére egy úgynevezett használhatósági index kidolgozása a fentiekben bemutatott szempontrendszer alapján.

Felhasznált irodalom

Bereczky Ákos: Megritkultak a magyar bringaerdők, de még mindig Európa legbiciklistább nemzetei közé tartozunk <https://24.hu/élet-stilus/2021/09/18/alfold-hollandia-kerepar-biciklezes-heti-fortepan/> (utolsó hozzáférés: 2023.01.09.)

Tóthné Temesi Kinga et al. (2021): SZOMBATHELY2030. A válságálló tudásgazdaság megteremtéséért. Szombathely, 2021.

Városfejlesztés Zrt. (2017): Szombathely megyei jogú város településfejlesztési koncepciója és integrált településfejlesztési stratégiája. Budapest 187.