Ára: 2000 Ft, KTE egyéni tag előfizetőknek 1000 Ft.

VÁROSI KÖZLEKEDÉS

A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET LAPJA

LX. évfolyam 2025/1.



FÓKUSZBAN:
Mit kezdjünk a városok közlekedésével?

TARTALOMJEGYZÉK

FÓKUSZBAN: Mit kezdjünk a városok közlekedésével?

Trendek a jövő személyközlekedésében
Prof. Dr. Csiszár Csaba **3**

Mesterséges intelligencia üzleti alkalmazásai, különös tekintettel a közlekedésre
Az interjút Dr. Szeri István készítette. **6**

Felhőalapú kooperatív érzékelés és automatizált járműirányítás
Az interjút Dr. Denke Zsolt készítette. **12**

Debrecen belvárosát tehermentesítő úthálózat kialakítása
Kálnoki-Kis Sándor **17**

KITEKINTŐ *Rovatvezető:* Molnár László Árpád

A színe és a fonákja
Molnár László Árpád **23**

FONTOSNAK TARTJUK

Az M1 metró (vagy Millenniumi földalatti) múltja, jelene és lehetséges jövője
Pintér László **31**

SZERINTEM *Rovatvezető:* Magda Attila

Kelet-Közép-Európa térségi fővárosok közlekedési rendszerjellemzői, különös tekintettel az útgyűrű egyenértékre és a torlódások szintjére 1. rész
Ajtay Szilárd **38**

ÉRDEKESSÉGEK *Rovatvezető:* Dr. Kormányos László

Közlekedési és városfejlesztési tapasztalatok Lisszabonból
Szőke László **46**

Helyközi trolibusz egy „nem létező országban”
Barkó Richárd **53**

PORTRÉ *Rovatvezető:* Dr. Berki Zsolt

Pintér László okleveles közlekedésmérnök, gazdasági mérnök 90 éves!
Molnár László Árpád **59**

ARCKÉPCSARNOK

32 éve a fővárosi közlekedésben: Kelecsényi Gábor BKK forgalomtervezés vezető eddigi életútja
Young Márton **61**

SAJTÓKÖZLEMÉNY

Emlékeztető az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának üléséről
Dr. Török Ádám – Dr. Habil. Horváth Balázs **63**

KÖZLEKEDÉSI ADATBANK

Az elektromos közlekedés térhódítása
Dr. Felsmann Balázs **66**

E számunk szerzői **58**

Impresszum

VÁROSI KÖZLEKEDÉS

A Közlekedéstudományi Egyesület lapja

LX. évfolyam (új X. évfolyam) 1. szám

Főszerkesztő: **Dr. Denke Zsolt**

Főszerkesztő-helyettes: **Dr. Berki Zsolt**

Szerkesztőség és kiadó:
Közlekedéstudományi Egyesület

Felelős kiadó: **Dr. habil. Horváth Balázs főtitkár**

Ügyvezető: **Kelemen Balázs**
1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. em. 235.
Tel.: +36 1 353 2005
Tel/Fax.: +36 1 353 0562
Elektronikus levélcím: info@ktenet.hu

Honlap: **www.ktenet.hu**

Grafikai tervezés, tördelés:
Typoézis Kft. Flórián Gábor

Nyomdai korrektúra és előállítás:
LUPE Magazin

Szerkesztőbizottság:
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
Nemecz Gábor
Dr. Szeri István
Dr. Tóth János

Olvasószerkesztő: **Pirityi András**

Címlapfotó: **Denke-Pataki Dávid és OpenAI**

HU ISSN 0133-0314

A nyomtatott lap ára 2000 Ft,
dupla szám esetében 4000 Ft,
KTE egyéni tag előfizetőknek 1000 Ft,
illetve 2000 Ft, amelyhez postázás esetén
a kézbesítés díja hozzáadódik.
A kedvezményes ár csak KTE egyéni tagok
előfizetésekor érvényesíthető.

Trendek a jövő személyközlekedésében

PROF. DR. CSISZÁR CSABA

A személyközlekedési rendszer összetett, dinamikus rendszer; környezete, céljai, szerkezete, valamint működése folyamatosan változik. A változást befolyásoló legfontosabb tényezők:

- társadalmi és utazói elvárások,
- technológia,
- épített és természetes környezet.

A folyamatosan változó személyközlekedési rendszerek fejlesztése újszerű tudományos és mérnöki módszereket, valamint az utazói attitűdök fokozott feltárását és alakítását igénylik, ami a kutatás, oktatás, társadalmasítás és tudatformálás területeken jelent új kihívásokat. A közlekedési szakemberek alapvető feladata a jövőben is a **kereslet befolyásolása** (1), a **kereslet és a kínálat összerendezése** (2), valamint a kapacitások erőforrás-hatékony rendelkezésre bocsátása **személyre szabott, információs szolgáltatásba „ágyazott", integrált mobilitási szolgáltatások** (3) keretében. Ezen alapfeladatok ellátásához egyre változatosabb és hatékonyabb eszköztár áll rendelkezésre a szerteágazó **személyközlekedési kutatás-fejlesztési és innovációs tevékenységeknek** (4) köszönhetően.

A kereslet befolyásolása (1)

A társadalmi és gazdasági hatások, valamint az élhető környezet iránti fokozódó igény a településszerkezet változását eredményezik. A jövőben egyre markánsabb célként fogalmazható meg, hogy az utazók és az üzleti tevékenységet végző társaságok tudatosabban válasszák meg a tevékenységi helyeiket, melynek során a szolgáltatások és a közlekedés rendelkezésre állása (elérhetősége) egyre fontosabb szerepet játszik. Egyúttal a mobilitási szolgáltatásokhoz való hozzáférhetőség javítása is elvárás mind fizikai, mind pedig gazdasági tekintetben. A közlekedési szokások alakíthatóak és a kereslet formálható a **különböző időhorizontú döntések befolyásolásával,** a társadalmi, személyes stb. jellemzők közvetlen vagy közvetett megismerését követően. A kereslet befolyásolásának egyre meghatározóbb eszközei a jövőben: a növelt értékű tájékoztatás, a dinamikus árképzés, az utazási feltételek változtatása térben, időben stb. A döntések eredményei a közlekedési mód-, eszköz- és útvonalválasztás, valamint az utazások térbeli, időbeli áthelyezése, esetleg mellőzése. További jelentős változást idéz elő a személymozgási igényekben az internetes vásárlások, ügyintézések stb. és a csomag házhoz szállítás terjedése. Mindezek együttesen igénylik a tudatos területfejlesztést, a közlekedési és a kapcsolódó városi alrendszerek fokozottan összehangolt tervezését és üzemeltetését, valamint a tevékenységi helyek fenntartható közlekedési módokkal (pl. tömegközlekedéssel, megosztott mobilitási szolgáltatásokkal, lágy mobilitási megoldásokkal) történő elérhetőségének javítását és az egyéni gépkocsihasználat csökkentését.

A kereslet és a kínálat összerendezése (2)

A kereslet megismerésére és leírására egyre több eszköz (pl. internetes vagy fókuszcsoportos kérdőívek, felhasználói bejelentések) és módszer (pl. értékelő, előrejelző eljárások) állnak rendelkezésre az utazókkal folytatott intenzívebb kommunikáció és a kutatások eredményeként. A kereslet és a kínálat összerendezése során mindkét tényezőt igyekszünk „közelíteni" a másikhoz, figyelembe véve a két oldal rövid- és hosszú távú változási képességét (rugalmasság és adaptivitás).

A kínálatot nyújtó közlekedési rendszer elemeinek megválasztásakor és a működés megszervezé-

sekor az erőforrásokkal (térrel, idővel, emberi erőforrással, energiával stb.) való hatékony gazdálkodást tűzzük ki célul, miközben a szolgáltatási minőség növelésére és az utazói elégedettség fokozására törekszünk a technológiai és gazdasági korlátok mellett. Ezen célok elérését segítik a változatos megosztott mobilitási szolgáltatások, amelyek használata és üzemeltetése új felismeréseken, összefüggéseken és technológián alapul. A jövőben különös odafigyelést igényel az időjárási körülményekkel és a klímaváltozással, valamint az esetleges újabb járvánnyal szembeni, továbbá az információs rendszerek támadása elleni ellenállóképesség fokozása.

A kínálat, mint műszaki rendszer által nyújtott szolgáltatás sikeressége alapvetően függ az utazói elfogadástól; azaz itt kapcsolódik össze a műszaki és a társadalomtudomány a közlekedésben. Az elfogadás különösen az új technológiák (pl. elektromos járművek, önvezető járművekre épített mobilitási szolgáltatások) esetében meghatározó jelentőségű. A jövőben a járműpark nagyságában, jellemzőiben, összetételében és a közlekedési módok közötti részarányokban is jelentősebb változások várhatóak, amit a városi tér- és energiagazdálkodásnak is követnie kell. Különös kihívást jelent a sokszínű és változatos utazási igényekhez illeszthető mobilitási szolgáltatástípusok fizikai és információs kapcsolatrendszerének kialakítása, hiszen ideális esetben az utazók a közlekedési módokat kombinálják egy-egy helyváltoztatás során is, és egy-egy időszakra vonatkozóan is az adott utazási motivációnak legmegfelelőbb közlekedési módot választva. Az egyéni gépkocsihasználat csökkentésének eszköze a versenyképes megosztott és közforgalmú szolgáltatások széles választékának (pl. autómegosztás, kerékpármegosztás, rollermegosztás) biztosítása, amelyekkel a saját járműtulajdonlás csökkenthető, miközben hasonló utazási körülmények és élmény biztosítható.



Fotó: Denke-Pataki Dávid és OpenAI

Személyre szabott, információs szolgáltatásba „ágyazott", integrált mobilitási szolgáltatások (3)

Az integrált mobilitási szolgáltatásnak az utazóhoz való illesztésének eszköze a személyre szabott információs szolgáltatás, amely elősegíti a közösségi közlekedési szolgáltatások individuális „érzékelését". Ily módon lehetővé válik teljes utazási láncoknak az „értékesítése" és az átszállások magasabb minőségű

kezelésével a megbízhatóság javítása. Egyúttal az utazóval folytatott direkt kommunikáció a szolgáltatások értékelését és az elégedettség mérését is támogatják.

A személyközlekedési rendszerben egyre jelentősebb közlekedési adatvagyon halmozódik fel, amelynek a kezelése szervezeti és információáramlási fejlesztéseket is igényel a közlekedéshez kapcsolódó szereplők között. Az adatok az időbeli érvényességük alapján felhasználhatóak stratégiai, taktikai és operatív feladatokhoz; továbbá, a valós idejű és az előrebecsült információk alapján a tervezési feladatok ciklusideje rövidül, és megközelíti az üzemeltetési feladatok ciklusidejét. Az infrastruktúra-, jármű- és mobilitási szolgáltatás üzemeltetés nem nélkülözheti a jövőben a megbízható, mindenütt rendelkezésre álló és hozzáférhető információs szolgáltatásokat. Mindemellett a közlekedési szereplők (várostervezők, közlekedésszervezők, mobilitási szolgáltatók, utazók stb.) különböző szintű és időhorizontú döntései is feltételezik a megbízható adatokhoz való hozzáférést.

Személyközlekedési kutatás-fejlesztési és innovációs tevékenységek (4)

A jövő személyközlekedését a közlekedési szakemberek formálják. Ezért egyre nagyobb szerepet kapnak a közlekedés határterületeit is lefedő kutatások és a közlekedés iránt elhivatott szakemberek magasszintű képzése (utánpótlás nevelés), melynek során a változásra, megújulásra és a folyamatos tanulásra való nyitottság elengedhetetlen. A szervezett képzések mellett egyre nagyobb jelentőségű az utazók tudatformálása, az új megoldások megismertetése (társadalmasító tevékenység), hiszen az elfogadásnak a megismerés az alapja.

A személyközlekedési feladatok megoldása a jövőben fokozottan igényli az egyes szakterületek „mély" ismeretanyagaival rendelkező építőmérnökök, villamos- és informatikai mérnökök, építészmérnökök (várostervezők), gazdasági szakemberek, társadalomtudósok stb. jól szervezett együttműködését, melynek során a személyközlekedésben nélkülözhetetlen rendszer- és folyamatszemlélet alkalmazásával lehet a megoldásokat kifejleszteni és bevezetni.

A személyközlekedés átalakulása folyamatos és a bemutatott változások egy része csak több évtized alatt következik be. Azonban látva a trendeket, már a közép- és rövidtávú fejlesztéseket is ezen irányok mentén érdemes megfogalmazni és végrehajtani. A változások hatásainak valószínűsíthető mértéke jelentős, ezért ezekre már most érdemes elkezdeni a felkészülést. Az ismeretek, tapasztalatok gyűjtése és megosztása, a felmerülő nehézségek azonosítása és azokra megoldási javaslatok keresése közös feladatunk. Jelen lapszám ennek a küldetésnek próbál megfelelni.

KÖZLEKEDÉS TERVEZŐIRODA

Mérnökök az élhető, környezettudatos városok, települések szolgálatában

MIÉRT VÁLASSZON MINKET?
35 év tapasztalat a városi közlekedés tervezésében
6300 megbízás
40 munkatárs, 30 mérnök
Kutatás-fejlesztéstől a kiviteli tervekig, széles szakági spektrum

KÖZLEKEDÉSKUTATÁS- ÉS FEJLESZTÉS
Megvalósíthatósági tanulmányok, hatáselemzések, SUMP
Stratégiai tervezés, koncepciók készítése
Integrált terület- és közlekedésfejlesztés
Településrendezési tervek közlekedési munkarészei

FORGALOMTECHNIKA ÉS FORGALMI MODELLEZÉS
Közlekedési adatfelvételek, elemzések
Közlekedési adatbázisok összeállítása
Forgalmi modellezés, szimuláció
Forgalmi prognózisok
Forgalomtechnikai vizsgálatok, elemzések, tanulmányok
Forgalomtechnikai engedélyezési- és kiviteli tervek

KÖZLEKEDÉSTERVEZÉS
Közlekedési hálózatok és létesítmények részletes tervezése
Tanulmányok, engedélyezési és kiviteli tervek
Településrendezési tervek közlekedési munkarészei
Építészeti tervekhez kapcsolódó közlekedéstervezés
Területfejlesztéshez kapcsolódó közlekedéstervezés

ELÉRHETŐSÉGEINK
„KÖZLEKEDÉS" Tervező Iroda Kft.
https://www.kozlekedes.hu ◆ kozlekedes@kozlekedes.hu
1052 Budapest, Bécsi u. 5 ◆ 1364 Budapest, Pf.262. ◆ (+36-1) 235-2000

Mesterséges intelligencia üzleti alkalmazásai, különös tekintettel a közlekedésre

Interjú Dr. Piller Gábor online marketing szakemberrel, az SZTE GTK „Mesterséges intelligencia üzleti alkalmazásai” című tantárgy oktatójával

AZ INTERJÚT DR. SZERI ISTVÁN KÉSZÍTETTE



MILYEN HATÁST GYAKOROL A MAGYAR ÉS KÜLFÖLDI GAZDASÁGRA EGYARÁNT A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA?

A mesterséges intelligencia (MI) az élet szinte minden területét befolyásolja, így a gazdaságban legalább hat komolyabb területen alapvető változásokat hozott és hoz a közeljövőben is:

1. növeli a termelékenységet, átalakít szinte minden iparágat,

2. átalakítja a munkaerőpiacot,

3. egyértelműen hat az országok és cégek versenyképességére,

4. létrehoz és felerősít meglevő regionális különbségeket,

5. egyes ágazatokat sokkal mélyebben érint, nem csupán tevékenység helyettesítés és hatékonyságnövelés tekintetében,

6. folyamatos jogi és etikai problémákat okoz.



Teljesen egyértelmű a termelékenység növelése bizonyos területeken: gyártás, logisztikai folyamatok (önvezető járművek már most is akár repterekben belül, akár kötöttpályás közlekedésben), MI használata a minőségellenőrzésben optikai képelemzés segítségével. Ettől függetlenül a nagy nyelvi modellek (ilyen a ChatGPT, Gemini, a Grok és a DeepSeek is) már ma is átvették az online szöveg és képalkotási folyamatok legalább 15–30%-át. Az MI vezérelt ügyfélajánlások és ügyfélelemzés már régóta valóság, csak nem hangsúlyoztuk annyira a használatának tényét. Ilyen algoritmusok működnek több évtizede például a bankkártyák tranzakció-ellenőrzésénél, de a Spotify, Tidal vagy Netflix is ez alapján elemez online tartalmakat és fogyasztói szokásokat. A munkaerőpiacon számos munkahely szűnik meg és jónéhány létre is jön, nyilván elsősorban olyanok, amelyek az MI-hez kapcsolódnak, tehát informatikához és bionikához kapcsolódóak. Az ügyfélkapcsolati tevékenységek átalakulása már régóta tart, ma már Magyarországon is több nagy szolgáltatónál tudunk „Vandával" vagy „Kate-tel" beszélni és chatelni, felértékelődik viszont a szakértői tudás az ügyfélkapcsolatokban is. Kiemelném azt is ugyanakkor, hogy az online rendelések egy részénél is megkülönböztetést ad, ha például egy webshop élő telefonos rendelésfelvételt tart fenn: ezzel bizalmat épít és van egy jelentős méretű és vásárlóerejű szegmens, aki nem tud/akar online rendelni. Az MI használata, fejlesztése és a gazdálkodás mindennapjaiba integrálása egyértelmű versenyelőnyt teremt sok országban és itt nem csak a Silicon-völgy környezetére és az USA-ra gondolok, hanem akár Ázsia számos országára, amely komoly előnyhöz jut az MI kompetenciák fejlesztésével. És lehet, hogy megütköztető, amit mondok, de Európa évek óta keresi, hogy milyen módon zárkózhat fel MI tekintetében a világ vezető országaihoz. Persze a leghatalmasabb tech-cégek vezetőinek második vonalában a legjobb, Zürichben vagy Milánóban végzett szakemberek dolgoznak, de kicsi az esély, hogy ők a közeljövőben hazatérnének Európába. Vannak olyan ágazatok, amelyekben nem csupán a munkaerő kiváltását vagy a termelékenység növelését hozza az MI használata, hanem azokat alapjaiban változtatja meg. Ilyen például az egészségügy, ahol a kutatáson keresztül a diagnosztikán át egészen az orvos-beteg kapcsolatig mindenre hatással van és lesz az MI. Az oktatásban már most drasztikus az MI okozta változás, elsősorban nem a nagy nyelvi modellel megíratott beadandó egyetemi dolgozatra gondolok, hanem arra, hogy információszerzésre és problémamegoldásra is kiválóan használhatók a ChatGPT-hez hasonló modellek, és hatékonyan tudják kiegészíteni egy diák tudását az adott tananyagról, pláne, ha nem 100%-osan figyelt az órán. Persze a kreatív gondolkodást, az analitikai képesség fejlesztését és a szintetizáló tudás megszerzését differenciáltan segíti, sőt néhol talán korlátozza is



az MI. Azért, hogy a gyógyítással ellentétes pólusról is szót ejtsünk: a hadviselésben is kulcsszerephez jutott az MI: nemcsak a drónok, hanem a kiberhadviselés és a tömegek befolyásolása is most már elképzelhetetlen az MI használata nélkül, és megérkezünk a korábban említett utolsó ponthoz: az etikai és jogi szabályozás kérdéséhez. Ebben Európában kihúzhatjuk magunkat, hiszen az EU AI Act (az EU MI-t szabályozó törvénye) korszerűen és kellőnek látszó körültekintéssel közelít az MI használatának gyakorlati veszélyeihez és ezek elkerüléséhez vagy a negatív hatások mérséklésének lehetőségeihez. Ma már mindennapos, hogy hamis videókkal találkozunk, amelyben egy ismert személy hirdet egy olyan terméket, amelyhez a valóságban soha nem adta a nevét, csak az MI generálta egy közszereplő vagy ismert személy arcához az általa soha el nem mondott szöveget. Az esetek nagy részében már nagyon nehéz megkülönböztetni az MI által létrehozott audiovizuális tartalomnál, hogy élő ember alkotta-e vagy gép szintetizálta. Ezeket a kérdéseket is alaposan lencsevégre kapta az EU AI Act, amely ugyan csak 2026-ban lép hatályba (2023 decemberében fogadták el), azonban önkéntes alapon cégek már megmérethetik magukat az új szabályokkal. Nyilvánvalóan az EU AI Act abba az irányba mutat, hogy észszerűen használjuk az MI-t és minimalizáljuk vagy meggátoljuk a káros hatásainak terjedését, de látni kell azt is, hogy ez a fajta inkább szigorúan szabályozott MI környezet versenyhátrányt is okozhat az EU gazdasági szereplőinek mondjuk például



az ázsiai MI fejlesztőkkel szemben, hiszen ott gyakorlatilag nagyon kevés publikus szabály befolyásolja a fejlesztést és tesztelést, nyilvánvalóan gyorsabb az egyes fejlesztési lépések végigvitele. Egyértelmű veszély, amelyről ugyancsak sokat beszélünk: az MI nem megfelelő vagy hiteles válaszainak és cselekvéseinek korlátozása és kiszűrése (pl. hallucináció) és dőreség lenne ezt csupán az informatikai fejlesztő szakértők felelősségi körébe tenni. Mint minden, ami új, ennek is folyamatosan fejlődnek a lehetőségei, és egyre tisztábban látjuk a korlátait is (csakúgy, mint például az atom hasznosításának kutatásánál is történt majdnem egy századdal ezelőtt). Biztos vagyok benne, hogy a politikai és gazdasági döntéshozók tisztában vannak a valós lehetőségekkel és veszélyekkel is, és a választók meg a civil közösségek pedig hamarosan egyre hangosabban hallatják szavukat az észszerű és etikus MI felhasználás megvalósításáért. Így történik ez a bolygónk megóvása tekintetében is, és nem szabad megfeledkezni arról a hatalmas környezeti lábnyomról sem, amelyet az MI-t futtató szerverek – akár egy ChatGPT-kérdés megválaszolása – által elfogyasztott szinte felfoghatatlanul sok energia felhasználása okoz.

MILYEN ELŐNYEI ÉS HÁTRÁNYAI LEHETNEK MINDENNEK?

Sok előnyről és hátrányról szó esett már az előző kérdésnél, azonban nem szabad megfeledkezni arról a kihívásról, amit bolygónk növekvő lakossága és az MI által egyes területeken jelentősen csökkenő munkahelyszám okoz. Meggyőződésem, hogy például a négynapos munkahét bevezetési kísérlete egyes cégeknél már nem csak a dolgozók elégedettségének növelését szolgálja, hanem a hatékonyság növelésével a felszabaduló szabad munkaidő csökkentését is kezelheti. Globálisan az MI által elvégzett egyre több jelenlegi feladat azt a veszélyt is hordozza, hogy elveszi a munkalehetőséget a világ növekvő népességének azon részétől, akik nemhogy nem tudnak felzárkózni az MI által támasztott munkaerőpiaci elvárásokhoz, hanem 10–20 éves távlatban esélyük sincs arra, hogy meginduljanak azon az úton. Ez komolyan mélyítheti a szakadékot a világ gazdagabbik fele és a kevésbé tehetősek között.

HOL A LEGELTERJEDTEBB A HASZNÁLATA A VILÁGBAN GAZDASÁGI SZEMPONTBÓL?

A legkorábbi elterjedése talán a pénzügyi szektorban mondható, itt a kockázatkezelésben már na-



gyon régóta használják az MI-t, de nyilvánvalóan a nagy befektetési bankok is kifinomult MI modellekkel elemzik és vázolják fel az egyes instrumentumok legvalószínűbb árfolyammozgásait. Kisebb a rálátásunk, de a fejlesztések kezdete óta jelen van az MI a hadiipari fejlesztésekben, számos megoldás csak hosszabb idő után került át a polgári életbe (pl. GPS-es útvonaltervezés). Mára már az online kereskedelem minden szereplője használja valamilyen mértékben az MI-t, hiszen a Google kampányokban, keresésekben már MI „találja ki", hogy mely felhasználónak érdemesebb megmutatni az adott információt vagy terméket ahhoz, hogy vásárlás vagy olyan tartalom fogyasztás történjen, amelyért a hirdető fizet. Ugyanezen az elven (is) működik a Facebook Advantage célközönsége is.

MIKÉNT FOGJA MINDEZT DONALD TRUMP KAMATOZTATNI AMERIKÁBAN?

Politikához nem értek, viszont azt gondolom, hogy a nemrég újra az Egyesült Államok első emberévé választott amerikai elnök mindent elkövet majd, hogy azt a technológiai vagy versenyhelyzeti előnyt, melyet országa élvez, növelni tudja. Ennek nemcsak az a látható jele, hogy a korábban az ő megszólalásait cenzúrázó vagy letiltó MI-tech óriásokkal is egyezségre igyekszik jutni a „Tegyük újra naggyá Amerikát" cél szolgálatában, hanem az amerikai érdekek képviselete egyértelműen azt kívánja, hogy az Egyesült Államoknak az MI területén is jelenleg meglevő első pozícióját megtartsa, előnyét növelje. Ez természetesen történhet a legfontosabb versenytársak gyengítésével – erre már láthatunk kézzelfogható példákat a vám jogszabályok változtatásával –, de egyértelmű támogatást fog továbbra is élvezni az MI-hez kapcsolódó iparágak fejlesztése és az észak-amerikai munkaerő piac átstrukturálása az MI okozta földindulásszerű változások lekövetése céljából. Összességében a munkaerőpiac átalakítása képzésekkel és az MI-hez kapcsolódó kompetenciák fejlesztésével a gazdaság mindegyik szereplője számára kulcskérdés és ez nem csak az új trumpi irányvonal jellemzője.



ÁTTÉRVE A KÖZLEKEDÉSRE: A MESTERSÉGES INTELLIGENCIÁT A KÖZLEKEDÉS TERÜLETÉN HOL HASZNOSÍTJÁK?

A mesterséges intelligenciát egyre szélesebb körben alkalmazzák

a közlekedés területén is számos különböző célra. Leginkább az önvezető autók területén, ugyanis az önállóan közlekedő személygépkocsik, teherautók a mesterséges intelligenciát hasznosítják a kamerák és szenzorok adatainak feldolgozására, hogy a jármű képes legyen felismerni a környezetet és biztonságosan navigáljon anélkül, hogy emberi vezetőre lenne szükség.

MILYEN EMBERI TÉNYEZŐKET KELL FIGYELEMBE VENNI A KÖZLEKEDÉSBEN A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ALKALMAZÁSAKOR?

Számos emberi tényezőt kell figyelembe venni, hogy a rendszer hatékonyan és biztonságosan működhessen (például az emberi automatizmus interakciók), vagyis a mesterséges intelligencia és az emberek közötti interakció kulcsfontosságú. Ugyanis a jelenleg még jórészt autonóm járművek többségénél szükség van a gépkocsivezető beavatkozására; fontos, hogy a rendszer egyértelműen és könnyen érthető figyelmeztetéseket adjon, hogy az ember zökkenőmentesen át tudja venni az irányítást, ha szükséges.

A GÉPJÁRMŰVEK GYÁRTÁSAKOR MÁR HASZNÁLJÁK A MESTERSÉGES INTELLIGENCIÁT?

Természetesen a mesterséges intelligenciát már sok gyártási folyamatban alkalmazzák, és az alkalmazások folyamatosan bővülnek. Az MI persze nem csak a gyártásban, hanem fejlesztések, tervezések folyamataiban is közreműködik. Az autonóm és segítő rendszerek kifejlesztésében az MI kulcsszerepet játszik. Például már a nagy teherautók esetében is komoly eredményeket értek el az autonóm vezetési rendszerek fejlesztésében, amelyek egyes személygépkocsikhoz hasonlóan képesek önállóan közlekedni és minimalizálni az emberi hibákból adódó baleseteket. Az MI segíti a szenzorok és kamerák adatait feldolgozni, hogy a jármű forgalomban biztonságosan navigáljon, és észlelje az akadályokat, gyalogosokat vagy más járműveket.

A JOGI FELTÉTELRENDSZER HOGYAN ALAKUL A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ALKALMAZÁSÁBAN A KÖZLEKEDÉS TERÜLETÉN?

A mesterséges intelligencia jogi feltételrendszere még teljesen új és folyamatosan fejlődik. A gyors technológiai fejlődés és az MI alkalmazásának növekedése miatt a jogalkotók számos kihívással szembesülnek, hogy biztosítsák a megfelelő szabályozást. Ilyen az adatvédelem és adatbiztonság, ugyanis az MI alkalmazásához kulcsfontosságú az adatok kezelése, mivel az algoritmusok működése nagy mennyiségű adatot igényel. Az autonóm rendszerek működésének legfontosabb kérdése a felelősség, ezért a mesterséges intelligenciával működő autonóm rendszerek (önvezető járművek, robotok) működésének emberi felelőssége egyre inkább jogi kérdéseket vetnek fel, ugyanis ha egy MI-alapú rendszer hibát követ el és az önvezető autó balesetet okoz, akkor felmerül, hogy ki a felelős: a fejlesztő, a gyártó, a rendszer üzemeltetője, vagy maga az MI? Bár az egyes országokban különböző megközelítések léteznek, de az EU és az USA jogalkotói gőzerővel dolgoznak a felelősségi kérdések tisztázásán. Nem elhanyagolhatóak az etikai kérdések és döntéshozatali szintek tisztázása sem, hiszen ezek fontos társadalmi kérdések, miszerint hogyan biztosítható, hogy az MI rendszerek emberi és társadalmi szempontból igazságosak, átláthatóak és diszkriminációmentesek legyenek.

Felhőalapú kooperatív érzékelés és automatizált járműirányítás

Interjú Szalay Zsolttal

AZ INTERJÚ KÉRDÉSEIT ÖSSZEÁLLÍTOTTA A SZERKESZTŐBIZOTTSÁG.
AZ INTERJÚT KÉSZÍTETTE: DR. DENKE ZSOLT



Dr. Szalay Zsolt a BME-n szerzett villamosmérnöki MSc fokozatot 1995-ben, majd a Corvinus Egyetemen közgazdász MSc fokozatot 1997-ben, 2002-ben doktorált gépészmérnökként a BME-n, és 2021–23 között két évig innovációmenedzsmentet tanult a bostoni MIT-n a REAP vezetői program keretében. Szakterülete az automatizált járműrendszerek verifikációja és validációja, különös tekintettel a dinamikus határon történő automatizált járműirányításra, valamint a járműves kiber-fizikai rendszerek virtuális és fizikai tesztelési módszereinek egyedülálló ötvözésére.

MIÓTA FOGLALKOZIK AZ ÖNVEZETŐ JÁRMŰVEK KÉRDÉSKÖRÉVEL?

Kettéválasztanám válaszom.
A Tanszék az 1990-es évek közepétől, második felétől foglalkozik intelligens járművek kutatásával, kameralapú detekcióval, illetve járműdinamikai rendszerek szabályozásával. E kutatások az alapjai voltak mindazon további kutatásnak, amelyek a 2000-es évek elején folytatódtak EU-s nagy keretprogramból finanszírozottan. Ezidőben, 2006–2009 körül még úgy gondolták, sosem lesz autonóm jármű Európában, csak magasan automatizált. Azután 2015-től gyorsult fel a kutatás azzal, hogy napirendre került a ZalaZone[1], a kifejezetten az autonóm járművek tesztelésére alkalmas járműipari tesztpálya létesítése. Ebben a Tanszékünk és személyem is nagyon aktívan részt vett. E tesztpályának kutatási és innovációs vezetője voltam 8 évig. A tesztpálya megvalósulásakor, 2015–2016 tájékán alakítottuk ki a Műegyetemen és a Tanszéken belül is azt a kutatási fókuszt, amelyet mára BME Automated Drive Laboratóriumnak nevezünk, és az autonóm járműves kutatásokkal foglalkozik. Ezen belül három részterületen van világszínvonalú kutatásunk:

1) intelligens infrastruktúra és felhőalapú járműirányítás,
2) járműdinamikai határon történő autonóm-járműirányítás, ezzel a cél balesetek elkerülése és életek megmentése a közúton, valamint
3) a funkcionális biztonság és kiberbiztonság összekapcsolása és ennek tesztelési módszertana, illetve olyan algoritmusok kidolgozása, amelyek a külső kommunikációra épülő ADAS[2] és ADS funkciók biztonságos működését hivatottak garantálni.

[1] ZalaZONE Járműipari Tesztpálya, Zalaegerszeg, ZalaZONE tér 1.
[2] ADAS: Advanced Driver-Assistance System, azaz Haladó Vezetéstámogató Rendszer.

MILYEN TOVÁBBI TUDOMÁNY-TERÜLETEKEN KELL MÉG OTTHONOSAN MOZOGNI A JÁRMŰMÉRNÖKI TERÜLET MELLETT AZ ÖNVEZETÉS TÉMAKÖRÉNEK KUTATÁSA SORÁN?

A mérnöki területekkel kezdem, amelytől aztán egyre inkább távolodunk.

A járműmérnöki területen mára a villamosmérnöki tudományok nélkülözhetetlenek, ezen belül is elsősorban a kommunikáció. Ma már elérhető az úgynevezett URLLC, amely az „Ultra Reliable Low Latency Communications", azaz nagyon nagy megbízhatóságú és alacsony késleltetésű adatátvitel, így az nagyon gyors és nagy megbízhatóságú kommunikációt eredményez, amelyet az 5G mobilhálózatokban használnak. Ez a kommunikációs rendszer elképesztően fontos az autonóm járműtechnológia számára. Meg kell említenem, hogy a járműmérnöki terület mára a forgalomirányítás és intelligens közlekedési rendszerek felé, az irányítástechnológia és irányításelmélet irányába mozdult el. Mérnöki területeken túl a jogi és szociológiai tudományok érintettek.

A jogi szabályozás még messze nem megoldott. Az EU-s és amerikai megközelítés között óriási különbség van. Az EU ugyanis szabályozást alkot, majd a hatóságokkal azt vizsgáltatja, hogy a jármű a szabályozásnak megfelel-e. Pozitív eredmény esetén a vizsgált jármű kimehet a közútra. Ezzel szemben az USÁ-ban nem ez a típusvizsgálati vagy homologizációs módszertan eljárás rendszeresített, hanem az úgynevezett „self-certification", azaz a járműgyártók „saját" tanúsítása. Ez azt jelenti, az autógyártó nyilatkozik arról, hogy járműve jó és biztonságos. Mindezt egészen addig feltételezni kell, amíg az ellenkezője be nem bizonyosodik. Így az amerikai környezetben az újdonság, az innováció azonnal a közútra kerülhet, mert mindent szabad, ami nem tilos. Ezzel szemben az EU-ban csak az szabad, ami engedélyezett, ez óriási különbség.

A jogszabályoknál a szabályozási környezetben a felelősség kérdését is megemlítem: egészen mostanáig, az autonóm járművek megjelenéséig, a humán vezető, azaz mi vagyunk felelősek a járművel történtekért egészen az automatizálás 2. szintjéig, míg a 3. szinttől a járműgyártó termékfelelőssége lép be.

A jogon kívül a szociológiával és pszichológiával van még együttműködésünk. Ugyanis bármilyen jó autonóm rendszert vagy intelligens közlekedésirányítási rendszert készítünk műszakilag, ha az emberek számára az nem elfogadható, nem tetszik, vagy nem tudnak vele azonosulni, illetve számukra nem kényelmes, nem érzik úgy, hogy az támogatja őket, hanem inkább tartanak tőle, akkor hiábavaló a fejlesztés.
Minden kutatónak azt kell szem előtt tartania, hogy a nap végén a társadalom számára olyan megoldást nyújtson, ami társadalmi problémákra ad választ, a társadalom jólétét segítse elő.
Tehát nagyon szerteágazó ez a terület a műszaki területen túl.

HOGYAN MŰKÖDIK AZ ÖNVEZETŐ JÁRMŰVEK KOOPERATÍV ÉSZLELÉSI ÉS ELLENŐRZÉSI RENDSZERE?

Kooperatív érzékelésről és kooperatív irányításról beszélünk.

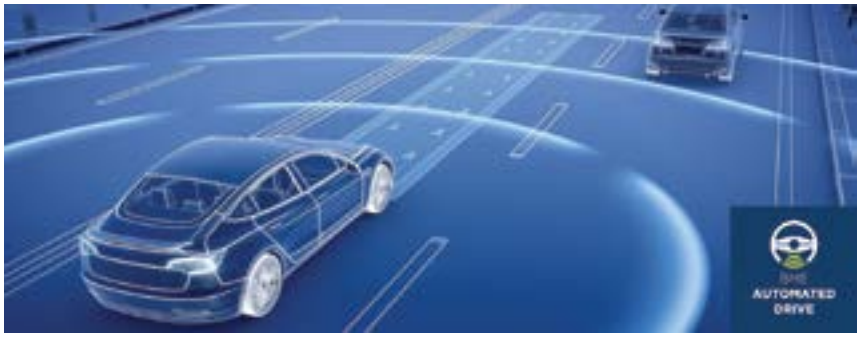
A kooperatív érzékelést bontsuk további két részre.

Képzeljünk el egy olyan helyzetet, hogy télen Budapestről Balatonra utazunk. Saját autónk szenzorai csak néhány száz méterre látnak előre, például 200 m-t tudnak befogni. Viszont a kooperatív rendszer az előttünk 5 km-re lévő szenzoros autóból származó információt összehangoltan elküldi a többi járműnek. Így az autóm máris 5 km-re előre látja, hogy baleset vagy jegesedés, netalán forgalmi dugó van, ezért csökkentenem kell a sebességet. Rengeteg hasznos információt tudnak így a járművek egymásnak szolgálttani. **A kooperatív érzékelésben** ez jelenti azt, hogy a felhő alapú rendszerben két jármű össze tud kapcsolódni.

De amiben nagyon nagy tapasztalatunk van, és ebben óriási jövőt látok, amikor **nemcsak a járművek lesznek intelligensek, hanem az infrastruktúra is!** Partnerségben a Magyar Közúttal, most készül el az M1–M7 bevezető szakaszának egy km-es szakasza, amelyet teljes mértékben beszenzoroztunk. Összesen 40 db mindenféle szenzort, a legmodernebb érzékelőket helyezzük el, amelyek kétirányban 110 ezer jármű forgalmát figyelik. Így az összes elhaladó járművet valós időben tudjuk detektálni, nyomon követni. Figyelni tudjuk a közlekedés rajszerű viselkedését.

Ezzel az infrastruktúra-érzékeléssel minden közlekedőnek külön,

testreszabott javaslatokat tudnunk adni: egyik váltson sávot jobbra, a másik váltson sávot balra (míg a Waze az egy helyen közlekedőknek mind ugyanazt a javaslatot tudja csak adni). Az M7-es autópálya Székesfehérvár és Érd közötti háromsávos szakaszán mindenki a középső sávjában halad, így annak átbocsátóképességét ezzel a megoldással, hogy a jobb sávba is járműveket irányítunk, javítani tudjuk. De mindenkinek testreszabottan közlekedésbiztonsági javaslatokat is tudunk adni! Például követési távolság javaslatot tudunk adni azzal, hogy a rendszer látja, amennyiben a jóval előttünk a haladó járművek egymás fenekében haladnak, akkor balesetmegelőzési céllal nagyobb követési távolságot javasol. Vagy mögöttünk egy örült mindenkit letol a sávból, ezért ha békességet akarsz, akkor javasolja: jó előre válts sávot!



De még egy ötlet, például az M0-ás gyűrűn jobbról előző járműveket ki lehetne szűrni, és kivenni a forgalomból (akár egy-két órás pihenőre küldve vezetőiket). Számításaink szerint az M0-ás autóúton kialakult baleset költsége óránként 50 millió forint. Ha a balesetveszélyesen közlekedő járművezetőket ki tudnánk szűrni, akkor jelentős károkat előzhetnénk meg, de nem terelődne át a forgalom Dél-Budapestre sem, amely baleset esetén számtalanszor előfordul.

Tehát a kooperatív érzékelés nemcsak a jármű-jármű együttműködése a környezet érzékelése terén, hanem a járművek közúti infrastruktúra által kiegészített érzékelése, amelyek kiegészülnek a testreszabott javaslatokkal.

Az intelligens infrastruktúra-érzékeléssel a nem okos járműveket, akár egy Trabantot is fel tudunk okosítani egy táblagép beépítésével, amelyen keresztül olyan információkhoz juthatnak, mint egy okos Mercedes, amely 28 szenzorral rendelkezik. Sőt, a járművek saját szenzorai által nem érzékelhető, távoli vagy takarásban lévő környezeti eseményekről is információt kaphat így az autó – a saját perspektívájából. Az autónak így akár a holttérfigyelését is meg tudjuk oldani.

MILYEN VALÓS TESZTKÖRNYEZETET ALAKÍTOTTAK KI ÉS HOL?

A ZalaZone egy zárt, biztonságos tesztkörnyezet. De az M1–M7 bevezető szakaszán már valós tesztkörnyezetet, világon egyedülálló valós idejű rendszert alakítottunk ki. Ezek a szenzorok 1,5 GB-nyi adatot szolgáltatnak másodpercenként, amelyet szuperszámítógéppel dolgozunk fel, valamint mesterséges intelligencia alkalmazásával kidolgozott, saját algoritmusaink vannak a járművek detekciójára, nyomon-követésére, az adatok valós időben történő feldolgozására.

Amennyiben erre a szakaszra érkezik egy ADAS rendszerrel felszerelt jármű, akkor egy olyan tesztkörnyezetet kap, hogy az ADAS-sal felszerelt jármű saját érzékelését az infrastruktúrától származó információk alapján azonnal, valós időben validáltatni tudja. Egy dinamikus „ground toolt" tudunk adni. A jármű azonnal tudja ellenőrizni, hogy az általa érzékelt autó valóban ott van.

MESÉLJEN A 2022-ES ITS VILÁGKONGRESSZUSON BEMUTATOTT MEGOLDÁSRÓL!

A Magyar Közúttal közösen kinn voltunk az ITS világkongresszuson Los Angelesben. A kiállítási standon kialakítottunk egy pilotafülkét. A vendégeink beülhettek a pilótafülkébe és ezen keresztül irányíthatták a felhő alapú rendszeren keresztül azt a fizikai autót, amely itt volt Magyarországon, 10 ezer kilométerre a ZalaZone tesztpályán.

A MIXED REALITY (VEGYES VALÓSÁG) MEGOLDÁSOK, TESZTELÉSEK MILYEN ELŐNYÖKET NYÚJTANAK ÉS VAN-E HÁTRÁNYUK?

Két alapmotivációja van ezeknek a vegyes valóság alapú tesztkörnyezetekeknek.

Egyik, hogy sokba kerülnek a fizikailag kivitelezett tesztek, főleg autonóm járműves rendszerek tesztje esetén. Hiszen nem csak maga az autonóm jármű van, hanem más

járműveket is kell mozgatni. Sőt környezet is kell, jelzőlámpa, autóbuszmegálló, a városi környezet. Amennyiben az autonóm funkciókat le tudjuk tesztelni előzetesen szimulációval, ez sokat javít a tesztelés költséghatékonyságán.

Másik motiváció: vannak olyan közlekedési szcenáriók, amelyeket le kell tesztelni, de ezek a tesztek nagyon veszélyesek. Például van egy olyan tesztelőírás, mint a szembejövő forgalom (oncoming traffic) teszt. Vidéki úton haladunk és a szembejövő autót elkezdik előzni. Az autonóm járműnek fel kell ismernie, hogy van egy szembe jövő autó, és azt egy másik autó elkezdte előzni. Azt is fel kell ismernie, hogy az előző autó vissza fog-e érni időben a sávjába, ha nem ér vissza, akkor nekünk be kell avatkozni, ami lassítást vagy vészhelyzeti manővert jelent (a padkára vagy leállósávra kormányozzuk a járművet).

Előírás szerint mindkét jármű 110 km/h-val kell haladjon, azaz relatívan 220 km/h-val haladnak egymással szemben. Beülünk a valós járműbe, és a szembejövő járművet előző jármű virtuális jármű lesz.

Elhitetjük a járművünkkel, hogy egy valódi 110 km/h-val jövő járművet érzékel a szimulációval. Így keverjük a valóságot és a szimulációt, ettől lesz „mixed reality". Ha ebben a környezetben nem sikerül a teszt, akkor nem történik sem anyagi kár, sem humán sérülés, mert elmarad a valódi karambol, ha a virtuális autó keresztülmegy a tesztautónkon. Viszont nagyon jól le tudjuk vele tesztelni a veszélyes helyzeteket. Ha már jól működik a teszt, akkor ezt az utolsó virtuális összetevőt is kicseréljük valósra, azaz a szembejövő autó is valós lesz és így is végrehajtjuk a tesztet. A „mixed reality" egyik véglete, amikor a teljes teszt szimuláció, a másik viszont a valós teszt. A kettő között bármilyen arányú lehet a „mixed reality".

A DRIVEBYCLOUDE-BAN VOLTAKÉPPEN VALÓSÁGHŰ TESZTKÖRNYEZETET HOZNAK LÉTRE. MIBEN KÜLÖNBÖZIK AZ ELŐBBI „MIXED-REALITY" MEGOLDÁSTÓL?

DrivebyCloude egy hasznosító cég, egy műegyetemi spin-off vállalkozás. Az előbb említett kutatások eredményeinek piacra viteléért felelős. Azért hozta létre az egyetem a kutatókkal közösen, hogy a felhő alapú irányítást, a „mixed realty" tesztet az ADAS tesztet kizárólagos joggal piaci szolgáltatásként kínálja. Tehát a DrivebyCloude cég egyik terméke a „mixed reality".
A DrivebyCloude most az egyik nagy autóipari beszállítónak olyan „mixed reality" megoldást fejleszt, amivel az automatikus parkolórendszereket lehet nagyon gyorsan vizsgálni és tesztelni.

AZ M1–M7 BEVEZETŐRE 5 KAPU KERÜL, AHOL A CSOPORTVISELKEDÉST TANULMÁNYOZZÁK MAJD, TOVÁBBÁ CÉL AZ INFORMÁCIÓ ADÁSA AZ ÉRZÉKELŐKKEL NEM FELSZERELT AUTÓKNAK IS. ÉRDEKES LENNE, HOGY MI TÖRTÉNT AZÓTA, HOL TART A PROJEKT?

Eddig három kapu került felszerelésre, 800–1000 méteres úthoszszon, ahol 40 szenzor 1,5 GB/sec adatot szolgáltat. Az év végére már 5 kapu lesz felszerelve, 1,5 km-es szakaszon, amelyek összesen 2,5 GB adatot szolgáltatnak másodpercenként. A szenzorok között:

- nagy hatótávolságú és rövid hatótávolságú lézer szkennerek, LIDAR[3] érzékelők,
- gyors kamerák,
- hő- (temikus, infra tartományban) kamerák,
- radarok

találhatók. Ezek kombinációjával, szenzorjelek fúziójával érünk el detekciókat. Ezekre a detekciókra építjük a járműkövetést (ún. trackinget). Ezzel tudjuk vizsgálni a humán járművezetők által vezetett nagy csoport jármű viselkedését.
Például a dallasi North Texas University-vel van együttműködésünk, amely keretében az amerikai egyetem virtuális autójukat valós forgalomban megkísérlik vezetni.
Az autonóm járművek viselkedését tudjuk tanulmányozni. Egy magasan automatizált jármű hogyan viselkedik ebben a környezetben? Alkalmas-e arra, hogy megjelenjen, nem kelt-e zavart a humán forgalomban?

ÖN IS RÉSZT VETT A DRIVEBYCLOUD KFT. ÉS AZ IMOTIONDRIVE KFT. SPIN-OFF CÉGEK ALAPÍTÁSÁBAN. MIT ÉRDEMES TUDNI ERRŐL A CÉGRŐL ÉS ÁLTALÁBAN MIÉRT JÖNNEK LÉTRE A SPIN-OFF CÉGEK?

Az iMotionDrive másik kutatási eredményt visz piacra: az autonóm járműirányítási képességünket, amelyet a tapadási határon túl is ki tudunk használni. A mai ESP[4]

[3] A LIDAR a Light Detection and Ranging rövidítése, amely a lézer alapú távérzékelés.
[4] Az ESP az angol Electronic Stability Program (elektronikus stabilizáló program) rövidítése.

rendszereknek – amikor a járművezető elveszíti az irányítást a jármű felett – az az egyetlen válaszuk, hogy tapadási határon belülre fékezik a járművet. Az iMotionDrive által hasznosított és a Műegyetem által kifejlesztett algoritmus autonóm módon tud „driftelni" úgy, hogy nem ember vezet, tehát csúszás közben, a tapadási határon túl is tudjuk vele kontrollálni a járművet. Amikor a járművezetők elvesztik a jármű feletti irányítást, akkor a megcsúszott állapotban is át tudjuk venni a jármű feletti irányítást.

Ebben az állapotban ki tudjuk kerülni az előttünk lévő objektumot (járművet, villanyoszlopot, etc.), amit a tapadási határon belül, ESP-vel nem tudnánk kikerülni, de a tapadási határon túl, sodródó állapotban viszont igen. Így a kerekek csúszása mellett is tudjuk irányítani a járművet.

NEM LESZ-E AZ ÖNVEZETŐ AUTÓZÁSNAK (EXTRÉM HOSSZÚ KÓDSOROZATOK KIALAKULÁSA MIATT) AKKORA IT IGÉNYE, AMIT NEM LEHET KISZOLGÁLNI, ILLETVE A RENDSZERTELJESÍTMÉNY CSÖKKENNI FOG?

Jogos a felvetés! Nagy számítási igényű a járművön belül és az infrastruktúrán keletkező adatok valós időben, szuperszámítógéppel történő feldolgozása. Ennek nagy a teljesítményigénye. Egyre hatékonyabb algoritmusokon dolgozunk, ezzel párhuzamosan a számítógéparchitektúrák is fejlődnek és az egész rendszer fejlődése abba az irányba mutat, hogy mikorra szériaként el fog terjedni, addigra sokkal hatékonyabb számítógépekkel, sokkal kevesebb teljesítményfelvétellel, sokkal hatékonyabb algoritmusokkal tudjuk majd az adatokat feldolgozni, a számításokat elvégezni. Ahogy az elektromos autók akkumulátorainak a kapacitása is egyre növekszik, úgy kell elképzelni az előbb ismertetett folyamatot is.

VÉLEMÉNYE SZERINT AZ ÖNVEZETŐ AUTÓK ELTERJEDÉSE MIT EREDMÉNYEZ A KÖZLEKEDÉSBEN?

Vizsgálni kell azt, amikor vegyes járműállomány közlekedik: autonóm járművek és emberek által irányított járművek.

Ugyanakkor mikor az autonóm járművek realitássá válnak – el tudom képzelni – **lesznek olyan dedikált útszakaszok,** amelyeken csak önvezető járművek közlekedhetnek. Az önvezető autók egymással és az infrastruktúrával való kommunikációjával ki tudjuk használni ennek két legnagyobb előnyét: a balesetmentes közlekedést és a még hatékonyabb közlekedést (a nagyobb átbocsátást adott keresztmetszetben). Például egy ilyen szakaszon az M7-esen teljes biztonságban, akár alvás, pihenés közben lehetne a Balatonra lejutni.

AZ ÖNVEZETŐ JÁRMŰVEK ÉS A HAGYOMÁNYOS JÁRMŰVEK EGYÜTTES MEGJELENÉSE A HÁLÓZATON VÉLEMÉNYE SZERINT HOGYAN TUD MEGVALÓSULNI? EHHEZ A SZÜKSÉGES INFRASTRUKTÚRA KIÉPÍTÉSE MILYEN FELFUTÁSSAL, MILYEN IDŐTÁVBAN VALÓSUL MEG?

A technológia már lehetővé teszi e rendszereknek a kiépítését. Szerintem gyorsan el fognak terjedni, mivel ez a nagyfokú intelligencia az útépítés költségéhez képest töredék költséggel megvalósítható. Ma már természetesnek vesszük, hogy új út építésekor szélessávú optikai gerinchálózatot építünk, hamarosan ezzel párhuzamosan az intelligens szenzorhálózatot is ki fogjuk építeni.
Képzeljék el, Kínában 2024-ben 1000 km okos utat építettek. Hogy pontosan mit tudnak ezek, majd tanulmányozni fogjuk, de sehol a világban nem építenek ennyi okos infrastruktúrát!
Ha intelligens út lenne az M7-es végig, akkor bármikor dinamikusan meg lehetne nyitni a leállósávot, például 80 km/órás sebességgel. Jelenlegi M1 és M7-es fejlesztés ugyan még nem az, csak VMS-ekkel lesz szabályozva a leállósáv használata is. Az út bekamerázott lesz, de diszpécserközpontban fogják azokat emberek nézni, s vezérlik majd a VMS kijelzőket. A kamerák alapján azonban nehéz megállapítani a távolságot. A mi lézerszkenner kamera-funkciónkkal néhány centiméteres pontossággal meg tudjuk állapítani a távolságot. A technológiánk lehetővé teszi, hogy valós időben, digitális iker alapon mindent le lehet programozni és automatizálni az intézkedéseket. Ezzel biztonságosabbá tehető a közlekedés.

Debrecen belvárosát tehermentesítő úthálózat kialakítása

KÁLNOKI-KIS SÁNDOR

Amikor a Városi Közlekedés főszerkesztője ezzel a címmel kért tőlem egy írást, akkor még nem gondoltam, hogy a várostervezéshez kapcsolódó közlekedéstervezés 60 éves történetét kell megírjam Debrecen példáján, amiben szakaszosan, de mindvégig szerepem lehetett.

A történet 1966-ban kezdődött, amikor Dr. Perényi Imre, a Városépítési Tanszék vezetője, egyidejűleg az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium (ÉVM) miniszterhelyettese Dr. Pongrácz Pál adjunktust nevezte ki Hajdú-Bihar és Szabolcs-Szatmár megye főépítészének. Egyidejűleg – a korábbi gyakorlattal szakítva – nem a Városépítési Tudományos és Tervező Intézet, hanem a Debreceni Tervező Vállalat kapta a megbízást Debrecen általános rendezési tervének elkészítésére. Az új főépítész az előző 3 évben tervpályázatokon közlekedéstervező partnerét, az Útépítési Tanszék tanársegédjét – egy 2 szobás tanácsi bérlakás ígéretével – csábította vissza szülővárosába, Debrecenbe, aki akkor családjával albérletben lakott Budapesten.
Debrecen város életének meghatározója – egyben „védelmezője" – a protestáns konzervatív gondolkodás, ami a belváros szerkezetének alakulásában a mai napig tetten érhető. A városi rang 1361. évi elnyerése előtti három önálló település – a honfoglalás előtt már létező, nevében is szláv eredetű Debrecen (dobre zemjl – jó föld), valamint az Árpád-kori Mesterfalva és Szentlászlófalva utcáinak rajza (a mellék utcákat is beleértve) a mai térképen is ott vannak.



Az 1361-ben városi rangot elnyerő 3 település



Debrecen – Térképrészlet 2022.

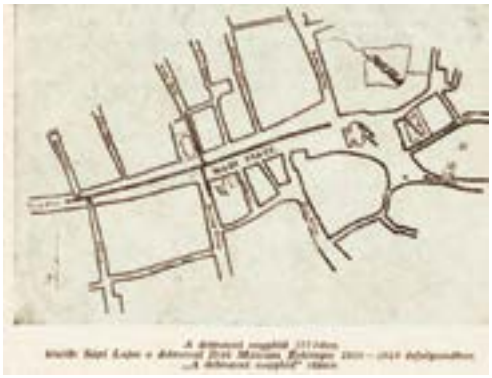
A mongol, majd a török támadások hatására felgyorsul a település folyamata a palánkkal körülvett Debrecenbe. A Tiszáig terjedő terület fokozatosan kiürül, a földművelés helyett a rideg állattartás válik általánossá, amit követ a talaj szikesedése.

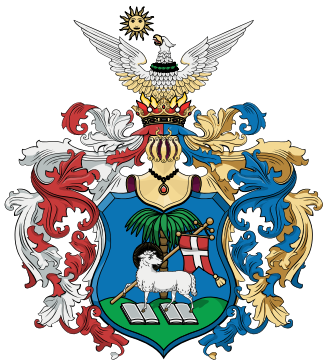
A mai Vár utca és a Nagytemplom – korábban a Szent András templom – közötti „Kastély" területe többek között a Hunyadiak, később a reformáció kezdetén az 1542-ben, Buda elfoglalásakor az erdélyi fejedelemség létrejöttében szerepet játszó Enyingi Török Bálint, majd fia, János tulajdonában volt. Az utóbbi idejében, kezdeményezésére lett meghatározó a városban a reformáció, amelynek szellemi alapja 1538-tól az erdélyi fejedelmek által mindig támogatott – ezzel a török időkben bizonyos védőernyőt jelentő – Kollégium, amely kezdetektől magába foglalta az alsó- és középfokú oktatás mellett a teológiai és a tanítóképzéssel a felsőfokú oktatást is.
Kialakult a „két telkes" városszerkezet. A palánkon belül az egy észak-déli és azt átmetsző, vagy abból kiinduló kelet-nyugati – kifelé eredetileg a napi csordajárásnak megfelelően szélesedő – utcahálózatra nyíló „belső telkek" (lakás, zöldség, baromfi) és a palánkon kívül a „kertek" (gyümölcs, szőlő, sertés, tejelő marha). Az 1700-as évek elején a kertségekben több mint 500 ha-on termett a gyümölcs és a szőlő, közel 1000 gazdának több mint 16 000 marhája legelt rideg tartásban a pusztákon, amiből lábon hajtottak eladásra egy-egy csordát Itáliáig. Ugyanakkor az egyházi épületeket leszámítva mindössze 16 épült téglából. Ezért rendszeresen tűzvészek pusztították a várost, ami után a palánk kapui által is meghatározott korábbi utcavonalakat megtartva épült az újjá. A szűken vett belváros – a Piac utca – forgalmát két évszázadon keresztül – az 1910-es években már villamossal történő kiépítésig – cölöpökön pallókból épült széles „burkolat", a mintegy 700 m hosszon a piachoz vezető „Nagy Híd" tette lehetővé.



Debrecen térképe 1771.


Debrecen térképe1905.


A „Nagy Híd"


Debrecen címere

A város a XIX. század legvégén „lépte át" lakóépülettel először a „palánk"-ot és az 1854-től azt követve megépült vasúti pályákat nagy telkes, kertvárosi beépítéssel, fokozatosan elfoglalva a kertségeket.
A II. világháborúban elpusztult vagy súlyosan sérült az épület állomány 50 %-a, de az „újjáépítés" során az utcahálózat ekkor is változatlan maradt. A vasútállomástól a Piac utcáig vezető két keskeny utca (villamossal) közötti területet megtöltő – többségében biztosító társaságok tulajdonában lévő – bérházak a bombázások áldozata lett. Az újjáépítéskor a város nem építette be. Létrejött a többszörösére nőtt Petőfi tér, enyhítve a belváros zöldterület hiányát.

Az 1911-től kiépített villamos hálózat – ennek részeként megújult Piac utca – mellett az 1960-as évekig új közlekedéshálózati elemként csak a „palánk" vonala mentén az „árok" üresen maradt területén egy „körút" és az Egyetem megépítését követő Egyetem sugárút említhető. Az állami úthálózat útjai, így a 4. sz. főút, valamint további főutak (így a 33.; 35.; 47.; 471. sz. utak) mindegyike érintette a városközpont „szívét", a Piac utca Nagytemplom és Kossuth utca közötti szakaszát, ahol találkoztak a belvárost kelet-nyugati irányban metsző 4. sz. főúttal.



Piac utca



Az állami úthálózat a belvárosban

Az 1966–1968 között készült általános rendezési terv felelős tervezője Szokolai Örs (1931–1974) okleveles építészmérnök volt. A közlekedési munkarészek a DTV és az UVATERV együttműködésében készültek el.
Az UVATERV részvétele biztosította, hogy a közlekedésfejlesztési fejezet mind tartalmi, mind formai szempontból megfeleljen az akkori tervezési irányelvek szerinti „Piros könyvnek".

A DTV közlekedéstervezői – személyem, mint irányító tervező – biztosították a teljes összhangot a rendezési terv többi szakterületével, különösen az építész tervezővel. Kezdeményezésünkre – a város megszokott finanszírozása mellett – az ÉVM biztosított kiegészítő forrást, amely lehetővé tette a közúti és tömegközlekedési hálózatok



A „Piros könyv"



Egyetem sugárút

fejlesztésének megalapozásához a magyarországi gyakorlatban addig nem alkalmazott módszerek alkalmazását.

Kérem az olvasót, hogy a következő sorokat olvasva ne tegyen fel olyan kérdést, mint az 5 éves fiam 1970-ben, amikor társaságban meséltem, hogy 1953-ban hogy hallgattuk rádión az angol–magyar mérkőzést: „Miért nem tévén néztétek"?

Korábbiakban – az 1955. évi budapesti közúti forgalomfelvétel már lyukkártyás 160 körzet közötti honnan-hova feldolgozását leszámítva – a forgalom elemzése az egyes útszakaszokon járműtípusonként bontott kézi, strigulázott keresztmetszeti forgalomszámlálásra, a fontosabb csomópontok hasonló kézi számlálására, majd az így nyert adatok országosan érvényes szorzókkal felszorozva nyert „mértékadó" forgalmakon alapult. Ma már megmosolyogtató, hogy az ÉKME Útépítési Tanszékének két tanársegédje, – jelen sorok írója és egy kollégája – a felvétel után 7 évvel is, 1962–63. telén három hónap alatt „ kézi munkával" készí-

tették el az említett 1955. évi felvétel eredményeként létrejött 160 x 160-as mátrix ráterhelését a főváros úthálózatára. A „kézi munka" során két összetolt rajzasztalra felfeszített Budapest térképre pauszpapíron húztuk be a két körzet közötti 1.; 2. és 3. legrövidebbnek ítélt útvonalat a pauszra és annak minden szakaszára ráírtuk külön-külön a két irányba az egyéb járműforgalom 70, 20 és 10%-os értékét. Így haladtunk a 160 x 160-as tábla 25 600 adatának kettesével (oda-vissza) tovább. Amikor már „megtelt a pausz", akkor cseréltünk és végül az azonos szakaszok forgalmát összegezve kaptuk meg a forgalmi terhelést.

Mindössze öt évvel később egyedi volt az a lehetőség, hogy a város közúti és tömegközlekedési hálózatának forgalmi vizsgálata, elemzése, a jövőbeni forgalmi igények becslése, annak a közút és a tömegközlekedés közötti megosztása és számítógépi modellezés („gravitációs" modell) segítségével a hálózati változatokra történő ráterhelés több változat összehasonlításával tette lehetővé a leghatékonyabbnak ítélt változat kiválasztását.
Debrecen esetében a közúti forgalom felvétele az Állami Biztosító nyilvántartására támaszkodott. A megyei újságban kétszer megjelentetett előkészítés után, a gépjármű üzemeltetők részletes kitöltési útmutatót tartalmazó, a számlálás napján kitöltendő „menetlevelet" és a számlálás napján kitűzendő matricát kaptak postai úton, minden Debrecenben bejegyzett rendszámhoz. Akkor 7290 gépjármű kapott „menetlevelet" (1515 magán, 289 állami személygépkocsi, 3706 magán, 542 állami motorkerékpár, 4 magán, 16 állami, autóbusz, 104 magán, 1029 állami tehergépkocsi és 19 magán és 66 állami egyéb volt Debrecenben). A számlálás napján – 1967. június 28-án, szerdán – a Debrecenbe bevezető 13 úton 6–20 óra között működő számlálóállomáson a matricával nem rendelkező járművek megállításra kerültek. A városon áthaladó forgalom kilépő pont szerint regisztrálásra került, a célforgalom kitöltendő menetlevelet kapott. A visszaérkező menetleveleket rendszám alapján tulajdon (magán illetve állami) és járműtípus szerint csoportosítva és a lyukkártás feldolgozás után a tényleges visszaérkezési arány (személygépjárműveknél 28,0–85,4%, tehergépjárműveknél 46,3–81,0% között változó) szerint kaptak az eredmények szorzószámot.

A tömegközlekedés (Debreceni Közlekedési Vállalat – DKV – villamos és 6. sz. Autóközlekedési Vállalat – AKÖV – autóbusz) utasfelvétel előkészítése során a helyi sajtóban kétszer megjelent tájékoztató mellett a járműveken rövid, támogatást kérő hirdetményeket helyeztettünk el. A forgalomfelvételt – a két vállalat forgalmi szakembereinek bevonásával – szóbeli és írásbeli oktatást és próbaszámlálást követően középiskolás diákok végezték. A számlálás napján – 1967. június 21-én, szerdán a teljes üzemidő alatt – minden megállóhelyen rögzítésre került a leszálló és felszálló utasok száma, a járműveken pedig legalább 25%-os reprezentációra törekedve készült interjú az utasokkal kiindulási és cél címének és az utazás céljának rögzítésével. Kódolás és lyukkártya feldolgozás után kaptuk meg az egyes viszonylatok szakaszainak a terhelését, a megállóhelyek forgalmát és ezek napi lefolyását.

A tervezés három üteméhez (1980, 2000 és 2040) az akkor elfogadott személygépkocsi ellátottság növekedéssel (60, 150, 300 szgk/1000 lakos), növekvő lakosszámmal (200 000, 300 000, 500 000 fő) és figyelemmel a felvételből számított debreceni utazási szokásokra a hivatásforgalomban (4% személygépkocsi, 46% tömegközlekedés, 50% gyalogos és kerékpáros) levezethető volt az összes utazásszám várható növekedése (1,7-szeres; 2,1-szeres; 2,6-szoros).

A vizsgálatok első szakaszának lezárása és a helyszín ismerete alapján néhány nap alatt egyetértésre jutottunk abban, hogy a 4. sz. főút átvezetésének két lehetősége van – elkerülő útban való gondolkodás még csak álom lehetett – a belváros déli vagy északi határán. Végül a déli változat került elfogadásra. A többi főút ehhez kapcsolódik, ugyancsak a korábbi palánk vonalában kialakult „körút" felhasználásával. Aztán napokig „gyötörtük" egymást. Abban egyetértettünk, hogy a főutak kiemelése után a forgalom jelentős része még mindig az egyetlen észak-déli tengelyt fogja terhelni. Az már akkor prognosztizálható volt, hogy ahogy a század elején a kertvárosi beépítés elfoglalta a kertségeket, a következő évtizedekben a tömeges lakásépítés elsősorban a belváros és a Nagyerdő közötti észak-nyugati laza, kertvárosi területeket fogja igénybe venni. A vályogvetésből visszamaradt „tavakkal" szabdalt, viszonylag kevés épület szanálását igénylő Libakert területén akkor még a középblokkos technológiával már csaknem befejeződött

ez a beépítési folyamat. Ugyanakkor a munkahelyek nagy számban a városközpont mellett, a keleti, dél-keleti ipari területeken összpontosultak. A kérdés az volt, hogy szabad-e hozzányúlni a palánkon belüli terület történelmi szerkezetéhez? A megtartás melletti és elleni érvelésben a szerepek többször felcserélődtek közöttünk. Végül megegyeztünk egymást, hogy ha nem változik a belváros szerkezete, előbb utóbb a forgalom kikényszeríti, hogy megnyissák a Nagytemplom melletti szűkületet és soha nem lesz gyalogos központja a városnak.



Cél a jövőbeni gyalogos központ lehetőségének biztosítása

Az 1965. évben kiadott várostérképre behúztunk három vonalat (a vázlaton piros színnel).



Az úthálózat átalakított szerkezete



A 4. sz. főút akkor nagy távlatra tervezett (2000) nyomvonala. Autópálya még álmunkban sem jelent meg.

Mindenki kétkedve fogadta a vázlatot. Még Pongrácz Pál is feltette a kérdést: mit fog szólni ehhez a város vezetése? Édesapám – aki 1941-től 1961-ig volt a város közlekedési főmérnöke – szokása szerint szűkszavúan reagált: „Ebben a városban 70 év alatt a felhagyott palánk szabad területén építettek utat és a már működő egyetemhez a város kiizzadta a sugárutat. Felültél az építész álmoknak."

A főépítész szervezésében fogadott minket Barta Károly, a reál területeket felügyelő tanácselnök-helyettes. „Mérnök elvtársak, megváltjuk a világot?" – felvezetés után tájékoztattuk javaslatainkról. Az első kérdése az volt, hogy miért nem nyitjuk ki a Nagytemplom melletti szűkületet, hogy a villamos mellett elférjen 2 x 2 sáv. Kérés kérdés követtett, amelyben mindig érezhettük, hogy nem ért egyet velünk. Több mint egy óra eltelte után éreztük, hogy lezárja a beszélgetést. „Mérnök elvtársak, meggyőztek. Jövőre indul az új 5 éves lakásépítési program, 40%-át ide tesszük" – mutatott rá a keleti oldali vonalra.

A rendezési tervet befejeztük, amit a tanácsülés kisebb észrevételekkel elfogadott. Annak befejezése előtt megkapta a megbízást a vállalat a megbízást a vállalat a javasolt új út keleti és északi szakaszához kapcsolódó terület részletes rendezési tervének kidolgozására. Abban a ritkán adódó szerencsében volt részem, hogy ezzel egyidejűleg az útszakasz kiviteli terveit is elkészíthettem, s ezen belül a „behúzott" három vonal kétharmadát kiviteli terv szinten is megtervezhettem.







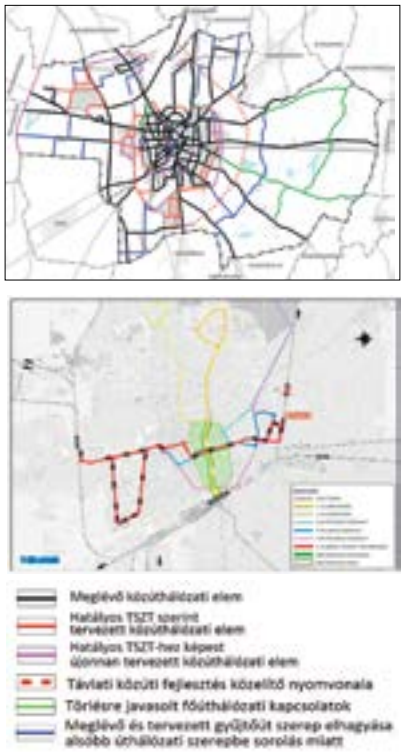
A rekonstrukció két meghatározó eleme megvalósult: 1974-ben a keleti szakaszt, 1976-ban az északi szakaszt forgalomba helyezték.

A belvárost érintette, hogy 1970 és 1975 között megszűntek a korszerűtlen, kis kapacitású, egyvágányú villamosvonalak, de a tervben javasolt, a villamos mellett üzemeltetett trolibusz helyett autóbusz vette át azok szerepét, amelyeket a VOLÁN üzemeltetett.

1974-ben a VÁTI kapott megbízást a városközpont részletes rendezési tervének elkészítésére. a felelős tervező Darnyik Sándor (1932–2013) építész mellett a közlekedési fejezet személyes irányításommal készült. Ebben már gyalogos központ alakult ki. A Kossuth utca és Kálvin tér közötti szakasz közúti kiszolgálását a Hatvan és a Bajcsy-Zsilinszky, valamint a Csapó és a Rózsa utca közötti visszaforduló hurok biztosította, és ez zárta a szakaszt.

Ezt követően a hangsúly az északnyugati lakóterületekre helyeződött, illetve a 80-as években az ország gazdasági helyzete miatt a fejlesztési lehetőségek itt is beszűkültek.
30 évvel később, már nyugdíjasként az 1997-ben alapított Kálnoki Kft. keretében dolgoztam tanácsadói feladatokon, amikor 1998-ban megkeresett Molnár Attila építészmérnök. Társasága nyerte el Debrecen általános rendezési terve elkészítésének pályázatát. Kérte, mivel – mielőtt a VÁTI-ban igazgató lettem – 1969 és 1975 között sok közös munkánk és sikeres tervpályázatunk volt, vállaljam el a közlekedési munkarészek elkészítését. Örömmel tettem, már azért is, mert kiderült, hogy a korábbi rendezési tervhez képest koncepcióváltás nem történt. Ott folytathattam, ahol 1969-ben abbahagytam. Ekkor már folyt az M35-ös autópálya tervezése, így a város nyugati oldalán, a teljes átmenő forgalom elvezetése biztosítható volt. Új elemként a 2-es villamosvonal javaslata született meg.

A kétéves tervezési időszak alatt és után 2006-ig a város vezetése több feladattal is megbízott. Ezek között elsőként az aktuálissá vált gyalogos városközpont szerepelt, aminek megnyitására 2001-ben került sor, 30 év után vált valósággá, aminek a feltételét az 1968-ban jóvágyott rendezési terv teremtette meg. Ekkor – egy építés alatti, előkészítetlen kísérleti lezárás után – kért a város vezetése javaslatot a következő évi átadás előkészítésére. A javaslatom kettős volt: egyrészt meg kellett tervezni az átterelődő forgalom elvezetéséhez szükséges forgalomtechnikai, illetve kapacitásbővítési feladatokat a környező hálózaton, másrészt biztosítson a helyi sajtó, rádió és tv folyamatosan információt a várható forgalmi változásról, annak okáról és előnyeiről. Ezt követve a belváros forgalomcsillapítását szolgálta az, hogy a város – mint megrendelő – egy szervezettől kapja a teljes helyi közforgalmú személyszállítást, ami egyrészt megszüntette a felesleges kapacitásokat mozgató versengést a villamos és autóbusz ágazatok között, ami költségcsökkentéssel is járt. Új és a belvárost érintő viszonylatoknál előtérbe kerül a trolibusz alkalmazása, ami a környezeti terhelést csökkenti még a gázüzemű autóbuszokkal szemben is. A 2014-ben üzembe helyezett 2-es villamos nagyobb kapacitással és jelentős környezetterhelés-csökkenéssel váltotta fel a korábbi két, csuklós buszokkal üzemeltetett viszonylatot a még mindig meghatározóbb észak-déli forgalom lebonyolítására. A Budapest Főváros Városépítési Tervező Kft. által 2018-ban készített városrendezési terv a belváros forgalmában továbbfejlesztette a kelet-nyugati főhálózat kapacitásnövelést biztosító egyirányúsítást, ami vitákat váltott ki, mivel a közlekedők számára úthosszabbodással és igy környezeti terhelésnöveléssel jár. Ezt ellensúlyoz-



Debrecen közúthálózata 2018. BFVT Albrecht Ute okl. építészmérnök Közösségi közlekedése

hatja, hogy felmerült a kelet-nyugati irányú villamosvonal kiépítése. Ennek a tervnek az elsődleges feladata az volt, hogy mivel az utóbbi évtizedben a város – elsősorban nyugati és déli irányba – újra átlépte a határát, az új területek és az ezeken létrejövő jelentős ipari és az egyre jelentősebbé váló repülőtéri forgalmat is kiszolgáló logisztikai fejlesztésekkel és az ezekhez kapcsolódó funkciók szervesen kapcsolódhassanak a történelmi városszerkezethez. Mindez előrevetíti, hogy Debrecen már ma is meghatározó tágabb térségközpont szerepe betöltse a Trianon miatt elvesztett Kolozsvár, Kassa, Pozsony, Zágráb korábbi Budapestet kiegészítő térségi ellenpólus szerepet, és ezzel a „vízfejűség" csökkentését.

A színe és a fonákja

MOLNÁR LÁSZLÓ ÁRPÁD

A Kitekintő rovatban ezúttal a rovat vezetője tekint ki a rutintól egy kicsit eltérően a jövő városának kihívásaira. A jövőről szólva manapság a leggyakrabban használt kifejezések valamilyen szóösszetételben a technológiák újdonságaihoz, a digitalizációhoz, legújabban a mesterséges intelligencia nyújtotta lehetőségekhez köthetők, kiemelve korunk e vívmányai teremtette lehetőségeket, perspektívákat. Jórészt így van ez a városok jövőjét elemző írások, tanulmányok, célkitűzések esetén is, ahol az Okos város trend elvárásainak megfelelően a közlekedési szektor kiemelt aktivitással vonultatja fel technológiai újdonságait az adatalapú tervezéstől, az e-mobilitáson és az autonóm autón át az AI által vezérelt forgalomirányításig. A kitekintő a „színe" helyett most a jövő nagy lehetőségeinek „fonákjára" fókuszál, mintegy figyelemfelhívásként, hogy a technológiák fontos segédeszközök, de egyetemesen nem oldják meg azt, amit az ember elmulasztott. Világunk mind inkább veszélybe kerülő egyensúlyának megőrzéséhez feltétel, hogy a humán intelligencia (HI) ereje ne kerüljön fenntarthatatlan hátrányba a mesterséges intelligencia (AI) erejével szembe. Ne feledjük! Ahogy a technológiák emberi civilizáció körülményeit építőek, úgy a HI–AI közötti olló nyílásától függően, lehetnek rombolóak is.

Mérő László matematikus, pszichológus, korunk egyik gondolkodója, a 2025 márciusi futureBIZ üzleti jövőkutató konferencián tartott „A homo informaticus evolúciója" című előadásában, korunk kihívásait érzékeltetve kifejtette, amíg korábban azt gondoltuk okos embernek, aki látta a jövőt és ki tudta számítani a jövőhöz tartó folyamatokat, addig ma az okos ember látja, hogy a jövő kiszámíthatatlan, mégis tud alkalmazkodni, mert tudása konvertálható másféle, az éppen aktuális tudásra. E gondolatiságban ma melyek lehetnek ismérvei az okos városnak? Vélhetően hasonlóak, mint a ma okos emberének ismérvei. **Okos a város, ha érzékeli a jövő bizonytalanságait, mégis képes alkalmazkodni, mert rendelkezik a változó városi folyamatokat követni, sőt befolyásolni képes, konvertálható eszközrendszerrel.** Budapest rendelkezik? Van a közlekedésében a változó mobilitási igényeket követni, sőt befolyásolni képes hálózati struktúrája, korszerű járműállománya, integráns szabályozási és intézményi háttere? A város, a városok életében mi jeleníti meg a bizonytalant, mi a változót és mi a stabilitást, mi az állandót? Miként a kettő egyensúlya?

AZ OKOS VÁROS

Az okos város nyitott a gyorsan változó világ impulzusainak befogadására, és e változó impulzusok inkább serkentik, mint bénítják a jövőt alapozó napi cselekvéseiben. Nyitott kaput tár a változó igények, új elvárások, robbanó technológiák fogadására. Ami tegnap még scifi, ma innováció, holnap már napi gyakorlat. Évek, néha csak hónapok húzódnak a tegnap és a holnap között. Okos telefon, okos közmű, okos közlekedés, okos város…. Feltételei: okos intézmény, okos városközösség. Miként az internettől vártuk – ma már kijózanodva – az esélyegyenlőség erősödését, a közösségi médiától pedig – ma



A Jövő forgalomirányítása – bedrótozva, megfigyelve.

már csalódottan – az igazságosság erősödését, úgy várjuk napjainkban – ma még reménykedve – a technológiáktól a fenntarthatóság diadalmenetét. Pedig nem! Modern technológiai innovációk önmagukban nem világmegváltóak, csupán lehetőségek. Az új közlekedési innovációk sem építhetők rá szerkezethiányos, leromlott eszközháttérre, hibás szabályozásra, kooperációszegény működtetésre. A digitális és robotvilág jelentette új lehetőségekhez fel kell nőniük az őket hordozó hálózati infrastruktúráknak és irányító mechanizmusoknak. Mert ugyan káprázta tó az innovációk orgiája, de mégis, **inkább intelligens emberek kulturált együttműködésétől, mint az intelligens gépek személytelen szervező erejétől remélhetjük az okosságában is élhető várost.**

Hamis a gondolat, hogy a ma világának időkényszerében és a digitális világ által közvetített „most azonnal" szorításában, a történelmi távlatokban fejlődő várost és az annak érrendszereként működő közlekedési hálózatot is a „most azonnal" szorításában, taktikai megfontolások stratégiai szintre emelésével kell fejleszteni.

Napjaink fogyasztási kultúrájára jellemző *„használd és dobd el"* üzleti szemléletben, a következetes várospolitikát nélkülöző városok gyakorlatában adott a kísértés, hogy átfogó urbánus problémáikra is gyors, lokális és rövid távú válaszokat keressenek. A történelmi léptékben kiteljesedett városok azonban szerkezeti összefüggéseikben lassan változnak, kiegyensúlyozott fejlesztésük hosszabb távú, építkező folyamat. Igaz e megállapítás a város-organizmusok érrendszerének szerepét betöltő közlekedési hálózatokra is. A gazdasági-társadalmi interakciókat közvetítő közlekedési hálózat meghatározó súllyal alakítja a városok építkező fejlődésének folyamatait, vagy – perspektívák hiányában – leépülő sorvadásának folyamatait és ad stabilitást vagy labilitást a városműködésnek.

Stabilitás vagy labilitás!

A számos változással és bizonytalan jövővel terhelt világban a városlakónak a következetesen fejlesztett és megbízhatóan működtetett város nyújt stabilitást és biztonságot. A városi alrendszereken belül a közlekedésben az életvitel alakulását követő mobilitási célok és igények képviselik a változót, míg a változó célokat és igényeket kellő eszközhátterével kezelni képes közlekedési rendszer testesíti meg az állandót. A változó és az állandó érzékeny viszonyában stabilitást erősítő pillér az összefüggéseket rendszerszemléletben kezelni képes város- és közlekedéspolitika, „tartozékai" pedig a rugalmasan reagáló intézményi és finanszírozási háttér, az utazási igények csökkentését támogató területfejlesztés, valamint a megbízható adathátérre alapozott technológiák közlekedéshálózati sajátosságokkal összhangban történő használata.

A XXI. század olaja az adat!

Minden, ami a modern technológiákra ráépülhet, adatfüggő (adathasználó) és adatszolgáltató. Hogy ki és mire használja az elképesztő mennyiségben képződő és feldolgozható adatot, az a jövő nagy kérdése, üzleti kihívása és adatvédelmi biztonsági, etikai kérdése, egyben a városok ma még kihasználatlan, nagy lehetősége. A humán intelligencia minőségétől függően. A Big Data hasznosításának kiterjedt lehetőségeit ma még a gyártók, szolgáltatók fölözik le, holott a szolgáltatók, illetve adatszolgáltatások legszélesebb összekapcsolásával egy komplex városi rendszer jöhetne létre, megteremtve annak a lehetőségét, hogy a városi alrendszerek, közöttük a közlekedés is, mindinkább egy szervesen összekapcsolt, komplex hálózati rendszerben szolgáltassanak.

Bármely hálózati, technológiai adottság mellett, az okos város „lelke" mégis az a humán tőkére, kooperativitásra, szakmák és szakemberek együttműködésére és közösségi részvételre alapozott interdiszciplináris mechanizmus, amely az állandó és a változó közötti egyensúly fenntartására fókuszál, és amelyhez az adat alapú tervezés, az összekapcsolt adatbázisok, az információs és digitális technológiák csupán szükséges



eszközt, nem pedig célt képviselnek. Elkerülhetetlenül fontosak az új technológiák és a korszerű rendszerek, de a közlekedésben a pálya, a rajta közlekedő jármű, valamint a rendszert működtető és használó ember harmonizált együttese teremtheti meg a társadalmi, gazdasági és környezeti szempontból egyaránt fenntartható mobilitást. A közlekedési módok időben és térben kevert használata a gyalogost, a kerékpárost, az autóst tanítja kooperativitásra és mobilitás szintű, majd ebből kinőve társadalmi szintű együttműködésre, míg az időben elkülönített, többfunkciós térhasználat a közterülettel való hatékony és rugalmas gazdálkodást segíti, valamint a használó embert motiválja a kizárólagosságok feladására, az adott aktualitások befogadására.

A technológiák forradalmától nem leszünk boldogabbak, de növelik a mozgásteret és segítik a minőségi időtöltést. Kordában tartásukhoz egyre nagyobb fontosságú a létrehozó és használó ember mentális, morális érettsége azért is, hogy a technológiák használatából eredő megtakarítások a fenntarthatóságot támogató többlet teljesítményeknek nyissanak utat és elkerülhető legyen a mind gyorsabban fejlődő technológiák hatására a mind gyorsabban, mind több termék, mind több fogyasztás fenntarthatatlansági csapdája.

A ZÖLD VÁROS

A futureBIZ konferencia egy másik, „Minden fontosabb annál, ami mindennél fontosabb" című előadásában Stumpf-Bíró Balázs összeomlás-kutató a zöldgondolkodásról szólva arra hívta fel a figyelmet, hogy ***„…az emberek szeretnek egybites, végtelenül leegyszerűsített üzenetekben gondolkodni".*** Kibontva e találó megállapítást, idézte a közvélekedést, amely szerint manapság az ügyeletes mumus az éghajlatváltozás, a fő gonosz a fosszilis energia, a nagy megváltó pedig a fenntartható zöldenergia. Csupán e fronton kell győzni, és kiegyenesednek a dolgok. De persze ez nincs így – fejtette ki, mert a fő ok nem ez, hanem a globális emberi civilizáció eredményezte mechanizmusok. E mechanizmusok részeként a kimeneti oldalon többek között ott a túlfogyasztás jelentette „szemét", ami az előállított többlettel fűti a bolygót és ami miatt jutnak a légkörbe egyre nagyobb mennyiségben az üvegházhatású gázok, a bemeneti oldalon pedig ott a természeti erőforrások túlhasználata és kimerülése. Ez utóbbi ritkábban előtérbe kerülő súlyos gond, mert a kutató szerint évtizedeken belül lehetetlenné teszi a mai, modern életvitelt.

A természeti erőforrások közül megújulók a víz, a levegő, a talaj, az élőlények, amelyekkel akkor van gond, ha gyorsabban, nagyobb mértékben használjuk el őket, mint ahogy újratermelődnek. A nem megújuló energiahordozók és az ásványkincsek első számú gondja pedig, hogy nem fenntarthatóak, mert nem termelődnek újra, hanem kimerülnek. Az előadó a megújulókról példázva idézte az ENSZ jelentését, mely szerint 2030-ra a globális vízigény 40%-kal haladja majd meg a rendelkezésre álló édesvízkészletet, a nem megújulókról pedig azt a példát hozta, hogy amennyiben a fosszilis energiahordozókat megújulókkal akarnánk felváltani, akkor a napelemhez, szélkerékhez, elektromos kábelekhez szükséges réznek, mindössze 20%-a áll rendelkezésre a bolygón. Stumpf-Bíró Balázs szerint ***„az emberiség készül belezuhanni az energiaszakadékba",*** **mert az egyre nehezebben fenntartható jóléthez olyan és akkora energiafelhasználási formák és igények jönnek létre, amelyeket korábban nem ismertünk.**

Az előadót igazolják a közlekedést terhelő folyamatok is. A fenntartható jóléthez indokoltnak tartott intenzívebb életvitel következménye a több energiaigény, az intenzívebb életvitelhez indokoltnak tartott több áru, több vásárlás, több utazás, a növekvő rendelési, szállítási távolságok, a gyorsabb kapcsolódások még több energiaigényűek, továbbá a társadalmi, gazdasági és magánlét mind több mozzanatát támogató/uraló technológiák működtetése pedig sokszorosan több energiaigényt indukálnak. A közlekedési szektor felé különösen nyitott mesterséges intelligencia közeljövőt célzó kiterjedt alkalmazása például a stabilan, napi üzemvitelben működő fúziós energia használata nélkül elképzelhetetlen.

A technológiák és a fenntarthatóság egymást keresztező konfliktusait jól példázzák az autóhasználatot támogató innovációk. Szeretnénk városainkban minél kevesebb autót, miközben az évente gyártott mintegy 85 millió személygépkocsi mind inkább nagyobb komfortja, a vezetőt az eljutásban segítő GPS egyaránt fokozzák a használat vonzerejét, a főutak torlódását jelző rendszerek pedig kedvezőtlenül növelik az elkerülő mellék- és lakóutak terhelését

és szennyezését. A növekvő vonzerő növekvő forgalmat, a növekvő forgalom növekvő kibocsátást indukál. Ez utóbbira a megváltás jegyében persze érkezik az újabb innováció, az elektromos autó.

Hogy megoldás-e az autó jelentette problémákra az e-mobilitás? Ellentmondásos a válasz, mert egyes hatásaiban inkább problémát növelő. Az elektromos autónak leginkább a városi használatban érvényesülő előnyei ugyanis erősítik használatának motivációját, és jellemzően második autóként birtokolva növelik az autó okozta helyfoglalást, zsúfoltságot, valamint a biztonsági kockázatokat. Az önvezetés irányú továbblépés pedig még inkább fokozza majd a kockázatokat, amennyiben a mintegy individuális közösségi járműként működő autonóm autó kényelmével még tovább erősíti majd az egyéni közlekedés okozta terheket, és magas szolgáltatásminőségből eredően végzetes előnyökkel szívhatja el az utast a helytakarékos közösségi közlekedéstől.

„Az emberek szeretnek egybites, végtelenül leegyszerűsített üzenetekben gondolkodni" – idézhetjük Stumpf-Bíró Balázst az elektromos autó iránti csodavárásra reagálva is. A lokális környezeti károk okán valóban adottak az előnyök, habár a nehezebb akkumulátor eredményezte erősebb abroncskopás keltette por és a felvert por – ha nem is a fosszilis autóhoz hasonló károkkal –, de ez esetben is szennyez, az üvegházhatású gázok pedig nem csupán lokális szinten keletkeznek és nem lokális szinten károsak. Az e-autó meghajtásából üzemszinten keletkezett megtakarításokat jelentősen csökkentik az e-autó nagyobb kapacitású akkumulátorának előállításához szükséges, a hagyományosnál lényegesen több energia és a gyártás során légkörbe jutó üvegházhatású gázok. Ez utóbbi állítás igazolására bizonyítékot szolgáltatnak a gödi akkumulátor gyárnál regisztrált mérések, melyek szerint a térségben a szén-dioxid kibocsátás a gyár hatására hétszeresére nőtt, a nikkel, kobalt koncentráció a megengedett 10, illetve 20-szorosa. A fosszilis meghajtású autók szénlábnyoma és az e-autók szénlábnyoma közötti különbségre lényeges hatást gyakorol, az e-autót meghajtó elektromos energia előállításának forrása is. Amíg például a döntően atomenergiával rendelkező Franciaországban az e-meghajtás lábnyoma a fosszilis meghajtás lábnyomának mindössze 26 %-a, addig jelentős mértékben ma még szénre épülő Lengyelországban 104 %-a.



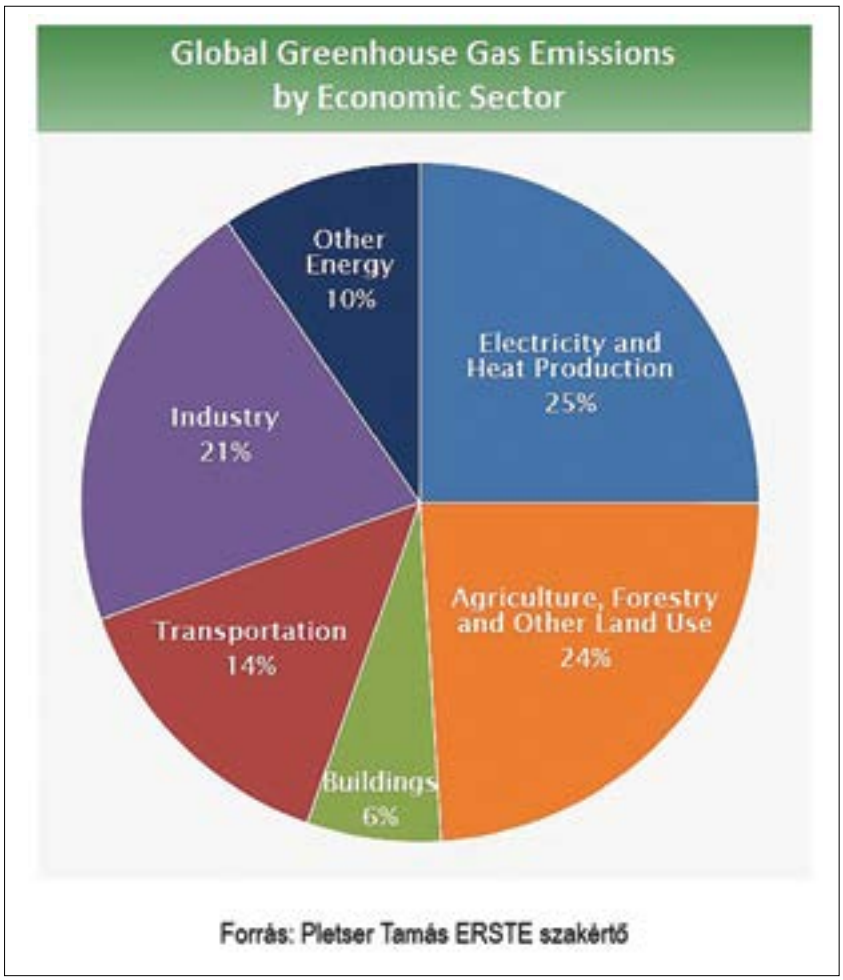
Visszaidézve Stumpf-Bíró Balázst, előadásában a fenntarthatóság legnagyobb globális kockázatai között a víz, az energia és a szemét kitüntetett helyet kapott. Az akkumulátorgyárak működésének legnagyobb terhei és kockázatai a szükséges víz, a felhasznált energia és az elhasznált akkumulátor okozta szemét. **Az egybeesés figyelmeztető, ha úgy gondolnánk, hogy a bolygó ma 1,5 milliárd darabos gépkocsiállományában az elektromos meghajtás mai 12–13%-os részesedését 95–100%-ra szeretnénk emelni.** Életciklusban mérve a kibocsátásokat az elektromos meghajtás kulcstényezője, kritikus pontja alapvetően az akkumulátor. Nyersanyag oldalról is, mivel a kobalt, a nikkel, a mangán, a lítium kitermelése véges és szennyező, valamint gyártási oldalról is, a felhasznált energiából és gyártási szennyezésből eredően. Dr. Gács Iván Mérnök újságban közölt elemzésében a magyar energiaszintből kiindulva, a benzinmotor és a villanymotor életciklusban mért kibocsátását azonos egységnyi úthosszban, szén-dioxid esetén 11 300–11 600 mg-ban, kontra 10 700–11 800 mg-ban, nitrogén-oxid esetén 4200–4800 mg-ban, kontra 9220–10 100 mg-ban határozta meg. A Svéd Környezetkutató Intézet (IVL) egy részletes elemzésben arra jutott, hogy életciklusban értelmezett CO_2 kibocsátást tekintve, az elektromos meghajtású autók több tízezer kilométer megtétele után lesznek fenntarthatóbbak.

Az üvegházhatású gázok kibocsátásán belül indokolt relativizálni a hagyományos meghajtású gépkocsik által okozott kibocsátási károkat is. A városok működése által kibocsátott üvegházhatású gázok közül a szén-dioxid a leginkább meghatározó. Viszont annak kibocsátásáért például Budapesten 77%-ban a fűtés felel és csak 20%-ban a közlekedés, azon belül háromnegyed részben a személygépkocsi közlekedés. (2022-ről 2023-ra, Magyarországon a közlekedésből származó

üvegházhatású gázok kibocsátása 7,1%-kal csökkent.)

Globális szinten a személygépkocsi közlekedés az összes kibocsátás mintegy 1:10-ed részéért felel, miközben első számú bűnösként hirdeti a „propaganda". Egyfelől a technológiai átállásban érdekelt gazdasági erők érdekei miatt, másfelől – és elsősorban – a figyelem és a felelősség elterelésére a gazdasági szereplők, a nagy kibocsátók felelősségétől, a könnyebben rendszabályozható magánemberi felelősség irányába. A dekarbanizációval szembeni elvárások napjainkig érdemi intézkedésekben inkább csak a lakossági szektor felé irányultak, a nagy kibocsátók, például a globális energiafelhasználás 50%-ért felelős bányászat, nehézipar, tengeri hajózás és légiforgalom felé kevéssé. A növekedés- orientált globális gazdasági modellek mellett ebből az aránytalanságból is ered, hogy az 1992-ben Rio de Janeiro-ban a fosszilis tüzelőanyagok kivezetéséről történt döntés óta a globális szén-dioxid kibocsátás 67%-kal nőtt, a világban felhasznált energiából pedig a fosszilis eredetű energia részesedése az 1980 évi 85%-ról 40 év alatt mindössze 82%-ra csökkent.

Az e-mobilitás környezeti okokból történő térnyerése fentiek mellett is vitathatatlan közlekedéspolitikai cél, de – további számos okból – még inkább vitathatatlan a városi autóforgalom meghajtástól független csökkentésének indokoltsága. Egy komplex fenntarthatósági politikába ágyazott vitathatatlan cél. Mert az autót váltó kerékpár mellett is az ökológiai lábnyomot növeli a kerékpározó által Kínából rendelt áru, az évente cserélt mobiltelefon vagy a gyakori diszkontrepüléssel közel hozott távoli attrakciók. A városi közlekedés fenntartható fejlesztéséhez az autóhasználat keretek között tartó szabályozása és az aktív mobilitás előtérbe helyezése mellett a jövő alakító első számú útmutatás kell, legyen, hogy 100 embert egy jármű energiafelhasználásban és helyfoglalásban egyaránt hatékonyabban szállít, mintha 100 embert 100 jármű szállítana, legyen ez utóbbiaknak bármilyen meghajtása.



Forrás: Pletser Tamás ERSTE szakértő

AZ ÉLHETŐ VÁROS

Mérő László a futureBIZ konferencián már idézett előadásában a fejlődés logikáját idézte, amikor gondolkodásunk evolúcióját a biológiai evolúcióhoz hasonlítva, példákkal támasztotta alá agyunk, gondolkodásunk alkalmazkodását a digitális világhoz. Az alkalmazkodás részeként hangsúlyozva fokozódó technológia függőségünket is. Egyik példája, mely szerint a Z generáció (1995–2009) dolgokat észlelő felfogása a generációk között a leggyorsabb, egybevág a Diverzum Startup közelmúltban publikált felmérésével, amely szerint a Z generáció tölt legtöbbet – a tanuláson és munkavégzésen túl –, napi 4,6 órát az interneten. E jelentős géphasználattal, a Z generáció agya, illetve gondolkodása alkalmazkodott leginkább a digitális lét eredményezte/követelte gyorsuláshoz. Igazolva, hogy **törékeny lényünket a gyorsan változó külső környezet agresszív hatásai alig észrevehetően, de folyamatosan formálják más biológiai valósággá.** Működnek-e e-hatások a váro-

sok, mint élő organizmusok formálásában?

Az állandóság és változás viszonyában és örök forgatagában mikor élhető egy város?

A válasz látszólag egyértelmű. Ha jól, ha otthonosan érzi magát benne a városlakó. Ha biztonságot nyújt, ha identitást ad és megélhetést biztosít, ha könnyen elérhetővé teszi a városi ember számára fontos szolgáltatásokat. Az élhetőségi elvárásokhoz feltétel, hogy a város civilizációs szintje, a várost használó ember kulturális igényszintje, valamint a város interakcióit közvetítő kapcsolati, kommunikációs képesség egymással harmóniában legyenek. E harmónia létrejötte időigényes evolúciós folyamat, szervesen kapcsolódva a várostársadalom általános erkölcsi és morális igényszintjéhez, kooperációs hajlandóságához. Ezek hiányában az élhetőséget diszharmónia, individualitást és önzést tápláló mechanizmusok váltják.

A külső környezet agresszív hatásai – mint a szubjektumunkat érintő agresszív hatások – a városok életében is markáns következményekkel gyorsítják – javítják, vagy éppen torzítják – az eredendően időigényes evolúciós folyamatot. Budapest léptékű nagyvárosokat formáló külső hatások, mint például a globális gazdasági erők, multinacionális kereskedelmi láncok, és tőkeerős ingatlanfejlesztők várost építő kedvező átültetéseket épp úgy indukálhatnak, mint ahogy ejthetnek alig kezelhető sebeket a város szerkezeti és interakciós folyamataiban. Hasonlóan, a globális digitális tér interakciói és a technoipar lehetőségei is éppúgy kínálhatják a sokcélú összekapcsolhatóság esélyét, mint ahogy eredményezhetik alig kezelhető torzulások veszélyét a várostársadalom identitásában, kooperációs igényszintjében. **E külső hatások elleni vértet és befogadó alkalmasságot az érkező ingerek városérdekű transzformációjára alkalmas eszközrendszer megléte teremtheti meg, amelynek legfontosabb elemei:** a tudatos és távlatos várospolitika és annak intézményesítése, a várospolitikát érvényesítő szabályozórendszer, a fejlesztőket orientáló, telepítéseiket városi célok érdekében szervező közlekedési hálózat, valamint a városközösség szerveződésének városi folyamatokba kapcsolódásának helyet, vonzerőt teremtő mechanizmusok és azok eszközeként minőségi köztér, közösségi térhálózat.

A városközösség civilizációs szintjének és kulturális identitásának a közlekedési kultúra lényeges alakítója, egyben hű lenyomata. A közlekedés, mint a városlakók leggyakoribb közös cselekvése alapvető hatással bír a közlekedést használók és a közlekedést viselők napi életének minőségére, mint ahogy a közlekedésnek teret adó utcák, közterek minősége is erős hatással bír a város arculatára, a városközösség közéleti színtereinek vonzerejére, avagy leromlottság, zaklatottság esetén annak ellenkezőjére. A közlekedés tervezése és fejlesztése ezért soha nem lehet csupán szűk ágazati ügy, hanem mindig kitekintő szimbiózisban kell legyen környezetével, a városszerkezet, a közterületi minőség és az életminőség alakításával. Ezáltal lesz a közlekedés – mint kapcsolatokat közvetítő tranzakció – a társadalomszervezés integráns része.



Széttekintve Európa nagyvárosain a jó városi gyakorlatok alátámasztják a közlekedés városszervezésben betöltött átfogó, központi szerepét. E szerepvállalásban a közlekedési módok közötti – mobilitási igényekhez és területi jelleghez igazított – helyes arányosság megteremtése kiemelt feladat. A helyes arányosságon belül viszont valamennyi közlekedési mód eszközrendszerének terület-, szerepkör- és környezeti szempontok szerint differenciált fejlesztése nélkül nincs

térségek felé történő utazások eszközváltásának minőségi feltételeit. A közlekedés kapcsolati pontjai, pályaudvarai és intermodális csomópontjai az európai gyakorlatban ma már a városi élet kitüntetett helyszínei, kohéziót erősítő, közösségi terei, találkozási pontjai.

A közlekedés e város-integrációjában, a város és közlekedése kohéziójában, ami a sikeres európai városok gyakorlatában már túlhaladott jelen, az Budapesten ma még reménytelen jövő.

digitális tér várható csapdáiról szabad idézetben az alábbiakat írta:

„….Korábban hetekig tartó kapcsolati, döntési folyamatok ma percek alatt zajlanak, s mert az interakciókban megszűnik a személyes jelenlét kényszere, a megismerhetőtől a megérinthető mind jobban távolodik…. Ott marad az ember a rázúdított információk feldolgozhatatlanságával, jelentéktelenségének, manipulálhatóságának felismerésével….. Amíg a közlekedés, az elérhetőség ideje és költsége által differenciálta



fenntarthatóság. Sűrű, urbánus térségekben a fenntartható közlekedés bázisát a magas minőségű közösségi közlekedés kell képezze, kiegészítve a nem motorizált mobilitási formákkal. Ugyanakkor – a realitások talaján maradva – laza térségekben elkerülhetetlen szabályozott teret engedni a környezeti elvárásokat toleráló autónak is úgy, hogy e laza térségekbe kivezetett markáns kötöttpályás gerincvonalak állomásaikra kiterjedt ráhordó rendszerek megteremtsék a sűrű

A közlekedés tere nem csupán városi teher, hanem – komplex szemléletű várospolitika esetén – városi esély is. A ma emberének életérzése a szorongás. Szorongás a vírustól, a klímahatásoktól, a migrációtól, a jövőtől, a világból korlátozások nélkül áramló megannyi ismeretlen veszélytől. E cikk szerzője az „Urbanisztika 2000" című, 1999-ben – a virtuális világ kibontakozásának csecsemőkorában – megjelent gyűjteményes kötet egy fejezetében a globális

a legyőzött teret, az infokommunikáció homogenizálja. A szomszéd város ugyanannyi idő által érhető el, mint a Föld átellenes oldala…. Az informatika a rá építő embert az általa gyorsított, ellenőrizhetetlen folyamatok fogságában tartja, a zabolátlanság veszélye a befogadhatatlan befogadásából, az én tudat elvesztéséből, kultúrák összecsapásából kinövő új konfliktusok…"

A monitor, a mobiltelefon kínálta virtuális tér túlhasználatának veszélye, a valós világ mikroközösségei-

nek felbomlása a városi ember való világi elmagányosodása. Az élhető város nem virtuális város, a virtuális tér szocializációs csapdájának hatástalanítását végzi minden, a való város tereit élhetővé, élménygazdaggá alakító, mágneshatású és közösségformáló beavatkozás, ezek részeként a könnyű elérhetőséget biztosító közlekedés és a vonzó köztéri, találkozási helyek kapcsolatépítő hálózata. Jahn Gehl dán urbanista a „Cities for people" című, 2014-ben magyarul is megjelent könyve szerint egy város akkor élő, ha sokakat ösztönöz a városi térben való tartózkodásra, akkor biztonságos, ha minél többen közlekednek és tartózkodnak a városi térben, akkor fenntartható, ha döntő jelentőségű a közösségi közlekedés vonzóvá tétele, ha közlekedési hálózata kedvező feltételeket biztosít a „zöld közlekedés" számára.

Nincsenek fenntartható, a közlekedés kultúráját tartósan javító megoldások város és mobilitásának egészében gondolkodó, komplex szemlélet nélkül. Az élhető város fogalmának szűkítése a kerékpár OK, autó NO jövőképre az egybites, leegyszerűsített üzenetek idézett kategóriája. **Az élettel teli, való világ városában az ember és eszköze egymást toleráló, környezeti adottságaiban és mobilitási motivációjában differenciált, kooperatív térhasználata vezethet az élhető város ideájának irányába.**



Irodalom:

- Mérő László matematikus filozófus: A homo informaticus evolúciója – futureBiz konferencia előadás, URL: https://www. futurebiz.hu/
- Stumpf-Biró Balázs, összeomlás-kutató: Minden fontosabb annál, ami mindennél fontosabb – futureBIZ konferencia előadás, URL: https://www.futurebiz.hu/
- Jahn Cehl: Cities for people (2014)
- Berczik András – Molnár László: A közlekedés: A múlt kalandja, a jövő reménye? (Urbanisztika 2000–2019)
- Gerencsér András: A dekarbonizáció bűvöletében. (Mérnök Újság XXXII: évfolyam 1. szám)
- Dr. Anisitz Ferenc: Az e-autó negatív oldala (Mérnök Újság XXIV. évfolyam 8–9. szám)
- Dr. Gács Iván: A Zéró kibocsátás mítosza (Mérnök újság XXVI. évfolyam 4. szám)
- Molnár László Árpád: A közlekedési zöldpolitikáról három tételben (Mérnök Újság, XXXI. évfolyam, 6. szám)
- Molnár László Árpád: Közlekedés és társadalom (Mérnök Újság. XXV. évfolyam, 8–9. szám)
- Molnár László Árpád: A közlekedési infrastruktúra szerepe Budapest fejlődésében (Városi Közlekedés 2019/3)
- Molnár László Árpád: Környezet – klíma – közlekedés (Városi Közlekedés 2021/2)

Az M1 metró (vagy Millenniumi földalatti) múltja, jelene és lehetséges jövője

PINTÉR LÁSZLÓ

BEVEZETÉS

A Millenniumi földalatti vasút vitathatatlanul a fővárosiak egyik legjobban kedvelt közlekedési eszköze. Ez elsősorban kiemelkedő szolgáltatási színvonalának köszönhető, a sűrűn közlekedő kocsik menetrendtartása megbízható, utazási sebességük is kedvezőbb a felszíni eszközök átlagánál. Közkedveltségéhez azonban hozzájárul műemlék jellege is, megnyitása is egy jelentős nemzeti évfordulóhoz kötődik.

A külső szemlélő számára is jól érzékelhető, hogy a vonal teljesen egyedi kialakítású, zárt, elkülönített pályáját más kötöttpályákon közlekedő járművek nem tudják használni. Nem véletlen, hogy vonalvezetése és funkciója a megnyitás után 75 évig nem változott, módosításnak igénye sem merült fel. Fő funkciója a Hősök terétől a város központjáig gerincút szerepét betöltő Andrássy út közösségi közlekedésének kiszolgálása volt, beleértve a helyi igényeket is, a kiegészítésként csatlakozó felszíni szakasszal biztosítva a Városliget északi területén lévő szórakoztató létesítmények (Állatkert, Vurstli, Cirkusz, Széchenyi fürdő) elérését. Az 1960-as évek végén már elkerülhetetlen teljes rekonstrukcióhoz kapcsolódva jelent meg az első funkciókiegészítés, a vonal meghosszabbításának az igénye. Súlyos gondot jelentett, hogy az épülő Újpalotai lakótelep városközpont felé tartó forgalmát a Thököly úti tengely egyedül egyre nehezebben tudta kiszolgálni. A kisegítésre alkalmas eszköz az Andrássy útra való részleges átterelés a Földalattira való ráhordással volt. Megfelelő átadó pontot azonban csak a Hungária gyűrűn és a vasútvonalon túl lehetett létesíteni, így alakult ki a Mexikói úti csomópont a Földalatti, valamint a ráhordó villamos és buszjáratok új végállomásával. A módosítás sikeres volt, a funkció kiegészült Rákospalota, sőt még Újpest felőli ráhordással is. Ez kedvet csinált a második rendszerváltozás[1] után a vonal további funkciókkal való terhelésének elképzeléseihez. Ezeket azonban az akkori évek általános hibája jellemzi, amely az épített adottságokból származó kötöttségek figyelmen kívül hagyása. A következmény pedig annak kockázata, hogy a létesítmény a megálmodott feladatokat nem tudja teljesíteni. Ez azonban többnyire csak későn, esetleg jelentős ráfordítások után derül ki. Ennek elkerülése a működést befolyásoló adottságok áttekintésével jelen írás elsődleges célkitűzése.

1. A MÚLT A MEGNYITÁSTÓL NAPJAINKIG

1.1. Az első 50 év az 1945–1949-es rendszerváltozásig

Az áttekintést célszerű volt a vonal eddigi működése teljes időszakára kiterjeszteni, mivel a meghatározó adottságok jelentős része már a vonal építése során kialakult. Az köztudott, hogy a kontinens első földalatti vasútja megépítését csak a London környéki vona-

[1] Az első rendszerváltozásnak a II. világháború utáni 1946-os államforma változástól az 1949-es alkotmány hatályba lépéséig terjedő időszakot értjük.

lak előzték meg. Az már kevésbé, hogy építését nem a Millenniumi ünnepségek kiszolgálása indukálta, az csak a gyors építést segítette. A külön szintre helyezett vasút építésének mai indoka a nagy tömegek elszállításához szükséges zárt, elkülönített pálya szintén nem jelent meg az indokok között, ez akkor még a fővárosi villamoshálózat egyetlen vonalán sem merült fel. A felszín alá süllyesztés egyedüli indoka az volt, hogy az alakuló villamoshálózat Andrássy úti vonalának építését a város vezetése esztétikai megfontolásokból nem engedélyezte. A közelgő ünnepség segítette a föld alatti vezetés engedélyének kiadását, mivel előírta az ünnepségig való üzembe helyezést, a gyors építést is. A Londonban korábban létesített földalatti vonalak építését a tömegszállítás igénye hozta, a város környékéről bejáró vonatok városi szakaszának forgalma csak külön szinten volt lebonyolítható. E vonatokat évekig az alagútban is gőzmozdony vontatta, a villamosítás csak az 1890-es években kezdődött el. A budapesti vonal abban is úttörő volt, hogy már indulásakor villamos hajtású motorkocsik közlekedését tervezték.

A vonal építésének egyik legnehezebb feladatát egy meglévő adottság, a már működő nagykörúti főgyűjtő csatorna keresztezése jelentette, aminek következtében a vasutat csak a csatorna felett lehetett átvezetni. A csatorna tetejének a felszíntől való távolsága viszont csak egy erősen nyomott, a felszíni villamosnál közel két méterrel alacsonyabb űrszelvényt tett lehetővé. Ennek következtében egy önálló, zárt üzemű vasút keletkezett, véglegesen kizárva a közös pályahasználatot a felszíni villamosvonalak járműveivel. *Ez az adottság a vonal kialakításának legfontosabb tényezője.*

A közösségi közlekedés minőségének egyik legfontosabb mutatója a szállítóképesség, amelyet elsősorban a jármű tulajdonságai befolyásolnak. A lehetséges járműtípus tulajdonságait a technikai lehetőségek határozták meg. Az alagútban a biztonságos közlekedéshez vasúti biztosító berendezést kellett beépíteni, melynek jelzései érzékeléséhez a járművezető a szerelvény elején kellett tartózkodjon. Mivel sem az iker motorkocsik, sem a csatolt pótkocsiról való távvezérléshez szükséges eszközök nem álltak még rendelkezésre, hurokvégállomás létesítését pedig sem költsége, sem helyigénye nem tette lehetővé (a Londonban működő mozdonyos vontatást a végállomási irányváltáshoz szükséges tolatás időigénye szintén kizárta), egyetlen megoldásként a szóló motorkocsi közlekedése maradt. A kiválasztott 11 m hosszúságú jármű típus befogadó képessége (5 utas/m^2 normaértékkel) 60 fő volt, de a kezdeti időszakban csak 42 utast engedtek beszállni. Az állomástávolságú közlekedést biztosító automata berendezés által elérhető járatsűrűséget erősen rontotta, hogy a ki- és beszálláshoz oldalanként csak egy ajtó állt rendelkezésre, ajtókezelő általi kézi vezérléssel, amely jelentősen megnövelte a megállóhelyi tartózkodási időket. Így kezdetben a menetrendben is vállalható legsűrűbb követés három perc volt, a csúcsórában szállítható utasmennyiség 1200 fő. A szállítóképesség ezen értéke is az indulás előtt keletkezett adottságok közé sorolható, ami 40 évig nem változott. A beszerzett 20 db motorkocsi a vonal kiszolgálására elegendő volt. A megállóhelyek peronjának hossza a tervek szerint 20 m lett volna, de az építés során végül ezek a 22–30 m közötti tartományba kerültek, ami önmagában a szállító képességet nem befolyásolta.

Közel 40 év üzem után a járműpark felújítása elkerülhetetlenné vált. Ennek keretében új forgóvázak kerültek a járművek alá, és az áramellátás korszerűsítésével együtt a hajtómotorokat is lecserélték. Az új motorok azonosak voltak a felszíni villamosok egyidejű motorcseréje keretében beépítettekkel. Ez lehetővé tette az eddig használt korszerűtlen, kisebb feszültségű áramellátó rendszer felhagyását, és a vonal áramellátásának a felszíni villamos vonalakat ellátó hálózatba való bekötését. E fejlesztések jelentősen javították a vonal megbízhatóságát, és a menetidőt is csökkentették. A közel 16 km/h-ra növekedett utazási sebesség 20%-os javulást eredményezett. Nagyobb utazási sebességjavulást a megállóhelyi tartózkodást meghatározó ajtótávvezérlés nélkül nem sikerült elérni. Így a szállítóképesség csak 15%-kal tudott emelkedni, amivel a vonal a villamos gerinchálózat kisebb kapacitású eszközeinek csoportjába maradt. Az akkor legtöbb utast szállítani tudó nagyobb utasterű, két pótkocsis villamos



1. kép: A földalatti vezérlőpót + motor szerelvénye az Állatkert felől a Hősök tere felé tart (bal oldali közlekedés), forrás: Fortepan/Album057, képszám: 212499

szerelvények ennek többszörösét, óránként 4–5000 utast is el tudtak szállítani.

1.2. A SZOCIALIZMUS ÉVTIZEDEI 1945–1990 KÖZÖTT

A II. világháború utáni gazdasági rendszerváltás, a gyors iparosítás nemcsak a lakosszám (amelyhez „Nagy Budapest" megalakulása is hozzájárult), hanem a mozgásigény növekedését is előidézte. A napi átlagos utazás/lakos mutató az 1950-es évek végére 1-ről 2-re nőtt. Ez talán legerősebben a felsorolt szállítóképesség-korlátok által sújtott Földalattit érintette. A tarthatatlan zsúfoltság csökkentése érdekében pótkocsis üzemre való átállásra született döntés. Ebben az időszakban már megszűntek a pótkocsiról vezérlés műszaki akadályai, és lehetőség nyílt távműködtetett ajtók beszerelésére is. A teljeskörűséget azonban egy eddig nem ismertetett, ugyancsak a megnyitás időszakából származó adottság korlátozta. A járművek karbantartására nyitáskor a közeli Aréna úti villamos kocsiszínt jelölték ki, ahol a 20 földalatti kocsi számára szükséges helyet leválasztották. E hely azonban 20 többlet pótkocsi befogadására már nem volt elég, így csak 16 szerelvényhez szükséges pótkocsi készült. Más telep belépése nem jöhetett szóba, mivel a járműveket a vonal és a kocsiszín között csak tolatómozdony tudta mozgatni, amely az időigényen túl állandó balesetveszélyt is jelentett. A 16 kétkocsis szerelvény 1960-tól szállította az utasokat. A férőhely kínálat a pótkocsikkal – a szerelvényszám csökkenése ellenére – több mint kétszeresére nőtt.

A vonal rekonstrukciója és meghosszabbítása

Több mint 70 évvel a megnyitás után elkerülhetetlenné vált a vonal teljes rekonstrukciója, amely az alagút és a megállók felújításán felül magába foglalta a járműpark és az infrastruktúra cseréjét is. A vonalhosszabbítás 1972–73-ban (kis Hősök terei kerülővel) az Andrássy út egyenes folytatásában kéreg alatt épült, a felhagyott felszíni szakasz részbeni kiszolgálásának érdekében egy új megállóhellyel. A teljes pótlást a 72-es troli biztosította. A projekt a járműpark lecserélését is tartalmazta. Az új jármű a szállítóképesség növelése érdekében a 30 m peronhosszúsághoz igazodva 29,5 m hosszú lett. (A rövidebb állomások peronjait a rekonstrukció keretében meghosszabbították). A három kocsi közötti átjárhatóságot azonban nem sikerült megoldani, a vonal űrszelvénye a működéshez szükséges készülékek elhelyezését sem a tetőn, sem a kocsiszekrény alatt nem tette lehetővé. A férőhely így is 189 utas lett, a vonal szállító képessége pedig több mint 40%-kal, 5130 utas/órára nőtt.

Az új jármű adottságai (a 21 új jármű nem fért el a régi kocsiszínben) és a kocsiszínnel való kapcsolat megszűnése egy új járműtelep építését is szükségessé tette. A telep számára a végállomásnál a Mexikói út és a Columbus utca közötti felhagyott sporttelep helyét jelölték ki. A korszerű szalagszerű szerviz technológiájú járműtelep számára, ahol az elszigetelt üzem miatt főműhelyi típusú épület (fényező) is telepítésre került,azon-



2. kép: Ganz–MÁVAG által készített új jármű próbafutása a régi vonalon, forrás: Fortepan/Surányi Sándor – György József, képszám: 154584.

ban a terület szűknek bizonyult. Így a tároló és karbantartó épületek az új járműpark hosszát meghaladó típusok számára tartalékkal nem rendelkeznek, sőt a tároló helyekre a járművek karbantartás után csak tolatással tudnak beállni. A telep a 15 évvel később beszerzett 2 többlet járművel megtelt, így egy újabb épített adottság miatt keletkezett kötöttség jött létre.

A rekonstrukció alatt a vonallal kapcsolatban még egy változás történt, a villamos üzemágtól átkerült az akkor megnyitott első metróvonal mellé a metró üzemághoz. Ezt elnevezése is követte, amely Földalatti helyett M1-es metróra módosult. Történt ez annak ellenére, hogy azon kívül, hogy a metróhoz hasonlóan felszín alatt közlekedett, egyetlen forgalmi vagy műszaki tulajdonsága sem hasonlított a metróéhoz. Szállítóképessége a metró ötödét sem érte el, a rekonstrukció utáni 20 km/h értéket alig meghaladó utazási sebessége a metróval szembeni követelménynek csupán kétharmada. A Dózsa György úton belüli szakasz 350 m átlagos megállóhely távolsága a metróvonalak azonos beépítettségű szakaszain lévő állomás távolságok felét jelenti. Áramellátásának rendszere, feszültsége is eltérő, járművei alkatrészeinek jó része a felszíni villamosokéval azonos, vasútbiztosító rendszere szintén eltér a metróétól. A meglepő átszervezés mindezek ellenére akkor nem okozott gondot, jelentősége az elmúlt néhány évben kezdett megmutatkozni.

1.3. 1990-TŐL NAPJAINKIG

Az első említésre méltó esemény talán az utasforgalom csökkenési hulláma volt, ami a gépjárműforgalom gyors ütemű növekedése nyomán a főváros közösségi közlekedésén belül ezt a vonalat is elérte. Ennek mértékét némileg enyhítette a párhuzamos felszíni közlekedés részleges megszüntetése (1-es autóbusz). A ráhordó felszíni vonalak megmaradtak, a ráhordással kiszolgált területek sem változtak. Az utasszámcsökkenés viszont enyhítette a menetrend szorítását, több tartalék jármű kiállítását tette lehetővé, ami rá is fért a párhuzamosan megjelenő forráshiány miatt csökkenő karbantartással sújtott járműparkra, segítette a menetrendtartást. A vonal felújítása az 1990-es években megtörtént, amelynek keretében a legsúlyosabb hibák (az alagút födémének szükség szerinti megerősítése, szigetelés helyreállítása) javításán túl a lecsökkent pénzügyi források ellenére fejlesztések is történtek. A megállóhelyek rekonstrukciója, a vágánycsere, a vonal közepén beépített visszafogási lehetőség egyaránt a forgalom-lebonyolítás biztonságát, a menetrendtartást szolgálta. A járműpark korszerűsítése és a kiszolgáló járműtelep felújítása azonban nem fért bele a munka keretébe, így ezek – újabb 30 év elteltével – a közeljövő elkerülhetetlen feladatát jelentik.

2. A JELENLEGI ÁLLAPOT

A legutóbbi felújítás óta a vonalon érdemleges változás nem történt. A vonal jellemzően el tudja látni funkcióiból eredő feladatait. A közeljövőben esedékes rekonstrukció ténye viszont segítette a vonal funkcióinak bővítésére irányuló elképzelések megjelenését. Ezek megvalósítási feltételeinek áttekintése a következő fejezet témája, de előtte célszerű a jelenleg érvényes – a lehetőségeket befolyásoló – kötöttségeket összefoglalni.



3.kép: Új állomások az M1 vonalan, forrás: BKK

A vonal épített kötöttségei

Mivel az elképzelések között ismét felmerült a vonal bekapcsolása a felszíni villamoshálózatba, rögzíteni kell a vonalon érvényes űrszelvényi kötöttséget, amelyet változatlanul a keresztező nagykörúti főgyűjtő csatorna határoz meg. A csatorna keresztmetszetének szűkítésére nincs esély, így a legfelső pontja és a felszín közötti távolság növelése sem reális. A jelenlegi járművek próbafutásának teljesítése érdekében született megoldás egy tetőre felszerelhető felszíni áramszedőre. Ez azonban az alagútban még teljesen lehúzott állapotban sem fér el, lesüllyesztése pedig az utastér belmagasságát csökkentő hatása miatt nem jöhet szóba. Ennek következménye, hogy bármilyen vonalhosszabbítás továbbra is csak önálló, teljesen zárt, elkülönített pályán lehetséges.

A múlt században elvégzett rekonstrukció keretében sikerült minden állomáson 30 m peronhosszúságot elérni. További hosszabbítás azonban nem látszik reálisnak. Több állomáson már a jelenlegi szállítóképesség kihasználása is a lépcsők bővítését igényelné. amelyek növelnék az e nélkül is jelentős felszínmódosításokat. Ezek engedélyezése pedig már a műemléki előírások miatt is erősen kétséges.

A szállítóképesség növelésének kötöttségei

A szállítóképesség növelésére két eszköz áll rendelkezésre, a járműférőhely és a járatsűrűség növelése. A férőhelynövelés határát a peronok – fenti kötöttségekkel terhelt – 30 méteres hossza szabja meg. Érdemleges növelést az egyterű szerelvény hozhatna, de ennek hatása is legfeljebb 15% körüli. Kisebb növekedést a jármű utastéren kívüli része alagútba való betolásának lehetőségétől is remélnek. Ennek mértékét azonban már a járműtelep adottságai szabják meg. A már említett szűk helyen a vágánykapcsolat a tároló épületet a kerítéshez szorította, ami a tároló vágányok hosszabbítását gyakorlatilag kizárja. Így hosszabb járművek megjelenése egy új járműtelep szükségességét is felvetheti. Ugyanez vonatkozik a járműmennyiség növelését igénylő valamennyi elképzelésre is. A környék beépítettségét ismerve azonban egy 4–5 hektár nagyságú terület a ma érvényes lakott területtől előírt távolság betartásával nem látszik biztosíthatónak.

A rekonstrukció keretében beépített új vasúti biztosító berendezés a korábbi állomásközi járatkövetést jelentősen javította. A rövid állomástávolságok mellett azonban két percnél sűrűbb követést vonatvezetővel való vezérlés esetén csak rendkívüli események következményeinek kiegyenlítése érdekében reális alkalmazni.

Nagyobb forgalmú állomásokon gyakori a tartózkodási idő elhúzódása miatt a vonalon való lassítás, sőt a megállás is, amelyek lassítják az egész rendszert a szállítóképesség csökkenését okozva. Sűrűbb menetrend szerinti közlekedést csak az automatikus vonatvezérlés bevezetése hozhatna, de az adott körülmények mellett ennek reális hatása is legfeljebb 1,5 percre való sűrítést tenne lehetővé.

3. A JÖVŐBEN FELMERÜLT FUNKCIÓ BŐVÍTÉSEK FELTÉTELEI

Az első vonalhosszabbítási elképzelés már nem sokkal a rekonstrukció után felmerült. A Nagy Lajos király útja tervezett átvezetése Angyalföldre a 3-as villamost is érinti, az M1-gyel való kapcsolat megtartása indokolja a Földalatti hosszabbítását. Ez a tervezett hosszabbítás azonban nem jelentene jelentős utasszámemelkedést, csak a ráhordási távolságot rövidítené. A közelmúltban felmerült elképzelések célja azonban egyértelműen több utas vonzása a vonalra. Ezeknek a többlet utasoknak egy része a vonal vonzáskörében megjelenő ingatlanfejlesztésekből, más részük a ráhordás növekedéséből származhatna. Utóbbi csoportot elsősorban a vasúttal érkezők alkotják. Az ezekből származó utastöbbletek és a vonal adottságaiból eredő korlátok összevetése azonban jelentős ellentmondásokat jelez, amelyek feloldása eddig nem kapott nyilvánosságot.

Az első növekmény kialakulása már megkezdődött, de erről – érthetetlenül – szó sem esik. Több évtized meddő küzdelme a fővárosi gépjárműforgalom növekedése



4. kép: M1terv, forrás: BKK

ellen most eredményhez közelít. A főváros – hasonlóan több nagyvároshoz – megtelt, elsősorban a városközpontban a parkolási, sőt a megállási lehetőségek is elfogytak. A folyamatosan növekvő korlátozások mellett a terjedő elektromobilitás töltési lehetőségéhez szükséges hely biztosítása is tízezres nagyságrendű megállási lehetőséget szüntet meg a jelenlegi technológia szint tartós stagnálása esetén, de fokozza a gépkocsiszám csökkenését az autózás költségeinek egyidejű rohamos növelése is. Mindezek – főleg a városközpontban – a közösségi közlekedés terhelésének 50%-os növekedését eredményezheti, ami már megközelíti a közösségi közlekedés használatának rohamos csökkenése előtti állapotot. A kialakult módszer értékelése nem témája jelen írásnak, de az rögzíthető, hogy azt a reményt, amely a gépkocsiforgalom korlátozásával a közlekedési igény elmúlását feltételezi, célszerű lenne mielőbb elfelejteni.

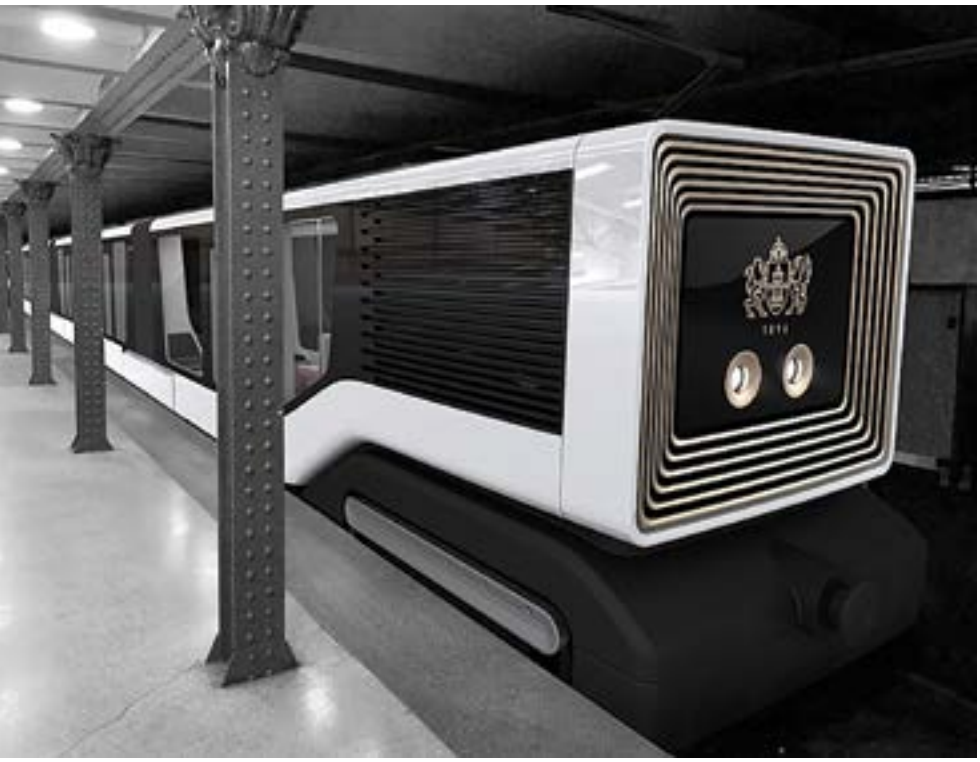
A Rákosrendező állomás vasút által felhagyott területén tervezett fejlesztések közös tulajdonsága, hogy tízezres nagyságú tömegközlekedés megoldását igénylik. Ez pedig csúcsórában legalább 3000 városközpont irányú utas elszállítását jelenti, ami a földalatti elérhető legnagyobb szállító képes-



5. kép: Új jármű terve, forrás: FŐMTERV

sége (1,5 perces követéssel 8000 férőhely, 6400 számításba vehető elszállítható utas) közel felét már az új szakaszon kitölti. Ez a mértékadó szakaszon az előző bekezdésben ismertetett többlettel jóval 100% feletti terhelést eredményez.

A hosszabbított vonal elkerülhetetlenül érinti a vasút Rákosrendező állomását, amelyről újabb utascsoport megjelenése várható. Ha a vonatok utasainak csak 10%-a száll itt át, csúcsórában az is több mint félezer többletet jelent, amely ráadásul lökésszerű terhelésként jelenik meg. Ez a 10% mellett felszálláskor még nem okoz gondot, de az egyik elképzelés a vasút Liszt Ferenc repülőteret kiszolgáló járatainak belső végállomását is Rákosrendezőre szánja.



6. kép: A jövő szerelvénye? forrás: https://sihuhu.com/

Az ebből származó utasok mennyisége vonatonként önmagában is meghaladja egy földalatti jármű befogadó képességét. A következmény, hogy a járművek már a végállomásról zsúfoltan indulnak, ami a mértékadó szakaszon a menetrend szerinti közlekedést teljesen szétzilálja. Az egy órán belüli ismétlődések hatására pedig a jelenség több órányi időszakra is kiterjed. A vonal ez alatt számított szállítóképességénél lényegesen kevesebb utast tud felvenni. Ilyen típusú terhelés kiszolgálására a vonal teljesen alkalmatlan.

A vonal szállítóképessége és a megjelenő igények közötti szakadék kialakulásának egyik oka a vonal metróvá való átnevezése. Ennek hatása évtizedekig nem lépte át a BKV belső szervezetének határát. Az utolsó évek fejlesztési elképzelései azonban egyre gyakrabban olyan körökből származnak, amelyek a közlekedési lehetőségek részleteit nem ismerik. Ezek számára a fejlesztési területet érintő metró szó elegendő biztosítéknak látszik a közlekedési igény ellátására. E tévhit terjedésének megszüntetése a fejlesztések előkészítése során komoly megtakarítást eredményezhet.

Merem remélni, hogy a felsorolt adottságok és adatok elegendőek az érintett fejlesztési elképzelések működőképes közlekedési kiszolgálása lehetőségeinek átgondolására. A ráfordítás csökkenésén túl a közösségi közlekedés érintett használóit is sok kellemetlenségtől meg lehetne kímélni.

Kelet-Közép-Európa térségi fővárosok közlekedési rendszer-jellemzői, különös tekintettel az útgyűrű egyenértékre és a torlódások szintjére

1. rész

AJTAY SZILÁRD

A fővárosi közlekedést övező szakmai vitákban gyakorta fontos viszonyítási pontként kerülnek elő a Kelet-Közép-Európa[1] térségi „testvérvárosok". Többé-kevésbé hasonló lélekszámuk, történelmük, Unióhoz tartozásuk és sokrétű hasonlóságuk miatt Budapest szempontjából talán Bécs, Prága, Varsó, München és esetleg Bukarest tekinthető „mérőzsinór" városoknak. A digitális forradalom miatt a virtuális szakmai utazások korlátlan lehetőségével élhetünk és egyre tágabb körben állnak rendelkezésre értékes gazdasági, népességi, motorizációs, közlekedés-hálózati és forgalomlefolyási összevető adatok, melyekből reményeink szerint logikai következtetések és akár statisztikai összefüggések olvashatók ki. Különösen izgalmas, hogy amíg korábban a forgalomlefolyásról szóló ismeretek többnyire spekulatívak, anekdotikusak voltak, jelenleg már világszerte elérhető többféle napi egyéni utazásokat lekövető rendszer elemi és aggregált adatállománya. Egy viszonylag teljes körű hatásmodell létrehozásának – pontosabban az itt bemutatott kezdeti szintű próbálkozásoknak – már csak egyetlen jellemző, a közúthálózati teljesítőképesség változójának hiánya képezte akadályát. Jelen munka elsőként ezt a hiányt igyekezett betölteni az „útgyűrű egyenérték" indikátor bevezetésével.

A vizsgálódás során egyre inkább érdekessé vált Bukarest, ugyanis minduntalan kiviláglott a város nagyon speciális helyzete. A román főváros több szempontból is kiváló „állatorvosi lónak" tűnik, például a kiemelkedően nagy népsűrűségre, az elképesztő mértékű torlódásosságra és a közelmúltban megindított dinamikus fejlesztésekre, illetve a meghozott bátor intézkedésekre figyelemmel. Így elemzésünk Bukaresttel külön is behatóan foglalkozik, a rendszerjellemzők (ellátottság) és működésminőségi jellemzők (torlódási index) közötti, illetve a dinamikus összefüggések keresése céljából[2]. Messze nem

[1] A legszűkebb értelmezés szerint Kelet-Közép-Európa Lengyelországot, Csehországot, Szlovákiát és Magyarországot jelenti, gyakran idesorolják Szlovéniát, Romániát és Horvátországot is, esetenként Ausztriát és Németország keleti tartományait. A cikk itt a régió „térségét" veszi alapul.

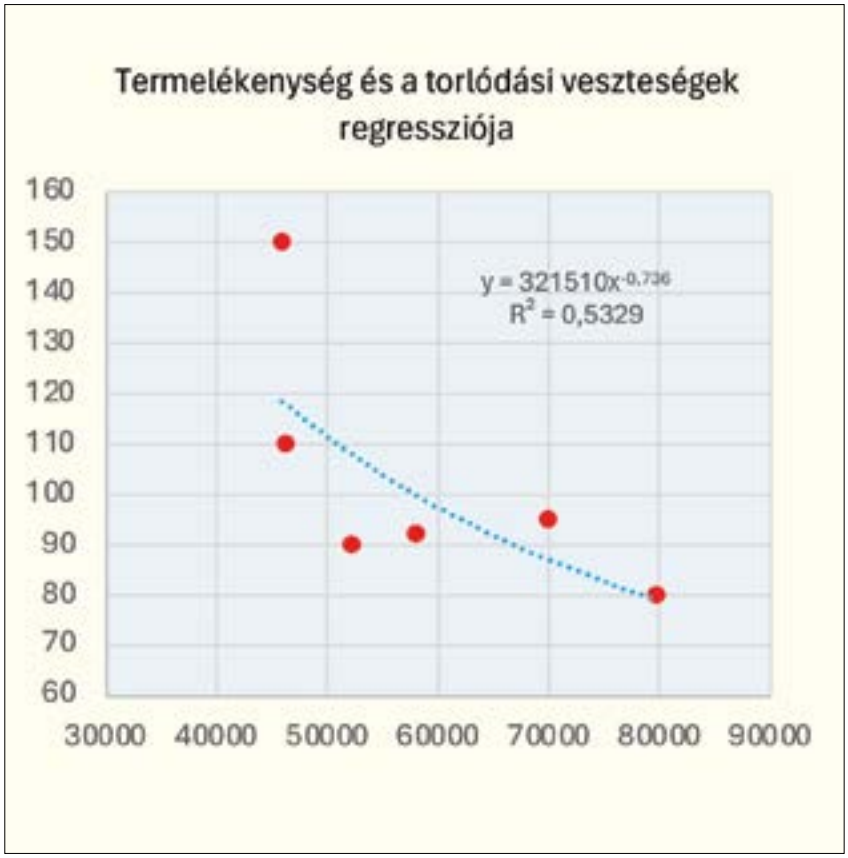
[2] Érdekes kérdés, hogy a bukaresti beavatkozásoknak látszik-e a hatása? Egyébiránt fontos leszögezni, hogy a román fővárost érintően megfogalmazott kritikai tartalmak hátterében semmilyen nemzeti érzület se keresendő: e szakcikk szerzői őszintén örülnek és nagyra értékelnek minden innovatív megoldást és izgalommal, várakozással tekintenek a román közlekedési stratégák több ígéretes intézkedésére.

tudományos igényű felismerés, de érdekes aktualitás, hogy a bukaresti események akár még a politikailag kockázatos közlekedésszervezési intézkedések pozitív közvélemény-formáló hatására is példának hozhatók annyiban, hogy a díjas parkolás egész városra való kiterjesztése a döntést felvállaló[3] városvezető, Nicuşor Dan[4] pályafutásában valószínűleg nem hátrányt jelentett, hanem talán inkább épp hozzájárult köztársasági elnökké választásához is[5].

Terjedelmi okokból helyenként a módszertani levezetések viszonylag elnagyoltak és a következtetések messze nem akadémikus teljességűek, emellett írásunkat két részre osztva közöljük: ebben a számban a Kelet-Közép-Európa térségi „testvérvárosok" összehasonlítására kerítünk sort és Bukarest helyzetét, lehetőségeit a következő alkalommal elemezzük.

BÉCS, BUDAPEST, BUKAREST, MÜNCHEN, PRÁGA, VARSÓ

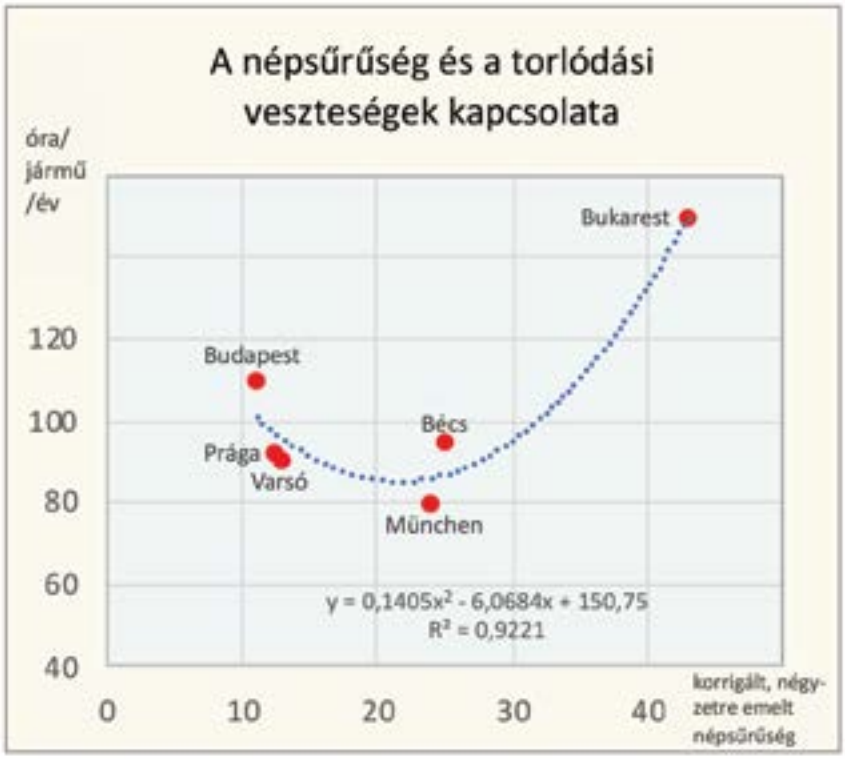
A fő célunk tehát az, hogy Budapest és a hasonlóságban hozzá legközelebb álló városok közlekedési-városszerkezeti rendszerjellemzői és működésminőségi jellemzők között megvizsgáljuk a fellelhető összefüggéseket. Elsőként vegyük sorra a torlódási szintet elvileg (remélhetőleg) magyarázó alapadatokat. A gazdasági jellemzők közül látszólag a termelékenység és a jövedelemszint vizsgálata lenne kézenfekvő, azonban a komolyabb elemzés előtt fontos megjegyezni, hogy a gazdasági (és kulturális) fejlettség logikailag mindenképpen közös kiindulási változója a városi infrastruktúra minőségének és ezen keresztül a jó forgalomlefolyásnak. Így elviekben „előre borítékolni lehet", hogy a fejlettebb városok még a nagyobb motorizációs szint, illetve feltehetően intenzívebb magánéleti és gazdasági együttműködés, mobilitás ellenére is jobb forgalomlefolyással rendelkeznek. Ezt a nemzetközi szakirodalom[6] és az általunk elvégzett regresszióelemzés természetesen meg is erősíti[7].



Ábra: A termelékenység és a forgalomlefolyás összefüggése

A lakosszám és városterület adatokból gyorsan kiadódó népsűrűség jellemzővel a közigazgatási határvonal esetlegessége miatt nem nagyon lehet mit kezdeni, ugyanis például Prága esetében a település menti erdők és szántóterületek is a városhoz tartoznak, így itt nagyon alacsony a népsűrűség, addig Bukarestnél a másik véglettel találkozunk. Itt a nagy laksűrűség érték mögött részben az áll, hogy a beépített területek között elhelyezkedő mezőgazdasági területek jellemzően nem a helyi önkormányzatok közigazgatási területéhez tartoznak[8]. Az összehasonlíthatóság miatt tehát fontosnak tűnik a területlehatárolási anomáliákat kiszűrni, erre e publikáció keretében csak „kézi" módszer áll rendelkezésre[9]. Prága területét 20, Bécsét 5%-kal csökkentve, Bukarestét 10, Münchenét 5%-kal növelve a bu-

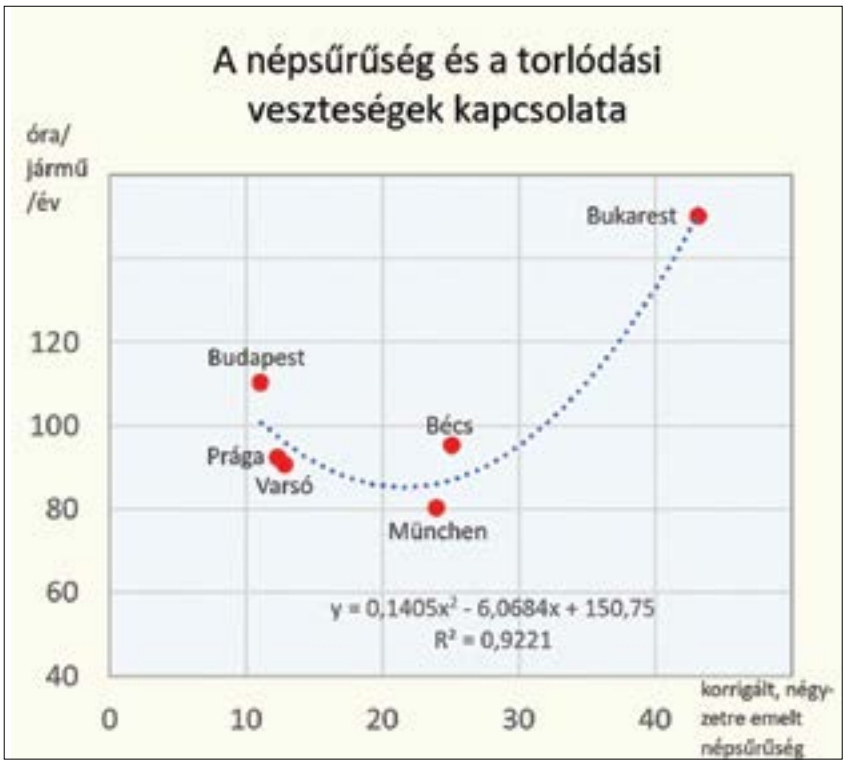
[3] A parkolási reformot nemcsak a főpolgármester támogatta, de a lakosság jelentős része is. A döntés előtt petíció indult a parkolási helyzet megoldása érdekében, és a hat bukaresti kerület (szektor) vezetője is közös levélben fordult a főpolgármesterhez, hogy javasolja a városi közgyűlésnek a parkolási díjak jelentős emelését.
[4] Bukarest polgármestere, Nicusor Dan megbízatása elején szakítani kívánt a fejlesztési intézkedések tervszerűtlen, rögtönzött jellegével, a villamoshálózat működésének javítására, az intelligens közlekedési lámpák harmonizálására, a behaladó vasútvonalakon pedig az elővárosi vasút funkcióhoz szükséges új állomások megépítésére kívánt fókuszálni, de kritikusai szerint ezekben nem volt eredményes.
[5] A frissen megszavazott köztársasági elnök Nicuşor Dan a bukaresti polgármesteri székből rajtolt az elnöki székért. A fővárosi régióban az elnökválasztás 2. fordulójában a választók 56%-a adta rá a voksát.
[6] Szoros összefüggés van egy ország jövedelmi szintje és a városi lakosok gépjárművel történő utazási sebessége között. A gazdagabb országok gyorsabbak. (The fast, the slow, and the congested: Urban transportation in rich and poor countries – Prottoy Akbar, Victor Couture, Gilles Duranton, Adam Storeygard/24 Sep 2023)
[7] Az összefüggés erőssége nem mondható nagynak.
[8] Szembetűnő egyébként az is, hogy a várostest szerves részét képező lakóterületek jelentős arányban más települések részeként van számon tartva.
[9] Csak „szemmértékre" tudtuk elvégezni.



Ábra: A népsűrűség és a torlódási veszteségek regressziója

dapestihez sokkal jobban hasonlító elvi közigazgatási területeket kapunk. Bukarest esetében még így is igen magas, a közel-keleti nagyvárosokét közelítő[10] beépítési sűrűség mutatkozik meg, amit egyébként a város általános utcaképe – a zsúfolt építési mód, a városi főutak menti 8–10 emeletes lakóházláncok, a relatíve kevés zöldterület – is megerősít.

A hat város esetében a korrigált népsűrűség-adatok a torlódási veszteségekkel nem mutatnak értékelhető korrelációt, azonban a népsűrűség változót négyzetre emelve már erősen (R^2 = 0,91) korreláló kapcsolatot találunk (y = 0,136x2 - 5,78x + 147). Az így kimutatott összefüggés illeszkedik is valamilyen természetes logikához: sem a nagy népsűrűség, sem az alacsony népsűrűség nem segíti a jó forgalomlefolyást. A regressziós görbe szerint 4,3 ezer fő/km^2 népsűrűség körüli értéksávban van a városi közlekedés működőképességi optimuma, amit legjobban München és Bécs közelítenek meg, ehhez képest Prága, Varsó és különösen Budapest túl szétterülőek[11], Bukarestben pedig már túl nagy a funkciósűrűség. A csekély statisztikai mintanagyság és a nyilvánvalóan szerepet játszó sok egyéb változó miatt azonban nagyon óvatosan kell kezelni ezt a következtetést. Kiváló közösségi közlekedési rendszer és a parkolási díjrendszer megfelelő egyensúlyjavító ereje esetén a nagy népsűrűség feltehetően nem okozna problémát. Emellett a gazdasági, kulturális és közlekedési rendszerre jellemző általános fejlettségszint is bizonyosan nagy szerepet játszanak. A számos hatótényező és az ok-okozati irányok bonyolult láncolatai a biztos következtetést kvázi kizárják. Mindenesetre a



Ábra: A metró- és villamosvonali ellátottság (belvárost elérő vonalak), valamint a torlódási veszteségek regressziója

[10] Például Athén és Isztambul népsűrűsége 9 ezer fő/km² feletti, Bejrút 10 ezer fő/km² körüli..
[11] A városi szétterülés (urban sprawl) nagy mértékben rontja a közösségi közlekedéssel való lefedettség, kiszolgálás hatékonyságát és így az az autóhasználatot gerjeszti, mind az utazási arány, mind a teljesítmény vonatkozásában. A közlekedéssel kapcsolatos szén-dioxid kibocsátás és a városok terjeszkedési adatai erős korrelációt mutatnak. (Lásd: Városi terjeszkedés és klímaváltozás – Dr. Bart István László, 2010).

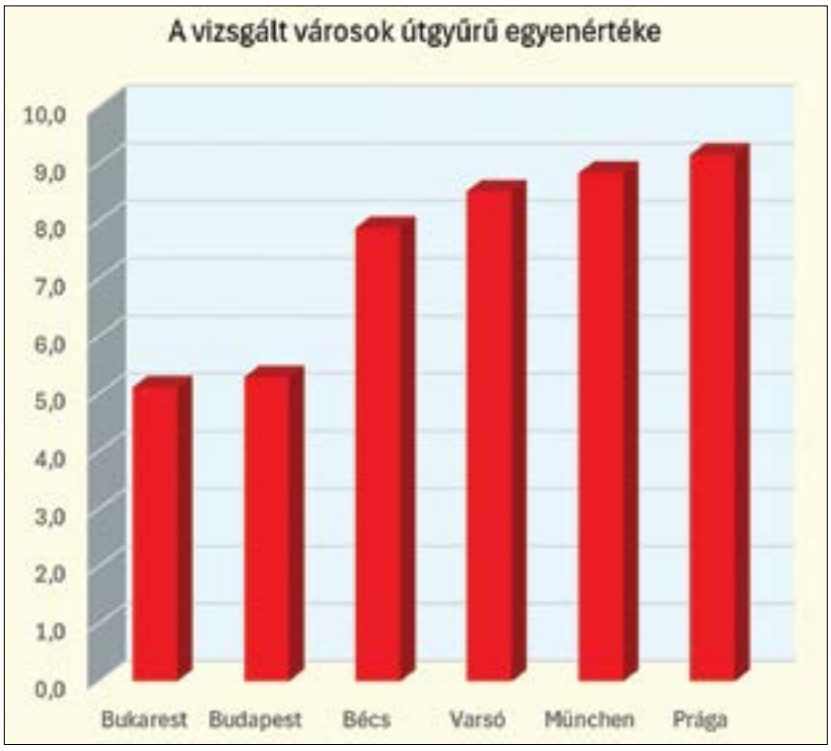
hozzáférhető nemzetközi vizsgálatok[12] szerint a modern városok esetében – ha például az egységnyi idő alatt elérhető munkahelyek számát tekintjük mérvadónak – a sűrűség inkább előny: a közelségi hatás jobban dominál, így a sűrűbb nagyvárosi területek célpontjai inkább megközelíthetőek, még akkor is, ha a torlódások lassítják a forgalmat. A kompakt fejlesztés gyakran javíthatja a közlekedési eredményeket.

Ami a motorizációs szint következményeinek elemzését illeti, azt két okból is elvetjük: egyrészt a gépkocsitulajdonlás mértéke messze nem azonos az utazások számával, vagy intenzitásával (az utazási dinamikát számos megoldással lehet befolyásolni), másfelől sajnos Bukarest és München esetében a motorizációra legfeljebb becslés áll rendelkezésre.

A közlekedési rendszer hálózati adataiban ugyan nem mutatkozik meg számos minőségi szempont, azonban ezek az egyszerű paraméterek a legígéretesebb adataink. Több okból, például mert a közúti torlódások többnyire a belső városrészekben sűrűsödnek, másrészt erősebb korrelációk mutatkoznak, a metró- és villamoshálózatból kiemeltük a belvárost elérő és különösen az azt átlósan keresztező vonalakat és így azoknak csak a számát vizsgáltuk (hálózati hossztól függetlenül). A metró- és villamosvonali ellátottság, valamint a torlódási veszteségek között logikusnak látszó függvénykapcsolat mutatkozik[13].

Út kiépítettsége	forgalmi teljesítőképesség[15] (E/óra)	forgalmi teljesítőképesség (egyenérték)
autópálya jellegű 2x4	14400	12
autópálya jellegű 2x3	10800	9
autópálya jellegű 2x2	7200	6
főút (szintbeni csp.okkal) 2x4	4800	4
főút (szintbeni csp.okkal) 2x3	3600	3
főút (szintbeni csp.okkal) 2x2	2400	2
főút (szintbeni csp.okkal) 2x1	1200	1

Táblázat: Az elvi forgalmi teljesítőképesség az egyes útkiépítettségek szerint.



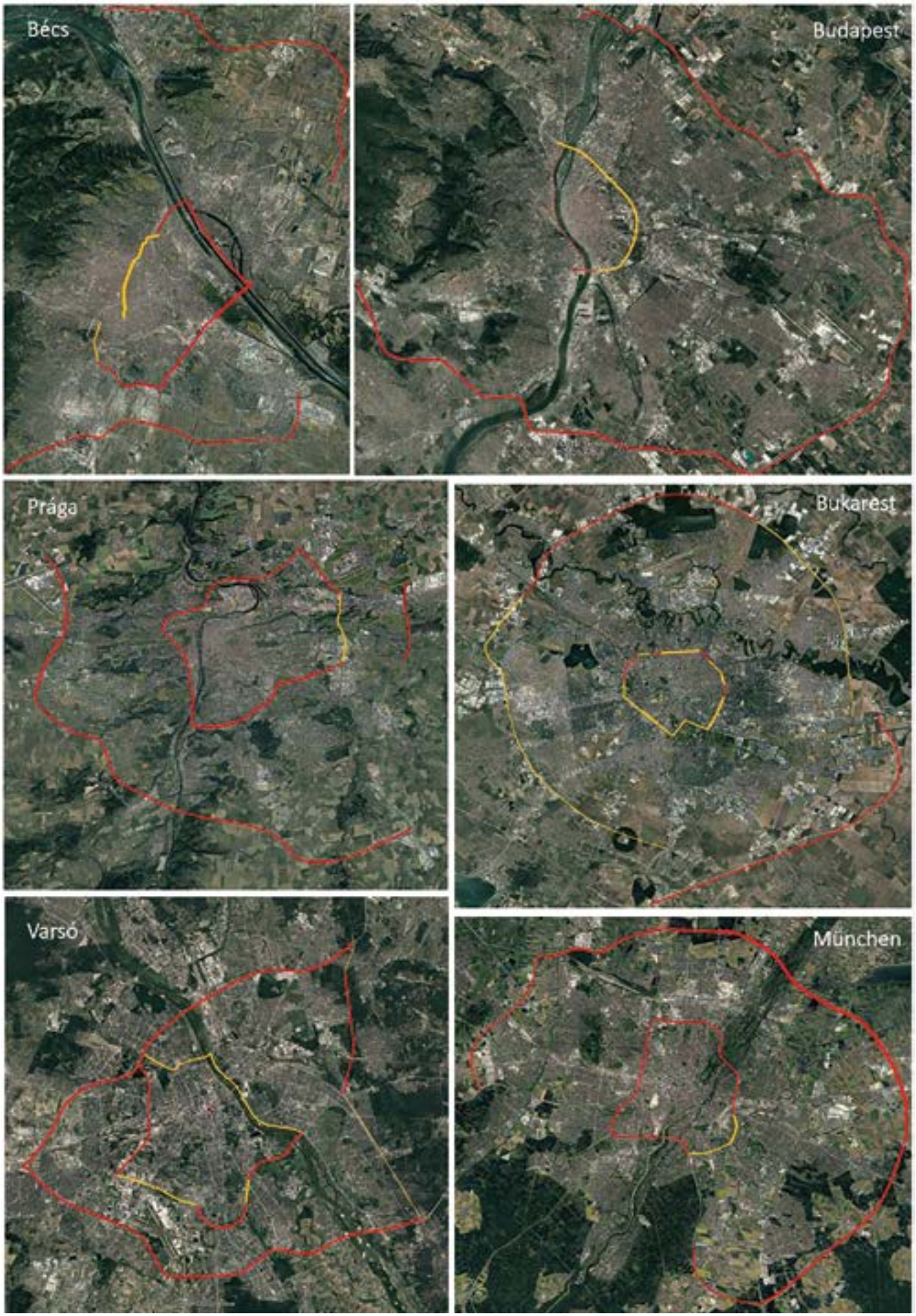
Ábra: A vizsgált városok útgyűrű egyenértéke

Szívesen megvizsgáltuk volna továbbá a közösségi közlekedési rendszer teljesítmény- és rendszerhatékonysági jellemzőit (pl. utaskilométer, összes útidő/összes úthossz, utaskilométer/hálózatkilométer, forrástranszfer mértéke, önfinanszírozási arány), de ezek közül még az egyszerűbb indikátorokra sem találunk minden vizsgált településre megbízhatónak tűnő adatot.

A VÁROSI KÖZÚTHÁLÓZAT TELJESÍTŐKÉPESSÉGÉT LEÍRÓ EGYSZERŰ JELLEMZŐ

Mint a bevezetőben jeleztük, a városi közúthálózatok felszereltségi, teljesítőképességi szintjére nincs bevett, interneten publikált jellemző, ezért alkottunk egy szempontunkból jó, de a lehető-

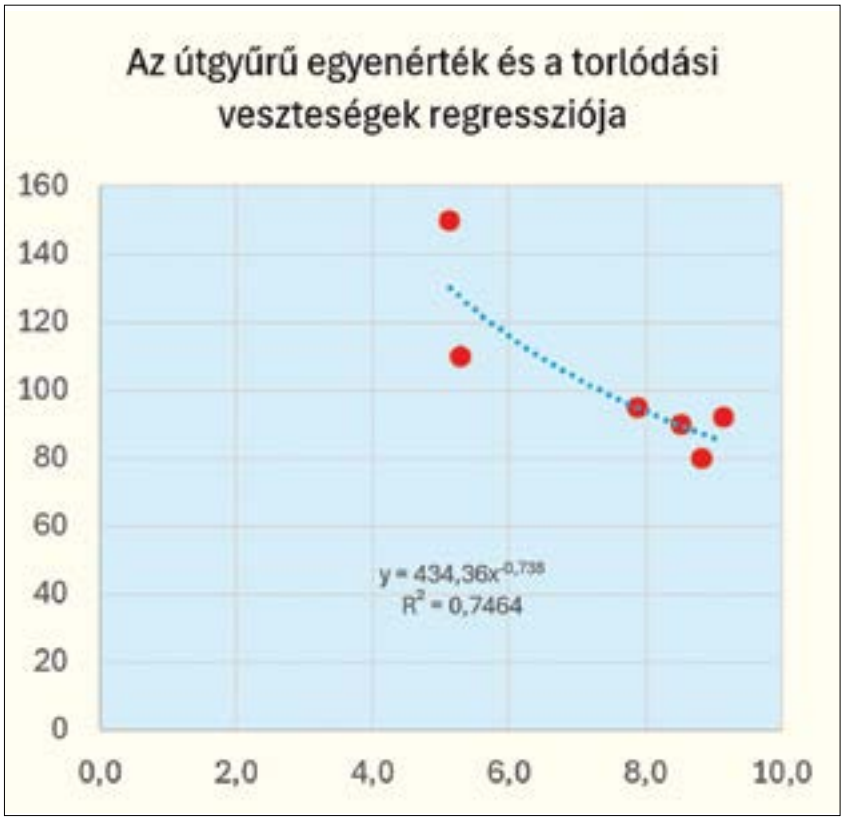
[12] Does Accessibility Require Density or Speed? A Comparison of Fast Versus Close in Getting Where You Want to Go in U.S. Metropolitan Regions – Jonathan Levine, Joe Grengs, Qingyun Shen, Qing Shen – 2012. [13] A hatványfüggvény kapcsolat második legjobb korrelációt mutatja. A legjobb illeszkedést elérő polinomiális függvénykapcsolatot azért vetjük el, mert a 13 körüli független változó zónájában ez lokális minimummal rendelkezik, azaz innen továbbhaladva a jobb tömegközlekedési hálózat ront a torlódási helyzeten, ami nyilván nem reális.
[13] A hatványfüggvény kapcsolat második legjobb korrelációt mutatja. A legjobb illeszkedést elérő polinomiális függvénykapcsolatot azért vetjük el, mert a 13 körüli független változó zónájában ez lokális minimummal rendelkezik, azaz innen továbbhaladva a jobb tömegközlekedési hálózat ront a torlódási helyzeten, ami nyilván nem reális.
[15] A Közutak tervezése szabályzat alapján, bár nyilvánvaló, hogy az itt nagyon sematikusan rögzített kapacitásértékek finomíthatók lennének.



Ábra: A vizsgált fővárosok útgyűrű ellátottság vizsgálatánál figyelembe vett külső és „középső" útgyűrűk, azonos méretarányú kivágatban (piros: különszintű útpálya; narancs: szintbeni csomópontokkal kiépített útpálya; vonalvastagság: arányos a sávszámmal)

ségeinket nem szétfeszítő (leegyszerűsítésekkel elviselhető bonyolultságúra redukált) jellemzőt, amit „útgyűrű egyenértéknek" neveztünk el. Szempontunkból nem igazán eredményesek a belvárost keresztülszelő sugárirányú városi utak, mivel egyfelől nem cél a tömegközlekedéssel jól kiszolgált belső zóna közúti terhelése, másrészt az ilyen utak (kapacitásuktól függetlenül) a kapacitáshiányos környezet miatt valahol mindig torlódni kezdenek és így nem is működnek megfelelően. A belvárosba vezető sugárirányú utak teljesítőképessége hasonló okok miatt nem szempont. A „gyűjtőúti" szintű hálózat kiépítettségét pedig pusztán egyszerűsítési okokból hanyagoljuk el, így lényegében megmarad a főúti és gyorsforgalmi úti városi útgyűrűk rendszere, ezek hálózatában pedig általában kettő tipikus elem mindenhol beazonosítható: a külső elkerülő útgyűrű (általában legalább 2 x 2 sávos, különszintű autóút/autópálya) és a városi (úgynevezett. „középső") gyűrű, amit például Budapesten Hungária gyűrűnek hívunk.

Az útgyűrű egyenérték tehát a nagyvárosokban jellemző legfontosabb „középső" útgyűrű és a külső útgyűrű együttes teljesítőképességére jellemző (egyetlen változóba sűrített) mutató, ez pedig a teljes körre – a homogén szakaszonként körív-középponti szög szerint – súlyozva átlagolt közúti teljesítőképesség a 2 x 1 sávos városi főút elméleti (1200 Ej/óra) keresztmetszeti átbocsátóképességére vetítve. A számításaink során a középső útgyűrű jelentőségét kétszeres súllyal vettük figyelembe, mivel az a belváros tehermentesítését lényegesen jobban szolgálja. Az útgyűrű egyenérték így lényegében a város magzónájának a közúti tehermentesítő képességét mutatja, vagy ha úgy tetszik, a belváros humanizálhatóságának közúti[14] keretfeltételeire jellemző érték.



Ábra: Az útgyűrű egyenérték és a torlódási veszteségek kapcsolata

A kinyert jellemzők nem okoznak nagy meglepetést, hiszen az e városok hálózatát ismerők nagy vonalakban – benyomás szinten – ismerik a különbségeket. Bár Budapesthez hasonlóan Bécs, Prága, Varsó és München körül sincs teljes körgyűrű, azonban mindegyiknél nagyon fejlett „középső" gyűrűrendszer van. Bécs esetében például a városközponttól 4-5 kilométerre 2 x 3 sávos „középső" körút halad el (nyugaton a Gürtel, délen pedig az A23-as 2 x 3 sávos különszintű vezetéssel), amely körútrendszernek az északkeleti negyede maga a Duna-parti kéregalagútba helyezett 2 x 3 sávos A22 autópálya. Prágában egy – a centrumtól átlagosan 6 km-es távolságban, jelentős részben alagútban kiépített – majdnem teljesen körbefutó autópálya jellegű gyűrű helyezkedik el. De vehetnénk München javarészt különszintű, min. 2 x 2 sávos középső útgyűrűjét, és Varsó rendkívül fejlett, de kevésbő geometrikus hálózatát. Budapest rendkívül alacsony útgyűrű egyenértéke nyilván alapvetően az M0 autóút és különösen a Hungária gyűrű részleges kiépítettségével, azaz a budai oldali hálózati hiányokkal függ össze (a Budai alsó rakpartot jóindulattal a

[14] Természetesen messze nem csak közúti feltételekről beszélhetünk, hiszen a közösségi közlekedési ellátottság legalább annyira fontos.

középső gyűrű nyugati szektorának vettük). Érdemes még megjegyezni, hogy a hat városból csak három, München, Bécs és Prága esetében teljesül, hogy a centrum magzónát nem keresztezi közúti főtengely.

Ezeket az adottságokat a rosszabb belső dugóindex határozottan visszatükrözi. A számos izgalmas összevetési lehetőség közül csak egyet kiemelve, érdekes például, hogy az elemzés alapján[16] Prágának és Bécsnek kifejezetten elmaradott a külső gyűrűje, de rendkívül erős középső gyűrű bőségesen javítja az így keletkező hátrányokat. Érdemes megemlíteni, hogy Bécsben egyébként nagyon kapacitív belső – a belvárost közvetlenül körülölelő – útgyűrű-rendszer is van (Donaukanal rakpartok – 6 sáv –, Opernring – 3 sáv –, Museumstraße – 5 sáv), és Prágában is nagy jelentősége van az egyenként 3–4 sávos Sokolska, Legerova (dél és észak felé egyirányú) főút párnak, azonban ezek az összegző egyenérték szükségszerű egyszerűsítései miatt nem lettek figyelembe véve. Bukarest körül 2024-ben tavasszal és nyáron került átadásra az A0 déli szektora, ezek közül csak a tavaszi átadást vettük figyelembe. A vizsgált városok útgyűrű egyenértéke és a csúcsidejű forgalomlefolyás között közepesen jó, a természetes logikának megfelelő korrelációt találunk.

A KÖZÚTI FORGALOM LEFOLYÁSÁT LEÍRÓ JELLEMZŐ

Ami a forgalomlefolyás minőségét illeti, ugyebár marketing célokkal egyre több piaci szereplő tesz közzé adatokat (TOMTOM, Google, Waze, HERE Technologies, Apple Maps), azonban ezek között kiigazodni rendkívül nehéz, illetve az adatok tartalma és megbízhatósága is eltérő. Az eddigi tapasztalatok (eseti forgalmi anomáliák valószerű lekövetése a valósidejű órás átlag sebességadatok) alapján a TOMTOM aggregált adatai tűnnek leginkább használhatónak[17]. A navigációs világcég 2024. évre vonatkozó forgalomlefolyási adatai szerint Budapest belső, városias zónájában az átlagos autósok egy év alatt fejenként 110 óra időveszteséggel[18] számolhatnak a csúcsforgalmi időszakban, miközben a hasonló méretű Bécsben 95, Prágában 92, Varsóban 90, Münchenben pedig 80 óra a dugóban eltöltött veszteségidő. Egyedül a bukaresti torlódási jellemzők rosszabbak a budapestinél, ott 150 órával kalkulálhatnak a közlekedők. Felmerülhet, hogy valamilyen átmeneti intézkedés vagy gazdasági folyamat miatt a 2024. évi értékek épp eltérnek az általában érvényestől, azonban a TomTom korábbi évi forgalomlefolyási adatait megnézve ezek a dugóadatok viszonylag stabilnak tűnnek. 2022-ben[19] például Budapest belső területein az átlagos haladási sebesség[20] a csúcsforgalmi időszakban mindössze 22 km/óra volt, miközben a hasonló méretű Bécsben és Varsóban 24, Münchenben 25, Prágában 31 km/órát regisztráltak. Bukarestben ez az érték akkor is rendkívül rossz volt, mindössze 17 km/óra.
Természetesen a páros összefüggések alapján egy általánosabb hatásösszefüggés modell is felrajzolható. Első nekifutásra megkértük az MI-t is, hogy készítsen statisztikai kapcsolatot az útgyűrű egyenérték, belváros metró-ellátottsága, korrigált népsűrűség, villamoshálózat hossza és a torlódásosság (függő változó) jellemzőink között: az egyik rendszer túlterheltségre hivatkozva hárított, a Google Gemini viszont elkészített egy nagyon erős illeszkedésű (R2 = 0,970) lineáris regressziós kapcsolatot, azonban annak használhatósága a jó korreláció ellenére kétséges[21].

Végül a legjobb korrelációjú páros kapcsolatokra hagyatkozunk, az útgyűrű egyenérték, a belváros városi vasút ellátottsága, a korrigált népsűrűség négyzetre emelt értéke és a torlódásosság (függő változó) között kerestük meg a valószerű[22] és egyben jó korrelációjú kapcsolatokat és ezeket már MI nélkül próbáltuk meg közös modellbe integrálni. A létrejött matematikai összefüggés a következő:

[16] Az útgyűrűrendszereket vizsgálva rengeteg érdekességet lehetne kiemelni, de ez nem férne bele a terjedelembe.
[17] Megbízhatóságukra jellemző, hogy számos jelentős kutatóintézet támaszkodik az adataikra.
[18] A megadott jellemzőben nincs benne minden időveszteség, hanem csak az, ami az „urban area" területen keletkezik és ott is csak a csúcsórai utazások során. Ráadásul erre az értékre is nivelláló hatást gyakorolnak a torlódási gócokat elkerülő mozgások. A TomTom egyébként sok más adatot is közread, nehéz köztük kiigazodni, de a városi torlódásosságot leginkább jellemző évente közzétett adat a csúcsidejű egyéni időveszteségek átlaga. Gond van például a rangsorhoz alkalmazott belső átlagos áramlási sebességgel, mert az a közlekedési hálózat csúcsidejű teljesítőképességét nem tudja megmutatni, értékét – például Budapest esetében – felfelé húzza a nagy éjszakai és hétvégi átlagsebesség („száguldozás"), illetve a részben csillapítatlan lakóutcák kelleténél nagyobb sebességű használata.
[19] Budapesten a 2023-as évben a kiemelkedően magas infláció befolyásolta a forgalomlefolyást, ami átmenetileg – pl. 2022-höz mérten – érzékelhetően javult a kényszerű spórolás miatt.
[20] A TOMTOM 2025. év elején megváltoztatta módszertanát, ezért a 2024. évre közzétett adatok típusa eltér az azt megelőző évekétől.
[21] Az MI az eredményhez magyarázó megjegyzéseket is adott, miszerint túl sok a magyarázó változó és kevés a „megfigyelések" száma, a megadott kapcsolatnál matematikai szempontból gyenge általánosíthatóság mutatkozik, az előrejelző erő alacsony lehet, nincs statisztikailag szignifikáns magyarázó változó és a változók között korreláció lehet. Javaslatai között szerepelt a négy független változó bevonásának csökkentése, vagyis a kísérletezést csak 1-2 független változóval (melyekről a legerősebb elméleti előfeltevések vannak), valamint az adatok transzformációja, ha nemlineáris kapcsolat feltételezhető.
[22] A polinomiális (másodfokú egyenlet) függvénykapcsolat mindig jobb korrelációt mutat, azonban ez az „értelmezési tartományunkban" rendre lokális minimummal „fordul át", ami nyilván nem valószerű, így többnyire a hatványfüggvény kapcsolatot választjuk.

$Y^i = 0,8/3*(3,52*X_{1i}^2 - 61,2*X_{1i}+354)+1/3*(1,52*X_{2i}^2 - 36,8*X_{2i}+313)+1,2/3*(0,14*X_{3i}^2 - 6,07*X_{3i}+150)$

ahol

- Y_i az i város torlódási vesztesége (függő változó)
- X_{1i} az i város útgyűrű egyenértéke
- X_{2i} az i város centrumzónájának városi vasút feltártsága
- X_{3i} az i város korrigált területén a népsűrűség négyzete

Mivel elvileg egy előrejelző modellt nyertünk, például érdekes lenne megbecsülni a bukaresti új körgyűrű átadása utáni és a budapesti (gyűrűpótló) alsó rakpart tervezett megszakításával előálló torlódási értékeket: remélhetőleg hamarosan sor kerül rá.

KÖVETKEZTETÉSEK BUDAPESTRE NÉZVE

A magyar főváros esetében az útgyűrű egyenérték tekintetében jelentős, 60%-os (!) elmaradás mutatkozik az itt vizsgált négy[23] fejlett város felszereltségéhez képest. A nem tárgyalt jellemzők közül megemlítendő a belső zóna hídkapacitási szintje, ami ugyancsak elmaradnak az ideálistól, például Bécs, Párizs, London azonos (belső) folyószakaszát másfélszer jobb autós hídkínálat jellemzi. Ezeket a hiányokat a rossz belső zónás dugóindex határozottan visszatükrözi. Látjuk, hogy Bukarest az infrastruktúra-adottságok és a forgalomlefolyás szempontjából a magyar fővároshoz képest is jelentős hátrányban van, azonban itt a helyzetet javító intézkedések[24] – Budapesttel ellentétben – napirenden vannak. Budapest közlekedési menedzsmentjének a döntései során számolnia kell azzal, hogy amennyiben rövid távon végre kívánják hajtani a belvárost keresztező kelet-nyugati és észak-déli közúti főtengelyek – nyilván indokolt, de álláspontunk szerint túl korai – humanizálását és ezeket az intézkedéseket nem kíséri az útgyűrű-kapacitások fejlesztése[25], úgy a forgalomlefolyásban „fizikailag" érzékelhető romlás következik be, ami adatokkal mérhető és társadalomlélektanilag megmagyarázhatatlan lesz. Nem mentség, ha a döntéshozónak a felszereltségi hátrányokról nem volt ismerete, vagy a tényszerű indikátorokat nem vette komolyan.

[23] Bukarestet nem nézve.
[24] Nyilván ezt lehet finomítani, mivel a parkolási díjrendszer közelmúltban történt kiterjesztése és egy-két napirendre tűzött közösségi közlekedési fejlesztés (pl. az Újbuda–Újpest fonódó villamostengely projekt) azért a működőképesség javítását szolgálja, azonban ezek a bukaresti tarifális intézkedésnél, ill. metró és körgyűrűfejlesztési lépéseknél kisebb súlyúak.
[25] Javaslatainkat a cikk végén adjuk meg.

Közlekedési és városfejlesztési tapasztalatok Lisszabonból

SZŐKE LÁSZLÓ



1. ábra Lisszabon madártávlatból

Portugália fővárosa, Lisszabon 83 km^2-es területével az ország legnagyobb városi térsége. A város lakossága 545 000 fő, azonban a teljes vonzáskörzetben közel 3 millió ember él, ami Portugália teljes népességének közel 30%-a. Ezt a hatalmas városi régiót kiterjedt metró és HÉV, úgynevezett „Suburbano" hálózat szolgálja ki, melyek a távoli elővárosokba is eljutnak. A belváros közlekedését a híres szűk utcákon kanyargó öreg villamosok segítik, azonban egyes vonalakon, mint például a Belém felé közlekedő 15-ös, folyamatosan állnak forgalomba a korszerű és nagy befogadó képességű CAF járművek.

METRÓ

A lisszaboni metró jelenleg 4 vonalból áll, melyek érdekessége, hogy nem számozással, hanem színekkel és szimbólumokkal ellátva jelölik őket. Az első vonal 1959-ben nyílt meg, a hálózat azóta is folyamatosan bővül, amely ma már 44,2 km hosszú 56 állomást, és napi közel félmilliós utasforgalmat szolgál ki. A metró másik különlegessége, hogy Stockholmhoz, Münchenhez, valamint Montrealhoz hasonlóan számos művész alkotása díszíti az állomásokat. Egyes megállóhelyek, mint például Olaias építészete rendkívül nagyvonalú, élénk színekkel, műalkotásokkal és egyedi megoldásokkal rendelkezik. A járműpark egységesnek tekinthető, ugyanazon gyártó járműveinek különböző változataiból áll, az utolsó széria 2000-ben állt forgalomba. A szerelvények 3 szekciósak és csatolva közlekednek, így részben átjárhatóak, azonban a szűk alagutak miatt nincsenek klímaberendezéssel felszerelve. A vonatok reggel 6:30 és éjjel 1:00 óra között közlekednek, általában 5–8 perces követéssel. A Stadlerrel és a Siemens-szel megkötött szerződések értelmében a következő években további 38 járművel fog bővülni a flotta.

VILLAMOS

Lisszabon jelképeinek is tekinthetőek a jellegzetes kis sárga, keskeny nyomtávú öreg villamosok, amelyek fel-le közlekednek a város meredek utcáin. Az első lóvasút 1873-ban létesült, majd 1901-től már elektromos villamosok üzemeltek. Jelenleg 6 vonalból áll a hálózat, azonban a metró megépülése, valamint az autóbuszok megjelenése előtt még 24 vonal üzemelt. A nagy turistaforgalom miatt dedikált városnéző villamosok is közlekednek, ezzel igyekeznek némileg tehermentesíteni a hagyományos járatokat. A leghíresebb a 28-as vonal, amely a belváros



2. ábra Olaias metróállomás





3. ábra Hagyományos lisszaboni villamosok

legfontosabb látnivalóit érinti. A Belém felé vezető 15-ös vonal nem csak turisztikai szempontból fontos, hanem a város közlekedési hálózatának egyik kulcsfontosságú eleme.

Lisszabon különleges domborzati viszonyai miatt számos egyedi villamosvonal is üzemel, melyek mára mind nemzeti műemléki védelem alatt állnak. Az 1885-ben megnyílt Elevador da Glória siklóvasút Baixa városnegyedben található. A kezdeti időkben még víz ellensúlyos rendszer, majd gőzgép működtette, később, 1915-ben villamosították. A sikló lényegében ma is az 1920-as arculattal rendelkezik, a város közösségi közlekedési szolgáltatója, a Carris üzemelteti.



4. ábra A Glória és Lavra felvonók



ELEVADOR DO LAVRA

Az Elevador do Lavra siklóvasút 1884-ben nyitott meg, ezzel ez a város legrégebbi ilyen jellegű létesítménye. 188 méter hosszú, az átlagos emelkedése 22,9%, a vasút nyomtávja pedig 90 cm. Jelenleg a Carris tulajdonában és üzemeltetésében van, 2002-ben nemzeti műemlékké nyilvánították.

BICA FELVONÓ

A Bica felvonó, a Budavári sikló hoz hasonló kötélpálya elvén működik, a két kocsi egy vontatókötél két ellentétes végéhez van rögzítve, így azok egyszerre emelkednek és ereszkednek ellensúlyként működve. A tervezését 1888-ban kezdték, a mechanikus motorját csak 1890-ben szerelték be. Végül 1892. június 28-án kezdte meg működését, néhány évnyi tesztelés után. Eredetileg gőzzel működött, 1914 és 1916 között villamosították, majd 2011-től építészeti védett örökségnek nyilvánították. A siklóvasút/felvonó 11,8%-os lejtőn emelkedik és 245 métert tesz meg. Az alsó állomás elrejtve található a Rua de S. Paulo egyik homlokzata mögött a kapualjban.

ALMADA[1]

Villamosok Almadában is közlekednek 3 vonalon, 19 állomással melyeket a Metro Transportes Sul do Tejo üzemeltet, a lisszabonitól eltérő arculattal. A járatok közvetlen kapcsolatot biztosítanak a vasútállomások és a Cacilhas komp között, ami a



5. ábra Villamos Almadában

leggyorsabb módja a belváros elérésének Almadából. Az első tervek 1995-ben készültek el, többszöri átdolgozás után, 2002-ben kezdődött meg az építkezés. A hálózat első szakasza végül 2007-ben nyílt meg, és 2008-ra nagyrészt elkészült. 2023-ban a kormány bejelentette a villamos Seixalon keresztül 6,6 km-rel történő meghosszabbításának tervét, amelynek lehetséges befejezése 2029 és 2031 között várható.

HÉV 'SUBURBANO'

A Suburbano hálózat tulajdonképpen 4 fő vonalból áll, 67 állomással, melyeken számos járat üzemel, évi 100 millió utast kiszolgálva. Az elővárosi vasutak számos helyen közvetlenül kapcsolódnak a metróhoz, azonban van, ahol jelentős a rágyaloglási távolság, ami megnehezíti az átszállást. Az üzemeltetője a CP Comboios de Portugal vasútvállalat, azonban a Navegante kártyák[2] itt is működnek, igaz, távolság alapú díjszabással. A 4 zónára érvényes napijeggyel a teljes elővárosi hálózat korlátlanul igénybe vehető.

[1] Almada város Portugáliában, a Tajo folyó torkolatánál, Lisszabonnal szemközt. Lakossága 174 ezer fő volt 2011-ben. (forrás: Wikipédia, a főszerk. megjegyzése)
[2] Lisszabon és környéke közösségi közlekedési kártyája.



6. ábra Lisszabon gyorsvasúti hálózata

SINTRA LINE

1887-ben nyílt meg a 27 km hosszú Sintra vasútvonal, amelyet az 1950-es években villamosítottak. A jelenleg is itt közlekedő szerelvények az 1990-es években álltak forgalomba, jellemzően csatolva közlekednek.



8. ábra Elővárosi vonat Cascaisban



7. ábra Elővárosi vonat Sintrában

AZAMBUJA LINE

A Santa Apolónia pályaudvarról indulnak az északi elővárosok felé vonatok Oriente állomás érintésével.

CASCAIS LINE

1895-ben készült el az óceánparti Cascaist Lisszabonnal összekötő vasútvonal, amely az első villamosított portugál vasútvonal is egyben. A vonal 25 km hosszú, mivel Cascais népszerű üdülőváros, rengeteg turista is használja. A szerelvények külső kinézete meglehetősen leharcoltnak tűnhet, azonban belső terük tiszta, modern, kényelmes utazást biztosít.

SADO LINE

Eredetileg 1861-ben épült ki a vasútvonal, azonban Lisszabont csak 2003-ban érte el az Április 25. híd alsó szinttel történő kibővítésével. A déli elővárosokat szolgálja ki, melyek végállomása a Roma Areiro állomás, jellemzően emeletes szerelvényeket alkalmaznak rajta.

PÁLYAUDVAROK

Budapesthez hasonlóan Lisszabon vasúti közlekedését is főként fejpályaudvarok szolgálják ki, ez alól kivételt jelent a közelmúltban elkészült Oriente állomás. A fejpályaudvarok közötti közlekedést a metróhálózat teszi lehetővé, átszállásmentes kapcsolat azonban csak a Rossio és Santa Apolónia pályaudvar között van.

SANTA APOLÓNIA

A Santa Apolónia pályaudvar 1865-ben nyílt meg elsőként Por-

tugáliában, számos belföldi távolsági járat mellett innen indulnak a nemzetközi vonatok is Madrid felé. A fejpályaudvarhoz kapcsolódik a Kék metróvonal végállomása, amely 2007-ben nyílt meg. Az állomás belső tere a budapesti Nyugati pályaudvart idézi, jellegzetessége az élénkvörös színezésű homlokzat.

ROSSIO

A Rossio, korábbi nevén Központi pályaudvar Lisszabon központjában található, a vonatok egy 2,9 km hosszú alagúton keresztül érik el. A fejpályaudvar 1886–87 között épült fel José Luis Monteiro portugál építész tervei alapján romantikus stílusban. Az alagút elkészülte után, 1891-ben nyílt meg, 2004–2008 között szünetelt a forgalma egy átfogó felújítás miatt.



9. ábra A Rossio pályaudvar fogadócsarnoka

CAIS DU SODRÉ

Jelentős intermodális csomópont, a Cascaisba tartó vonatok végállomása, távolsági vonatokat nem fogad, azonban elővárosi szerepe jelentős. Itt található a Zöld metró végállomása, valamint a kompkikötő. Az eredeti fogadóépületnek csupán a homlokzatát tartották meg, az állomás belső terei megfelelnek a 21. század követelményeinek, három utasforgalmi szinten kényelmes és gyors átszállást biztosítva a HÉV-, metró-, villamos- és komp-járatok között.

ORIENTE

A legújabb pályaudvar, az Oriente 1998-ban épült Santiago Calatrava világhírű spanyol építész tervei alapján a világkiállításhoz kapcsolódva. Ekkoriban adták át a reptérre vezető Piros metrót is, amelynek állomását harmonikusan illesztették a komplexumba. Az állomáson több szinten megtalálható üzletek, szolgáltatások, éttermek, belső terei rendkívül nagyvonalúak, tágasak, a látogató szinte egy sci-fi film díszletei között érezheti magát. A pályaudvar a föld alatt közvetlenül csatlakozik a Vasco da Gama bevásárlóközponthoz, valamint felüljárón keresztül a regionális és nemzetközi autóbusz pályaudvarhoz.



10. ábra A Santiago Calatrava tervei alapján épült Oriente pályaudvar

KÖZLEKEDÉSI MÚZEUM

Az egykori villamosremíz épületében kialakított közlekedési múzeum 1999-től működik a Carris 1874-ben létesült villamos telephelyén. A múzeum kiállításai



11. ábra A közlekedési múzeum egyik felújított járműve

között egy 1901-ben gyártott nosztalgia villamos viszi a látogatókat a remíz vágányhálózatát kihasználva. A múzeum a Belém kulturális negyed része, számos más környékbeli intézménnyel egyetemben. Kiállításai bemutatják a város villamos és autóbusz közlekedési infrastruktúrájának fejlődését járműveken, valamint korabeli dokumentumokon keresztül. Az első kiállítási pavilon tárlata a kezdeti időszak járműveitől az 1940-es évekig tartó időszakot mutatja be. A második pavilonban egy alállomás és egy nyomdai műhely rekonstrukciója mellett villamosok és autóbuszok találhatók. A bemutatott járművek egy része működőképes, lehetővé téve a turisztikai szolgáltatásokat és a bérlést is.

LX FACTORY – MŰVÉSZETI ÉS KULTURÁLIS NEGYED

Az 1846-ban épült vezetékgyár Lisszabon eyik legjelentősebb gyárkomplexuma volt 23 000 m²-es területen. A gyártás megszűnése után évekig üresen állt, majd LXFACTORY néven nyert új életet és visszakerült a város életébe. Kisvállalkozók és művészek foglalták el az épület tereit, helyet adva zenei, kulturális, és egyéb kreatív eseményeknek, alkotóknak. A komplexum kiváló példája az átmeneti hasznosításnak, amikor az épületek teljes megújításáig különböző funkciók kapnak helyet azokban ideiglenes jelleggel. Ez a gyakorlat segíti az adott helyszín városszövetbe integrálását azzal, hogy felteszi az emberek mentális térképére a korábban nem használt területeket.



12. ábra Az LX kulturális negyed egykori gyárépületei

MAAT – MUSEUM OF ARCHITECTURE ART AND TECHNOLOGY

A MAAT egy kulturális negyed Lisszabon városában, amely három területre – művészet, építészet és technológia – összpontosít. A múzeum a Tejo folyó partján található, az új épület kapcsolatot teremt a Tejo erőművel, amely a 20. század első felében épült ipari építészet egyik legjelentősebb portugál példája, ma pedig az ország egyik leglátogatottabb múzeumának része. A MAAT 2016. június 30-án nyílt meg négy kiállítással a Tejo Power Station épületének felújított termeiben.



13. ábra A MAAT múzeum épülete

KÖZTERÜLETI FEJLESZTÉSEK

Lisszabon teljes területén egységes fehér alapon fekete mintázatú kiskockakő burkolatot használnak, amely egyszerre biztosít egységes megjelenést, valamint lehetőséget a változatos mintákkal az egyedi utcaképre. Ezt a megoldást egyébként Portugália szerte széleskörűen alkalmazzák. A burkolat mintázatán a Martim Moniz téren például a Capela de



14. ábra Martim Moniz tér



Nossa Senhora da Saúde templom homlokzatát képezték le.

A Pink street-et Európa egyik legjobb utcájának tartják. Az utcán az aszfaltot élénk rózsaszínre festették, az árnyékolást pedig színes esernyők biztosítják. Az utcában számos vendéglátó és szórakozóhely működik, innen nem messze található a híres Time Out market is, melynek színvonalas éttermeiben szinte minden ország gasztronómiája képviselteti magát.

A Lisszabon nyugati elővárosának számító Cascais belvárosi utcáit is hasonló módszerrel újították meg. Az élénk turistaforgalom miatt a szűk járdák egyre több balesetveszélyes szituációt eredményeztek, így a város vezetése úgy döntött, hogy a taktikai urbanizmus elemeit használják. Helyi művészekkel együttműködve színes, a helyhez kötődő műalkotásokat festettek fel az úttestre, amelyet a turisztikai főszezonban lezárnak



15. ábra A Pink street és Cascais sétáló övezete

és vendéglátóhelyek településnek ki. A szezonon kívül, valamint a reggeli órákban az árufeltöltésnél az utcák zavartalanul használhatóak gépjárművel is.

ÖSSZEFOGLALÁS

Lisszabon városa évről évre rengeteg látogatót vonz, mind a történelem, a természet, mind pedig az urbanisztika és közlekedés iránt érdeklődők számára számos érdekességet rejt. A város közlekedése talán elsőre bonyolultnak és nehezen átláthatónak tűnhet, valójában azonban igen jól szervezett és folyamatosan fejlődő hálózatot működtetnek. A közösségi közlekedés Lisszabonban lépést tart a 21. századi követelményekkel, azonban megőrzi a múlt történelmi örökségeit is.

Helyközi trolibusz egy „nem létező országban”

BARKÓ RICHÁRD

A Dnyeszter-menti Moldáv Köztársaság (Transznisztria, oroszul Приднестровье) Budapesttől keletre, mintegy ezer kilométerre fekszik, Moldova keleti részén. Az ország egy szakadár köztársaság, de jure nem létezik, jogilag Moldovához tartozik, annak autonóm területe. De facto viszont nagyon is önálló államként működik, Moldovától 1992-ben egy rövid, de véres konfliktus során szakadt el.[i] A konfliktusba a Szovjetunió felbomlása után a térségben állomásozó orosz csapatok is beavatkoztak, azóta egyes források szerint 2600, mások szerint 1500 orosz katona állomásozik területén, hivatalosan békefenntartói minőségben[ii]. Az ország nagy mértékben függ Oroszországtól, azzal szoros gazdasági és politikai kapcsolatokat ápol. Érdekesség, hogy ennek ellenére önálló államiságát – a világ többi ENSZ tagállamához hasonlóan – még Moszkva sem ismeri el.[iii] Transznisztriának önálló közigazgatása van, saját kormánnyal, hadsereggel, bankrendszerrel, önálló pénznemmel rendelkezik.[iv v]

Az országnak nemcsak a státuszára, de a miliőjére is a kettősség jellemző. Oda ellátogatva olyan érzésünk lehet, mintha egy időutazáson vennénk részt. Bár gazdasága helyi-közzel piaci alapon működik, az ország külsőségeiben a volt Szovjetuniót idézi.[vi]. Nem csak a vörös csillagos címerek és zászlók, Lenin-szobrok, széles sugárutak, kiállított harci járművek teszik ezt, hanem a városi tömegközlekedés járművei is részben a szovjet múltra emlékeztetnek.



1. kép: Lenin-szobor a tiraszpoli Parlament előtt

TROLIBUSZ-KÖZLEKEDÉS A FŐVÁROSBAN

A Dnyeszter-menti Köztársaság fővárosa, Tiraszpol jelenleg körülbelül 130 ezer lakossal bír. A város közlekedésének gerincét a trolibusz adja. Tekintettel a működtetés gazdasági nehézségeire egyre elterjedtebbek azonban a városban a marsrutkák, azaz a mikrobuszos iránytaxik is.[vii]

A troliközlekedés 1967 novemberében indult, a vasútállomásra vezető 1-es vonal megnyitásával. A következő két évtizedben, 1987-ig folyamatosan adtak át új vonalakat, így összesen 9 városi vonal létesült. Később ezek közül három vonal a hálózat átszervezései során megszűnt.

A vonalak a város nagy részét behálózzák, egymással fonódó viszonylatokkal. Ennek köszönhetően a város különböző pontjai között általában átszállás nélkül, vagy legfeljebb egy átszállással lehet utazni. A kelet-nyugati tengelyen, a belvároson át közlekedő 2-es vonalon viszonylag sűrű a közlekedés (9–13 perc), a többiről viszont ez nem mondható el: jellemzőek az akár 60

perc körüli követési időközök is. Az üzemidő viszonylag rövid: az első kocsik általában reggel 5 és 6 óra között indulnak, az utolsók legkésőbb 21:30 óra körül.[viii]

Az üzemet 35 kocsi szolgálja, ennek nagyobb része a mai napig az orosz gyártmányú, korábban Budapesten is közlekedő, a világon legnagyobb darabszámban gyártott Ziu-9-es típus. Érdekességként meg kell említeni, hogy ezeket a járműveket kisebb-nagyobb módosításokkal 1972-től egészen 2015-ig gyártották, összesen mintegy 42 ezer ilyen kocsi készült. A Tiraszpolban közlekedők a viszonylag fiatalabb szériákból valók. A Ziu-9-esek mellett a 2010-es évektől megjelentek a városban korszerűbb járműtípusok is. Ezek jellemzően, de nem kizárólagosan alacsony padlómagasságúak, nagyobb részt belorusz, kisebb részt orosz gyártmányú kocsik. Az új járművek közül a Belkommunmash BKM 321-es típusjelűből szereztek be relatíve nagyobb darabszámban, ez Tiraszpolban 10 kocsit jelent.[ix]



3. kép: Belkommunmash – BKM 321 típusú kocsi Tiraszpolban

A HELYKÖZI VONAL

A 90-es évek elején a Dnyeszter bal partján fekvő fővárost összekötötték a jobb parti, szintén transznisztriai fennhatóság alatt álló, 76 ezer fős Benderrel. A két város között létesült trolibuszvonal 1993-ban készült el, azt a terület függetlenedését kiváltó fegyveres konfliktus benderi csatájának egyéves évfordulójára, június 19-ére nyitották meg. A város szempontjából történelmi jelentőségű dátum tiszteletére a viszonylat a 19-es számot kapta. Ez a városközi vonal 11 km hosszban épült ki. Útközben érinti



4. kép: Tiraszpol és Bender trolibuszhálózata a két várost összekötő vonallal (2011)

a körülbelül 10 ezer lakosú, nagyrészt bolgár kisebbség által lakott Parcani városát is.

Tiraszpol és Parcani között, a benderi vonal kiépítésével párhuzamosan megkezdték egy 3 km-es szárnyvonal építését is déli irányban, Ternovka felé. Az oszlopok már álltak, a munkavezetékek felszerelésre kerültek, de a forgalmat végül sosem



2. kép: Ziu-9 típusú trolibusz Tiraszpolban

vették fel ezen a szakaszon. Azóta a kiépült vezetékek eltűntek, de a felsővezeték-tartó oszlopok egy része az út mentén a mai napig látható.

BENDER TROLIÜZEME

Miután Tiraszpol felől elérte Bendert a trolibusz, megkezdődött a városban a további hálózat kiépítése. 1995-ben adták át az első vonalat és a telephelyet, majd onnantól kezdve kisebb-nagyobb lépésekben többször bővítették a hálózatot. Összesen öt városi vonal épült ki, a városközpontban egy központi végállomással, ahonnan a tiraszpoli járatok is indulnak. Innen a város különböző nagy lakótelepeire, illetve ipari övezetébe közlekednek a trolibuszok. Egyes viszonylatoknak betétjáratai is vannak. A Tiraszpol-Bender vonalat a benderi telephely kiépítése óta a két város trolibuszüzeme közösen szolgálja ki.[xii]

Első olvasatra furcsa lehet, hogy Benderben nem épült vonal a vasútállomáshoz. Ennek oka az, hogy a Moldovával közös vasúti hálózat dnyeszternenti részén jelenleg egyáltalán nincs személyforgalom. Bendert eléri ugyan napi egy pár vonat Kisinyov felől, de az csak egy külvárosi, moldáv ellenőrzés alatt álló, kisebb állomásig közlekedik.[xiii]



6. kép: Bender jelenlegi trolibuszhálózata [xiv]

Benderben jelenleg nagyobb részt viszonylag fiatal, de korszerűtlen, Ziu-9-es kocsik közlekednek, ám ott is elkezdődött a járműpark megújítása. Tiraszpolhoz hasonlóan Belkommunmash és MAZ gyártmányú kocsikat vásároltak, de a flotta korszerűsítése meglehetősen lassan halad. Nem véletlenül tartják a városi közlekedés szerelmesei a benderi üzemet az utolsó európai Ziu-paradicsomnak.

INFRASTRUKTÚRA

Ahogy az sok kelet-európai városban jellemző, Tiraszpolban is merev rendszerű felsővezeték- hálózat épült ki. Ez a rossz minőségű utakkal párosulva kedvezőtlen üzemeltetési körülményeket eredményez: a trolibuszok alacsony sebességgel közlekednek, tekintettel az áramszedő kiugrással járó munkavezeték-szakítás magas kockázatára.



5. kép: a Szergej Lazo utcai végállomás



7. kép: MAZ-203 típusú trolibusz Benderben



8. kép: merev rendszerű felsővezeték hálózat egy tiraszpoli útkereszteződésben

TARIFA ÉS JEGYÉRTÉKESÍTÉS

A tarifarendszer viszonylag egyszerű: vonaljegyek és havi bérletek válthatók. Jelenleg mindkét hálózaton, illetve a városközi járaton is 4 transznisztriai rubelbe kerül egy vonaljegy[xv], ami mai árfolyamon 88 Forintnak felel meg. A jegyeket a trolibuszokon árulják, minden kocsin kalauz teljesít szolgálatot. Ez azonban napjainkban változni látszik: folyamatban van az elektronikus jegyrendszer bevezetése. Az utasok innentől a fedélzeten, bankkártyával tudnak fizetni. A bérletesek és a díjmentesen utazók is csak a bankkártyájuk használatával utazhatnak, de esetükben használatakor nem történik terhelés bankszámlájukon. Tekintettel arra, hogy bankrendszerük Oroszországhoz kötődik, a nyugati szankciók miatt a turisták Transznisztriában nem tudják használni bankkártyájukat, számukra külön, erre a célra rendszeresített, feltölthető kártyákat árusítanak.



9. kép: korábbi, még 2 rubeles trolibuszjegy Tiraszpolból

Az elektronikus jegyrendszer bevezetése után a kalauzok néhány hónapig továbbra is a kocsikon maradnak, hogy segítsék és tájékoztassák az utasokat az új rendszer használatáról. Később jegyellenőrként kívánják őket foglalkoztatni, vagy más munkakörökre képzik át őket. A jegyellenőrök hatáskörét bővíteni szándékoznak: a marsrutkákra is kiterjesztett elektronikus jegyrendszer kapcsán azokon a járatokon is végeznének ellenőrzéseket.

A kocsikra felkerülő fedélzeti készülékek során két járulékos fejlesztés is megvalósulhat. Egyrészt minden utazás regisztrálásra kerül, így a rendszerből pontos utasforgalmi adatok nyerhetők. Ezen felül a készülékek GPS jeladóval is rendelkeznek, így további fejlesztés esetén valós idejű forgalmi adatok állhatnak rendelkezésre forgalomirányítási és utastájékoztatási célokra.[xvii]

Az új rendszert némi késéssel ez év elején indították, a trolibuszokra és a fővárosi 23-as autóbusz kocsijaira már felkerültek az új készülékek. A marsrutkákat üzemeltető magánfuvarozók viszont ellenállnak, ők nem érdekeltek az új, minden utazást regisztráló rendszer bevezetésében. A hatóságok és a vállalkozók között komoly nézeteltérés alakult ki: utóbbiak közül többen a szolgáltatás beszüntetésével fenyegetnek, ami – tekintettel a trolibuszüzem szűkös kapacitására – akár Tiraszpol közlekedésének összeomlásához vezethet.[xvii xix]

TROLIBUSZÜZEM ENERGIAKRÍZIS IDEJÉN

A Dnyeszter-menti Köztársaság energiaellátása az elmúlt három évtizedben nagy részben az orosz gázimportra épült. A földgáz a Gazprom vállalattól Ukrajnán keresztül jutott el a szakadár területre. Tekintettel Moszkva geopolitikai érdekeire Transznisztria rendkívül olcsón, szinte ingyen kapta az orosz földgázt. Az ellátás téren viszont kiszolgáltatott volt a köztársaság, az elmúlt évtizedekben több esetben előforduló, a tranzitszállítást övező orosz-ukrán konfliktus kapcsán ellátási zavarok

keletkeztek.[xx] A 2022-es energiaválság során kialakult energiaforrás-hiány kapcsán a trolibusz-közlekedést is korlátozni kellett, a vonalak egy részén a járatok csak munkanapokon, csúcsidőben közlekedtek.

2025. január elsejétől a Transz-



10. kép: egy Ziu-9-es utastere

nisztriába irányuló orosz gázszállítás Ukrajna irányából megszűnt, mivel Ukrajna korábban felmondta az ehhez tartozó tranzitszerződést. A terület ellátása fizikailag kerülő úton, Moldova felől biztosítható, de a Gazprom és Moldova között fennálló elszámolási vita miatt a gázszállítás az év elején leállt. Ennek kapcsán a régióban szükségállapotot hirdettek, több ipari üzem működését korlátozták, egyeseket le is állítottak. Az ország legnagyobb erőművét széntüzelésre állították át. Az intézkedések ellenére zavarok keletkeztek a lakossági ellátásban, és rövidebb-hosszabb áramszünetek következtek be. A trolibuszok üzemszünetéről nem találtam ezzel kapcsolatos híreket, de 2025. január közepét követően a hatóságok a trolibuszok zavartalan közlekedéséről adtak ki tájékoztatást, ami az előtte lévő időszakban bekövetkezett zavarokra enged következtetni.[xxii]

FEJLESZTÉSI TERVEK

A fővárosban a trolibuszvonalak gyakorlatilag az egész várost behálózzák. A gazdasági helyzetből adódó üzemeltetési nehézségek miatt a közlekedést magántársaságok, vállalkozók kisbuszai egészítik ki. Ezen okokból a városban nincs napirenden a trolibuszhálózat fejlesztése, a járműparkot viszont kis lépésekben cserélik. Legjelentősebb fejlesztésnek a már említett elektronikus jegyrendszer bevezetése tekinthető.

Benderben 2017–18-ban felmerült a hálózat délnyugati és északi irányú kiterjesztése, új szakaszok építése is. Ezek a fejlesztések azonban megtorpantak, egyelőre nem valósultak meg. Kérdés, hogy a későbbiekben leporolják-e a terveket, vagy a gazdasági nehézségek végleg elsöprik a hálózatbővítési elképzeléseket.[xxiii xxiv]



11. kép: street art alkotás egy benderi kocsin

[i] https://gjia.georgetown.edu/2025/04/23/transnistrias-art-of-survival-navigating-the-2025-gas-crisis/
[ii] https://hu.wikipedia.org/wiki/Dnyeszter_Menti_K%C3%B6zt%C3%A1rsas%C3%A1g
[iii] https://travellina.hu/transznisztria/
[iv] https://sokszinuvidek.24.hu/mozaik/2025/04/14/transznisztria-tiraszpol-posztszovjet-allam-dnyeszter-menti-koztarsasag/
[v] https://utikritika.hu/moldova/transznisztria
[vi] https://tulapruton.blog.hu/2017/07/09/a_megvalosult_szocializmus
[vii] https://ruba.blog.hu/2018/04/01/a_tiraszpol-benderi_trolibusz
[viii] https://www.eway.md/en/cities/tiraspol/routes
[ix] https://hu.wikipedia.org/wiki/Tiraszpol_trolibuszvonal-h%C3%A1l%C3%B3zata
[x] https://iho.hu/hirek/trolikalandozasok-transznisztriaban-160808
[xi] http://ymtram.mashke.org/moldova/tiraspol/
[xii] https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%B1%D1%83%D1%81%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D1%96%D0%BD%D1%96%D1%8F_%D0%A2%D0%B8%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C_%E2%80%94_%D0%91%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B8
[xiii] https://hu.wikipedia.org/wiki/Bender_trolibuszvonal-h%C3%A1l%C3%B3zata
[xiv] https://transphoto.org/photo/1697822/
[xv] https://transphoto.org/city/118/
[xiv] https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%B1%D1%83%D1%81#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:%D0%91%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D1%82_%D0%BD%D0%B0_%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%B1%D1%83%D1%81.jpg
[xvii] https://novostipmr.com/ru/news/24-08-22/uzhe-skoro-v-trolleybusah-i-marshrutkah-poyavitsya
[xviii] https://i-pmr.com/novosti/validatory-v-stolichnyh-marshrutkah-nachnut-ustanavlivat-s-12-maya-
[xix] https://novostipmr.com/ru/news/25-03-05/vopros-perehoda-na-asop-na-kontrole-glavy-pravitelstva
[xx] https://gjia.georgetown.edu/2025/04/23/transnistrias-art-of-survival-navigating-the-2025-gas-crisis/
[xxi] https://novostipmr.com/ru/news/22-11-03/grafik-dvizheniya-trolleybusov-v-tiraspole-izmenitsya-s-4-noyabrya
[xxii] https://novostipmr.com/ru/news/25-01-31/po-respublike-obespecheno-stabilnoe-dvizhenie-obshchestvennogo
[xxiii] https://novostipmr.com/ru/news/17-11-01/v-benderah-razrabotayut-programmu-razvitiya-transportnoy-sistemy
[xxiv] https://novostipmr.com/ru/news/18-07-31/trolleybus-na-severnyy

E SZÁMUNK SZERZŐI:

Ajtay Szilárd okl. közlekedési rendszerszervező mérnök, a Bonum Via Kft. ügyvezetője, 2014-ig a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium közigazgatási főtanácsadója; **Barkó Richárd** közlekedésmérnök, közlekedési vlogger, a BKK volt főmunkatársa; **Prof. Dr. Csiszár Csaba** okl. közlekedésmérnök, közlekedéstudományok PhD, közlekedés- és járműtudományok habilitáció, az MTA doktora,, a BME Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék egyetemi tanára; **Dr. Denke Zsolt** okl. közlekedésmérnök, közlekedéstudományok PhD, a MÁV Zrt. közlekedésstratégiai szakértője, KTE Városi Közlekedés lapjának főszerkesztője; **Dr. Felsmann Balázs** közgazdász, gazdálkodás- és szervezéstudományi PhD, a Corvinus Egyetem Vezetéstudományi Intézetének egyetemi docense, a Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont kutató főmunkatársa; **Dr. habil. Horváth Balázs** okl. közlekedésmérnök, közlekedéstudományok PhD, egyetemi docens, a Széchenyi István Egyetem Építész-, Építő- és Közlekedésmérnöki Karának dékánja és Közlekedési Tanszékének vezetője, továbbá az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának titkára; **Kálnoki-Kis Sándor** közlekedésépítő mérnök, városépítés-városgazdasági szakmérnök, a Városépítési Tudományos és Tervező Intézet (VÁTI) igazgatója (1975–1989), a Közlekedési Hírközlési és Építésügyi Minisztérium miniszterhelyettese (1989–1990), a Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium helyettes államtitkára (1990–1993), a MÁV Zrt. elnöke (1994–1997); **Molnár László Árpád** okl. építőmérnök, okl. közlekedésgazdasági mérnök, a Pro Urbe Kft. külső munkatársa; **Pintér László** ny. közlekedésmérnök; **Dr. Szeri István** jogász, közgazdász, c. egyetemi docens, a Tisza Volán Zrt. volt vezérigazgatója, a KTI Nonprofit Kft. tudományos főtanácsosa; **Szőke László** településmérnök, a BKK Zrt. Stratégiai Tudásközpont és K+F munkatársa; **Dr. Török Ádám** okl. közlekedésmérnök, közlekedéstudományok DSc, gazdálkodás- és szervezéstudományok PhD, a BME KJK dékánhelyettese és a Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék egyetemi tanára, valamint a KTI Nonprofit Kft. Közlekedés Stratégiai Osztály kutató professzora, továbbá az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának elnöke; **Young Márton** Msc közlekedésmérnök, a BKK Zrt. megbízott menetrendtervezés vezetője;

Pintér László okleveles közlekedésmérnök, gazdasági mérnök 90 éves!

MOLNÁR LÁSZLÓ ÁRPÁD

Mit kívánhatna az ember önmagának 90 éves korára? Aktivitást és szellemi frissességet. Nos, a Mérnök Újságot, vagy éppen a Városi Közlekedés szaklapot forgató kollégák tanújelét láthatták, hogy Pintér László e kívánság realitásának nagyon is valós megtestesítője. 90 évesen is naprakész a városi közlekedés – ezen belül különösen a budapesti közlekedés – ügyeit, fejlődését, nehéz-



Forrás: FŐMTERV



Forrás: FŐMTERV

ségeit illetően, és ugyan esetenként szándékainak megfelelően vitára inspirálóak írásai, azok témái soha nem nélkülözik az aktualitást.

Pintér László életpályája maga a budapesti közösségi közlekedés bő fél évszázadának története. Okleveles közlekedésmérnökként 1965-ig a Fővárosi Villamosvasútnál (FVV) dolgozott egyre felelősebb beosztásban, majd pályát váltva a koncepcionális és létesítménytervezés területére igazolt át. 1965 és 1992 között az UVATERV-ben tervezőként, irányító tervezőként, majd osztályvezető-helyettesként, 1993 és 2014 között a FŐMTERV-ben létesítményi főmérnökként, irodavezetőként, majd szakfőmérnökként vált egyre felkészültebb szakértőjévé a városi közlekedésnek, azon belül a kötöttpályás közlekedésnek és leginkább a metróhálózati fejlesztések forgalmi ügyeinek. Az UVATERV-ben a 2-es és a 3-as metró tervezésének, a FŐMTERV-ben az 1-es metró rekonstrukciójának és a 4-es metró építésének, valamint a 2-es metró és a Gödöllői HÉV összekapcsolásának forgalmi, üzemviteli tervezésében végzett felelős munkát.

A metrófejlesztés, illetve a kötöttpályás közösségi közlekedés fejlesztésének szaktervezésén túl figyelme kiterjedt a városi közlekedéstervezés általános, illetve koncepcionális kérdéseire is, például tagja volt a Budapest Közlekedésének Rendszerfejlesztési Tervét készítő munkacsoportnak és közreműködött több intermodális csomópont tervezésében. E tervezések során vált nyomatékossá, hogy Pintér László a realitások, a tények embere. E mentalitással felvértezve vált önazonos vitapartnerré, amikor vágyakkal, irreális célokkal szemben számokkal, közlekedési adatokkal igazolta nem egyszer a maga igazát.

A közlekedés ügye iránti elkötelezettségének, jelentős publikációs munkájának, valamint szakmatársadalmi szervezetek tevékenységében mutatott aktivitásának elismeréseként több alkalommal részesült a Közlekedéstudományi Egyesület (KTE) irodalmi díjában, illetve 2009-ben Jáky József emlékéremmel ismerte el szakmai teljesítményét a KTE. A Szerkesztőbizottság azzal a nyitottsággal köszönti életének 10. évtizedébe lépő Pintér Lászlót, hogy kívánja Számára és az Olvasóknak, hogy e sorokon túl, az egészségben megélt 100. születésnapján a 2025 és a 2035 közötti írásairól, publikációiról lehessen majd összegző új sorokat, méltatást írni!

32 éve a fővárosi közlekedésben: Kelecsényi Gábor BKK forgalomtervezés vezető eddigi életútja

A 2024. december 17-i búcsúztatón elhangzott beszéd szerkesztett változata.

YOUNG MÁRTON

Kelecsényi Gábor elhagyta a BKV, BKK fedélzetét és új kihívást választott: MÁV-os karrierbe kezdett. Hegyi Zsolt MÁV vezérigazgatótól felkérést kapott a MÁV Havériaközpont 2025 januárjától történő létrehozására és vezetésére.
Kelecsényi Gábornak gratulálunk a felkéréshez és sok sikert kívánunk az új szakmai kihíváshoz!
(a főszerkesztő)

DÉL-PESTI ALKÖZPONT **32** RUMBACH CENTER

Amióta a BKK-ban dolgozom, minden szakterületi búcsúztatónak egy közös pontja biztosan volt, mégpedig az, hogy vezetőnk, Kelecsényi Gábor mondott egy rövid beszédet az éppen távozó kollégáról. A legutóbbi ilyen alkalommal nem gondoltam volna, hogy vezetőnk lesz a következő, akitől elköszönünk. Mivel magát nem búcsúztathatja el, engem ért a megtiszteltetés, hogy ezzel a beszéddel elköszönjünk a szakterület nevében. A kollégákkal összegyűjtöttük, hogy Gábor mit jelent a szakmának, a csapatnak és másoknak, akikkel eddigi munkája során kapcsolatba került. Összefoglaljuk a munkahelyeket, területeket, ahol az elmúlt 32 évben dolgozott. Szerencsére sok segítséget kaptunk a BKV és BKK illetékes szakterületeitől.



Amikor Gábor 1992-ben elkezdett menetirányítóként a BKV Dél-pesti Alközpontjában dolgozni, az általa jelenleg vezetett forgalomtervezés szakterület munkatársai közül hatan még nem is éltek. Pár évvel később már a Szabó Ervin téri irodaházban újonnan átadott AVM[1] forgalomirányító központban lett szolgálatvezető. 2005-től a BKV Akácfa utcai központjában a Menetrendi Osztály vezetője lett, ekkortól találtunk az archív ForTe[2] -ban „KG-s" menetrendeket. 2009-től a Szolgáltatástervezési Osztály, 2010-től a Forgalomszervezési Osztály vezetője lett. 2012-től, amikor a közlekedésszervezési feladatok a BKK-hoz kerültek, előbb a FUTÁR Projektirodán, később az Üzemmérnökségen dolgozott, 2015 óta pedig a jelenlegi Forgalomtervezés szakterületet és annak elődjeit vezette egészen mostanáig. Kiemelkedő egyéni szakmai teljesítményéért 2022-ben a BKK Balázs Mór-díjával jutalmazták.

[1] AVM, azaz Automatic Vehicle Monitoring, magyar szaknyelvben az automatikus járműkövetés fogalom honosodott meg.
[2] A BKV Rt. 1996-ban döntött egy integrált vállalatirányítási informatikai rendszer (TransIT) bevezetéséről, ennek része a ForTe modul, amely a BKV valamennyi ágazatának utasszállítással kapcsolatos forgalmi tevékenységeit fogja össze egy integrált rendszerben.



Balázs Mór-díj átadása (2022) Fajcsák Lajos, Kelecsényi Gábor, Dr. Walter Katalin

Nehéz lenne összefoglalni, hogy hány projekthez adta a nevét ebben a több, mint három évtizedben.

Csak néhány példa: részt vett
- az AVM rendszer 1994-ben történt bevezetésében,
- a 2005-ös új budapesti éjszakai hálózat kialakításában,
- a 2008-as új paraméterkönyv elkészítésében,
- az M4-es metróhoz kapcsolódó felszíni közlekedési hálózat átalakításában,
- a budai és dél-pesti fonódó villamoshálózat viszonylatszervezésében,
- a BKK Forgalomirányító és Utastájékoztatási rendszerének (FUTÁR) kialakításában,
- az M3-as metrópótlás forgalomszervezési feladataiban,
- de „szeretett" munkaeszközünk, a ForTe létrehozásában is.



„AVM járműfedélzeti egység"

Sokan nem tudják, de a legtöbb kolléga által ismert autóbusz kiadási táblázat első változatát is megalkotta.

Vezetőként sokat tett mindenkori csapatáért emberileg és szakmailag egyaránt. Támogatásáról biztosította beosztottjait, mindig hitt bennük.



„FUTÁR közterületi kijelző"



M3-as pótlóbusz

Szakmai tudását megosztotta munkatársaival, miáltal fejlődésükhöz hozzájárult. Nézzünk csak körbe, hányan mondhatják el magukról, hogy vezetése alatt dolgoztak és most is a BKK-ban vagy esetleg más közlekedési társaságnál kamatoztatják tudásukat.

A szakterületi munka során „együtt sírtunk, együtt nevettünk". Megfeszített, óriási mennyiségű munkával, de sikerrel reagáltunk a Covid, a háború és egyéb külső tényezők okozta nyomásra, az egymást érő „nyugodt időszakokra". Dolgoztunk együtt az irodában, utána a Covid megjelenésével dolgoztunk együtt több hónapon keresztül otthonról. Aztán egy hétig az irodából, egy hétig otthonról. Aztán megint több hónapig otthonról. Egy dolog biztos volt, bárki bármilyen forgalmi rendet talált is ki, bármilyen rövid határidővel, megoldottuk. Emlékezetesek lesznek közös szakterületi eredményeink, többek között az M3-as metró pótlásában, a 2B villamos kialakításában, a Futár2 projektben, az új menetidő-felülvizsgálati rendszer kialakításában stb.

A munka mellett közösségépítő tevékenységek motorja:
- bowlingozás,
- Budai-hegységben, Börzsönyben kirándulás,
- vendéglátás otthoni bográcsozással,
- céges rendezvények rendszeres szakácsa.

Amikor legutóbb búcsúztattunk, azt gondoltam, hogy a kolléga távozása nagy űrt fog hagyni a szakterület munkájára. Most ez vezetőnk, Gábor távozásával hatványozottan igaz. Nagyon magasra tette a mércét az utána következő vezetők részére.

Ami hiányozni fog:
- a sztorik arról, hogy milyen jó volt 1996-ban a 81-es busz menetrendje,
- a „Heti Naplók", ahol Gábortól megtudhattuk a cég legfontosabb híreit pl. a busztenderekről,
- a harsány és szükség szerint szarkasztikus megjegyzései, amelyekkel megmosolyogtatta kollégáit még a lehetetlen helyzetekben is.

De az élet megy tovább. Szívből kívánunk sok sikert Gábornak az előtte álló új kihívásokhoz a leendő munkáltatójánál, ahova bőven tud átvinni jó gyakorlatot a korábbi forgalomfelügyeleti tapasztalatokból.

Emlékeztető az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának üléséről

DR. TÖRÖK ÁDÁM – DR. HABIL. HORVÁTH BALÁZS

Absztrakt

Török Ádám, a Bizottság elnöke köszöntötte a megjelenteket. Emlékeztette a jelenlévőket, hogy 2025. évben a bizottság kihelyezett üléseket tervez, ehhez kapcsolódik ez az ülés is a BOSCH Innovációs Kampuszán. Az ülés témája ennek megfelelően a járműgépészet fejlődése volt.
Kulcsszavak: járműgépészet, hajtáslláncok, energiatárolás

1. Bevezetés

2025 első, márciusi ülését az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Tudományos Bizottság a Bosch Budapest Innovációs Kampuszon tartotta (1103 Budapest, Robert Bosch utca 14).

Török Ádám, a bizottság elnöke köszöntötte a megjelenteket, majd a meghirdetett program kezdete előtt tájékoztatta a jelenlevőket, hogy az MTA székház felújítása továbbra is folyamatban van, ezért az idei évben is kihelyezett ülésekre kerül sor. Ezt követően a Bizottság a meghirdetett program szerint tartotta az ülést.

2. Dr. Szászi István (Robert Bosch Kft.): A BOSCH aktuális kihívásai a gépjárműiparban

Szászi István előadásában részletesen bemutatta az autóipar jövőképét, amelynek lényege a szoftverek szerepének átalakulása, felértékelődése, ilyen formán a teljes jelenlegi autóipari kép megváltozása. Fontos a globális piac folyamatos követése, a kínai szereplők és megoldások feltérképezése. Ma már a verseny lényege nem csak a minőség és ár, hanem a gyorsaság is. Az előadás után lehetőség nyílt kérdések megvitatására.

Török Árpád két kérdést tett, az elsőben a globális piacok szerepeire kérdezett rá, vagyis ma ki a vezető és ki a követő? Második kérdése pedig a felgyorsulás okozta változások biztonsági kihatásaira vonatkozott. Szászi István szerint ma egyértelműen Kínára kell figyelni, mivel olcsók, gyorsak és innovatívak. A második kérdésre válaszolva kifejtette, hogy a járműhöz való hozzáállás szemlélete fog megváltozni, szerinte az autó a jövőben ugyanolyan fogyasztási termék lesz, mint bármi más, így ha meghibásodik, visszavisszük, másikat veszünk… Ez egy teljesen új szemlélet, erre talán még nincs is felkészülve az európai társadalom.

3. Dr. Kocsis Szürke Szabolcs (SZE): Akkumulátor technológia

Kocsis Szürke Szabolcs előadásában az akkumulátorok tesztelésének és minőségének becsléséhez kapcsolódó kutatásokról számolt be. Számos konkrét mérést, módszert mutatott be. Az elektromos járművek térhódítása napjaink egyik meghatározó technológiai tendenciája, amely jelentős növekedést eredményezett a lítium-alapú energiatárolók használatában és elterjedésében. Ezek az akkumulátorok még optimális használati körülmények között is idővel elöregednek és veszítenek kapacitá-

sukból. A diagnosztikai feladatokat jelentősen megnehezíti, hogy a piacon jelenleg rendkívül változatos típusú, kialakítású és állapotú cella érhető el. Magyarországon a használt gépjárművek magas aránya miatt nagyszámú idős, csökkent teljesítményű akkumulátor jelenléte prognosztizálható, amelyek jövőbeni kezelése döntően befolyásolhatja környezetvédelmi és gazdasági megítélésüket: veszélyes hulladék vagy potenciális erőforrás. Az akkumulátorok diagnosztikai folyamatai két fő kategóriára bonthatók: új és használt akkumulátorokra. Az új akkumulátorok vizsgálata során kiemelt jelentőségű a kezdeti teljesítménymérések elvégzése, valamint a gyártói értékek hitelesítése szabványosított vizsgálatokkal (például MSZ EN 61960-3 szabvány), így kiszűrve a nem megfelelő minőségű elemeket. Használt akkumulátorok esetében a diagnosztika további cella- és rendszerszintű vizsgálatokra oszlik. A rendszerszintű vizsgálatok elsődleges célja roncsolásmentes diagnosztikai eljárások kidolgozása, amelyek alkalmasak a hibás vagy gyengébb teljesítményű cellák pontos lokalizálására, ezáltal javítva az akkumulátorrendszer megbízhatóságát és hosszú távú működését. A jövőbeli kutatások és gyakorlati törekvések központi célkitűzése a gyenge minőségű vagy kétes eredetű akkumulátorok hazai piacra kerülésének minimalizálása, beleértve az importált használt elektromos és hibrid járműveket is, hiszen ezek száma várhatóan növekszik a jövőben. Az elhasználódott akkumulátorokat nem kizárólag veszélyes hulladékként, hanem újrahasznosítható erőforrásként szükséges kezelni, elősegítve ezzel egy fenntartható és előremutató akkumulátorhasználati kultúra kialakítását.

4. Dr. Harth Péter (BME KJK): Innovatív gépjárműhajtások környezetvédelmi kérdései

Harth Péter előadásában egy konkrét elektro-hidraulikus rendszer példáján mutatta e rendszerek WLTP tesztelési lehetőségeit és azok energiafelhasználásra gyakorolt hatásait. Az előadás során megvalósult mérések számszerű adatai kerültek bemutatásra. Manapság egyre nagyobb számban találkozhatunk elektromos járművekkel, amelyek már szervesen hozzátartoznak az utcaképhez. Elterjedésüket vagy éppen az eladások számának csökkenését több tényező befolyásolja. Jelen kutatás csupán az elektromos jármű műszaki paramétereit, illetve a minősítő testciklust vizsgálta.

Egy jármű kiválasztásánál, vásárlásánál kulcsszerepet játszik a jármű teljesítménye, az elérhető hatótáv nagysága, így az akkumulátor csomag kapacitása. A katalógus adatként megadott hatótáv jellemzően egy szabványosított tesztciklus alapján történik, de a tapasztalatok azt mutatják, hogy sok esetben a katalógus adatként megadott hatótáv és a valós, elérhető hatótáv jelentősen különbözik egymástól.
Egy elektromos jármű hajtásrendszerének hatásfokát sok paraméter befolyásolja, kezdve az akkumulátor-csomag-inverter-villamos gép hármastól az erőátviteli rendszerig. A kutatók, fejlesztők előtt az a kérdés fogalmazódott meg, hogyan lehet a jármű fedélzetén tárolt energiát (így elektromos jármű esetében az akkumulátorban tárolt villamos energiát) a lehető legkisebb veszteséggel átalakítani mechanikai energiává, amely hajtja a járművet. Hasonlóképpen féküzemben, hogyan lehet a jármű mozgási energiáját a legjobb hatásfokkal az akkumulátorban eltárolni. Az egyik legegyszerűbb és legelterjedtebb megoldás, hogy a villamos gép egy állandó áttételen keresztül hajtja a kerekeket. Ennél a megoldásnál a jármű sebessége és a villamos gép fordulatszáma között egyenes arányosság van. A villamos gép motor, illetve generátoros üzemű hatásfokából fakadóan a jármű hajtásrendszerének összhatásfoka nem minden munkapontban üzemeltethető kedvező hatásfokkal. A jármű elindulása és megállása során a villamos gép olyan gyenge hatásfokú tartományon megy keresztül, amely nem kívánatos. Ez a jelenség különböző rendeltetésű járműveknél más-más arányban jelentkezik. Az a jármű, amely jellemzően városban közlekedik sok elindulás-megállás fázissal, összességében gyengébb hatásfokkal és így kisebb hatótávval üzemeltethető, mint egy jóval kevesebb elindulás-megállás fázissal üzemelő jármű, például országúti közlekedés esetén. Kézenfekvő megoldás, hogy a villamos géphez egy többfokozatú sebességváltót építenek be. Ilyenkor a fokozatok számának és a módosítások optimális megválasztásával a villamos gép a jó hatásfokú tartományban üzemeltethető, de így is előfordulnak olyan üzemállapotok, ahol a villamos gép hatásfoka nem kielégítő. Ennél a megoldásnál a fokozat kapcsolások között esetlegesen fellépő vonóerő kiesés is további hátrányként említhető. A fejlesztés következő lé-

pése az úgynevezett dual-motoros megoldások alkalmazása, ahol két villamos gép kerül integrálásra egy hajtóműházzal. Itt a kutatók a hajtóegység hatásfok maximalizálását az összegző fokozat és a villamos gép méretének optimalizálásával érik el. Ennél a megoldásnál összességében kedvezőbb hatásfok és így hatótáv érhető el, mint egy egymotoros hajtásrendszerrel.

Az előadás egy olyan hibrid, elektro-hidraulikus hajtásrendszert mutatott be, amely az előbb bemutatott kedvezőtlen, hatásfok gyengítő körülményeket igyekszik minimalizálni. A jármű főhajtása villamos energiával történik, míg a másodlagos vagy kiegészítő hajtás hidrosztatikus energiával valósul meg. Hajtáselrendezését tekintve a rendszer egy párhuzamos hibrid rendszer, ahol mindkét hajtásnem külön-külön képes a jármű hajtására. A másodlagos, hidraulikus rendszer főbb elemei a következők. Tartalmaz két hidraulikus akkumulátort, egy kisnyomásút és egy nagynyomásút. A jármű hajtása, illetve fékezése egy integrált hidraulikus géppel történik, ami motor és szivattyú üzemben képes működni. További részei a hidraulikus szeleprendszer, illetve az ehhez szükséges vezérlés. Az eredmények azt mutatják, hogy a hibrid hajtásrendszer összességében kedvezőbb hatásfokkal üzemeltethető, mint az egymotoros hajtásrendszer.

5. Dr. Munkácsy András (KTI): TRA2026

Munkácsy András előadásában ismertette a 2026-ban megrendezésre kerülő Transport Research Arena (TRA) konferencia előkészületeit, illetve az esemény jelentőségét. A TRA Európa legnagyobb közlekedési konferenciája, amely első alkalommal látogat Magyarországra. Az esemény 2026 májusában kerül megrendezésre. A konferencia és kiállítás 4 napja alatt 3000-4000 látogatót várnak a szervezők. Az esemény négy réteget foglal magába:

- tudományos konferencia (700–800 előadás és cikk)
- szakpolitikai fórum
- szakmai konferencia
- kiállítás és bemutató

Az esemény nagy lehetőség és nagy felelősség a hazai szakmai és tudományos közeg számára, amely alkalmat kínál eredményeink, tevékenységeink nemzetközi bemutatására. Ajánlott mindenkinek a rendezvény, aki a közlekedéstudományok területén aktív, azon megjelennie és a konferenciára cikket benyújtania.

Török Ádám ezt követően lezárta a beszélgetést, és beszámolt a bizottság elmúlt időszakáról. Eszerint Böröcz Péter és Szabolcsi Róbert sikeres MTA doktori védést tett. Ezt követően Török Ádám berekesztette a bizottsági ülést.

Az elektromos közlekedés térhódítása

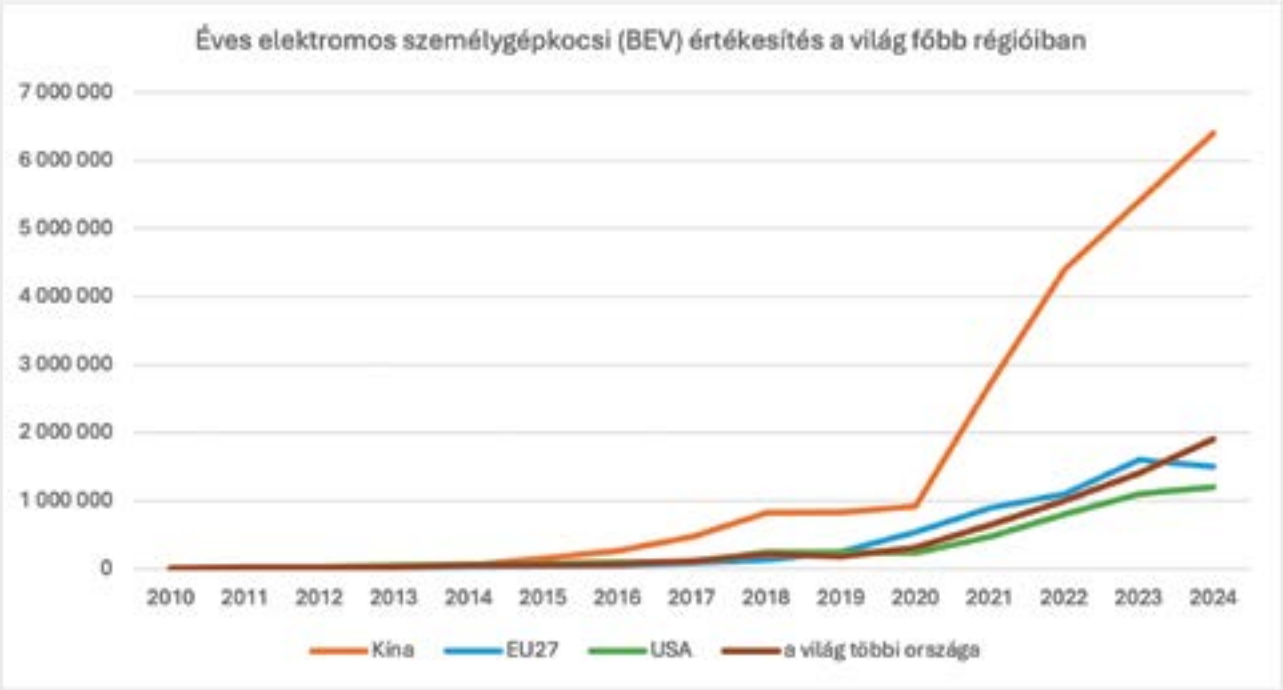
DR. FELSMANN BALÁZS

Az adatbankban ezúttal a Nemzetközi Energiaügynökség legfrissebb globális adataiból (Global EV Outlook 2025) szemlézünk, amelyek kiválóan mutatják az elektromos közlekedés térhódítását világszerte. A 2050-re kitűzött zéró emissziós forgatókönyv megköveteli, hogy 2030-ra a szennyezőanyag kibocsátás negyedével csökkenjen, annak ellenére, hogy a közlekedési kereslet tovább nő.

Az adatokból látható, hogy az elektromos meghajtás előretörése minden járműszegmensben számottevő, de jelentősek a régiós különbségek. Kína valamennyi járműszegmensben élen jár és az ország példája mutatja, hogy összehangolt innovációs, szabályozási és társadalmi programmal jelentős előrelépést lehet tenni a motorizált közlekedés valamennyi szegmensének elektrifikációja terén.

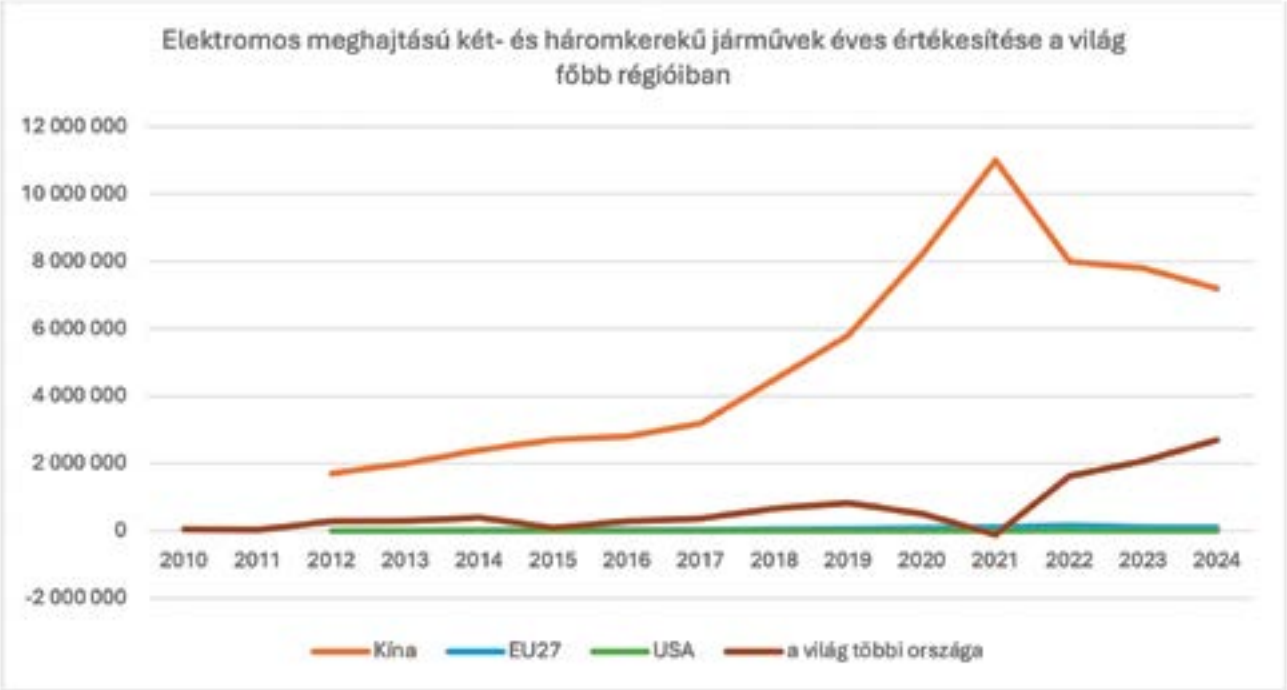
mélygépkocsit értékesítettek, ami az új személygépkocsi értékesítéseken belül 48%-ot tett ki. Ennél magasabb értékesítési arányt csupán három ország, Norvégia, 92%, Svédország: 58% és Dánia: 56% ért el, de természetesen e három ország értékesítési volumene eltörpül a kínai kereslet mellett.

Az elektromos autóbuszok piacán is markáns a kínai előretörés, ahol



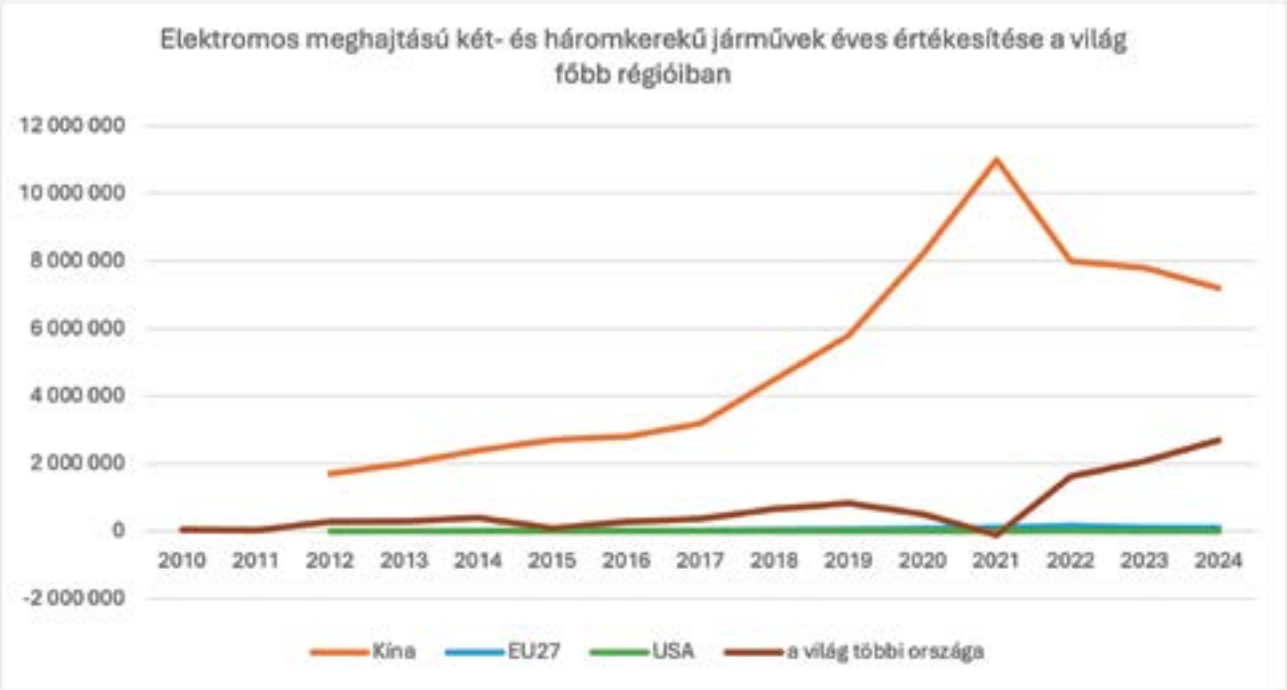
A városi zaj- és légszennyezés szempontjából az elektromos járművek elterjedése jelentős előnyökkel jár, így különösen érdekes áttekinteni, az egyes régiók hol tartanak a közlekedési szektor elektrifikációjában.

2024. év végére a teljesen elektromos személygépkocsik (BEV, battery electric vehicle) állománya a világban megközelítette a 40 milliót. Robbanásszerű az értékesítés felfutása Kínában, ahol 2024-ben 6,4 millió új tisztán elektromos szeAz elektromos autóbuszok piacán is markáns a kínai előretörés, ahol 2024. év végére már a teljes forgalomban lévő autóbuszpark 30%-a elektromos hajtású volt. Ugyanez a szám az EU-ban csupán 4%. A fejlődés itt ugyanakkor nem annyira egyenletes, mint a személyautóknál. Látható, hogy a 2010-es évek



középének nagy kínai fellendülését egy kisebb visszaesés követte, ami összefügg a technológia korlátaival (hatótáv, töltési idő), de 2024-ben megfordulni látszik a negatív trend. A világ többi része messze lemaradva követi Kínát az autóbuszok elektrifikációja terén.

A városi egyéni közlekedés elektrifikációja szempontjából kiemelt jelentősége van a kerékpárok, robogók, motorkerékpárok állományán belül az elektromos járművek arányának. E járművek elterjedése ugyanis a fentebb már említett előnyökön túl (zaj- és légszennyezés csökkenése) további előnyöket is kínál, mint a városi térszervezés újragondolása (parkolóhelyek számának csökkentése, zöldterületi arány növelése, forgalomcsökkentett városi területek növelése). Kína e tekintetben is messze a világ többi része előtt halad. 2024-ban a motorizált két- és háromkerekű járműpark 39%-a elektromos meghajtású volt, míg az EU átlagában ez az szám csupán 2%.



Az adatbankban felhasznált adatsorok forrása: IEA (2025), Global Electric Vehicle Outlook 2025, https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2025



A Közlekedéstudományi Egyesület 2025. évi konferenciái

XXV. Jubileumi Városi közlekedés aktuális kérdései és City Rail 2025
Időpont: 2025. szeptember 10–11.
Helyszín: Balatonfenyves, BKV Zrt. Szabadidő és Továbbképzési Központ,
Szervező: Városi Közlekedési Tagozat, BKV Zrt.

III. Közlekedésbiztonsági Konferencia
Időpont: 2025. szeptember 18–19.
Helyszín: Győr, Hotel Famulus
Szervező: Közlekedésbiztonsági Tagozat

VIII. Magyar Közlekedési Konferencia – 49. Útügyi Napok
Időpont: 2025. október 7–9.
Helyszín: Eger
Szervező: Heves Vármegyei Területi Szervezet,
a KTE Közlekedésépítési Tagozatának Közúti Szakosztálya és a KTE Központ

IV. Vasúti távközlési és biztosítóberendezési konferencia
Időpont: 2025. október 21–22.
Helyszín: Sümeg, Hotel Kapitány
Szervező: Vasúti Tagozat, KTE Vas Vármegyei Területi Szervezete és a MÁV Pályaműködtetési Zrt.

Új megoldások a közösségi közlekedésben
Időpont: 2025. november 5–6.
Helyszín: Harkány
Szervező: Baranya Vármegyei Területi Szervezet

Városi életminőség és közlekedés – Közlekedési munkamegosztás | Várostervezés | Városszociológia | Adat alapú tervezés
Időpont: 2025. november 6.
Helyszín: Budapest
Szervező: Városi Közlekedési Tagozat, Közlekedéstervezési és -szervezési Szakosztály

XXVI. Szegedi Közlekedési Konferencia
Időpont: 2025. november 20–21.
Helyszín: Szeged
Szervező: Csongrád-Csanád Megyei Területi Szervezet,
Csongrád-Csanádi Kereskedelmi és Iparkamara (CSKIK) és az Enterprise Europe Network

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

Kérjük, kísérjék figyelemmel a konferenciákkal kapcsolatos híreinket.

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