

VÁROSI KÖZLEKEDÉS



A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET LAPJA

LVIII. ÉVFOLYAM 2022/3.



FÓKUSZBAN:
Új közlekedési
technológiák
2. rész

FÓKUSZBAN: Új közlekedési technológiák – 2. rész

Bevezetés Dr. Denke Zsolt	3
CNG és elektromos autóbusz üzemeltetési tapasztalatok Miskolcon Demeter Péter–Lukács Zsolt	4
Két város, egy vonal: vasútvillamos Hódmezővásárhely és Szeged között Majó-Petri Zoltán	11
Önvezető járművek és az infrastruktúra kapcsolata Bogárdi Péter–Rónai Gergely–Csillik Ádám	15
Paksi közösségi közlekedés újragondolása elektromos buszokkal, az üzemeltetés első évének tapasztalatai Király István–Weller Barnabás	22
A városok önvezető jármű-felkészültségének megragadása Süli Martin József	28
A vasúti automatizálás jelene és jövője Dr. Maros Dóra	32
Autonóm járművek és automatizált közlekedéstechnológiák fejlesztése Prof. Gáspár Péter–Dr. Bécsi Tamás–Dr. Tettamanti Tamás	39
Hazai alternatív meghajtással rendelkező autóbuszüzemek energia-fogyasztásának vizsgálata Dr. Lakatos András–Dr. Tóth János	44

KITEKINTŐ *Rovatvezető: Molnár László Árpád*

A dunai rakpartok lehetőség-központú megközelítése Koszorú Lajos	52
--	----

SZERINTEM... *Rovatvezető: Magda Attila*

Átok vagy áldás? Az autó jövője Magda Attila	58
--	----

ÉRDEKESSEGEK *Rovatvezető: Dr. Kormányos László*

9 eurós jeggyel Németországban – újabb beszámoló Pirityi András	66
---	----

SAJTÓKÖZLEMÉNY

Emlékeztető: az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának üléséről Dr. habil. Horváth Balázs–Dr. habil. Török Ádám	70
E számunk szerzői	71

Impresszum**VÁROSI KÖZLEKEDÉS****A Közlekedéstudományi Egyesület lapja**

LVIII. évfolyam (új VII. évfolyam) 3. szám

Főszerkesztő: **Dr. Denke Zsolt**Főszerkesztő-helyettes: **Dr. Berki Zsolt**Szerkesztőség és kiadó:
Közlekedéstudományi EgyesületFelelős kiadó: **Dr. Tóth János főtítkár**
Ügyvezető: **Orosz Balázs**1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. em. 235.
Tel.: +36 1 353 2005
Tel/Fax.: +36 1 353 0562
Elektronikus levélcím: info@ktenet.huHonlap: **www.ktenet.hu**Grafikai tervezés, tördelés:
Typoézés Kft. Flórián GáborNyomdai korrektúra és előállítás:
LUPE MagazinSzerkesztőbizottság:
Dr. Berki Zsolt
Dr. Dabóczi Kálmán
Dr. Denke Zsolt
Dobrocsi Tamás
Dr. Felsmann Balázs
Dr. habil. Horváth Balázs
Dr. Kormányos László
Magda Attila
Molnár László Árpád
Dr. Szeri István
Dr. Tóth JánosOlvasószerkesztő: **Pirityi András**Címlapfotó: **MÁV-START Zrt./Molnár Zsolt****HU ISSN 0133-0314**A nyomtatott lap megrendelhető
a www.ktenet.hu oldalon,
valamint megvásárolható a KTE székhelyén.A nyomtatott lap ára 1200 Ft,
KTE tagoknak 600 Ft, amelyhez postázási igény
esetén a kézbesítés díja hozzáadódik.
A kedvezményes ár csak előfizetéskor, illetve
a KTE-ben vásárláskor érvényesíthető.

Bevezetés

DR. DENKE ZSOLT

A Városi Közlekedés 2016-os újraindítása óta szerkesztési elvünk, hogy a lapszámok cikkei mindig egy-egy téma köré szerveződnek, amelyeket a „Fókuszban” elnevezésű rovatban jelenítünk meg.

A legutóbbi lapszámig, azaz a 2016-ban megjelent elsőől az idei második számig bezárólag 23 lapszám (beleszámolva három dupla számot) 20 alkalommal jelent meg (ebből 18 nyomtatásban, míg 2 kizárólag online), amely tehát összesen 20 „Fókuszban” témát jelentett. A témák felölelték a városi közlekedés Szerkesztőbizottság által fontosnak tartott szakágait, részterületeit, vagy jeles évfordulóit.

Szerepelt olyan tematika, amely egy korábbiából következett vagy kiterjesztésként értelmezhető, mint az „Elektromobilitás”, majd „Klímavédelem” vagy a „Közlekedésbiztonság”, majd „Közlekedési kultúra”. Ugyanakkor ezek a témák nem egymást követő lapszámokban kerültek terítékre. Arra is akadt példa, hogy egy-egy témához olyan sok írás készült, hogy az elkészült cikkeket dupla számban jelentettük meg. Ezek a lapszámok a „Városaink megújítása”, a „Kerékpáros és gyalogos közlekedés”, valamint a „Közlekedési intézményrendszer” témákban születtek. Első alkalommal fordul elő ugyanakkor, hogy az előző lapszám témájában, az „Új közlekedési technológiák” tárgyában immáron a második számot tárjuk Olvasóink elé. E témá-

ban is sok szakembert kértünk fel szerzőnek, akik mind megtiszteltek írásaikkal. Így a cikkekkkel nem csupán dupla számot tudtunk megtölteni, hanem azokat két önálló szám köré szerveztük.



forrás: SZE JKK

A lapszámokban fókuszba állított „Új közlekedési technológiák” témában kapcsolatban a következő részletekre hívjuk fel a figyelmet.

Mind a kötöttpályás, mind a gumikerekes módok reprezentálják magukat: a nagyvasút és metró mellett az autóbusz, trolibusz és személygépkocsi technológiákat, illetve a járművezetőket alkalmazó üzemtől kezdve a már automata és az autonóm, önvezető járművek üzemét tárgyaljuk. A nagyvasúti közlekedésben a biztonság és pontosság javítása, a termelés növelése, a költségek és az átfutási idők csökkentése érdekében indult meg az automatizálás. Az M4-es metró úttörő szerepet tölt be a városi közlekedésben automatizált üzemével. Az önvezető vagy automata járművekkel kapcsolatos oktatási, kutatási, fejlesztési feladatokat is számos cikk bemutatja. Külön kiemelendők az önvezető járművek irányítástervezésének nehezen

megválaszolható etikai kérdései. A városoknak továbbá képessé kell válniuk az önvezető technológia elterjedésének irányítására és fel kell készülniük az önvezető járművek fogadására. Az önvezető járművek és a közúti infrastruktúra között intelligens kommunikációs technológiák alkalmazására a budapesti közútkezelő már most innovatív kísérleti projekttel készül.

A közlekedési szolgáltatók üzemeltetésében lévő új technológiákról is beszámolunk: a trolibusz és elektromos autóbusz nemzetközi és szegedi összetartó fejlődése tekintetében; a kecskeméti hibrid autóbuszok kilenc évének tapasztalatairól; a miskolci CNG autóbuszok hatéves működéséről, a legújabb elektromos autóbuszok első tapasztalatairól, valamint a paksi elektromos autóbuszok egyéves üzemeltetési tapasztalatairól. Az elektromos és gázüzemű autóbuszok hazai üzeméről átfogó összefoglaló cikkben a fogyasztási adatokra is külön kitérünk. A német villamosvasutak változatos üzemviteli megoldásairól is beszámoltunk, míg a Szeged és Hódmezővásárhely között immáron egy éve üzemelő vasútvillamos megvalósításával és első üzemeltetésével kapcsolatos tapasztalatokat jelentjük meg számunkban azok után, hogy korábban többrészes cikksorozatban már bemutattuk a projektet. Végezetül „az autó átok vagy áldás”? Erre a kérdésre keressük a választ vita-indító cikkünkben.

CNG és elektromos autóbusz üzemeltetési tapasztalatok Miskolcon

DEMETER PÉTER-LUKÁCS ZSOLT

BEVEZETÉS

Miskolc az első magyarországi város, amely zöld mintavárosként a Zöldebb Városokért (Green City) Mozgalom alapelvei mentén fogalmazza meg jövőképét, és városfejlesztési stratégiáját, valamint konkrét intézkedéseit a fenntartás köré építi.

2014–2016. évek között az Új Széchenyi Terv által elérhetővé vált a magyarországi közösségi közlekedés széndioxid-kibocsátásának és a szálló por koncentrációjának csökkenését eredményező, EURO 6 emissziós normáknak megfelelő sűrített földgázüzemű (CNG) autóbuszok beszerzésének támogatása, amellyel elősegíthető a sűrűn lakott városok levegőminőségének javulása. Miskolc városa saját forrásból, melyet kiegészített a „Zöld Beruházások” támogatása (ÚSZT-ZBR-CNG-2014.), új környezetkímélő gázüzemű autóbuszokkal váltotta le a Miskolc Városi Közlekedési Zrt. (MVK) elavult, dízel autóbuszainak egy részét. A CNG üzemű,

azaz sűrített földgázzal meghajtott autóbuszok forgalomba állásával Miskolcon már nagyrészt csak alacsonypadlós, kényelmes, klimatizált autóbuszok közlekednek. Az MVK Zrt. 75 darab CNG autóbusz beszerzését valósította meg, 40 db szóló és 35 db csuklós autóbusz állt forgalomba, 2016. március 4-től. A gázüzemű CNG-technológiával ellátott miskolci buszok a legszigorúbb, Euro 6-os környezetvédelmi előírásokat is könnyedén teljesítik, károsanyag-kibocsátásuk alacsony.

2019. július 8-án Magyarország Kormánya Nemzeti Buszstratégiai Programot indított. A program fő célja a közösségi közlekedésben résztvevő autóbusz-járműpark megújítása a hazai buszgyártás erősítésével, valamint a „Zöld” irányelvek mentén történő beszerzések támogatása. A program alapvetően összekapcsolja a gazdaságfejlesztést és a klímapolitikát.

Az új autóbuszok beszerzése minden önkormányzat, illetve szolgáltató számára stratégiai kérdés. A

választott autóbusztípus és modell évtizedre előre legalább 40%-ban meghatározza a szolgáltató költség szerkezetét, a hálózat, illetve a menetrend mellett meghatározó befolyással van a szolgáltatás színvonalára is.

A CNG ÜZEMŰ AUTÓBUSZ JÁRMŰFLOTTA BEMUTATÁSA

A 75 db CNG autóbusz üzemeltetéséhez a sűrített földgázzal való feltöltés infrastruktúrájának kiépítését az autóbuszok forgalomba állásához igazítva végezte el az MVK Zrt. Az autóbuszok központi telephelyén közel 400 000 000 Ft-os saját beruházásból 6 + 2 töltő állásos 3 db földgáz sűrítő kompresszorral rendelkező rendszert alakított ki. Az autóbuszok feltöltésére 6 db töltőoszlop áll rendelkezésre, továbbá lakossági értékesítés céljából további 2 db, közúti kapcsolattal rendelkező automata rendszerű, bankkártyás fizetéssel igénybe vehető töltőoszlop is kiépítésre került.



1. ábra: CNG autóbuszok Felső-Majláth végállomáson. A kép forrása: MVK Zrt.

Az MVK Zrt. saját autóbusz javító- és karbantartó üzemmel rendelkezik, amely üzemeket fel kellett készíteni a CNG autóbuszflotta fogadására. Az autóbusz javító csarnok gázbiztonsági és CNG technológiai átalakítása 30 000 000 Ft-os beruházással valósult meg. Mindezzel egyidejűleg az üzemeltető és karbantartó szervezet személyi állományának szakmai oktatását is szükséges volt lebonyolítani, ugyanis a CNG technológia számos területen tér el az addig megszokott dízel üzemeltetéstől.

A beszerzésre került 75 db MAN gyártmányú CNG autóbusz garan-

ciális és garancia időn túli szerviz háttérét is szükséges volt kidolgozni. Az előzetes elemzések és számítások alapján az a döntés született, hogy kilométer alapú díjazás fejében az MVK Zrt. javító bázisa, mint a szállító alvállalkozója végzi el a szükséges garanciális hibajavításokat, az ehhez szükséges alkatrészeket és segédanyagokat a szállító biztosítja. Így megvalósult egy gazdaságos, gyors reagálású, helyben végzett karbantartási és hibajavítási rendszer, amely mind szállítói, mind üzemeltetői oldalon, hosszabb távon is kedvező feltételeket teremtett.

A CNG BUSZOK KÖRNYEZETVÉDELMI ELŐNYEI

A gáz- és dízeljárművek károsanyag-kibocsátását Magyarországon első alkalommal 2016. március végén, Miskolcon mérték meg valós körülmények között. A vizsgálat során a Neoplan (dízel, Euro IV-es motor) és az új MAN (sűrített földgázüzemű, Euro VI-os motor) buszokon három miskolci vonalon, 90 utasnyi műterheléssel végeztek összehasonlító mérést, amelynek végeredménye szerint a gázüzemű autóbusból 98–98,5%-kal kevesebb nitrogén-oxid (NOx) jut a levegőbe, mint a dízelmotoros vál-

Jármű típusa		Állományi létszám (db)	Tartós javításon (db)	Átlag életkor (év)	Átlagos futásteljesítmény (km) 2021. novemberig	Átlagos futás 2020-évben (km)	Átlagos futás 2021-évben (km)
MAN CNG	Szóló	40	0	6,73	465 822	80 307	62 612
	Csuklós	35	0	6,73	395 477	66 148	66 578

1.táblázat: miskolci szóló és csuklós CNG autóbuszok adatainak összehasonlítása



2. ábra: CNG töltőállomás az MVK Zrt. Szondi György utcai telephelyén. A kép forrása: MVK Zrt.

tozatból. Miskolc levegőjébe az új buszflottának köszönhetően évente 30 tonnával kevesebb NOx kerül. A zajszennyezés is jelentősen lecsökkent az új autóbuszoknak köszönhetően, a CNG-motor zajszintje ugyanis jóval alacsonyabb, mint a hasonló dízel járművéké.

ÜZEMELTETÉSI TAPASZTALATOK CNG AUTÓBUSZOK ESETÉBEN

A megérkezett autóbuszokra vonatkozóan számos információ rendelkezésre állt, azonban tapasztalatokkal nem rendelkezünk a járművek fogyasztására vonatkozóan.

A CNG autóbuszok forgalomba állításával a tapasztalati üzemanyag

fogyasztás tekintetében a tervezett mértéknél magasabb átlagfogyasztás tapasztalható. A CNG autóbuszflotta motor és sebességváltó alapbeállításának meghatározásakor az MVK Zrt. az ún. „dinamic” üzemmódot kérte a gyártótól. Ez az üzemmód alkalmas arra, hogy a járművek motorteljesítményét kihasználva jó gyorsulást, emelkedőkön megfelelő sebességtartást biztosítson az autóbuszoknak. Figyelembe véve Miskolc város domborzati viszonyait, megállóhely sűrűségét, valamint a reggeli és délutáni csúcsidőszaki forgalomnagyságot, ez a motorbeállítás indokolt annak érdekében, hogy a meghirdetett járatok az előírt menetidőket tartani tudják és az utazási komfortérzetet is biztosítható

legyen. A gyár által megadott fogyasztási értékeket azonban ez a beállítás érezhetően megnövelte.

Ezek a szám adatok azonban még mindig jóval kedvezőbbek a dízel jármű üzemeltetésénél, mivel egy dízel autóbusz nagyságrendileg hasonló gázolaj mennyiséget fogyaszt el 100 km megtétele alatt a városi közösségi közlekedésben, viszont a gázolaj literenkénti fogyasztói ára 2,41-szerese a CNG gáz kilogrammonkénti árának. (A 2022. szeptember 30-ig megkötött szerződés alapján.)

Figyelembe véve a fentieket, célszerű összehasonlítani példaként egy korszerű elektromos autóbusz-

Gázfogyasztás	Gyártói adatok		Valós fogyasztási adatok	
	Fajlagos fogyasztás	Súlyozott átlagfogyasztás	Fajlagos fogyasztás	Súlyozott átlagfogyasztás
Szóló	37,10 kg/100 km	42,23 kg/100 km	46,15 kg/100 km	52,80 kg/100 km
Csuklós	48,10 kg/100 km		60,41 kg/100 km	

2. táblázat: szóló és csuklós CNG autóbuszok gyártói, illetve valós fogyasztási adatainak összehasonlítása

szal a CNG autóbuszok üzemeltetését. Egy ilyen teljes beruházás után beszerzett elektromos autóbuszok (és töltőállomások) egy km-re vetített várható költsége összehasonlítva a CNG szoló autóbuszok üzemeltetési költségével megállapítható, hogy amennyiben a töltő technológia rendelkezésre áll, akkor a CNG km-re vetített költsége közel azonos az elektromos üzemeltetés költségeivel, a 2022 október előtti gáz beszerzési árakat figyelembe véve. Sajnos, a jelenlegi kilátások szerint ez a hasonló költségszint erőteljesen átfordul az elektromos autóbusz javára a CNG gáz beszerzési árának jelentős mértékű 2022. év végi emelkedése miatt.

Az MVK Zrt. 6 éves üzemeltetési tapasztalatai alapján a CNG meghajtású buszok rendelkezésre állása igen kedvező, az újonnan beszerzett járművek használatának első 5 évében 99%-os, és – megfelelő karbantartás mellett – várhatóan a következő 5 évben is messze 95% felett maradt.

Az átlagosan 85–90 Millió Ft áron beszerezhető, 180–220 kW közötti teljesítményű EURO 6-os motorral szerelt, CNG meghajtású szoló buszokat 800–900 ezer km-es futásteljesítmény eléréséig kívánja üzemeltetni az MVK Zrt. Ez ugyanis az a futásteljesítmény, amikor

használtan még értékesíthetőek a járművek és még nem merül fel néhány, nagyobb költséggel megvalósítható javítás szükségessége. Ezt a tervezett, évente átlagosan 58–59 ezer km-es futásteljesítmény mellett várhatóan 12–14 éves korukra érik el a járművek, ezt követően pedig értékesítésre kerülhetnek.

A dízel MAN buszokat váltó szoló CNG buszok – a jelenlegi flotta alapján kinyerhető, megbízható információk alapján – jelentősen alacsonyabb költséggel üzemeltethetőek. Üzemanyagra a dízel csuklós buszokat jellemző kiadások kevesebb, mint 1/3-át kell fordítani. Az üzemeltetés általános költségeire 427,4 Ft/jkm fajlagos érték adódik, amely még úgy is jóval alacsonyabb a dízel MAN buszokra jellemző 537,7 Ft-os kiadásnál, hogy a dízeleknél figyelembe vett tételeken felül itt megjelenik a CNG töltőállomás (infrastruktúra) üzemeltetésének költsége is. A még garanciális CNG buszok karbantartása 34,8 Ft/jkm fajlagos költséggel valósítható meg, amelyhez hozzá kell adni a főelemelek, nagyobb alkatrészeczek várható javításából, cseréjéből adódó 37,6 Ft/jkm kiadást is.

A 3. táblázat tekinti át a csuklós dízel járművek, valamint a CNG meghajtású szoló buszok üzemeltetési

sének fajlagos – járműkilométerre vetített – költségeit.

Az üzemeltetési és karbantartási költségek jövőbeli értékeinek alakulására vonatkozó számításoknál reálértékekkel (2021. évi értékek) számoltunk.

A CNG flotta beszerzésével egyidejűleg – több százmillió forintos költséggel – kiépítésre került azok üzemanyag-ellátásának biztosításához szükséges töltő infrastruktúra, amelynek üzemeltetése – a hagyományos, dízel buszok töltéséhez képest – jelentős többlet kiadásokat generál. Ezek a kiadások nem a CNG felhasználásból származnak, (hiszen azt az üzemanyag költségeknél vesszük számba), hanem a gáz töltéséhez szükséges speciális töltőállomás elektromos energiaigénye és karbantartási igénye miatt merülnek fel.

Az utasok pozitív visszajelzései is alátámasztják, hogy a beruházás sikeres volt, a Miskolci CNG autóbuszflotta kialakított üzleti modellje üzembiztos, környezetbarát, gazdaságos és hosszú távon fenntartható üzemeltetést tesz lehetővé. A sűrített földgáz-üzemű buszok üzemeltetésének elengedhetetlen feltétele volt, hogy a tankolásuk helyben, Miskolcon megoldott legyen, így egy CNG

	MAN A21 dízel, EURO3 (Ft/jkm, 2021. évi árak)	MAN A21 szoló, CNG EURO6 (Ft/jkm, 2021. évi árak)
Üzemeltetés	537,7	427,4
Karbantartás, javítás	156,5	45,6
Üzemeltetés és karbantartás összesen	664,2	473,0
Üzemanyag	125,2	52,6
Összesen:	819,4	525,6

3. táblázat: dízel és CNG autóbuszok üzemeltetési és karbantartási adatainak összehasonlítása



3. ábra: Miskolc 10 új, elektromos autóbussa. A kép forrása: MVK Zrt.

töltőállomás is épült az MVK Zrt. Szondi György utcai telephelyén. Az CNG töltőállomás nyilvános, így magánszemélyek és cégek számára is egész nap elérhető.

ELEKTROMOS AUTÓBUSZOK BEMUTATÁSA, ÜZEMELTETÉSI TAPASZTALATAI

Az MVK Zrt. által 2021-ben a Zöld Busz Program pályázatához elkészített dekarbonizációs terv 2050-ig meghatározza az autóbuszflotta cseréjének ütemét, az emissziómentes autóbuszokra történő átállás ütemezését és a Társaság törekvéseit annak érdekében, hogy Miskolc még „zöldebb” város legyen és a tömegközlekedés biztosítása a lehető legkisebb kibocsátások elérésével járuljon hozzá Miskolc tiszta levegőjéhez.

A ZFR-ZBP-005 azonosító számú Zöld Busz Program keretében 2022 augusztusában 10 db M3/I. kate-

góriába tartozó új alacsonypadlós, kizárólag elektromos hajtással rendelkező, városi kivitelű szóló autóbust szerezünk be, a hozzá tartozó töltési infrastruktúrával. A buszok gyártója a BYD Electric Bus & Truck Hungary Kft. volt. A BYD K9UD LF típuszámmal ellátott városi, háromajtós, alacsony belépésű, szóló autóbusz első darabja Kínában készült, az informatikai rendszer (utaskijelzők, jegyérnyesítők, kamerarendszer, utasszámláló rendszer) végszerelése már Komáromban történt, mint ahogy a további 9 db autóbusz gyártása is. A járművek energia tároló kapacitása 348 kWh, a fix ülőhelyek száma 35 fő, a szállítható személyek száma (4 fő²): 65 fő, (8 fő²): 82 fő. A járművek műszaki követelményében természetesen szerepelt a korszerű autóbuszoktól elvárható és már megszokott klimatizálás, elektronikus utastájékoztató, kamerarendszer, vezetéstámogató egység és utasszámláló

berendezésekkel történő felszerelés is. A szállítás keretében járművezetői és karbantartói oktatás is megvalósult.

A 10 db járművel együtt leszállításra került kompatibilis, szabadtéri teljesítésű töltőrendszer, amely a 10 db autóbusz egyidejű töltésére alkalmas. Az S-sorozatú töltőrendszer és C-sorozatú töltőszekrények dinamikus adaptív kimenettel kerültek szállításra a finnországi, Kempower gyártótól. Az autóbuszok augusztus 25-től közlekednek forgalmi tesztüzemben.

ELSŐ TAPASZTALATOK A BYD K9UD LF ELEKTROMOS AUTÓBUSZRÓL

A karosszéria masszív, formás, méreteit tekintve kis mértékben nagyobb a már használt MAN CNG autóbuszoknál. Az utastér belmagassága szokatlanul nagy, az ülések közötti folyosó megfelelő, a mind-

két oldali, duplasoros ülések elnére. Az ülések egyedi mintázattal kerültek kialakításra a jellemző miskolci design elemeket tartalmazva. A beszerelt klímaberendezés megfelelően hűti az utasteret és a fülkében is megfelelő hőmérsékletet biztosít a járművezető részére. A sötétített ablakoknak köszönhetően erős napfénynél sem melegedik fel az utastér, így a klímának is könnyebb dolga van, hiszen nem egy felforrósodott területet kell lehűtenie. A szeptemberi reggeli 10–12 fokban a fűtést is kipróbáltuk és azt tapasztaltuk, hogy hamar felmelegíti a járművet a klímaberendezés. Az elektromos motor tulajdonságai miatt az autóbusz dinamikus, jól gyorsul, akár egy elektromos személygépkocsi. Menettulajdonságai a városi forgalomra teljesen megfelelnek. A teljesítménye pontosan megfelelő a jármű súlyához. Az autóbusz csendessége a gyalogosokra lehet veszélyes, például: végállomásokon, ezért szükséges a kisebb sebességek esetén a hanggenerátor használata.

Az autóbuszal a járművezetők elégedettek, kényelmes és komfortos munkahelyi környezetet biztosít részükre az új típus. Az utasok észrevételei is nagyon pozitívak, szépnek, kényelmesnek, csendesnek tartják az új járműveket.

Tekintve, hogy az elektromos autóbuszok üzemeltetése költséghatékonyabb, az MVK Zrt. arra törekszik, hogy maximalizálja az elektromos járművek futásteljesítményét. Olyan fordákra kívánjuk beosztani az elektromos járműveket, amelyek a hatótávolságukhoz a lehető legközelebb állnak. A jármű fogyasztása és töltése meghatározza

a napi rendelkezésre állás korlátait. A gyártó által tett nyilatkozat (81,9 kWh/100 km SORT I. fogyasztás és 358 km névleges hatótáv) ismeretében, a hatótávot csökkentő tényezők (pl. akkupack élettartam megóvás, domborzat) figyelembevételével 240 km gyakorlati hatótávot terveztünk. Ez a napi fordatervezésünk alapja, amely során csak egyszeri éjszakai töltéssel számolunk. A jellemző kezdési és végzési idők figyelembevételével, a napi javasolt üzemidő 14–16 óra lett. Így a járműtelepen 7 óra technológiai idő áll rendelkezésre, amelyből 6 óra a töltés időablaka, minden jármű részére. A járművenkénti éves átlagos minimum futásteljesítmény értékét 58 572 km-ben határoztuk meg a Támogatási Szerződés alapján. Az akkucsomag névleges kapacitása 348 kWh, a gyakorlati fogyasztás 1 kWh/km a korábbi üzemeltetői tapasztalatok alapján. Ez megfelel ilyen domborzati körülmények között más városok tapasztalatának. A teszt eddigi tartamában a hőmérséklet 6–36 °C volt, jellemzően vegyes meleg és csapadékos időjárási jellemzőkkel.

A jármű az eddigi tapasztalatok szerint gyári norma körül fogyaszt, szélső értékei 0,79–1,07 kWh/km, amely nagy szórás igazolja a korábbi teszt autóbusz és a többi üzemeltetői tapasztalatokat, hogy a vezetési stílus ebben a hajtási formában jelentősen érzékenyen befolyásolja a fogyasztást. Az átlagos fogyasztási érték 0,97 kWh/km. Az alapszámítások alapján számolni kell a városi körülmények közötti útvonalankénti szorzót és a hűtés-fűtés szorzó értékét, amely azt is jelenti, hogy a jármű a miskolci domborza-

ti és időjárási körülményeket is figyelembe véve az alapszámítás alatti értéket fogyasztották a járművek az eddigi utasforgalmi teszt alatt. A délelőtti időszakban 100–70% közötti töltöttséggel, a délutáni időszakban 70–35% közötti töltöttséggel közlekedtek a járművek. A teszt eddigi mérésein nem fordult elő a töltöttség 20% alá csökkenése a nap végére. Az akkupack jelenlegi új állapotában biztonsággal tudja a 240 km-es futási értéket teljesíteni minden időjárási körülmény között. Egyelőre nincs arra vonatkozó tapasztalat, hogy az akkumulátor kapacitása – a nap folyamán – milyen karakterisztika szerint csökken.

JÁRMŰBESZERZÉSEK A KÖRNYEZETVÉDELME SZELLEMEBEN

Az MVK Zrt. jövőként az ismertett környezetbarát fejlesztési irányvonalat határozza meg és e fejlesztési célok elérése érdekében pályázik a továbbiakban is az elektromos autóbuszok és a kapcsolódó elektromos infrastruktúra beszerzésére, kialakítására, üzemeltetésére.

A jelen projekt keretében beszerzett 10 elektromos autóbuszal kiváltott 10 darab csuklós dízel jármű CO₂ kibocsátását megszüntetve összesen évi 1614 tonna károsanyag kibocsátás csökkentése érhető el Miskolcon. Elektromos buszokkal ugyanis akár új dízel járművekre alapozott szolgáltatással, akár CNG beszerzéssel vetjük össze, igen jelentős megtakarítás érhető el a közösségi közlekedés kiszolgálásához kapcsolódóan felmerülő üzemeltetési, karbantartási költségek tekintetében.

E megtakarításokat egy újonnan beszerzett és 16 éves hasznos élettartamra tervezett elektromos busz esetében összegezve egy új dízel busz beszerzési értékét közelítő összeg adódik. Igaz, ez önmagában nem fedezi az elektromos buszoknak a dízelekét jóval (kb. kétszeresen) meghaladó beszerzési árát, csupán annak 45–55%-ának megfelelő nagyságrendet képvisel. Figyelembe véve azonban az elektromos buszok beszerzéséhez igénybe vehető – akár 80%-os intenzitást is elérő – támogatást, versenyképes alternatívaként tekinthetünk az elektromos buszokra.

Ezen felül pedig hangsúlyozni kell, hogy csak elektromos buszokkal juthatunk közelebb úgy a Város, mint Magyarország és az Európai Unió számára egyaránt kiemelten fontos klímapolitikai célokhoz, elsősorban a közlekedés által kibocsátott szén-dioxid mennyiségének jelentős csökkenésével.

A Zöld Busz Program keretében folyósított támogatással kiváltásra kerül 10 db, átlagosan 955 ezer km-t futott, 20 éves, EURO 3-as kibocsátású MAN A75-ös dízel csuklós autóbusz.

A MVK Zrt. – illeszkedve a jelenlegi dízel, valamint CNG állomány avulási, pótlási ütemezéséhez – 2022–2036. között a teljes flottát elektro-

mos üzemmódúra kívánja cserélni. A dízel és CNG meghajtású járművek motorjai a felhasznált üzemanyagok elégetésével jelentős mennyiségű szén-dioxidot bocsátanak ki. 1 liter gázolaj elégetésével 2490 gramm szén-dioxid keletkezik, 1 kg CNG elégetésével pedig 2666 gramm szén-dioxid kerül kibocsátásra. A városi közösségi közlekedési szolgáltatást nyújtó, még meglévő 58 dízel busz így évente átlagosan 3833 tonna, a 75 CNG meghajtású busz pedig 7333 tonna (együttesen 11 167 tonna) szén-dioxidot bocsátanak ki. Ez azonban csak az úgynevezett tanktól a kerékig (tank-to-wheel) kibocsátás, ami nem tekinthető a városi közösségi közlekedést ellátó buszok által generált teljes emisszióknak.

ÖSSZEGZÉS

Miskolc Megyei Jogú Város és az MVK Zrt. szolgáltató rövid távú terve a meglévő diesel üzemű autóbusz állomány cseréje CNG vagy elektromos üzeműre, amelyhez további 70 db CNG vagy elektromos üzemű autóbusz beszerzését tervezi.

Egy-egy gázüzemű autóbuszból 98–98,5%-kal kevesebb nitrogén-oxid (NOx) jut a levegőbe, mint a dízelmotoros változatból, így Miskolc város levegőjébe a teljes CNG buszflottának köszönhe-

tően évente 58 tonnával kevesebb NO₂ kerül. A város tulajdonában lévő biogáz erőmű alkalmas arra, hogy a megfelelő tisztítórendszer és CO₂ kiválasztásra alkalmas technológiai átalakítás során az általa megtermelt teljes gázmennyiséget a CNG autóbuszok üzemeltetésére fordíthatja. Mindez által olyan körkörös, környezettudatos, valamint gazdaságosságát tekintve is előre-mutató ellátási rendszer alakítható ki, amellyel Miskolc városa a közösségi közlekedés működési támogatásának pénzügyi ellentételezését jelentős mértékben tudja csökkenteni. További előnyös hatásként jelentkezik a klímapolitikai és környezetvédelmi előírások rövidebb és hosszabb távú célkitűzéseinek történő megfelelés biztosítása. A beruházás során üzemanyag megtakarítás, karbantartási költségmegtakarítás, valamint többletbevétel keletkezik.

A jelenlegi lehetőségek a Zöld Busz Programban az MVK Zrt. részére részben biztosíthatják a fejlesztési források rendelkezésre állását Miskolc közösségi közlekedésének hosszú távú fejlődése mellett.



Két város, egy vonal: vasútvillamos Hódmezővásárhely és Szeged között

Szubjektív hajónapló Szegedről a közösségi közlekedés ökoszisztémájáról

MAJÓ-PETRI ZOLTÁN

A tramtrain, magyar hangján a vasútvillamos (városi szlengben tramtram) az elmúlt 10 év egyik kiemelkedő közlekedési innovációja Magyarországon. Ez a kép tárul elénk, ha az ezzel kapcsolatos konferencia előadások tükrén keresztül szemléljük Hódmezővásárhely és Szeged között a két belvárost összekötő fejlesztést. Az elmúlt években legalább egy tucat olyan konferencián vehetett részt a közlekedési szakma, ahol ezt a témát a konferencia szervezői a program részévé tették, és ahol az előadók több-kevesebb sikerről, vagy éppen buktatóról számolhattak be. Beszédes adat, hogy a tramtrain kifejezésre jelenleg már 2,6 millió találatot kapunk, ami egyelőre nagyobb, mint az éves utasszám. Habár a kezdetben napi átlagos ezer, majd 2022 szeptemberében már háromezer fős nagyságrenddel elégedettek lehetünk, az utasforgalmi próbaüzem 2022. november

29-i esedékes évfordulója kapcsán érdemes lehet visszanézni. Hogyan, milyen módon jutottunk el abba az állapotba, ahol már a beruházási programból átfordulunk üzemeltetésbe?

A Szegedi Közlekedési Társaság ügyvezető igazgatójaként részt vehettem ennek a programnak a megvalósításában. Volt vásárhelyi gimnazistaként, majd szegedi egyetemistaként, ma gyakorló közgazdászként úgy tekintettem, tekintek erre a fejlesztésre, hogy Szeged és Hódmezővásárhely ikervárosként kerülhet az országtérképre, mint a holland Hengelo és Enschede, ahol a doktori képzés pár hónapját tölthettem 2010 előtt. Miközben mint minden "zászlóshajó projektnek", nagy a felelősségünk abban is, hogy azt el is lehet rontani (lásd például az elektronikus jegyrendszerek fővárosi vagy országos kálváriája). Az

általam vezetett hajónapló szerint révbe értünk, bár a sérülések száma és mértéke nem elhanyagolható, és lehetne belőle tanulni is.

A cikkben az üzleti tudományok klasszikus módszertanával szeretném bemutatni – egy analízisen keresztül –, melyek voltak azok a pontok, ahol fejlődés vagy kockázat érzékelhető a városi és a közösségi közlekedés keretrendszerében.

Egy ilyen projekt kapcsán szokás elvégezni először egy környezeti analízist, akár egy PEST elemzést, amely a projekt szempontjából releváns politikai, jogi, társadalmi és gazdasági tényezőket veszi számba, természetesen a teljesség igénye nélkül, koncentrálna a vasútvillamos ügyére.

POLITIKAI KÖRNYEZET

Nyilvánvaló tény, hogy egy helyi

kezdeményezéshez kell egy helyi közéleti aktor, aki az adott ügyet felvállalja és ehhez a nevét adja. Ebből a szempontból minden, a helyi közlekedést meghatározó politikai szereplő támogató és elfogadó állásponton volt Hódmezővásárhelytől Szegedig. Mindközben a volt hódmezővásárhelyi polgármesternek, majd kancelláriaminiszternek és országgyűlési képviselőnek megvolt az az érdekérvényesítő képessége, hogy ez a projekt minden nehézség ellenére ne csak tervrajzon, vagy megvalósíthatósági tanulmány formájában maradjon az íróasztal-fiókban. Ez persze korántsem jelenti azt, hogy a fejlesztés egyértelműen fenntartható. Sőt a legtöbb közéleti kritika pont a beruházási költségek tervezett és valós összege közötti nagyságrendi különbségeket érintették. Emiatt a korábbi megtérülési számításokat is újra kellene végezni. Ezt azonban legkorábban egy év éles üzem után, azaz valós árbevételi környezetben egy másik cikkben érdemes taglalni.

JOGI KÖRNYEZET

Ahogy egy államtitkári egyeztetésen is megállapításra került még 2018-ban, a tramtrain kilóg a vasúti törvény keretein túlra, ezért intenzív szakmai munkára és jogalkotásra lett volna szükség. Habár az érintett területeken ilyen szándék végig megvolt, sosem alakult ki konszenzus és egy konstruktív keretezés a szakmai munkához. A minisztériumok, az érintett háttérintézmények, szabályozó hatóságok és az állami és önkormányzati szereplők között ehelyett egy „húzd meg-ereszd meg” munkakultúra állandósult, és ez figyelemhiány miatt nem is változott meg az évek

alatt. Úgy gondolom, ma már ki mondható, hogy ezt a fejlesztést a műszaki, a technikai és üzleti innováció mellett jogi és szabályozási innováció nem követte: mindig a meglévő keretrendszerbe próbálták bepréselni a vasútvillamos ügyét, ami rávilágít arra, hogy milyen képességekkel nem rendelkezünk a szervezeti tanulás témakörében.

TÁRSADALMI KÖRNYEZET

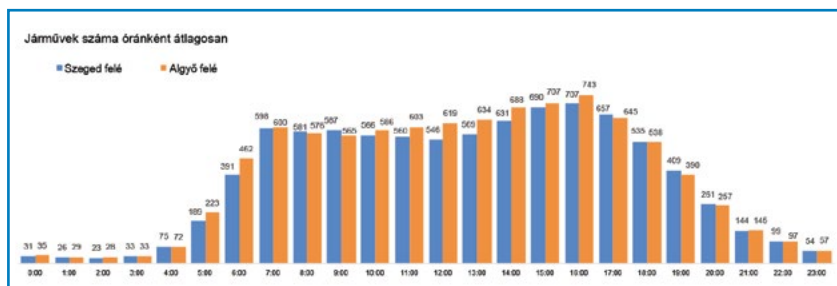
Az egymástól 21 kilométerre fekvő megyei jogú városok ezer, sokszor láthatatlan szállal kötődnek egymáshoz. A két iskolaváros diákjai és tanári kara egyaránt érdemi súlyt képez a mobilitási mérlegben, de akár az egészségügyi kapacitások, akár a gazdasági kapcsolatok, akár a kulturális, sport- és gasztronómiai szálak feltárása arra az eredményre vezet, hogy ez a finom szövet megfelelő minőségű közösségi közlekedési kapacitással tovább erősíthető. Ennek már az első időszakban is látványos első eleme volt a Szeged Rókus-állomás újranevesítése, amelynek közvetlen közelében Szeged egyetlen multiplex mozija üzemel.

GAZDASÁGI KÖRNYEZET

A tramtrain tervezése és kivitelezése időszakában forrásbőség jellemezte a magyar gazdaságot. Értelmeztük ezalatt az uniós, az állami és

a banki forrásokat is. A kérdés természetesen nagyon kiélezve már csak arról szólt, hogy tramtrainre, közútra, hídra vagy más infrastruktúrára érdemes költeni a beruházási forrásokat. Ahogy az energiaválság után egy napelem-beruházás, a tramtrain-beruházás valódi arca is nem a megvalósíthatósági tanulmányokban leírt modell számai szerint fog megtérülni. A modell tökéletes arra, hogy bemutassuk, létezik egy lehetséges forgatókönyv arra, hogy ez a társadalmi haszonnal együtt megtérüljön. Azonban ezek a modellek nem krízisállóak. Legyen az természeti, biológiai, vírus-, energia- vagy háborús krízis vagy akár egy felforgató innováció. Egy szenzoros mérés alapján biztosan tudjuk, hogy a két város között átlagosan 7800 gépjármű fordul meg irányonként és naponta. Ez az a mutatószám, ami szerintem a tramtrain projekt kiemelt mutatószáma: képesek vagyunk-e hasonló nagyságrendet elérni kötöttpályán? Meg tudjuk-e állítani a gépjárműforgalom-növekedést a két város között?

Az eddigiekben bemutatott PEST analízis sokféle módon folytatható: úgy vélem, az úgynevezett érintett elméletből (stakeholder elmélet) érdemes tovább lépni annak érdekében, hogy képet kapjunk az érzékelt minőségről, tágabb értelem-



1. ábra: Hódmezővásárhely–Szeged közötti átlagos hétköznapi gépjárműforgalom megoszlása (forrás: Szeged MJV-SZKT–SZTE-MK napi szenzoros mérési adatai)

ben az elvárásokról, ami ilyenkor több kulcsszereplőhöz köthető. A teljesség igénye nélkül az alábbiakat tapasztalhattuk.

Észlelt minőség: utasaink

Ebben egyetlen kulcsmondat fogalmazható meg: 40 perces stabil, átszállás nélküli kapcsolat a két belváros között: ez versenyképes az egyéni mobilitással, azaz az autózással. Figyelembe véve a teljes eljutás időt, ez természetes módon azt jelenti, hogy háztól házig az utazásra fordított bruttó idő el fogja érni a napi két órát. Ez egy modern vasútvillamoson lehet részben hasznos idő is.

Észlelt minőség: szolgáltatók

A két szolgáltató, mint üzemeltető elsősorban jármű oldalról kapott zsákbamacskát a szó jó értelmében, hiszen olyan szerelvények kerültek leszállításra, amiben nem volt üzemeltetési tapasztalatuk. A probléma akkor bontakozott ki, amikor kiderült, hogy a szállító sem rendelkezik ilyen kompetenciákkal. Utólag visszatekintve ebből adódóan a tramtrain mint egy állatorvosi ló szerepelt a sajtóban (azt sem tartom túlzó állításnak, hogy volt idő, amikor leszerepelt a nyilvánosság előtt). A beruházási projektben tetten érhető volt a Covid-járvány okozta leállás, a határidőket érintő ellátási láncok akadózása, de akár a munka világában a megfelelő mérnök-informatikus rendelkezésre állása. Mindettől függetlenül vizsgálándó lenne a szereplők hozzáállása és szereplése egyesével is, hogy ne csak olyan közhelyekhez jussunk el, amiben a "kivitelező a hibás" minden kése-delemért vagy elromlott berendezésért.

Munkavállalói észlelt minőség

Három olyan diskurzust is érdemes rögzíteni a munkavállalói észlelt minőség keretein belül, ami hosszú távon is meghatározhatja a tramtrain sikeres működését. Minden gyerekbetegséggel együtt az volt tapasztalható, hogy a projekten dolgozó munkatársak kivétel nélkül elkötelezettek voltak a megoldásban, legyen az forgalom-szervezés, járműkiadás vagy utaskiszolgálás. A munkatársak ezen elkötelezettségét érdemes lenne fenntartani és továbbvinni. Másrészt, mivel nagyon sokféle szervezet szakemberei vettek részt a programban, a munkaérték-különbségek kezelése problémákat vetett fel a mindennapokban. Vonatkozik ez a különböző munkavállalók témaérzékenységére, és azokra a fizetésbeli különbségekre, ami a járművezetői vagy akár a járműmérnöki munkaerőpiacon fennállnak. Harmadrészt (és talán ez a legfontosabb) továbbra sincs meg annak az átfogó keretrendszere, amiben egy-egy munkavállaló érdemben és hatékonyan javíthatna a működtetés és a folyamatok minőségén, holott ez a LEAN menedzsment módszertanban évtizedes gyakorlat szintjén működik a járműiparban.

Menedzsment észlelt minősége

A különböző teljesítménymutatók, mint az utasszám vagy a jármű rendelkezésre állás, a különböző reagálási idők vagy akár a menetrendtartás, ebben a projektben tankönyvi minőségben a szakma jelenlegi színvonalán teljesült. Nem lehet kétségünk abban, hogy ezen kontrolling mutatókat a megfelelő módon láthatóvá fogja tenni a menedzsment akár a megren-

delők, akár a szakma, akár a szélesebb nyilvánosság irányában. Véleményem szerint ez a projekt a menedzsment szintjén azzal vált együttműködő játzmává, hogy minden kulcsmenedzsment tag számára kimondatlanul is MaaS (Mobility as a Service) gondolkodásmódban valósult meg. Éppen ezért a menedzsment-konfliktusok száma az elmúlt években minimálisnak mondható. Ez a gondolkodásmód vezetett odáig, hogy végre két megyei jogú város között lett olyan bérlet-termék, ami helyi és helyközi utazásra egyaránt felhasználható. Ezen megoldások búvópatak módjára régóta jelen vannak a közösségi közlekedésben Magyarországon is, de az Európában sok helyen használt zónabérlet, amely mögött akár több szolgáltató és megrendelő áll, még korántsem mindennapos gyakorlat.

ZÁRSZÓ HELYETT: ÁGAZATI HŐSÖK ÉS UTOLSÓ LÉPÉSEK

Végül, de nem utolsó sorban érdemes dokumentálnunk azt, hogy a közlekedési szakma itt sem tudott mit kezdeni a hétköznapi hőseivel. Habár tudvalévó, kik voltak azok az emberek, akik a hátukon vitték ezt a beruházást, vagy akár a bevezetés mindennapos nyűgét a próbaüzem krízisei alatt, az erkölcsi, szakmai, akár anyagi elismerésük csak sporadikus maradt. Írom ezt önkritikusan tükröt tartva magunknak is, hiszen október elsején, amikor a zene világnapja mellett a szegedi villamost is ünnepeltük, hétköznapi hőseink most sem kaptak megfelelő figyelmet.

Ha előre tekintek, akkor két ügyben volna komoly tennivaló a finanszírozási kérdéseken túl. Az



2. ábra: Modern közösségi közlekedés: a mikromobilitástól az ikervárosokig
(illusztráció, a képet készítette az SZKT megbízásából Papdi Balázs)

egyik a tanuló szervezetek fejlesztése a közlekedésben, amelyek végre például megoldanák, hogy egy villamosvezetőnek ma már ne kelljen vizsgázni például a Kirchhoff-törvényekből, de egy baleset esetén bevonhatók legyenek a gyors zavarelhárításba. Közben a

„két város egy vonal” lehetősége: okos városhoz méltón a vonalakat tovább húzzuk a megállók kontúrjánál. Ne csak módszertani kategória legyen az utazási lánc, az utolsó mérföld vagy a mikromobilitás és a kötöttpályás közlekedés összekapcsolása: legyen ez egy

komplex, de az utas számára összefüggő és hasznos szolgáltatás.



Önvezető járművek és az infrastruktúra kapcsolata

Budapest Közút Zrt. és Yunex Traffic Kft. mintaprojektje

BOGÁRDI PÉTER–RÓNAI GERGELY–CSILLIK ÁDÁM

BEVEZETÉS

Az utak digitalizálása a jövő mobilitásának egyik lényeges eleme: az intelligens kommunikációs technológiák automatikusan összekapcsolják a különböző típusú járműveket az infrastruktúrával. Az önvezető és vezetést támogató technológiák és alkalmazások együttes megnevezése a C-ITS. Ezek az innovatív megoldások a városoknak és a településeknek az életminőség javításában segítenek és a fenntartható növekedés alapját képezik. A közúti forgalom résztvevőinek kooperációja az önvezető járművek fejlődését is elősegíti, újabb adatforrásokkal növelve az önvezetés biztonságát.

Mit jelent az IoT (IoT, Internet of Things – a dolgok internete) a közúthálózaton?

A Vehicle2X technológia lehetővé teszi, hogy egy kooperatív menedzsment rendszer (Cooperative Management System, CMS) összekapcsolja a járműveket az infrastruktúrával és a forgalomirányító

központokkal. Az elv egyszerű: az útmenti egység (Road-Side Unit, RSU) szabványos módon (WLANp¹ segítségével) kommunikál mind a forgalomirányító központtal, mind a járművekkel:

- az RSU az időkritikus információkat (pl. a jelzések aktuális állapotát) közvetlenül a járműveknek küldi;
- statikus és nem időkritikus információkat (pl. a jelzésekre vonatkozó információkat) az RSU vagy a CMS is továbbíthat a járműveknek;
- a járművek folyamatosan jelentik aktuális helyzetüket, sebességüket és haladási irányukat a Vehicle2X fedélzeti egységeken keresztül;
- az RSU összegyűjti ezeket az információkat;
- a CMS ezeket az információkat a forgalom hatékonyabb és valós idejű irányítására használja fel.

FORGALOMIRÁNYÍTÁSI, FORGALMI MENEDZSMENT ADOTTSÁGOK BUDAPESTEN

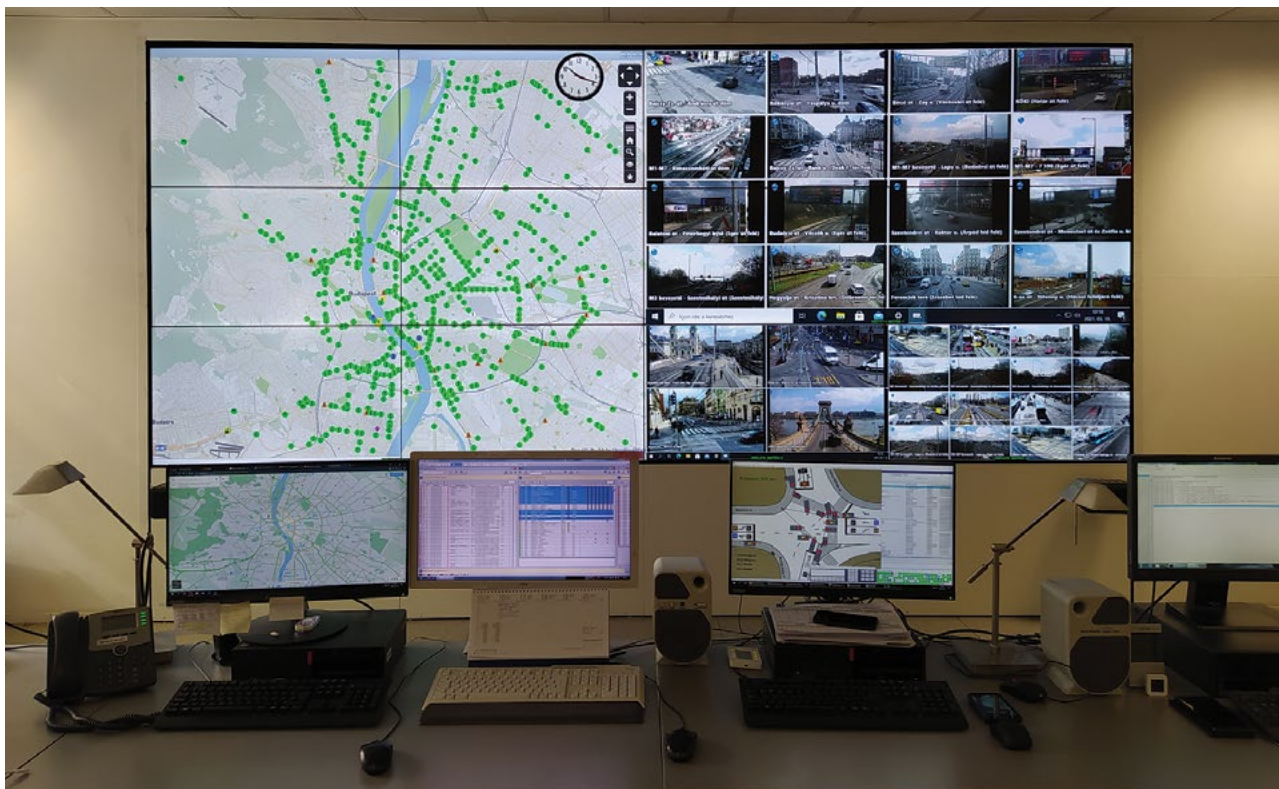
Budapest 525 km² alapterületű, 1,72 millió lakosú világváros. A területén működő vállalatok a hazai GDP 37%-ának előállításáért felelő-

sek. Közúthálózatának hossza meghaladja az 5000 kilométert. Budapest közútkezelését és forgalomtechnikai kezelését a Budapest Közút Zrt. végzi.

Budapesten 1136 db modern, többségében forgalomirányító központból vezérelt, egymással összehangolt jelzőlámpás csomópont, több mint 2600 db járműérzékelő detektor és felhasználói tájékoztató felület (változtatható jelzőképpő tábla, parkolásiirányítási kijelző stb.) segíti a közúti forgalom optimális lefolyását.

A hálózat optimális zavarkezelését az automatikus forgalomszabályozó rendszerek mellett a hét minden napján, folyamatos üzemben (0–24 órában) működő forgalmi diszpécsercsoport is segíti. A Budapest Közút Zrt. szakemberei több, mint 500 db kamerán keresztül figyelik a városi forgalmat és probléma esetén azonnal beavatkoznak, együttműködve a városi közlekedés érdekelt társszerveivel – a rendőrséggel, a mentőszolgálatokkal, a Fővárosi Rendészeti Igazgatósággal.

¹ WLANp: mobilitási alkalmazásokra lefoglalt alacsony késleltetésű WIFI frekvenciasáv, amelynek frekvenciatartománya az 5.9 GHz-s tartományban található. Számos helyen ITS-G5 néven hivatkoznak rá.



1. ábra: Budapest Közút Zrt. folyamatos üzemben működő diszpécseri helyisége (forrás: Budapest Közút Zrt.)

gal, a közlekedésszervező BKK-val, valamint Budapest közösségi közlekedésének belső szolgáltatójával, a BKV-val.

Azonban még az óramű pontossággal működő forgalomszabályozó rendszer ellenére is évről évre jelentősebb mértékben alakulnak ki torlódások. Az okok szerteágazóak és számosak. Vizsgálataink alapján legmeghatározóbb tényezőként a budapesti lakosság városkörnyéki kiköltözése nevezhető meg, amelynek nagyságát a COVID-19 világjárvány jelentős mértékben tovább fokozta.

A Budapest Közút Zrt. szakemberei a forgalom és az infrastruktúra változását követve napról-napra finomhangolják Budapest forgalomtechnikáját, alkalmazkodva a folyamatosan változó igényekhez, valamint a közlekedéstechniká-

ban élén járó vállalatokkal karöltve szenvedélyesen kutatják azokat az újszerű eszközöket, módszereket, amelyek alkalmazása a hálózat zavarainak csökkenését, a közlekedők számára biztonságosabb, gyorsabb és kiszámíthatóbb eljutást jelenthetnek Budapesten.

A járműipari és IT trendek a 2020-as évtized végére a kooperatív, vagyis az egymással és a környezetükkel kommunikáló járművek elterjedését, valamint a cserélt adatok robbanásszerű fejlődését vetítik előre, ami a Budapest Közút Zrt.-t is hatalmas feladat elé állítja.

Ezen okok hívták életre a következőkben bemutatott innovatív kísérleti (pilot) projektet.

A projekt megvalósításához szükséges forrást Európai Unió támogatás biztosította. A keretet adó

projekt a „CROCODILE” elnevezésű euroregionális, intelligens közlekedési fejlesztéseket támogató projektsorozat második és harmadik fázisa.

A PILOT PROJEKT BEMUTATÁSA

A pilot keretében egy ESCoS–CMS megnevezésű szoftvermodul, két helyszínen terepi járműkommunikációs egység (RSU) került telepítésre, valamint két csomópont „VehicleToX” kompatibilitásának megteremtését valósítottuk meg, a fejlesztés keretében vezérlőberendezés² csere is történt.

Az ESCoS–CMS modul a budapesti forgalomirányításért felelős Siemens Scala szoftver integrált részeként működik, vagyis képes adatokat cserélni a forgalomirányításért felelős különböző rendszer elemekkel.

² Vezérlőberendezés: adott csomópont, vagy több csomópont jelzőlámpáinak, jármű és gyalogosérzékelő szenzorainak összehangolt működését, és forgalomirányító központtal való kommunikációját biztosító ipari számítógép.



2. ábra: Crocodile euroregionális intelligens közlekedési projekt hivatalos logója (forrás: <https://www.its-platform.eu/its-corridors/crocodile/>)

De mire is használatos a fővárosban a Siemens Scala rendszer?

A kérdést röviden megválaszolva: elsődleges szerepe a főváros forgalomirányítását összehangoló központi „agy” szerepének betöltése. Ha egy picit mélyebbre tekintünk, akkor azt látjuk, hogy egy olyan összetett, központi szabályozó, amely a rendszerbe integrált, ezernél is több forgalmi detektor (hurok-, kamera-, és videódetektor) adatára építve szabályozza a város közlekedési lüktetését a mintegy 1100 db budapesti jelzőlámpás csomópont és egyéb forgalomtechnikai tájékoztató eszközök (változtatható jelzésekű táblák, parkolásiirányítási táblák stb.) használatával.

Az ESCoS–CMS modul alkalmas forgalmi eseményekkel kapcsolatos üzenetek Scala felületen történő generálására, DENM³ és IVI⁴ formátumban történő kommunikációjára az RSU terepi egységek felé.

Alkalmas továbbá CAM⁵ üzenetek fogadására az RSU egységektől. A Scala ESCoS modulja és a terepi ESCoS RSU-k között az adatátvitel optikai hálózaton vagy mobil LTE⁶ kommunikáció segítségével történik. A forgalmi eseményeket

(baleset, útépités, jegesedés stb.) a beérkező információk alapján a kezelő személyzet rögzíti be a Scala menedzsmint központ megjelenítő térképi felületén, azok pontos lokációjával, majd ez a forgalmi eseményre vonatkozó információ a Scala ESCoS–CMS modul segítségével DENM üzenet formájában automatikusan kiküldésre kerül az adott lokáció környezetében telepített ESCoS RSU-k felé, amik továbbítják ezeket a rögzített eseményeket a környezetükben elhaladó járművek számára. A VJT (változtatható jelzésekű tábla) aktuális tartalmait (jelzsképeit és szöveges információit) szintén a Scala rendszer vezérli ki a terepi VJT táblákra és ezzel egyidőben IVI üzenet formájában automatikusan kiküldésre

kerülnek az adott VJT tábla környezetében telepített ESCoS RSU felé, ami továbbítja azokat a környezetében elhaladó járművek számára.

A rendszer kiemelendő funkcionális az adatszolgáltatás precíz paraméterezhetősége. A zóna típusán, valamint méretén kívül lehetőséget ad a szolgáltatás irányának, annak toleranciájának, valamint a céljármű típusának megadására is. Egy összetett csomópont esetében ez azt jelenti, hogy egy megfelelően elhelyezett RSU esetén akár egyetlen sáv adott járműtípusának célzott adatellátása is megvalósítható, csökkentve a felesleges adatküldést és járműoldali feldolgozást. A paraméterező felület működését a 3. ábra szemlélteti.

3. ábra: Car2X funkcionalitás központi paraméterező felületének képernyőképe (forrás: Budapest Közút Zrt.)

³ DENM (Decentralized Environmental Notification Message): kooperatív járműkommunikációban használatos, forgalmi események (baleset, útépités, jegesedés) adattípus gyűjtőneve.

⁴ IVI (In Vehicle Information): kooperatív járműkommunikációban használatos, járműfedélzeten megjelenített adattípusok gyűjtőneve.

⁵ CAM (Cooperative Awareness Message): kooperatív járműkommunikációban használatos, járművel kapcsolatos információk (pozíció, sebesség stb.) gyűjtőfogalma.

⁶ LTE (Long Term Evolution): egy nagy sebességű internet technológia mobil hálózatokon.



4. ábra: Budapest Közút Zrt. M1–M7 bevezetőn telepített folyópályás Car2X szenzora
(forrás: Budapest Közút Zrt.)

A pilot projekt részeként két helyszínen RSU került telepítésre, amelyek vezérléséért az előbbiekben bemutatott modul felel. A helyszínek kijelölésénél a tesztelhető esetek maximumára törekedünk, emiatt egy folyópályás helyszín (M1–M7 bevezető), valamint egy közösségi közlekedéssel is ellátott, nagy forgalmú jelzőlámpás csomópont került kiválasztásra, utóbbi helyszín a Hungária krt.–Thököly út csomópont. Az alábbiakban részletezték szerint a két helyszínen alkalmazott funkciók köre eltérő.

Folyópályás helyszín (M1–M7 bevezető szakasza)

Az M1–M7 bevezető helyszínen az alábbi szabványos Car2x üzenettípusok küldése és fogadása valósult meg a Scala ESCoS–CMS ↔ RSU ↔ Jármű relációban:

- DENM (forgalmi események: baleset, útépítés, jegesedés stb.) üzenet küldése a Scala rendszerből a járműveknek
- CAM (jármű ID, pozíció, sebesség) üzenet küldése a járművektől

a Scala rendszernek, amely adatokat – megfelelő számú adatforrás esetén – a jelzőlámpák automatikus forgalomfüggő vezérlésének bemenő adataiként is felhasználhatja.

Nagy forgalmú jelzőlámpás csomóponti helyszín (Hungária krt.–Thököly út)

A Hungária krt.–Thököly út helyszínen az alábbi szabványos Car2x üzenettípusok küldése és fogadása valósult meg a Scala ESCoS–CMS ↔ RSU ↔ Jármű relációban:

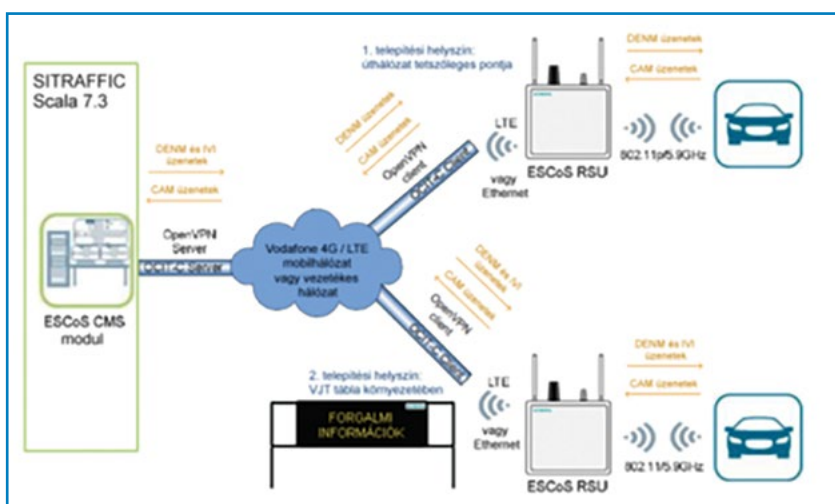
- DENM (forgalmi események: baleset, útépítés, jegesedés stb.) üzenet küldése a Scala rendszerből a járműveknek
- CAM (jármű ID, pozíció, sebesség) üzenet küldése a járművektől a Scala rendszernek, amely adatokat – megfelelő számú adatforrás esetén – a jelzőlámpák automatikus forgalomfüggő vezérlésének bemenő adataiként is felhasználhatja.

Az RSU egységek a központi rendszerrel optikai kábeles kapcsolaton kommunikálnak, a környezetükben elhaladó járművekkel pedig dedikált WiFi (5,9Ghz 802.11.p – ez a mobilitási alkalmazásokra lefoglalt frekvenciasáv) kommunikációval tartanak adatkapcsolatot. A fentiekben ismertetett komplett rendszer működése a 6. ábrán megtekinthető.

A pilot projektben RSU egységek 800–1000 méteres körzetében volt lehetséges az üzenetek küldése és fogadása a fedélzeti egységgel. Fontos tapasztalat, hogy a sorozatgyártású járművek nyílt C-ITS kommunikációra az infrastruktúrával, a szabványból még hiányzó hitelesítési eljárás (PKI) miatt jelen-



5. ábra: Budapest Közút Zrt. Hungária krt.–Thököly út csomópontban telepített Car2X szenzora (forrás: Budapest Közút Zrt.)



6. ábra: Budapest Közút Zrt. C-ITS pilot rendszer működési ábra (forrás: YUNEX Traffic Kft.)

leg még nem képesek. A szükséges technológia többi része azonban már megtalálható például a Volkswagen csoport egyes új modelljeiben. Amint a PKI használata szabványosításra kerül, tömegesen elindulhat az infrastruktúra kommunikációja a kooperatív kommunikációra már alkalmas, korszerű járművekkel.

KÖVETKEZŐ LÉPÉSBEN MEGVALÓSÍTHATÓ ÚJABB FUNKCIÓK, KONKRÉT USE CASE-EK

A fentiekben bemutatott pilot projekt tapasztalatai alapján a kooperatív képességgel ellátott járműállomány száma jelenleg elenyésző, azonban az évtized végére az alkalmas járművek számának robbanásszerű növekedése vizionálható. A tömeges elterjedést megelőzően Budapest-specifikusan további pilot projekteket lenne szükséges megvalósítani, amelyek keretében újabb adatkörök lennének tesztelhetők. További projektek keretében kialakíthatóak és tesztelhetők lennének a belső és külső rendszerkapcsolatok, valamint a kooperatív funkcionalitással ellátott csomópontok, továbbá a kritikus szakaszok területi lefedettsége is növelhető lenne.

Budapesten a Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján évente 3–4 ezer baleset történik, ennek 1 százaléka (30–50 baleset évente) halálos kimenetelű. Ha országos léptékben nézzük a számokat azt láthatjuk, hogy a fővárosban történt balesetek az országos balesetszám 20 százalékát teszik ki, vagyis Magyarországon átlagosan minden



7. ábra: Jelzésekpváltásig hátralévő idő megjelenítése a jármű fedélzeti kijelzőjén (forrás: <https://eu.azcentral.com/story/news/local/mesa-traffic/2018/12/04/mesa-adds-new-road-technology-audi-drivers-emergency-vehicles-traffic-signals/2152095002/>)

ötödik baleset Budapesten történik. A halálos kimenetű balesetek esetében az arány egy a tízhez, vagyis minden tizedik közúti balesetben elhunyt személy veszíti az életét Budapesten. Ezen napi átlagosan tíz Budapesten történt baleset az egyértelmű hatásain túl a kapacitáshatáron működő fővárosi közúthálózaton számos esetben felelős a napi közlekedésünk során tapasztalható torlódásokért, forgalmi zavarokért is. A C-ITS fejlesztéseink további fázisaiban ezen okok miatt elsődlegesen a balesetszámok minimalizálását segítő funkciók integrálását és tesztelését tervezzük megvalósítani, kiemelten azon veszélyes helyzetekre összpontosítva, ahol a személyi sérülések aránya magas. Városi környezetben ezen balesetek gyakran a közút és köztötpálya, valamint a közút és gyalogos/kerékpáros kapcsolatokról jellemzőek.

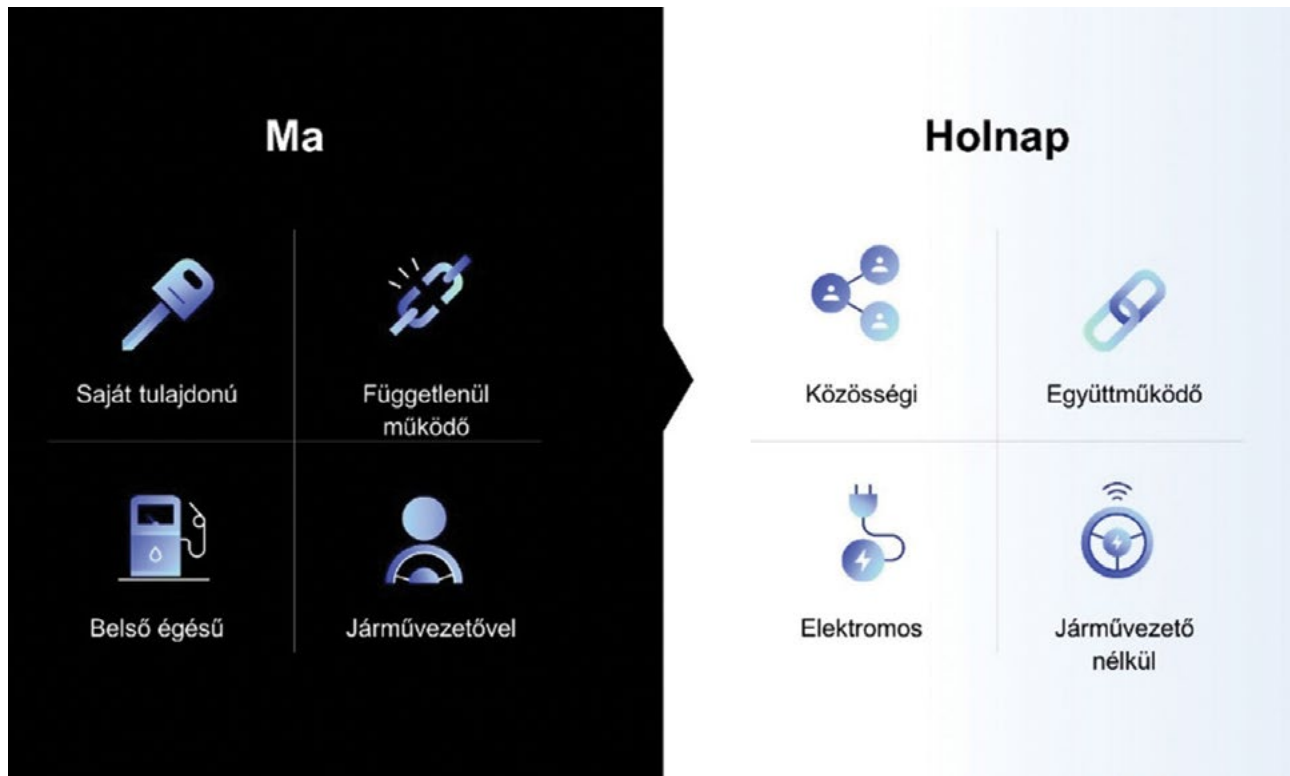
A balesetszám-minimalizálás mellett az utazók információellátottságának növelése az a terület, ahol a járműfedélzeten való információ-megjelenítésnek köszönhetően jelentős eredményeket lehet elérni a C-ITS rendszerek használatával.

Példaként az aktuálisan forgalmi torlódást okozó útfelújítások, és balesetek publikációja mellett időjárási anomáliák, valamint a forgalomlefolyszt segítő jelzőlámpás szolgáltatások említhetőek (zöld hullám kihasználásához javasolt sebesség, jelzésekpváltásig hátralévő idő megjelenítése stb.) A nevezett, járműfedélzeten való információ-megjelenítést a 7. ábra szemlélteti.

Az alapelv egyszerű: a jól informált utazó a számára biztosított adatok alapján a leggyorsabb és legbiz-

tosabb útvonalat választja, ezáltal az eljutása tervezhető, kisebb a közlekedés okozta egyéni stressz, miközben döntésével segíti a közlekedési hálózat optimális kihasználását is. A kiszámítható eljutás hozzájárulhat a balesetszám további csökkenéséhez is, hiszen az úton közlekedők magas stresszszintje, valamint az abból adódó figyelmetlenség számos fővárosi baleset okozója.

Az információellátottság növeléséhez kapcsolódó szolgáltatások elindítását elsősorban nem a C-ITS térnyerése, hanem a nagy pontosságú, valós és teljes körű adatok rendelkezésre állásának hiánya hátráltatja. Az adatok egységes formában való rendelkezésre állásának biztosítása az elkövetkező évek egyik kulcsfeladata a fővárosi közútkezelőnél is.



8. ábra: Ma és a holnap fő trendjei a közlekedés területén (forrás: YUNEX Traffic Kft.)

TÁVLATI KITEKINTÉS AZ IPAR- ÁGI TRENDÉK ALAPJÁN

A Vehicle2X technológia fejlesztése az 5G mobilkommunikáció szélesebb körű elterjedésével várhatóan a WLANp irányából az 5G kommunikáció alkalmazása felé fog elmozdulni, de a már meglévő WLANp alapú rendszerek megtartásával. A közúti közlekedést meghatározó technológiák átalakulása sokrétű. A hatékonyság növelését,

a környezetszennyezés csökkentését és a közlekedés biztonságának növelését szolgálják az alábbi négy főbb területen az elmúlt néhány évben felgyorsult és várhatóan az egész évtizedet meghatározó változások:

- Jármű tulajdonviszonyok – saját tulajdonú helyett egyre inkább közösségi tulajdonú;
- Jármű hajtási rendszer – belső égésű motoros helyett egyre inkább elektromotoros;

- Együttműködés szempontjából – függetlenül működő helyett egyre inkább kooperatív, együttműködő;
- Jármű vezetését tekintve – járművezetővel rendelkező helyett járművezető nélküli;



Paksi közösségi közlekedés újragondolása elektromos buszokkal, az üzemeltetés első évének tapasztalatai

KIRÁLY ISTVÁN–WELLER BARNABÁS

Paks egy 18 ezer fős lakossággal rendelkező település a Duna partján, nevét ebben az országban mindenki joggal társítja az atomerőművel. Sokat köszönhet a város a nagyüzemnek: a 8–10 ezres halászfalu lakossága megduplázódott az első négy blokk építése és beüzemelése közben. Ez az örökség a település szerkezetén is nyomot hagyott – az alaprajzra rátekintve ma is felsejlik az egyutcás falu, amelyből kinőtt. Ezt a szerveződést építészeti jellemzők, történeti és tulajdonjogi körülmények és domborzati adottságok miatt máig nem hagyta maga mögött a város. A Tolnai út–Dózsa György út–Deák Ferenc utca vonalát a helybeliek most is „fő utca” névvel illetik, amely a város ütőere. Alternatív, párhuzamos, vagy elkerülő utak nélkül a város egyik pontjából a másikba utazók és az átmenő forgalom is egyaránt megjelenik ezen a tengelyen.

A korábbi erőműberuházás óta eltelt időszak alatt a mobilitási igények jelentősen megváltoztak, átalakultak, aminek hatására a rendszerváltást

követően a közösségi közlekedés folyamatosan háttérbe szorult az egyéni közlekedés térnyerése mellett. Az atomerőműnek, mint a térség fő foglalkoztatójának köszönhetően magas életszínvonalon élő lakosság körében az egy háztartásra jutó személyautók száma magasabb Pakson az országos átlagnál. Az egyutcás településszerkezeti gerinc, a személyautók nagy száma, és a helyváltoztatási kultúra, mint három alapvető tényező együtt azt eredményezik, hogy csúcsidőben óránként a „fő utcán” 864 db egységszármű halad át.

A város útjai tehát túlszűfoltak, amit az atomerőmű kapacitásfenntartásához kötődő plusz forgalmi terhelés tovább fog fokozni. A település vezetői ezért szerették volna idejekorán rászoktatni a lakosságot a közösségi közlekedés használatára, amely a jelenlegi zsúfoltság mellett élhetőbb várost, és a számítások alapján jelentkező többletlakosság mellett zöldebb és fenntarthatóbb közlekedést tesz lehetővé. Ezt modern, környezet-

barát, emissziómentes, lehetőleg helyben megtermelt elektromos energiával működtethető kínálati szolgáltatással kívánták bevezetni annak érdekében, hogy az minél vonzóbb alternatívája legyen az egyéni helyváltoztatási megoldásoknak. Paks város vezetése az aktuálisan fennálló szükségek kezelésére és a jövőben várható fejlődés megfelelő és hosszú távon működtethető menedzselésére mobilitási tervet készített, mivel tisztában volt azzal, hogy a település előtt álló, a közlekedésben is megjelenő kihívások csupán egy rugalmasan reagálni képes, a település érdekeit minden más szempontonál inkább figyelembe vevő társasággal oldhatóak meg.

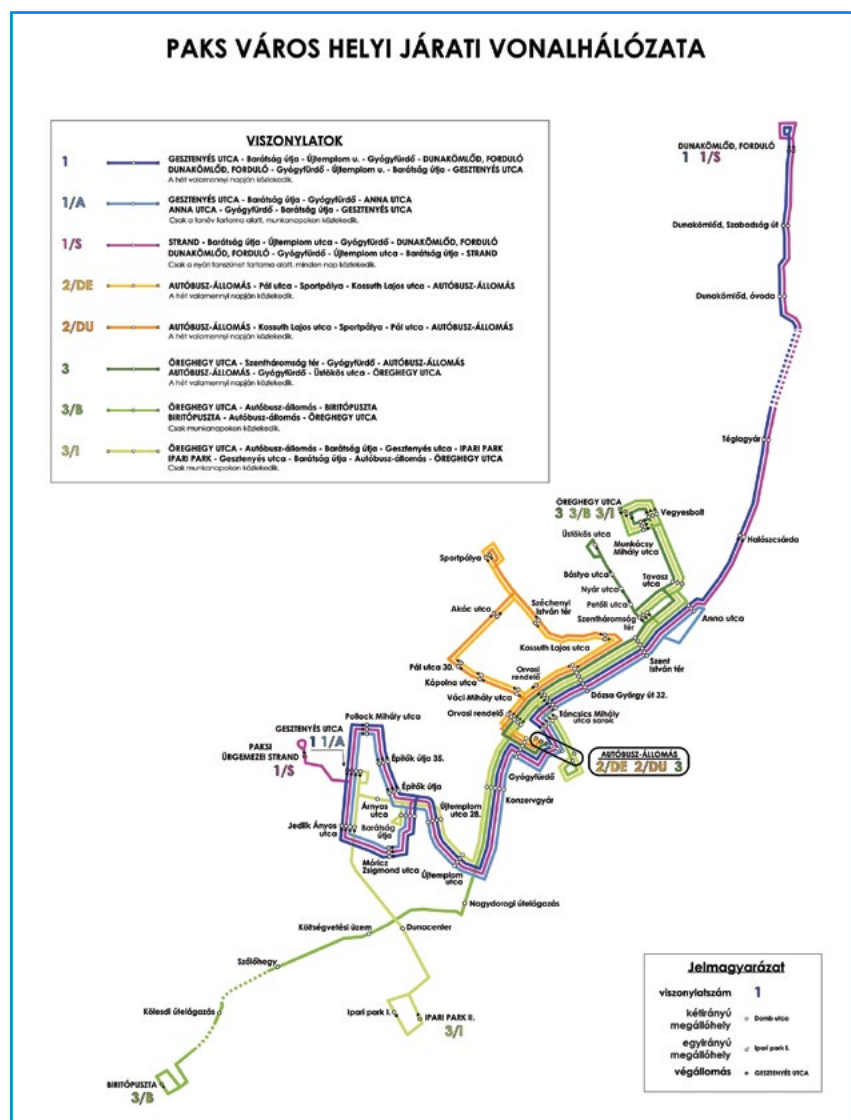
A Paksi Közlekedési Kft. elsődleges feladata tehát egyrészt a tömegközlekedés népszerűségének növelése, másrészt a településen belüli helyváltoztatási igények olyan módon történő kielégítése, hogy a város közúthálózata a megnövekedett forgalom kiszolgálásához elégséges áteresztőképességet



1. kép: Solaris Urbino 12 electric autóbusz Pakson.
Kép forrása: Paks II Zrt.

biztosítson. A célkitűzések elérése érdekében a település önkormányzata már a cég megalapítását megelőzően elkészítette a menetrendet megalapozó tanulmányokat, lefolytatta a feladatellátáshoz szükséges autóbuszok beszerzését, megtervezte az üzemeltetést lehetővé tevő komplex telephelyet és megvalósította a kivitelezés közbeszerzését. A Társaság megalapítására mindezen feladatok elvégzését követően, a 2020. január 23-i önkormányzati képviselőtestületi döntésnek megfelelően került sor.

A Paksi Közlekedési Kft. 2021. február 1. napjától kezdve látja el a közforgalmú menetrendszerinti közösségi közlekedési szolgáltatást a településen. Tevékenységét a már említett, jelentős kínálati szolgáltatás nyújtásával, ütemes és könnyen megjegyezhető menetrend bevezetésével, továbbá korszerű, alternatív, elektromos meghajtású járművek üzembe állításával kezdte meg. A szolgáltatás minőségét jól jelzi, hogy az újonnan bevezetett menetrend a legforgalmasabb

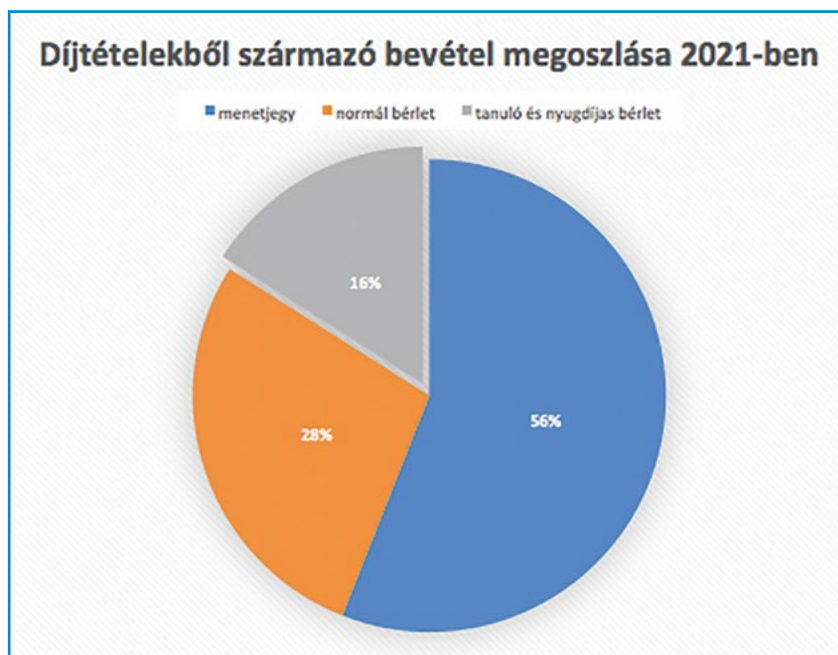


1. ábra: A Paksi Közlekedési Kft. által üzemeltetett helyi járatok vonalhálózata

vonalakon 5:00 és 23:00 óra között biztosít utazási lehetőséget az év valamennyi napján. Ennek következménye, hogy Pakson a tömegközlekedés immár nem csupán a hivatásforgalomhoz kapcsolódó utazási igények kielégítését szolgálja, hanem valódi alternatívát jelent a településen belüli helyváltoztatási célok megvalósításakor. A város által beszerzett midi kialakítású autóbuszok lehetőséget teremtettek arra is, hogy a település olyan részeit lehessen bekötni a vonalhálózatba, amelyeken korábban ilyen szolgáltatás nem volt elérhető. A városi helyijárat hálózata így 16 új megállóhellyel bővült.

Az indított járatok száma a korábbi (Covid előtti) szolgáltatáshoz képest 233%-ra emelkedett, a hasznos kilométerkibocsátás pedig 217%-ra változott az első szolgáltatási évben még annak ellenére is, hogy az új szolgáltató csupán február 1. napjától (tehát nem teljes naptári éven keresztül) végezte a helyijárat tevékenységét.

Habár a 2021. évben a világjárvány negatív hatásai mindenütt, így Paks-on is nehezítették a szolgáltató feladatát, a fent leírt szolgáltatásbővítések együttes hatására az utasoktól származó árbevétel mégis jelentősen meghaladta a korábbi időszakot. A 2021. évi 11 havi eladási adatok az előző szolgáltató 2020-as adataival szemben menetjegyből 163%-ot, teljesárú bérletből 94%-ot, tanuló és nyugdíjas bérletből pedig 106%-ot mutatnak. Ezek a számok azonos időszakra vetítve, egyenletes eloszlást feltételezve mindhárom díjtétel esetén növekedést jelentenek egy olyan időszakban, amikor a szolgáltatók

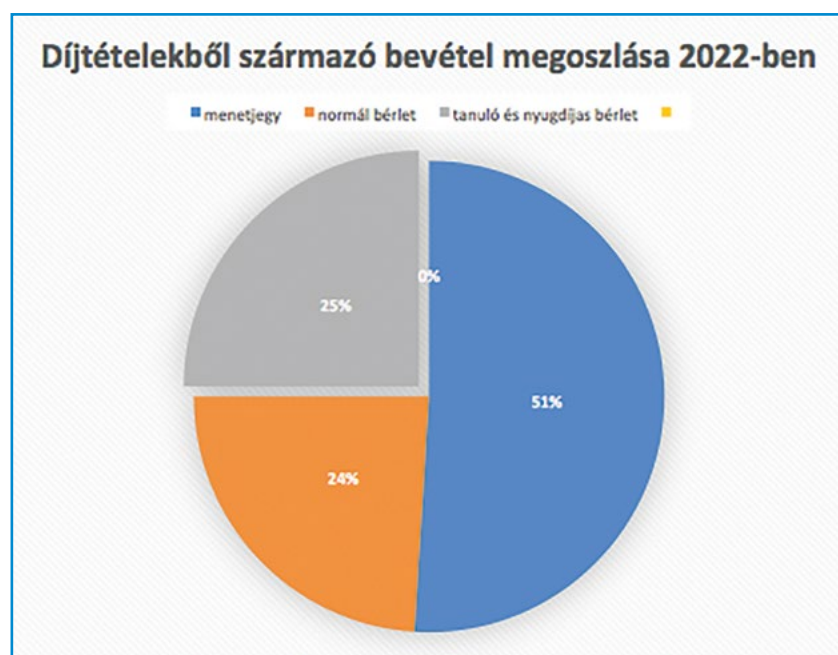


2. ábra: Díjtételekből származó bevétel megoszlása 2021-ben

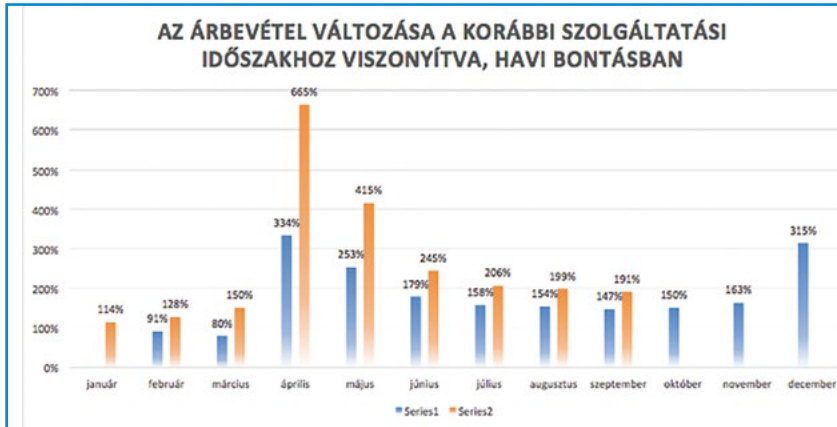
a kereslet drasztikus zuhanásáról számolnak be világszerte. Az egyes utazási igazolvány típusokból származó bevételek megoszlását a második ábrán láthatjuk.

A statisztikából jól látható, hogy sikerrel járt az arra irányuló törekvés, hogy a közösségi közlekedést ne csupán hivatásforgalmi célok eseté-

ben vegyék igénybe a településen élők, hiszen az árbevétel túlnyomó többségét a menetjegy-eladások adják. Megjegyzendő azonban, hogy Paks legnagyobb munkáltatójának, az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-nek a munkavállalói az egyéni közlekedés mellett az erőmű által megrendelt különcélú menetrend szerinti járatokkal tudnak eljutni a



3. ábra: Díjtételekből származó bevétel megoszlása 2022. január és szeptember között



4. ábra: Az árbevétel változása a korábbi szolgáltatási időszakhoz viszonyítva, havi bontásban

munkahelyükre. Ennek mellékhatásaként ezek a munkavállalók nem jelennek meg a helyijáratí közlekedésben bérletes utasként. A Paksi Közlekedési Kft. jelenleg is vizsgálja annak lehetőségét, hogy az erőmű területét bekösse a közösségi közlekedési vonalhálózatba abból a célból, hogy az ott dolgozók számára megérje helyi járatí bérletet vásárolni, és a személyautót otthon hagyni.

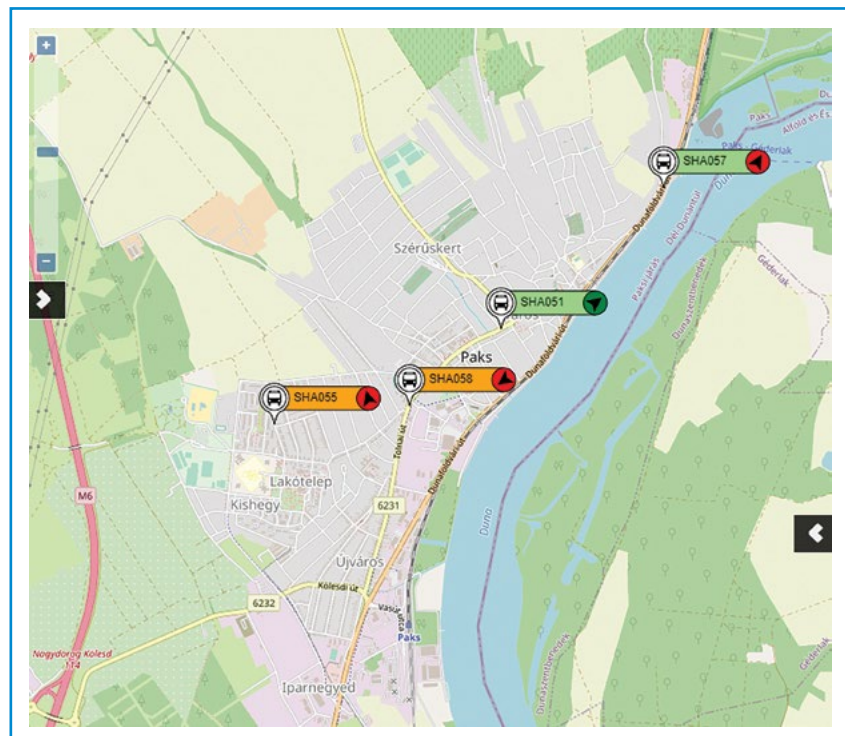
A Covid hatása (nem meglepő módon) leginkább a tanuló és nyugdíjas bérletek eladási adatain fedezhető fel, hiszen az oktatási intézmények az év jelentős részében zárva tartottak, és tanulók így csupán alkalmi utasként jelentkeztek a menetrendszerinti járatokon. A 2022. évi 1–9. havi adatokból már látszik, hogy – a középiskolákkal folytatott egyeztetéseknek köszönhetően is – növekedett a tanuló-bérletek értékesítésének volumene, amely így már kiteszi a teljes árbevétel 25%-át (a normatív támogatás nélkül).

Az elmúlt időszakban az utasoktól beérkezett visszajelzések alapján a Pakson élők alapvetően elégedettek a vonalhálózattal, a járatsűrűséggel,

és az autóbuszok által nyújtott kényelemmel is, a szolgáltatásminőség növekedése változatlan eladási áraknak köszönhetően az árbevétel növekedésével is mérhető. Az üzemeltetés második évében a Társaság a növekvő utasforgalomból származóan magasabb árbevételre ér el, amelynek alakulása az 5. ábrán látszik. A járművekről kérdezve az utasok rendszerint kiemelik azok csendességét, amelynek köszönhetően a korábbi, diesel meghajtású

járművek üzemeltetésével összevetve kevésbé zavaró a közösségi közlekedés zajterhelése a járatí útvonalak mentén élők számára is.

Természetesen mind a szolgáltató Paksi Közlekedési Kft., mind a tulajdonos és megbízó Önkormányzat tisztában volt azzal, hogy az itt bemutatott mértékű kínálati szolgáltatás hosszú távon nem fenntartható. A járvány hatására megváltozott utazási szokások miatt azonban ameddig csak lehetett, egészen 2022. augusztus végéig ezt nem szűkítették annak érdekében, hogy minél szélesebb közönséggel megismertessék és megszerettessék a közlekedés közösségi alternatíváját. A szolgáltatás minimális módosítására 2022 szeptemberétől került sor, amely során a 2. ábrán is látható 1-es vonal betétjáratát jelentő 1/A vonalon járatcsökkentést vezettek be. A racionalizálást úgy vitték végbe, hogy ezen a vonalon iskolai előadási napokon 6:00 és 18:30 óra



2. kép: Integrált Forgalomirányítási Rendszer

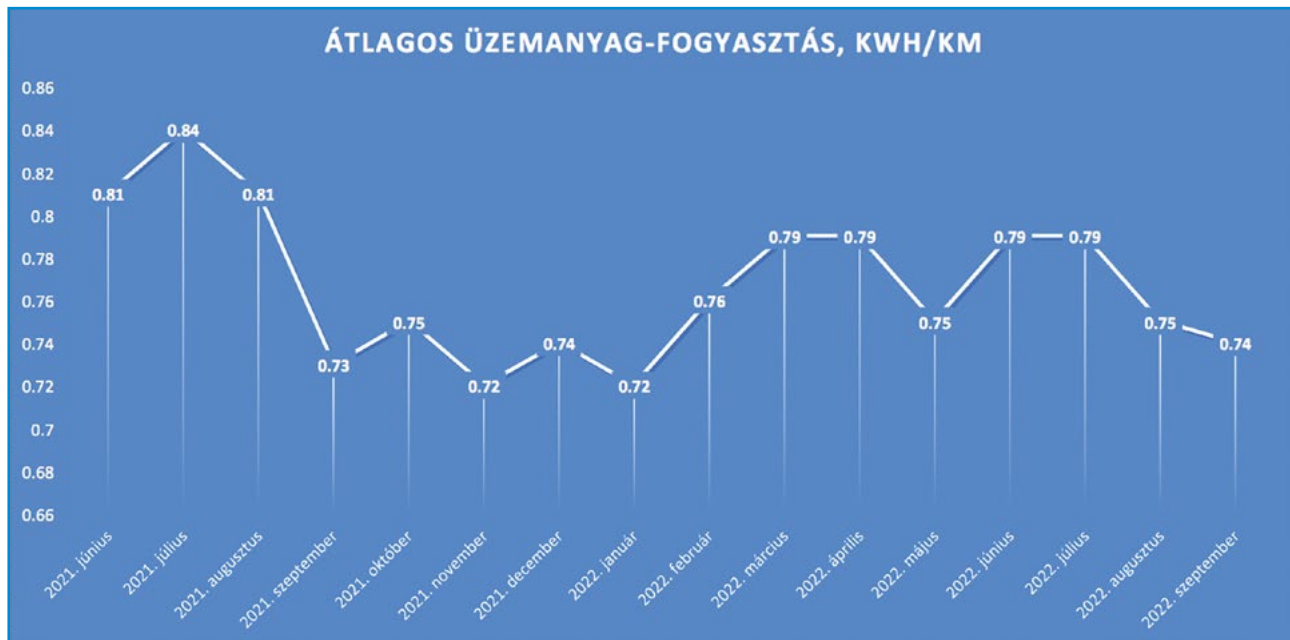


3. kép: TraffiPaks app

közötti időszakban még a ritkítást követően is 15 perces járatkövetés valósul meg, ezeken az időszakokon kívül pedig 30 perces járatkövetéssel közlekednek az autóbuszok. Ez a szolgáltatás a település méretéhez és lélekszámahoz viszonyítva így is kimagasló színvonalnak minősül. A szolgáltatás optimalizálása így nem jelent kompromisszumot az alapvető cél elérése tekintetében, amely az utazási szokások további változtatása egy egészségesebb és élhetőbb település megteremtése érdekében.

Különösen igaz ez azt is tekintetbe véve, hogy az utasforgalom növekedésének hatására a reggeli időszakban több vonalon és több járat esetében is párhuzamosan közlekedtetett járatok beállítására került sor. A Társaság szándéka, hogy mindenkit a lehető legmagasabb színvonalon szolgáljon ki, aki hajlandó autóból buszra átszállni. Különösen az iskolába utazó gyermekek és tanárok esetében kiemelt jelentőségű az eljutás biztonságának őrzése, mivel csupán az ebből fakadó bizalom teszi lehetővé, hogy tartósan igénybe kívánják venni a kínált szolgáltatást akkor is, miután kiléptek a munka világába.

A feladatellátás megkezdése óta eltelt idő alatt a Paksi Közlekedési Kft.-nél megvalósult az integrált forgalomirányítási rendszer kiépítése, amelyhez kapcsolódóan elérhetővé vált a valós idejű utastájékoztatás és utazástervezés az utasok számára az okostelefonos TraffiPaks appon keresztül, illetve a Társaság honlapján található utazástervezővel. Mindkét rendszer valós idejű forgalmi adatokkal dolgozik, amelyhez az adatokat a for-



5. ábra: Átlagos üzemanyag-fogyasztás

galomirányító rendszer adja. Mind a vállalat honlapja, mind a webes és mobilos utastájékoztatók három nyelven, magyarul, angolul és oroszul is használhatóak annak érdekében, hogy az erőműberuházáshoz kapcsolódóan a településen élő munkavállalók számára megfelelően informatívak legyenek.

A Paksi Közlekedési Kft. – ahogy az már a bevezetőből is kiderült – tisztán elektromos meghajtású autóbusszokkal látja el szolgáltatását. A Solaris gyártmányú autóbusszok beváltották a hozzájuk fűzött reményeket, hiszen néhány kisebb meghibásodáson kívül a gyártó által garantált 92% feletti rendelkezésre állás mellett teljesítették ez ideig az átlagosan 100 000 km-es futásteljesítményüket. A legtöbb meghibásodás a kiegészítő fűtési rendszerhez kapcsolódott és jellemzően

számítógépes beavatkozással orvosolható volt. A Társaságnál a járművekhez kapcsolódóan csupán a kötelező karbantartás költségei merültek fel, melyek e tekintetben különösen kedvezővé teszik azok üzemeltetését.

A járművekhez kapcsolódó legjelentősebb költségelem azok üzemanyagfelhasználása, amely éves szinten átlagosan kevesebb, mint 1 kWh/km mennyiség körül szóródik a felvett energiamennyiség tekintetében. A töltőn felvett energia mennyiségét befolyásolja, hogy a járművek a téli időszakban már fel-fűtött, amíg nyáron már lehűtött utastérrel kezdik meg napi szolgálatukat. A 1 km-re átlagosan jutó havi energiaszükséglet alakulása a 8. ábrán látható. A grafikon megmutatja, hogy a legtöbb energiát az akkumulátorpakkokból a hűtési idő-

szakban használják el a járművek. Azokban az időszakokban, amikor sem a fűtés, sem a hűtés nem jelentős – vagyis az egyre rövidebb ideig tapasztalható tavaszi és őszi időjárási körülmények között –, ezeknek a járműveknek az egy kilométerre eső kWh felhasználása kifejezetten kedvező.

A Paksi Közlekedési Kft. az adminisztrációt ellátó és a fejlesztéseket előkészítő back office csapaton túl a cikk írásakor 21 fő autóbusszvezetővel dolgozik. A fiatalos és lendületes munkaszervezet előtt további izgalmas kihívások és fejlődési lehetőségek állnak, a tulajdonos szándéka szerint és az utasok örömeire.



A városok önvezető jármű-felkészültségének megragadása

SÜLI MARTIN JÓZSEF

A globális népesség állandó növekedésével és rurális területekről való elvándorlásával a városokra nehezedő urbanizációs nyomás folyamatosan növekszik, amely gyakran ölt testet valamilyen negatív externália formájában. Ez a tendencia az előrejelzések szerint a következő évtizedekben is meghatározó marad, ami miatt a városi életet beárnyékolják a súlyosbodó urbanizációs hátrányok. Ezek fényében egyre égetőbb problémává válik a városi mobilitás kérdése, hiszen napjaink meghatározó közlekedési módja, az autózás rendkívüli terhet ró a városokra, hosszú távon fenntarthatatlan és olyan, mindenki számára ismerős negatív externáliák köthetőek hozzá, mint a légszennyezés, zajszennyezés, térszennyezés és a dugók.

Mindeközben egyre tisztábban látható, hogy az önvezető járművek képesek kilépni a tudományos-fantasztikus filmek világából és valósággá, pontosabban a mindennapi élet szerves részévé válni. Egyre közelebbi a gondolat, hogy a járműveinkből eltűnik a kormánykerék, esetleg az összes kezelőszerv, hiszen ebben a pillanatban is, a világ számos pontján, tucatnyi város utcáin

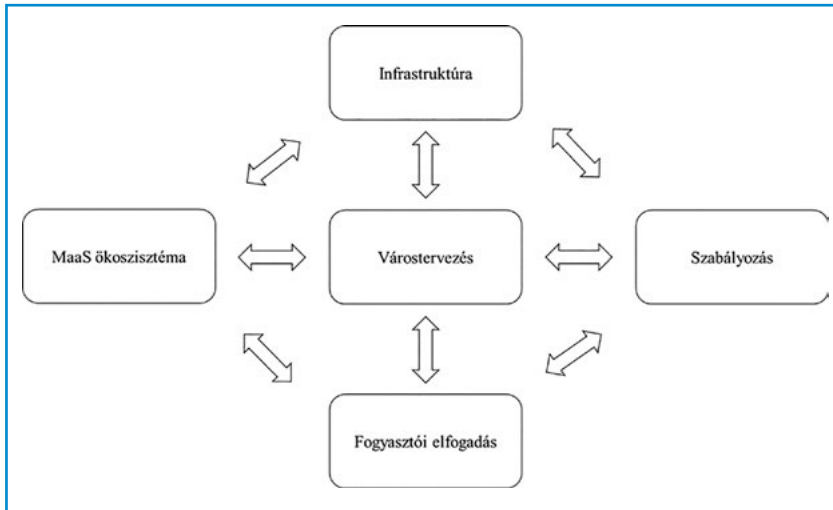
közlekednek önvezető járművek biztonsági sofőrrel a volán mögött, vagy éppen anélkül. Szinte biztosra vehető, hogy az előttünk álló évtizedekben a mobilitás az önvezető járművek köré fog épülni, ennek ellenére számtalan kérdés áll megválaszolatlanul ezzel az átalakulással kapcsolatban. Egy olyan technológiáról beszélünk, amelybe kódolva van az összes, civilizációban élő ember életének extrém módú megváltoztatása, mégis ismeretlen szinte a teljes lakosság számára. Történik ez annak ellenére, hogy ma már nem az a kérdés lesz-e valaha önvezető jármű, kizárólag az, hogy mikor?

Az önvezető technológia gyakorlatilag készen áll arra, hogy forradalmasítsa az általunk ismert közlekedést és paradigmaváltást idézzon elő a mobilitási szektorban. A témát illetően kiemelt figyelmet érdemel a városi mobilitás, mivel az önvezető járművek kritikus tömege és térbeli koncentrációja a városi terekben fog elsőként megjelenni. A várakozások szerint az önvezető járművek és a kapcsolt technológiák képesek megoldani a városi közlekedés legfőbb problémáit, ideértve a dugók és torlódások mérséklését, a balesetek

számának csökkentését, a lég- és térszennyezés visszaszorítását és a közösségi közlekedést sújtó első és utolsó kilométer problémáját. Ezek helyett biztosítják az autózás kényelmét és rugalmasságát saját jármű birtoklása nélkül, mindezt az átlagember számára is megfizethető áron. Ezen felül az utcák képét többé nem a parkoló autók sokasága határozza meg, ehelyett emberközpontú közösségi területek kialakítására nyílik lehetőség.

Ahhoz, hogy mindez valósággá váljék, a városoknak képessé kell válniuk a technológia diffúziójának irányítására és fel kell készülniük az önvezető járművek fogadására. Kévségsé ismert tény, hogy egy kifogástalanul üzemelő önvezető jármű nem lenne képes a mai városokban biztonságosan és zavartalanul közlekedni. Az önvezető járművek megjelenéséhez a városoknak önvezetőjármű-baráttá kell válniuk, amellyel kapcsolatban feladatok merülnek fel számos területen.

A városok önvezetőjármű-baráttá válásának folyamatában 5 meghatározó pillér különíthető el (1. ábra), amelyek mindegyikéhez klaszter-



1. ábra A fejlesztendő területek és ezek egymáshoz való viszonya.
Forrás: saját szerkesztés

rekbe rendezett városfejlesztési beavatkozások tartoznak. A városi önvezetőjármű-felkészültség 5 pillére: **az infrastruktúra, a szabályozás, a fogyasztói elfogadás, MaaS ökoszisztéma és a várostervezés.** Ezek mindegyikére szükség van a sikeres fejlesztésekhez, mivel szoros kapcsolatban állnak egymással azon túl, hogy egyenként is megkerülhetetlenek.

Az **infrastruktúra-pillér** magában foglalja az Utak karbantartása, V2I infrastruktúra kiépítése és Digitális/technológiai infrastruktúra kiépítése klasztereket. Összességében azokat a beavatkozásokat, amelyek valamilyen módon az infrastruktúra fejlesztésére irányulnak. Ezen fejlesztések együttesen szükségesek az önvezető járművek biztonságos és zavartalan közlekedésének biztosításához. Ide sorolható az utak és útburkolati jelek jó állapotának megőrzése, a járművek és környezetük közötti (V2I, V2V, V2X), valós-idejű kommunikációt lehetővé tevő hardveres (érzékelők, jeladók) és szoftveres (5G hálózat, HD térképek, Adaptív forgalomirányító rendszer) megoldások és a közlekedés során

generált adatok tárolására alkalmas létesítmények.

A második pillér a **szabályozás**, amelyben az önvezető járművek elterjedésének és sikerének jogi aspektusai szerepelnek, mivel napjainkban a technológia elterjedésének egyik legnagyobb korlátja a megfelelő szabályozási környezet hiánya. Az AV¹ szabályozás legalapvetőbb elemei közé tartozik a technológiára vonatkozó szabályok kidolgozása és alkalmazása, a járművek működési feltételeinek meghatározása (működési terület, időszak). Mobilitási szolgáltatásként kezelve: az árazás kérdései, a minimális szolgáltatási szint meghatározása, hiszen, ha kizárólag piaci alapon üzemelnek a robottaxik, az az egyes területek és társadalmi csoportok mobilitáshoz való hozzáféréseinek sérülését eredményezheti. Hasonlóan fontos kérdés az adatkezelés és adatvédelem, ugyanis az összekapcsolt közlekedés során jelentős mennyiségű adat keletkezik, amelynek helyes felhasználása minden fél jól belátható érdeke. A felhasználó szeretné biztonságban tudni a személyes adatait, míg a város törekszik a for-

galom menedzselésére, a mobilitási szolgáltató pedig a rendelkezésre álló utazási adatok segítségével igyekszik optimalizálni a működését. Ebben a kategóriába soroltam a különböző pénzügyi ösztönzőket is, amelyek célja az autóforgalom és autóbirtoklás visszaszorítása, jellemzően adók vagy útdíjak kivetésén keresztül. Végül a járműhasználat direkt használatának korlátozására irányuló intézkedések is ide tartoznak, például az autóforgalom teljes vagy részleges (utasszám alapján) kitiltása egyes városrészekből.

Az önvezető járművekre való felkészüléshez elengedhetetlen a megfelelő **mobilitás, mint szolgáltatás (MaaS) ökoszisztéma** létrehozása. A városok szempontjából közel sem mindegy, milyen módon használjuk ezt a technológiát, így szükségessé válik a megosztott mobilitás támogatása és a robottaxi szolgáltatás fejlesztése, ugyanis a városi mobilitás esetében a valódi game-changer a megosztott használatú önvezető járművek megjelenése. Ennek megvalósulását elősegítheti a mobilitási szolgáltatások bővítése, mobilitási csomópontok kialakítása, MaaS platform létrehozása, a megosztott autóflokk fejlett vezetéstámogató rendszerrel való felszerelésének támogatása. Ezeket az intézkedéseket remekül ki tudja egészíteni a közösségi közlekedés fejlesztése és vonzóvá tétele, valamint az aktív mobilitás fejlesztése.

A következő pillér a **fogyasztói elfogadás**, amely közel sem egy tradicionális városfejlesztési probléma, azonban megkerülhetetlen egy olyan feltörekvő technológia esetében, mint az önvezető járművek. Ide tartozik az AV tesztelés, mivel

¹ Az AV autonomous vehicle, azaz önvezető jármű.

a szakirodalom elemzésének egyik legfontosabb tanulsága az volt, hogy az emberek valós ismeretek nélkül ítélik meg a technológiát. Ezt a problémát éppen a tesztelés és ezáltal az emberek informálása oldhatja fel, ezáltal saját tapasztalatokat szerezhetnek. A fogyasztói elfogadást három klaszterre bontottam. A témába vágó kutatások jellemzően az önvezető járművek használatára vonatkozó szándékot vizsgálják, így ez az első. Azonban ezen túl felmerül a közlekedés további résztvevőinek elfogadása, hiszen a mindennapi közlekedés során bárki interakcióba kerülhet ezekkel a járművekkel, akár gyalogosként, kerékpárosként, autóvezetőként, anélkül, hogy igénybe vennék őket. A harmadik klaszterbe pedig a városlakók tartoznak, akik azzal szembesülnek, hogy a megszőkített lakókörnyezetük, esetleg kedvenc utcájuk képe alapjaiban változik meg az önvezető járművek hatására.

Az utolsó pillér a **várostervezés** elnevezést kapta és bizonyos értelemben keretbe foglalja a felkészülés folyamatát. Itt jelenik meg a tervezési tevékenység. Ideális esetben a városok már az önvezető járművek megjelenése előtt konkrét tervvel rendelkeznek a technológia alkalmazására és az ezt támogató beavatkozásokra vonatkozóan. Felmerül a köz- és magánszféra együttműködésének fontossága, amely, ha jól működik, jelentősen megkönnyítheti a mobilitás átalakulását, amíg a hiánya komoly akadályokat gördíthet elé. Végül a területhasználat kérdései, ezen belül az utcakép és parkolás átalakítása, amely a felkészülési folyamat végpontjaiként értelmezhetőek, ugyanis a megosztott önvezető járművek nagy arányú használata és az ezzel

járó megváltozó mobilitási magatartás esetén lehetőség nyílik a korábban autók és közlekedés által elfoglalt városi tér újratervezésére.

A szakirodalomban nagy mértékű eltérés figyelhető meg az önvezető járművekre való felkészülés értelmezésében. Ez a megosztottság a javaslatokban is megjelenik, a tényezők összességét tekintve nem egyértelmű, hogy ezek a beavatkozások pontosan mire is igyekeznek felkészíteni a városokat.

Ezt a problémát mérlegelve a városi beavatkozásokat 3 csoportba soroltam céljaik szerint, ami alapján a felkészültség 3 szintjét javasolom megkülönböztetni:

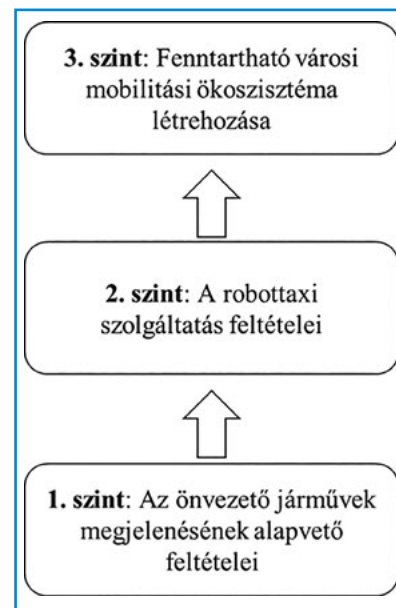
1. szint: Az önvezető járművek megjelenésének alapvető feltételei: a felkészülés első szintjén az önvezető járművek biztonságos és zavartalan működésének megteremtése történik. Ezen a szinten a városok alkalmasak az önvezető járművek fogadására.

2. szint: A robottaxi-szolgáltatás feltételei: mivel az önvezető járművek működésének alapvető feltételei már adottnak tekinthetőek, a 2. szinten a beavatkozások célja a városi célokkal összeegyeztethető robottaxi-szolgáltatás létrehozása, amely a közösségi közlekedéssel összhangban tud működni.

3. szint: Fenntartható városi mobilitási ökoszisztéma létrehozása: a 3. szinten az önvezető járművekre épülő mobilitási rendszer finomhangolása történik, egy integrált közlekedési rendszer létrehozása, amelynek gerincét a közösségi közlekedés és a megosztott mobilitás adja.

A városi önvezető jármű-felkészültség ilyen jellegű differenciálása pontosabban megragadhatóvá teszi a fejlesztések adott pontján elérni kívánt célokat.

A 3 szintű besorolásnak megfelelően az 1. szinthez tartozik minden olyan tevékenység, ami az önveze-



2. ábra A városi önvezető jármű-felkészültség szintjeinek egymáshoz való viszonya
Forrás: saját szerkesztés

tő járművek városi alkalmazásának alapvető feltételeinek megteremtését célozza. A felkészülés 1. szintjének eléréséhez kapcsolódó városi feladatok közé tartozik az utak karbantartása, a V2I infrastruktúra kiépítése és a digitális/technológiai infrastruktúra kiépítésének megkezdése. A szabályozás vonatkozásában ehhez a szinthez sorolható az önvezető jármű szabályozási környezetének meghatározása és az adatkezelés szabályozása, illetve az adatkezelés kérdései.

Az 1. szint meghatározó eleme az önvezető járművek tesztelése különböző körülmények között. Ez erősítheti a fogyasztói elfogadást

a technológia használatát illetően, amelynek növelése ugyancsak a feladatok közé tartozik.

Emellett minden, a tervezéshez tartozó beavatkozás ezen a szinten esedékes, kiegészítve a köz- és magánszféra együttműködésének megszervezésével. Továbbá már a felkészülés 1. szintjén érdemes számításba venni a területhasználat kérdését, tekintettel a jövőbeli fejlődési célokra.

A 2. szinthez tartozó tevékenységek az önvezető járművek megjelenésének alapvető feltételeire építve már a robottaxi-szolgáltatás feltételeinek megteremtésére helyezik a hangsúlyt. A cél eléréséhez folytatódik a V2I infrastruktúra és a digitális/technológiai infrastruktúra kiépítése.

Ezen a szinten kiemelt fontosságú a robottaxi szabályozási környezet meghatározása, amely már specifikusan a szolgáltatásként igénybe vehető önvezető járművek működésének szabályozására fókuszál. További feladatok merülnek fel az adatkezelés szabályozása és az adatvédelem kapcsán.

A fejlődés ezen pontján a széleskörben elterjedő robottaxi-szolgáltatás már szemmel látható konkurenciaként jelentkezhet a közösségi közlekedéssel szemben. Éppen ezért figyelembe kell venni olyan méltányossági szempontokat, amelyek mindenki számára biztosítják a mobilitáshoz való hozzáférést.

Mivel a robottaxik valós alternatívát nyújtanak az egyéni, motorizált közlekedés kiváltására, ezért a városok a polgárok életminőségének csökkenése nélkül kezdenek meg az

autózás visszaszorításáért folytatott harcot. Ez megvalósulhat különböző pénzügyi ösztönzők bevezetésén vagy a járműhasználat korlátozásán keresztül.

A 2. szintű felkészültséget célzó városok esetén meg kell kezdeni a mobilitás, mint szolgáltatás ökoszisztéma kialakítását. Ebben a tekintetben nem kizárólag az önvezető járművek, ezen belül a robottaxik állnak a fejlesztések középpontjában, habár a robottaxi-szolgáltatás fejlesztése is részét képezi. Ezen túlmenően megjelenik a megosztott mobilitás támogatása, a közösségi közlekedés fejlesztése/vonzóvá tétele és az aktív mobilitás fejlesztése is.

A 3. szint tevékenységei nagy mértékben építenek a 2. szinten megkezdett munkára, amely lefektette a megosztás központú mobilitás alapjait. Ezen a szinten többnyire a mobilitási rendszer finomhangolása zajlik, amelynek során létrejön egy fenntartható mobilitási ökoszisztéma.

Ezen a szinten folytatódik az alternatív közlekedési módok fejlesztése, ideértve a megosztott mobilitás támogatását, a közösségi közlekedés fejlesztését/vonzóvá tételét és az aktív mobilitás fejlesztését. A mobilitási alternatívák széles körű rendelkezésre állásának köszönhetően kiterjeszthetők a korábbi, egyéni járműhasználatot korlátozó intézkedések.

A 3. szint legérdekesebb feladata mégis az utcák és a parkolás átalakítása. A magántulajdonú személygépjárművek számának további (2. szinthez viszonyított) csökkenésével folytatódik a területhasználat átalakítása. Az önvezető járművek elterjedésével lehetséges a forgalmi sávok szűkítése, illetve a megváltozott

közlekedésre tekintettel rugalmas zónák létrehozása. A felszabaduló városi tér átalakítása kerékpársávokká és gyalogjárdákká növelheti az aktív mobilitási módokat használók számát, erre a célra felhasználható a korábbi parkolóhelyek területe. A területhasználat átalakulására való tekintettel meg kell említeni egy újabb aspektust, a városlakók esetében értelmezett fogyasztói elfogadást, ami a megváltozott élettér hatásaira kíván reflektálni. A fejlesztések eredményeként nagy mértékben változik meg az utcák képe és funkciója egyaránt, habár a folyamat időtávja nem ismert. Éppen ezért javasolt az önvezető járművekkel kapcsolatos fogyasztói elfogadás vizsgálatát kiterjeszteni az önvezető járművek használóin és a közlekedés további részvevőin túl minden városlakóra.

Összességében az látható, hogy a városok célja nem a megosztott használatú önvezető járművek (robottaxik) alkalmazása, hanem a közlekedésből származó negatív externáliák hatásának csökkentése, ezáltal a városlakók életminőségének növelése. Ehhez rendkívül hatékony eszköz lehet az önvezető járművek alkalmazása, amennyiben sikerül azokat a közösség számára hasznos módon bevezetni.

A cikk a K 137571 azonosító számú K_21 „OTKA” Kutatási témapályázat támogatásával készült.



A vasúti automatizálás jelene és jövője

DR. MAROS DÓRA

ELŐSZÓ

Az olvasók közül bizonyára többen számos alkalommal utaztak vasúton életükben, és többen bosszankodtak azon, ha a vonat jelentősen késett, vagy éppen egy biztosítóberendezés meghibásodása miatt a vonalon egyáltalán nem közlekedett a járat. Egy-egy utunk alkalmával – a néha előforduló átmeneti műszaki problémák ellenére is – úgy érezzük, hogy utazásunk biztonságos, időben kiszámítható és az esetek nagy részében kényelmes. Amikor először utaztam a 4-es metróra és a peronra befutó szerelvény elején senki sem ült a vezetőülésben, bevallom kicsit féltem, azonban a szerelvény elejére felszállva úgy éreztem magam, mint mikor gyerekkoromban a vidámpark szellemvasútjában ültem, furcsa volt és egyben izgalmas. Vezető nélküli metrókat már a világ számos városában találunk, azonban sokunk számára még nem nagyon elképzelhető, hogy egy 150 km/óra felett száguldó vasúton ne legyen mozdonyvezető, a vasút ugyanis – annak ellenére, hogy kötött pályán közlekedik – kétségtelenül egy nagyon veszélyes üzem.

BEVEZETÉS

A vasúti ágazatban az automatizálás megvitatása gyakran felidézheti a futurisztikus, vezető nélküli vonatok képeit, amelyek nagy sebességű vágányokon repülnek. Az automatizálás azonban általában ennél prózaibb, mert színpalak mögötti szerepet játszik a vasúti műveletekben, mivel fokozatosan javítja a biztonságot és a pontosságot, növeli a termelékenységet, csökkenti a működési költségeket és a rakomány átfutási idejét.

Mindezek miatt időbe telik, amíg az iparág az automatizálást teljes mértékben felkarolja. A vasúti üzemeltetőknek először meg kell érteniük a különböző felhasználási eseteket és az automatizálást rendszereikbe való beépítéséhez szükséges alaptechnológiákat, beleértve az automatizálás megvalósításához szükséges kommunikációs hálózatokat, valamint a hálózatok tervezéséhez és működésükbe való integrálásához szükséges időt. A vasúti közlekedés automatizálása és biztonsága az utóbbi 10–15 évben rohamos fejlődésnek indult, elsősorban a vasúti kommunikáció digitalizálá-

sának köszönhetően. A 40–50 éves analóg biztosítóberendezéseket Magyarországon is folyamatosan felváltják a korszerű digitális ellenőrző-irányító és jelző rendszerek (CCS¹), amelyek már a nemzetközi vasúti forgalom úgynevezett átjárhatósági követelményeit is teljesítik. Az ellenőrző-irányító és jelző rendszerekre vonatkozó európai átjárhatósági műszaki előírások (ÁME-k²) kizárólag azokat a követelményeket határozzák meg, amelyek elengedhetetlenek az uniós vasúti rendszer (TEN-T³) átjárhatóságának biztosításához és az alapkövetelményeknek való megfeleléshez. A CCS rendszerek a következő részekből állnak:

- hangalapú rádiós kommunikáció;
- adatátviteli rádiós kommunikáció;
- vonatérzékelés;
- vonatvédelem.

A vasúti automatizálás egységes európai rendszere, az ERTMS.

Az Európai Vasúti Forgalomirányítási Rendszer (ERTMS, European Rail Traffic Management System) megvalósítási tervének célja annak biztosítása, hogy az ERTMS-sel

¹ Control Command and Signalling

² angolul: TSI, azaz Technical specifications for interoperability

³ Trans-European Transport Network, azaz magyarul: Transzeurópai közlekedési rendszer

felszerelt vasúti járműveknek fokozatosan egyre több nemzetközi vonalhoz, terminálhoz és a vasúti áruszállítás tekintetében minél több rendező pályaudvarhoz legyen hozzáférésük. Ehhez az szükséges, hogy a teljes, akár több országhatárt is átszelő útvonalon a vasúti jelzések és kommunikációs rendszerek azonos műszaki paraméterekkel és szabványosított keretek között működjenek, mind a járművön található fedélzeti, mind pedig a pálya mentén elhelyezett berendezések tekintetében.

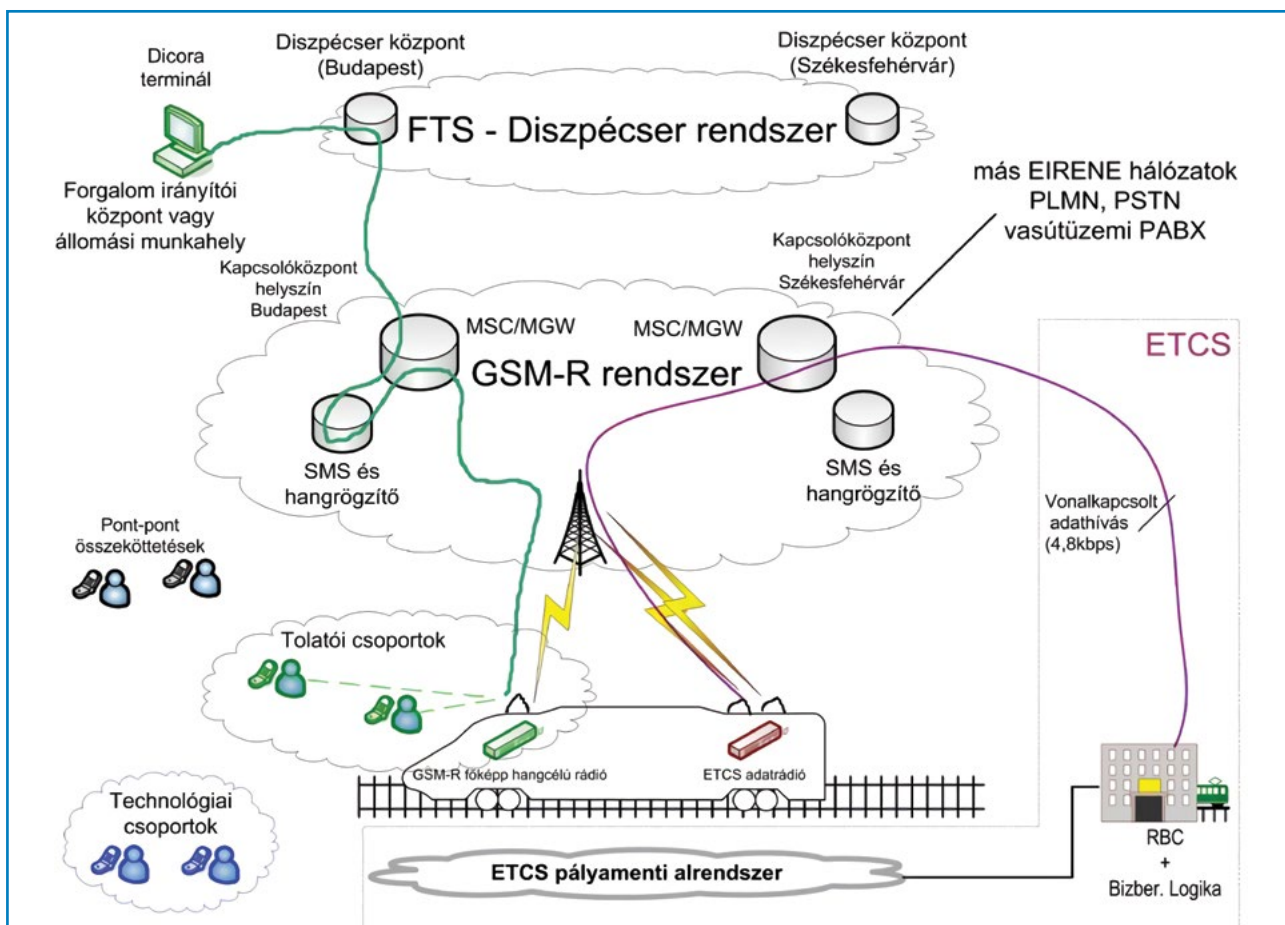
Az ERTMS két részből áll, a GSM-R a vasúti kommunikáció (hang- és adatátvitel) számára biztosítja a mobil rádiókommunikációs hálózati lefedettséget, amíg az ETCS (European Train Control System) a

biztonságorientált területeket (vonatérzékelés, vonatvédelem) fede le (1. ábra). Mivel a vasúti balesetek elkerülése a vonatérzékelés és vonatvédelem jelzéseinek biztonságos és hibamentes továbbításán alapszik, kiemelt jelentősége van az úgynevezett redundáns hálózati megvalósításnak, azaz a hálózati elemeket úgy kell kialakítani, hogy meghibásodás esetén azonnal rendelkezésre álljon a tartalékeszköz vagy kommunikációs csatorna. Ennek érdekében két központot (MSC/MGW) is kialakítottak Budapesten és Székesfehérvárott.

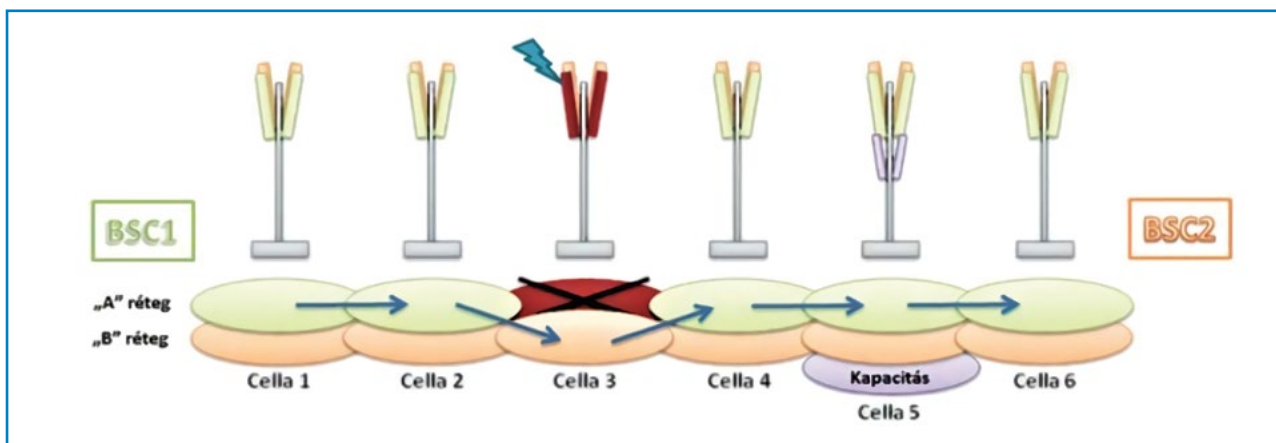
A GSM-R rádiós hálózatnak két szintje van: az R1 szint egyszeres rádiós lefedettséget biztosít (nincs redundáns lefedettség, ha egy cella kiesik), amíg az R2 esetében van

egy tartalék hálózati lefedettség is, amely az elsődleges (A típusú réteg) cella üzemkimaradása esetén azonnal átveszi a rádiókommunikációt (B típusú réteg). (Lásd: 2. ábra.)

Magyarországon az ERTMS rendszer kiépítése folyamatosan zajlik. Ahhoz, hogy az ETCS rendszer kiépüljön, először a GSM-R hálózatot kell megépíteni, amelynek szigorú európai előírásai vannak. Az egyik legfontosabb ezek közül az EIRENE (European Integrated Radio Enhanced Network) követelményrendszer, amelynek kidolgozása a Nemzetközi Vasúti Egyet (UIC) és az Európai Bizottság kezdeményezésére indult el 1992-ben. A projekt célja az volt, hogy meghatározza a vasúti mobilhálózatokra vonatkozó azon követelményeket,



1. ábra: Az ERTMS rendszer magyarországi megvalósítása
(forrás: Tiszavölgyi Zsolt: GSM-R az új kilométerkő, prezentáció
https://www.hte.hu/documents/10180/4687623/Vasutas_Tavkozlesi_Klub_2021-04-29.pdf)



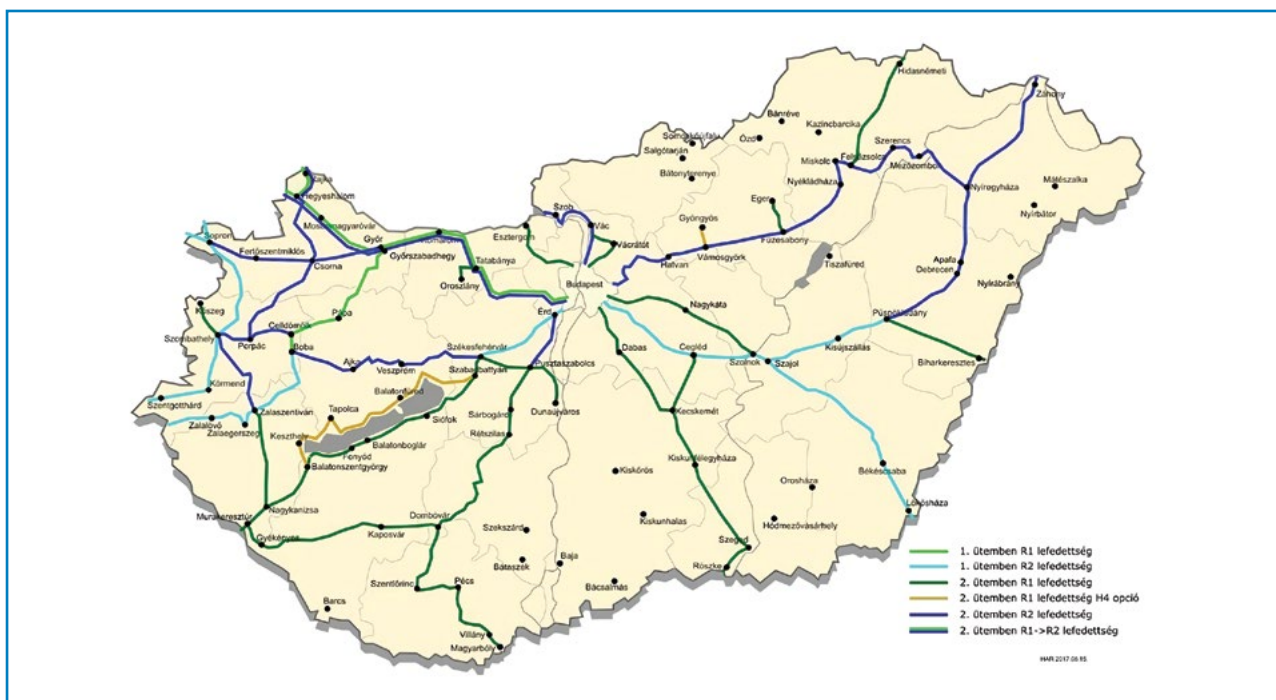
2. ábra: Rádiós lefedettség redundáns kialakítása (R2)

(forrás: Kiss Barna, Orbán Péter: GSM-R mérések a MÁV vasúthálózaton, Vasúti vezetékvilág, 2018/3, 3–10 oldal)

amelyek egyrészt kielégítik a vasúti igényeit, másrészt biztosítják a határokon átnyúló átjárhatóságot. A dokumentum magában foglalta az operatív kommunikációs szolgáltatások kötelező követelményeinek leírását a szomszédos vasutak hálózatain belül és azok között, azaz a céllal, hogy a jövőben határátlépéskor a zavartalan vonatközlekedés biztosítva legyen.

A magyarországi GSM-R projekt az első ütemében, összesen 905 km vasúti pályaszakaszon került megvalósításra 2018. év végéig, ami tartalmaz R1 és R2 szintű szakaszokat egyaránt. A második fázis részeként, 2025-ig várhatóan további kb. 2255 km-en épül ki a GSM-R hálózat, illetve egyes meglévő vonalak R2 lefedésűvé válnak (3. ábra).

Az ETCS-nek három különböző szintje⁴ van, ezek L1, L2 és L3 jelölést kaptak. Az L1 alkalmazása esetében a jelfeladás működéséhez nincs szükség GSM-R hálózatra, ugyanis az pontszerű jelfeladást biztosít a telepített balizok⁵ feletti elhaladáskor a fedélzeti berendezés felé. Az ETCS L2 esetében a balizok gyakorlatilag csak a pozíció adatokat adják át a fedélzeti beren-



3. ábra: GSM-R hálózat kiépítése Magyarországon

(forrás: MÁV Zrt.)

⁴ angolul: Level, ezért „L1, L2, L3”

⁵ A baliz a vasúti sínek között rögzített berendezés, amely elektromágneses elven működik. A baliz, a felette elhaladó vonattal információkat közöl, amelyek a mozdony alján található balizantenna segítségével jutnak a fedélzeti berendezés egységéhez.

dezés felé, míg a vonatbefolyásoló utasítások már a GSM-R rendszeren keresztül érkeznek az ETCS L2 saját információgyűjtő központjából (RBC⁶). A kommunikáció folytonossága érdekében ETCS L2-es vonatbefolyásolás csak R2 szintű GSM-R rendszer esetén lehetséges, ugyanis az alaphálózat kiesése esetén azonnal rendelkezésre áll a tartalékhálózat. A hármas szint (ETCS L3) nagy sebességű vasúti személyközlekedésre került még csak kidolgozásra, a mozdonyos vontatásra egyelőre nem dolgozták ki a szabványokat, ezért még nem alkalmazzák.

A GSM-R hálózatra alapuló euro konform ETCS rendszer kiépítése lassabban zajlik. 2020 végén először helyeztek üzembe Magyarországon ETCS L2 vonatbefolyásoló rendszert a Ferencváros és Székesfehérvár közötti 63 kilométeres vonalszakaszon. Azóta is folyamatosan zajlik a rendszer kiépítése a

páneurópai vasúti vonalak Magyarországon áthaladó szakaszain. A rendszer speciális digitális berendezések segítségével a pályaadatok és menetengedélyek alapján figyelmeztetési, üzemi és fékezési sebességprofilokat számol, amelyek betartását kikényszeríti a mozdonyvezetőtől, illetve szükséges esetben automatikusan beavatkozik (például váratlan sebességcsökkentés vagy vészfékezés esetén), valamint ellátja a vonatra és a pályára engedélyezett sebesség folyamatos felügyeletét is (4.ábra).

MIT HOZ A JÖVŐ?

A GSM-R az 1990-es évek vége óta az ERTMS kulcsfontosságú építőelemét képezi. A nagyobb áteresztőképesség, nagyobb kapacitás és rugalmas telepítési lehetőségek iránti megnövekedett igény miatt az UIC az Európai Unió Vasúti Ügynökségével (ERA) szorosan együttműködve munkacsoporto-

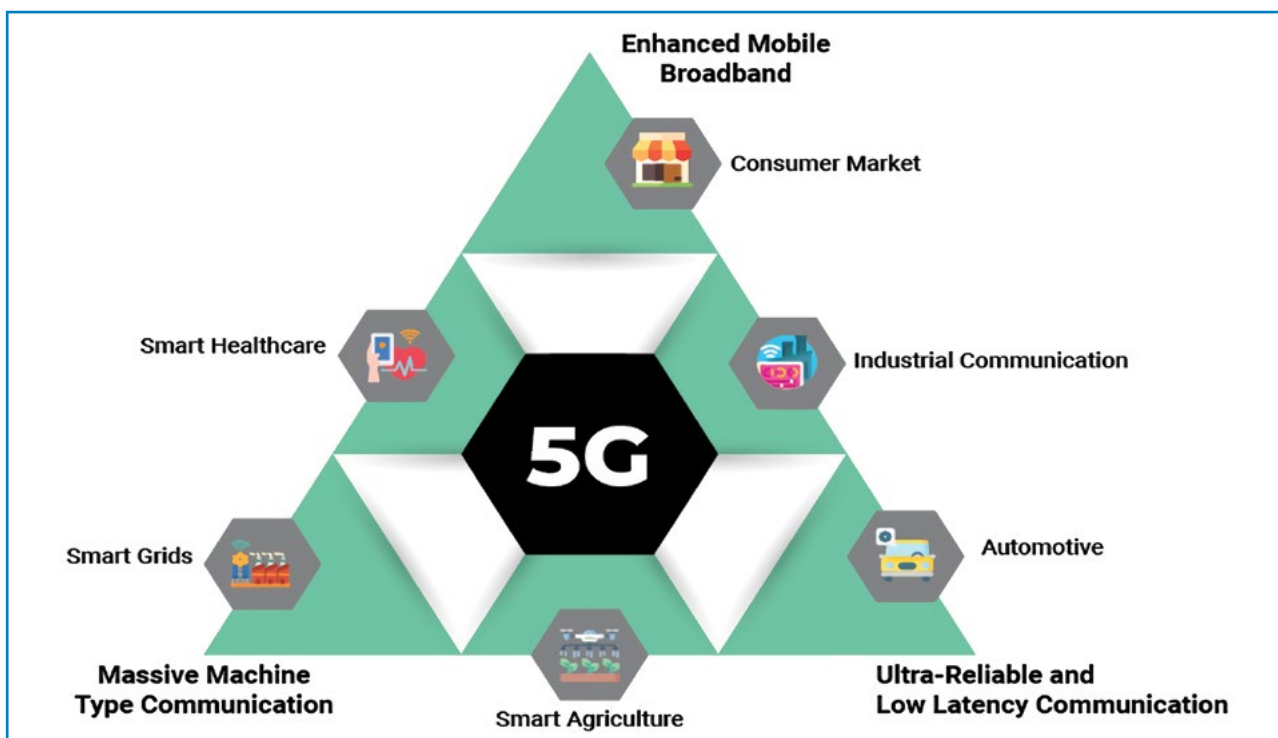
kat hozott létre és szabványosítási tevékenységeket kezdeményezett, hogy meghatározzák a GSM-R rádiókommunikációs rendszer utódját, az úgynevezett Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) specifikációit. Az FRMCS egy új, 5G-alapú szélessávú vasúti kommunikációs keretrendszer, amely nagy sebességű adatátvitellel és extrém forgalomkezelési kapacitással rendelkezik, és mindezt ultra alacsony késleltetéssel (ultra-low latency) és a legmagasabb szintű megbízhatósággal biztosítja (ultra-reliable), amely az 5G kommunikáció egyik kiemelt szolgáltatásjellemzője. (5. ábra) Így lehetővé teszi a vasúti hálózatok számára, hogy javítsák a hatékonyságot, optimalizálják a költségeket és vonzóbbá tegyék szolgáltatásaikat az utasok számára.

Az FRMCS kifejezetten a vasutak számára dedikált 5G sávokra épül majd, azonban már most látszik,



4. ábra: ETCS L2 fedélzeti berendezés

(forrás: <https://www.alstom.com/press-releases-news/2018/12/alstom-awarded-contract-provide-etc-level-2-onboard-system-israel>)



5. ábra: 5G szolgáltatási háromszög

(forrás: <https://embeddedcomputing.com/application/networking-5g/5g/how-5g-technology-is-driving-the-digital-transformation>)

hogy az eddig kijelölt spektrum túl kicsi és nem felel meg a modern, nagy sebességű vasutak jövőbeni kommunikációs igényeinek.

Erre jó példa, hogy a sokszor kritikus szituációkat felismerő video-kommunikációs rendszerek (peronon és vasúti kocsiban elhelyezett CCTV⁷) nagyon gyors átvitelt és megnövekedett spektrumot igényelnek. Például a vasúti kereszteződésre irányított kamerák nagyon egységes képet generálnak egy üres pályáról, amikor a sorompó zárva van. Ha azonban egy közúti jármű beszorul a sorompók közé, elzárva a pályát, az egészen más képet fog generálni. Ez az anomália arra készíti a szoftvert, hogy figyelmeztesse a meglévő biztonsági rendszereket a vonat lefékezésére, vagy a vasúti személyzetet, akik azonnal megtekinthetik a felvételt, és ennek megfelelően

cselekedhetnek. A legtöbb vasút már rendelkezik és használ CCTV kamerákat, azonban a jövőbeni automatizálás most ezeket az évtizedes erőforrásokat mesterséges intelligenciát (AI⁸) és gépi tanulást (ML⁹) alkalmazó kifinomult szenzorokká alakítja, így az új intelligens kamerák automatizált biztonsági rendszerekre is használhatók.

A fentieket szem előtt tartva meg kell vizsgálni, milyen alternatívák létezhetnek a hatékony spektrumkialakítási megoldások biztosítására. Az egyik életképes megoldás lehet, hogy az 5G hálózatot üzemeltető kereskedelmi mobil szolgáltatókkal együttműködve a vasúti társaságok úgynevezett hibrid hálózatokat hoznak létre. Az úgynevezett RAN megosztás révén (azaz spektrumuk vasúti szolgáltatóval való megosztása) a kereskedelmi szolgáltató kiegészítheti

hálózatának használatát vasúti alkalmazásokkal. Ez azt jelenti, hogy a szolgáltató kereskedelmi hálózata elegendő lefedettséget és kapacitást biztosít a pálya mentén ahhoz, hogy fejlett szolgáltatásokat nyújtson – beleértve az 5G szolgáltatást az utasok számára, akár külső rádiós lefedettséggel, akár vonaton belüli WiFi-n keresztül.

Az FRMCS bevezetése kulcsfontosságú lesz a vasutak esetében, mivel ugyanaz a kommunikációs technológia egyszerre ki tudja majd szolgálni mind a vasútüzemeltetési alkalmazásokat (például vonatbefolyásolás, biztonsági funkciók, forgalomirányítás, stb.), mind pedig az utasok magas minőségű fogyasztói igényeit, mint például a videó streaming, a videohívás vagy a játék – mindezt úgy, hogy a vonat akár 500 km/órás sebességgel halad.

⁷ Closed-Circuit Tele-Vision, magyarul zárt láncú televízió

⁸ Artificial Intelligence

⁹ Machine Learning



6. ábra: GSM-R > FRMCS migráció ütemezésének terve

(forrás: Dr. Maros Dóra: Problems of radio communication in railway applications, Innorail 2021, Budapest, konferencia prezentáció)



7. ábra: Diszpécser és forgalmirányító központ Japánban

(forrás: <https://www.rideontrack.com/dispatcher/>)

A sikeres üzleti modellek az összes résztvevő fél közötti win-win kapcsolatokon alapulnak, és ez a kapcsolat különösen akkor gyümölcsöző, ha minden szereplőnek megvan az oka az új FRMCS technológiák sikeres átvételének biztosítására. A vasúti infrastruktúra-szolgáltatóknak és a kereskedelmi mobil szolgáltatóknak már a korai szakaszban el kell kezdeniük

az együttműködést, fel kell tárniuk mind az új alkalmazott technológiákat, mind pedig az ezekre épülő üzleti modellt.

Jelenleg számos kísérlet folyik a vasúti automatizálás támogatására az 5G-kommunikáció felhasználásával. Az egyiket a hamburgi Deutsche Bahn végzi, ahol a Digital S-Bahn Hamburg projekt részeként

automatizált tolatási műveleteket tesztel. Ez magában foglalja az üres vonatokat teljesen vezető nélküli tolatását Bergedorf állomás közelében, a vonatirányítási információk 5G mobilhálózaton történő továbbítása alapján.

A következő évtized középpontjában a GSM-R megszüntetése és az FRMCS bevezetése áll majd.

Ugyanakkor már most érdemes Magyarországon is elkezdni a legújabb 5G-kompatibilis IP- és optikai technológiák alaphálózati tervezését, a felhő alapú kommu-

nikációs infrastruktúra kiépítését és a gerinchálózat korszerűsítését. Ez majd lehetővé teszi az üzemeltetők számára, hogy megkezdjék a teljesen automatizált jövő felé

vezető utat egy rugalmasabb és megbízhatóbb vasúti rendszer kiépítése felé. (7. ábra)

Felhasznált irodalom

Tiszavölgyi Zsolt: GSM-R az új kilométerkő, Távközlési klub előadás prezentáció https://www.hte.hu/documents/10180/4687623/Vasutas_Tavkozlesi_Klub_2021-04-29.pdf

Kiss Barna, Orbán Péter: GSM-R mérések a MÁV vasúthálózatán, Vasúti vezetékvilág, 2018/3, 3–10 oldal

Dr. Maros Dóra: Problems of radio communication in railway applications, Innorail 2021, Budapest, Barna konferencia prezentáció (https://innorail2021.hu/wp-content/uploads/2021/12/Dr.-Dora-MAROS_Problems-of-radio-communication-in-railway-applications.pdf)

<https://etech.iec.ch/issue/2018-02/protecting-railway-networks-from-cyber-threats>

<https://embeddedcomputing.com/application/networking-5g/5g/how-5g-technology-is-driving-the-digital-transformation>

Dr. Maros Dóra, Tokodi Dániel, Tiszavölgyi Zsolt: A GSM-R rendszer jelene és jövője, Vezetékek világa, XX évfolyam 1. szám, 17–22. oldal

<https://www.mavcsoport.hu/mav/atadtak-vasuti-gsm-r-halozat-iranyitokozpontjat-budapesten> 2015. június 24.

<https://www.rideontrack.com/dispatcher/>

https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/ertms/how-does-it-work/etcs-levels-and-modes_en

Tomas Rosberg, Birgitta Thorslund: Radio communication-based method for analysis of train driving in an ERTMS signalling environment, European Transport Research Review volume 14, Article number: 18 (2022)

<https://www.alstom.com/press-releases-news/2018/12/alstom-awarded-contract-provide-etcs-level-2-onboard-system-israel>

<https://www.globalrailwayreview.com/topic/future-railway-mobile-communications-system-frmcs/>

https://index.hu/belfold/2017/01/31/mikor_fogunk_itthon_szazhatvannal_vonatozni/



Autonóm járművek és automatizált közlekedéstechnológiák fejlesztése

PROF. GÁSPÁR PÉTER–DR. BÉCSI TAMÁS–DR. TETTAMANTI TAMÁS

AZ AUTONÓM JÁRMŰVEK KÖZELJÖVŐJE ÉS A TECHNOLÓGIA OKTATÁSA/KUTATÁSA HAZÁNKBAN

A nemzetközi becslések és elvárások szerint a 2030-as évek elejére Európában a gépjárművek 20%-a autonóm, illetve magasan automatizált képességekkel fog bírni, és bizonyos útszakaszokon önvezető üzemmódban lesz működtethető [1]. A teljesen önműködő járműtechnológia betörése első körben a közforgalmú közlekedés, az áruszállítás és a taxi jellegű vagy járműmegosztáson alapuló személyszállítás területén várható, hiszen ezek azok a szállítási módok, amelyek költséghatékony üzemeltetése kulcskérdés.

A városokban 2030-ra még nem várható a teljesen szabadon mozgó autonóm járművek megjelenése a közlekedési szituációk komplexitása következtében (pl. gyalogosok, kerékpárosok, jelzőlámpás keresz-

teződések stb.) [2]. Ugyanakkor kötött útvonalakon (pl. „autonóm sáv”-ban) már fognak tudni közlekedni leginkább a közforgalmú közlekedési járműként vagy akár járműmegosztó szolgáltatás ingajárataként. Ami a magántulajdonú önvezető személygépjárműveket valamint a tehergépkocsikat illeti, azok elsődleges terepe a 2030-as években a gyorsforgalmi úthálózat dedikált szegmensei lesznek. Az autópályás robotpilóta már ma is elérhető technológia, amivel a jövőben csökkenteni lehet a szállítmányozás humán sofőrök miatti szervezési nehézségeit, például a pihenési idő egy része a mozgó járműben is eltölthető lesz. Kimondhatjuk: az önvezető jövő biztosan a küszöbön áll! Ugyanakkor hangsúlyozni kell, hogy az autóiipari innováció mellett a fejlődés további 3 kulcsa: a közlekedési és telekommunikációs infrastruktúra, a műszaki szabályozás, valamint a jogi háttér felzárkóztatása.

Az infrastruktúra fejlesztése jel-

lemzően nemzeti hatáskör és gyakorlatilag az autonóm járművek elterjedésének egyik alapkritériuma (például megfelelő útburkolati jelek, útmenti berendezések, kommunikációs bázisállomások). A műszaki szabályozás tekintetében a hazai szabványosításnak nyilvánvalóan le kell követnie a nemzetközi (ISO) és az európai (CEN) szabványügyi szervezetek munkáját: az automatizált járműfunkciók követelményei és azok megfeleltettségigazolási módszertana folyamatos kidolgozás alatt állnak. További kritikus elem az autonóm járművek elterjedésében a megfelelő jogi háttér kialakítása és gyakorlatba ültetése. A közúti közlekedés klaszikus felelősségi típusai (polgári, bünygyi, illetve közigazgatási felelősség) az autonóm autók világában más értelmet nyernek, értelmezésükhöz alternatív megközelítések alkalmazására van szükség.

2021-ban 18 Nemzeti Laboratórium indult el Magyarországon, amelyek feladata az adott kutatási témá-



1. ábra: A kooperatív, autonóm közlekedés jövőjének szemléltetése (forrás: <https://autonom.nemzetilabor.hu/>)

ban a kutatóintézetek, egyetemek és az ipari szereplők összefogása. A Nemzeti Laboratóriumok közül az Autonóm Rendszerek Nemzeti Laboratórium¹ (ARNL) foglalkozik fókuszáltan az autonóm/magasan automatizált jármű- és közlekedéstechnológiák fejlesztésével. Ugyanakkor az ARNL mindössze egyik prioritást élvező szakterülete az autonóm járműveké, a kutatások ugyanis kiterjednek többek között drónokra, mobil robotokra és automatizált gyártórendszerekre is.

Az ARNL alapvető céljai között szerepel publikációk és szabadalmak

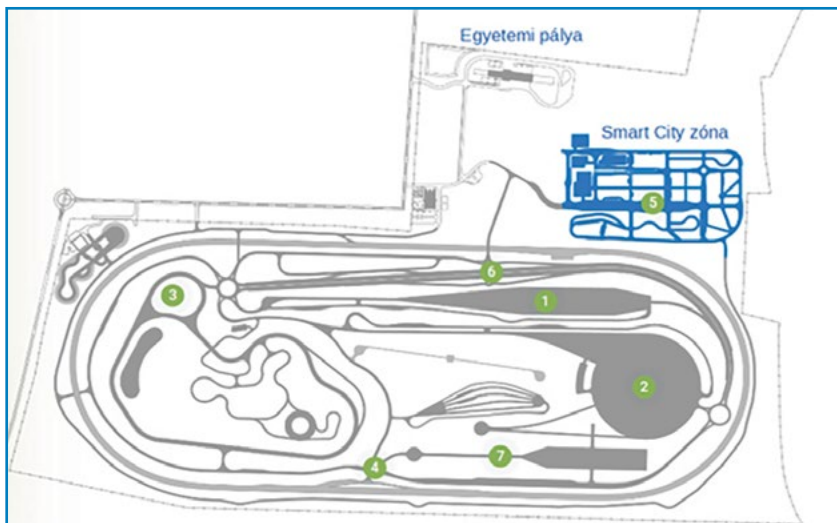
közzététele, de külön hangsúlyt helyeznek a technológiai transzfer-ek erősítésére és az ehhez szükséges ipari, kutatóintézeti kapcsolatok bővítésére egyaránt. A távlati tervek pedig egy olyan ütdékes szakmai hálózat létrehozását is tartalmazzák, amely egyfajta K+F platformként biztosítja az autonóm rendszerek szakterületén végzendő kutatás-fejlesztési tevékenységek szélesebb és mélyebb szakmai háttérét. A kutatásokhoz több infrastruktúrát is használnak, ezek közül is kiemelkedik a ZalaZONE Járműipari Tesztpálya [3] (2. ábra), illetve az ott található Smart City

pályaelem is, ahol a városi közlekedés legnagyobb kihívásait valós környezetben tesztelhetik. Az ARNL másik nagy feladata az oktatásban való megjelenés. Ennek egyik helyszíne a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME), ahol mindössze 2 éve indult el – a világviszonylatban is új – Autonóm Járműirányítási Mérnök MSc képzés. A képzés során számtalan korszerű technológia kerül bemutatásra, amelyeket a hallgatók a laborgyakorlatokon és az oktatási projektfeladataik során alkalmazhatnak. Sőt a diplomamunka kidolgozásához a hallgatók igénybe vehetik a ZalaZONE egyetemi tesztpálya-részét is (2. ábra).

Az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat (ELKH) tagjaként működő Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet (SZTAKI) vezetésével működő konzorciumban zajló kutatásokat két hazai felsőoktatási intézmény, a BME és a Széchenyi István Egyetem egyaránt támogatja. Az ARNL ernyője alatt tehát több kutatóhelyen folynak kutatások, amelyekből jelen cikk szerzőinek egy-egy eredményét olvashatjuk a következő fejezetekben a BME Közlekedés- és Járműirányítási Tanszéken folyó fejlesztések kapcsán.

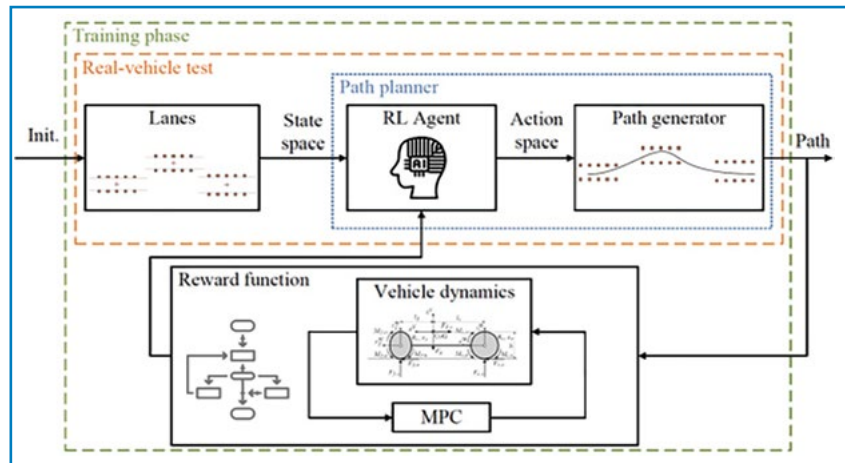
HIERARCHIKUS, GÉPI TANULÁS ALAPÚ TRAJEKTÓRIATERVEZÉS VÉSZHELYZETI MANŐVEREK AUTOMATIZÁLT MEGVALÓSÍTÁSÁRA

Az ARNL „Gépi tanulás” című alprojektjében a járműirányítás különböző szintjeihez fejlesztünk mesterséges intelligenciát, azon belül is gépi tanulással [4] megvalósítható eljárásokat. Ezek kiterjednek a ma-



2. ábra: ZalaZONE Járműipari Tesztpálya elemei (forrás: <https://avlzalazone.com/testing-and-track/>)

gas szintű döntéshozásra, mint a forgalmi csomópontok irányítása, vagy az autópályás közlekedés stratégiai döntései, az útvonal- és trajektóriatervezési, illetve az alacsony szintű járműirányítási feladatokra egyaránt. A változó környezetben a valóságot megközelítő, nemlineáris dinamikus járműmodellel való trajektóriatervezés megvalósítása valós időben a mai napig kihívást jelent a kutatók számára. Ebből a célból alkottunk meg egy olyan hierarchikus struktúrát, amely a megerősítéssel tanuló és a robusztus járműirányítást ötvözi. Az akadályokat is figyelembe venni képes irányítási struktúrák közül jelenleg a modell prediktív technológiák képesek a legbiztonságosabb szabályozási struktúrát adni, ám az előretekintési horizont növekedésével, a járműdinamikai és egyéb megszorításokkal, és a környezetben lévő akadályok számával ennek számítási kapacitása jelenleg nem képes a valós idejű elvárásoknak megfelelni, amely főleg vészhelyzeti esetben kizárja azok alkalmazását. A másik oldalról megközelítve, a gépi tanulási algoritmusok napjainkban egy úgynevezett „end-to-end” megoldást követnek, amelyek a környezet érzékelését alkalmazták bemenetként, és konkrét kormány- és sebességvezérlési parancsot adnak ki, amely viszont a teljes trajektória megvalósíthatóságára nem ad semmilyen hosszú távú előrejelzést, de alkalmas valós idejű tervezésre. Az általunk fejlesztett rendszer célja ennek megfelelően a különböző technológiák ötvözése volt, figyelembe véve a valós-idejűséget, a megvalósíthatóságot, és a manőver teljesíthetőségének előrejelzését.



3. ábra: A hierarchikus mozgástervezés irányítási struktúrája

Az irányítási struktúrát a 3. ábra ismerteti. Ellentétben a korábbi paradigmával, a megerősítéssel tanuló ágens nem direkt szabályozási információt, hanem egy teljesítendő útvonalat tervez figyelembe véve a jármű állapotát és az elkerülendő objektumok pozícióját. Ezt úgy teszi meg, hogy alkalmaz egy függvénygenerátort, és az ebben tárolt útvonalak prototípusához határoz meg paramétereket. A megerősítéssel tanuló Markov döntési folyamatot feltételez, és az ágens tanítómintáihoz szükség van egy úgynevezett jutalomra, amely a tervezett trajektória jószágát határozza meg. Ebből a célból a rendszerbe integrált modell prediktív szabályozó teljesíti a feladatot, és

a sikeresség, illetve a járműdinamikai paraméterek értékelésével határozza meg, hogy mennyire megfelelő a tervezés eredménye. Az ily módon bezárt tanulási hurok képes arra, hogy egy mesterséges neurális hálózat alapú ágens különböző körülmények között képes legyen betanítani biztonságos trajektória tervezésére. Természetesen felvetődhet a kérdés, hogy ez minden esetben teljesíthető-e. Erre a neurális hálózat ad egy predikciót, mivel nem csak a tervezés eredményét, hanem annak várható jutalmát is képes megtanulni, így előrebecsülve, hogy a manőver végrehajtható-e, vagy valamely más, vészhelyzeti megoldást kell alkalmazni.



4. ábra: Valós járműteszt a ZalaZONE Járműipari Tesztpályán

A kifejlesztett megoldást a ZalaZONE Járműipari Tesztpályán tettük és validáltuk, egy átalakított BMW M2 jármű felhasználásával, amelyben az automatizált kormányzást egy külső kormány-aktuátor végezte, a magas szintű tervezésért egy Jetson AGV Xavier platform, az alacsony szintű irányításért pedig egy dSpace MicroAutobox felelt. A mérésekhez az ISO 3888-2 szabványban definiált dupla sávváltási manővert, az úgynevezett jávorszarvas-teszt körülményeket alkalmaztuk, és az ágens teljesítményét összevetettük több, ember által teljesített próbálkozással (4. ábra). Természetesen, az alkalmazott jármű kiváló menetdinamikai tulajdonságokkal bír, így mind az emberi, mind az automatizált próbálkozások sikeresek voltak, de elmondható, hogy a betanított ágens nagyobb biztonsági tartalék mellett, kisebb oldalkúszási szöggel teljesítette a feladatot.

RUGALMAS JELZŐLÁMPÁS FORGALOMIRÁNYÍTÓ RENDSZER ÉS „MIXED-REALITY” SZIMULÁCIÓS KÖRNYEZET FEJLESZTÉSE A ZALAZONE JÁRMŰIPARI TESZTPÁLYÁRA

Az ARNL „Közlekedésszimuláció és -irányítás” című alprojektjében egy speciális forgalomirányító rendszer

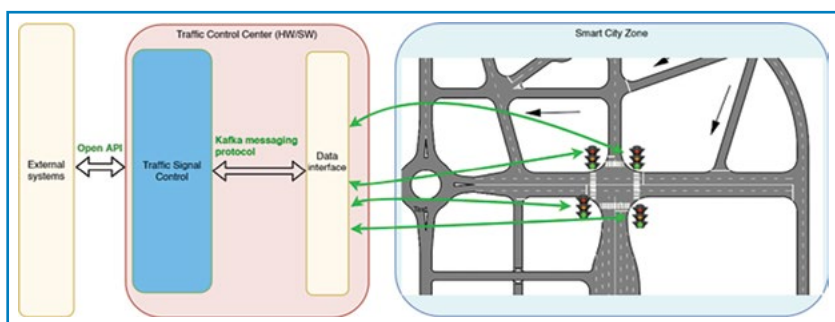
kifejlesztése folyik, amely közvetlenül alkalmazható lesz a ZalaZONE Járműipari Tesztpályán: a Smart City tesztelési zónában 7, az egyetemi tesztpályarészen pedig 3 jelzőlámpás irányítású csomópont létesül 2023 folyamán. A fejlesztés várható eredménye ugyanakkor általános célú, azaz más tesztpályakon vagy teszterületeken is közvetlen adaptálható lesz. Az újszerű megközelítés alkalmazásának egyik oka a forgalomirányító berendezésekre vonatkozó szabvány [5], amely természetesen előírja a „forgalmat veszélyeztető” jelzések elkerülésének szavatolását és az állandó hibamentes működést. Emiatt a klasszikus forgalomirányító berendezések eleve ezzel a céllal készülnek és rugalmatlanok a szándékoltnál hibás működési üzemek előállítására. Egy tesztpályán viszont kifejezetten fontos a mesterségesen előállított hibás működés – kontrollált körülmények közötti – megvalósítása.

Az autonóm járművek viselkedésének teszteléséhez fontos az extrém esetek előállítása, például beázott alépitmény esetén előállhat olyan zárlat, amikor piros-sárga-zöld jelzés egy időben jelenik meg egy jelzőlámpán. A fejlesztés másik oka, hogy a forgalomirányító berendezést gyártó vállalatok saját kommunikációs protollokat al-

kottak meg az elmúlt évtizedekben, aminek eredményeképpen csak kötött módon és licencfeltételek teljesítése mellett tud az adott géppel egy másik gyártó irányító rendszere kommunikálni. Továbbá maguk a vezérlőberendezések is általában zárt rendszert alkotnak, a programozásuk jellemzően csak a gyártó által lehetséges. Emiatt egy tesztpálya környezetben a jelzőlámpás ipari szereplők berendezései nem alkalmasak nyílt forráskódú és rugalmas alkalmazásra, holott a járműipari tesztelők éppen egyedi szcenáriókat szeretnének megvalósítani a tesztelések során. A rugalmas irányító rendszer megtervezése már 2021-ben elkezdődött, a megvalósítása pedig 2022–24-ben fog megtörténni. A csomópontok összes fényjelző készülékének távfelügyeletét és irányítását egy központi irányító szoftver fogja ellátni (5. ábra).

Az irányított zóna objektumainak adatai egy adatinterfészen keresztül kerülnek be a központi irányító szoftverbe, amely képes lesz a jelzőfény fénypontok (mint egyedi objektumok) tetszőleges vezérlésére. A központi irányító szoftver egy nyílt forráskódú API-n keresztül szabályozza majd a jelzőlámpás rendszert. A szoftver külső rendszerek számára is elérhetővé lesz egy további, nyílt forráskódú API-n keresztül. A tervezett rugalmas forgalomirányító központ alapvető irányítási szintjei:

1. API-n keresztüli irányítás: egy tetszőleges külső programtól (pl. C/C++, Python) érkező parancsok által megvalósított vezérlés;
2. Matlab/Simulink blokkokon keresztüli irányítás;
3. GUI-alapú irányítás: grafikus fel-

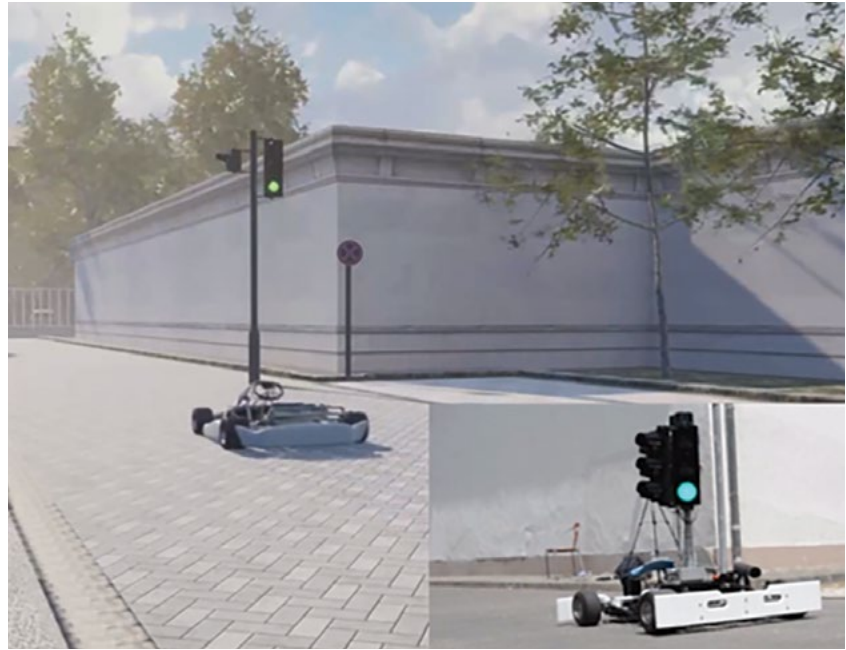


5. ábra: A kialakítandó irányítási rendszer koncepciója

használói felületen megadott parancsokkal történő vezérlés.

Az alprojekt egy másik fontos eleme az úgynevezett „mixed-reality” (kevert valóság) szimulációs környezet fejlesztése. Az autonóm járművek fejlesztése során a tesztelési lehetőségek meglehetősen limitáltak és költségesek. Erre a problémára ad megoldást a „mixed-reality” technológia, amely segítségével olyan környezetet alkotunk, amelyben valós autonóm autók tesztelhetők virtuális forgalomban. A kevert valóságon alapuló rendszerek nagyban segíthetik az autonóm járművekkel kapcsolatos kutatásokat és fejlesztéseket, valamint alapul szolgálhatnak a validációs eljárások kidolgozásakor is.

A kutatás-fejlesztési munka során olyan kevert valóságot alkalmazó keretrendszer kerül kifejlesztésre, amelyben egy valós tesztjármű és több valós objektum is egyszerre kezelhető, miközben mindezek köré mikroszkopikus forgalomszimulációval (Vissim vagy SUMO) létrehozott forgalom kerül generálásra 3D megjelenítésben. Mindez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a valós tesztjármű minden hardverével, szenzorával és a számítógépein futó algoritmusokkal együtt egy



6. ábra: „Mixed-reality” tesztelés a BME kampuszon

valós tesztpályán mozog, önvezető üzemmódban. Ez a járműmozgás kerül digitalizálásra, majd a virtuális térben is elhelyezett jármű köré saját igényeink szerint generálunk virtuális környezetet. A feladat komplexitását az adja, hogy a tesztjármű nem csak a valóságos teszt-környezetet érzékeli, hanem a virtuálisan definiált akadályokat is. A 6. ábra az egyik demonstráció egy pillanatát szemlélteti, amely során a BME Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék autonóm gokartja szabványos V2X üzenetek segítségével kommunikál a jelzőlámpával, miközben a teszt teljes digitális

ikerje is szinkronizáltan fut Unity 3D játékmotor segítségével.

Köszönetnyilvánítás

A publikációban szereplő kutatást, amelyet a BME valósított meg, az Innovációs és Technológiai Minisztérium és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatta az Autonóm Rendszerek Nemzeti Laboratórium keretében. A cikk elkészítését az MMA „Michelberger Mesterdíj” támogatta.



Irodalomjegyzék

- [1] M. Alonso Raposo, M. Grosso, A. Mourtzouchou, J. Krause, A. Duboz, and B. Ciuffo. Economic implications of a connected and automated mobility in Europe. Research in Transportation Economics, 2021. paper nr. 101072.
- [2] P.C. Jain. Trends in next generation intelligent transportation systems. In Marian Găiceanu, editor, Self-Driving Vehicles and Enabling Technologies, chapter 8. IntechOpen, Rijeka, 2021.
- [3] Zs. Szalay, Z. Hamar, and P. Simon. A multi-layer autonomous vehicle and simulation validation ecosystem axis: Zalazone. In M. Strand, R. Dillmann, Emanuele Menegatti, and S. Ghidoni, editors, Intelligent Autonomous Systems 15, pages 954–963, Cham, 2019. Springer International Publishing.
- [4] Sz. Aradi: Survey of Deep Reinforcement Learning for Motion Planning of Autonomous Vehicles, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 23: 2, pp. 740–759, 2022
- [5] CEN. Traffic signal controllers. Functional safety requirement. EN 12675:2018, 2018.

Hazai alternatív meghajtással rendelkező autóbuszüzemek energia-fogyasztásának vizsgálata

DR. LAKATOS ANDRÁS–DR. TÓTH JÁNOS

BEVEZETÉS

Ahogy Európa és a világ többi részén, úgy Magyarországon is egyre inkább növekvő tendenciát mutat az alternatív hajtások közlekedésben történő alkalmazása. Megjelentek az egyéni és a közösségi közlekedésben, valamint a teherfuvarozásban a hagyományos benzin-, illetve dízelüzemtől eltérő motorok alkalmazása. Jelen cikkben az autóbusz-közlekedésben alkalmazott alternatív hajtási módok kerülnek részletes vizsgálatra.

A 2030-ra kitűzött környezet-, energia- és éghajlat-politikai célok elérését szolgáló uniós intézkedések, stratégiák és jogszabályok értelmében a károsanyag-kibocsátást az 1990-es évekhez képesti érték legalább 55%-ára kell csökkenteni, amely jelentősen érinti a közlekedésben alkalmazott járműveket, ideértve az autóbuszokat is.

A dízelüzemű autóbuszok alternatív hajtású járművel történő kiváltására számos kormányzati programot hoztak létre (például Modern Városok Program, Zöld Busz Program), amelyben a települési önkormányzatok, illetve a közlekedési szolgáltatók pályázhatnak dízeltől eltérő meghajtású autóbuszok beszerzésére.

Ezek mellett hangsúlyos, hogy a kormány döntése értelmében 2022-től a 25 ezer lakosnál nagyobb településeken már nem támogatják a nem elektromos autóbuszok beszerzését. Ez szorosan összefügg az Európai Unió által megfogalmazott Clean Vehicle Directive irányelvvel (Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2019/1161 irányelve (2019. június 20.) a tiszta és energiahatékony közúti járművek használatának előmozdításáról szóló 2009/33/EK irányelv módosításáról), amely előírja, hogy a tagállamok biztosítsák, hogy az ajánlatkérő szervek és a

közszolgáltató ajánlatkérők a közúti járművek beszerzésekor figyelembe vegyék a járművek teljes élettartamához kapcsolódó energetikai és környezeti hatásokat, beleértve az energiafelhasználást, valamint a szén-dioxid és bizonyos szennyező anyagok kibocsátását azzal a céllal, hogy ez ösztönözze és előmozdítsa a tiszta és energiahatékony járművek piacát és javítsa a közlekedési ágazatnak az Unió környezetvédelmi, éghajlat- és energiapolitikájához való hozzájárulását. Az irányelv továbbá minimális beszerzési célértékeket (a tiszta járművek minimális százalékos aránya) definiál minden járműkategóriára vonatkozóan tagországi bontásban, amely szerint Magyarországon ez az érték – a teljes közbeszerzési darabszámhoz viszonyítva – 2021. augusztus 2-től 2025. december 31-ig minimum 37%, 2030. december 31-ig pedig 53% kell legyen.

Ezzel együtt elmondható, hogy az

alternatív hajtású járművek esetében – kiváltképp az elektromos üzemű autóbuszok tekintetében – kevés üzemeltetési tapasztalat áll rendelkezésre. Jelenleg Magyarországon CNG (Compressed Natural Gas – sűrített földgáz) és elektromos üzemű autóbuszok tartoznak ezek közé. A jelenlegi, hazai üzemek áttekintése, a járművek fogyasztási adatainak, körülményeinek vizsgálata, illetve az üzemanyag-töltéssel kapcsolatos dilemmák feltárása kulcsfontosságú az európai uniós célok elérése érdekében.

ELEKTROMOS MEGHAJTÁSÚ AUTÓBUSZÜZEMEK ÁTTEKINTÉSE

Hazánkban a fent említett programoknak is köszönhetően dinamikusan növekszik a közösségi közlekedésben alkalmazott autóbuszok száma. A 2022. szeptember 30-i állapotot az **1. táblázat** tartalmazza.

A tisztán elektromos hajtású autóbuszok tekintetében úttörőnek a **BKV Zrt.** számított, ugyanis közel 4 milliárd Ft-os projekt keretében a Modulo EP 080 típusú midibuszok 2016 májusában érkeztek a közlekedési vállalathoz elsősorban az előregedett és műszakilag kevésbé megbízható Ikarus 405 típusú járművek helyettesítésére. Napjainkban 19 darab képezi ebből a járműállományt, ám rendelkezésre állási értékük alacsony, kb. 40%-os. A **Modern Városok Program** keretein belül Pécs, Tatabánya, illetve Kaposvár városok pályáztak – többek között – tisztán elektromos meghajtású autóbuszokra.

Pécsett 1,7 milliárd forintból 10 darab szóló kivitelű BYD K9UB típusú autóbusz vásárlására nyílt lehetősége a **Tüke-Busz Zrt.**-nek, amely – maximálisan 300 km hatótávolsággal rendelkező – járművek 2020 óta vannak menetrendszerinti

forgalomban. A város helyi közösségi közlekedési szolgáltatására összesen 209 darab autóbusz áll rendelkezésre, amelyből 140 db van napi szintű használatban, így az elektromos meghajtású járművek részaránya kb. 5%. Kiemelendő, hogy a domborzati adottságok miatt az elektromos autóbuszok mind sík, mind pedig hegyvidéki környezetben nyújtanak szolgáltatást. A járművek töltését a közlekedési cég tükésréti telephelyén található 8 darab töltőberendezés szolgálja ki. A közlekedési társaság a Zöld Busz Program keretein belül is sikerrel pályázott, így 2022. év végén – 2023. év elején 10 darab szóló, tisztán elektromos autóbusszal bővül járműparkjuk. A kiírt tenderen az Omnibus Hungária Kft. került meghirdetve győztesnek, így a BYD buszok után Mercedes-Benz eCitaro járművek is forgalomba állhatnak a baranyai székhelyen. A több mint 1,5 milliárd Ft-ot igénylő beruházás során az autóbuszokon kívül egyéb szolgáltatásokat (például töltőhálózat-fejlesztés, kiépítés) is végrehajt a nyertes ajánlattevő.

Tatabánya városának közlekedési szolgáltatója, a **T-Busz Kft.** szintén 2020-ban vett üzemeltetésbe 2 darab BYD gyártmányú midibusz, amelyek elsődlegesen a turisztikai forgalmat bonyolító és kizárólag hétvégén közlekedő 70-es viszonylatokon közlekednek a Gerecke kapuja (Turul szobor) felé. Az elektromos járművek beszerzése és a töltőberendezés kiépítése 300 millió Ft-ba került.

A **Kaposvári Közlekedési Zrt.** 2022 márciusában vett át 2 darab Ikarus 120e típusú szóló autóbust. A járművek a hazai Ikarus és a kínai

TELEPÜLÉS	SZOLGÁLTATÓ	SZÓLÓ AUTÓBUSZ [darab]	MIDI AUTÓBUSZ [darab]	FŐ TÍPUSOK
PAKS	Paksi Közlekedési Kft.	6	4	Solaris Urbino 12 Electric, Urbino 8,9 E
BUDAPEST	BKV Zrt.	-	20	Modulo EP 080
	VOLÁNBUSZ Zrt.	40	-	Mercedes eCitaro
PÉCS	Tüke-Busz Zrt.	10	-	BYD K9UB
KAPOSVÁR	KK Zrt.	2	-	Ikarus 120e
TATABÁNYA	T-Busz Kft.	-	2	BYD K7U
KOMÁROM	VOLÁNBUSZ Zrt.	1	-	BYD K9UB
SALGÓTARJÁN	VOLÁNBUSZ Zrt.	1	-	BYD K9UB
VESZPRÉM	V-BUSZ Kft.	5	-	MAN Lion's City 12 E
MISKOLC	MVK Zrt.	10	-	BYD B9UD LF
SZÉKESFEHÉRVÁR	VOLÁNBUSZ Zrt.	11	-	Ikarus 120e
CSÖMÖR	WEEKENDBUSZ Zrt.	1	-	Ikarus 120e
DEBRECEN	Inter Tan-Ker Zrt. (DKV Zrt.)	12	-	Mercedes eCitaro

1. táblázat: Elektromos meghajtású, közforgalmú autóbuszüzemek Magyarországon

CRRC gyárak közös terméke. A járműveket jelenleg teszteli a közlekedési társaság. Az autóbuszok beszerzése egyenként 157 millió Ft-ba került, beleértve a töltési rendszer megvásárlását is. Kiemelendő, hogy **Kaposvár** helyi közösségi közlekedését kiszolgáló teljes járműparkja alternatív hajtással rendelkezik, a 2 darab tisztán elektromos üzemű autóbusz mellett 40 darab CNG-üzemű jármű is a helyi közösségi közlekedés szolgálatában van.

Paks helyi közösségi közlekedését 2021. január 1-jével – az **Integrált Közlekedésfejlesztési Operatív Programban** elnyert forrásból – a Prometheus Projekt eredményeként 6 darab Solaris Urbino 12 Electric típusú szóló és 4 darab Solaris Urbino 8,9 Electric csuklós autóbusz biztosítja a **Paksi Közlekedési Kft.** üzemeltetésében (a helyi közlekedést 2020. december 31-ig a Volánbusz Zrt. biztosította). Az 1,7 milliárd Ft-os beruházás – a töltőinfrastruktúra kiépítését is bele-

értve – mellett jelentős közlekedési hálózat- és teljesítménybővítést is végrehajtottak a helyi közösségi közlekedésben. A maximálisan 200 kilométer hatótávolsággal bíró autóbuszokat 5 darab – egyszerre 10 autóbusz energia-ellátását lehetővé tevő – töltőberendezés szolgálja ki, amelyek a társaság telephelyén találhatóak. Paks – hasonlóan Kaposvárhoz – 100%-ban alternatív meghajtású járművekkel látja el a helyi közösségi közlekedést.

Magyarország – és egyben Európa egyik – legnagyobb autóbusz-közlekedési társasága, a **Volánbusz Zrt. Komáromban, Salgótarjánban, Székesfehérváron** illetve a **Budapest** környéki elővárosi vonalakon üzemeltet tisztán elektromos meghajtású járműveket.

A két vidéki településen 1-1 darab BYD K9UB típusú szóló autóbusz közlekedik. A **nógrádi megyeszékhelyen** 2019 áprilisától üzemel a közel 150 millió Ft-os beruházás

keretein belül beszerzett jármű, amíg **Komáromban** Európai Unió (INTERREG) projekt tette lehetővé az autóbusz beszerzését (a projekt összköltsége közel 1 millió euró volt), ahol az elektromos jármű a 8 kilométer hosszúságú 228-as Komárom – Komárno (Révkomárom/Észak-Komárom) nemzetközi autóbuszvonalon közlekedik.

A **Zöld Busz Program** támogatásával a **Volánbusz Zrt.** 40 darab Mercedes-Benz eCitaro (1. ábra) típusú autóbust vásárolt, amelynek tesztüzeme 2021. október 21-én kezdődött meg a különböző kiemelt rendezvények kiszolgálásával. Jelenleg 10 darab autóbusz üzemel a budapesti agglomerációs vonalakon, illetve számos vidéki településen (pl. Balatonfüred, Tata stb.) tesztüzemet tartanak. Az ideális esetben kb. 200 kilométer hatótávolsággal rendelkező járművek töltése a cég Dél-budai járműfenntartási üzeméhez tartozó telephelyen történik, ahol összesen 20 darab töltőoszlop kerül telepítésre (illetve ideiglenesen a Hungexpo területén mobil töltőinfrastruktúra áll rendelkezésre), amíg a vidéki helyszíneken fix telepítésű töltők biztosítják az energiaszükségletet. A következő fejezetben taglalt CNG-beszerzésekkel együtt a társaság által közlekedtetett, szóló kocsiadású agglomerációs vonalak kiszolgálása 100%-ban alternatív hajtású autóbuszokkal fog megvalósulni, várhatóan ez év végéig.

A Klíma-és Természetvédelmi Akcióterv keretein belül elindított Zöld Busz Program részeként **Székesfehérváron** 2022 júliusában 2 darab Ikarus 120e típusú elektromos állt forgalomba a **Volánbusz Zrt.** üzemeltetésében. A hazai gyártású



1. ábra: Mercedes-Benz eCitaro típusú tisztán elektromos üzemű autóbusz menetrendszerinti járat teljesítésekor a Széll Kálmán téren



2. ábra: Ikarus 120e típusú autóbusz a BME közlekedésmérnöki szakmai nap rendezvényen 2022 áprilisában

autóbuszokból – 2022. szeptember 30-i állapot szerint – 11 megérkezett a Fejér megyei székhelyre, valamint további 1 darab külföldön bemutató buszként üzemel. A beszerzés összértéke – ideértve a 12 darab töltőoszlopot és azok kiszolgálásához szükséges infrastruktúra-egységeket is – összesen 1,76 milliárd Ft-ot tett ki.

A Volánbusz Zrt. mellett Veszprém, illetve Miskolc városok pályáztak elektromos autóbuszok beszerzésére. A királynék városának közlekedési szolgáltatója, a **V-Busz Kft.** 2022. júliusában vette át az MAN által gyártott Lion's City 12 E típusú szóló (2. ábra), tisztán elektromos üzemű buszokat. A projekt összköltsége közel nettó 900 millió forint volt, amely magába foglalta az 5 darab járművet, valamint 5 db töltő beszerzését és kiépítését is. Az autóbuszok üzemanyagtároló-kapacitása az eddig ismertett típusokhoz mérten jelentősen nagyobb (480 kWh), amellyel a gyártó

szerint akár 350 kilométeres hatótávolság is elérhető. A töltőberendezésekkel kapcsolatban érdekesség, hogy azok nem a telephelyen kerültek kialakításra, hanem az egyik buszvégállomáson (Haszkovó forduló).

A miskolci közlekedést ellátó **MVK Zrt.** 2021-ben pályázott tisztán elektromos üzemű autóbuszokra. A 10 darabos pályázati kiírást a kínai BYD nyerte. A szóló kivitelű, K9UD LF típusú járművek ez év augusztusában álltak forgalomba. A korábban gyártott társaival ellentétben az autóbuszok nagyobb, 343 kWh akkumulátor-kapacitással rendelkeznek, amelynek köszönhetően hatótávolságuk értéke is növelhető, igaz, saját tömegük is 200 kilóval több. Érdekességképpen megemlítenő, hogy a járművekhez a töltőket a finn Kempower vállalat szállította és telepítette a cég telephelyére. A – jármű- és infrastruktúra oldali – fejlesztés összértéke 2,1 milliárd Ft-ot tett ki.

Hajdú-Bihar megye székhelyére, **Debrecenbe** 2022 augusztusának végén érkezett meg az állami Zöld Busz Program részeként 12 darab Mercedes-Benz eCitaro típusú tisztán elektromos meghajtású autóbusz. A járműveket a helyi közösségi közlekedésben szolgáltatóként résztvevő **Inter Tan-Ker Zrt.** helyezte üzembe a **DKV Zrt.** megrendelésére. A telephelyi töltés mellett (ahol 12 darab töltőfej található) a Doberdó utcai és a Segner téri autóbusz-végállomásokon is lehetőség van a járművek üzemanyaggal történő ellátására egy-egy töltőoszlop segítségével. A projekt összköltsége 2,16 milliárd Ft volt.

Ezen felül – szintén a **Zöld Busz Program** keretein belül – további 48 darab BYD típusú, tisztán elektromos meghajtású autóbusz érkezik a **Volánbusz Zrt.**-hez, amelyek a vidéki nagyobb városokban (Zalaegerszeg, Győr, Szolnok, Szeged stb.) fognak üzemelni. A jövőt tekintve további tisztán elektromos autóbuszra vonatkozó pályázati kiírások várhatóak (korábban az ITM sajtóban tett nyilatkozatai alapján 2022 közepéig további 350 darab, hosszabb időtávon pedig 1000 darab autóbuszra lehet pályázatokat beadni).

Az önkormányzati és állami közösségi közlekedési szolgáltatók elektromos flotta ismertetésén felül érdemes megemlíteni a Budapest, Örs vezér tere M+H és Csömör között rendszeresített 419-es viszonylaton a **Weekendbus Zrt.** által üzemeltetett – 2021. decemberben saját forrásból beszerzett – Ikarus 120e típusú szóló autóbust is.

A fentiek alapján megállapítható, hogy hazánkban is a tisztán elektromos

romos hajtású járművek számában robbanásszerű növekedés fog bekövetkezni, amelyre a jármű- és az infrastrukturális kiszolgálóoldal felkészítése mellett a menedzsmenti és szervezési kihívásokra is választ kell adni.

CNG ÉS BIOGÁZ MEGHAJTÁSÚ AUTÓBUSZÜZEMEK ÁTTEKINTÉSE

Magyarországon jelenleg (2022. szeptember 30-i állapot szerint) 4 közlekedési vállalat üzemeltetésében közlekednek CNG üzemű autóbuszok főként helyi és elővárosi személyszállítási feladatokat ellátva, amelyeket összefoglalva a 2. táblázat tartalmazza.

Miskolc város helyi forgalmát illetően a **Miskolc Városi Közlekedési Zrt.** (MVK Zrt.) üzemeltetésében összesen 75 darab MAN Lion's City típusú autóbusz vesz részt 2016 márciusa óta, amelyből 40 darab szóló, 35 darab csuklós kivitelű. A közlekedési társaság állományi járműszáma 2021. évben 143 darab volt, amelyből 13 darab szóló, míg 55 darab csuklós kivitelű dízelüzemű jármű (3. ábra). Ebből adódóan a szóló autóbuszok közel 75%-a, a csuklósok esetében pedig kb. 40%-a CNG üzemű, a teljes flottában



3. ábra: Miskolci sűrített földgázüzemű autóbusz a 2019-es járművezetői verseny rendezvényen

52% a sűrített földgáz meghajtású autóbuszok aránya. A járművek beszerzési költsége közel 7 milliárd Ft volt, amelyet 1 milliárd Ft értékű kiszolgáló infrastruktúrára vonatkozó beruházás egészített ki. Az utóbbi elem magában foglalta a töltőállomás telephelyen történő kiépítését is, ahol egy időben 6 autóbusz, valamint 1 személyautó és 1 tehergépkocsi tud üzemanyagot vételezni. A tankolási igényeket 2400 m³/órás kompresszor szolgálja ki. Mint látható, a beruházási költség magas értéke miatt a kút gazdasági megtérüléséhez annak közforgalomban történő használata is szükséges a

közösségi közlekedési járművek zavartalan kiszolgálása mellett.

Budapesten a BKV Zrt. üzemeltetésében 74 darab használtan vásárolt, szóló kivitelű CNG üzemű autóbusz közlekedett. Ebből 52 darab Van Hool New A330 CNG, 22 darab pedig Mercedes-Benz O530 Citaro CNG típusú. Utóbbi gyártmányú járművekből mára mindösszesen 1 darab maradt állományban, így jelenleg 53 darab sűrített földgázüzemű busz közlekedik, amely a közel 1000 darabos állomány kb. 5%-át teszi ki. A fővárosi közlekedési cég első ilyen autóbuszát 2014-ben szerezte be. Az összes CNG üzemű autóbusz telephelye a Dél-pesti autóbuszgarázsban található, ahol a Főgáz CNG Kft. közreműködésével kialakított üzemanyagkút kb. napi 40 autóbusz töltését biztosítja. A többi jármű a Főgáz CNG Kft. Salgótarjáni úti telephelyén tankol meg, amely fordatervezési nehézségeket és magas rezsimenet-értékeket (költségeket) von maga után, hiszen a Dél-pesti autóbuszgarázs és

TELEPÜLÉS	SZOLGÁLTATÓ	SZÓLÓ AUTÓBUSZ [darab]	CSUKLÓS AUTÓBUSZ [darab]	FŐ TÍPUSOK
MISKOLC	MVK Zrt.	40	35	MAN Lion's City CNG
BUDAPEST	BKV Zrt.	53	0	Mercedes, Van Hool
SZEGED	VOLÁNBUSZ Zrt.	-	6	Mercedes
KAPOSVÁR	KK Zrt.	25	15	MAN Lion's City CNG
NYÍREGYHÁZA	VOLÁNBUSZ Zrt.	36	5	MAN Lion's City CNG
ZALAEGBERSZEG	VOLÁNBUSZ Zrt.	3	1	Jelcz, MAN

2. táblázat: CNG-üzemű autóbuszok alkalmazása Magyarországon

az említett telephely közel 10 km-re van egymástól az autóbuszok által is használható közúton. Mivel a járművek használtan kerültek megvásárlásra, ezért üzemanyagtartályaik cseréje időszerű. A BKV Zrt. üzemeltetési tapasztalata továbbá az, hogy a CNG üzemű járművek rendelkezésre állása a szélsőséges időjárási körülmények között csökken.

Szegeden a sűrített földgázüzemű autóbuszok már 1999 óta közlekednek, ugyanis akkor érkezett meg 35 darab Ikarus 260 és 280 típusú CNG-meghajtású autóbusz a Tisza Volán Rt.-hez, amelyek – az érvényben lévő közszolgáltatási szerződés értelmében – a betöltött 20. üzemévük miatt már selejtezésre kerültek. Jelenleg a **Volánbusz Zrt.** 6 darab Mercedes-Benz Citaro CNG típusú autóbusz üzemeltetését végzi 2005 óta. Így Szeged hazai viszonylatban úttörőnek mondható az alternatív meghajtású járművek terén. A helyi forgalomban lévő 80 darab autóbusz közel 8%-a földgázüzemű. A város alternatív meghajtású közlekedési eszközei közé tartoznak a trolibuszok és villamosok is. Az autóbuszok által igénybe vett, kizárólag sűrített földgáz vételezésére alkalmas töltőállomás kb. 200 méterre található a cég telephelyétől, így a rezsimenetek mértéke optimalizálható, a fordatervezésben e járművek üzemanyaggal való ellátása nem jelent problémát.

2015 novemberében **Kaposvár** is csatlakozott a CNG járműveket üzemeltető településekhez 40 darab MAN Lion's City autóbusz megvásárlásával (25 szóló, 15 csuklós), amelyek fenntartását a **Kaposvári Közlekedési Zrt.** (KK Zrt.) látja el. Ezzel a város helyi közösségi közle-

kedését ellátó autóbuszok 100%-a alternatív meghajtással rendelkezik. Emellett a 2022. évben tisztán elektromos üzemű Ikarus típusú járművek is érkeztek. A CNG-járművek beszerzési értéke töltőállomás nélkül 4,2 milliárd Ft volt. Az üzemanyag-vételezéshez szükséges kút a Kapos Holding Zrt. Cseri úti autóbusz-telephelyén található.

Nyíregyházán 2018 februárjában és márciusában szintén MAN Lion's City típusú CNG üzemű autóbuszok jelentek meg az utakon (4. ábra), a **Volánbusz Zrt.** (illetve jogelődjének, az Észak-magyarországi Közlekedési Központ Zrt.-nek) üzemeltetésében. A járművek beszerzési értéke közel 7 milliárd Ft volt, amelyeket a gyártó a szerződésében foglalt határidőre, azaz 2016 őszére a megrendelő felé leszállított. Technikai, kiszolgálási problémák miatt a járművek csak 2018 elején, az infrastrukturális egységek kiépítése után tudtak forgalomba állni. Az összesen 41 darab földgázüzemű autóbusból 35 darab szóló, 6 pedig csuklós kivitelű. A város helyi közösségi

közlekedését összesen 80 darab autóbusz látja el, amelyből több mint 50% rendelkezik alternatív hajtással. A CNG-töltőállomás és a Volánbusz telephelyének lényeges távolságából adódóan az Önkormányzat egy új telephely létesítéséről döntött közvetlenül a gáztöltő-állomás szomszédságában, amelynek kivitelezése folyamatban van.

Zalaegerszegen, illetve Zala megyében a Volánbusz Zrt. végzi a biogáz meghajtású járművek üzemeltetését 2012. június 27-e óta. A biogáz minőségét és energiatartalmát illetően megegyezik a földgázéval, azonban előállítás szennyvízből történik. A 99% metántartalmú gázt a Zalavíz Zrt. telephelye mellett a Volánbusz telephelyén létesített üzemanyagkúton töltik a közforgalmú autóbuszokba, amelyből a helyközi forgalomban 6 darab (MAN Lion's City NL243 CNG), a helyi forgalomban pedig 3 darab vesz részt. A helyi járatok forgalmát bonyolító 3 darab Jelcz M120I típusú szóló és 1 darab – időközben már leselejtezett – MAN A18 NG232



4. ábra: Nyíregyházi CNG-üzemű autóbusz modern utastere

CNG típusú csuklós autóbuszok érdekesége, hogy a Hajdú Volán Zrt. 2009-ben megszűnt debreceni helyi üzemétől kerültek megvételre. A járművek tankolási technológiai folyamata megegyezik a CNG járművekével.

A hazai CNG üzemű autóbuszok úttörői közé lehet sorolni a **Hajdú Volán Zrt.**-t is, amely 2010-ig **Debrecen** városában üzemeltetett metánbuszokat. A buszok jellegzetesége, hogy egy részük dízelüzemű Ikarus autóbuszokból lett átalakítva, amíg másik részük használtan érkezett. Hajdú-Bihar megye székhelyén a CNG üzem 2009-ben szűnt meg, amikor is az önkormányzati tulajdonú DKV Zrt. és az Inter-Tan Ker Kft. konzorcium átvette a helyi közlekedést, így a Hajdú Volán Zrt. a helyi üzemét – a metánbuszok töltő-állomásával együtt – felszámolta.

A CNG-üzemű, mint környezetkímélő alternatív hajtású járművek a klímacélok elérésében és a környezet-szennyezés mérséklésében jelentős szerepet játszanak, így várhatóan a jövőben növekedni fog részarányuk a teljes járműállományon belül. Ezt támasztja alá az is, hogy a **Volánbusz Zrt.** még 2021 augusztusában írt ki két kétszakaszos közbeszerzési eljárást 164 darab új, CNG-hajtású, kéttengelyes szóló autóbusz beszerzésére. A 85 darab városi és 79 darab elővárosi kivitelű gázüzemű autóbuszokra meghirdetett tendereken egyedüli érvényes ajánlattevőként a MAN Kamion és Busz Kereskedelmi Kft. lett a nyertes. A **164 darab** gázüzemű MAN Lion's City G autóbusz várhatóan még a **2022-es évben megérkezik** a társasághoz, a beszerzés értéke összesen nettó 15 milliárd forint.

A fentiek alapján a CNG-üzemű járművek esetében is megállapítható, hogy számuk növekedni fog.

ÜZEMANYAG-FOGYASZTÁSI ÉRTÉKEK VIZSGÁLATA

A CNG meghajtású autóbuszok esetében a fogyasztási adatok vizsgálatára regressziós-analízissel történt a Volánbusz Zrt.-től és az MVK Zrt.-től kapott fogyasztási értékek alapján. Az elemzés az alábbi városokban, helyi személyszállítási feladatot végző CNG-üzemű autóbuszok üzemanyag-fogyasztási adataira támaszkodik:

- MVK Zrt. Miskolc;
- Volánbusz Zrt., Nyíregyháza;
- Volánbusz Zrt., Szeged.

Mivel a sűrített földgázüzemű autóbuszok már több éve (Szegeden több évtizede) forgalomban vannak, így a közlekedési társaságok által biztosított adatok széles körű üzemeltetési körülményeket (hegyvidék, síkvidék, téli üzem, nyári üzem) fednek le és az adatsokaság üzemenkénti elemszáma 500 feletti. A miskolci fogyasztási adatok fordához – azon belül is feladatokhoz – kötöttek, a Volánbusz által szolgáltatott adatok pedig betöltött üzemanyag-mennyiség és megtett

kilométer alapúak. Az adatmennyiségek alapján lehetőség nyílik a külső (környezeti) hőmérséklet függvényében vizsgálni a különböző kivitelű autóbuszok (szóló, csuklós) üzemanyag-fogyasztási értékeit különböző terepviszonyok (hegyvidék, síkvidék) mellett.

Az egyes adathalmazokra a regresszió-analízis matematikai módszert alkalmazva a 3. táblázatban szereplő fogyasztási eredmények adódtak.

Az adatok részletességéből adódóan Nyíregyháza és Szeged esetében a fogyasztási értékek átlagos szintjét lehetett meghatározni feltételezve azt, hogy az említett városokban – a domborzati adottságok alapján – kizárólag síkvidéki üzemeltetés értelmezhető. Miskolcon pedig síkvidéki és hegyvidéki üzemeltetési adatok is rendelkezésre álltak.

A kapott értékek alapján megállapítható, hogy a forgalomban lévő MAN Lion's City A21 CNG típusú szóló autóbuszok esetében a járművek téli és nyári időszakban értelmezett fogyasztási értékei 50–55 kg/100 km között mozognak. Ez a fűtő- illetve klímaberendezés használata miatt lehetséges, ugyanis előbbi üzemeltetése 10°C alatt, utóbbi bekapcsolása pedig 20°C

	Forgalmi jellemző	Domborzat	Külső hőmérséklet [°C]				
			-5	0	10	20	30
Szólo	Miskolc	Síkvidék	54,62	52,46	50,17	50,60	53,76
		Hegyvidék	71,43	61,98	51,05	50,77	61,12
	Nyíregyháza	Átlag	43,87	41,69	39,77	41,12	45,72
Csuklós	Miskolc	Síkvidék	73,60	69,38	63,30	60,35	60,55
		Hegyvidék	86,78	77,96	68,50	69,97	82,35
	Nyíregyháza	Átlag	54,67	50,89	47,61	50,05	58,21
	Szeged	Átlag	66,29	63,27	58,99	57,05	57,45

3. táblázat: CNG-üzemű autóbuszok üzemanyag-fogyasztási értékei a külső hőmérséklet függvényében

felett elengedhetetlen a megfelelő utaskomfort megteremtéséhez. Ideális külső hőmérséklet (10–15°C) esetén a járművek 45–50 kg üzemanyagot égetnek el 100 kilométerenként.

Látható, hogy ugyanazon típusú és kivitelű autóbuszokon ugyanazon működési környezetben egymástól jelentősen eltérő (kb. 20%-ban különböző) fogyasztási értékek is elérhetők, amelyek nagyban függhetnek a járművezetők ösztönzésétől, illetve a járművek karbantartásától. Ez a különbség az MAN Lion's City A40 G CNG típusú autóbuszok tekintetében hasonló (kb. 20%), a Szegeden alkalmazott Mercedes-Benz típusú csuklós járművek pedig a fentebb említett két érték közé esnek.

Érdekesség, hogy amíg Nyíregyháza esetében a téli üzemben felhasznált energia-mennyiség alacsonyabb, mint a nyári üzemeltetés során a légkondicionáló-berendezés működés esetében, addig Miskolcon és Szegeden ennek fordítottja figyelhető meg.

A Volánbusz Zrt. által rendelkezésre bocsátott, elektromos autóbuszokra vonatkozó fogyasztási adatok számosságából adódóan matematikai módszerrel végzett vizsgálat nem eszközölhető, ugyanakkor az eddigi mérések alapján átlagos, maximális és minimális érték számítható. Megjegyzendő, hogy a Mercedes-Benz e-Citaro típusú szóló autóbuszok 2021 őszétől vannak forgalomban (amely egy közel fél éves tesztüzemmel kezdődött), így a nyári üzemeltetési tapasztalatok – a fogyasztásra vonatkozóan – még nem állnak rendelkezésre.

A 4. táblázatból kitűnik, hogy az átlagos és a minimális fogyasztás között csupán 5% a különbség, azonban a maximális fogyasztási érték már rávilágít a működési környezet befolyásoló erejére. Ide sorolható például:

Autóbusz típus / Paraméter	Mercedes e-Citaro
Átlagos fogyasztás [kWh/km]	1,0712
Maximális fogyasztás [kWh/km]	1,7593
Minimális fogyasztás [kW/km]	1,0256

4. táblázat: Mercedes-Benz eCitaro típusú jármű üzemanyag-fogyasztási értékei

- völgymentben a motor generátorüzemének megfelelő használat;
 - generátorüzem használatának ellehetetlenülése forgalmi torlódások esetében;
 - jármű utasterének előkondicionálásának formája (töltőről vagy autóbusz saját rendszeréről);
 - járművek lassítása „kifuttatással”;
 - külső hőmérséklet akkumulátor-rendszerre gyakorolt hatása.

A felsorolt szempontok kedvezőtlen teljesülése esetén a jármű fogyasztási értéke megközelítheti az átlagos érték kétszeresét is. Hangsúlyos, hogy – amint az rögzítésre is került korábban – a rendelkezésre álló adatok mennyisége csekély, ezzel együtt a járművezetők ösztönzése az üzemanyag-megtakarításra és a megfelelő telephelyi technológiai művelet definiálása elengedhetetlen.

Összefoglalásként elmondható, hogy az alternatív meghajtású autóbuszok száma folyamatosan bővül a hazai helyi (és elővárosi) közösségi közlekedésben. Ezzel együtt a jár-

művek fogyasztása – különböző üzemeltetési körülmények között – eltérő lehet a dízelüzemű autóbuszokétól, ráadásul a folyadékáramlás-mérés nem alkalmazható az üzemanyag-fogyasztás meghatározására. Üzemeltetési tapasztalat

lat hosszabb időszakra csak a CNG meghajtás esetén áll rendelkezésre, részletes fogyasztás-elemzés ezen járművek esetében volt lehetséges. Elektromos járművek esetében a töltésmenedzsment újszerű hozzáállást igényel a szolgáltató részéről, ebből adódóan – számos folyamat újraszervezése mellett – megfontolandó a jármű- és a töltőberendezések gyártójával együttműködve a fogyasztási értékek meghatározásához szükséges adatparaméterek definiálása, azok rendszeres és strukturált gyűjtése és feldolgozása.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők hálás köszönetüket fejezik ki a Volánbusz Zrt.-nek és a Miskolci Városi Közlekedési Zrt.-nek az alternatív hajtású autóbuszokról szolgáltatott fogyasztási adatokról.

A dunai rakpartok lehetőség-központú megközelítése (Új térhasználati technológiák, többcélú térhasználat)

KOSZORÚ LAJOS

Egy város a Dunapart két oldalán. A dunai rakpartok használatának változatos története jól prezentálja, hogy egy összetett érdekszövevény szereplői miként próbálják a rendelkezésre álló szűkös közterületeket a saját kizárólagos használatuknak megszerezni, alárendelni. Az alábbi érdektérkép megvilágító erővel és plasztikusan jelzi, hogy e rendelkezésre álló korlátozott térben nem elégíthetők ki a sokszínű és jogos érdekek dedikált, kizárólagos térhasználati rend kialakításával. Az érdektérkép szereplőinek ebben a térben valamilyen szintű együttműködésre, kompromisszumra kell jutni, hogy ne lépjenek állandóan a partnereik lábára.

KONTEXTUS TISZTÁZÁSA – ÉRDEKERDŐ

A rakparthasználók „érdektérké-

pének” alábbi vázlata implicite konfliktustérkép is, amely rámutat, hogy milyen összetett érdekhalmaz jelenik meg ebben a relatíve keskeny Duna parti zónában. Minden egyes alább felsorolt és fel nem sorolt igény, helyfoglalás, követelmény, elvárás jogosnak tekinthető.

- **Főváros** elkötelezett a forgalomcsillapítás és a kerékpáros infrastruktúra fejlesztése mellett, képviseli a „minél több zöldet”, valamint fel akar mutatni mielőbb.
- **Belváros-Lipótváros** erősen érdekelt az átmenő forgalom radikális csökkentésében és elkötelezett a gyalogos elsőbbségű, városias, többcélú és zöldben gazdag terek mellett, növekvő idegenforgalmi bevételekben.
- **Budapest és az ország lakói**

érdekeltek a világörökséghez méltó, identitáserősítő, szerezve-használható Duna-part megújulásban, országimázs büszkeség faktorban, növekvő idegenforgalmi bevételekben, jól felszerelt és berendezett köztérben.

- **Belváros-Lipótváros lakói** érdekeltek az átmenő forgalom megszüntetésében (kerékpár is), de az autóval való hazajutásban is, a gyalogos elsőbbségű, szolgáltató és egyúttal zöldben gazdag felületek létesítésében, a prioritizált felszíni parkolásban, a célforgalmi elérhetőségben.
- **Autósok** biztonságos, gyors áthaladásban, és céljaikhoz vezető legrövid utakban, sok-sok olcsó parkolóban.
- **Kerékpárosok** az akadálymentes, kevés lámpával, lassí-

tó tényezővel nem megakasztott folyamatos haladásban, a hidakon való átjutásban, gyalogosok és autósok nélküli utcákban.

- **Gyalogosok – turisták** érdekeltek a rendkívül értékgazdag városi miliő és világgraszoló látvány élményében, sokszínű szolgáltatások használatában, biztonságos sétában – tötyörgésben, napozásban-árnyékban, kényelmes gyaloglásban.
- **Városüzemeltetés – Főkert** időt és divatot álló, hatékony, kis fenntartásigényű köztér létrehozásában, a sokérdekűség érvényesítésében.
- **BKV – BKK** különféle szakmai részérdekeket, politikai elvárásokat és tévhiteket képviselnek, szakmai és politikai darálóban vannak.
- **Árvíz- és katasztrófavédelem** folyamatosan fenntartani a biztonságot a víz és a part felől.
- **Kismamák, nagypapák, korzózók** akadálymentes, árnyas, csendes, komfortos, akadálymentes és kínálatokban gazdag, biztonságos, nyugis korzóban.
- **Hajósok** kikötésben, jól működő város-víz és logisztikai kapcsolatokban.
- **Közműszolgáltatók** a sokféle igény biztonságos, korszerű ellátásában, hálózataik folyamatos hozzáféréseben.
- **Főépítések-főkertészek** a világra szóló harmonikus városképben, összefüggő pest-budai korzózóhálózatban.

Kérdés, mit javasolhat az urbanisztika és a különféle eminens szakág (közlekedés, közmű, tájépítéset,

örökségvédelem, katasztrófavédelem stb.) a várospolitikának, kit szeressen és kit ne. Tudhat-e jól dönteni a várospolitika, képes-e kitartani a döntése mellett? Lesz-e alkalmas terve, forrása, eszköze a megvalósításhoz?

KONTEXTUS TISZTÁZÁSA – TÉRHASZNÁLATI KULTÚRA ÁTALAKULÁSA

Közterekhez-Korzókhöz Kapcsolódó Térigények – Szerepek

A köztér a városi identitást megjelenítő, **városélményt** adó hely, a város működésének, az emberek általános **agoraigényének** sokcélú helyszíne, a személyes és anonim jelenlét – az együttlét, együttmozgás áramló tere. A köztér a sajátos információátadás szabad felülete, (találkozások, felvonulás, ünnepek, tüntetés, teraszok, kiállítások, térzene ...).

A korzó, mint sajátos köztér **információs börze**: divat, reklám, kirakat, fitogtatás, ismerkedők, kereskedők, polgárok, fiatalok és öregek, mutatványosok, koldusok, kíváncsiak, magányosok, kocsmárosok otthona. A korzó-köztér az emberek közötti interakciók, a **biztonságos együttlét tere**, teraszok, vásárok, fesztiválok, szabadidő-eltöltés, játszótér, park, futópálya, kutya futtató, unokázás, pletykapadok folyamatosan gazdagodó helyszíne.

A köztér mindemellett a **közlekedés rendezett tere** is (villamos, közút, ((kerékpárút)), hajózás, sétány), ezenkívül kapcsolatot kínál a városon belüli **természeti elemekkel** (parkok, fasorok, városi erdők-ligetek, vízpartok, zöldtengelyek) és helyt ad a **városi ellátórendszerek**

több szinten használt tereinek (közút, sétány-út, lombtömeg, víz ...)

Ennek megfelelően az **integrált térhasználat** – időben/időszakosan elválasztott, térben átfedő – elvét alkalmazva biztos, hogy előbbre lehet lépni egy komplex, sokcélú megoldás irányába (példaként lásd Egyetem tér, Kecskeméti, Petőfi Sándor, Október 6. utcák). Az integrált térhasználat nem csak egyféle együttműködésen alapuló közlekedési és használati megoldást jelent, hanem egy jól tervezett, nyitott téri rendszer kialakítását igényli. (Mint tudjuk, a rugalmasság nem kis mértékben a szabadság feltétele is.) Erre azért van szükség, mert az előzményekben említett korábbi közlekedési tanulmányok óta eltelt évtizedben nemcsak az autók száma, használata, közlekedési viselkedésünk, hanem a **munkakultúránk** is karakteresen megváltozott. Ezen túl a munkaidőn kívüli **életvezetésünk** és ebből következően a **köztérhasználati igényeink**, kapcsolataink, szokásaink, szociális kultúránk, no meg a klímaállapotok is jelentős mértékű változáson mennek át napjainkban is.

Ezek a változások a város használatának és vele párhuzamosan a városműködésnek az átalakulását is magukkal hozzák. Ez új megközelítéseket, komplex és szakmaközi modelleket, ágazatok fölötti megoldásokat, rugalmas, költséghatékonyan „építkező” várospolitikát követel(ne). Mindezek alapján nem csodálkozhatunk a különféle városalakító szakmák és várospolitikusok vitáin, elbizonytalanodásán, döntésképtelenségén.

VÁROSMŰKÖDÉS

A **városműködés** utóbbi évtizedei számtalan példával bizonyítják, hogy a városlakók számos esetben a politikusok és ágazati tervezők – nem a legjobb ilyen-olyan – megoldásaival is tudnak mit kezdeni, és ha hagyják őket, akkor berendezik, belakják, formálják a rendelkezésre álló/bocsátott teret (miközben számos mozzanat közösségileg nem tervezhető). A komplex teamek is foglyai bizonyos tévhiteknek azonkívül mindenki úgy kalkulál, hogy 30–40 évente kell/lehet hozzányúlni a rakpartokhoz (a múlt téves előrevetítése), most jönnek a bríngások, most jönnek a gyalogosok, autó tűnjön el, még több zöldet, bármi áron (a jövő durva egyszerűsítése). A tapasztalatok szerint az egy-két dimenziós megoldások nem megoldások, és többnyire drágák is.

Budapest rendkívül összetett, nagy bonyolultságú rendszerének működését, evolúciós-hálózatos

változásait figyelve megállapítható, hogy a városnak legalább két, karakteresen eltérő működési időnye van. Az egyik, a rövidebb (május–szeptember) **nyári üzem mód**, amelynek során a várost sokan elhagyják tartósan, megnő az autót nem használók, turisták, a biciklisták, gyalogosok száma, így az organikus forgalomcsökkenés miatt visszaesik a mobilitás. A városműködés másik időszaka az **ősz, téli, kora tavaszi ciklus**, amikor is a cégek, iskolák, egyetemek, szolgáltatások, rendezvények és ünnepek felpörögnek, és a város működésének is másféle elemei kerülnek előtérbe. Véleményem szerint a tervezés és döntések során a **téli/nyári üzem módok** figyelembevétele egy izgalmasabb és sokszínű használat, **árnyaltabb kiépítés felé** mozdíthatja el a pest-budai korzóját összefűzésének folyamatát, a rakpartok szerepeinek gazdagítását.

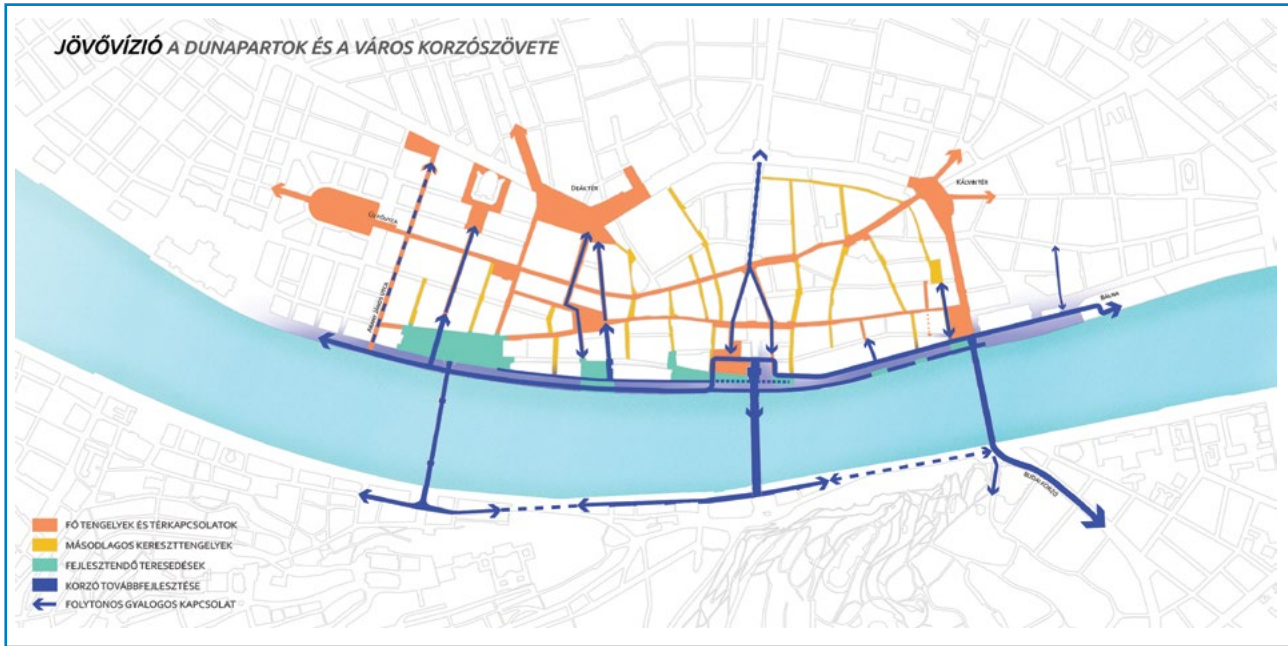
A város és a Duna kapcsolatában kiemelt szerepű a **rakpart kikötői**

funkciójának differenciált megtartása, illetve ennek a korzójához illesztett modellezése és újragondolása. A Dunán található különféle úszóhajók, állóhajók szolgáltatásai a városműködés szerves részeként kezelendők, közösségi közlekedést szolgáló hajók kikötése és a hajózáshoz kapcsolódó logisztika mindenképpen szükségessé teszi a rakpartok járművekkel való megközelíthetőségét. Ugyanezen követelmény az áradásokat követő helyzetek kezelése.

VÁROSSZERKEZET ÉS VÁROSMŰKÖDÉS

Amennyiben áttörés következik be a várospolitikában, és egy radikális forgalomcsillapítás valósul meg a pesti alsó rakparton, akkor az ott kibontakozó új térhasználat – aminek része lesz a zöldfelületek, teraszok, vendéglők, kocsmák, különféle hajós szolgáltatások összehangolt működése – még jelentős mértékben közúti és vízi megközelítéssel, logisztikával fog





működni. Ezeket a létesítményeket nemcsak kiszolgálni, hanem fenntartani, karbantartani, üzemeltetni, árvíz idején menteni kell. Véleményem szerint ez a körülmény és az integrált térhasználat, valamint a Duna-parti zóna többszörös havária-kitettsége és érzékenysége mindenképpen indokolja ennek a zónának a célforgalmi elérhetőségét és logisztikai, biztonsági szempontú átjárhatóságát.

A pesti Duna-parti zóna nem értelmezhető egy alsó rakparti vagy Belgrád rakparti sávként. Számos kereszttengely és tér biztosítja a város felőli megközelítését, a városszerkezetbe ágyazódását ennek a ma még szakaszos pesti korzónak. Legalább ennyire része ennek a zónának a Dunával párhuzamos első és második utcák tömbje, amelyek szerepének és funkcióinak alakulása a rakparti zónával szimbiózisban történik. Mások véleménye szerint a rakparti zónának nem nélkülözhető célforgalmi szerepe van. Az V., IX. és XIII. kerület egyes szektorainak a megközelítése, feltárása innen a leghatékonyabb és a legke-

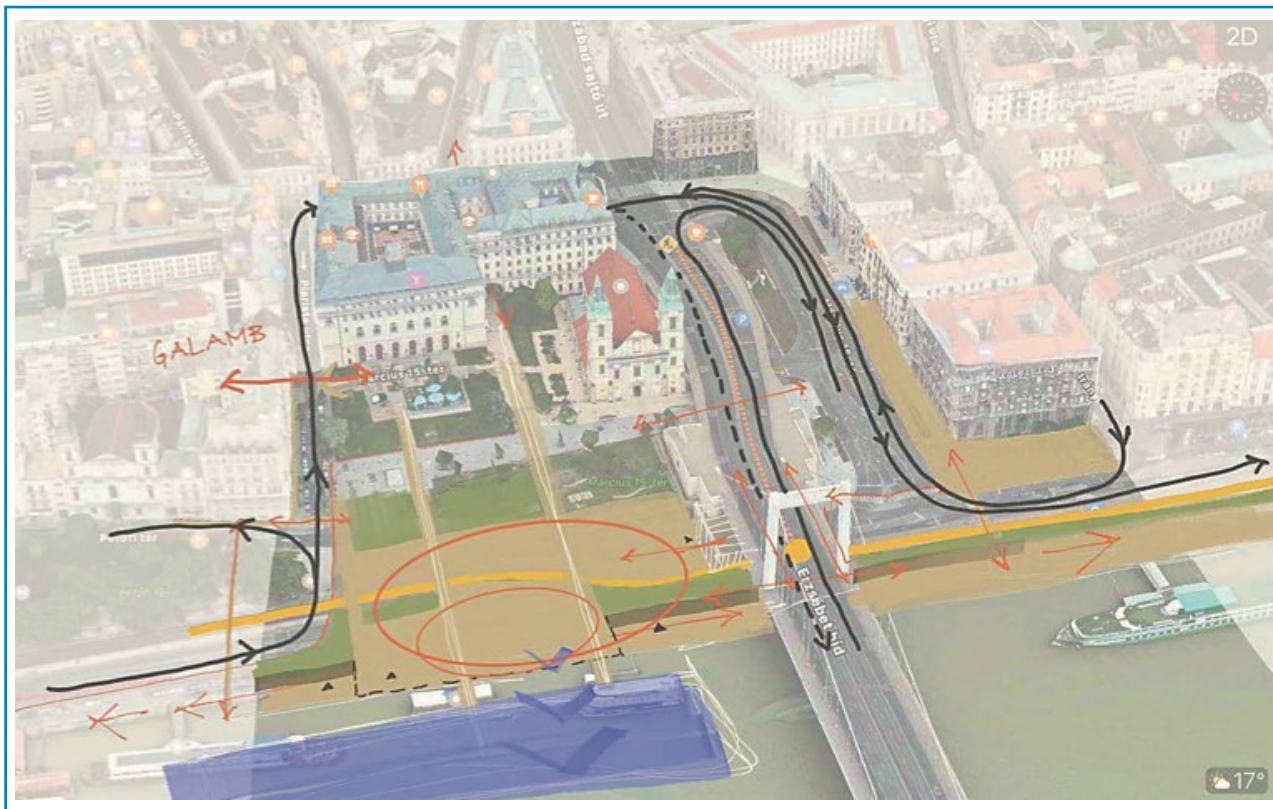
vésbé terhelő. A rakpartok (alsó felső) ideiglenes, időszakos vagy ciklikus lezárása esetén is szükség van a parti zóna működőképességének és biztonságának fenntartására.

A pesti **városszerkezet fantasztikus adottsága**, hogy a Duna-menti kerületek parti zónáiban megtalálhatóak azok a folyóval párhuzamos kisebb kapacitású lakóutcák, amelyekkel együtt a Duna-parti zóna élhető használata, mindenkor biztonságos megközelítése, a **sokszínű funkciók és ütköző érdekek nagyarányú együttes érvényre juttatásával is felépíthető**. Erő Zoltán és Zöldi Péter világosan levezették, nem várható itt közúti közlekedési tragédia egy radikális beavatkozás esetén sem. Fontos lenne figyelembe vennie a városi közlekedésmenedzsmentnek, hogy a közösségi kommunikáció/média eszközök és szolgáltatók (útvonaltervező appok, Waze, Google maps stb.) is nagyjelentőségű forgalomszabályozási teljesítményt nyújtanak. Ugyanakkor a Duna-partnak a közúti megközelítése számos cél-

ból biztosított kell legyen: haváriák és városüzemeltetés, lakossági és hivatásbeli célforgalmak, szállodák, üzletek és intézmények, államigazgatás kiszolgálása.

A budai oldalon, ahol a jelenleg folyó szakmai vita is megerősítette a rakpart városműködésben nélkülözhetetlen közúti közlekedési szerepét, a működő felsőrakparti korzószakaszok fejlesztése mellett a legnagyobb kihívás a Szent Gellért rakpart integrációja. Takács Ákos gondolatára hívom fel a figyelmet, mely szerint a **Tabán és a Szabadság híd között a felső rakparti forgalom megszüntetésével fűzhető össze a Móricz Zsigmond tér/ Műegyetem és a Margit híd közötti folyamatos városi téregyüttessé a budai korzó**.

Határozott beavatkozásokkal olyan térépítészeti miliót kell felépíteni, ami rugalmas téralakítású, és nincsenek benne merev használati dominanciák (pl. parkolás, kerékpárút, kiemelt szegélyek, szemetek, múlt században bevált, ma már fölösleges elemek stb.), amely



képes az **időben kiterjesztett és változó használat** feltételeit biztosítani, szükség szerint alakítani (téli-nyári, rendezvény üzem mód, egyidejűség/különidejűség).

A fentiek alapján egészen megalapozottan állítható, hogy nem elég a mély lélegzet, egy csapás a gordiuszi csomóra, hogy eldöntsük, kit zavarunk el és kik kapnak teret. A felelős megoldás a rugalmas, a folyamatosan változó igények és egyensúlyok felépülésére, azok alakítására lehetőséget nyújtó nyitott, változtatható térhasználatot biztosító szabad terek tervezése.

Amennyiben az **átmenő közúti forgalom** sikeresen megszüntetésre kerül a pesti alsó rakparton, akkor több mint vitatható, hogy a vízparti autósstráda helyére egy vízparti kerékpársztrádát építsünk. Eddig nem sikerült olyan meggyőző, jó példát találnom, amely hasonló kontextusban azt mutat-

ta be, hogy a rakparti korzók és a kerékpáros főtengek együtt, egy térben sikeresen működnek (ellenpélda a Bálna előtti korzószerkezet, de a budai felső rakpart konfliktusai is jól ismertek). Itt láthatóan valamiféle politikai ígéretnek szakmai téveszmeként való napirenden tartásáról van szó. Sem a Váci utcában, sem a Dunakorzón, sem az alsó rakparton nincs helye a kerékpározásnak. A **kerékpárral közlekedők** számára az alsó rakpart nagyjából érdektelen, de a vasárnapi biciklistákkal is kell majd valamit kezdeni.

Az V. kerület forgalomcsillapított belső úthálózata teljes mértékben, minden irányban átjárható kerékpárral, és ez fő vonalakban folytatódik észak és dél felé is a szomszédos kerületekben. Az EuroVelo nyomvonala, ami azonos a pesti oldal Duna-menti kerékpáros főtengeivel, az ármentes, védett területen, a felső rakpart szintjén

került kijelölésre a pesti oldalon is. A hamar bekövetkező konfliktusok miatt a sok felhőrdülés ellenére is **el kell engedni az alsó rakparti kerékpáros mantrát.**

Mind a pesti, mind a budai oldalon megvalósítható a főváros fantasztikusan gazdag adottságaira alapozottan a **Dunára nyitott terek** koncepciója, amelynek lényege, hogy a városszövet változó méretű „nappali szobái, teraszai” közötti forgalmi akadályok nélkül forrnak össze a Duna-parttal és a korzókkal. Ennek példája lehet a skiccen bemutatott Március 15. tér, ahol az észak-déli forgalom teljes elvágása nagy lehetőségeket kínál a város és folyó szervezettebb összefűzésére, egyúttal a Duna-parti átmenő forgalmat is kizárja.

KÖZKÉZEN FORGÓ STRATÉGIÁK

Örökségvédelmi elsőbbségű, minél több dolgot visszaállítani régi

fényében miközben a funkciók, az igények és a kiépítés is folyamatosan változik (*melyik az igazi fény?*). Ma sokan sokféleképpen szeretnék használni az évszázadok alatt épülő közteret, vagyis a használhatósági konfliktusok növekedése várható – **a város nem múzeum, de kincsház és identitás.** Nagy forrás-, szervezés- és időigényű folyamat, az *értékhelyreállító modernizáció és használhatósága korlátos lehet.*

Pragmatikus közlekedésszemléletű, inkább retrográd a kismértékű beavatkozás – a korlátozottan hitt lehetőségek menti ráncfelvarrás – a megmaradó struktúrák, folyamatokkal **egy alkalmatlan, aszfalt-dominálta állapot prolongálását** jelentik.

A **dogmatikus felfogás** is hasonló, amely minden közlekedést kitilt, és a sokcélú rakparti városműködést a köztérhiányos Belvárosban egy-egy érdekcsoportnak dedikálja. *Ezek nem kompatibilisek a város-megújulási és használati folyamatokkal.*

Rendszerelvű a kiemelkedő adottságnak megfelelő érdekharmónizáló, a mai trendeket befogadó **folyamatok generálása:** kevés tér-

építészeti elemmel rendszerépítés; integrált, területileg és időben változó térhasználat – rugalmas változáskövetés; együttműködések és források integrációja.

STRATÉGIAI KERET – LEHETŐSÉGEK

A fenti stratégiai irányok provokálják az összetett folyamatok mélyebb megértésén alapuló értékelést. A sok-sok válság következtében tartósan abban az állapotban vagyunk/leszünk, amikor nem halasztható az ágazati rutinoktól, az „így szoktuk”-tól elszakadni, amikor nélkülözhetetlen a más-képpen gondolkodás, a mélyebb megismeréseken alapuló, komplex térkínálatot biztosító beavatkozás.

HÍVÓSZAVAK: **Dinamikus integrált városműködés – változó város-használat – együttműködés – változtatásképesség**

JÖVŐVÍZIÓ: A kétszintes, gyalogos elsőbbségű pesti Duna korzó – **a pesti és a budai korzó szakaszok összekötése, felfűzve a Dunára nyitott terek hálózatát.** Differenciáltság és harmónia a környezetalakításban. **Integrált térhasználatok, eltérő üzemmódok** felépítése az eltérő érdekekre és le-

hetőségekre fókuszálva. Téli/nyári/rendezvény üzemmód intelligens terei, öntanuló menedzsmentje és irányítási rendszere.

ÁTFOGÓ CÉL: *Rendszerbe szervezett megújítás, sokcélú használat érvényre juttatása, radikális, hálózatba illesztett forgalomcsillapítás – magas minőségű és szolgáltatású zöldülő, páratlan világörökségi korzósövet kialakítása.*

A vázolt paradox irány adhatja azt a felelős, építkező környezetalakítást, amely képes a felmerülő érdekek nagyobb csoportját vonzó környezetben szolgálni és képes a városlakókkal párbeszédre. A bátran kialakított újszerű nyitott szerkezet a használati tapasztalatok (pl. a Belváros új főutcája ...) alapján képes a változásra, új trendeket, érdekeket integrálni a saját jól felépített rendszerében és kis költségű megújulással szolgálni azokat.

Ilyen a jó város.



Átok vagy áldás? Az autó jövője

Magda Attila rovatvezető vitaindító cikke

MAGDA ATTILA

Az első tömegesen gyártott autó, a Ford T-modell 1909-ben történt megjelenése¹ és az autók tömeggyártásának fokozatos elterjedése lehetővé tette, hogy egyre többen vásároljanak maguknak autót. Bár a két világháború között az autó a felső-középosztálybeli réteg státuszszimbóluma volt, az idő múlásával a kezdeti autós szubkultúrát egyre inkább meghatározták a gyakorlatias szempontok. Az 50-es és a 60-as évekre az autó a modern élet szim-

bólumaként az emberi szabadság megtestesítőjévé vált, használata rohamosan terjedt az átlagemberek körében is. Ma már aligha vonná kétségbe bárki is, hogy az autó megjelenése az emberiség fejlődésének legfontosabb mérföldköveihez tartozik, rohamos terjedése és fejlődése pedig nagy mértékben hozzájárult a gazdasági és társadalmi fejlődésünkhöz. Mára az emberek többsége nem, vagy csak nehezen tudná elképzelni az életét autó nélkül.

Ugyanakkor az idő múlásával egyre inkább felszínre kerülnek az autózás káros hatásai. Ilyenek például a dugók okozta idővesztés, a helyi környezetszennyezés, a globális klímaváltozásra gyakorolt negatív hatás. Gyakran találkozunk olyan intézkedésekkel (például a budapesti nagykörút egysávvá tétele), amelyek meglehetősen megosztóak: jó szándék vezérelte céllal jöttek létre, mégis a pozitív és negatív hatásait különbözőképpen ítélik meg. A közlekedésfejlesztésekkel kapcsolatos társadalmi egyeztetéseken sokszor éri a tervezőket az a vád, hogy túl nagy kapacitású utakat terveznek az életünket egyébként is egyre inkább megkeserítő és a jövőnkét fenyegető autók számára. Sokan kizárólag közforgalmú közlekedés fejlesztésében látják a megoldást, nem törődve azzal, hogy az autózás milyen nagy mértékben hatja át a hétköznapi életet. A közforgalmú közlekedést valóban minden lehetséges módon fejleszteni kell, de csak a közlekedési rendszerünk komplex egészének részeként érdemes vele foglalkozni. Ebben a rendszerben pedig tetszik vagy nem tetszik, az autó megkerülhetetlen.



The Ford Model T (elől) és Volkswagen Beetle (háttul), kettő a világ legnagyobb példányszámban eladott autói közül.

Kép forrás: <https://en.wikipedia.org/>

Adódik tehát a kérdés, hogy mit kezdjünk az életünket egyszerre megkönnyítő és megkeserítő autóval. Mi az autózás jövője? Cikemben a teljesség igénye nélkül összegyűjtöttem az autó jövőjének általam felderített irányait (és veszélyeit), külön figyelemmel arra, hogy az autó egyszerre egy egyedi eszköz és egy nagy rendszer része. Nem gyakorló közlekedésmérnök-ként nem törekszem arra, hogy szakmai szempontból tökéletes munkát tárjak a Városi Közlekedés szakmai és műkedvelő olvasói elé. Annál inkább célok, hogy gondolatokat ébresszek. Remélem, hogy írásom nyomán újabb cikkek születnek a témában, amiket megjelentethetünk a lap „Szerintem” című rovatában, segítve ezzel azt, hogy az autózás könnyebben és jól illeszkedjék a szűkebb és tágabb életünkbe, és a remélhetőleg pozitív irányba fejlődő jövőnkbe.

A HAJTÁSMÓDOK FEJLŐDÉSÉNEK LEHETSÉGES IRÁNYAI

Az autó jövőjének egyik legnagyobb kérdése a hajtás módja. Talán mindenki számára egyértelmű, hogy a jelenleg használt belső égésű motorok a rendelkezésre álló szénhidrogén készletek és e hajtásmód levegőre és klímára gyakorolt negatív hatása miatt hosszú távon nem fenntarthatóak. Ez ugyanúgy igaz a benzin- és dízelüzemű gépjárművek mellett a gázüzemű és egyéb fosszilis energiát használó motorral felszerelt járművekre is. A ma széles körben legjobban ismert két alternatív hajtásmód az elektromos hajtás és a hidrogén üzem-

anyagcellás hajtás. Vizsgáljuk meg közelebbről mindkettőt.

Elektromos hajtás

Az elektromos hajtású autók aránya a Bosch szerint 2025-től oly mértékben nőni fog, hogy emiatt számottevően csökkenni fog a pusztán belső égésű motorral rendelkező személygépjárművek aránya. A bajor miniszterelnök szerint 2035-től le kellene állítani a hagyományos meghajtású autók forgalomba helyezését Európában. Tény, hogy nagy szükség lenne egy „tisztá” hajtásmódra. Tény, hogy szinte minden autógyártó foglalkozik elektromos autó fejlesztéssel, azonban számos ellenzője is akad ennek a technológiának.

Kétségtelen, hogy az elektromos autó helyi károsanyagkibocsátása csökken, de a köztudatban a mai technológiai fejlettségi szinten a teljes életciklusra vetített károsanyagkibocsátása 1-1,5-ször nagyobb, mint egy hagyományos autóé. Ezért az elektromos áram előállításának módja részben pedig a gyártás és a hulladékkezelés

káros hatásai a felelősek. A Wikipedia szerint 2015-ben az Egyesült Államokban 3 millió GWh elektromos energiát termeltek, amelynek 67%-a fosszilis tüzelőanyagokból származott. (További 20%-ot atomenergiából, 6%-ot vízenergiából és 7%-ot egyéb megújuló energiából állítottak elő.) A másik hatalmas probléma, hogy az akkumulátorok fő alapanyagai, a Lítium, a Kobalt és a Nikkel csak korlátozott mennyiségben állnak rendelkezésre, bányászatuk rendkívüli mértékben környezetszennyező². Ugyanakkor léteznek olyan kutatási eredmények, amelyek az elektromos autókat lényegesen kedvezőbb színben tüntetik fel e tekintetben³. A theicct (The International Council on Green Transportation) kimutatása⁴ szerint az elektromos autók kibocsátása ma 60–70%-kal is kedvezőbb lehet a belső égésű motorok által hajtott autók kibocsátásánál, és a különbség 2030-ra ugyanekkora arányban nőhet.

Emellett nem megoldott az elhasznált akkumulátorok ipari mennyiségű biztonságos tárolása és újra-



Elektromos autó töltés közben. A kép forrása: <https://hu.motor1.com/>

² Az akkumulátorgyártás környezeti ára, <https://www.autoszektor.hu/>, a letöltés időpontja: 2022. 09. 21.

³ <https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-from-life-cycle/download>, a letöltés időpontja: 2022. 10. 30.

⁴ <https://theicct.org/publication/a-global-comparison-of-the-life-cycle-greenhouse-gas-emissions-of-combustion-engine-and-electric-passenger-cars/>, a letöltés időpontja: 2022. 10. 30.



Lítiumbánya. A kép forrása: <https://www.autoszektor.hu/>

hasznosítása sem. Az elektromos autók esetében a jelenleg forgalomba helyezett járművek hatótávolsága 300–350 km körül van, ami nem kielégítő. Ugyanakkor a plug in hibrid autók esetében inkább a fogyasztás növekedése jellemző. Ez azért lehet így, mert inkább belsőégésű motoros autóként használják az akkumulátorokkal és az elektromotorokkal növelt tömegű járműveket. Tölteni is és tankolni is kényelmetlen, eltér a mai autóhasználati kultúrától. Meg kell említeni, hogy egy elektromos autó utas- és csomagtere kisebb az akkumulátorok helyigénye miatt. Biztos, hogy az autópár fejlesztései meg fogják oldani ezeket a problémákat, azonban nagyon fontos, hogy a felhasználói szokásokat és az országok elektromos energia termelő mixét is a fenntartható irányba szükséges fejleszteni. Bízom abban, hogy az autópár jeles képviselői nem csak tájékozottabbak nálam, hanem hosszú távon gondolkodva valós esélyt látnak arra, hogy az elektromos hajtás a fenntartható autózás egyik fontos eleme lesz annak el-

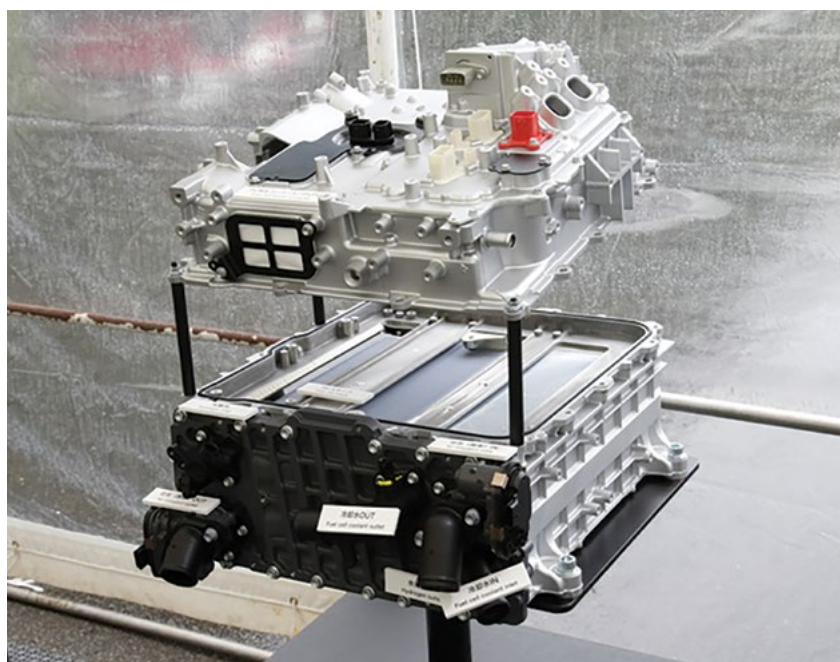
lenére, hogy ma még nem mondható ki, hogy a rendelkezésre álló nyersanyag mennyisége hosszú távon elegendő lesz.

Hidrogén üzemanyagcellás autók⁵

A hidrogén tüzelőanyagcella elektromos áramot termel, amivel az autó elektromos motorját vagy motorjait hajtja. A hidrogén üzem-

anyagcellás autók üzemeltetése során kizárólag víz keletkezik melléktermékként, ami egyáltalán nem környezetszennyező. Másik nagy előnye a hidrogén hajtásnak, hogy az eddig autózással kapcsolatos szokások megváltoztatása nélkül lehetne használni a hidrogéncellás autókat. Szinte ugyanúgy kell tankolni és vezetni őket, mint a benzin és dízel hajtású autókat. További előnye, hogy autópályán sem ugrik meg jelentősen a fogyasztása az elektromos autókhoz szemben. Az energia tárolásmódjának gondos tervezése lehetővé teszi a tágas utasterek és csomagtartók kialakítását. A Totalcar.hu szerint a tapasztalatok azt mutatják, hogy hosszabb próbalehetőség után az emberek többsége a hidrogénhajtást választja a tisztán elektromos hajtással szemben. (A választás feltétele a jelenlegihez hasonló sűrűségű töltőállomás-hálózat volt.)

A rengeteg előny ellenére jelentős hátrányai is vannak a hidrogénnel



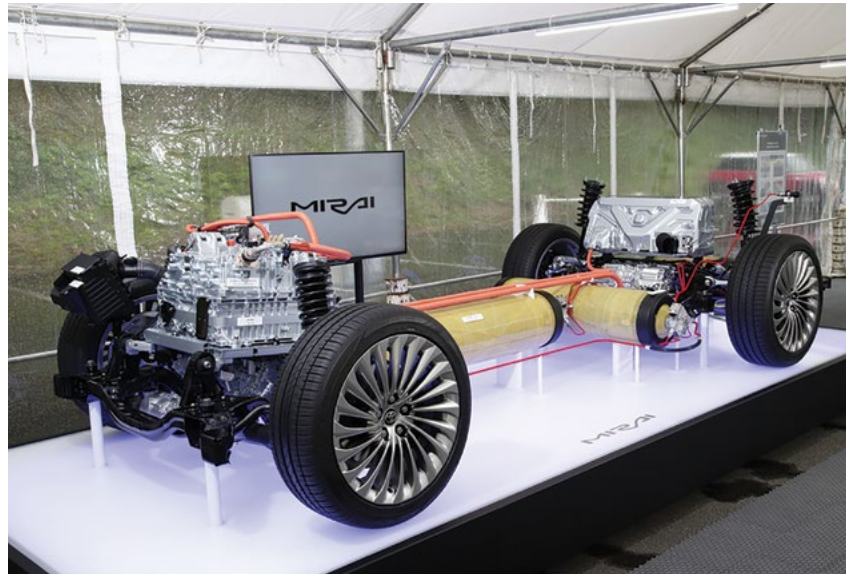
Üzemanyagcella. A kép forrása: <https://totalcar.hu/>

történő hajtásnak. A hidrogént 700 bar nyomáson tárolják, ezért a tartályok különleges kialakításúak, emiatt drágák és helyigényesek. 500 km megtételéhez kb. 120 liternyi helyre van szükségük a tartályoknak. Ennek ellenére egyes márkáknak (pl. a Hyundai Nexónak) egészen jól sikerült a megfelelő méretű utas- és csomagtér kialakítása. A hidrogénhajtású autó másik hátránya a magas előállítási költségek mellett a teljesen új töltőhálózat igénye (hasonlóan az elektromos autóéhoz).

Harmadrészt pedig a hidrogén egyáltalán nem olcsó üzemanyag. Nagyságrendileg ugyanakkora költséggel képes megtenni 100 km-t, mint egy kb. 8 literes benzin vagy dízel hajtású autó. Fontos kérdés a hidrogén előállításának módja is. Bár a hidrogén vízbontással történő előállítása teljesen környezetbarát lenne, jelenleg a hidrogénkészlet 95%-át földgázból állítják elő, ami egyrészt fosszilis energia (tehát a készletek végesek), másrészt a gyártás során széndioxid is keletkezik. Egy kilogramm hidrogén energiatartalma 33 kWh, amíg az előállításának és sűrítésének energiaigénye kb. 45–55 kWh. A hidrogén hajtású autók esetében meg kell jegyezni, hogy – az elektromos autókhoz hasonlóan – ezek sem oldják meg az általuk felvert porból eredő szennyezést és a dugókra sem adnak önmagukban megoldást. Mindkét hajtásnem esetében az autóforgalom és helyfoglalás mérséklésére más megoldásokat kell keresnünk.

Egyéb alternatív hajtások

A fentiekén kívül léteznek még más alternatív hajtási lehetősé-



A hidrogén üzemanyagcellás autó szerkezete. <https://totalcar.hu/>

gek is (például biodízzellel, etanol, földgáz, propán), de véleményem szerint ezek nem jelentenek áttörést. A tisztán elektromos autók fejlesztésének intenzitása arra utal, ha még nem is érkezett el az áttörés az akkumulátorok és a tiszta elektromos energia terén, a nagy gyártók az elektromos autózásban látják a jövőt.

EGYÉB FEJLŐDÉSI IRÁNYOK AZ AUTÓBAN

Be- és kikapcsolható szolgáltatások

Az autómárkák a kábeltévé szolgáltatókhoz hasonlóan be- és kikapcsolható szolgáltatások bevezetését tervezik. Ez gyakorlatilag egy előfizetéses rendszer lesz, ahol a megvásárolt csomagba tartozó szolgáltatásokat lehet majd igénybe venni az autóban. A fedélzeti szolgáltatások mennyiségi és minőségi fejlődése határtalan, az utasok (autonóm járművek esetén a „vezető” is) hasznosan és kellemben tölthetik az utazásuk idejét. Mindez addig a pontig üdvöztető megoldás, amíg virtuális szolgál-

tatásokról van szó. Mindazonáltal nem lenne jó gyakorlat, ha minden autó full extrásan gördülne le a gyártósorról, és a fizikai eszközeinek egy része (például előfizetés hiányában az ülésfűtés) soha nem lenne használva.

Navigációs rendszerek

Az autókba épített és a mobil eszközökön használható navigációs rendszerek egyre pontosabb útvonaltervezéssel és utazási információkkal (pl. útvonal alternatívák, utazási idők, dugók, kerülőutak, időjárási viszonyok stb.) látják el az autósokat. Ezen kívül egyre több üzlet és szolgáltató él azzal a lehetőséggel, hogy információt adjon magáról az autóval utazóknak, amennyiben azok útja a közelükben vezet. Részben a navigációhoz kell sorolnunk az önvezető és az információs rendszerbe kapcsolt autókat is.

RENDSZERSZINTŰ FEJLŐDÉS

Autonóm autók

Bár az autonóm járművek fejlesztése ma még elsősorban az autók-



Információs rendszer az autóban. A kép forrása: <https://bernardmarr.com/>

ra koncentrálni, én a rendszerszintű fejlesztésekhez sorolom. Hiszem, hogy a ténylegesen autonóm módon használható autók egy nagy kommunikációs hálózat részeként üzemelnek majd, és a hálózathoz legalább olyan fontos információkhoz jutnak majd, mint amiket a szenzorokkal és a kamerákkal gyűjtenek. Az önvezető autók fej-

lődésének története messzire nyúlik vissza. Az első önvezető autót a General Motors mutatta be 1939-ben, ami egy rádióvezérelt elektromágneses tér segítségével irányított autó volt. A 2010-es években számos nagy autógyár (a Ford, a Mercedes Benz és a BMW) és az Uber is beszállt az autonóm autók fejlesztésébe, de a technológia

sokkal több problémával jár, mint azt kezdetben gondolták. Az Uber végül biztonsági, jogi és pénzügyi okok miatt abba is hagyta a fejlesztéseket. Az autonóm autóhoz a Tesla jutott a legközelebb, akinek az autói úttörők a beavatkozás nélküli haladás terén autópálya körülmények között.



Önvezető autó. Forrás: www.youtube.com, Tesla



Okos parkolási rendszer (részlet). A kép forrása: <https://www.asmag.com/>

A Teslák képesek önálló parkolásra is, de még az ő autói sem felelnek meg az autonóm autók fogalmának. Ezért a német kormány 2021-ben arra kérte a Teslát, hogy mellőzze az „autonóm autó” elnevezést. Más területeken (például a bányaszatban) sikerrel alkalmazzák az autonóm járműveket, ami a szakértők szerint ad némi reményt arra, hogy az iparág leküzdje a nehézségeket. Mint említettem, a jövő autonóm járműveinek egy hatalmas hálózat részeként kellene üzemelniük, ami olyan hatalmas számítási igényrel rendelkezne, amire rövid időn belül nem látok esélyt. Ha meg is lehetne valósítani, akkor sem lenne gazdaságos. Gondolom ezt egy olyan világban, ahol a tudomány képviselőinek egy része még azt is kétségbe vonja, hogy lesz-e elég időnk, fosszilis energiánk és nyersanyagunk arra, hogy egyáltalán az alternatív energiákra átálljon a világ a jelenlegi fogyasztási szinten.

Fejlődés a parkolásban

A parkolás az autó szintjén és a hálózati szolgáltatások szintjén is egyre fejlettebb. Már ma is sok autó képes bizonyos esetekben önálló parkolásra, és valószínűleg ez a képességük fejlődni fog. Hálózati szinten afelé haladunk, hogy a rendszer nem csak a célpontunk közelében található parkolókat ajánlja fel, hanem optimalizálja is a parkolást: például úgy, hogy a célponthoz legközelebbi parkolót ajánlja fel konkrét parkolóhellyel, amit igény esetén le is foglal majd. A parkolók optimális működtetése még rengeteg fejlődési lehetőséget rejt magában.

Megosztott mobilitás

A közforgalmú és a fenntartható egyéni közlekedés fejlődése mellett az autózás várhatóan az autómegosztás irányába fejlődik majd. Ideális esetben lecsökken a magánautók száma, ami által sok

hely (főleg parkolóhely) szabadul majd fel. A mai forgalomban töltött idejükhöz képest időarányosan sokkal többet fognak futni, hamarabb kell majd cserélni őket. Ez csak látszólag hátrány, hiszen a futásteljesítmény okozza majd az autók avulását az állásukban történő amortizáció helyett. (Az autóeladások nem csökkennek majd annak ellenére, hogy kevesebb autóra lesz szükség.) Valószínűsíthető, hogy a hatékonyabb flotta-üzemeltetés miatt a megosztott autók erre a célra szakosodott cégek tulajdonában lesznek. A megosztott formában üzemelő autók számának fokozatos növekedésével együtt növekedni fog a mobilitási megoldások piaca is.

Utazáslánc

A hatékony és vonzó közlekedési rendszerek fejlesztése során az egyes közlekedési ágazatokra nem egymás versenytársaiként kell te-



Mobility as a Service. A kép forrása: <https://powunity.com/>

kinteni, hanem egy nagy egységes rendszer részeként egymással összehangolt módon működő szolgáltatásokként. A modern rendszerekben az utazástervezés háttől-házig történik majd. Az utazási lánc pedig különböző, a kiinduló ponttól, a célponthoz és az utazás egyéb körülményeitől (például utasok számától, csomagjaik méretétől és az utasok egyéb igényeitől) függő közlekedési módokból áll majd össze. Az autó ennek az utazási láncnak lesz fontos eleme, várhatóan a távolsági megoldások ráhordó eszközeiként. Fontos szerepük lesz azokon a helyeken is, ahol az olyan helyi viszonyok miatt, mint például az alacsony népsűrűség, nem célszerű nagyobb kapacitású járműveket üzemeltetni.

Mobilitás, mint szolgáltatás

A mobilitás mint szolgáltatás (Mobility as a Service - MaaS) egy olyan koncepció, aminek az autó – részben az utazási láncnál kifejtett okok miatt – szintén fontos eleme lehet. A MaaS egy platform, ami a köz- és magán közlekedési szolgáltatók közlekedési szolgáltatásainak kombinálását teszi lehetővé. Ebben az utas létrehozza és kezeli az utazását, amelyet integrált módon fizethet ki. A MaaS segít megtervezni az utazási láncot, és egyben kényelmes csomagokat kínál a havi díjas előfizetéstől akár az utazási láncoként történő fizetésig (a pay as you go-ig). A havi csomagra lehet egy példa, amikor az utas egy Budapest BKK bérlet mellé havi 2 taxizási lehetőséget és 10 alkalmas

kerékpár kölcsönzést vásárol, amelyet szükség szerint használhat fel.

MI JÖHET MÉG?

Léteznek kísérletek olyan hibrid autókkal, amelyekkel egyaránt lehet a földön és a levegőben is közlekedni. Az ötletek tárháza végtelen. Kínában például egy az útba beépített elektromágneses pályával fenntartott és irányított autós megoldással kísérleteznek, ami legfőképpen a működtetéshez szükséges energia csökkentése miatt lenne hasznos.

Ami ma elképzelhetetlen, az a jövőben valóság lehet. A Wright fivérek kísérletei során kevesen hittek a sikerükben, ma pedig sok-sok tonna óriásgépek kötik össze a Föld legtávolabbi pontjait. De ha tudták volna is, hogy mi fog történni, akkor sem gondolták volna, hogy milyen jelentősége is lett végül annak, hogy a repülés meghódította a bolygót. Az elektromos áram felfedezése előtt senki nem gondolta, hogy mi mindent tesz majd lehetővé ez a technika, de még a lakások teljes villamosításakor sem. Ma már sok minden valóság, ami egykoron science fiction volt.

MERRE TOVÁBB?

Amikor a fenti fejlődési lehetőségekről beszélünk, akkor nem mehetünk el szó nélkül napjaink fő problémái mellett. Az autó nem csak áldás, hanem átok is egyben. A fejlődés egyik mozgatórugója. Nem csak annak a világnak részese, amiben élünk, hanem egyik fontos befolyásolója a jövőnknek is. A klímaváltozás, a nyersanyaghiány, és az energiaválság réme fenyegeti



Kínában tesztelt magnet car. A kép forrása: <https://turkey.postsen.com/>

az emberiséget. Az határozza meg a jövőnket, amit ma teszünk vagy nem teszünk.

Személy szerint én nem hiszek abban, hogy a fogyasztási igények, köztük a mobilitási igények jelentős csökkentése nélkül meg lehetne oldani a fenti problémákat. Azonban a drasztikus csökkentés hatásai is hatalmasak és beláthatatlanok, ezért nagy az esély arra, hogy csak előre lehet menekülni. Egyirányú utcában vagyunk. Mit tegyünk az autóval, annak érdekében, hogy jó irányba fejlődjünk?

A hajtások esetében az elektromos autó felé dől a mérleg nyelve a hidrogén üzemanyag cellás hajtással szemben. Más alternatíva nemigen van. A gyártók erőfeszítéseiből arra lehet következtetni, hogy hisznek a megújuló energiatermelés és az elektromos energiatárolás fejlődésében, de azt azon kívül, hogy *„aminek a fejlesztésébe nagy energiát fektetünk, az előbb utóbb megoldódik”* (mondják), nem sok bizonyítékot látok erre. Éppen ezért fontosnak tartom, hogy a hidrogén üzemanyagcellás hajtásokat is to-

vábbfejlesszék, és szüntelenül kutasassanak más lehetőségek után is. Nem szabad megfélemedezni a hagyományos belsőégésű motoros technológiák fejlesztéséről sem. Hiszen ezek a technológiák ma még talán zöldebbek is egy picit, mint az elektromos autók. Másrészt gondolni kell arra is, hogy a lovas közlekedésről sem álltunk át az autózásra egy pillanat alatt. Az elkövetkező 10–15 évben a fokozatos fejlődés természeténél fogva még mindenképpen nagy arányban kell számolni a belsőégésű motoros autók használatával is.

Minden korábbinál fontosabb, hogy gyártás során még inkább törekedjenek az autók energiahatékonyságának növelésére, akár saját kiegészítő energiatermelési rendszerek továbbfejlesztésével (fékezési energia hasznosítása, nap-elem stb.). Emellett fontos, hogy az autók és a rendszerek, amiben működni fognak, minél több újrahasznosított alapanyagot tartalmazzanak. Fejleszteni szükséges a gyártási hatékonyságot, amire az egyik legjobb példa a gyártásban résztvevő emberrel együttműködő robot technológia (úgynevezett

kollaboráló robotok vagyis KO-BOT-ok) alkalmazása.

A hatékony közlekedés és a baleset-megelőzés szempontjából egyaránt fontos, hogy az autók minél hamarabb részei legyenek egy nagy közlekedési hálózatnak (shared car systems, connected car, MaaS, stb.), aminek része vagy inkább alapja a közösségi közlekedési rendszer lesz, és ami segíteni fog az úticélok gyors elérésében, az energiafelhasználás csökkentésében és a balesetek megelőzésében.

Az autógyártók, politikusok és a közlekedési szakemberek nagy kihívása a társadalmi szemléletformálása annak érdekében, hogy minél többen válasszák maguknak a fenntartható közlekedési mixet.

Mindennél fontosabbnak érzem, hogy az iparág szereplői összefogjanak, és együttes erővel dolgozzanak azon, hogy a jövő autója történelmi léptékkal mérve is hosszú ideig szolgálja az emberiséget.

További felhasznált, de nem jelölt források:

- Automotive revolution – perspective towards 2030, <https://www.mckinsey.com/>, a letöltés időpontja: 2022. 09. 21.
- CAR CHANGES, <https://autotraining.edu/>, a letöltés időpontja: 2022. 09. 21.
- Cégautonak használt plug-in hibridekkel lehet igazán szennyezni a környezetet, <https://g7.hu/kozelet/20220705/>, a letöltés időpontja: 2022. 09. 21.
- What will the car of the future look like?, <https://ignition.altran.com/>, a letöltés időpontja: 2022. 09. 21.
- History of Autonomous Cars, <https://www.tomorrowstoday.com/>, a letöltés időpontja: 2022. 09. 21.
- The future of parking?, <https://ignition.altran.com/>, a letöltés időpontja: 2022. 09. 21.
- The Future of Cars, <https://bernardmarr.com/>, a letöltés időpontja: 2022. 09. 21.
- Miben különbözik a kobot egy ipari robottól, <https://cobotx.hu/>, a letöltés időpontja: 2022. 09. 26.
- A BMW vezérigazgatója óva int a kizárólag elektromos stratégiától, <https://nrgreport.com/>, <https://cobotx.hu/>, a letöltés időpontja: 2022. 09. 26.

9 eurós jeggyel Németországban – újabb beszámoló

PIRITYI ANDRÁS

2022 júliusában és augusztusában családommal kipróbáltam a 9 eurós jegyeket és az azzal történő, leginkább helyi utazásokat. A 9 eurós jegynek nincs sok hátránya, de az egyikbe rögtön belebotlottam, ugyanis csak naptári hónapra érvényes. Ezért kénytelen voltam személyenként kettőt venni, egyet július hónapra, egyet pedig augusztusra. Előre felkészültem, hogy a berlini repülőtérén is található vasúti ügyfélszolgálat, s leszállás után egyből oda igyekeztünk a kis-sé távolabbi, szinte csak a Ryanair diszkont légitársaság által használt T2 terminálról. Meglepetésemre az volt kiírva, hogy 9 eurós jegyet csak automatából lehet venni (1. kép). Ezt meg is tettem, csakhogy ez még az ott „szolgáltatot” teljesítő diákmunkások segítségével sem



1. kép



2. kép

volt egyszerű, éppen ezért ezen alkalommal csak a július hónapra érvényes jegyeket vettük meg. Másnap már minden gond nélkül megvettem a helyi tömegközlekedési szolgáltató, a BVG egyik ügyfélcentrumában az augusztusi jegyeket is.

Helyközi utat csak egyet tettünk, Rostockba, de ezt ott is kiegészítettük helyi utazással. Szerencsére volt közvetlen vonat, nem kellett a helyközi utazás során átszállni. Ugyan nagy volt a zsúfoltság, de olyan állomáson szálltunk fel rá Berlinben, ahol még volt hely



3. kép



4. kép

(Südkreuz). Kalauzt csak egyszer láttunk a visszaúton, de nem végzett semmilyen ellenőrzési tevékenységet. Egyik rokonom a Deutsche Bahn-nál kalauz, elmondása szerint az utazási jogosultságot már nem nagyon kell ellenőrizniük, csak a maszkot, merthogy annak viselése minden német tömegközlekedési eszközön kötelező. Rostockban a helyi S-Bahnnal tovább utaztunk a városhoz tartozó tengerparti üdülőig, Warnemündéig, onnan tovább komppal (2. kép), autóbusszal és villamossal utaztunk vissza Rostock belvárosába, majd tovább a vasútállomásra.

Németországi utazásunk egyik célja a berlini belvároson keresztül ve-

zető új metrószakasz (U5–U55 összekötés) megtekintése volt. Kicsit csalódottak voltunk, mert a három új metróállomás közül csak az Unter den Linden tűnt világosnak és tágasnak, persze ebben az is szerepet játszott, hogy az új szakaszon ez az egyetlen átszállóállomás. Az új metrószakasz felett még üzemel a „városnéző” 100-as vonal, de már nem emeletes buszokkal.

Budapesten nagy vitát váltott ki, hogy lehet-e háromajtós egy csuklós busz és lehet-e kétajtós egy szóló busz. Legnagyobb meglepetésemre a berlini BVG-nél minden busz ilyen kialakítású (3. kép). Csak néhány városszéli, más társaság által üzemeltetett járműnél tapasztaltam „hagyományos” ajtóelrendezést. Ugyancsak e vonalakon

tapasztaltam jegyellenőrzést is. Vélhetően a BVG-nél felfüggesztették az összes autóbuszjáratra vonatkozó elsőajtós ellenőrzési rendet, s inkább kiragasztották a hátsó ajtókra is a „Behajtani tilos” matrica mellé, hogy csak maszkban lehet felszállni. Berlin és Budapest közlekedése között nagy különbség, hogy az autóbusszal elszállított utasok aránya Berlinben sokkal kevesebb, mint Budapesten, a kiterjedt metró- és S-Bahn hálózat miatt. A metrónál már szempont a gyors utascseré, az új metrószerelevényeknél szinte 3 méterenként van egy ajtó (4. kép).

A kerékpárszállítás itt is aktuális kérdés. Metrón és villamoson gyakorlatilag megengedett a kerékpárszállítás, s bár ezt az üzemeltető



5. kép

megtagadhatja, erre nem nagyon kerül sor. A többi utast gyakran akadályozzák a kerékpárjukkal bárhová, tehát nem csak az arra kijelölt helyre felszálló utasok. A fejlett kerékpárút-hálózatnak köszönhetően viszont kevés a kerékpárosok és a közúti közlekedés részvevői közötti konfliktusok száma.

A kerekesszékesek és a gyerekkocsisok már inkább csak a számukra fenntartott helyen utaznak. Szemtanúja voltam annak, hogy egy bottal közlekedő rokkant átadta a helyét egy kerekesszékes rokkantnak. Mind gyerekkocsis, mint kerekesszékes utasból több van, mint

Budapesten, akikhez a többi utas és a járművezetők is toleránsabban állnak hozzá.

Az utazási feltételek betartásában Budapest jóval előrébb jár, mint Berlin. Berlinben gyakorlatilag bár-

mit szabad, csak a maszkviselés szabályát kell betartani. Mivel a jegyellenőröket valószínűleg szabadságra küldték a 9 eurós jegy miatt, így ők értelemszerűen az utazási feltételek betartását sem ellenőrzik. Bár a szájkosár elvileg kötelező lenne, csak a gazdik takarják el a saját szájukat és orrukat, sok kutya szájkosár nélkül közlekedik. Koldusok, „mutatványosok” jóval többen vannak a járműveken, mint Budapesten. Mindennapos látvány, hogy üvegből sört isznak a metróon, bár ezt sem szabad.

Valahol a felvonó is a városi közlekedés része. Közülük a leggyorsabb Berlinben a Potsdamer Platzon, a Sony Centerben van. Mire megkérdezi a liftes hölgy, hogy angolul beszéljen vagy németül, már fent is van a lift a tetőn, nem is kell bebizonyítania a nyelvtudását. A panoráma gyönyörű, még ki lehet venni, hogy hol volt korábban a Potsdamer Bahnhof. Valószínűleg ezért kerülhetett ide, vasúti telekre a Deutsche Bahn székháza, csak az érdekes, hogy látszólag minden iroda üres benne (5. kép). A Potsdamer Platz 100 éve is jelentős csomópont volt, itt létesült Európa első jelzőlámpás csomópontja.

Ha már a történelemnél tartunk, meg kell említenem, hogy meg-



6. kép

néztünk egy külvárosi temetőt, amit egy útikönyv ajánlott, azon belül pedig Siemens és családjának kriptáját (6. kép). A temető a belvárostól nagyon messze van, az egész csak arra volt jó, hogy meg tapasztaljuk, hogy létezik még elsőajtós felszállási rend háromajtós szóló buszon Berlinben. Egyszerű sírok e temetőben nincsenek is, csak mauzóleumok és kripták. A bejáratnál levő lista szerint 50 híres halott fekszik ott, viszont csak Gropius neve csengett ismerősen Siemensén kívül. Emlémem szerint a bécsi központi temetőben sokkal több híres ember nyugszik.

Ha nem lett volna 9 eurós jegy, akkor is megvettük volna a Berlin közigazgatási határán kívülre vonatkozó, „C” zónára érvényes jegyet. Nem csak a repülőtérre való eljutás miatt, hanem azért is, mert a két városkörnyéki, viszonylag régi járművekkel közlekedő villamosjárat közül előző alkalommal csak az egyiken utaztam¹, a másikon viszont csak most (7. kép). Mind a 87-es, mind pedig a 88-as villamost egy helyi közlekedési társaság üzemelteti önmagában.

Az, hogy bevált-e a 9 eurós jegy, egy ilyen utazással nem lehet el-



7. kép

dönteni. Kisebbségi tüntetések már előfordultak a szeptemberi meghosszabbítást illetően. Remélhetőleg összes hivatalos elemzés is születne arról, hogy milyen ta-

pasztalatok szűrhetők le a 9 eurós jegy bevezetése kapcsán².

„Augusztus 31-én vége a kedvezményes közlekedésnek Németországban. A kilenceurós országos bérlet megszűnik. A tartományok hasonló kedvezményes folytatást követelnek. Christian Lindner pénzügyminiszter ellenáll, szerinte másra kell a pénz.”

forrás: <https://infostart.hu/kulfold/2022/08/11/a-penzugyminiszter-hajthatatlan-vegehez-kozeledik-a-kilenceuros-kozlekedesi-korszak-nemetorszagban>

¹ lásd az erről szóló cikket a Városi Közlekedés 2017/4. számban.

² Időközben érkeztek hírek a bérlet végéről, a cikk címe is már sokat sejtet: „A pénzügyminiszter hajthatatlan – Végéhez közeledik a kilenceurós közlekedési korszak Németországban”.

Emlékeztető:

az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának üléséről

DR. HABIL. HORVÁTH BALÁZS–DR. HABIL. TÖRÖK ÁDÁM

Az ülést **Dr. Török Ádám** elnök nyitotta meg, aki bevezetőjében köszöntötte a megjelenteket, a 2022. évi második tudományos ülésen, amely május 25-én került megrendezésre. A második ülés hagyományosan a Közlekedési Kultúra naphoz csatlakozva közlekedésbiztonság témakörét járta körül.

Hagyományokhoz híven az első előadó **Bíró József (KTE)** volt. Előadásában kifejtette, hogy 2015 óta – díjnyertes közlekedésbiztonsági ötletpályázat alapján – Magyarországon május 11-én országos eseményként kerül megszervezésre a Közlekedési Kultúra Napja, amihez az MTA KJTb is minden évben csatlakozik. A Közlekedési Kultúra Napját, amely mára a biztonság tudatosan, környezet tudatosan, udvariasan közlekedő emberek és a közlekedésben dolgozók ünnepnapjává, a szakma egyik legszélesebb körű összefogásává vált. Ismertette, hogy amíg 2015-ben 15, addig az idei évben már 85 partnerszervezet fogott össze, amelynek eredményeként 161 aktivitásra került, illetve került sor a Naphoz kapcsolódóan.

Henézi Diána (SZE) előadásában

az idősök közlekedésével, közlekedésbiztonsági kérdéseivel foglalkozott. Ismertette az idősök szerepét a közlekedésben, a közlekedésben betöltött szerepük alapján azonosította a kockázati tényezőket. Ismertette a mortalitási ráta életkori sajátosságait. Előadásában kitért a jellemző magatartásformákra, amelyek az idős gépjárművezetőket jellemzik. Ismertette továbbá a jellemző magatartásformákat idősök részéről, kerékpárosként is. Végül külön kitért az idősök gyalogos közlekedési magatartására. A fentiek alapján előadásában javasolta a jelzőlámpák fázisidejének felülvizsgálatát, valamint akusztikus jelzések bevezetését.

Düll Andrea (ELTE) előadásában ismertette a közlekedési kultúra társadalmi oldalát, különös tekintettel a kognitív és pszichológiai folyamatokra. Elmondta, hogy a kognitív minták és sémák nagyon befolyásolják viselkedésünket, így kihatnak a közlekedésre is. Minden közlekedő a pillanatnyi lelki állapotát is beviszi a közlekedésbe. Akár gépjárművezető, akár gyalogos, akár kerékpáros vagy rolleres vagy utas.

Miletics Dániel (SZE) előadásában

sában a győri Széchenyi István Egyetem Közlekedésépítési és Vízmérnöki Tanszéken folyó autonóm járművekkel és közúti biztonsággal kapcsolatos kutatásokról számolt be. Előadásában kitért a hagyományos és autonóm közúti gépjárművek közlekedésbiztonsági kockázatának elemzésére. Autonóm gépjárművek és gyalogosok közötti interakció vizsgálatát is kiemelte az előadásában. Gyalogosok viselkedés-adaptációja és az utak kapacitásának viszonya nagyon fontos témakör.

Orosz Csaba hozzászólásában *Henézi Diána* munkáját méltatta. Ismertette, hogy ennek előzménye az angol, német, francia irodalomban van. Felhívta a figyelmet, hogy a társadalmi környezet nagyon eltérő. *Düll Andrea* előadásával kapcsolatban megjegyezte, hogy a társadalmi különbségek értékrendbeli különbségek miatt lehetnek. Felhívta a figyelmet arra, hogy a közlekedésbiztonság néha nem prioritás.

Fleischer Tamás méltatta az előadásokat. Hangsúlyozta, hogy a közlekedésbiztonsági akciók eredményindikátorai gyakran nem tük-

rőződnek a közlekedésbiztonsági mutatók alakulásában. Török Ádám megjegyzésében megemlítette, az akciók hatása még nem kimutatható, ugyanis nagy tranziensű, hosszú folyamatokról van szó.

Bíró József kiemelte, hogy közlekedésbiztonsági akciók folynak, de intenzívebben kellene reklámozni, hogy jobban tudatosuljanak.

Juhász János méltatta Henézi Diána előadását, ugyanakkor kiemelte,

hogy jobb lett volna a relatív bal-eseti mutatókat vizsgálni. A sérülékenységkel kapcsolatban teljesen egyetértett Henézi Diána megállapításaival. Üdvözölte Miletics Dániel gyalogos mérését. Javasolta a közlekedépszichológia ismételt bevezetését, egyetemi oktatásának visszaállítását. Dull Andrea köszönte a felvetést.

A vitát lezárva **Dr. Török Ádám** elnök, megköszönte az előadóknak a

magas színvonalú, érdekes előadásokat, valamint a hozzászólók aktivitását. Egyebek pontban Dr. Török Ádám elnök köszöntötte az új köztestületi tagokat, akik Dr. Balogh Edina (KTI), Dr. Szander Norina (KTI), Dr. Hörcher Dániel (BME), és Dr. Fényes Dániel (BME).



E SZÁMUNK SZERZŐI:

Dr. Bécsi Tamás Msc közlekedésmérnök, PhD, az ARNL szakmai vezető helyettese, a BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék egyetemi docense; **Bogárdi Péter** közlekedésmérnök, a Yunex Traffic Kft. projektvezetője; **Csillik Ádám** közlekedésmérnök, a Budapesti Közút Zrt. fejlesztési mérnöke; **Demeter Péter** közlekedésmérnök, az MVK Zrt. vezérigazgatója; **Dr. Denke Zsolt** okl. közlekedésmérnök, közlekedéstudományi PhD, a BKK Zrt. szakértője; **Prof. Gáspár Péter** okl. gépészmérnök, közlekedésmérnök, PhD, az MTA doktora, MTA rendes tagja, az ARNL vezetője, ELKH SZTAKI Rendszer és Irányításméleti Kutatólaboratóriumának kutatóprofesszora és vezetője, a BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék egyetemi tanára és vezetője; **Koszorú Lajos** okl. építésmérnök, Város-Teampannon Kft. ügyvezetője, vezető tervezője; **Dr. Lakatos András** Msc közlekedésmérnök, közlekedéstudományi PhD, a BME Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék tudományos munkatársa; **Lukács Zsolt** mérnök-informatikus, az MVK Zrt. autóbusszközlekedési igazgatója; **Magda Attila** okl. közlekedésmérnök, a FÖMTERV Zrt. projektvezetője; **Dr. Majó-Petri Zoltán** közgazdász, közgazdaságtudományi PhD, a Szegedi Tudományegyetem Gazdaságtudományi Karának egyetem docense; **Dr. Maros Dóra**, okl. villamosmérnök, katonai műszaki tudományi PhD, a KTI Nonprofit Kft. tudományos tanácsadója; **Pirityi András** okl. közlekedésmérnök, városi közlekedési szakmérnök, jogi szakokleveles mérnök, a BKK Zrt. senior munkatársa; **Rónai Gergely** közlekedésmérnök, a Budapesti Közút Zrt. forgalomtechnikai fejlesztési osztályvezetője; **Süli Martin** okl. közgazdász, a Szegedi Tudományegyetem Gazdaságtudományi Karának hallgatója; **Dr. Tettamanti Tamás** okl. közlekedésmérnök, PhD, az ELKH SZTAKI, Rendszer- és Irányításméleti Kutatólaboratórium alprojektvezetője, a BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék egyetemi docense; **Dr. Tóth János** okl. közlekedésmérnök, közlekedéstudományi PhD, a BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék egyetemi docense és vezetője, a KTE főtitkára;

Helyesbítés: előző számunk címlapfotójának forrása helyesen Széchenyi István Egyetem Járműipari Kutatóközpont.



A Közlekedéstudományi Egyesület 2023. évi főbb konferenciái

XVII. Regionális Közlekedés Aktuális Kérdései Konferencia
Debrecen, 2023. április 6–7.

XXIII. Közlekedésfejlesztési és Beruházási Konferencia
Bükkfürdő, 2023. április 18–20.

A Közlekedési Kultúra Napja – országos és nemzetközi rendezvény
2023. május 11-ei hét

XIII. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia
Győr, 2023. június 8–9.

**City Rail 2023 Tudományos Konferencia és
a XXIII. Városi Közlekedés Aktuális Kérdései Konferencia**
Balatonfenyves, 2023. szeptember 6–7.

VI. Magyar Közlekedési Konferencia – 47. Ütügyi Napok
Eger, 2023. október 17–19.

XXIV. Nemzetközi Közlekedési Konferencia
CSMKIK, Enterprise Europe Network-Szeged szervezésében
Szeged, 2023. november 23–24.



A további részletekért kérjük, látogassa meg honlapunkat:
<https://ktenet.hu/esemenynaptar>
Várjuk szeretettel rendezvényeinken!

Felhívjuk figyelmüket, hogy a járványhelyzet miatt a meghirdetett élő konferenciáink az online térbe kerülhetnek.
Kérjük, kísérjék figyelemmel a konferenciákkal kapcsolatos híreinket.

Közlekedéstudományi Egyesület 1066 Budapest, Teréz krt. 38.
Tel: + 361 353 2005, +361 353 0562 • E-mail: info@ktenet.hu • Web: www.ktenet.hu