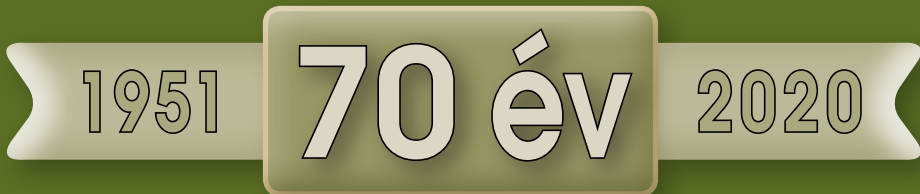


LXX. ÉVFOLYAM 2. SZÁM
2020. ÁPRILIS

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE



A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET SZAKLAPJA
ALAPÍTVA 1951-BEN

LENDÜLETBEN AZ UTAKON

705

ÚJ AUTÓBUSZ
MÁR FORGALOMBAN

134

AUTÓBUSZ GYÁRTÁSA
FOLYAMATBAN

3930

A TELJES JÁRMŰPARK
60%-A LECSERÉLŐDHE
2022 VÉGÉIG

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

A közlekedési szakterület tudományos lapja
VERKEHRSWISSENSCHAFTLICHE RÜNDSCHAU
Zeitschrift des Ungarischen Verein für Verkehrswissenschaft
REVUE DE LA SCIENCE DES TRANSPORTS
Revue de la Société Scientifique Hongroise des Transports
SCIENTIFIC REVIEW OF TRANSPORT
Publication of the Hungarian Society for Transport Sciences

Megjelenik kéthavonta
www.ktenet.hu

ALAPÍTOTTA:
a Közlekedéstudományi Egyesület

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:
Kövesné Dr. Gilicz Éva elnök
Dr. Katona András főszerkesztő
Barlog Károly
Dr. Békési István
Berta Tamás
Bretz Gyula
Horváth Lajos
Mészáros Tibor
Dr. Prileszky István
Somogyi Marcell
Szűcs Lajos
Dr. Tanczos Lászlóné
Dr. Tóth János
Dr. Tóth László

SZERKESZTŐSÉGI TITKÁR:
Ráczné dr. Kovács Ágnes
Tel./Fax: 353-2005, 353-0562
E-mail: szemle@ktenet.hu
DOI szerkesztő: dr. Török Ádám

SZERKESZTŐSÉG:
1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. 235.

FELELŐS KIADÓ:
Dr. Tóth János,
a Közlekedéstudományi Egyesület főtítkára

KIADJA:
Közlekedéstudományi Egyesület
1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. 235.
www.ktenet.hu

MEGBÍZOTT KIADÓ:
Press GT Kft.
1139 Budapest, Úteg u. 49.
Tel.: 349-6135
E-mail: info@pressgt.hu

NYOMDAI KIVITELEZÉS:
Informax Millenium kft.
Felelős nyomdavezető: Bocskay Endre

TERJESZTŐ:
Magyar Posta Zrt. Központi Hírlap Iroda
Előfizethető a Közlekedéstudományi Egyesületnél
Egy szám ára: 1380 Ft, Éves előfizetés: 8280 Ft
Egyéni KTE tagnak tagdíjjal: 5140 Ft
Nyugdíjas és diák KTE tagnak tagdíjjal 4640 Ft

ISSN 0023 4362

A folyóiratunkban megjelenő cikkek egy év embargót követően nyíltan hozzáférhető digitális irodalomnak tekinthetők. A cikkeket a szerkesztőség az EPA-ban és a REAL-ban online elérhetővé teszi.



A cikkek tartalma nem minden esetben egyezik a szerkesztőség véleményével.
Kéziratot nem őrzünk meg.

TARTALOM

Esztergár-Kiss Domokos – Aba Attila Tettamanti Tamás

MOVECIT a fenntartható munkahelyi
mobilitásért

4

Dr. habil. Gáspár László – Pusztai Gábor

A városi útburkolat-gazdálkodás
sajátosságai

17

Küzmös György

Forgalmi potenciálok változása 1995. évtől
a közúthálózat alakulásának függvényében.
1. rész

30

Molnár Balázs

A nemzetközi vasúti személyszállítás
versenyképessége

40

Emlékeztető az MTA Közlekedés- és

Járműtudományi Bizottságának üléséről

51

Melléklet

Közlekedésbiztonság -

Közlekedési környezetvédelem

Dr. Sándor Zsolt – Monostori Ákos

Gyorsforgalmi útszakaszok forgalmi elemzése
az átlagsebesség-mérés módszerével. 1. rész

53

TISZTELT OLVASÓ!

A Közlekedéstudományi Szemle nem csak nyomtatott, hanem digitális változatban is olvasható. A www.dimag.hu portálon kiválasztható az az eszköz – Pc, tablet, „okos telefon” – amire a lapot le szeretné tölteni, előfizetésre pedig bankkártyás fizetéssel van lehetőség. A digitális változat előfizetési díja 8280 Ft helyett csak 6000 Ft évente, KTE egyéni tagnak 4140 Ft. Az előfizetőknek a portál automatikusan jelzi az új lapszám megjelenését. Valamennyi letöltött lapszám tartalma a továbbiakban egy helyen, az Ön által használt elektronikus eszközre optimalizálva lesz elérhető. Reméljük, hogy hamarosan üdvözölhetjük a digitális előfizetőink között.

MOVECIT a fenntartható munkahelyi mobilitásért

A MOVECIT elnevezésű európai uniós kutatási projekt fejlesztéseinek középpontjában a munkahelyi mobilitás áll, amely a városlakók munkahelyi célú utazását támogatja. Ezt elősegítendő kialakítottunk egy pilot webalkalmazást, amely segíti a tudatos és fenntartható döntéseket. Az alkalmazásban különböző közlekedési módokat (közösi közlekedés, kerékpározás, gyaloglás, autó) lehet összehasonlítani négy attribútum alapján, úm. az utazási idő, az utazás költsége, a környezeti hatás és az utazó egészségére gyakorolt hatás. Az útvonalak tervezése során a felhasználó az utazási szokásai alapján meghatározhatja saját preferenciáit és az azokhoz kapcsolódó súlyparamétereket. Az alkalmazás tesztelése során a felhasználók nagy arányban választottak fenntartható közlekedési módokat, amelyek kimutatható pozitív hatásokat is jelentettek utazásaik során.

DOI 10.24228/KTSZ.2020.2.1

Esztergár-Kiss Domokos – Aba Attila – Tettamanti Tamás

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

e-mail: esztergar@mail.bme.hu, aba.attila@mail.bme.hu, tettamanti@mail.bme.hu

1 BEVEZETÉS

Az egyéni motorizált közlekedés aránya folyamatosan nő Európában, amelynek negatív társadalmi és gazdasági hatásai nagy általánosságban ismertek. Az Európai Unió rövid és hosszú távú közlekedéspolitikájának megfelelően fontos célkitűzés e trend befolyásolása és a fenntartható közlekedés elősegítése. A MOVECIT elnevezésű európai uniós kutatási projekt [1] keretében a munkahelyi mobilitás új megközelítésbeli kialakításával szeretnénk hozzájárulni egy fenntarthatóbb közlekedés eléréséhez (1. ábra).

1. ábra: MOVECIT projekt a munkahelyi mobilitási tervek kialakítására



A fenntartható városi közlekedéssel és a munkahelyi mobilitás tervezéssel számos szak-

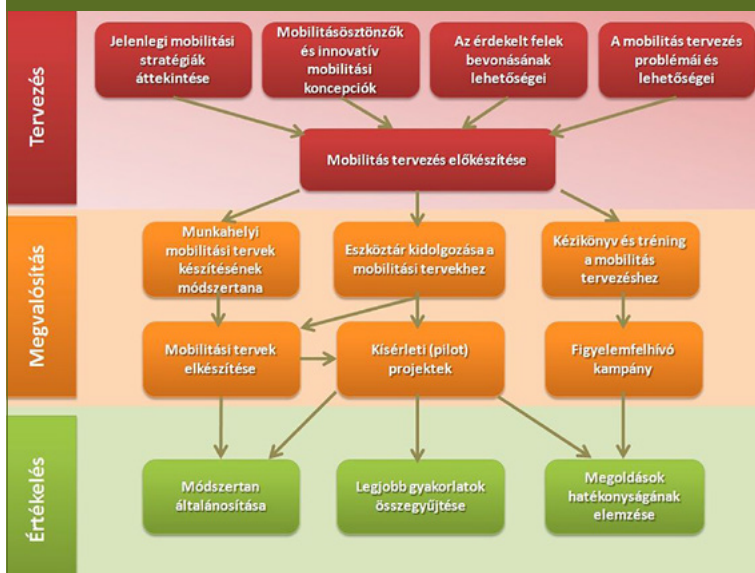
cikk [2], [3], [4], [5], [6], [7] tanulmány [8], [9], könyv [10] foglalkozik. A közlekedéspolitikákban európai, országos és település szinten is megjelenik a fenntarthatóság fogalma, azonban a munkahelyek többsége nem rendelkezik munkahelyi mobilitási tervvel. Éppen ezért a MOVECIT projekten belüli fejlesztések középpontjában a munkahelyi mobilitás áll, amely a város lakók munkahelyi célú utazását támogatja. A projekt során egyszerű olyan fenntartható közlekedéssel kapcsolatos kampányok végrehajtására került sor, amelyek a gyaloglást, a kerékpározást és a tömegközlekedést népszerűsítik. Másrészt egy pilot webalkalmazást is létrehoztunk, amely segíti az utazókat a tudatos és fenntartható döntéseik meghozásában.

A célok elérése érdekében a MOVECIT projekt egy hároméves feladatterv szerint haladt előre. A munkahelyi mobilitás újszerű megközelítésének megvalósítását három szakasz végrehajtásával értük el: tervezési, megvalósítási és értékelési szakasz (2. ábra).

1.1. Jelenlegi mobilitási stratégiák áttekintése

A projekt sikeressége érdekében fontos volt áttekinteni a jelenleg alkalmazott mobilitási stratégiákat. A különböző régiók mobilitási politikáinak elemzése során figyelembe vettük az adott szociális és gazdasági aspektusokat, amelyek nagymértékben befolyásolják a helyi közlekedést. Ezután magát a közlekedési rendszert vizsgáltuk meg a jelenlegi szabályozási (pl. önkormányzati/állami) struktúrával és jogi környezettel együtt. Szintén vizsgáltuk a meglévő mobilitástervezésre vonatkozó stratégiákat. Végül a főbb víziókat és célokat

2. ábra: A munkahelyi mobilitás új megközelítési módjának folyamatábrája



foglaltuk össze, amelyek a helyi közlekedés közeli jövőjére vonatkoznak. Mobilitási tervek a munkahelyek vagy az iskolák vonatkozásában jelenleg még nem készültek. A privát szektor inkább tekinthető aktívnak ezen a területen. Tipikusan a multinacionális vállalatok nyitottak a mobilitási tervek készítésére, hiszen ezek segítik őket a vonzó munkahelyek megteremtésében.

1.2. Mobilitásösztönzők és innovatív mobilitási koncepciók

Az innovatív közlekedési koncepciók vizsgálatánál a mobilitásösztönzők feltárására nagy szükség van. Ezek az ösztönzők befolyásolhatják hosszú távon a lakóhelyválasztást és az utazások gyakoriságát, középtávon a módváltást, rövid távon az útvonal és az indulási időpont megválasztását.

Az elhelyezkedés és az utazási gyakoriság befolyásolására kialakult gyakorlatok vannak. Általános cél a közösségi területek felszabadítása a gépjárműforgalom alól, illetve olyan környezet megteremtése, amely megfelelő egyensúlyt tart fenn a közlekedési szükségletek és az élhető város céljai között. Hatékony ösz-

tönző eszközként rendelkezésre állnak a parkolás-menedzsment, a kerékpármegosztó szolgáltatások, illetve P+R rendszerek bevezetése.

Az egyéni gépjármű-közlekedés okozta torlódások miatt a közlekedési mód megválasztásának befolyásolása is egyre fontosabb. Ezért megfelelő ösztönzőkre van szükség a fenntartható közlekedési módok szerepének erősítésére, hogy azt az utazóközönség számára minél inkább vonzóvá tegyünk. A módválasztás számos tényezőtől függ: jármű üzemben tartása, fenntartási és amortizációs költségek, üzemanyag árak, a járművek rendelkezésre állása (autó, kerékpár), elérhető útvonalopciók (gyorsabb, biztonságosabb, jobban megvilágított, frekvenciált útvonalak), utazási idő, utazási távolság, parkolási lehetőségek. A legnépszerűbb ösztönzési lehetőségek: P+R parkoló, tarifaközfösség, közterületi parkolás-menedzsment, autóbusszavók létesítése, kerékpármegosztó, autómegosztó és telekocsi rendszerek használata.

Az útvonalválasztás és az indulási idő választása külön-külön is befolyásolható. Azonban a legtöbb esetben a használt befolyásoló eszközök mindkettőre hatással vannak. Az útvonal és indulási idő befolyásolására alkalmas ösztönző intézkedéseket jellemzően csak részben használják a közép-európai városokban. A legnépszerűbb ilyen eszközök: utazói információs rendszer, közösségi közlekedés előnyben részesítése, változtatható jelzésképű táblák, forgalomcsillapított övezetek.

1.3. Az érdekelt felek bevonásának lehetőségei

Az érdekelt bevonási lehetőségeinek vizsgálata során elsősorban a potenciálisan fontos vagy már korábban bevont szervezetekre kell fókuszálni a tervezési folyamatban, továbbá meg kell vizsgálni a korábban elkészült regionális, önkormányzati és helyi szintű közlekedéssel kapcsolatos terveket. Ezek mindegyike elengedhetetlenül fontos, hiszen közvetve vagy közvetlenül befolyásolják a közlekedési rendszert és a mobilitási szokások változásait. A folyamat során számos akadályt kell legyőzni, amelyek jellemzően a következők:

- politikai támogatás hiánya,
- korlátozott anyagi és humán erőforrás,
- a folyamat megtervezéséhez és végrehajtásához szükséges ismeretek hiánya,
- hiányzó stratégiai tervek,
- az érdeklődés és a tudatosság hiánya a közlekedéstervezésben az érdekelt részéről,
- a részvételen alapuló megközelítés hagyományának hiánya.

1.4. A mobilitástervezés problémái és lehetőségei

A munkahelyi mobilitás problémáinak és lehetőségeinek megismerése érdekében egy átgondolt koncepciót kell követni. A tervezés során problémát okozhatnak a hiányzó adatok a mobilitásra vonatkozóan, pl. utazási módválasztás megoszlása, használat gyakorisága, utaselégedettség, munkavállalók aránya. Az információk hiányokat szintén vizsgálni kell ahhoz, hogy a fenntartható munkahelyi mobilitás megfelelő mértékben valósulhasson meg. Ehhez az alábbi feltételeknek kell teljesülni:

- a felhasználók igényeinek és szokásainak ismerete,
- az applikáció, amely megtervezi a munkahelyre történő utazást,
- a fenntartható közlekedési módok használatának ösztönzése,
- a közlekedési módválasztás eredményeinek monitorozása,
- a munkavállalók hajlandósága az utazási szokásaik megváltoztatására.

A munkahelyi mobilitás fejlesztésével elérhető főbb változások a következők lehetnek:

- fenntartható közlekedési módok használatának növelése,
- CO₂ és más károsanyag-kibocsátás csökkentése,
- tudatos mobilitási döntések arányának növelése.

2. FEJLESZTÉS

A megvalósítási fázisban a fejlesztés célja egy hatékony és innovatív megoldás kialakítása volt, amely segíti a városlakók fenntartható közlekedési szokásainak kialakulását.

2.1. Stratégia kidolgozása

A stratégia kidolgozása során alapvetően az otthonról munkahelyre/iskolába irányuló utazásokat céloztuk meg, mivel ezek a leginkább jellemző utazástípusok a városi utazásokat tekintve; az utazásszámot, utazásra fordított éves időmennyiséget vagy akár a közszolgáltatások teljesítményigényét vizsgálva. A legtöbb utazó azonban nem foglalkozik a napi közlekedésének minden elemével (természetszerűleg leginkább a gyors eljutás a cél). Annak érdekében, hogy a városlakók sokkal tudatosabban tervezzék meg utazásaikat, egy web alapú alkalmazást fejlesztettünk. Amennyiben az utazók egy része hajlandó a napi rutinszerű utazásán változtatni, annak jelentős hatása lehet a városi életminőségre.

A webalkalmazás utazási információt gyűjt, megmutatja az utazás fontosabb indikátorait és az utazói preferenciának megfelelően megmutatja a felhasználó számára optimális utazási módot útvonallal együtt. A webalkalmazásnak nem az azonnali utazástervezés, hanem kifejezetten a hosszú távú (mindennapi) utazási rutin befolyásolása a célja. Ezen belül pedig az alkalmazás képes rámutatni a fenntartható utazási módok felhasználó szempontú előnyeire.

2.2. Mobilitásösztönzők alkalmazása

Mobilitásösztönző stratégiának nevezzük azokat a soft beavatkozási eszközöket, amelyek az utazók közlekedési szokásait igyekeznek fenntartható irányba elmozdítani. Az egyik leghatékonyabban alkalmazott stratégia az utazók monitorozása és az utazók döntései alapján elért eredmények visszacsatolása. Az útvonaltervező alkalmazások is tekinthetők mobilitásösztönzőknek, hiszen általuk az utazási idők, távolságok és költségek könnyen összehasonlíthatók. Ezek az alkalmazások leggyakrabban a CO₂-kibocsátás és az elégetett kalória vizuális megjelenítésével operálnak. Az általunk fejlesztett alkalmazásban használt specifikus mobilitásösztönző eszközök:

- vezetett ösztönzés: az alkalmazás segíti a felhasználó döntéseit úgy, hogy az utazó lépésről lépésre maga tervezi meg az útját,

- javaslattétel: az a közlekedési mód kerül felajánlásra, amely a felhasználó személyes preferenciájának leginkább megfelel,
- személyre szabás: az alkalmazás személyre szabott tartalmat kínál fel a felhasználó számára, amely által jobb eredmények érhetők el,
- szimuláció: az összes utazási móddal történő tervezés eredményével tájékoztatják a felhasználót, hogy milyen következményekkel jár a különböző utazási módok választása.

2.3. Érdekelt felek bevonása

Az alkalmazás fejlesztése során különböző érdekelt felekkel (közlekedési szolgáltatók, stratégiai vezetők, mobilitási szakértők és kutatók) egyeztetettünk, hogy közösen vitassuk meg a fejlesztési stratégiát, a módszertant és az alkalmazandó eszközöket.

A megbeszélések eredményeképpen számos módosítási, fejlesztési javaslatot fogadtunk el a bevont szakértők részéről, miközben az eredeti célkitűzés és a főbb módszertani elemek megmaradtak. Az érdekelt felek abban is nagy segítségünkre voltak, hogy az alkalmazás használatára során kapott eredményeket megfelelően informatívvá és könnyen érthetővé tegyük a felhasználók számára. Ugyanis túlságosan leegyszerűsített alkalmazás esetében a kapott eredmények nem elég megbízhatóak. Ugyanakkor a nagyon részletesre tervezett alkalmazás esetében a várttal ellentétes eredmény alakulhat ki, mivel a felhasználók a komplexitás miatt idő előtt elhagyják az alkalmazást.

2.4. Tervezési módszertan

A diszkrét döntési modelleket széles körben használják az utazási mód választását befolyásoló tényezők meghatározására és az adott utazási módok választási valószínűségének meghatározására. Az egyéni döntéshozatali folyamat a következő lépések sorozatából áll:

- a választási probléma meghatározása (útvonalválasztás),
- alternatívák generálása (közösségi közlekedés, kerékpározás, gyaloglás, autó),

- az egyes alternatívák attribútumainak értékelése [utazási idő (TT), utazási költség (TC), környezeti hatás (EE), egészségre gyakorolt hatás (HE)].

A legtöbb diszkrét döntési modellt hasznosság-maximalizálásként definiálják. A véletlenszerű hasznosság elmélete azon a hipotézisen alapul, hogy minden ember ésszerű döntéshozó, és e szerint igyekszik maximalizálni a saját döntéseinek hasznosságát. Egy alternatíva hasznossága függ az alternatíva attribútumaitól és a megfigyelhető egyéni tulajdonságoktól (pl. utazási költségek, nem és életkor), valamint az egyszerűen meg nem állapítható tulajdonságoktól is (pl. minőség, biztonság, kényelem).

Az alkalmazásban megvalósított döntési modell egy multinomiális diszkrét döntési modellt. A hasznossági függvény célja az utas preferenciáinak mennyiségi kifejezése. Az útvonalak tervezése során a felhasználó az utazási szokásai alapján meghatározhatja saját preferenciáit az attribútumokhoz kapcsolódó súlyparaméterek (w) beállításával. Az alkalmazásban figyelembe vett négy alternatív utazási mód (m) útvonaltervezése a Google API-n alapul, ahol a költségtagokat (C) a Google API által biztosított útvonalak alapján számítjuk ki. A hasznosságot matematikailag az adott utazási módhoz tartozó paraméterek lineáris függvényeként értelmezzük.

$$u_i = -w^{TT} \cdot s^{TT} \cdot C_m^{TT} - w^{TC} \cdot s^{TC} \cdot C_m^{TC} - w^{EE} \cdot s^{EE} \cdot C_m^{EE} + w^{HE} \cdot s^{HE} \cdot C_m^{HE} \quad (1.)$$

Az 1. egyenletben a súlyparaméter (w) és a költségtag (C) mellett egy skálázó faktor (s) is található, amelynek kiszámítása a 2. egyenletben meghatározott képlettel történik. Ennek feladata, hogy normalizálja a hasznossági függvény egyes elemeit.

$$s^{(attribútum)} = \frac{1}{\max(C_1^{(attribútum)}, C_2^{(attribútum)}, C_3^{(attribútum)}, C_4^{(attribútum)})} \quad (2.)$$

2.5. Technikai paraméterek és az alkalmazás elemei

A webalkalmazás az alábbi információtechnológiai paraméterekkel jellemezhető:

- „front end” összetevők (HTML, CSS, JavaScript),
- szerver összetevők (Java, REST, JSON),
- adatbázis-összetevők (MySQL).

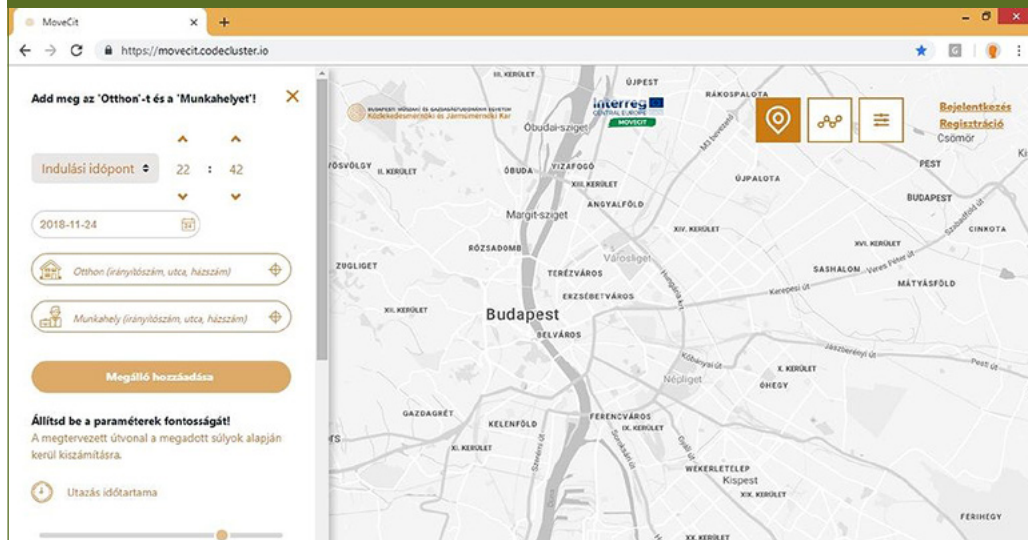
A webalkalmazás használata során a felhasználó egy grafikus felhasználói felületen megadja az otthoni és a munkahelyi címét. Ezt a folyamatot az utcák és a Point Of Interest helyszínek listája segíti, amely automatikusan legördül a helyszín első betűinek beütésével. A helyszínek ezután GPS-koordinátákká konvertálódnak. Az útvonalak megtervezése a megadott helyszínek között a Google API segítségével történik, ezért az útvonalak során fellépő esetleges hibák a fejlesztés óta eltelt időszakban a Google rendszerében történt módosítások miatt adódhatnak. Az utazás megtervezése különböző utazási módokra valósul meg: közösségi közlekedés, kerékpározás, gyaloglás, autó. A webalkalmazás használata során történt összes eseményt és adatot feldolgozzuk, és tároljuk az alkalmazás központi adatbázisában.

3. ALKALMAZÁS

A MOVECIT projekt megvalósítási szakaszában egy olyan alkalmazást fejlesztettünk ki, amely a Budapesten és környékén dolgozók munkahelyi mobilitási döntéseinek támogatására szolgál. Az alkalmazás alapötletét, a számítás algoritmusát és felhasználói felület tervét a cikk szerzői találták ki. A konkrét megvalósításban, azaz a user interface és a back end programozásban, vettünk igénybe külső fejlesztői segítséget. A webalkalmazás a <https://movecit.codecluster.io/> webcímen érhető el. Az alkalmazásban különböző közlekedési módokat lehet összehasonlítani négy indikátor alapján, amelyek az utazási idő, az utazás költsége, a környezeti hatás és az utazó egészségére gyakorolt hatás.

A webalkalmazás elsődleges célja, hogy hosszú távú döntéseinket támogassa a rendszeres utazásainkról, azon belül is a legmegfelelőbb közlekedési mód (autó, közösségi közlekedés, kerékpár, gyaloglás) kiválasztásáról tudatosabb döntést hozhassunk, amihez a webalkalmazás egy részletes (indikátorokra

3. ábra: A webalkalmazás kezdőképernyője (<https://movecit.codecluster.io/>)



és időtávokra vonatkozó) kiértékeléssel járul hozzá. Az alkalmazásnak ugyanakkor nem célja az ingázás valós idejű megtervezése, így nem számol például az éppen aktuális forgalmi változásokkal vagy a közösségi közlekedés valós idejű menetrendjével. A webalkalmazást és a felhasznált algoritmusokat kifejezetten Budapestre és agglomerációjára optimalizáltuk, így az a távolabbi címekre pontatlan eredményt ad.

3.1 Kezdőképernyő

A kezdőképernyőn lehetőség van regisztráció nélkül kipróbálni az alkalmazás alapvető funkcióit. Az otthon és a munkahely címének megadása, illetve az indulási (esetleg érkezési) dátum és időpont beállítása után egy fix paraméter beállítással lehet tervezést végrehajtani (3. ábra)

Amennyiben szeretnénk beállítani az egyes paramétereket, és megtekinteni az egyes indikátorokra (utazási idő, utazás költsége, környezeti hatás, egészségre gyakorolt hatás), illetve időtávokra (heti, havi, éves) vonatkozó részletes kimutatásokat, akkor regisztrálni kell a webalkalmazásban.

3.2. Profil beállítások

A regisztráció során néhány alapkérdésre kell válaszolni (pl. nem, születési év, végzettség), meg lehet adni az otthoni és a munkahelyi címet, illetve az utazási szokásokkal kapcsolatban lehet beállításokat végrehajtani a pontosabb tervezés érdekében (4. ábra).

- Az autó esetében meg lehet adni az átlagos gyaloglási időt a parkolás helyszínétől a munkahelyig, illetve otthonig, továbbá a parkolóhely-keresés átlagos idejét is. Az autós közlekedés esetében fontos paraméter a jármű típusa és életkora, amely az egy km-re vetített költség kiszámolásában segít. Ez utóbbi érték manuálisan is módosítható, hiszen a saját jármű tulajdonlásának és fenntartásának költségét befolyásolják a használat alapú költségek (pl. üzemanyag, szerviz, parkolás), az időszakos költségek (pl. adók, útdíjak) és az értékvesztésből fakadó költségek. A webalkalmazás néhány paramétert vizsgál, és ez alapján ad javaslatot az egy km-re vetített költségre, azonban javasoljuk ennek pontosítását saját kalkulációk és tapasztalatok alapján.

4. ábra: A webalkalmazás profilbeállítási lehetőségei

- A kerékpár esetében az indulás előtti előkészületi időre kérdezzük rá, illetve az átlagos menetsebességre és az egy km-re eső költségre. A költségek megállapításánál a kerékpár értéke és karbantartási igénye alapján javasolt az értéket módosítani.
- A közösségi közlekedés esetében külön kezeljük a jeggyel és a bérlettel közlekedőket. Előbbi esetben egy jegy árát számoljuk, utóbbi esetben pedig egy átlagos értéket.
- A BuBi (közbringa rendszer) használat és gyaloglás esetében nincsenek további beállítandó mezők.
- A P+R egy kísérleti funkció, amellyel egy köztes megállót lehet megadni, ami autós közlekedést feltételez a megadott megállóig, ahol az utazó leteszi az autóját és onnan közösségi közlekedéssel tervezzük meg a további útvonalát a munkahelyéig (5. ábra).

Annak érdekében, hogy a leginkább személyre szabott értékelést adhassuk, több profilt lehet létrehozni az utazási szokásoknak megfelelően. Egy profil használható például a tavasztól őszi tartó utazásokra, amikor a kerékpározás jobban megfelel számunkra, illetve egy másik

profil téltre, amikor a szabadban mozgás kevésbé vonzó és többször közlekedünk autóval. Hasonlóan bonthatók a profilok, ha munka során más helyszínre kell utazni, esetleg gyermekeket szállítani közbusz címre.

3.3. Indikátorok

A profil beállítások végén az indikátorok értékeit 1-5 skálán lehet beállítani, ahol az 1 egyáltalán nem fontos szempont és az 5 nagyon fontos az utazó számára (6. ábra).

- **utazás időtartama:** az utazással töltött időt percben mérjük, és a számításnál figyelembe vesszük a gyaloglási időket és az autós, illetve kerékpáros közlekedésnél megadott paramétereket,
- **utazás költsége:** az utazás költségei forintban, amelyek a beállítások alapján kerülnek kiszámításra, gyaloglás esetében nem számolunk költségekkel,
- **környezettudatosság:** az utazás során keletkezett CO₂-emisszió mértéke grammban, amelyet átlagos felhasználási értékekből, illetve a beállított paraméterek (pl. autó típusa és élettartama) alapján számolunk,
- **elégetett kalória:** az utazás során felhasznált energia kcal-ban, amely az

5. ábra: A webalkalmazás preferencia beállítási lehetőségei közlekedési módonként

The screenshot shows the 'MoveCit' web application interface. The browser address bar displays 'https://movecit.codecluster.io/profiles/22/edit'. The main content area is titled '40' and contains several input fields and checkboxes:

- ☒ **Kerékpár**
Előkészület ideje menetkész állapotig és a megérkezés után munkahelyen/otthon? [perc]
3
- Átlagos menetsebesség? [km/h]
30
- Átlagos költség? [Ft/km]
1
- ☒ **Tömegközlekedés**
Tömegközlekedés költsége
- ☐ **Jegy**
- ☒ **Bérlet**
- ☒ **Bubi**
- ☒ **Gyalog**
- ☐ **P + R**

6. ábra: A webalkalmazás indikátor beállítási lehetőségei

The screenshot shows the 'MoveCit' web application interface with the 'Preferenciák' (Preferences) section. It features four horizontal sliders for different indicators, each with a value range from 1 to 5:

- Utazás időtartama** (Travel time): Slider set to 3.
- Utazás költsége** (Travel cost): Slider set to 2.
- Környezettudatosság** (Environmental awareness): Slider set to 2.
- Elégetett kalória** (Satisfied calories): Slider set to 3.

At the bottom of the form, there are two buttons: 'Vissza a főoldalra' (Back to the main page) and 'Mentés' (Save).

egészségre gyakorolt hatás fontos mérszama, autó esetében nem számolunk ilyen hatással, viszont közösségi közlekedés esetében figyelembe vesszük a megállóhoz gyaloglást.

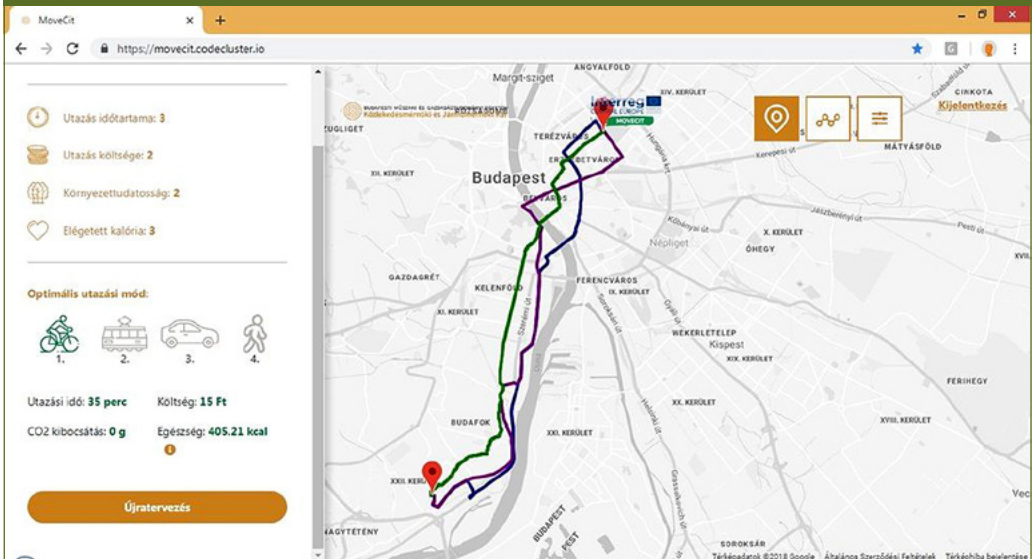
adatokkal lehet utazásokat tervezni. Az egyes tervezések során meg lehet változtatni mind az otthon és a munkahely címét, mind az indikátorok (utazási idő, utazási költség, környezeti hatás, egészségre gyakorolt hatás) értékeit.

3.4. Útvonaltervezés

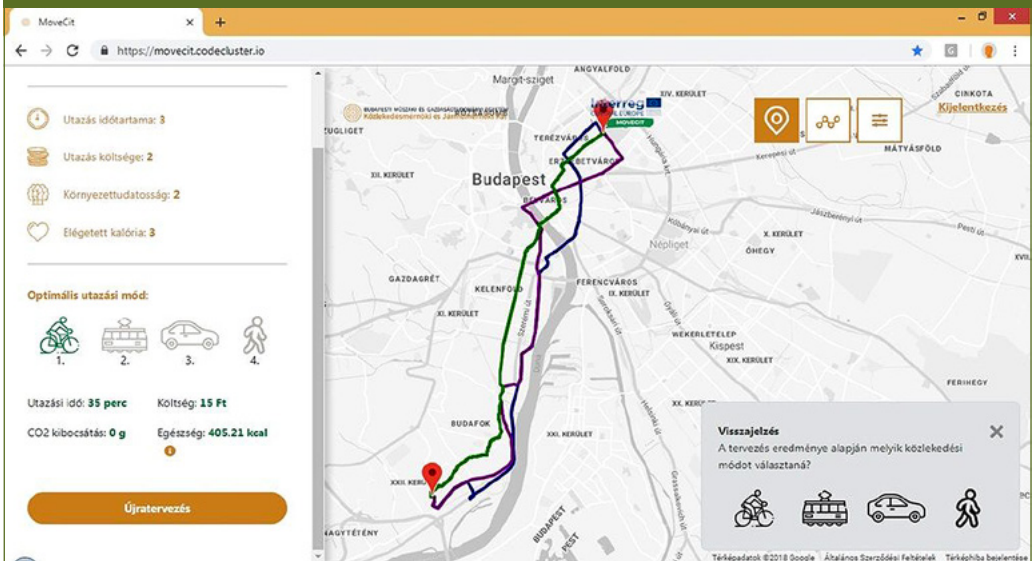
A képernyő jobb oldalán a tervezés gombra kattintva a profilbeállításoknak megfelelő

Az útvonalak tervezése különböző közlekedési módokra (közösségi közlekedés, kerékpár, gyaloglás, autó) valósul meg. Az utazási idő meghatározása során tapasztalati szorzóté-

7. ábra: Útvonaltervezés a webalkalmazással



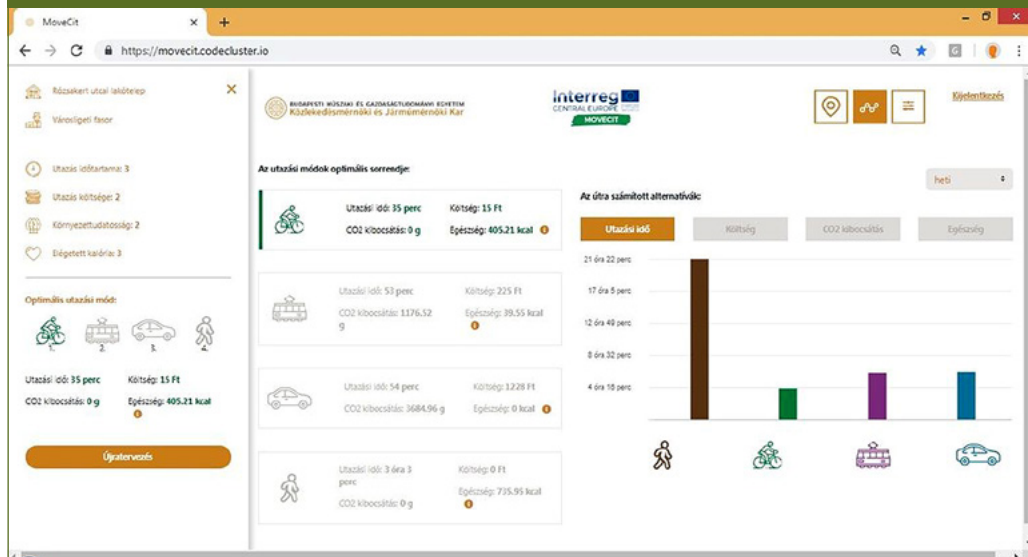
8. ábra: Visszajelzés küldése a webalkalmazásban



nyezőkkel becsültük meg a forgalmi torlódások okozta időtöbbletet, de az alkalmazás nem használ valós forgalmi adatokat. Regisztráció után teszt jelleggel lehetőségünk van közbenső megállóhelyeket is rögzíteni (pl. gyermek iskolába szállítása, napi bevásárlás).

A webalkalmazás a beállított paraméterek alapján megadja a közlekedési módok személyre szabottan legjobb sorrendjét. Az eredményeknél láthatjuk az indikátorok értékeit az egyes közlekedési módokra vonatkozóan. Zöld szín jelöli a kerékpáros útvonalat, lila a

9. ábra: Egy kiértékelés eredménye a webalkalmazásban



közösségi közlekedést, kék az autóhasználatot, barna pedig a gyaloglást (7. ábra).

Fontos megjegyezni, hogy az egyes paraméterek (pl. autó költsége, kerékpár átlagsebessége) változtatásával a közlekedési módok sorrendje is változhat.

3.5. Visszajelzés

Az utazás megtervezése és az eredmények számszerű, illetve vizuális megjelenítése után lehetőség nyílik visszajelzés küldésére a képernyő jobb alsó sarkán megjelenő szürke ablakban. Ezzel arra keressük a választ, hogy a tervezés eredménye alapján melyik közlekedési módot választaná az utazó. Itt természetesen meg lehet jelölni a korábban használt módot is, amennyiben ezt gondolja a legjobbnak (8. ábra).

3.6. Kiértékelés

A képernyő jobb oldalán a prioritások gombra kattintva megjelenik a közlekedési módok optimális sorrendje és egy grafikon az alternatívák összehasonlításáról három időtávon (heti, havi, éves). Ezek között a jobb oldali gombbal lehet választani és felmérni, hogy

akár egy év alatt mekkora különbségek adódnak az utazási időt, a költségeket, a környezeti hatást és az utazó egészségére gyakorolt hatást vizsgálva (9. ábra).

4. PILOT EREDMÉNYEK

A projekt értékelési szakaszában a webalkalmazás tesztelésére került sor pilot jelleggel. 56 felhasználó próbálta ki az eszközt, 147 útvonalat terveztetve, így személyenként átlagosan három útvonalajánlás történt. Az útvonaltervezéseket követően 41 visszajelzést rögzített az alkalmazás, ennek közel fele (48%) a közösségi közlekedést választotta, 37% a kerékpározást és 15% a gyaloglást. A módváltási visszajelzésekből utazási időt és a CO₂ megtakarítást becsültünk.

Az eredeti közlekedési mód (amiről a váltást feltételeztük) a személygépjármű volt, amennyiben a felhasználó azt jelezte, hogy rendelkezik ilyennel. Ha nem rendelkezett, a viszonyítási alap a közösségi közlekedés volt. A megváltozott közlekedési módnak pedig a visszajelzettet tekintettük. Az utazási idő megtakarítása egyes esetekben negatív értéket eredményezett, ami azt jelenti, hogy a megváltozott (fenntartható) közlekedési

móddal lassabb lehet az eljutás. A módváltásban természetesen nem az utazási idő az egyetlen döntési szempont, továbbá a fenntartható eljutással legtöbbször az aktív közlekedési módok (kerékpározás vagy gyaloglás) részaránya növekszik, amelyek előnyösebbek környezeti és társadalmi szempontból. A CO₂-kibocsátás-csökkentés aggregáltan került meghatározásra minden felhasználóra egy átlagos munkanapon, amelynek értéke 32,4 kg.

A következő indikátorok jellemzik a pilot időszakot:

- Felhasználók száma: 56
- Útvonaltervezések száma: 147
- Visszajelzések száma: 41
- Teljes tervezett utazási távolság: 4800 km/munkanap
- Fenntartható közlekedési módok választásának aránya: 27,8%
- Utazási időmegtakarítás (átlagosan egy felhasználóra): -4,5 perc/munkanap
- CO₂ csökkenés (teljes): 32,4 kg/munkanap

A webalkalmazás a napi ingázáshoz kapcsolódó olyan értékeket is számol, amelyek az átlag felhasználók számára nehezen számszerűsíthetők, mint az egészségre vagy a környezetre gyakorolt hatás. Ugyanakkor olyan értékeket is vizsgál, amelyek könnyebben számolhatók, de a hétköznapi gyakorlatban mégis sokszor nem veszik figyelembe ezeket a felhasználók. Ilyen például az autó tulajdonlás és üzemeltetés költségei vagy a parkolásra fordítandó idő. A CO₂-kibocsátást az utazás távolsága, a választott közlekedési mód és a járműtípus alapján számoltuk. A károsanyag-kibocsátás ismertetésével az alkalmazás a fenntartható közlekedési módok használatát segíti, ezzel hozzájárulva hosszú távon a CO₂-kibocsátás csökkentéséhez.

Bár a pilot időszak 2019 februárjában véget ért, az alkalmazás fejlesztése visszajelzések és tapasztalatok alapján folyamatos. Az alkalmazás így nem csak az eredeti célcsoport számára, hanem szélesebb körben is segítheti a tudatos közlekedési módváltást.

5. KONKLÚZIÓ

Az alkalmazás használata során gyakori visszajelzés volt, hogy az alkalmazás innovatív és küllemében látványos módon hasonlítja össze a közlekedési módokat. Előbbi a szakmai célok miatt fontos, utóbbi pedig a széles körű felhasználó bázis kialakítása miatt elengedhetetlen. A pilot időszak legfontosabb tapasztalatait az érintett felek bevonása jelentette, ezek során döntöttük el, hogy az alkalmazás nem valós idejű adatokat használ napi ingázási javaslat-tételre, hanem a hosszú távú módválasztási döntésekre fókuszál. Fontos projekt tapasztalat volt, hogy mobiltelefonos alkalmazás helyett webalkalmazás készült, amely egyszerűbb használatot és várhatóan kevesebb technikai problémát eredményez. Ez potenciálisan növeli a felhasználói érdeklődést, hogy kipróbálják az alkalmazást, és így hatni lehessen a döntési folyamataikra.

Számos pozitív visszajelzés és építő jellegű továbbfejlesztési javaslat érkezett a felhasználók részéről az alkalmazás kapcsán. Ugyanakkor meg kell említeni, hogy az idősebb korosztályt nem sikerült az alkalmazással elérni, a tesztelésre lehetőséget kapó kör és az ezzel a lehetőséggel élők közötti átlagéletkor-eltérés szignifikáns volt. A módszertan és az alkalmazás könnyedén adaptálható más európai városokban, amelyhez a helyi útvonaltervező rendszerek integrációja és a megfelelő paraméterezés szükséges.

Az alkalmazás jellemzése rövidített SWOT módszertannal:

- erősségek: könnyű használat, integrált utazási információk, fenntartható közlekedési módok előtérbe helyezése, könnyen összehasonlítható eredmények,
- gyengeségek: soft beavatkozás, nehéz a hatások mérése,
- lehetőségek: könnyű adaptálhatóság, további célcsoportok bevonhatók,
- veszélyek: népszerűsítés nélkül kevés potenciális felhasználóhoz jut el.

Összefoglalva a kifejlesztett webalkalmazás fő innovációja, hogy az utazók közlekedési

preferenciáit felmérjük, és ez alapján segítjük a leginkább megfelelő közlekedési mód kiválasztását. A felhasználó a kapott eredmények alapján tisztább képet kap a különböző közlekedési módok előnyeiről és hátrányairól. Az alkalmazás használatával várhatóan a napi munkahelyi/iskolai utazási rutin befolyásolható a fenntarthatóbb közlekedés elérése érdekében. Például a felhasználó egy könnyen értelmezhető felületen kap számszerű eredményeket arról, hogy az egyes közlekedési módok havi/éves használata milyen költségmegtakarítással járhat.

Az innováció egy konkrét, megvalósított webalkalmazásban realizálódik. A webalkalmazás a jelen információtechnológiai színvonalnak és design elvárásoknak megfelelő szinten került kidolgozásra, amit bárki ingyenesen és könnyedén használhat a napi munkahelyi/iskolai utazásának megtervezéséhez és felülvizsgálatához.

A webalkalmazás hasznossága több szinten is megjelenik. Egyrészt az eddigi személyes visszajelzések alapján elmondható, hogy vitathatatlanul hasznos eszköz az egyéni utazók napi munkahelyi/iskolai közlekedési módválasztásához. Másrészt társadalmi szempontból, amennyiben megfelelően nagyszámú utazó használja az alkalmazást, az utazástervezések alapján összegyűjtött statisztikai eredmények hasznosak lehetnek stratégiai közlekedéstervezési és közlekedésszervezési folyamatokhoz, mint például a közösségi közlekedés menetrendje vagy car-sharing/car-pooling szolgáltatások támogatása.

A webalkalmazás legfontosabb tudományos hatása, hogy nagyszámú használat esetén lehetőség nyílik az egyéni utazók preferenciáinak objektív vizsgálatára és statisztikailag korrekt analízisére. Ráadásul az alkalmazással tesztelhető, hogy milyen mértékben lehetséges az utazók döntéseinek befolyásolása soft mobilitásösztönző eszközökkel. Hiszen a webalkalmazás a használat során visszajelzést kér a felhasználtól, amiből megállapítható, hogy a felhasználó figyelembe vette-e az alkalmazás ajánlását vagy sem.

A kutatás CE25 azonosítószámú MOVECIT projekt keretében készült el, amelyet az Európai Regionális Fejlesztési Alap által finanszírozott Interreg CENTRAL EUROPE program támogat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] MOVECIT projekt (2016-2019), <http://www.interreg-central.eu/Content.Node/MOVECIT.html>
- [2] Barber C., Garnar-Wortzel A., Morris T. (2011), *Workplace mobility: Comparing business models of early adopters in traditional businesses with consulting firms*, Corporate Real Estate Journal, Volume 1, Issue 2, pp. 168-180.
- [3] Kepaptsoglou K., Meerschaert V., Neergaard K., Papadimitriou S., Rye T., Schremser R., Vleugels I. (2011) *Quality Management in Mobility Management: A Scheme for Supporting Sustainable Transportation in Cities*, International Journal of Sustainable Transportation, Volume 6, Issue 4, DOI: <http://doi.org/fnr6n9>
- [4] Vale D.S. (2013) *Does commuting time tolerance impede sustainable urban mobility? Analysing the impacts on commuting behaviour as a result of workplace relocation to a mixed-use centre in Lisbon*, Journal of Transport Geography, Volume 32, pp. 38-48. DOI: <http://doi.org/f5mknt>
- [5] Hickman R., Hall P., Banister D. (2013) *Planning more for sustainable mobility*, Journal of Transport Geography, Volume 33, pp. 210-219. DOI: <http://doi.org/pvz>
- [6] Arsenio E., Martens K., Di Ciommo F. (2016) *Sustainable urban mobility plans: Bridging climate change and equity targets?*, Research in Transportation Economics, Volume 55, pp. 30-39. DOI: <http://doi.org/f8tj9q>
- [7] Vanoutrive T. (2014) *Workplace travel plans: can they be evaluated effectively by experts?*, Transportation Planning and Technology, Volume 37, Issue 8, pp. 757-774. DOI: <http://doi.org/ddph>
- [8] van Ham M. (2002) *Job access, workplace mobility, and occupational achievement*, Utrecht University Repository (Dissertation)

- [9] Campo A., D'Autilia R. (2017) *Simulation tools to compare and optimize the mobility plans*, Cornell University Library, Physics and Society DOI: <http://doi.org/ddpj>
- [10] Enoch M. (2012) *Sustainable Transport, Mobility Management and Travel Plans*, Routledge



MOVECIT for Sustainable Workplace Mobility

Workplace mobility is at the centre of the developments of the EU research project called MOVECIT, which supports the mobility of city which supports commuting citizens. To facilitate this, a pilot web application has been developed that makes it possible to make conscious and sustainable decisions. With the application, different modes of transport (public transport, cycling, walking, car) can be compared on the basis of four attributes, such as travel time, cost of travel, environmental impact and the impact on the health of the traveller. When planning routes, the user can determine their preferences and the weight parameters related to them. A high percentage of users chose sustainable modes of transport when testing the app.



MOVECIT für die nachhaltige Mobilität am Arbeitsplatz

Im Zentrum der Entwicklung des EU-Forschungsprojekts MOVECIT steht die Arbeitsplatzmobilität, die die Reisen von Stadtbewohnern zu ihrem Arbeitsplatz unterstützt. Um dies zu erleichtern, es wurde eine Pilot-Webapplikation entwickelt, die es ermöglicht, bewusste und nachhaltige Entscheidungen zu bringen. Es können in der Applikation verschiedene Verkehrsarten (öffentlicher Verkehr, Radfahren, Gehen, Auto) auf der Basis von vier Attributen (Reisezeit, Reisekosten, Umweltauswirkungen und Auswirkungen auf die Gesundheit des Reisenden) verglichen werden. Bei der Routenplanung kann der Benutzer seine Präferenzen und die dazugehörigen Gewichtungparameter aufgrund seiner Reisegewohnheiten bestimmen. Beim Testen der Applikation hat ein hoher Prozentsatz der Benutzer für die nachhaltigen Verkehrsarten entschieden.



A városi útburkolat-gazdálkodás sajátosságai

Az útburkolat-gazdálkodási rendszer (PMS) a hálózat egyes lehetséges projektjeit hosszú távú gazdaságosságuk szerint sorolja. 2018-ban a KTI az elsőként kidolgozott PMS-t továbbfejlesztette, amelynek elemei: a kétszintű önkormányzati rendszer okozta nehézségek; a burkolat-állapotparaméterek jelentősége települési utakon; a pályaszerkezet-méretezési eljárások városi korlátai; etalonszakaszok kiválasztása, a homogén szakaszok meghatározásának elve.

DOI 10.24228/KTSZ.2020.2.2

Dr. habil. Gáspár László – Pusztai Gábor

okl. mérnök, okl. gazdasági mérnök,
az MTA doktora,
a KTI Közlekedéstudományi Intézet
Nonprofit Kft. kutató professzora,
a Széchenyi István Egyetem emeritusz professzora
e-mail: gaspar@kti.hu,

okl. műszaki térinformatikus,
okl. építőmérnök,
nyilvántartási osztályvezető
Budapest Közút Zrt.
gabor.pusztai@budapestkozut.hu

1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉS

Az utak kezelői a városi hálózatokon számos, a külsőségi szakaszokétól eltérő gazdálkodási problémával kerülnek szembe. Ebből adódóan, azok útburkolat-gazdálkodási rendszere (PMS-e) is többé-kevésbé eltér egymástól. A városi útburkolat-gazdálkodás sajátosságait a következőkben, esettanulmányként, a főváros számára készült PMS egyes elemeinek rövid ismertetésével szemléltetjük.

2010-ben a Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. (KTI) a Fővárosi Közterület-fenntartó Vállalat Zrt. (a Budapest Közút Zrt. jogelődje) számára, az általa kezelt fővárosi főúthálózatra vonatkozóan, útburkolat-gazdálkodási rendszer (PMS) első változatát készítette el [1]. Az összeállítása időpontjában rendelkezésre álló információk és összefü-

gések számítógépes modell kidolgozásához is alapul szolgáltak [2].

Ez a hálózati és a létesítményi szint közötti, ún. program szintű útburkolat-gazdálkodási rendszer az érintett hálózat – Budapest főváros főúthálózata, valamint annak közösségi közlekedéssel érintett mellékúthálózata – egyes lehetséges projektjeit hosszú távú gazdaságosságuk szerint sorolja.

A PMS-nek ebben a kidolgozási fázisában a kiinduló adatok (inputok) csak korlátozott mértékben álltak rendelkezésre, valamint, ebből is következően, a rendszer „lényegét” képező algoritmusok és összefüggések általában még nem alapulhattak tényleges, helyi adatokon. Ezért számítani lehetett arra, hogy ez az ideiglenes modell viszonylag rövid időn belül továbbfejlesztésre szorul, amelyhez az

érdekelt szakemberek bírálata [3-5], kisebb hálózatrészen végzett futtatás eredményeinek értékelése, valamint a teljes hálózatrészre vonatkozó, leltár jellegű, állapot, forgalmi, gazdasági stb. alapinformációk további beszerzése [6], illetve az egész modell futtatása [7-9] nyújt lehetőséget.

A Budapest Közút Zrt. 2018-ban a KTI-vel, az első PMS változat kidolgozójával olyan szerződést kötött, amely az útburkolat-gazdálkodási rendszer időközben végzett módosításaival, kiegészítéseivel elért pillanatnyi helyzet áttekintését és a tárgykörben, javító szándékú javaslatok készítését tűzte ki céljául [10].

A következőkben – részben a [10] kutatási jelentésre támaszkodva – a városi útburkolat-gazdálkodási rendszerrel, kiemelten annak sajátosságaival foglalkozunk.

2. ELŐZMÉNYEK

Bár kiindulási alapként a KTI és alvállalkozójának 2010-es jelentéseit [1-2] tekintették, 2018-ban a Vállalkozó (KTI) feladatai között volt a Megbízó (Budapest Közút Zrt.) által számára átadott előzményanyagok [3-9] megismerése, illetve a bennük levő futtatási eredmények, valamint az anyagokban szereplő továbbfejlesztési javaslatok és fejlesztési irányok értékelése is. Ezek közül a három előzményanyagra a jelentés [10] különleges figyelmet fordított. Jelen cikk előzményeként, az ezekben felvetett egyes kérdéseket és az azokra megfogalmazott válaszokat foglaltuk össze.

Felmerült az, hogy az országos és a budapesti közúthálózat igénybevételi eltéréseinek tekintetbevételével, az országos közúthálózatból kijelölt 60 db etalonszakasznak a KTI által már 28 éve megfigyelt leromlási jellemzőinek általánosítása [11] a fővárosi útburkolat-gazdálkodás kidolgozásakor hasznosítható-e. Amíg a fővárosi etalonszakaszok teljesítményi adatsora még nem áll rendelkezésre, addig a legjobb kompromisszumnak az országos közutakon kijelölt etalonszakaszok hosszú távú állapotmegfigyelésén nyugvó, hálózatviselkedési modellek tekinthetők.

A pályaszerkezet-teherbírás nagyon gyakran a mértékadó állapotparaméter, azaz a felújítás kiváltójává (indokává) ennek a paraméternek a már elfogadhatatlanul gyenge volta válik. Sajnálatos tény azonban, hogy ennek az állapotparaméternek a hálózatviselkedési modelljei, az említett hosszú távú etalonszakasz-megfigyelés eredményeinek feldolgozása alapján, gyakorlatilag nem voltak előállíthatók, mert a teherbírást jellemző E-modulus értéke az idő, illetve a lefutott forgalom függvényében egyértelmű tendenciát nem mutatott [11]. Megjegyzésre érdemes, hogy a KTI témafelelősenek bevonásával, jelenleg folyik olyan kutatási munka [12], amely ennek a helyzetnek a javítását, esetlegesen a probléma feloldását tűzte ki céljául. Az országos közúthálózatból választott etalonszakaszokon dinamikus alapelvű, KUAB-típusú, ejtő súlyos berendezés 25 m-enként meghatározott teherbírásmérési értékeit hasznosítják. Ugyanakkor Budapesten kvázi-statisztikus eljárást követve, Lacroix-mérőkocsival mérnek, amely 3-4 m-enként szolgáltat behajlási adatokat. Itt az lehet a kompromisszumos megoldás, hogy a már több éve folyó pályabehajlási idősorokat felhasználva, mihamarabb olyan teherbírási, hálózatviselkedési modelleket fejlesszenek ki, amelyek a Budapest Közút Zrt. PMS-ének első változatában, érdemleges előzmények hiányában felvett modelleket helyettesíthetik.

Szóba jött az is, hogy a teherbírási modellek köre nem túlságosan leegyszerűsített-e, mivel csak a kötött és a szemcsés altalaj szerint különböztet meg, illetve csupán két pályaszerkezet-típussal operál. Nyolc évvel ezelőtt, a PMS első változatának készítési időpontjában, a 1000 km-es összes hosszúságú fővárosi úthálózatról csak nagyon hézagos pályaszerkezeti információk álltak rendelkezésre. Ez indokolta a négy jellemző pályaszerkezet-típus felvételét. Ez az osztályozás az időközben gyűjtött sok pályaszerkezeti információ hasznosításával, akár már továbbfejleszthető, realisabbá tehető. A hálózati szintű PMS számára, a földművek kötött és szemcsés talajú változatokba történő osztályozása elegendőnek ítéltető. Hajlékony, félmerev, merev és kompozit pályaszerkezet-típusok megkülönböztetése javasolható.

Közismert, hogy külföldön már vannak működő, városi PMS-ek. Hazai adaptációjukat azonban az eltérően rendelkezésre álló inputok és az anyagi lehetőségek által is meghatározott beavatkozási határokon meglevő jelentős különbségek határozottan megnehezítik. Ismereteink szerint, hazai városi PMS egyedül Győr városára született, 1993-ban (a KTI vezetésével dolgozó munkacsoport készítette [13]). Ennek alapelvéből a Budapest Közút Zrt. számára készülő rendszer sokat hasznosított.

Az útburkolat-gazdálkodási rendszer fontos elemének, az életciklusköltségek számításakor, a szóban forgó útszakaszon lebonyolódó személy- és teherforgalom mértékét külön kell kezelni. Ennek ugyan elsősorban a különböző úthasználói költség típusok (közlekedésüzemi költség, idővesztés-költség és baleseti költség) meghatározásakor van jelentősége, de az életciklusköltségek az egyes burkolatállapot-paraméterek beavatkozási határára is különbözőképpen hatnak. Erre a célra a Budapesti Közlekedési Központ (BKK) hurokdetektoros forgalmi adatai is hasznosak lehetnek. Ez a továbbfejlesztés viszonylag sok adatgyűjtéssel és többletenergia-ráfordítással jár, ami a hálózati szintű PMS-vizsgálatok során nem „fizetődik ki”. A közeljövőre tervezett létesítményi szintű változat megfelelő minőségű működéséhez azonban egyértelműen indokolt a vizsgált útszakaszon lebonyolódó személy- és teherforgalom mértékét külön kezelni.

A városi úthálózat gazdálkodása, illetve a projekt-képző homogén szakaszok szempontjából fontos az esetenként akár mértékadóvá váló állapotparaméterek kialakítása, mint az országos kezelésű közutakon. A homogén szakaszok képzésére a Budapest Közút Zrt. megbízásából készített 2018-as KTI-tanulmány [11] újszerű javaslattal él. A pályaszerkezet-teherbírás, mint állapotparaméter jelentősége a települések útjain sem vitatható; ez tekinthető, a felületépséggel együtt, a leglényegesebb paraméternek. Ugyanakkor a PMS most folyó, létesítményi (projekt) szintű továbbfejlesztésekor a teherbírás mértékadó évszakban mérhető értéke még nagyobb szerephez jut. Emellett, természetesen, a hossz- és a keresztirányú felületi egyenetlenség, valamint a csúszásellen-

állás sem hagyható figyelmen kívül, még ha a kisebb városi járműsebességek között, jelentőségük, az országos közúthálózatéhoz képest, némileg csökken.

A 2018-ban továbbfejlesztett modell [10] foglalkozik az egyes mért burkolatállapot-szintek állapotosztályzatokba történő átszámításának kérdésével. Az osztályozási határértékekre úttípustól függő határértékeket javasol, amelyeknek meghatározásakor, a korábban kapott mérési eredmények statisztikai feldolgozása is komoly segítséget nyújtott.

3. A KÉTSZINTŰ ÖNKORMÁNYZATI RENDSZER OKOZTA NEHÉZSÉGEK

Az országos közúthálózat kezelése és üzemeltetése 2013. november 1. óta a Magyar Közút NZrt.-nél összpontosul, viszonylag egyértelművé téve a felelősségi köröket és határokat. A települési utak tekintetében azonban a helyzet bonyolultabb. Az átkelési szakaszok kezelője továbbra is a Magyar Közút NZrt., de a csatlakozó települési utak kezelési feladatait a helyi önkormányzat látja el. Itt már megjelenik a két közútkezelő közötti határok tisztázásának igénye, ugyanis a tulajdonosi határok nem feltétlenül esnek egybe a műszakilag optimális kezelői határokkal. Ezt a nehézséget tovább fokozza, hogy egyedülként az országban, Budapesten kétszintű önkormányzati rendszer működik, így a települési utak kezelése is kétszintűvé vált. A vonatkozó Kormányrendelet [13] hatályba lépésével a fővárosban a kezelői határok részben elváltak a tulajdonosi határoktól. A rendelet értelmében, a kezelő szervezet három szempont alapján dől el. A vonatkozó törvény [14] alapján, a helyi közutak kezelője általános esetben a kerület. Ez alól azonban kivételt képeznek azok az útszakaszok, amelyeket a rendelet melléklete a fővárosi önkormányzat kezelésébe sorol, függetlenül azok tulajdonosától. A rendelet szerint szintén fővárosi kezelésbe kerülnek a mellékletben fel nem sorolt, de fővárosi tulajdonú útszakaszok. Mindezeken kívül, a rendelet lehetőséget nyújt, kétoldalú megállapodások alapján, a kezelői feladatok másik szervezetnek való átadására. A jogi

1. ábra: Kezelői határok ábrázolása a Budapest, XI. kerület Bartók Béla út-Tétényi út csomópontban (Forrás: Budapest Közút KAPU rendszer)



környezet az útpályák tekintetében zárt rendszert alkot, azonban – bonyolultságából fakadóan – a napi működésben számos félreértést okoz(hat).

Budapesten a helyzetet még tovább bonyolítja, hogy a fővárosi önkormányzat a közútkezelői feladatokat több szakcége között felosztotta. A BKK Zrt. mint stratégiai közútkezelő, a Budapest Közút Zrt. mint operatív közútkezelő, a BKV Zrt., mint a városi vasutak kezelője, az FKF Zrt., mint a téli síkosság-mentesítésért és téli-nyári úttisztításért felelős, az FCSM Zrt., mint a felszíni csapadékvíz elvezetésért felelős, a Főkert Zrt. pedig mint a KRESZ gallyazásért és egyéb kertészeti munkákért felelős szervezet jut szerephez a közútkezelésben. Ha hozzáveszünk, hogy magántársaságok (benzinkutak, bevásárlóközpontok tulajdonosai) is rendelkeznek közforgalom számára megnyitott magánutakkal, előfordulhat, hogy egy csomópont területén, közútkezelői feladatokban akár 7-8 társaság is érintett (1. ábra).

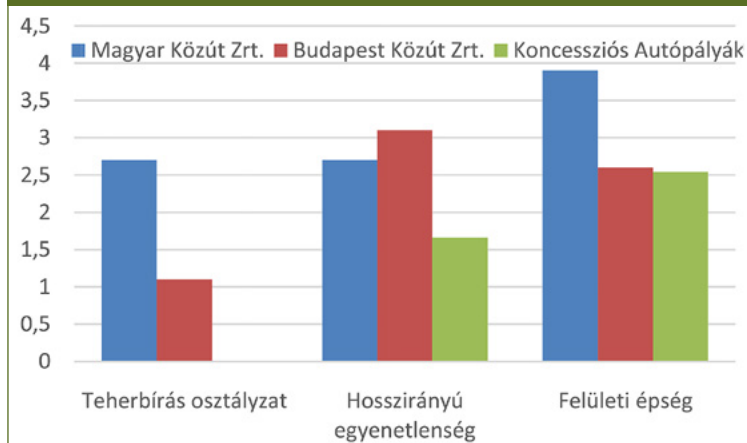
A felvázolt igazgatási szerkezetben nem csupán a felelősségek meghatározása okoz(hat) nehézséget, de a rendszerben az erőforrások is szétaprózódnak. Komoly adminisztratív terhet jelent egy-egy nagyobb beruházás egyezte-

tése, a különböző érdekek összehangolása. Sok esetben, ez beruházások ésszerűtlen elhúzódtásával vagy – szélső esetben – akár elmaradásával is jár. A fővárosi helyi közutak kezelésének szakmai szabályairól, továbbá az útépitések, a közterületeket érintő közmű-, vasút- és egyéb építések és az útburkolatbontások szabályozásáról szóló Fővárosi Közgyűlési Rendelet [15] a közútkezelői érdek egységes érvényesítését célozza. A rendelet a Fővárosi Önkormányzat kezelésében lévő helyi közutakra vonatkozik, míg a kerületi önkormányzatok egy részének nincsen közútkezelői rendelete, így a helyreállítás módjára vonatkozó műszaki előírások sem egységesek.

4. BURKOLAT-ÁLLAPOTPARAMÉTEREK JELENTŐSÉGE TELEPÜLÉSI UTAKON

Közismert, hogy az útállapot olyan komplex jelenség, amit csak különböző állapotparaméterek pillanatnyi értékének kombinációjával lehet reálisan jellemezni. Az egyes állapotparaméterek jelentősége azonban attól is függ, hogy az országos közúthálózatról (annak is elsősorban külsőségi szakaszairól) vagy pedig települések (így, egyebek mellett, a főváros) közúthálózatáról van szó. Ezért a már többször említett, 2018-as kutatási jelentés [11]

2. ábra: Úttípusok állapotadatainak összehasonlítása



(keréknyomvályú-mélység), pályaszerkezet-teherbírás, csúszás-ellenállás. (Az országos közutak állapotjellemzésében, különösen külföldön, egyre gyakrabban alkalmazott pályagördülőzaj mérése, a pálya fényviszszaverő képességének meghatározása, illetve a burkolatfelületen jelentkező vízköd-, illetve – másszóval – vízfüggöny-képződés jellemzése a városi utak esetében elhanyagolható jelentőségű). Az állap

készítésekor, a városi közúthálózat minősítésekor szóba jövő állapotjellemző paraméterek jelentőségét átgondolták, különös tekintettel az egyes adatok mérési bizonytalanságaira. Foglalkoztak a burkolatállapot-értékelés és az állapotjavító beavatkozási javaslatok esetleges forgalomfüggésének kialakításával. Majd pedig a különböző beavatkozási határookra, valamint a beavatkozások állapotértékekre gyakorolt hatására is kitértek.

Jelenleg a Budapest Közút Zrt. az egyes útszakaszok állapotát felületi épség (a kerületi létesítményfelelősök által vizuálisan), a pályaszerkezet-teherbírás (Lacroix-deflektográfia), valamint a hossz- és a keresztirányú felületi egyenetlenség, IRI és keréknyomvályú-mélység (KARESZ lézer pontfelhőjéből készített, terepmodellel alapuló, számított adatok) mérésével jellemmez. A városi utak jellegzetes leromlási (tönkremeneteli) formáinak összehasonlító elemzése arra a kutatói megállapításra jutott, hogy a repedezés és a kátyúképződés típusú leromlások gyakoribbak és nagyobb jelentőségűek, mint a deformáció jellegűek. (Természetesen, ez utóbbiak is válhatnak, adott esetben, mértékadókká).

Az összehasonlító vizsgálatra szóba jövő burkolatállapot-paraméterek: felületi épség (felületépség), hosszirányú felületi egyenetlenség (IRI), keresztirányú felületi egyenetlenség

potparaméterek jelentőségét (súlyát) a „városi szempontok” nagymértékben befolyásolják.

A folyamatos (nem pontszerű) állapotjellemzési technológiák számos előnnyel rendelkeznek. Emellett azonban döntést igényelnek a tekintetben, hogy az irányonként egynél több forgalmi sávval rendelkező utakon a mérés mely sávokra vonatkozzék, nem elfelejtkezve az autóbuszöblök különleges állapotminősítési problémájáról sem. A városi környezetben viszont feltétlen előnyt jelentenek a folyamatos állapotjellemzési technológiák, mivel a csomópontok rendkívüli sűrűsége és a közműveknek sok helyen előforduló javítási helyei, a szerelvény- és a vezetékcserékkel együtt, sok helyen inhomogén pályaszerkezetet hoznak létre.

A városi, közúti közlekedés különlegességeinek, illetve jellegzetes tönkremeneteli formáinak figyelembevételével, a burkolatállapotot jellemző paraméterek jelentősége a következőképpen ítéltető meg:

- felületi épség (kiemelt jelentőségű, a burkolatminőség úthasználók által történő megítélését elsősorban ez az állapotparaméter befolyásolja),
- pályaszerkezet-teherbírás (kiemelt jelentőségű, elsősorban az útkezelő vagyongazdálkodási kötelezettsége következtében, valamint amiatt, hogy más,

esetenként a közeljövőben várható burkolat-meghibásodási forma kiváltója, illetve előjelzője lehet),

- hosszirányú felületi egyenetlenség (közepes jelentőségű, fontossága a 60-70 km/h-s megengedett sebességű szakaszokon és a nagy forgalmi terhelésű csomópontok előtti felgyűrődések esetében növekszik, amit az osztályzatok értékhatárainál érvényre lehet juttatni),
- keresztirányú felületi egyenetlenség (közepes jelentőségű, utazáskényelmi problémákat okoz, illetve, mély nyomvályúk esetében, a 60-70 km/h-s megengedett sebességű, közel vízszintes szakaszokon, a vízen csúszás – az aquaplaning – veszélyével kell számolni; ezt a ténytet pedig az osztályzatok értékhatárainál itt is érvényre lehet juttatni),
- a pálya textúrája, csúszásellenállása (korlátozott jelentőségű, legfeljebb – különösen síkos burkolatfelületnél – esetenként a járművek gyors megállását igénylő, forgalmi csomópontok előtti szakaszokon lehet érdemleges szerepe).

A pálya csúszásellenállásának a jellemzésére a KARESZ pontfelhő [3] nem alkalmas. A hossz- és a keresztirányú felületi egyenetlenségről, ugyanakkor, képes hasznos információkat szolgáltatni.

A jelenleg jellemzett állapotparaméterek közül, a legtöbb bizonytalanság, annak vizuális-szubjektív jellegéből következően, a felületi épség minősítését terheli. Ezért felmerülhet a jelenleg követett technikának a KARESZ-fényképeken alapuló értékeléssel való felváltása. A váltás azonban csupán az újonnan javasolt állapotjellemzési módszer alkalmazásában érdekelt szakemberek megfelelő felkészítése után képzelhető el. Addig a jelenleg követett eljárás, a létesítményfelelősök öt fokozatú értékelése folytatódhat. Az eljárás bizonytalanságainak csökkentésére összehangolt oktatás javasolható. (Ebben a tekintetben, a Magyar Közút Nonprofit Zrt.-nek a Roadmaster burkolathiba-vizsgáló berendezéssel kapcsolatos oktatásának a tapasztalatai hasznos információkkal szolgálhatnak.)

A hálózati szintű állapotadatok feldolgozása után, választott beavatkozási projektek tervezett, létesítményi szintű állapotvizsgálata, célszerűen, csak a felületépségre terjedjen ki. Ennek pontosabb, részletekbe menő ismerete a leglényegesebb, mivel ritka eset, hogy városi úthálózaton másik állapotparaméter válik mértékadóvá (az állapotjavító beavatkozást, a többieket megelőzően, szükségessé tevő) paraméterré. Megjegyzésre érdemes, egyébként, az is, hogy a teljes pályaszerkezeti rétegeket érintő, megfelelő minőségben végrehajtott felújítás gyakorlatilag minden egyes állapotparaméterre kedvező hatást gyakorol.

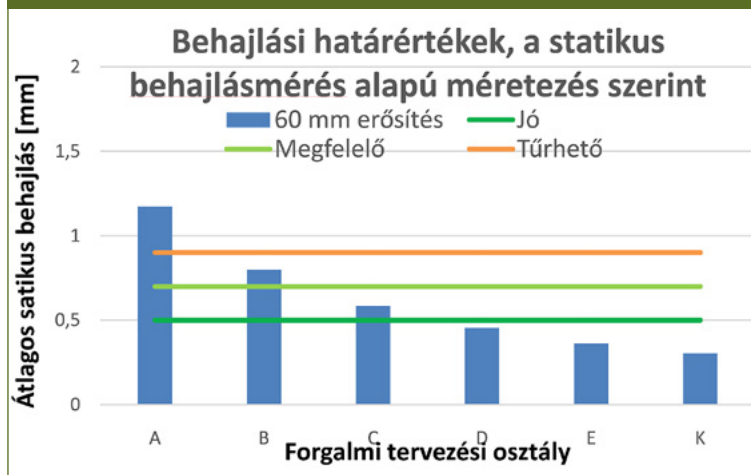
Általánosságban elmondható, hogy az egy forgalmi irányú, több sávú utak esetében, minden forgalmi sáv állapotadatainak az összes paraméter esetében való felvételére nincsen szükség. Elegendő a (leg)külső sáv minősítése, mivel a pályaszerkezetet igazán igénybe vevő nehéz forgalom, így a menetrendszerű autóbuszok és trolibuszok is, főleg itt közlekednek. Elsősorban a Lacroix-mérőkocsi (deflektográf) végzett pályaszerkezet-teherbírás az az állapotparaméter, amelynek esetében az előbbi megállapítás gyakorlati következményekkel járhat. (A KARESZ pontfelhő és a létesítményfelelős vizuális állapotfelvételeinek azonban nem kell csak egyes forgalmi sávokra korlátozódnia).

Az autóbuszöblöt önálló „homogén szakasznak” célszerű tekinteni, külön gyűjtött állapotadatokkal. A pályaszerkezet teherbírásának mérése, főleg betonburkolatú öblök esetében, elhagyható. Egy-egy autóbuszöblől, szükség esetében, a többivel versenyző, beavatkozási projekt lehet.

5. JELENLEGI PÁLYASZERKEZET-MÉRETEZÉSI ELJÁRÁSOK VÁROSI KORLÁTAI

Ahogy az utakra ható terhelés, úgy az utakkal kapcsolatos elvárások is különbözőek a külterületi és a városi szakaszokon. A jelenlegi pályaszerkezet-méretezési eljárásokat [16] is alapvetően a külsőségi szakaszok méretezésére fejlesztették ki. Az eljárások részben a városi

3. ábra: Erősítést igénylő pályaszerkezet-behajlások, forgalmi tervezési osztályonként



pályaszerkezetek méretezésére is megfelelőek, azonban alkalmazásakor sokszor komoly nehézségek merülnek fel. Budapest főúthálózatról, az országos közúthálózathoz viszonyítva, a következők állapíthatók meg:

- sokkal jobb az útpályaszerkezetek teherbírása,
- a városi szakaszokra jellemző módon, a pályaszint emelése korlátokba ütközik.

Az említett méretezési eljárás [16] azonban még a viszonylag jó teherbírású pályaszerkezetek esetében is a szerkezeti vastagság növelését írja elő. Ez azonban, az ismert magassági korlátozások miatt, rendszerint csak teljes pályaszerkezetcserével és a földmű mélyítésével lehetséges.

A 3. ábrán látható, hogy különböző forgalmi tervezési osztályok esetében, a statikus behajlás alapú méretezési eljárás milyen átlagos, statikus, behajlási értéknél javasol 60 mm-es vastagságú pályaszerkezet-erősítést. A pályaszint 60 mm-es emelése, kiemelt szegélyekkel épült városi környezetben jellemzően már nem megoldható, ezért ilyenkor a pályaszerkezet teljes cseréje szükségessé válik.

A fővárosi főutakat jellemző, C-K forgalmi tervezési osztályokban, 0,3-0,6 mm-es átlagos pályabehajlás már 60 mm-es vastagságú erősítést

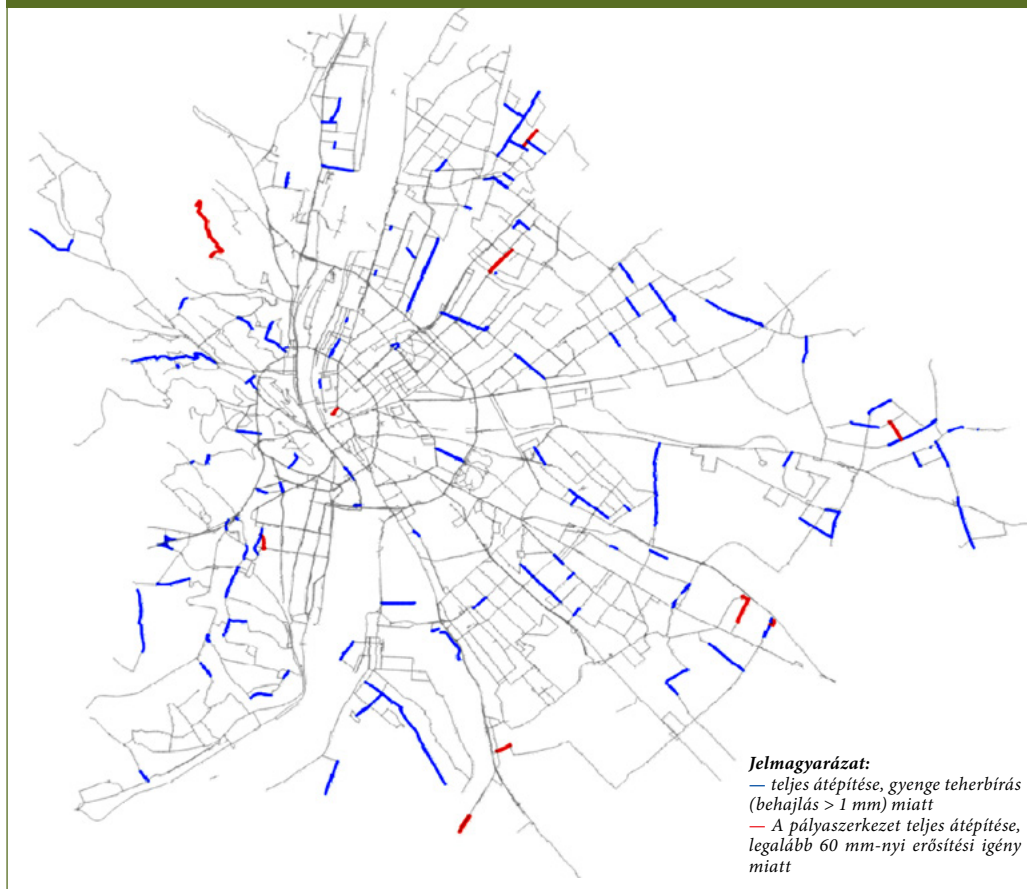
teszt szükségessé. Pedig a 0,6 mm-es pályabehajlás megfelelő teherbírású – szinte újszerű – szakaszokat jellemzi! Ezeknek az utaknak az általános jellemzői: jó teherbírás, betömődött makadám vagy soványbeton burkolatalapok, „előregedett” útpálya, pályaszintemelés korlátozó körülmények. A pályaszerkezet jellemző felépítése: 70-80 mm-nyi összes vastagságú aszfaltrétegek alatt 200 mm-nyi soványbeton alap.

A méretezési eljárás [16] alkalmazásával az adódik, hogy a pályaszerkezeteket erősíteni kellene. Mivel azonban nem lehet a pályaszintet emelni, el kell a jó minőségű burkolatalapokat bontani. Az összehasonlító méretezés nem veszi figyelembe, hogy a makadám burkolatalapok az elmúlt évtizedek alatt „beálltak”, kiváló szilárdságúvá váltak. Ezek az eljárások nem számolnak azzal, hogy az összetöredett, rossz minőségű pályaszerkezeti rétegek ugyanolyan vastagságú, hasonló összetételű, de új (kiváló állapotú) réteggel történő cseréje a szóban forgó pályaszerkezetet érdemben erősíti. A 4. ábra azt mutatja be, hogy a főváros főútjainak jelenleg hol lenne szüksége a méretezési eljárás alapján 60 mm-nél nagyobb megerősítésre (vagyis pályaszerkezet-cserére), illetve hol van szükség ténylegesen teljes pályaszerkezet-cserére. Az ábrán látható, hogy a magassági korlátozások miatti pályaszerkezet cseréje komoly többletforrást igényel. Érdemes lehet tehát a jelenlegi méretezési eljárások helyett hosszú távon is költséghatékonyabb módszereket találni.

5. ETALONSZAKASZOK KIVÁLASZTÁSA

Jogos kérdésként merül fel, hogy az útfenntartás tervezéséhez és a felmerülő költségek optimalizálásához alapul vett leromlási fo-

4. ábra: A főváros főútszakaszai, teljes pályaszerkezetcserével



lyamatok előrebecslésének lehető legnagyobb mértékű pontossága miként biztosítható. A rendszerszemléletű útgazdálkodási döntések elengedhetetlen előfeltétele, hogy a különböző forgalomnagyságú, pályaszerkezetű, illetve földmű szilárdsággal rendelkező stb. útszakaszok várható élettartamáról elfogadható megbízhatóságú ismeretekkel rendelkezzenek. A sok ható tényező és azok nehezen modellálható, szinergikus egymásra hatása a kérdéskört meglehetősen bonyolulttá, elméleti megközelítésekkel egyenesen megoldhatatlanná teszi. Ezen a területen a laboratóriumi vizsgálatok sem segítik az összetevők egyértelmű empirikus úton történő alátámasztását. Még a mesterséges forgalommal terhelt próbapályák variációs lehetőségei

is – akár a pályaszerkezet-felépítés, akár az időjárási viszonyok modellálása szempontjából – a komplex feladat megoldásához túlságosan korlátozottak. Egyetlen lehetőségként, marad az úthálózatból gondosan – tudományos alapossággal – megtervezett szempontok alapján kiválasztott, megfelelő hosszúságú etalonszakaszok állapotváltozásának hosszabb időn keresztül történő megfigyelése [18-19]. Az etalonszakaszok kiválasztási szempontjainak rögzítése, majd azok következetes végrehajtása meglehetősen felelősségteljes feladat. A következőkben ezek közül a legfontosabb szempontokról teszünk említést, hangsúlyozva a városi utakon folyó közlekedésnek a külsőségi szakaszokétól eltérő jellemzőit.

Fontos szempont az egész úthálózatra jellemző etalonszakaszok számának meghatározása. Itt egyrészt annak az eldöntése okozhat nehézséget, hogy hány forgalmi, pályaszerkezeti stb. kategóriát jelöljenek ki, másrészt pedig az egy útszakasz-csoportot jellemző etalonszakaszok száma (egyetlen etalonszakasz azért nem képviselhet egy megfigyelési kategóriát, mivel a szakasz esetleges, átlagostól eltérő viselkedését nem vagy nem könnyen lehet – összehasonlíthatási alap hiányában – felismerni).

A következő elvi nehézség a rendszeresen jellemezhető állapotparaméterek kiválasztásában rejlik. Itt azt az alapelvet célszerű érvényesíteni, hogy minden olyan paramétert (pályaszerkezet-teherbírás, hosszirányú felületi egyenetlenség, keréknyomvályú-mélység, érdesség, csúszásellenállás stb.) be kell az értékelési körbe venni, amely egyrészt a szóban forgó úthálózaton mértékadó – a többiek előtt beavatkozást igénylő – állapotszintre szokott jutni, más részről pedig, amelynek jellemzéséhez az útkezelő megfelelő, reprodukálható eredményeket biztosító, mérési technikával rendelkezik. Természetesen, a „vágynak” a pénzügyi lehetőség itt is határt szab.

Lényeges vizsgálandó kérdés az állapotjellemzések időbeni sűrűsége, ahol – az egyes állapotparaméterek eltérő leromlási sebessége miatt – akár különböző visszatérési gyakoriság is szóba jöhet. (Így, például, a pályaszerkezet teherbírása, – általános esetben – ritkább nyomon követést igényel, mint a felületi hibák vagy a makro érdesség változása). Ennek az eljárásnak ugyan szervezési nehézségei lehetnek, és azt is figyelembe kell venni, hogy az élettartam vége felé az állapotparaméterek egyébként lassú leromlása is felgyorsulhat.

Egy-egy útszakasz-csoportot több (célszerűen három) etalonszakasznak kell jellemezni az esetleges tervezési, építési, illetve fenntartási anomáliák hatásának, lehetőség szerinti, csökkentése érdekében. Feltétlenül el kellene ugyanis kerülni, hogy az etalonszakasz „egyedi hibái” torzítsák az egész, akár 100 km-nyi összes hosszúságú hálózatrész állapotának előrebecslését – az etalonszakaszok hosszú távú állapotának nyomon követésekor a fő

célt. Mindezek tekintetében a következő nyolc útszakasz-csoport (és ebből következőleg $3 \times 8 = 24$ etalonszakasz) kijelölését javasoljuk:

- kötött altalaj (Buda) + kötőanyag nélküli alapréteg + több autóbusz-trolibusz járat;
- kötött altalaj (Buda) + hidraulikus kötőanyagú alapréteg + több autóbusz-trolibusz járat;
- kötött altalaj (Buda) + kötőanyag nélküli alapréteg + nincs több autóbusz-trolibusz járat;
- kötött altalaj (Buda) + hidraulikus kötőanyagú alapréteg + nincs több autóbusz-trolibusz járat;
- szemcsés altalaj (Pest) + kötőanyag nélküli alapréteg + több autóbusz-trolibusz járat;
- szemcsés altalaj (Pest) + hidraulikus kötőanyagú alapréteg + több autóbusz-trolibusz járat;
- szemcsés altalaj (Pest) + kötőanyag nélküli alapréteg + nincs több autóbusz-trolibusz járat;
- szemcsés altalaj (Pest) + hidraulikus kötőanyagú alapréteg + nincs több autóbusz-trolibusz járat.

Az etalonszakasz úthálózathoz történő kiválasztására vonatkozó alapelvek a következők:

- a kiválasztott etalonszakaszok 200-400 fm-es hosszúságú, egyenesben levő, két forgalmi sávú útszakaszok legyenek, amelyeknek kiviteli (és esetleges felújítási) tervei rendelkezésre állnak; a pályaszerkezet-felépítése, földmű-jellemzői, az eddigi állapotjavító beavatkozásainak időpontja és technológiája, az építése óta évente végzett kátyújavítások mennyisége, megépítése óta az évenkénti – főleg – nehézforgalom nagysága, ezen belül az esetleges autóbusz- és trolibuszforgalom mértéke, az eddigi vizuális és mérőberendezéssel végzett állapotvizsgálatok időpontja és eredményei ismeretese;
- célszerű előtérbe helyezni a viszonylag új építésű szakaszokat, mivel az állapotadatok gyűjtését minél „fiatalabb korban” célszerű elkezdeni;
- az évente gyűjtendő és idősorba állítandó (leromlási görbék) állapotparaméterek a következők legyenek:

- o felületi épség (két független értékelő személlyel és KARESZ fényképekkel való ellenőrzéssel, 5 fokozatú állapot-osztályzat),
- o pályaszerkezet-teherbírás (Lacroix-mérőkocsival, a szakasz mértékadó behajlása, mm-ben),
- o hosszirányú felületi egyenetlenség (a KARESZ pontfelhőből számított IRI érték, a külső „keréknyomban”, a két forgalmi sáv közül a kedvezőtlenebb érték, m/km vagy mm/m),
- o keresztirányú felületi egyenetlenség (a KARESZ pontfelhőből számított átlagos keréknyomvályú-mélység, a külső „keréknyomban”, a két forgalmi sáv közül a kedvezőtlenebb érték, mm);
- o időjárási adatsorokat (csapadék, hőmérséklet) is szükséges gyűjteni az etalonszakaszokhoz kapcsolódóan minél közelebbi helyekről. Ezek az adatok elsősorban a váratlan állapot-változások okainak kutatásakor juthatnak szerephez, de szükségesek a teherbírás mérésekor alkalmazandó hőmérsékleti korrekcióhoz is.

7. A HOMOGÉN SZAKASZOK MEGHATÁROZÁSÁNAK ELVE

A Budapest Közút Zrt. számára kidolgozás alatt levő útburkolat-gazdálkodási rendszer [11] fontos elemét képezi, a rendelkezésre álló adatok alapján, a homogén szakaszok meghatározásának legmegfelelőbb módszerére vonatkozó javaslat. (Hiszen ebben a rendszerben egy-egy homogén szakasz lehetséges beavatkozási projektnek is tekinthető).

A KTI Nonprofit Kft. által 2010-ben készített kutatási jelentés [1] homogén szakaszok helyett, az egyes szomszédos főút-csomópontok között, még a burkolatállapot felvétele előtt, értékelési részzszakaszok kijelölését javasolja. (Indokul azt hozza fel, hogy az egyes részzszakaszok így közel hasonló hosszúságúak lesznek, valamint, hogy ezzel a csomópontoknál a forgalomban, a pályaszerkezet felépítésében, a forgalomszabályozásban stb. esetlegesen bekövetkező változások követhetővé válnak).

Ehhez kapcsolódóan a következőket javasolták még:

- 300 m-esnél kisebb csomópont-távolság esetén részzszakasz nem képezhető,
- ha a két szomszédos csomópont távolsága 301 és 600 m közötti, akkor a szakasz középpontjában részzszakasz-végpontot kell felvenni,
- a szomszédos csomópontok 600 m-t meghaladó távolsága esetében, 300 m-enként részzszakasz-végpontot kell kijelölni, az utolsó pont azonban a maradék 301-600 m-es hosszúságú rész középpontjába kerül.

A homogén szakaszok képzése előtt, a rendelkezésre álló állapotadatok állományát a hibás (pl. 6-os állapotosztályzat) vagy pedig az irracionálisan kiugró (outlier) értékektől „tisztítani” kell. Ezeket a két szomszéd érték átlagával celszerű helyettesíteni.

A KTI 2018-as kutatási munkája [10] azt a megoldást ítéli logikusnak, hogy a homogén szakaszokat, a vizsgálati szemponttól függően, a következő, eltérő alapelveket követve jelöljék ki:

- felületi épség: két szomszédos főút (a Budapest Közút Zrt. által kezelt út) keresztezése közötti útszakasz; kivéve, ha annak egyes részei határozottan (szembe szökően) különböző állapotúak és/vagy burkolattípusúak;
- pályaszerkezet-teherbírás: az MSZ 2509-4:89 szabvány [15] homogén szakasz képzési előírásai szerint (amennyiben mindkét forgalmi irányban mérték a teherbírást, a két sáv behajlási adatait egyetlen adathalmaznak kell tekinteni);
- hosszirányú felületi egyenetlenség: IRI osztályzatokként (az 1-3-as, a 4-es és az 5-ös osztályzat váltásakor – homogén szakasz váltása; nyilvánvalóan, a jó – az 1-es, a 2-s és a 3-as – osztályzatok váltása a homogén szakaszok képzésekor figyelmen kívül hagyható, azokat egyformán 1-es osztályzatúnak tekintve);
- keresztirányú felületi egyenetlenség: keréknyomvályú-mélység osztályzatokként (az 1-3-as, a 4-es és az 5-ös osztályzat váltásakor – homogén szakasz váltása; nyilvánvalóan, a jó – az 1-es, a 2-s és

a 3-as – osztályzatok váltása a homogén szakaszok képzésekor figyelmen kívül hagyható, illetve azokat egységesen 1-es osztályzatúnak kell tekinteni);

- forgalmi terhelés: két szomszédos főút (a Budapest Közút Zrt. által kezelt út) keresztezése közötti útszakasz között, az ÁNF átlagát véve alapul;
- burkolattípus: szemmel látható burkolattípus-váltások között. (Ameddig a pályaszerkezetek felépítése, hitelt érdemlő módon, az érintett hálózatról nem ismert, csak a vizuálisan is megítélhető burkolat vehető alapul). Ha vannak a pályaszerkezet felépítésére vonatkozó információk is, akkor a homogén szakasz végének a teljes pályaszerkezetben bekövetkező lényeges változás (pl. kötőanyag nélküli burkolatalapról hidraulikus kötőanyagúra való váltás) tekinthető.

Először az állapot, a forgalmi jellemzők és a pályaszerkezet típusa szerinti „kombinált” homogén szakaszokat kell meghatározni, majd azt vizsgálják, hogy azoknak indokolt-e a szomszédos „kombinált” homogén szakasszal való összevonása, amikor „lehetséges beavatkozási projektet” alakítanak ki.

Ezután a szóba jövő (javasolt) beavatkozási technológia kiválasztása következik, az azzal kapcsolatos, legkisebb, beavatkozási hosszúság függvényében is. (Erre a legkisebb felújítási beavatkozási hosszúságra a következők javasolhatók: pályaszerkezet átépítése 500 m, a többi felújítási technológia esetében 300 m). Célszerű megoldás, hogy a „lehetséges beavatkozási projektet” főút-keresztezés határolja, valamint, hogy az a szakasznak csupán egyik pályájára, csak kivételes esetekben korlátozódjék.

Annak a feltételezésével, hogy a homogén szakaszok képzése a különböző, mért állapotparaméterek, a forgalomnagyság és a burkolattípus szerint, egymástól eltérő elvek (szabályok) szerint történik, elengedhetetlen azok valamilyen, előzetesen meghatározott eljárással történő kombinálása. Az általános esetben, különböző hosszúságú homogén szakaszok kombinálásakor a következő elvek, illetve szabályok követését javasoljuk:

- első lépésben, a teherbírás szempontjából lokálisan (legfeljebb 300 m-es hosszúságban) – környezetéhez képest is – nagyon gyenge teherbírású pályarészen, részletesebb vizsgálatot követően, megtervezett technológiával, nagyfelületi javításra („szőnyegezésre”) kerüljön sor;
- az összevont homogén szakasz legalább a felületi épség osztályzat által meghatározott, általában két szomszédos főút-csomópontot összekötő, homogén szakasz hosszúságú legyen;
- ezt a homogén szakaszt akkor és abban az irányban kell meghosszabbítani, ha valamelyik végéhez 5-ös, illetve 4-es felületi épség és/vagy 5-ös, illetve 4-es pályaszerkezet-teherbírás osztályzatú és/vagy 5-ös osztályzatú hossz- vagy keresztirányú felületi egyenetlenségi homogén szakasz csatlakozik.

Az állapotjavító beavatkozás határa (azaz a felújítás indoka) a következő állapotkombinációk valamelyike lehet:

- az 5-ös felületi épség osztályzat (önmagában),
- a 4-es vagy az 5-ös teherbírás osztályzat (önmagában),
- a 3-as teherbírás osztályzat + a 4-es felületi épség osztályzat (egy szakaszon, egy időben),
- az 5-ös hosszirányú felületi egyenetlenség osztályzat + a 3-as teherbírás osztályzat és/vagy 4-es felületi épség osztályzat (egy szakaszon, egy időben),
- az 5-ös keresztirányú felületi egyenetlenség osztályzat + a 3-as teherbírás osztályzat és/vagy 4-es felületi épség osztályzat (csak a személygépkocsik számára 50 km/h feletti, megengedett sebességű útszakaszokon, egy időben),
- az 5-ös hosszirányú felületi egyenetlenség osztályzathoz tartozó legkisebb IRI értékét legalább 20%-kal meghaladó egyenetlenség (5+ osztályzat) (önmagában)
- az 5-ös keresztirányú felületi egyenetlenség osztályzathoz tartozó legkisebb keréknyomvályú-mélység értékét legalább 20%-kal meghaladó egyenetlenség

(5+ osztályzat), az 50 km/h feletti, megengedett személygépkocsi-sebességű útszakaszokon (önmagában).

Ez az osztályzatkombináció-sor abban az esetben célszerűen módosítandó, ha egyes változatok a gyakorlatban nem vagy alig fordulnak elő. Ilyen esetben szóba jöhet az osztályközök módosításának a lehetősége is.

Az útszakaszon lebonyolódó, nem kötött pályás közösségi közlekedés, illetve annak sűrűsége, valamint a pályaszerkezet-, illetve a burkolattípus a választandó, beavatkozási technológiát befolyásolja. Az előbbieken felsorolt beavatkozási indokok valamelyikét „kielégítő” (az állapotinformációk célszerű leválogatásával kijelölhető) homogén szakaszokat – azaz más szóval „szükséges beavatkozási projekt”-eket – meg kell vizsgálni, hogy azok hosszúsága a 300 m-t meghaladja-e:

- amennyiben igen, akkor ezt tekintjük „kombinált homogén szakasznak”, és ehhez rendeljük hozzá az „optimális beavatkozás-típust”, figyelemmel a technológia legkisebb beavatkozási hosszára (átépítés igénye esetében, a 300 m-es helyett 500 m-es legkisebb szakaszhossz veendő tekintetbe);
- amennyiben hosszúsága a 300 m-t (500 m-t) nem éri el, akkor azt a két szomszédos homogén szakasz közül, a rosszabbik állapotúval javasolt összevonni.

Az autóbuszöblöket önálló homogén szakasznak célszerű tekinteni, és azokon csak a felületi épség osztályzatot meghatározni. Ha a felületi osztályzat 5-ös, akkor a szóban forgó autóbuszöblből a „szükséges beavatkozási projekt”-ek sorába kerül.

8. ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK

A Budapest Közút Zrt. számára a közelmúltban összeállított útburkolat-gazdálkodási rendszer [11], a 8 évvel korábban készült első változat [1] továbbfejlesztéseként alapvetően hálózati jellegű; ugyanakkor a részletesebb, létesítményi (projekt) szintű PMS elveit is rögzítették. Az újabb burkolatgazdálkodási

rendszer az előbbinél egyértelműen alkalmasabb arra, hogy a Budapest Közút Zrt. rövid és középtávú burkolatfelújítási stratégiáit, a számos befolyásoló tényező kölcsönhatásának figyelembevételével, megbízhatóbban kialakíthatóvá tegye.

Ugyanakkor azonban a közeljövő továbbfejlesztési irányai is nyilvánvalókká válnak, elsősorban a következő irányokban: a különböző burkolatállapot-paraméterek mérésére, illetve jellemzésére szolgáló eljárások továbbfejlesztése, pontosítása; etalonszakaszok kijelölése és rendszeres állapotvizsgálatának elkezdése; a hálózat egyes útszakaszairól pályaszerkezet-felépítési információk gyűjtése és a rendelkezésre álló adatok megbízhatóságának növelése; a burkolatok alatti közművek mennyiségi és minőségi információinak összegyűjtése és a PMS-ben való hasznosítása; a hálózaton folyó pontszerű beavatkozások független minőségellenőrzési rendszerének kialakítása.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr. Gáspár László (KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.): PMS I. mérnöki változatának validálása és továbbfejlesztése. 2010, 198 p.
- [2] Dr. Bakó András – dr. Ambrusné Somo gyi Kornélia (Universitas Alapítvány Győr Nonprofit Kft.): PMS Matematikai Modelljének elkészítése és továbbfejlesztésének előkészítése. 2010, 63 p.
- [3] BKK Közút Zrt.: Projektbeszámoló KTI PMS modelljének adaptálása a BKK Közút rendszerébe, és a továbbfejlesztési irányok meghatározása c. projektről. 2015, 68 p.
- [4] Soós Zoltán – Igazvölgyi Zsuzsanna (BME): Vélemény a „Projektbeszámoló KTI PMS modelljének adaptálása a BKK Közút rendszerébe, és a továbbfejlesztési irányok meghatározása c. projektről”, 2015, 4 p.
- [5] Dr. Ambrus Kálmán (Intelligens utak Mérnökiroda Kft.): Budapest Közút Zrt. PMS rendszer továbbfejlesztése, tanulmány, 2015, 66 p.
- [6] Dr. Gáspár László (KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.): A forgalom áramlásának vizsgálata. 2012, 134 p.

- [7] Budapest Közút Zrt.: Beszámoló a 2015. évi Futtatás eredményeiről. 2016, 45 p.
- [8] Budapest Közút Zrt.: Beszámoló a 2016. évi Futtatás eredményeiről. 2017, 39 p.
- [9] Budapest Közút Zrt.: Beszámoló a 2018. évi Futtatás eredményeiről. 2018, 29 p.
- [10] Dr. Gáspár László (témafelelős): Budapest Közút Zrt. Burkolatgazdálkodási rendszerének felülvizsgálata és továbbfejlesztése. 2018, 81 p.
- [11] Dr. Gáspár László (témafelelős): Útgazdálkodási célú etalonszakasz megfigyelés kiértékelése. A KTI Nonprofit Kft. VB-2018/0027529/00 számú témájának zárójelentése. Budapest, 2018. 134 p.
- [12] László Gáspár – Márton Karoliny – Csaba Tóth: Predicting subgrade strength using FWD and meteorological time series data. Proceedings of 10th International Conference on the Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields, Athens, Greece, 2017, pp. 2117-2125. DOI: <http://doi.org/dpbs>
- [13] 432/2012. (XII. 29.) Korm. rendelet a Fővárosi Önkormányzat kezelésében lévő főútnak, közutak és közterületek kijelöléséről
- [14] 2011. évi CLXXXIX. törvény Magyarország helyi önkormányzatairól
- [15] 34/2008. (VII. 15.) Főv. Kgy. rendelet a fővárosi helyi közutak kezelésének és üzemeltetésének szakmai szabályairól, továbbá az útépitések, a közterületet érintő közmű-, vasút- és egyéb építések és az útburkolatbontások szabályozásáról
- [16] e-UT 06.03.13. [ÚT 2-1.202:2005] „Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése
- [17] Marianna Csicsely-Tarpay – András Bakó – László Gáspár – László Marton: Hungarian Pavement Management System for the Road Network of a City. Second International Conference of Road & Airfield Pavement Technology, Singapore, 1995, pp. 692-700.
- [18] László Gáspár: Management aspects of road pavement rehabilitation. Gradevinar 1/2017, pp. 31-40. DOI: <http://doi.org/dpbt>



The characteristics of urban road management

The recently developed pavement management system (PMS) for Budapest Közút Zrt. (the company responsible for the management of the roads on Budapest) is, as an improvement of the first version created 8 years ago, essentially network-based; however, the principles of a more detailed, facility (project)-level PMS have also been established. The new pavement management system is clearly more suitable than the previous one to make the short-term and medium-term pavement renovation strategies of Budapest Közút Zrt. implementable in a more reliable way, taking into account the interaction of several influencing factors.



Die Eigentümlichkeiten des städtischen Fahrbahnmanagements

Das für die Budapest Közút Zrt. (die für das Management der Strassen in Budapest zuständige Gesellschaft) kürzlich als Weiterentwicklung der ersten, vor 8 Jahren entwickelten System erstellte Fahrbahnmanagementsystem (PMS) ist im wesentlichen netzwerkbasierend. Es wurden jedoch auch detailliertere PMS-Grundsätze auf der Projekt(Einrichtung)-Ebene festgelegt. Das neue Fahrbahnmanagementsystem ist deutlich besser als bisher geeignet für die – in Anbetracht der zahlreichen Beeinflussungsfaktoren und Wechselwirkungen – zuverlässigere Erstellung der kurz- und mittelfristigen Fahrbahnerneuerungsstrategien der Budapester Közút Zrt.

Forgalmi potenciálok változása 1995. évtől a közúthálózat alakulásának függvényében. 1. rész

Az UVATERV Zrt. tervtárában a forgalmi modellezésről 1995-től, már digitálisan felhasználható formában rendelkezésre állnak adatok, amelyek alapján bemutathatjuk, hogyan változtak a forgalmi potenciálok az országosan elfogadott, és az EU-nak is bemutatott jelenlegi alapmodellekben 1995-höz képest. Az első részben, bemutatjuk a két modellt, a tervekben megfogalmazott célokat. A második részben, **a szemle következő számában** az alapadatok (Magyarország, EU jelenlegi adatai, több mint húsz éves idősorai) és a többi szállítási mód változását figyelembe véve összehasonlítjuk a két modell közúti forgalmait.

DOI 10.24228/KTSZ.2020.2.3

Küzmös György

UVATERV Zrt.

e-mail: kuzmos@uvaterv.hu

1. BEVEZETÉS

A közlekedésfejlesztés stratégiai céljait az utóbbi, már több mint 20 évben, tervezési ciklusokra, általában 5-7 évente aktualizálva az Európai Unióban a Fehérkönyv 1992, 2001, 2011, Magyarországon az Országos Területrendezési Terv, OTfT 2003, 2008, 2013, 2018, az Egységes Közlekedésfejlesztési Stratégia, az EKFS 2007, az Országos Fejlesztési és Területfejlesztési Konceptió, OFTK 1997, 2013 fogalmazza meg. Magyarországon a célokhoz a 7 éves EU ciklusokhoz igazodva operatív programokat rendeltek 2007-2013. (KÖZOP, ROP), 2014-2020 (IKOP, CEF, INTERREG), amelyeket hálózati modellezést tartalmazó tervekkel támasztották alá.

Már a felsorolt rendezési tervek, koncepciókban megfogalmazott stratégiai célok és operatív programok alátámasztása, illetve aktualizálása előtti időben, az 1970-es évek-

től Magyarországon a szállítási hálózat alapmodelljeit az országos szakmai irányítás igényének megfelelően, általában az összes magyar közúthálózat tervezéssel foglalkozó intézet együttműködésével készítették. A teljesség igénye nélkül felsoroljuk a főbb terveket:

- Országos Közúthálózat Fejlesztési Keret-terv 1977,
- Az Országos Közúthálózat Fejlesztési Terve (1985).
- Országos Közúthálózat Távlati fejlesztési programja (1991).
- A Magyar Gyorsforgalmiút-hálózat Fejlesztési Terve (1995).
- Országos Főúthálózat Távlati Fejlesztési Terv (1998).
- Tervezési, statisztikai régiók közúthálózat fejlesztési koncepciói (2001).
- A gyorsforgalmiút-hálózat és a főúthálózat kiemelt beruházásainak hosszú távú fejlesztési programja (2005).
- Az országos gyorsforgalmi és főútháló-

zat nagytávú terve és hosszú távú fejlesztési programja (2009, 2010).

- Az Országos Célforgalmi Adatfelvétel lebonyolítása, a célforgalmi mátrix létrehozása (2008, 2009)
- Nemzeti Közlekedési Stratégia (2013).
- Országos célforgalmi felvétel és mátrixok kidolgozása (2016).

Az UVATERV Zrt. tervtárában a forgalmi modellezésről az 1970-es évektől rendelkezésre állnak adatok, 1995-től már digitálisan felhasználható formában. Az archív adattárakban napjainkig rendelkezésre állnak, a modell készítésekor vizsgált időtávokban, hálózati modellek és különböző, a kalibrált forgalmi mátrixok, valamint forgalmi körzetekre a mátrixok meghatározásánál felhasznált alapadatok: lakosszám, motorizáció, GDP.

Az első országos hálózati modell, amelynek meghatározó adatai digitálisan rendelkezésre állnak az archív adattárban:

- A Magyar Gyorsforgalmiút-hálózat Fejlesztési Terve (GYF) 1995, 1996, (továbbiakban: **GYF 1995**)

(Az ebben a tervben készített akkori modellt hasonlítottuk össze az utolsó három egymásra épülő terv aktuális, jelenlegi modelljével.)

- Országos Célforgalmi Adatfelvétel lebonyolítása, a célforgalmi mátrix létrehozása (OCF) 2008-2010, (továbbiakban: **OCF 2008**).

- Nemzeti Közlekedési Stratégia (NKS) 2013-2015, (továbbiakban: **NKS 2013**).

- Országos célforgalmi felvétel és mátrixok kidolgozása, TEN-T elemzések (továbbiakban: **OCF-2016**).

Ezeknél a modelleknél a fejlesztő team is átfedéssel állt össze; az **NKS 2013** készítésekor felhasználták az **OCF 2008** alapadatait és eredményeit, és az **OCF 2016** az **OCF 2008** aktualizálása a TEN-T hálózatra.

Megvizsgáltuk, de a terjedelem csökkentése miatt jelen tanulmányban nem mutatjuk be mind a három modell körzetből induló forgalmának a GYF 1995-höz viszonyított arányát, ami az évek előrehaladtával növekvő, de a három modellben nincs érzékelhető átrendeződés. Ezért

a továbbiakban az átláthatóság érdekében, az alapadatoknál az előzetekintés mellett, a nagyobb erőforrás bevetésével, körülbelül két évig készített NKS 2013 modell mátrixait hasonlítjuk össze a GYF 1995-tel. Tesszük ezt annál is inkább, mivel **jelenleg, ezt a modellt kell a következő NKS készítéséig minden, a szállítási hálózatot befolyásoló tervnél, tanulmánynál, stratégiai döntésnél figyelembe venni.**

Az új EU ciklushoz (2021-2027) szükséges az NKS aktualizálása, amihez felhasználhatók a jelen tanulmány tapasztalatai.

A rendelkezésre álló adatok alapján bemutatjuk, hogyan változtak a forgalmi potenciálok az országosan elfogadott, és az EU-nak is bemutatott jelenlegi alapmodellekben az 1995. évben kifejlesztett képest. Ehhez két célt tűztünk ki:

1. Megvizsgáltuk, hogy 1995-ben a szállítási hálózat fejlesztésére kitűzött célok, amelyet az akkori társadalmi, gazdasági körülmények között megfogalmaztak a modellezés segítségével véglegesítettek, **koncepcionálisan, esetleg mennyiséileg mennyiben teljesültek.**
2. Megnéztük, hogy a hálózatfejlesztés, főleg a gyorsforgalmi hálózat jelentős növekedése milyen hatással van a forgalom változására, milyen összefüggések, esetleg **számszerűsíthető törvényszerűségek** állapíthatók meg a forgalmi igény különböző összetevőire.
3. Megvizsgáltuk, hogy:
 - az utóbbi 20 évben a magyar közúthálózaton történt jelentős fejlesztések milyen hatást eredményeztek,
 - a közúthálózat változása milyen hatással volt a tényleges forgalmi potenciálokra, az egyes területekről, forgalmi körzetekből, centroidokból induló-érkező forgalomra és
 - annak milyen összetevői (pl. **átterelt, generált forgalom**) lehetnek.

2. HÁLÓZATI MODELLEK, KÖZÚTHÁLÓZATOK

Egy kiforrott hálózati alapmodell elkészítése, tesztelése többéves munka. Ezzel összefüggésben mindig megvolt az igény, hogy a különfé-

le tervező műhelyek ugyanazokat, legalábbis összehasonlítható modelleket alkalmazzanak. Így egy modell alaphálózatának meghatározó elemei – főleg a finanszírozási hiány miatt – évekig nem változtak. A helyi vizsgálatok esetén pl. gyorsforgalmi útszakasz vagy település elkerülő hatását be lehet mutatni az alaphálózat sűrítésével, a forgalmi mátrix sorainak, oszlopainak megosztásával, bővítésével. A következő feladatnál újból az alapmodellből lehet/kell kiindulni.

A technika fejlődésével, a számítógépek kapacitásának és sebességének növekedésével lehetővé vált a hálózati modellek finomítása; nagyobb darabszámú szakasz (link), részletesebb körzetbeosztás, nagyobb méretű mátrixok alkalmazása. Azonban körzetek kialakítása a rendelkezésre álló adatok (főleg KSH) felhasználhatósága miatt településekhez, járásokhoz, kistérségekhez igazodnak, így a később alkalmazott részletesebb felosztás, kisebb körzetek adatai, viszonylag egyszerűen összegeezhetők, a korábbi, nagyobb körzetekre, tehát az adataik összehasonlíthatók.

A különböző tervek értékeléséhez az időtávok hálózati modelljének és forgalmának meghatározása, – a szakaszolásnál figyelembe véve a legkésőbbi (nagyáv) időtávval való összehasonlíthatóságát, abból kihagyva a tervezett fejlesztéseket – első lépésben az akkori jelenlegi, meglévő hálózati modell és a jelenlegi forgalmi mátrixok meghatározásával, kalibrálásával indul. A hálózati modell szakaszainak paraméterezésére, már 1995 előtt is, és azután is folyamatosan rendelkezésre állt az Országos Közúti Adatbank (OKA). A hálózati modell készítésével egy időben vagy azt megelőzően az aktuális jelenlegi forgalmi mátrixok meghatározásához Országos Célforgalmi Forgalomszámlálás (OCF) készült.

A mátrixokat kalibrálhatták, az OKA-ba is feltöltött, Országos Keresztmetszeti Forgalmakkal (OKKF). Újabb hatékony lehetőség a Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató Zrt. (NUSZ) adatainak felhasználása. A KSH adatok és a háztartásfelvételek, valamint a jelenlegi, meglévő hálózati modell ráterhelései segítségével pontosították a forgalomáramlási törvényszerűségeket, az ellenállás függvényeket.

A modellek ellenőrzéséhez, háttérének bemutatásához megvizsgáltuk a magyar és EU szállítási hálózat, a szállítási teljesítmények a mennyiségi és a módzatok közötti arányok változását. Százas nagyságrendű táblázatot, ábrát, tematikus térképet összegyűjtöttünk, gyártottunk, amelyek a tanulmányban és a digitális mellékletében összegeztünk, amelyek további vizsgálatokra használhatók. Jelen írás csak kivonata az 1995. évtől összegyűjtött adatok felhasználásával készített tanulmány-nak, amelynek adatai, táblázatok, számítások, tematikus térképek az UVATERV-nél rendelkezésre állnak. A különböző időpontokban készített modellek, a megfogalmazott célok és az összehasonlítás eredményének bemutatása mellett csak a tanulságokat írjuk le.

2.1. Hálózati modellezést szabályozó, érintett útmutatók

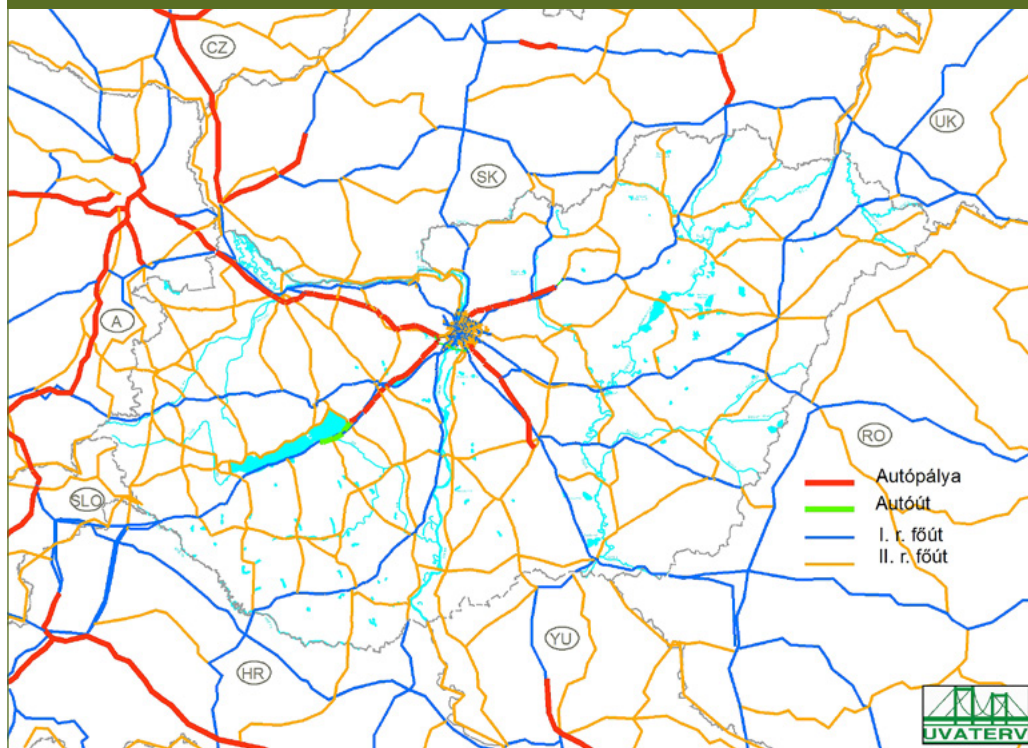
Az összeállítás készítésekor szem előtt tartottuk az érintett útmutatókat, aktualizálásukat. Két, egymással szoros összefüggésben álló útmutatót kellett megvizsgálnunk, hogy az eredmények alapján frissítésre szorul-e egy vagy több elemük:

- Útmutató az országos közúthálózat új külterületi szakaszainak és új forgalomvonzó létesítménnyel érintett útjainak forgalmi előrebecsléséhez, (GKM, 2003) [3]
- Módszertani útmutató egyes közlekedési projektek költség-haszon elemzéséhez, (TRENCON Tervező és Tanácsadó Kft, 2018 december (CBA útmutató) [8]

A Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ megbízásából a Stratégia Konzorcium által készített OCF-2016 [3] az „Egvezetett záró dokumentum” „3.3. Az érintett útmutatók aktualizálása” fejezetben részletesen elemzi a fenti két útmutató 2016. évi aktuális verzióját. Egyetértünk a megállapítással, hogy a GKM, 2003 útmutató: „Előre bocsátható, hogy az útmutató nagyon előre látóan alapelveket fogalmaz meg, nem könnyen avuló konkrét értékeket ad meg, így időtálló”. Elfogadjuk a megfogalmazott megállapításokat, és itt is keressük azokat az elemeket, amit vizsgálataink eredményei érinthetnek.

1. ábra: Magyarország gyorsforgalmi útjai és nemzetközi kapcsolatai 1995-ben

Forrás: GYF 1995



2.2. Helyzetértékelés 1995-ben és a GYF 1995-ben megfogalmazott célok, fejlesztési javaslatok

A továbbiakban a GYF 1995 dokumentációban leírt adatokat mutatjuk be, amit a rendelkezésre álló Országos Közúti Adatbank (továbbiakban OKA), KSH, EUROSTAT adatokkal ellenőriztünk. (Lásd az 5.4, 5.5, 5.6 fejezeteket a következő lapszámban.)

Magyarországon a motorizáció fejlettsége 1995-ben csak mintegy fele volt (220 szgk/1000 lakos) az EU országokénak. A személyszállítási teljesítmény mintegy 60%-a történt személygépkocsival.

A teherszállításnak mintegy 50%-a bonyolódott le közúton. A statisztikai trendek azt mutatták, hogy a közút részesedése a teherszállításban eddig (1995) is folyamatosan nőtt, de

hosszú távon ez a részesedés várhatóan rohamosan tovább emelkedik a nyugat-európaihoz viszonyított relatív alacsony aránya és magas fejlesztési potenciálja miatt.

A gyorsforgalmiút-építés néhány európai országban már jóval a II. világháború előtt elkezdődött és fejlesztése ütemes volt. Magyarországon a gyorsforgalmiút-építés az 1960-as évek elején kezdődött és 1995-ig 422 km hosszúságú autópálya-autóút épült (éves átlag 11 km).

Az 1. ábra mutatja Magyarország 1995. évi gyorsforgalmi útjait és a kapcsolatokat a szomszéd országokkal. Látható, hogy csak egy gyorsforgalmi út – az M1-es – épült ki teljes hosszban az országhatárig, és kapcsolódott a nemzetközi hálózathoz Ausztrián keresztül. Jugoszlávia, Horvátország, Szlovénia és Szlovákia felől gyorsforgalmiút-hálózat nem érte

1. táblázat: 1995-ben időtávonként tervezett gyorsforgalmiút-hálózat

Forrás: GYF 1995

Üzemelő gyorsforgalmiút-hálózat időtávonként				
	Szakaszhossza (km)			
	autópálya		autóút	
	2x2 sáv	2x3 sáv	2x1 sáv	2x2 sáv
Középtávban, 2007-ben üzemel	559	8	311	78
Összesen:	567		389	
Hosszútávban, 2015-ben üzemel	934	37	445	361
Összesen:	971		806	
Nagyávban, 2030-ban üzemel	1091	172		2218
Összesen:	1263		2218	

el a magyar határt, Romániának és Ukrajnának pedig a magyar határ menti országrészben sem volt autópályája.

1995-ben a Magyar Köztársaság közlekedéspolitikai stratégiájának fő irányait az alábbi pontokban határozták meg:

- „az Európai Unióba integrálódás elősegítése,
- a szomszédos országokkal az együttműködés feltételeinek javítása,
- az ország kiegyensúlyozottabb térségi fejlődésének elősegítése,
- az emberi élet és a környezet védelme,
- a közlekedés hatékony, piacconform működtetése.”

A fejlesztési terv a magyar gyorsforgalmiút-hálózat kiépítését három ütemben javasolja: középtáv 2007. év, hosszútáv 2015. év, nagytáv 2030. év.

2.3. Helyzetértékelés 2013-ban és az NKS 2013-ban megfogalmazott célok

2013-ban az autópályák hossza 1131,8 km, az autótutaké 204,3 km. 3 040 732 személygépkocsi szerepelt a KSH nyilvántartásában.

2013-ra öt szomszédos országgal kiépült a gyorsforgalmi kapcsolat, további háromnál csak 10-30 km hiányzik az országhatárig.

Az NKS célrendszere az alábbiak szerint azo-

nosítja azokat a **társadalmi célokat**, amelyek eléréséhez hozzájárul:

- „Környezetre gyakorolt negatív hatások csökkenése, klímavédelmi szempontok érvényesülése.
- A gazdaság hatékonyságának, növekedésének elősegítése.
- Egészség- és vagyónbiztonság javulása (balesetek áldozatainak jelentős csökkenése).
- Foglalkoztatás javulása.
- Lakosság jólétének és mobilitási feltételeinek javulása.
- Területi egyenlőtlenségek mérséklése.
- Társadalmi igazságosság, méltányosság javítása.
- Az ország egyes térségeinek a nemzetközi gazdasági, mobilitási folyamatokba ágyazása”.

Az NKS fejlesztési stratégiákat határozza meg 2020, 2030, 2050-es időtávokra, hangsúlyosan megkülönböztetve a stratégiai és fejlesztési eszközöket, ezen belül: elsődleges megvalósítású, javasolt megvalósítású és előkészítési igényű fejlesztési eszközöket határozza meg.

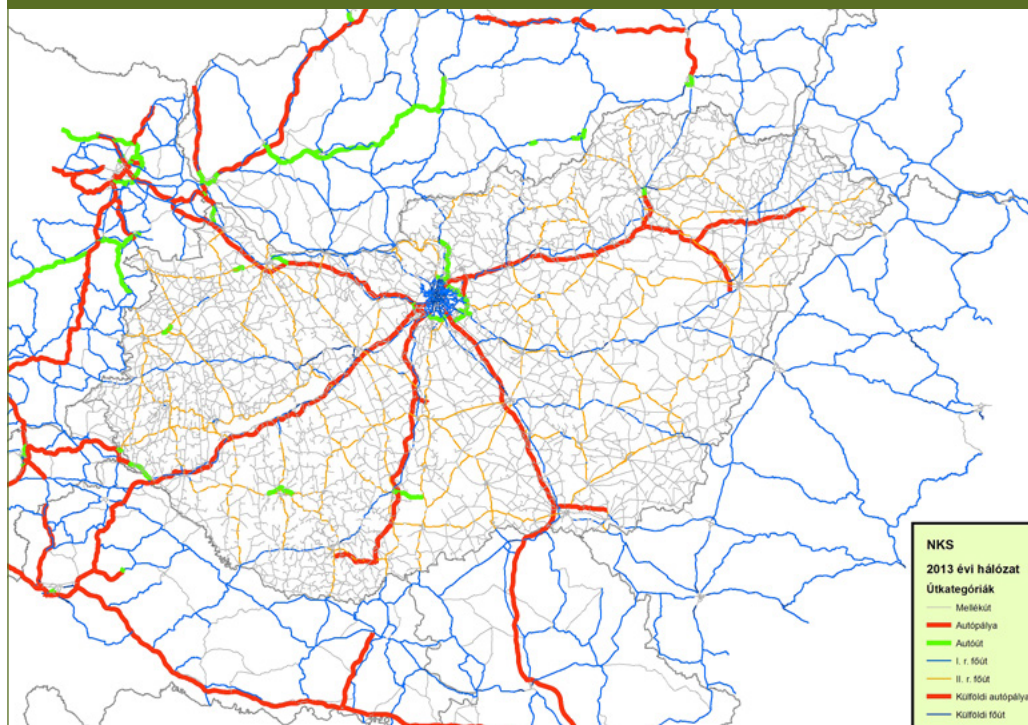
Időtávonként a fejlesztési kategóriák a várhatóan megvalósítható fejlesztés költségét és a stratégia éves társadalmi hasznait mutatják be.

2.4. GYF 1995 jelenlegi hálózati modell

A vizsgált közúthálózati modellek az adott évi

2. ábra: Magyarország gyorsforgalmi útjai és nemzetközi kapcsolatai 2013-ban

Forrás: NKS 2013 alapján saját szerkesztés



közúthálózatot vették adottnak, mint az aktuális jelenlegi hálózatot. 1995-ben nem foglalkoztak a teljes közúthálózattal, figyelmen kívül hagyták az önkormányzati utakat és a magánutakat. Később a modelleket kiegészítették az önkormányzati utak egy részével, a vasúthálózattal, de az összehasonlíthatóság miatt, **csak az állami közutakkal, tehát a helyközi közúti könnyű és nehézjármű közlekedéssel foglalkozunk.**

Az ábrákon a két alap hálózati modell közúthálózatát mutatjuk be, amelyeken látható a gyorsforgalmi hálózat jelentős fejlődése.

A modellek természetesen tartalmazzák a közúthálózat főút és mellékút elemeit is, de országos hatású új elemek a gyorsforgalmi utak. Az új településselkerülő utaknak, tehermentesítőknak szintén lehet nagyobb területre hatása, de az inkább a térségben belül számszerűsíthető.

A GYF 1995 hálózat 12 160 szakaszt és 6680 csomópontot tartalmaz. A határt átlépő forgalmat a határállomásokon, úgynevezett kordonpontokon, a határállomásokon kötötték be a magyar hálózatba.

2.5. NKS 2013 jelenlegi hálózati modell

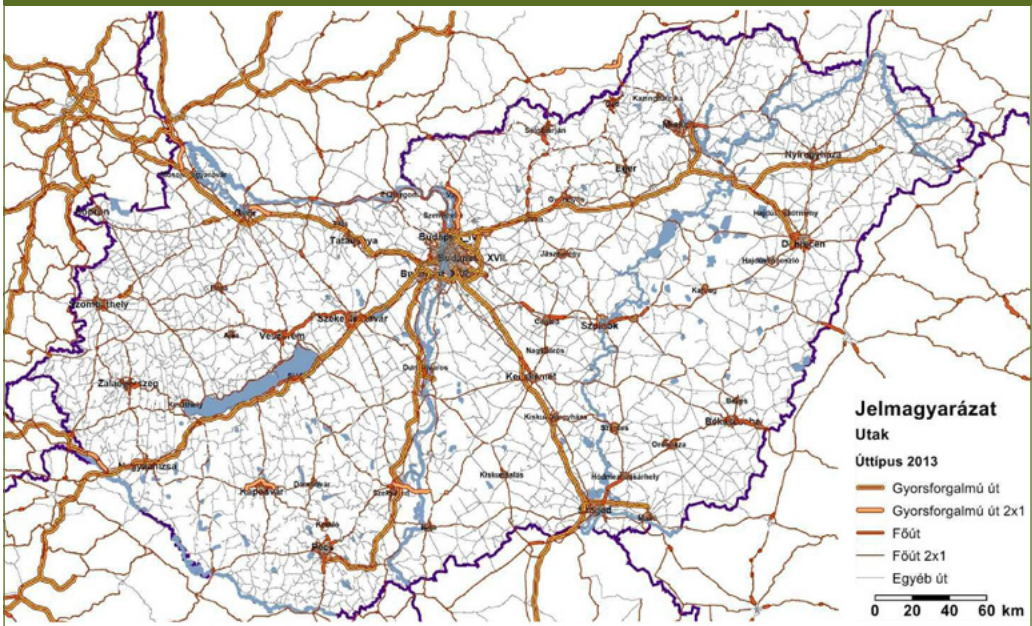
Az NKS 2013 hálózat 126 750 szakaszt és 51 200 csomópontot tartalmaz. 4638 vasúti szakasz. Az NKS 2013 modellből levonjuk a határon kívüli és a vasúti szakaszokat, akkor is a darabszám körülbelül tízszerese, mint a GYF 1995 modellben.

Ebben a modellben a fenti figyelembe vett úthálózatot, úgynevezett konnektorokkal bekötötték a távolabbi európai centrumokba. Ez a modell tartalmaz vasúthálózatot is, a két modell összehasonlításánál azonban csak a közúthálózat vehető figyelembe.

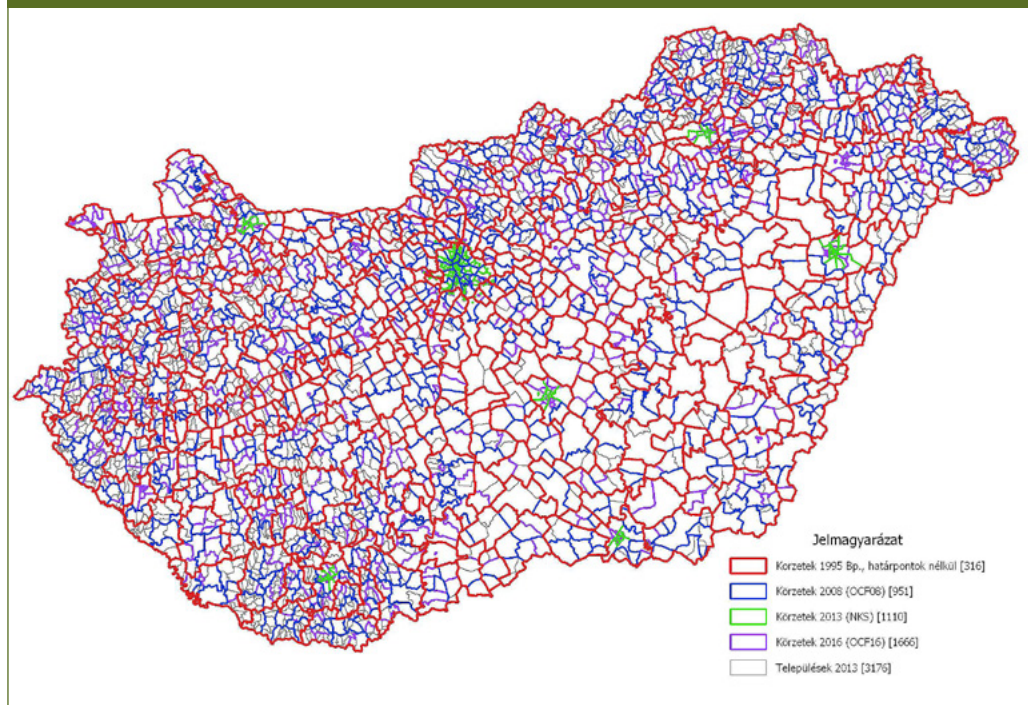
3. ábra: GYF 1995 hálózati modell, 1996. évi közúthálózat. *Forrás: saját szerkesztés*



4. ábra: Modellezett úthálózat 2013. *Forrás: NKS*



5. ábra: Települések 2013, GYF 1995, OCF 2008, NKS 2013 körzetek. Forrás: saját szerkesztés



3. FORGALMI KÖRZETEK A KÜLÖNBÖZŐ MODELLEKBEN

A körzetek kialakítása mindegyik modellben, a rendelkezésre álló KSH adatok felhasználhatósága miatt településekhez, településrészekhez, kistérségekhez, járásokhoz igazodik.

A GYF 1995 modellnek az alapváltozata 383 körzetet tartalmaz; 316 vidéki, 1 Budapest + 22 budapesti kerület + 44 határpont. A továbbiakban csak a 316 körzettel foglalkozunk.

Az NKS 2013 modell alapváltozata 1178 körzetet tartalmaz, amely az országhatáron belül 941 a települések összevonásával kialakított körzet + 105 darab a budapesti kerületek tovább bontását, valamint 54 darab Debrecen, Szeged, Miskolc, Pécs, Győr, Nyíregyháza, Kecskemét, Székesfehérvár részleteseb felosztását tartalmazó körzet + 68 határon túli körzet. A továbbiakban csak a 941+54=965 határon belüli körzettel foglalkozunk.

Az NKS 2013 körzetek adatainak a GYF 1995-re összegzés módszertanát és a térképeket terjedelmi okokból itt nem közöljük, de azok rendelkezésre állnak az UVATERV-nél elérhető háttér tanulmányban. Természetesen rendelkezésre állnak a különböző időtávok hálózatait és igénymátrixai is. Az 5. ábrán időrendi sorrendben látható mind a négy modell körzetbeosztása.

Az ábrán legfelül van a GYF 1995 körzetbeosztása és alatta időrendi sorrendben a többi modellé, látható, hogy az 1995. évi körzetfelosztást tovább bontották. Tehát, akkor lehet a különböző modellek adatait összehasonlítani, ha a különböző időpontokban az akkori jelenlegi modell, részletesebb területfelosztás induló forgalmait, a legnagyobb a GYF 1995-ös körzetekre összegezzük. Az idővel finomított, sűrített OCF 2008, NKS 2013, OCF 2008 körzetek adatai, a körzethez tartozó települések segítségével összegezhethők az 1995. évi 316 körzetre.

A településeknél a 2013. évit vesszük figyelembe, mivel a körzethez tartozás azonosítása egyértelműbb, ugyanis az közigazgatási határok változtatásánál általában kényszerből egyesített településekből váltak ki régi/új települések.

4. AZ ADATOK ELLENŐRZÉSE

A GYF 1995 és az NKS 2013 modellekre, valamint a figyelembe vett OCF 2008, OCF 2016 modelleken látható a szerves fejlődés, a tervezési tapasztalatok felhasználása. A GYF 1995-ről a több mint húsz éves időtáv után megállapítható, hogy a prognózisok koncepcionálisan teljesültek. Jellemzően az autópályák-autóutak aránya és az egyes projektek sorrendje változott.

Az összehasonlítások, következtetések levonása előtt szükségesnek tartottuk az adatok ellenőrzését. A két modellben megnéztük az alapadatok és az induló forgalmak közötti összefüggést. Ez önellenőrzés miatt is szükséges volt az NKS 2013 esetében, mivel a GYF 1995 körzeteire összegeztük népességet, lakásszá-

mot, személygépkocsik darabszámát, valamint a körzetekből induló forgalmakat.

Mindkét modellben megvizsgáltuk, hogy a független változó (népesség, lakásszám, személygépkocsik darabszáma) 1%-os változása hány %-os változást idéz elő a függő (körzetből induló forgalom) változóban, kiszámoltuk a rugalmassági együtthatókat.

Az látható, hogy az NKS 2013 adatai a GYF 1995 körzetekre összegezve is rugalmasabbak, köszönhetően, többek között annak, hogy a 18 éves időközben fejlődtek a számításokhoz használható szoftverek, több nagyságrenddel nőtt a számítógépek kapacitása, gyorsasága, a tervezők sok tapasztalattal a hátuk mögött hatékonyabb módszertant alkalmaztak, és a 2008-2009. évi, eddigi sokrétűbb, legnagyobb adatmintával készített Országos Célforgalmi Adatfelvételnek (OCF 2008).

A GYF 1995-ben a körzetből induló nehézárművek darabszáma nem nagyon függ a személygépkocsik darabszámától, ugyanakkor az NKS 2013-ban a körzetből induló nehézárművek száma közel 6% rugalmassági együtthatóval függ a motorizációtól.

2. táblázat: A körzetek alapadata és a körzetekből induló forgalom rugalmassági együtthatói 1995-ben és 2013-ban

Forrás: a modellek alapadatai alapján, saját szerkesztés

	Körzetből induló jármű (Ej/nap)	1995	2013
		Rugalmassági együttható	
Lakos körzetenként	Könnyű jármű	2.09%	7.20%
	Nehéz jármű	3.57%	5.97%
	Összes jármű	2.57%	3.78%
Lakás körzetenként	Könnyű jármű	1.94%	5.96%
	Nehéz jármű	2.81%	4.12%
	Összes jármű	2.55%	6.10%
Szék körzetenként (motorizáció)	Könnyű jármű	1.44%	8.48%
	Nehéz jármű	0.59%	5.79%
	Összes jármű	2.44%	8.62%
GDP körzetenként ¹	Könnyű jármű	1.94%	
	Nehéz jármű	-45.46%	
	Összes jármű	2.55%	

¹GDP adatokat csak a GYF 1995 modellben találtunk, ami a számított rugalmassági együttható szerint pontatlannak látszik, és még ha lenne is adatunk az NKS 2013-modelben, nehezen lehetne összehasonlítani, mivel a GDP számítási módszertana időközben megváltozott. A KSH csak megyékre számít GDP adatokat, amelyeket a különböző tervező műhelyek általában csak a lakosság szerinti arányokkal osztottak szét forgalmi körzetekre.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1.] A Magyar Gyorsforgalmiút-hálózat Fejlesztési Terve 1995, 1996, (röviden: **GYF 1995**)
- [2.] Országos Célforgalmi Adatfelvétel lebonyolítása, a célforgalmi mátrix létrehozása 1995-1998 (röviden: **OCF 1998**).
- [3.] Útmutató az országos közúthálózat új külterületi szakaszainak és új forgalomvonzó létesítménnyel érintett útjainak forgalmi előrebecsléséhez (röviden: **GKM 2003**.)
- [4.] Nemzeti Közlekedési Stratégia (NKS) 2013-2015, Összközlekedési forgalmi modell (röviden: **NKS 2013**) [02_NKS_forgalmi_model.pdf, 02_NKS_model.docx]
- [5.] Országos Célforgalmi Adatfelvétel lebonyolítása, a célforgalmi mátrix létrehozása, 2008-2010. (röviden: **OCF 2008**) [Modszertani attekintes-090323.doc]
- [6.] STATISZTIKAI TÜKÖR, 2017.09.06. Szállítási teljesítmények, közúti közlekedési bal-esetek, 2017. II. negyedév [sza1706.pdf]

- [7.] Országos célforgalmi felvétel és mátrixok kidolgozása, TEN-T elemzések (röviden: **OCF-2016**) [KTI_OCF2016_tanulmány.PDF]
- [8.] Módszertani útmutató egyes közlekedési projektek költség-haszon elemzéséhez, TRENECON Tervező és Tanácsadó Kft, 2018 december (röviden: **CBA útmutató**) [cba_guide_HU_(1)_0110_1.pdf]
- ADATFORRÁS ELÉRHETŐSÉGEK:**
- KSH: STADAT:
<https://www.ksh.hu/stadat>
 KSH: Szállítás, közlekedés
<http://www.ksh.hu/katalogus/#/kiadvanyok/tema/szallitas-kozlekedes>
- EUROSTAT: database:
https://ec.europa.eu/eurostat/data/database?node_code=prc_hicp_mmor
 European Commission: Statistical pocketbook 2017:
https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2017_en
 European Commission: Statistical pocketbook 2018:
https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2018_en
 UNECE statisztikák:
<http://w3.unece.org/PXWeb/en>
 Megvalósíthatósági tanulmány és költség-haszon elemzés útmutató:
<https://www.palyazat.gov.hu/mdosultak-az-ikop-felhvsok>



Changes in Traffic Potentials from 1995, Depending on the Changes in the Road Network – Part 1

For the last more than 20 years, strategic goals of transport development, updated for planning cycles usually every 5-7 years, have been established in the European Union in the White Paper 1992, 2001, 2011, and in Hungary in the National Spatial Plan (OTrT 2003, 2008, 2013, 2018), in the Integrated Transport Development Strategy (EKFS 2007), and in the National Development and Regional Development Concept (OFTK 1997, 2013). In Hungary, operational programmes were assigned to the targets in line with the 7-year EU cycles (KÖZOP, ROP 2007–2013), (IKOP, CEF, INTERREG 2014-2020), supported by plans including network modelling.



Änderungen des Verkehrspotentials ab 1995 abhängig von den Änderungen im Straßennetz – Teil 1

Die strategischen Ziele der Verkehrsentwicklung, wurden in den letzten 20 Jahren für Planungszykle (normalerweise 5-7 Jahre) aktualisiert im Weißbuch der Europäischen Union 1992, 2001, 2011, in Ungarn in dem Nationalen Raumplan, OTTrT 2003, 2008, 2013, 2018, und in der Einheitlichen Verkehrsentwicklungsstrategie EKFS 2007, sowie im Nationalen Entwicklungs- und Regionalen Entwicklungskonzept, OFTK 1997, 2013 verfasst. In Ungarn wurden den Zielen operative Programme gemäß den 7-Jahre-EU-Zyklen 2007-2013 (TOP, ROP), 2014-2020 (IKOP, CEF, INTERREG) zugewiesen, die durch Pläne einschließlich Netzwerkmodellierung unterstützt wurden.

A nemzetközi vasúti személyszállítás versenyképessége

A vasúti közlekedés, azon belül a személyszállítás jelentős kihívásokkal találkozott a felgyorsult világban. A versenyképesség megőrzése fontos, nagy költségigényű beruházásokat, fejlesztéseket igényel. A legkörnyezetkímélőbb közlekedési mód szerepének megtartása, egyes viszonylatokban esetleg növelése a fenntartható fejlődés szempontjából meghatározó.

DOI 10.24228/KTSZ.2020.2.4

Molnár Balázs

MÁV-START Zrt.

e-mail: molnar.balazs@mav-start.hu

1. BEVEZETÉS

A versenyképesség legegyszerűbb meghatározása szerint azt jelenti, hogy a vállalat a lényeges piacain a szolgáltatásait nyereséggel tudja értékesíteni. A versenyképességet jellemzően az ár, a korábban végrehajtott fejlesztések bevői megtérülése, az adott földrajzi helyszín gazdasági, társadalmi jellemzői és a nyújtott szolgáltatás minősége befolyásolja.

Mivel a versenyképesség egyének döntéseinek összességéből következik, valójában több szubjektív tényező alakítja. Vállalati oldalon az egyes szakmák ezért előszeretettel fordítják le a versenyképesség fogalmát saját nyelvükre és fogalomkészletükre. A gazdasági (vagy pontosabb szóval üzleti) szakmai szemlélet a profitra koncentrál, a mérnöki szakma pedig a minőség könnyen mérhető dimenzióit (pl. közlekedés esetében az utazási sebesség vagy kapacitás kihasználtság) helyezi előtérbe a gyakorlatban. A potenciális fogyasztók azonban javarészt olyan imázs és vevőérték tényezők alapján döntenek, amelyet a mérnöki

szakma a közlekedésben csak nagyon nehezen tud mérhetővé tenni és a tervezési folyamatok során kezelni (pl. „szép” vonat).

A versenyképesség a közlekedési szolgáltatások (vagy az azt helyettesítő egyéni problémamegoldás) esetében azt jelenti, hogy az adott szolgáltató (vagy az egyén által igénybe vett műszaki megoldás) a legjobb, vagy pontosabb kifejezéssel úgy is fogalmazhatunk, legelőnyösebb üzleti feltételeket kínálja az igénybe vevőknek. Adott esetben a fogyasztó nem a technikailag legtükéletesebb, hanem az ár-érték arányban számára legvonzóbb megoldást választja. Ezért a közlekedési szolgáltatások kialakítása során a vevők számára lényeges versenytényezőket folyamatosan kutatni kell. A versenyképesség esetében komplex fogalomról van szó, amelybe a fogyasztó szemszögéből rengeteg apró szubjektív elem tartozik az ülés színétől más kisebb körülményekig. (Ha pl. egy számára vonzó megjelenésű utastársban gyönyörködhet az adott utas, ezt a közösségi közlekedés előnyeként fogja átélni és kommunikálni. Egy általa rossz megjelenésűnek vélt

utastárs viszont a közlekedési szolgáltatás egészének megítélését rontja.) Az olyan szubjektív versenyképességi tényezők, mint a szolgáltatás többi igénybe vevőjétől függő elemek, nagyrészt csak kvalitatív módszerekkel, nem kutathatók.

A vasúti személyszállítási szolgáltatás tervezése során rendszeresen elvégzett kutatások eredménye azt mutatja, hogy a kényelem fontos tényező az utazást fontolgató leendő fogyasztók számára. A „kényelem” fogalomba azonban olyan sok mindent beleért a megkérdezett egyén, hogy azt lehetetlen egységes módszerrel kutatni és lehetetlen egyféle értékkel mérni. A helyzetet bonyolítja, hogy az üzleti tudományok szabályai szerint a piac sokféle módon szegmentálható, és az így képzett kisebb-nagyobb csoportok nagyjából homogén

a) elvárásait

és az elvárások teljesítése, a vágyott szolgáltatáselem nyújtása esetén az adott szolgáltatás-elemre vonatkozó

b) fizetési hajlandóságát

külön-külön is lehet értékelni.

Előfordulhat ugyanis, hogy egy csoport esetében nagyon határozott igényt mérünk egy szolgáltatási elem iránt, azonban ehhez nem párosul megfelelő fizetési hajlandóság, így hiába nyújtaná a vállalat az elvárt szolgáltatást, azzal nem lehet üzleti értelemben nyereséget elérni. Azaz hiába szeretnék az adott dolgot megvenni a vevők, nem akarják a termék költségeit (és az arra rakódó üzleti hasznot) megfizetni. Előfordulhat ilyen a gyakorlatban az emelt szintű vagy az alapszolgáltatásra épülő szolgáltatások esetében is, de az eljutást, a helyváltoztatást hajlandóak megfizetni, azonban a többletkényelmet vagy a fedélzeti étkezést vágyják, de sokallják az árát. Ez beruházások tervezésénél, pl. a járműbeszerzéseknél lehet szempont.

A közlekedéstudomány és az üzleti tudomány tehát csak folyamatos kölcsönhatásban tudnak sikeresen együttműködni.

2. A KÖZLEKEDÉSI ESZKÖZ KIVÁLASZTÁSÁNAK SZEMPONTJAI NEMZETKÖZI UTAZÁS ESETÉN

Nem meglepő módon, amikor a mintába kerülő személyeket megkérdezték, milyen eszközzel utaztak a legutóbb külföldre, többségük a személygépkocsit nevezte meg. Óriási részesedéssel bír a repülés is. A nemzetközi utazás esetében fennáll tehát az a paradoxon, hogy a legnagyobb járművenkénti szállítási kapacitású vasútnak nagyon alacsony piaci részesedés mellett kell gazdaságosnak lenni.

Feszítő piaci ellentmondás, hogy miközben a vasúti személyszállítás a többi közlekedési móddal összevetve egy járműegységben nagy utasszám esetén gazdaságos, a piacnak nagyon kis hányada igényli csak ezt a szállítási módot. A sok száz üléssel közlekedő vonatokat tehát úgy kellene megtölteni, hogy a vasút piaci részesedése néhány százalék a teljes utasforgalomból.

A kutatás alapján az eszközválasztás elsődlegesen „puha”, pszichológiai jellegű tényezőktől függ. Ezért a versenyképesség vizsgálata során ezekre koncentrálnunk. A rövid összehasonlítás során azonban a „kemény”, fizikai tényezőket is sorra vesszük.

Elsőként a környezeti tényezőket tekintjük át, amelyek nagyrészt nem könnyen mérhetők, csak társadalomtudományi elemzéssel leírható jellegűek.

3. A NEMZETKÖZI VASÚTI SZEMÉLYSZÁLLÍTÁS KÖRNYEZETÉNEK VERSENYPÉSSÉGI SZEMPONTÚ ELEMZÉSE

A stratégiai menedzsment és a marketing menedzsment-eszköztár gyakran használt eszköze az angol betűszó alapján „PEST” elemzésnek nevezett módszer, amely különböző külső ható tényezők számbavételét jelenti. A betűszó a politikai, gazdasági, társadalmi és műszaki környezet feltérképezésére utal. Ezt gyakran egészítik ki még egyéb ható tényezőkkel is. E vizsgálódás keretében az egyszerűség érdekében csak a politikai, gazdasági, társadalmi

és műszaki környezetet tekintjük át. Terjedelmi okok miatt az elemző rész e módszer alkalmazására szorítkozik.

3.1. Kormányzati szándék a nemzetközi vasúti személyszállítás versenyképességének javítására és a tervezett fejlesztések hatása a versenyképességre

A politikai tényezők rendkívül erősen meghatározzák a vasúti személyszállítás jövőjét, így azt nagyobb terjedelemben említjük a következőkben. A hazai közlekedéspolitika elkötelezett a vasúti személyszállítás versenyképességének javítására. Egy konkrét határozat elemeit áttekintve szemléltetjük, milyen hatással vannak a politikai döntéshozatalba beemelt infrastruktúra fejlesztések a személyszállításra.

Jelenleg az alábbi nemzetközi útvonalat érintő fejlesztéseket foglalta rendeletbe a kormány. A 345/2012. (XII. 6.) Kormányrendelet 1/a. decemberben módosított mellékletből [1] releváns elemek:

- a) Ausztria felé: A Győr – Hegyeshalom útvonal fejlesztése több részletben is előkerül a rendeletben. Lényeges elem, hogy esély adódhat arra is, hogy két óra alá csökkenjen a Kelenföldtől mért Budapest–Bécs menetidő.
- b) Románia felé: A Rákos – Nagykáta – Újszász – Szolnok (a jelenleg használt bukkaresti útvonal egyik problémás része) szakasz esetében a fő kérdés, hogy a jövőben a nemzetközi vonatok Cegléd vagy Újszász felé közlekednek-e. Ez jelentős részben gazdasági, finanszírozási kérdés. Összefügg azzal is, hogy ezeket a vonatokat a belföldi alaphálózatba integrálva vagy azon felüli elemként tervezzük. A jövőben mindkét útírány elképzelhető, de rövid távon a vasút versenyképességét észrevehetően javítaná a sebességkorlátozások megszüntetése ezen a szakaszon. (Jelenleg négy köztes megállással is gyorsabbak a vonatok Szolnok és a Nyugati pályaudvar között, mint a Keleti pályaudvarra vezető, e rendeletben szereplő vonalon.)

c) Lengyelország felé: A Budapest – Varsó nagysebességű vasútvonalra jelenleg készül a megvalósíthatósági tanulmány. Feltételezzük, hogy ez a vonal Bécs–München és Pozsony–Prága felé is nagysebességű, a jelenleginél lényegesen gyorsabb kapcsolatot adna. Gyakorlatilag Magyarország fő északi és nyugati vasúti személyszállítási megközelítési tengelyét adná egy új nagysebességű fővonal. Ez azt jelenti, hogy a svájci, német, osztrák, cseh, szlovák, lengyel, fehérorosz, orosz fő útírányokat együttesen tudná becsatornázni Budapestre. Várható forgalma új szintre emelné a vasutat nemzetközi útvonalakon és nagy eséllyel többszörözné a jelenlegi utasforgalmat az északi irányokon. A megvalósíthatósági tanulmány közbeszerzési eljárása során az ajánlatkérő legalább évi 500 ezer utassal számolt. [2]

d) A Budapest – Kolozsvár nagysebességű vasútvonal a gyakorlatban Magyarország keleti fő nemzetközi útíránya lenne. A legnagyobb utasforgalmat (a teljes hazai vasúthálózaton) jelenleg is a Budapestről kiinduló keleti fővonalon, Monor, Cegléd felé mérik. [3] Szerencsés adottság, hogy a főváros repülőtere és az ország 2. és 3. legnépesebb városa is ezen a tengelyen közelíthető meg. E „keleti fővonal” továbbfejlesztése révén, első lépcsőben egy Szolnok felé épülő, a budapesti repülőtérrel is felfűző nagysebességű vonallal Szeged és Debrecen belföldi gyors kiszolgálása mellett a romániai fő útírányok versenyképessége ugrásszerűen nőhet.

A fentiek alapján úgy tekintjük, hogy alapvetően a kormányzati, politikai támogatás adott a legfontosabb nemzetközi vasúti személyszállítási kapcsolatok fejlesztésére. Reálisan feltételezhető, hogy a nyugati és a keleti nagysebességű vonal első elemeinek építése 2022-2030 között megkezdődik. [3]

3.2. Gazdasági tényezők

Terjedelmi okok miatt részletes elemzésre itt nem kerül sor. A versenyképesség megállapí-

tása kapcsán, konkrétumok részletes bemutatása nélkül három alapvető tény említendő:

- a) Abból indulunk ki, hogy a nyugat-európai országok vásárlóerő paritáson számolt, egy főre eső bruttó nemzeti összterméke kb. kétszerese a hazainak.
- b) A gazdasági növekedés folyamatosan nagyobb, mint a nyugat-európai országokban, így fokozatos felzárkózással számolunk.
- c) Ez a felzárkózás Románia esetében is megfigyelhető, ezért a legfontosabb keleti útirányon is számolunk a hatásaival. Hosszabb távon a román és a magyar fajlagos gazdasági teljesítmény közötti különbség is jelentősen csökken.

A fentiekből az következik, hogy kelet-nyugati irányban egy folyamatos üzleti, munkavállalási és családlátogatási célú utasáramlással számolhatunk, amelyet csak kiegészít a szabadidős utazás. Észak-dél irányban a fő utazási motiváció a szabadidő eltöltése.

3.3. Társadalmi környezet

A legfontosabb tényezők az alábbiak:

- a) a fokozódó öregedés mellett is növekvő mobilitás az idősebb korosztályban; sok a külföldi rokonlátogatás és a növekvő jövedelem miatt több a szabadidős utazás idősebb korban is,
- b) a fiatalok szabad lakhelyválasztása és a munkaerő szabad áramlása miatt változatos mobilitási igények,
- c) a fogyasztói környezettudatosság növekedése a vasút számára előnyös.

3.4. Műszaki fejlődés mint környezeti tényező

Vázlatszerű áttekintés a fontos tényezőkről:

- a) önmotort és elektromos üzemű közúti járművek jelentette kihívás és a kedvező ráhordási kapcsolatok egyaránt jelentkeznek,
- b) légi közlekedési szektor törekvései a gazdaságosság további javítására,

- c) vasúti járművek továbbfejlődése a kényelem és a gazdaságos, rugalmas üzem érdekében.

A PEST elemzést ki szokták terjeszteni még a környezetvédelmi tényezőkre is, amelynek jelentősége a vasút esetében óriási. Abból indulunk ki, hogy a jövőben is minden környezetvédelmi célkitűzés a közlekedésben a vasúti ágazat erősítésére, részarányának jelentős növelésére irányul.

4. A FOGYASZTÓI DÖNTÉSEK SZEMPONTJAI

A versenyképesség szempontjából az a döntő, hogy az egyének, a potenciális vevők mi alapján döntenek arról, hogyan utazzanak külföldre:

- a) lehet, hogy a közlekedési kapcsolat új igényt gerjeszt,
- b) lehet, hogy a meglévő igényük kielégítésére veszik igénybe az adott közlekedési kapcsolatot.

A választás tényezőit piackutatással lehet vizsgálni. A hazai gyakorlatban is rendszeresen végeznek piackutatásokat e témában, és az eredmények általában közel azonosak. Az üzleti titok megőrzése miatt a részletes kutatási eredményeket nem közöljük, csak a szakmai általánosságokra hívjuk fel a figyelmet.

Az alábbiakban azok a tényezők következnek, amelyek meghatározóak a vasút versenyképessége szempontjából.

4.1. Kényelem

A nemzetközi forgalomban a vasutat választók egyik legfontosabb szempontja a kényelem. A kényelem önmagában nehezen meghatározható fogalom. Kvalitatív módszerrel, fókuszcsoportokban zajlott a kutatás, amely a fedélzeti szolgáltatási elemeket célozta.

A mintába került személyek a vasúti kocsik tágasságát, a belső színvilágot, az ülések kialakítását, az ülések elrendezését és a csomagelhelyezést érték elsősorban kényelem alatt. Nagyon sokat számítanak a praktikus aprósá-

gok (pl. asztal, konnektor, a padlón kialakított csomagtartó) és a luxus érzetét adó elemek (étel vagy ital felszolgálása, ülés hátradöntése, szabályozható fény). Ezen tényezőket a konkrét járműbeszerzések előtt kell részletesen kutatni.

A személyszállítási szolgáltatás egészének versenyképessége szempontjából azonban a teljes utazási lánc szerepe is kiemelendő. Az utasok ugyanis ajtótól ajtóig szolgáltatást igényelnek, és a személygépkocsi elsősorban kötetlensége miatt uralkodó eszköz (kb. kétharmados résarány) a külföldi utazásoknál.

4.2. Ár

Fontos tényező a vasutat választók esetében az ár, a kutatás szerint ugyan az kisebb az autózás esetében, és hasonló a repülésnél. Érdemes figyelembe venni, hogy itt megtörtént utazásról van szó. Logikus tehát, hogy ha valaki a vasutat választotta, akkor a kényelem mellett az árat is megfelelőnek és fontosnak tartotta.

4.3. Kiscsoportos (családi) utazás

Hangsúlyos tényező vasúti utazás esetében, hogy baráti körben vagy gyermekekkel történik a járműfedélzeti szolgáltatások szempontjából, mert ez kényelmes eszköz. A nemzetközi távolsági utazások jelentős része társasággal, családdal történik, ezekben az esetekben a jó minőségű, kedvező árú vasúti szolgáltatás igen vonzó, hiszen minőségi együtt töltött időként élik meg az utasok. A gyermekek utaztatása kapcsán a távolsági vasúti közlekedésben sokféle lehetőség adódik. Az IC+ többcélú kocsikban pl. külön családi fülkéket alakítottak ki, az éjszakai vonatokon pedig családi fülkekedvezmény és kizárólagos fülkehasználat jár. A vasút e tekintetben behozhatatlan versenyelőnyöket birtokol. Sokféle nehézséggel kell azonban a családi vasúti utazás esetén számolni a teljes utazási lánc kapcsán (ajtótól ajtóig).

A családi utazások esetében az ár könnyen összehasonlítható tényező, de a kényelem egyéb dimeziói, beleértve a vasútállomásra jutást és a vasútállomástól az úti célig történő továbbutazást, nehezen vizsgálhatók – viszont a döntést érdemben befolyásolják.

4.4. Gyorsaság

Kiemelt tényező a gyorsaság. Ez magától értetődően a repülés esetében a leglényegesebb döntési szempont. A közúti személyszállítás és a vasút esetében nem tér el érdemben a fogyasztói döntések során a szerepe. Az utasok eljutási idő szerint egyenletesen oszlanak el az eszközök között. Azaz kevesen választják a feltűnően lassabb eszközöket, így nem is hivatkoznak erre a kikérdezés során.

Mivel a mérnöki szakma a gyorsaságot tekinti a legfontosabb mérőszámnak, fontos ennek valós szerepét helyesen láttatni. Mivel jelenleg Budapestről indulva minden nemzetközi úti célra, amely közvetlen légi járáttal elérhető, a repülés a leggyorsabb, ezért a repülés mellett döntők a gyorsaságot vallják a leglényegesebb versenytényezőnek. Ha a vasút a repüléssel időben versenyképessé válik, akkor hirtelen megnő majd azok aránya, akik a gyorsaság miatt a vasutat választják, és a kutatásban is ezzel fogják indokolni választásukat. (A Madrid-Sevilla nagysebességű vonal átadása után a vasút részarány a közlekedési módok között 16%-ról 50%-ra nőtt. [4])

A sebesség tehát fontos versenytényező, és könnyen a legfontosabbá válhat. Ezért fordulhat elő, hogy a nagysebességű vonatok kényelme olykor elmarad más, alacsonyabb sebességű vonat kényelmétől. (Például a Budapest-Prága között közlekedő Metropolitan EC vonatokon több kényelmi szolgáltatás található, mint a Párizs-Zürich TGV vonaton, holott mindkettőn kb. azonos életkorú, felújított járművek közlekednek. A hagyományos vonat többletszolgáltatásai: kerékpárszállító tér, gyermekbarát fülke, étkezőkocsi változatos kínálattal, USB csatlakozók és 230 V-os konnektorok, vizuális utastájékoztató, wifi.)

Valószínű, hogy térségünkben a jövőben sem lesz jellemző speciális járműveket igénylő 300 km/h-s sebesség, inkább olyan pályák létesülnek, ahol mozdonyvonattal 200 km/h-s sebességgel, motorvonattal ennél kissé nagyobb sebességgel lehet haladni. (Az Ausztriában épült rövid, nagysebességű pályaszakasz ha-

sonló.) Ezt mozdonyos éjszakai és nappali vonatok is használják a railjetek és ICE-k mellett. Mozdonyos vontatással 1 óra 23 perc alatt teszi meg jelenleg a magyar kocsiból álló éjszakai vonat a Bécs főpályaudvar és Linz közötti 192 km-t (két köztes megállással). A jövőbeni versenyképesség megítélésénél kb. hasonló átlagsebességet célszerű számolni a tervezett nagysebességű vonalakra. Ez időben kb. 600-800 km távolságig, 4-6 óra vasúti menetidőig versenyképes a repüléssel.

5. A KÉNYELEM SZEREPE A VERSENYPÉSSÉG MEGTARTÁSÁNAK ÉS ERŐSÍTÉSÉNEK SORÁN

A vállalatok üzleti célja az, hogy a változó környezetben is megőrizték és erősítsék üzletképességüket, növeljék hasznukat. A következőkben a vasútra jellemző, konkrét, fizikai környezetet fejlesztő lépéseket mutatunk be a versenyképesség erősítésére – elsődlegesen az utazás „kényelmének” javítása révén.

5.1. A kényelem szerepe a szárazföldi közlekedésben zajló versenyben

A légi közlekedéssel ellentétben a szárazföldi közlekedési eszközök tervezői és üzemeltetői a kényelem folyamatos javításában látták a versenyképesség növelésének lehetőségét. Mindez azonban egy rendkívül erős árversenyben, a vasút esetében folyamatosan csökkenő árak (menetdíjak) mellett valósult meg, amely komoly feszültséget keltett.

A szárazföldi személyszállításban a kényelem szempontjából az autóbusz folyamatos és megújuló kihívásokat jelent a vasút számára. Jelenleg a Regiojet márkanévű, morvaországi székhelyű cég és az alvállalkozó partnerekkel dolgozó Flixbus a fő versenytársa Közép-Európa együttműködő államvasút társaságainak. Térségünkben a jellemző nemzetközi vasúti üzemeltetési modell szerint a határon átadják egymásnak a vonatokat az állami társaságok, a szállító országonként változik. Az értékesítés és ügyfélszolgálat szempontjából kölcsönösen helytállnak egymás vevői felé. Ezt a szolgáltatástípust egységesen „vasút” elnevezés illeti, hiszen a Magyarországot

érintő nemzetközi forgalomban nincs a vasútvállalatok között verseny, az ágazat egésze versenyez.

5.2. A Magyarországot érintő vasúti járművek kényelmi fejlesztése

A Flixbusra jellemző, hogy törekszik arra, hogy korszerű buszokkal, nagy lábtérrel, konnektorokkal kedvezzen az utasoknak. Ez kihívás a vasút számára. A közép-európai vasútvállalatok a piaci elvárásokra reagálva korszerűsítik a nemzetközi forgalmú személykocsikat. Az évtizedekkel ezelőtt beszerzett járművek általában 20 év után kapnak átfogó felújítást. Ennyi idő alatt a minőségi és műszaki szempontból is tarthatatlanná válik az állapotuk, a belső dizájn is elavul. A MÁV-START 2018-tól közlekedtetni nagyobb mennyiségben nemzetközi forgalomban átépített, korszerűsített CAF kocsijait, amelyek már megfelelnek a jelenlegi alapvető minőségi igényeknek és műszaki elvárásoknak. Elsőként a Budapest – Pozsony – Prága – Berlin – Hamburg útvonalra álltak be a megújult kocsik. Megkezdődött a fekvőhelyes és a hálókocsik felújítása is, és további ülőhelyes kocsik is megújulnak. Ezek a főjavítások és emelt szintű fővizsgák azonban mind „hozott anyagból” dolgoznak, és az eredeti járműkialakítás miatt sok kompromisszumot kell kötni, főleg a mára elavultnak tekintett fülkés utastér kialakítás esetén. A felújítások és új beszerzések során azonban vagy az alapanyagul szolgáló régi kocsi adottságaiból származó műszaki kényszer, vagy a piaci ismeret hiánya miatt teljesen újszerű megoldásokkal nem tudtak szolgálni.

Hasonló elvek mentén és hasonló kompromisszumokra kényszerülve újította meg Magyarországot kiszolgáló járműparkját a közelmúltban a cseh és a lengyel állami vasúttársaság. A magyar helyzet tehát nem egyedülálló.

Rövid esettanulmányként a ČD Budapest és Prága között közlekedő „Metropolitan” márkanévű cseh vonatának példája mutatható be. Látszik, milyen kényszerű kompromisszumokat kell a vasútvállalatoknak kötni. A ČD számára e stratégiai fontosságú útvonalon közlekedő vonatok kocsijai főjavított, régi járművek.

A termes másodosztályok belső elrendezése emiatt teljesen kötött volt: csak az eredeti ülés-kiosztás maradhatott, amibe a tervezők csak nagyon nehezen tudták a bőrröndtartó állványokat illeszteni. Az eredeti üléselrendezés kényszerű megtartása miatt sem sikerült olyan üléseket beszerezni, amelyek a nagy távolságú utazás ergonomiai követelményeit kielégítik. Sok műszaki, járműfenntartási nehézséggel kell megküzdeni az üzemeltető ČD vasúttársaságnak a használtan beszerezett osztrák fülkés kocsik kapcsán is. A vonatok első osztályú kocsijainak elavult megjelenése miatt a ČD új üléseket szerelt be a járművekbe, de a 90-es években (Dunakeszin) tervezett, máig közep-szürke színű belső burkolati elemek hangulatát ezzel csak részben tudták orvosolni.

A főjavítások során mindig gondot jelent a vasútvállalatoknak, hogy a kb. 20-30 évvel korábbi dizájn elemeket mennyiben kell megőrizni vagy cserélni. A vasúti járművek kb. 40-50 éves életciklusának második felében rendre elavult formavilágba próbálnak pl. új színeket vinni a tervezők – közepes hatékonysággal. A ČD egyébként igyekszik gyorsan meghaladni a jelenlegi helyzetet: az egységes és korszerű megjelenés érdekében a vonalra új járműveket fog beszerezni.

A legtöbb üzemeltető az idősebb, főjavított járműveket már csak másodlagos vonalakon, kevésbé versenyző piacokon tudja használni. A versenyképesség szempontjából tehát kulcsfontosságú az új jármű és a hozzá kapcsolódó marketingkommunikáció és márkáépítés vonzereje. Erre kiváló példa az ÖBB és a ČD „railjet” brandje és járműegysége, amely még 10 évvel a bevezetése után is frissnek hat. Az ÖBB a fedélzeti ügyfélményt folyamatosan kutatja, és a szolgáltatásokat frissíti (pl. étkezőkocsi részt alakított ki a büfé helyett; kerékpárszállítást vezettek be és felfrissítették a csáládi kocsiszakaszt: „Familienzone”).

A fenti rövid esettanulmány és kitekintés mutatja, hogy még a jelentős piaci igény mellett, kiemelt nemzetközi útirányokon is akár 10 év is eltelik olyan „ideiglenes” járműállomány alkalmazásával, amely épp csak képes a min-denkori piaci igényeket kielégíteni. Eközben

egy jól kidolgozott, új járműkoncepció 10 évvel a bevezetés után is kedvező imázsú és versenyzőképeségű.

5.3. A ma elvárt kényelem

A ma Közép-Európában általánosan elvárt kényelmi szint minimális műszaki elemei:

- a) megfelelő fizikai környezet: jó közérzetet biztosító (és nem nagyon „fújó”) fűtés és hűtés; kellemes, differenciált világítás (olvasólámpa és általános megvilágítás), fényátersztő és részben átlátszó napellenző; a többi útítárs zaját kellően is tompító, általános alapzajjal elfedő, de kívülről (a zakatolástól, menetzajtól) hangszigetelt utastér,
- b) zárt rendszerű vécé, folyékony szappan,
- c) laptop töltésére alkalmas konnektort, de divatos USB csatlakozókat is be kell szerezni,
- d) laptop használatára és főétkezésre is alkalmas méretű asztal,
- e) kilötytenést gátló pohártartó,
- f) helyzetérzékeny utastájékoztató képernyőtartalom megjelenítése (várható érkezésekkel),
- g) többféle pozíciót lehetővé tevő ülések, megfelelő lábtér és nyújtózási lehetőség; alváshoz szükséges táмок (lábtartó, arctám, fejtám) és állítható nyakpárna.

Mindezt azonban a termék valódi sikere érdekében olyan kortárs formatervnek kell egybetartania, amely az utasok számára a jelen formakincsét, anyagait és színvilágát mutatja. A „kortárság” különösen fontos ott, ahol a vasútra az átlagos jövedelműek nem tekintenek korszerű közlekedési eszközként. Budapest térségében az elővárosi járműpark cseréje jelentősen megváltoztatta a vasútról kialakult képet, ehhez a távolsági járműparkot fel kell zárkoztatni.

A jelen követelményeinek a MÁV-START főjavított kocsijai sem tudnak maradéktalanul megfelelni. A főjavított CAF kocsik egyik legkomolyabb problémája a már említett, „örökölt” üléskialakítás és elrendezés. A vasútvállalatok ma már jelentősen csökkentették a

pályos, tehát egymással szembe elrendezett ülések arányát. Mert ugyan ez az elrendezés az együtt utazó társaságok számára nagyon kelleme, de idegeneknek már nem ideális. Kutatások is igazolták, hogy sokan szeretnének olyan intim teret, amelyet az egymásnak háttal álló ülések biztosítanak („buszos elrendezés”). Az IC+ fejlesztése során sikerült ezt a szempontot érvényesíteni, így ott nagyon változatos ülélrendezést alakítottak ki a 2. osztályon.

Az IC+ széria első, többcélú járműveinek kialakítása mutatja, hogy csak új járművek gondos tervezésével lehet azt a belső világot megteremteni, amely a kényelem érzetét hordozza, és megfelelő márkaépítés esetén már a vásárlói döntéskor is hat, azaz a versenyképességet tartósan növeli.

6. AZ ÁR ALAKÍTÁSA A VERSENYKÉPESSÉG ÉRDEKÉBEN

A közép-európai állami vasúttársaságok történelmi örökségként kapott, nagyon magas nyugati és egy hirtelen magasra emelt keleti árszintet kezdtek el a fapados repülés, majd a fejlett értékesítési háttérű busztársaságok megjelenése után korrigálni. A vasúton is megjelent a dinamikus árazás, amely az utazás idejétől függő árakkal dolgozik. Ezt fejlett formában alkalmazza a jelentős magyarországi forgalmat lebonyolító osztrák ÖBB és a német DB, kezdetleges formában pedig szinte az összes Magyarországgal közvetlen összeköttetésben álló ország vasúttársasága.

A vasutak külső szemlélő számára lomhának tűnnek, hiszen csak vonakodva hajlandóak olyan jelentős árcsökkentéseket végrehajtani, amelyet a piac a légi forgalom és az autóbusszal végzett személyszállítás esetében észlel. E lomhaság mögött azonban nagyon sokszor taktikai lassúság is meghúzódik, hiszen épp a történelmi örökség miatt a vasútnak nagyon sok olyan minőségérzékeny utasa van, akik speciális termékélőnyökért magasabb összeget is örömmel kifizetnek, és ezt a bevételt a társaságok nem akarják elengedni.

A felső vezetés számára minden országban kérdés, hogy az alacsony árakkal támadó ver-

senytársakkal mennyire bocsátkozzon a vasút árversenybe. Erre sokféle konkrét példa adható, és a folyamatok iránya egyértelmű. A vasutak őrzik jól fizető törzsutasait, de ésszerű határok között igyekeznek a dinamikus árazású versenytársakkal árban összehasonlíthatóak maradni.

6.1. Az alacsony árakra adott szolgáltatási válaszok

Egy másik versenyképesség-javító taktika is egyértelműen tetten érhető a Magyarországot érintő vasút közlekedésben: az ár-érték arány érték oldalának javítása. Évtizedes távlatban egyre több a magas fizetési hajlandóságú utasokat elérő, erősen versenyző részpiacokon a fedélzeti többletszolgáltatás.

Ugyanezen logikát alkalmazva fejlesztette ki az ezredfordulót követően az ÖBB és a Siemens a railjet koncepciót, amely korrekciókkal a mai napig sikeres termék. Hasonló elvek formálják az új, cseh felségjelű járművek koncepcióját is.

A kutatások azt mutatják, hogy a hasznosnak ítélt értékeket a piac részben hajlandó megfizetni. A vasútnak arra kell törekedni, hogy azokat a szolgáltatási elemeket fejlessze, amelyeket a közút vagy a repülés nem vagy nehezebben tud biztosítani sajátos adottságai miatt.

6.2. A piac fizetési hajlandósága

Súlyos problémát jelent, hogy Magyarországon a közlekedési szolgáltatásokat igénybe vevők többsége csak alapszolgáltatást igényel vagy nem hajlandó többet fizetni az alapszolgáltatáson felüli szolgáltatási elemért. Ennek egy még nehezebb esete a szolgáltató szempontjából, hogy egyes piaci szegmensek kevesebbet akarnak fizetni, de komoly minőségi elvárásaik vannak. Mivel a repülésben és az autóbusszos személyszállításban pusztító versenyben maradtak talpon azok a cégek, amelyek a piac zöme által elvárt minőség és ár legelőnyösebb kombinációját kínálják, az ilyen „edzett” versenytársakkal szemben a vasúti rendszer kénytelen egyre gyorsabban reagálni, és többnyire az infrastruktúra és a járművek kialakításának módosítása árán.

Egyik lehetőség a piac alacsony fizetési hajlandóságára reagálva azon szolgáltatási elemek kivonása, amelyeket a piac nem fizet meg, és kutatás is igazolja az alacsony keresletet egy szolgáltatás típusra. Ennek tipikus példája az éttermi szolgáltatást nyújtó étkezőkocsi.

Az európai vasúthálózaton folyamatos szorulnak vissza a hagyományos étkezőkocsik. Országtól függetlenül a tapasztalatok ugyanis azt mutatták, hogy az étkeztetési szolgáltatások áttervezése szükséges. A főzőkonyhával rendelkező, sok évtizedes étkezőkocsi szolgáltatáskonceptió egész Európában megszűnt, és helyét az alacsonyabb költséggel üzemeltethető melegítő konyhák és büfék veszik át. Ugyanígy a hagyományos első osztály szerepét, szolgáltatásait és az első osztályra vonatkozó keresletet szükséges időnként teljesen, az alapoktól újratervezni. Ezt a legtöbb üzemeltető rendszeresen megteszi, és a fedélzeti vendéglátás, továbbá az emelt szintű utastér többféle belső kialakítása egy kocsiba kerül – így alacsonyabb volumenű és/vagy fizetőképességű kereslet esetén is hatékonyabban biztosítható a szolgáltatás.

7. UTAZÁS GYERMEKEKKEL, CSALÁDI UTAZÁST SEGÍTŐ TERMÉKEK

A vasút a távolsági forgalomban kiváló családi utazási mód – az előnyöket tudatosan fejlesztve minden más közlekedési eszköznél jobb környezetet biztosít. A sok szolgáltatási elemből összeálló, gyerekekkel sokszor nehézkes repüléssel, a hosszú autózással vagy buszozással szemben a vasúti kocsik tágassága és a külön családi kocsiszakaszok kellemes időtöltést biztosítanak a gyerekeknek. Tudnak játszani, mozogni, mászni, aludni; könnyedén megoldható menet közben a szoptatás és a pelenkázás. A vasúttársaságok a családoknak a hosszú távú utazáshoz a nagy kapacitású vonatokon külön területet biztosítanak (a railjeteken és a Metropolitan EC vonatokon is van kijelölt családi szakasz). A MÁV-START többcélú IC+ kocsijában családi fülkéket alakítottak ki, külön helyely, ahol babakocsi tárolható.

A gyerekekkel történő távolsági utazás éjszaka is történhet, ilyenkor célszerű egy teljes fek-

vőhelyes fülkét a családnak lefoglalni. A gyerekek a vonaton alvást általában jó mókának tartják, és szeretnek az emeletes ágyakra föl- és lemászkálni. Ami tehát a felnőttek számára kényelmetlennek és kompromisszumosnak tűnhet, az a gyerekeknek hatalmas kaland és csodás szórakozás. Mivel a szülők döntéseit nagyon sokszor a gyermekek befolyásolják, ezért a vasúttársaságoknak érdemes a gyermekek megnyerésére külön programokat kidolgozni.

Mivel a vasút, a játékvonat gyakorlatilag minden családban jelen van, ezért az igazi vonat értékesítésénél építeni szoktak a társaságok a játék és a valós szolgáltatás közötti gondolati kapcsolatra. A keskeny nyomközű és közúti lassú jármű formájában megjelenő városnéző vonat mellett a nagyvasútra, különösen távolsági utazásra sokszor nehezebb rávenni az autóhasználatot természetesnek tartó szülőket. Ezért sok vasúttársaságnak speciális „gyermekbarát” programjai, kommunikációs aktsai segítenek áthidalni ezt a kezdeti nehézséget a szülők számára. A családi utazás olyan terület, ahol a vasút versenyelőnye egyértelmű a többi személyszállítási móddal szemben, de az autó háztól házig eljutását csak a nagy sebesség vagy az éjszakai utazás kompenzálhatja.

8. GYORSASÁG: CSAK A TELJES UTAZÁSI LÁNCBAN ÉRTELMEZHETŐ

A szakmai és sajtóbani viták során ez a termékjellemző talán túlzottan is előtérbe kerül, a kutatások azonban kevésbé fontosnak mutatják. Kétségtelen azonban, hogy a nem használók meggyőzésének ez az egyik fontos szempontja. Mivel azonban az ilyen típusú utazás csak a teljes utazási láncra értendő, így a távolsági forgalomban, az autópályán elérhető közúti menetidővel a vasúti utazást tartalmazó eljutás időben csak akkor versenyképes, ha nagysebességű vasúton történik az utazás jelentős része.

8.1. Hagyományos szerelvénnel is használt nagysebességű pályák szerepe a versenyben

A 200 km/h-s mozdonnyal vontatott szerelvényekkel is igénybe vehető pályák sokféle vonat

közlekedtetését lehetővé teszik. Ezeken a pályákon hagyományos kocsiból álló vonatok és motorvonatok vegyesen közlekednek. Így kisebb beruházással valósítható meg a fejlesztés, de az ilyen pályák csak korlátozottan, a fővonal közelében kiinduló utazások esetén versenyképesek az autópályán elérhető menet-idővel. A repüléssel szemben az ilyen pályák csak mérsékelt versenyképességet biztosítanak.

Magyar szempontból az osztrák Westbahn jó példa erre: a Budapestről Salzburgon át Németország és Svájc felé közlekedő vonatok Bécs és Linz között használják a nagysebességű pályát. Bécs és München között azonban az üzleti forgalomban továbbra is inkább a repülés a jellemző közlekedési mód. A vasút közel hét órás eljutási időt kínál: ennél a repülés a városközponttól városközpontig számolva is órákkal rövidebb.

8.2. Versenyben a közúttal (Erdély példáján)

Keleti irányba, Erdély felé a vasút és a hagyományos közút versenyez, és az eljutási időt a határátlépés is nyújtja. A vasút esetében jelenleg nagyon szigorú határátlépési időket határoz meg a rendőrség: még kilépésnél is 30 percet áll a vonat a magyar ellenőrzés miatt Biharkeresztesen. A román beléptetés ennél rövidebb a következő állomáson (Biharpüspöki). A közúti határátlépés ideje ennél jellemzően rövidebb. A pihenőidők miatt azonban az autózás is hosszadalmas, így a vasút reális alternatívává válhat.

A hagyományos, 2x1 sávós közúttal szemben már a 100 km/h-s sebességre kiépített, egyvágányú vasúti pályán haladó vonat is versenyképes távolsági forgalomban.

Éppen a romániai példa kapcsán fontos azonban, hogy a rá- és elhordás, a vasútállomásokon kialakuló minőségérzet és a vasút általános imázsa. A kulturálisan meghatározott utazási hagyományok befolyásolják a fogyasztói döntéseket. Románia esetében a kutatások szerint feltűnően sokan utaznak busszal. Mivel ebbe a kisbuszos személyszállítás is beleértendő, amely kis településeken házhoz viszi az

utásokat, ezért a vasút versenyhátránya egyértelmű. Ez az időbeli versenyképességet ugrás-szerűen növeli.

8.3. Fejlesztési lépcsők az időbeli versenyképesség javítására – ellentmondások, példákkal

Nem alkotható általános szabály arról, mi befolyásolja az eljutási idő kapcsán a fogyasztó érzéseit. Bécsbe például nem gyorsabb vonattal menni, mint autóval, mégis viszonylag sok autóval is rendelkező utas választja a vasutat. Ennek oka összetett, a kutatások szerint

- a) a fedélzeti minőség, a „railjet” brand imázsa, a hasznos fedélzeti időtöltés lehetősége,
- b) a bécsi városi forgalom és parkolás nehézségei,
- c) a jó bécsi tömegközlekedés

együttesen hatnak. Bécs esetében tehát számos vasúton kívüli tényező erősíti a vasút versenyképességét.

Ennek az ellenkezője figyelhető meg Zágráb esetében. A vasút versenyhátrányát az alábbi tényezőkre vezethetjük vissza:

- a) az utóbbi idők jelentős pályafejlesztései a budapesti elővárosi utazások és a balatoni üdülőhelyek elérésére fókuszáltak,
- b) a speciális földrajzi jellemzők miatt, a balatoni szakaszon csak 100 km/h a felújítást követően is az elérhető legnagyobb sebesség,
- c) a határátlépés hosszú ideje komoly hátrány a vasúton,
- d) a napi egy járatpár az időfekvés szempontjából mért időbeli versenyképességet rontja jelentősen,
- e) a pályák fejlesztése folyamatosan zajlik, hosszú éveken át, folyamatos vágányzarak mellett, ez a menetidőt növeli és olykor pótlóbuszra átszállással is jár.

9. KONKLÚZIÓ

A nemzetközi, távolsági forgalomban a vasút mint közlekedési rendszer számos jelentős

versenyelőnnyel rendelkezik. A fogyasztói döntéseknél az ár és a sebesség mellett számos más kényelmi és esztétikai tényezőt is figyelembe kell venni, amelyeknek mérése nehézkes. A térségünkben nemzetközi vonatokat közösen közlekedtető állami vasúttársaságok e versenyelőnyökre építve fejlesztenek, de a jelentős beruházási igény miatt e fejlesztésekkel a közúti személyszállítás sok útirányon lépést tart. Tartós versenyelőnyt akkor tud a vasút felmutatni, ha a kellően nagy és kellően magas fizetési hajlandóságú piacon a pályák és a korszerű járművek, illetve az úti cél helyi közlekedése együttesen segíti a vasút mint közlekedési rendszer optimális működését. A vasút versenyképességére jelentős hatással van a párhuzamos közutak minősége és az úti cél forgalmi torlódásai és parkolási lehetőségei. Ezen tényezők együttesen eredményezik azt, hogy a Budapestről kiinduló vagy oda érkező nemzetközi vasúti forgalomban Bécs messze kiemelkedő szerepet játszik.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] A Kormány 289/2018. (XII. 21.) Korm. rendelete a közlekedési tárgyú kormányrendeletek módosításáról, Magyar Közlöny 2018. évi 209. szám
- [2] http://www.kozbeszerzes.hu/adatbazis/megtekint/hirdetmeny/portal_17833_2018/ (2018. 12. 27.) Ferencz Edina: Országos vasúti koncepció. XV. Közlekedésfejlesztési és Beruházási Konferencia, Bükkfürdő, 2014. március
- [3] Győri Balázs: Korszerűsítési projektek és az üzemeltetés kapcsolata. Magyar Vasút 2018 Konferencia, Budapest, 2018. szeptember 13.
- [4] Vörös Attila: Kellenek-e Magyarországon nagysebességű vasutak? Közlekedésfejlesztés konferencia, Balatonföldvár, 2015. május 15.



Competitiveness of International Rail Passenger Transport

Regular research during the design of rail passenger services shows that comfort is an important factor for prospective consumers planning travel. However, so much is included in the concept of "comfort" for each individual that has been asked that it is impossible to research this subject using a uniform method and to make measurements with one single value. The situation is even more complicated by the fact that the rules of business science allow the market to be segmented in many ways. This results that the approximately homogenous expectations (a) and willingness to pay (b) – concerning the fulfilment of expectations and, in the case of providing the desired service element, for the service element in question – of the smaller or larger groups thus formed can be evaluated individually.



Die Wettbewerbsfähigkeit des internationalen Schienenpersonenverkehrs

Regelmäßige Untersuchungen zur Planung der Dienstleistungen des Schienenpersonenverkehrs zeigen, dass Komfort einen wichtigen Faktor für die potenziellen Verbraucher die über eine Reise nachdenken, darstellt. Die individuelle Interpretierung des Begriffs "Komfort" seitens des abgefragten Verbrauchers enthält jedoch so viele Faktoren, dass es unmöglich ist, nach einer einheitlichen Methode zu suchen und den Komfort mit einem Wert zu messen. Die Situation wird durch die Tatsache noch komplizierter, dass die Regeln der Wirtschaftswissenschaften eine Segmentierung des Marktes auf viele Arten ermöglichen und die annähernd homogenen Erwartungen (a) und die Zahlungsbereitschaft (b) der dabei gebildeten kleineren oder größeren Gruppen für das gegebene Dienstleistungselement bei der Erfüllung der Erwartungen bei der Bereitstellung des gewünschten Dienstleistungselements einzeln ausgewertet werden können.

EMLÉKEZTETŐ

az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának üléséről

Időpont: 2020. február 19., szerda, 14:00 – 16:15

Helyszín: MTA Titkárság (Budapest, V. Nádor u. 7., Fsz. 29. Tanácsterem)

Az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottsága (KJTB) 2020. február 19-én, tartotta idei első ülését, amelynek témája *A légi közlekedés helyzete és fejlesztési lehetőségei Magyarországon* volt. Az ülést a KJTB elnöke, **Dr. Timár András** nyitotta meg, aki rövid bevezetőjében a téma fontosságára és időszerűségére hívta fel a figyelmet.

Mudra István (ITM): *Nemzeti légi közlekedési és repülőipari fejlesztési stratégia 2020* című előadásában statisztikai adatokkal igazolta a légi közlekedés egyre jelentősebbé váló szerepét a gazdaságban (ipar, foglalkoztatás, turizmus) az egész világon és Magyarországon. Hangsúlyozta a hazai légi közlekedés és repülőipar átgondolt, folyamatos és rendszerszintű fejlesztésének fontosságát, utalva arra, hogy ennek érdekében folyik a Légi Közlekedési és Repülőipari Fejlesztési Stratégia kidolgozása. A stratégia fő célja, hogy hozzájáruljon Magyarország versenyképességének és gazdasági növekedésének fenntartásához, alappillérei pedig: (i) erős légi közlekedési igazgatás és állami szerepvállalás; (ii) támogató iparági képzési rendszer; (iii) innováció-orientált repülőipar; és (iv) a szolgáltatók versenyképességének fokozása. Ezeket részletesen ismertetve rámutatott, hogy a tervezett intézkedéseknek (beleértve a hatósági szabályozást és a technológiai fejlesztés ösztönzését, támogatását is), mind a légi forgalom (kereslet) várható növekedésének, mind a fenntarthatósági (gazdaságossági és környezetvédelmi) szempontoknak meg kell felelniük.

Rohács Dániel (BME): *Magyarországi repülőipar helyzetének és szereplőinek áttekintése* címmel tartott előadásában ismertetette a jelenlegi állapot jellemzőit és a légi közlekedés előtt álló kihívásokat. Hangsúlyozta, hogy a kitűzött célok elérését az eddig alkalmazott módszerek nem teszik lehetővé, ezért radikális innovációkra lesz szükség. Ezt indokolja a K+F célú költ-

ség-függvény és a termékfejlesztés célú finanszírozási szándék-függvény között történetileg kialakult szakadás, az ún. „halálvölgy” léte is, amelynek mielőbbi áthidalása alapvetően fontosá vált (pl. a kutatóközpontok tevékenységének kiterjesztésével és az iparral való együttműködésük erősítésével). Áttekintette a légi közlekedés területén működő magyarországi vállalatok körét, majd SWOT elemzést alkalmazva részletekbe menően értékelte a várható és indokolt fejlesztést elősegítő és akadályozó tényezőket.

Simon Attila (HC): *HungaroControl az innováció élén* című előadásában ismertetette a HungaroControl tevékenységét és teljesítményét az európai légi forgalom elmúlt években megfigyelt gyors növekedésének és szerkezete átalakulásának tükrében. Rámutatott, hogy a SES (Single European Sky – egységes európai égbolt) létrejötte a légiforgalom-irányítást olyan működési modell irányába tereli, amely nagyobb biztonságot, alacsonyabb költségeket, kevesebb késést, valamint kisebb környezetkárosítást eredményez. Mindezt figyelembe véve alakítják ki és alkalmazzák üzletpolitikájukat. Az innovációt támogatják az oktatás, a K+F és a termékfejlesztés területén és a vállalaton belüli ösztönzők alkalmazásával is. Példaként a vállalat részvételével folyó olyan kutatásokat említett, mint a konfliktus elkerülési megoldást biztosító eszköz kidolgozása, a légi járművek érkezési idejének pontosabb előrejelzése vagy a nagy adathalmazok (Big Data) elemzése mesterséges intelligencia alkalmazásával. A termék- és szolgáltatásfejlesztés terén ígéretesek a virtuális alpilóta és a ködös kameraképet javító szoftverek kidolgozását célzó munkálatok. Végül kitért a „távoli toronyirányítás” megvalósítása terén elért eredményeikre és a pilóta/vezető nélküli légi járművek (pl. drónok) forgalomirányításához kapcsolódó szolgáltatások fejlesztésének sürgető szükségességére.

Karádi Dániel (BA) *Budapest Airport bemutatása és fejlődési perspektívái* c. előadásában tényeket és adatokat közölt a Budapesti Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér működéséről (2019-ben az utasforgalom rekordot döntve meghaladta a 16 milliót). A jelenlegi infrastruktúra egyes elemeinek elégtelen kapacitása már akadályozza a további növekedést, a megfelelő minőségű utaskiszolgálást, s további nehézséget okoz, hogy a fejlesztést a működtetés fenntartásával egyidejűleg kell végrehajtani. Jelentős eredmény az új Cargo City üzembe helyezése, hiszen stratégiai cél az intermodális csomóponttá alakítás és a repülőtér regionális szerepének erősítése (ma Bécs áll az élen, fő versenytársak: Prága és Bukarest). Sürgető feladat valamennyi illetékes és érintett egyetértésének megszerzése a zajterhelés csökkentése, a repülőtérhez vezető vasúti összeköttetés létrehozása, a közúti kapcsolatok korszerűsítése és a parkolókapacitás növelése, illetve a terminálokon belül az utasélmény javítását célzó sokrétű, magas színvonalú szolgáltatások biztosítása érdekében.

Dr. Legeza Enikő (BME): *„Yield management” a légi személyszállításban* c. előadásában a légitársaságok stratégiai árképzésének alapelveit mutatta be. A fő cél az összbevétel növelése, s ez egyrészt árnöveléssel, másrészt az utazás jellegétől és a jegyvásárlás időpontjától függően differenciált árak alkalmazásával érhető el. A bevétel-menedzsment célja a bevétel és a férőhely-kihasználás optimális összehangolása (akár „túlfoglalás” árán is), amelynek alapjául elsősorban a tapasztalati (ún. historikus) adatok elemzésével kidolgozott, járatonkénti helyfoglalás-előrejelzési függvény szolgál. Egy, a költségeknek a kapacitás-kihasználás függvényében való változását bemutató szemléltető ábrával igazolta, hogy ez az optimum akkor érhető el, ha a visszautasított utasok kompenzációjának összköltsége és az üresen maradt helyek okozta veszteségek összege megközelítően azonos.

Az érdekes előadásokat követő beszélgetés során elhangzott kérdések, s az előadók válaszai elsősorban a repülőtér közlekedési kapcsolatainak korszerűsítésére, azok megvalósításának időbeni ütemezésére, illetve a légi közlekedési K+F+I eredmények gyakorlati alkalmazásának lehetőségeire vonatkoztak. Kiemelték a zajvédelmi intézkedések és az utazáskényelem fokozását célzó szolgáltatás bővítés jelentőségét. Úgy vélték, a légi közlekedésben elsősorban motivációt erősítőnek tekinthető hazánk részére a regionális vezető szerep elérésének célul kitűzése. Egyetértés alakult ki arra vonatkozóan, hogy a szinergiák hasznosítása érdekében tovább nem halogatható a fejlesztésben érdekelt bevonásával a részletekbe menő egyeztetések megkezdése és folyamatos fenntartása.

Dr. Timár András elnök megköszönte az előadók fáradozását és a hozzászólók közreműködését. Ezután tájékoztatást adott az MTA Műszaki Osztálya legutóbbi ülésén tárgyalt, a Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságot is érintő témákról (megemlítve a magyar nyelv védelmében teendő esetleges intézkedésekkel kapcsolatban kialakult vitát is), valamint az MTA doktora cím elnyeréséért benyújtott pályázat keretében már lezárt és folyamatban lévő habitusvizsgálati eljárásokról. Megköszönte a „Magyar tudomány eredményei 1989-2019” címmel tervezett MTA kiadványhoz javaslatokat kérő levelére válaszolóknak segítségét, és ismertette, hogy a kiadvánnyal kapcsolatosan – egyértelmű kiválasztási szempontok hiányában – több MTA Bizottság is egyelőre várakozó állásponton van. Javaslatára a KJTb jelen lévő tagjai egyetértettek azzal, hogy ezekhez csatlakozzon a Közlekedés- és Járműtudományi Bizottság is.

Budapest, 2020. február 25.

Dr. Timár András
elnök sk.

Dr. Török Ádám
titkár sk.

E számunk lektorai

Horváth Lajos ■ Szűcs Lajos ■ Dr. Timár András ■ Dr. Tóth János

Közlekedésbiztonság - Közlekedési környezetvédelem

Gyorsforgalmi útszakaszok forgalmi elemzése az átlagsebesség-mérés módszerével. 1. rész

A részletes felméréseken, vizsgálatokon alapuló tanulmány figyelemre méltó megállapításokkal szolgál a gyorsforgalmi úthálózaton tapasztaltakkal kapcsolatban. A sebességtúllépések, a korlátozásokat figyelmen kívül hagyó járművezetők nagy száma szoros összefüggésben áll a közlekedésbiztonság kedvezőtlen adataival.

DOI 10.24.228/KTSZ.2020.2.5

Dr. Sándor Zsolt – Monostori Ákos

e-mail: sandor.zsolt1@gmail.com, akosmonostori@outlook.com¹

1. BEVEZETÉS

A közúti közlekedési balesetek okainak feltárásával a kedvezőtlen közlekedési tényezők (akár járművezetői, akár infrastruktúra oldalon) befolyásolhatók, és a kapcsolódó intézkedések foganatosításával a közlekedésbiztonság jelentősen javítható.

A közúti közlekedéssel összefüggő balesetek jelentős része a helytelenül megválasztott sebességre, illetve kifejezetten a gyorsraírásra vezethető vissza. Csak 2018-ban, az összes közúti közlekedési baleset 31,4%-át (5254 db) a nem megfelelően megválasztott sebesség okozta (megengedett legnagyobb sebesség átlépése vagy nem az útviszonyoknak megfelelő sebességválasztás) [11].

A cikk szerzőinek motivációja, hogy a gyorsraírással összefüggő közúti balesetek számának csökkentésére irányuló intézkedéscsomag egyik lehetséges elemét megalapozzák, aminek segítségével a sebesség helytelen megvá-

lasztása miatt bekövetkező balesetek egy része elkerülhető. Vizsgálatok és tapasztalatok is azt mutatják, hogy kitettség szempontjából a gyorsforgalmi útszakaszokon a legjelentősebbek az ilyen balesetek (nagyobb sebesség és forgalom miatt), valamint a cikkben vizsgált ellenőrzési módszer – átlagsebesség-mérés – a leghatékonyabban ilyen infrastruktúra elemeken valósítható meg, ezért a szerzők a fókusz a gyorsforgalmi útszakaszokra helyezték.

2. SZAKMAI HÁTTÉR

A közúti forgalomban résztvevők viselkedése (haladási sebességük megválasztása) **soft** és **hard** intézkedések segítségével befolyásolható annak érdekében, hogy mindig a környezeti körülmények figyelembevételével, a közúti közlekedés szabályainak megfelelően válasz- szák meg a sebességüket.

Soft intézkedéseknek azok a figyelemfelhívó és tájékoztató kampányok tekinthetők, amelyek a lehetséges veszélyre hívják fel a jármű-

¹ a NÚSZ Zrt. korábbi munkatársai

vezetők figyelmét, továbbá ebbe a kategóriába sorolhatók az aktuális haladási sebességről tájékoztatást adó, nem szankcionáló pontszerű mérések is. **Hard** intézkedésnek tekintünk minden olyan eljárást, ahol a hatósági szereplők, pl. rendőrség, szankciók útján kényszerítik ki a szabályok betartását.

Ellenőrzés szempontjából hazánkban a pontszerű sebességmérés terjedt el. Ennek során egy adott pontból mérik a mérőberendezés előtt elhaladó jármű pillanatnyi sebességét. Amennyiben a jármű sebessége az adott útvonalon, az adott járműkategóriára engedélyezett legnagyobb sebességnél magasabb, akkor a jármű vezetőjét vagy a tulajdonosát / üzemben tartóját szankcionálják a gyorshajítás mértékétől függően (pénzbírság, büntetőpontok).

A pontszerű mérési eljárással a közlekedők jelentős része kritikát fogalmazott meg, továbbá nemzetközi kutatások is kimutatták, hogy a közlekedésbiztonságra gyakorolt hatékonysága számos esetben a vártnál kedvezőtlenebbül alakul, mivel a forgalomban résztvevők az adott környezetben alkalmazkodnak a méréshez [1], [2], [5]. A mérőhely környezetében lassítanak, hogy a potenciális szankciót elkerüljék, majd ismét gyorsítanak. Továbbá az is bizonyított, hogy a pontszerű sebességmérések közlekedésbiztonságra gyakorolt hatása (balesetek számosságára vonatkoztatva) városon kívüli környezetben elmarad a városi intézkedésektől [4], és azok az automatizált műszaki megoldások, amelyek nem igényelnek folyamatos rendőri jelenlétet némileg hatékonyabbak.

A közúti közlekedésben résztvevő járművezetők hatékonyabbnak és e jogkövető többség részéről elfogadhatónak tartanak egy olyan, igazságosabb mérési és szankcionálási rendszert, ahol a szankció alapját nem egy adott pillanatban mért sebesség jelenti, hanem egy adott időszakra, útvonalszakaszra vonatkozóan mért átlagsebesség. Erre jelenthet megoldást az átlagsebesség-mérés (más néven szakaszsebesség-mérés, angolul: section control vagy section cameras, stb.), amit már számos országban sikerrel alkalmaznak. A rendszer működésének alapja, hogy két, egymástól is-

mert távolságban lévő mérőpont között – az elhaladások között eltelt idő alapján – vizsgálja a jármű sebességét, a megtett távolság és az eltelt idő hányadosa alapján. Amennyiben a szakaszon áthaladó jármű a számára engedélyezett legnagyobb sebességet a számítás alapján átlépte, akkor vele szemben a gyorshajítás miatt szankcionálási eljárás indítható. Természetesen mind a mérőeszközöknek, mind az alkalmazott számítási módszernek és végrehajtásának hatóságilag validálnak kell lennie.

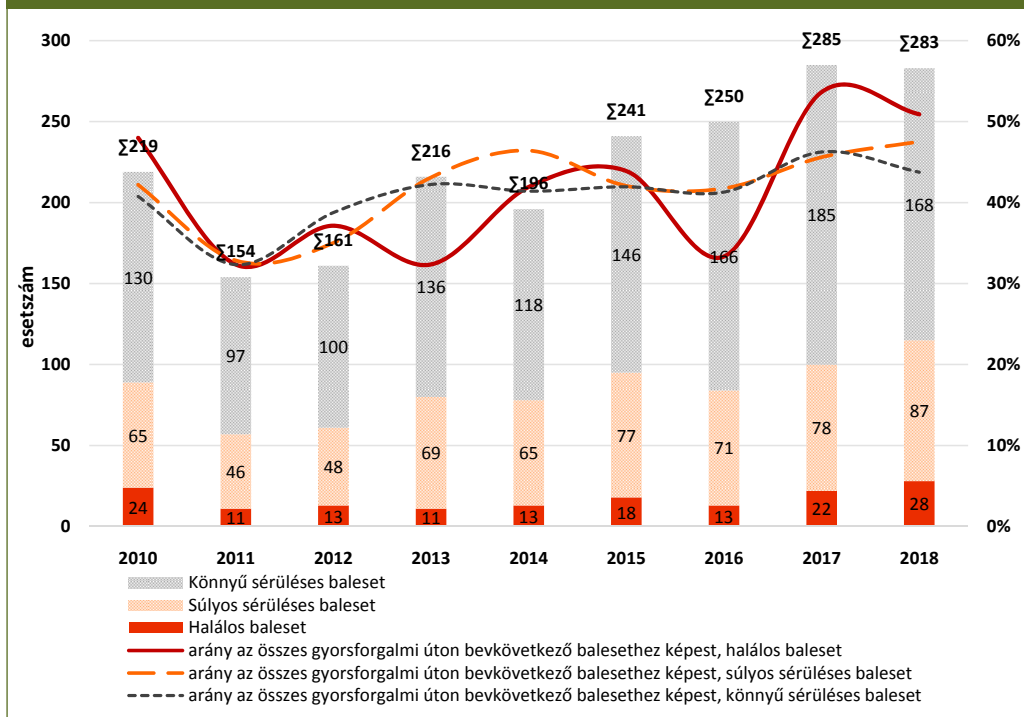
A rendszer célja, hogy hard intézkedéssel (szankcionálással) kikényszerítse a gyorshajtók számának csökkenését. Ezáltal javítva a sebességértékek homogenitását (járművek egymáshoz viszonyított sebességkülönbsége csökken), így növelve a közlekedésbiztonságot és a forgalmi áramlás stabilitását [1]. További járulékos hatás, hogy az alacsonyabb és homogénebb sebességértékek által csökken a járművek károsanyag- és zajkibocsátása – csökken a gyorsítások és lassítások száma, valamint alacsonyabb sebességnél mérsékeltebb a CO₂ és egyéb károsanyag-kibocsátás is [10].

A rendszer megkerülhetetlen, ugyanis zárt szakaszon, – ahol a köztes belépés és kilépés nem megvalósítható – képes az áthaladó forgalom 100%-át ellenőrizni. Mivel minden áthaladót ellenőriznek, így a társadalmi elfogadottsága is jóval nagyobb, mint az egyéb sebességellenőrzési megoldásoké.

Az átlagsebesség-mérő rendszert jellemzően gyorsforgalmi útszakaszokon vagy egyéb zárt útszakaszokon telepítenek, mivel ezeken a területeken lehet megvalósítani az ellenőrzést. Kitétség szempontjából is a legjelentősebb az ilyen szakaszokon a gyorshajítás a nagyobb sebességek miatt, illetve az ezzel összefüggő baleseti kockázat. A gyorshajítás visszaszorítása a közúti közlekedés érintettjeinek közös érdeke, mivel a balesetek jelentős része ezen okra vezethető vissza.

A gyorsforgalmi utakon bekövetkező balesetek jelentős része – az összes baleset több mint 40%-a – a járművezető hibájára, és azon belül is a sebesség nem megfelelő megválasztására vezethető vissza, egyszerűbb fo-

1. ábra: A gyorsforgalmi utakon a sebesség nem megfelelő megválasztása miatt bekövetkező személysérüléses közúti közlekedési balesetek 2010 és 2018 között [11]



galmazással, gyorshajtasra. A gyorsforgalmi utakon bekövetkező halálos balesetek esetén a gyorshajtas kiemelt tényező, mivel 2017-ben és 2018-ban is a balesetek több mint 50% emiatt következett be. További részletek a gyorshajtással összefüggő balesetekkel kapcsolatosan az 1. ábrán láthatók – feltüntetve az esetszámokat és a kimenetek arányainak alakulását, utóbbi a másodlagos tenge-lyen olvasható le [11].

A hazai autópályákra készített átlagsebesség-mérési elemzéseinkhez szükséges adatokat a Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató (NÚSZ) Zrt. által üzemeltetett díjellenőrző infrastruktúrája és üzleti intelligencia rendszere biztosította. A vizsgálat keretében forgalmi elemzések készültek, amelyek alapján az átlagsebesség-mérés jelentette. Az adatok használata és elemzése a hatályos adatvédelmi és GDPR előírások betartásával történt.

A jelenlegi hazai jogszabályok tartalmazzák az átlagsebesség-ellenőrző rendszer fogalmát (18/2008. (IV. 30.) GKM rendelet), azonban az ennek alkalmazását lehetővé tevő jogszabályi háttér még hiányzik. Ezért ilyen jellegű mérésekhez kapcsolódó forgalomszabályozási és szankcionálási intézkedéseket nem alkalmaznak. A sajtónyilatkozatok alapján a rendőrség által használt komplex sebességellenőrző rendszerek (VÉDA) műszakilag erre képesek [8], amit mérés és adatszolgáltatás tekintetében a NÚSZ Zrt. rendszere ki tudna egészíteni.

A hazai szakirodalomban az átlagsebesség-ellenőrző rendszer használatát szorgalmazó javaslatok már 2004-ben szerepeltek, az M1 és M7 autópályákra vonatkozó sebességelemzések összefoglaló megállapításaiiban, mivel már ebben az időszakban is jelentős volt a gyorshajtók aránya [9].

A nagyobb sebességértékek közvetlen közlekedésbiztonsági vonatkozásai:

- **Sebesség és baleseti kockázat:** nagyobb sebesség esetén a féktávolság növekszik (reakcióidő alatt megtett út lineáris arányosságban van a sebességgel, míg a fékezés megkezdésétől a megállásig tartó távolság, a fékút a sebesség négyzetével arányos), ezáltal a baleseti kockázat is növekszik.
- **Sebességek szórása:** számos esetben a közlekedési baleseteket a sebességek szórásának függvényében elemzik, az abszolút sebességértékek helyett [3]. Kutatások kimutatták, hogy a relatív baleseti kockázat növekszik, amennyiben egy adott jármű országúton (80-120 km/h-s megengedett legnagyobb sebesség esetén) a többi jármű átlagsebességénél gyorsabban közlekedik. Érdekes módon az átlagsebességnél lassabban történő haladásnak nincs egyértelmű hatása a relatív baleseti kockázatra (korábbi kutatások kontraproduktív, újabb kutatások semleges hatásokat mutattak ki) [1].

3. NEMZETKÖZI KITEKINTÉS

A világon az első szankcionálást megvalósító átlagsebesség-mérő rendszert tesztként, 1997. év végén helyezték üzembe Hollandiában, az A-2-es autópálya 3 km-es, három sávú szakaszán Utrecht és Amszterdam között. A rendszer üzembe állításának a gyorsított szankcionálásával több célja volt: a balesetek számának csökkentése 25%-kal, forgalomle-folyás javítása, torlódások csökkentése ~40%-kal. További informatikai cél volt a szankcionálási folyamat teljes körű automatizálása és a feldolgozási idő csökkentése [12]. Érdekes, hogy a rendszer képes volt a járműtípusok azonosítására is, és ennek megfelelően észlelni a közlekedési szabálysértést (pl. személygépjármű, tehergépjármű, busz, stb.).

A kedvező hatások után a következő években sorra kezdték telepíteni az átlagsebesség-mérő rendszereket Hollandiában 2002-től, és több helyszínen alkalmazták ezeket kombinál-

tan sebességszabályozási megoldásokkal is. A rendszerek telepítésének célja helyszínenként eltérő volt: míg egyes helyeken a legfőbb cél a közlekedésbiztonság növelése volt, addig más helyeken (főleg a városi környezetben implementált rendszerek) a közlekedés környezeti hatásait volt hivatott mérsékelni. 2014-ig összesen 11 szakaszon telepítettek ilyen ellenőrző rendszert [10]. A holland példát követően Európában számos országban vezettek be átlagsebesség-mérő megoldásokat városi és városon kívüli útszakaszokon. Az 1. táblázatban a megvalósítások eredményei találhatók [14], [17], [13], [10], [15], [16], [6]. Európában legutóbb Szerbiában vezették be a rendszert 2018-ban. A rendszer a fizetőkárukhoz történő megérkezés ideje alapján számítja ki az adott szakaszra vonatkozó átlagsebességet [7].

Az eredmények kimutatták, hogy szignifikáns javulás érhető el az intézkedés hatására a közúti közlekedéssel összefüggő negatív externáliák területén, legyen az baleset vagy kibocsátás. A nemzetközi szakirodalmi adatok alapján megállapíthatók az átlagsebesség-méréssel érintett útszakaszokon tapasztalható járművezetői viselkedések és a közlekedésbiztonsági hatások, valamint a további környezetvédelmi változások [15], [16]:

- a járművek elenyésző aránya – kevesebb, mint 1%-uk – hajt gyorsabban az útszakaszra érvényes legnagyobb megengedett sebességnél;
- úton folyó munkavégzés esetén, ha van ilyen sebességmérési eljárás, akkor a szabálytalanságok száma 11-szer alacsonyabb, mint a hagyományos – pontoszerű – mérőhelyek alkalmazása esetén;
- az eljárás különösen hatékony az extrém gyorsítás csökkentésében;
- jelentősen csökken a súlyos és halálos közlekedési balesetek száma (csökkenés mértéke 40-65%-os), azonban vannak olyan szakaszok, ahol a halálos balesetek 100%-kal is csökkentek;
- haszon-költség (benefit – cost ratio BCR) arány minden esetben magas, jellemzően 5, de inkább 7 feletti, ausztrál esetekben 10 és 16 közötti;

I. táblázat: Átlagssebesség-mérés bevezetésének hatásai, nemzetközi összefoglaló

Helyszín és jellemzők	Max. sebesség (km/h)	Közlekedésbiztonsági hatások	Forgalmi és egyéb hatások
Ausztria A22-es alagút Bécsben napi forgalom 90 000 jármű feletti 3-4 sávos szakaszok 2003 óta működik.	SZGK: 80 TGK: 60	Személyi sérüléssel járó balesetek 33,3%-kal csökkentek. Halálos és súlyos balesetek ~50%-kal csökkentek Könnyű személyi sérülések balesetek 32%-kal csökkentek * figyelembe kell venni, hogy az alagút átlagos baleseti kockázata alacsonyabb, mint az út többi szakasza.	Átlagssebességek csökkentek: SZGK nappal (világosban) 10 km/h-val, éjjel (sötétben) 20 km/h-val TGK nappal (világosban) 15 km/h-val, éjjel (sötétben) 20 km/h-val További környezeti hatások a károsanyag-kibocsátás területén: CO: -15%, NO _x : -39%.
Olaszország teljes 2900 km-es hálózaton implementálták a rendszert 2005 óta működő 2-3 sávos szakaszokon. Egy szakasz hossza jellemzően 2-40 km között változik, és kb. 200 szakaszon végeznek ellenőrzést.	jellemzően 130	Halálos balesetek ~51%-kal csökkentek, súlyos balesetek ~35%-kal az egy millió meglett km-re jutó baleseti kockázat 22%-kal csökkent.	Átlagssebességek csökkentek: 15%-kal, ami 16 km/h-s csökkenést jelentett és a maximum érték is 25%-kal, mely 23 km/h-s csökkenés. A legújabb eredmények az átlagssebességek további 9 km/h-val történő csökkenését mutatják. Sebességértékek csökkenése jobban érzékelhető az alacsonyabb forgalmi időszakokban, mint csúcsforgalomban.
Olaszország – A1-es autópálya Nápoly-Milanó (80km)	130	Személyi sérüléssel járó balesetek 31%-kal csökkentek. Súlyos balesetek ~56%-kal, könnyű sérülések ~27%-kal csökkentek.	nincs adat
Olaszország – Nápoly	80	Személyi sérüléssel járó balesetek közel 40%-kal csökkentek.	Átlagssebesség csökkent a 80,8 km/h-ról 71,7 km/h-ra és a sebességek szórása 33%-kal csökkent 18,1 km/h-ról 12,1 km/h-ra.
Norvégia 2009-től került bevezetésre három kísérleti helyszínen, különböző hosszúságú szakaszokon, majd fokozatosan bővítették 14 helyszínre – 8 helyszínen alagutakat érint.	80	Összességében 23%-kal csökkent a balesetek száma, a halálos és súlyos sérüléssel járó balesetek száma 49-54%-kal (helyszíntől függően, alagutak esetén még intenzívebb a csökkenés).	Átlagssebességek csökkentek: 2,7-10,2 km/h közötti értékkel, továbbá a mérési keresztmetszetben átlagosan 3,3 km/h-val tovább csökkent a haladási sebesség. Csökkenés mértéke ott volt magasabb, ahol a bevezetést megelőzően magasabb átlagssebességet mértek.
Anglia 7 különböző útszakasz, első telepítés 1999-ben.	változó 50 és 95 között	jelentős csökkenés a halálos balesetek esetén, több útszakaszon 100%-os csökkenéssel számolhatunk be. Súlyos és könnyű balesetek esetén is legalább 40%-os a csökkenés.	átlagssebesség esetén jelentős csökkenésről számolhatunk be az eredmények 50 km/h-s korlátnál 10km/h-val csökkent a sebesség. A 85 percentilis sebességértékek 15 km/h-val csökkentek.
Skócia – Strathclyde A77 51,5 km hosszú szakasz	nemzeti átlagos sebességhatár	Összességében 25%-kal csökkent a balesetek száma. halálos balesetek száma 50%-kal, súlyos balesetek száma 41%-kal, könnyű balesetek száma 19%-kal	Az engedélyezett legnagyobb sebességet átépítő járművek száma az osztrótpályás útszakaszokon ~90%-kal, egy pályás útszakaszokon 80%-kal csökkent.
Hollandia – A2-es autópálya, 1997, kísérleti szakasz	120	A szabálytalankodók részaránya jelentősen csökkent, 6%-ról 0,6%-ra, ami 90%-os csökkenés. Balesetek száma és a torlódások csökkentek, mivel a forgalmi áramlár egyenletesebbé vált.	Az átlagssebesség 116 km/h-ról 106 km/h-ra csökkent. A szabálytalankodók kétharmada tehergépjármű volt. Társadalmi elfogadottsága kedvezőbb, mint a pontszerű sebességméréseknek.
Hollandia – 5 autópálya szakasz, 80 km/s korlátozás 2002-ben és 2005-ben sebességkorlátozást vezettek be. Célja a károsanyag kibocsátás csökkentésén keresztül a levegőtisztaság javítása. Az intézkedést azonban 2014-ig többször felülvizsgálták, és több helyen eltörölték a bevezetett korlátozást, azonban az ellenőrzés az aktuálisan érvényben lévő megengedett legnagyobb sebességre érvényben maradt.	80	Minden szakaszon csökkent a balesetek számított értéke – ennek besztéséhez a Nilsson modell használták, és a csökkenés értéke 5 és 20 közötti.	Az átlagssebességek minden esetben csökkentek. Ennek mértéke 4-9 km/h közötti volt. A levegőtisztaság az érintett szakaszokon jelentősen javult: szállópor kibocsátás: - 8-9%, NO _x : - 20-32%, zajszennyezés: - 1-2,5 dBA.

- a csökkenő átlagsebesség és a homogén forgalmi összetétel által a felhasznált üzemanyag mennyisége csökken, aminek hatására mérséklődik a közlekedéssel összefüggő károsanyag-kibocsátás is (az alábbi lista tartalmazza az intézkedéssel összefüggő kibocsátás mérséklési hatásokat):
 - o CO: - 15%
 - o NO_x: - 5-25%
 - o PM₁₀: - 6-35%
 - o CO₂: - 5%

4. ELEMZÉSI MÓDSZERTAN A LEHETSÉGES HATÁSOK AZONOSÍTÁSÁHOZ

Az elemzéshez a NÚSZ Zrt. által üzemeltetett fix portálok (ellenőrzési kapuk) által rögzített és statisztikai célokból feldolgozott formában a NÚSZ Zrt. üzleti intelligencia rendszerében gyűjtött adatokat használtuk. A vizsgálat peremfeltételeinek meghatározása szakirodalmi kutatások és elemzési tapasztalatok alapján történt, figyelembe véve az adattárházi rendszerben tárolt adatokat.

Az átlagsebesség-méréshez szükséges, hogy az ellenőrzés alá vont szakasz zárt legyen, így biztosítható, hogy minden a szakaszra belépő és onnan kilépő járművet ellenőrizni lehessen. A hazai fix telepítésű díjellenőrző infrastruktúra sajátossága, hogy azok 100%-osan nem fedik le a teljes gyorsforgalmi úthálózatot, nincs minden felhajtó és lehajtó között egy-egy portál. Így a teljes forgalom megfigyelése nem lehetséges, mivel a portálok telepítési sűrűsége miatt a hálózat nem tekinthető zártnak – a portálok által lefedett szakaszokon is találhatók le- és felhajtók. Ezáltal a vizsgálatba csak azon járműveket tudták a szerzők bevonni, amelyek értelemszerűen mind a két portál alatt elhaladtak. Továbbá a vizsgálat során nem volt lehetőség azon forgalom azonosítására, akik valamely pihenőhelyen megálltak és ezt követően folytatták útjukat. Emiatt bizonyos járművek a vizsgálaton kívül kerültek, illetve olyan jármű is előfordulhatott, amelynek vezetője a pihenőhelyen eltöltött időnyereség által csökkentette az átlagsebességét.

A portálok elhelyezkedése méterre pontosan ismert. A szerkezeten elhelyezkedő berendezések rögzítik az elhaladó jármű adatait (rendszám, felségjelzés, dimenziók, stb.) és az elhaladás pontos (GPS alapú) időpontját. Így két portál alatt való elhaladás esetén az időkülönbségből, a távolságok ismeretében a szakasz megtétele során alkalmazott átlagsebesség pontosan számítható. Az így keletkező adatok a NÚSZ Zrt. auditált adattárházi rendszerébe naponta áttöltésre kerülnek. Az elemzés során ezen adattárházból kerültek leválogatásra az adatok. A lézeres letapogatás és az utólagos adatpontosítás alapján kerül megállapításra a jármű díjkategóriája (pl. D1-es kategória). A szakaszsebesség-méréssel érintett (SC) forgalom megállapításához a D1-es járműkategória áthaladásait időrendben sorba állítottuk, és azokat vettük figyelembe, amelyek esetében az adott jármű az előre meghatározott szakaszok kezdő és végpontjait időben egymást követően, azonos irányban érintette és más szakaszon nem került közben detektálásra. A rögzített áthaladási idők alapján kiszámítottuk a jármű átlagsebességét a két pont között eltelt idő másodpercben és a szakaszok méterben megadott hosszának ismeretében.

A vizsgálathoz használt szakaszok között találhatók autópálya lehajtók, illetve pihenőhelyek, így olyan esetek is előfordulhatnak, amikor egy járművet időben egymás után két helyen detektált a rendszer, ugyanakkor feltételezhető, hogy lehajtott vagy hosszabb időre megállt. Ezen áthaladások átlagsebessége is meghatározható, de az eltelt idő függvényében a 0 km/h-t megközelítheti. Ezen áthaladások a bázisba beleszámítva torzítanak az arányokon, így az átlagsebesség vizsgálatához az adott szakaszon minimum 60 km/h sebességet elérő eseményeket vontuk be (a két szomszédos portál között feltűnő rendszám esetén nem telt el több idő, mint ami az adott szakasz 60 km/h-val történő megtételéhez szükséges).

Lényeges, hogy a NÚSZ Zrt. által üzemeltetett, fixen telepített díjellenőrzési technológia az áthaladási események elkészítéséhez alkalmaz helyi sebességmérést. A telepített radarok beállítását és elhelyezkedését jelenleg a képrögzítés kiszolgálására optimalizálták (nem a sáv

középen helyezkednek el). Ez a sebességadat a valós sebességhez mérten jelentősen eltérő lehet (a megjelenített adatot nem radar, hanem a sick laser² szolgáltatja), a mérés maga pedig nem hitelesített. A sebességi jellemzőknek jelenleg csak videotechnikai célja van. A radar eszközök elhelyezkedésének megváltoztatásával az eszközök ismételt felülvizsgálatát követő megfeleltetés megállapításával, újbóli hitelesítésével alkalmasak a sebesség adatok mérésére is. Azonban az átlagsebesség-mérés során nem szükséges, hogy a rögzítési keresztmetszetben megvalósuljon a pontszerű sebességmérés, viszont figyelembe kell venni, hogy a km-szelvényezés kisebb mértékben eltérhet a valós távolságtól, így erre tekintettel kell meghatározni a sebességtartás tűréshatárát.

Jelenleg a jogszabályi felhatalmazás nem teszi lehetővé, hogy a NÜSZ Zrt. által, útdíjfizetési ellenőrzési célból gyűjtött adatok más típusú ellenőrzési tevékenységre, a sebesség túllépését szankcionáló hatóságnak átadásra kerüljenek.

Az elemzés az adatvédelmi szempontok figyelembevételével került elvégzésre, a rendszámok Hash kódolásával, amely biztosítja, hogy az egyirányú kódolás által az eredeti adatok nem visszafejthetők. Így a kutatás során az eredeti rendszámokat nem ismerve, a személyesadat-jellegűktől megfosztott adatokkal dolgoztak a szerzők.

A portálok által mért adatokat a mérések pontosságának ellenőrzése érdekében összehasonlítottuk a kézi GPS berendezések által rögzített adatokkal. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a különböző technológiával gyűjtött adatok között az eltérés 0,5%-on belüli, így a NÜSZ Zrt. infrastruktúrájából származó adatok hitelesnek tekinthetők az elemzés elvégzéséhez.

Az elemzés elvégzésének lépései:

1. Infrastruktúra elhelyezkedésének elemzése és a portálok által lefedett szakaszok azonosítása.

2. Szakaszok forgalomtechnikai elemzése és ez alapján a szabad eljutási³ idő meghatározása alkalmaznak-e rajta olyan állandó korlátozást, amely akadályozza a folyamatos 130 km/h-s haladást, akkor ezt is figyelembe kellett venni a számítás során (ezek jellemzően az infrastruktúra vonalvezetésének sajátosságai miatt alkalmazott korlátozások – pl. alagút, völgyhíd, kisebb ívsugarú szakasz, stb.).
3. Vizsgálati időszak kiválasztása és azon belül az időszakos forgalomkorlátozások azonosítása az egyes vizsgálati szakaszok esetén az elemzés által érintett időszakban.
4. Díjellenőrző infrastruktúra által biztosított adatok rendelkezésre állásának vizsgálata az adott időszakban (pl. karbantartási munkák vagy a közúti terelések kialakításai akadályozták-e a folyamatos adatgyűjtést).
5. Torzító adatok kiszűrése (pl. téli-nyári időszámítás átálláskori adatok, hibás detektálásból származó adatok, stb.).

Jelen publikációban az M5 és M6 autópályákra elkészített forgalmi elemzések eredményeit ismertettük. Ennek oka, hogy erre a két autópályára vonatkozóan, pilot jelleggel készítették el a szerzők az elemzést. Az érintett szakaszokra az alábbiak miatt esett a választás:

- Az elemzési módszertan jól demonstrálható a kiválasztott 3-3 autópálya szakaszon.
Forgalom szempontjából rendelkezésre áll egy alacsony és egy erős forgalmú pálya.
- Nagy kiterjedésű fenntartási / építési / terelési beavatkozásokkal nem érintettek vagy csak olyan kismértékben, amit az elemzés elkészítése során egyszerűen lehetett kezelni.
- Vonalvezetési sajátosságok miatt az M6 autópályán vizsgálni lehet az állandó sebességkorlátozások hatásait.
- M5 autópálya állandó korlátozással nem érintett.

2 2 vagy 3 dimenziós (1 vagy 2 fejes) profilszkennerek, ami alkalmas triggerelésre és járműkategorizálásra (dimenziómérés, indirekt tengelyszámlálás)

3 adott szakasz megtételéhez szükséges idő, a legmagasabb engedélyezett sebességgel való haladás esetén

- 2018-as évben a nyári időszakban az M5 autópályán végeztek több 10 km-et érintő fenntartási munkálatokat, amelyek forgalomlassító hatását és a kapcsolódó sebességkorlátozások betartását is mérni lehetett.

5. EREDMÉNYEK

5.1. M6 autópályára vonatkozó elemzési eredmények

Az M6-os autópályán a NÜSZ Zrt. összesen

8 darab fix telepítésű mérőhellyel rendelkezik, pályaoldalanként (irányonként) 4-4 darabbal. Ezek 3-3 szakaszra bontják az autópályát. A pályára vonatkozóan az üzemeltetők adatszolgáltatása alapján összegyűjtöttük az összes olyan állandó korlátozást, ami akadályozza a 130 km/h-s haladási sebességet a portálok közötti szakaszokon. Ezek alapján került meghatározásra, hogy az egyes szakaszokon mekkora az a minimális eltöltött idő (t_{min}), mely a maximális, még szabályos haladási sebességgel történő közlekedéshez szükséges.

2. táblázat: M6 autópálya áthaladási adatai a 2018-as évre vonatkozóan

jobb pálya				szakaszok forgalmi adatai			
állomás	szelvény	rögzített áthaladások száma (minden járműkategória)	rögzített áthaladások száma (D1 járműkategória)	szakasz	SC darabszám D1	SC arány a szakasz forgalmához képest*	SC átlag**
Érd	22+293	4 983 254	3 637 530	Érd-Kulcs	1 881 822	82,6%	-
Kulcs	58+365	3 197 245	2 279 715	Kulcs-Szedres	949 512	69,4%	
Szedres	133+455	1 979 676	1 368 032	Szedres-Hímesháza	546 980	65,4%	
Hímesháza	181+854	1 307 842	838 715				
összesen		11 468 017	8 123 992	összesen és átlag	3 378 314	72,4%	75,3%
bal pálya				szakaszok forgalmi adatai			
állomás	szelvény	rögzített áthaladások száma (minden járműkategória)	rögzített áthaladások száma (D1 járműkategória)	szakasz	SC darabszám D1	SC arány a szakasz forgalmához képest*	SC átlag**
Hímesháza	181+828	1 319 057	828 329	Hímesháza-Szedres	557 211	39,6%	-
Szedres	133+405	2 055 496	1 406 033	Szedres-Kulcs	996 244	43,3%	
Kulcs	58+340	3 229 757	2 302 313	Kulcs-Érd	1 908 722	54,3%	
Érd	22+318	4 825 156	3 514 729				
összesen		11 429 466	8 051 404	összesen és átlag	3 462 177	45,7%	47,9%
összesített adatok				összesített szakasz adatok			
irány	szelvény	rögzített áthaladások száma (minden járműkategória)	rögzített áthaladások száma (D1 járműkategória)	szakasz	SC darabszám D1	szakaszok SC arányai pálya oldalanként	Globális SC átlag
jobb	22+293-181+854	11 468 017	8 123 992	Érd-Hímesháza	3 378 314	75,3%	-
bal	181+828-22+318	11 429 466	8 051 404	Hímesháza-Érd	3 462 177	47,9%	
összesen		22 897 483	16 175 396	összesen és átlag	6 840 491	szakaszok átlaga: 61,6%	58,4%

* a számítás során az adott szakasz végén detektált áthaladások számához történt az arányosítás

** összes SC / összes áthaladás a szakasz végpontokon

3. táblázat: M6 autópálya forgalmi elemzésének főbb eredményei

paraméterek	szakaszok		jobb pálya		bal pálya	
	északi szakasz 22+293-58+365	középső szakasz 58+365-133+455	déli szakasz 133+455-181+854	déli szakasz 181+828-133+405	középső szakasz 133+405-58-340	északi szakasz 58-340-22+318
hossz (km)	36,072	75,09	48,399	48,423	75,065	36,022
t_{min} (sec)	999	2079	1445	1440	2079	998
$\overline{v}_{tmin}$ (km/h)	130	130	121	122	130	130
vizsgált napok száma (db)	365	352	352	365	365	365
összes SC áthaladás (db)	1 881 822	949 512	546 980	557 211	996 244	1 908 722
átlagsebesség (km/h)	123,4	125,1	118,9	116,6	125,2	124,2
szórás	19,8	21,6	20,32	20,44	20,69	19,72
medán (km/h)	126	129	122	120	129	127
V_{85} (km/h)	140	143	136*	143*	142	140
130 km/h feletti forgalom aránya (eloszlás fg alapján)	38,4%	45,2%	50,2%*	42%*	44,8%	40,2%
99,99% tartomány vége (km/h) **	210	220	230*	225*	220	210

* Korrigált sebességértékekkel számolva, hogy a szakaszokra vonatkozó eredmények egymással összehasonlíthatók legyenek.
** A sebesség gyakoriság és eloszlás diagramok sebesség értékeit eddig vannak skálázva, e felett torzítás nélkül nem lehetne ábrázolni a görbéket.

A vizsgálat a 2018. évi adatokkal készült (2018. január 1-től 2018. december 31-ig keletkezett adatokkal), D1-es díjkategóriába⁴ tartozó járművekre vonatkozóan. Az autópálya üzemeltetők által biztosított információszerzés alapján ebben az időszakban a teljes autópályán egy olyan korlátozással járó, legalább 168 órán át tartó fenntartási és karbantartási munkát került azonosításra, amely képes volt befolyásolni az eredményeket. Ezen adatokat a számítások során figyelembe vettük.

A vizsgálat során meghatároztuk az átlagsebesség-mérés szempontjából a forgalmat minden szakaszra. Figyelembe vettük, hogy a szakasz végpontján lévő berendezés összesen hány áthaladási eseményt detektált (a forgalomban pályaalokként aszimmetria tapasztalható, mivel Budapesttől távolodva a forgalom csökken, továbbá az ellenőrző rendszer a forgalom szempontjából nem tekinthető zártnak – a portálok között vannak fel- és lehajtási lehetőségek). Ezt követően ellenőriztük, hogy hány olyan egyedi rendszám volt, amely megjelent a szakasz elején elhelyezkedő portál alatt is (SC *darabszám*). Ezeket arányosítottuk a szakasz végén található forgalommal. A részletes adatokat a 2. táblázat tartalmazza.

Az eredmények alapján látható, hogy az M6-os autópályán az összes elhaladó forgalom közel 60%-a jelenik meg két egymást követő portál alatt a hálózat valamely részén.

A keresztmetszetek közötti eljutási idők alapján a szerzők megvizsgálták az egyes szakaszok jellemzőit, amit a 3. táblázatban foglaltunk össze. A táblázat a szakaszok adatait és a vizsgálati eredményeket tartalmazza. Lényeges, hogy a fix korlátozások miatt az

- A motorkerékpár, valamint a legfeljebb 3,5 tonna megengedett legnagyobb össztömegű, legfeljebb 7 személy szállítására alkalmas személygépkocsi és annak pótkocsija. Ezen díjkategóriába tartozó járművek forgalmi engedélyében a J mezőben M1 bejegyzés és az S1 mezőben 7 vagy kisebb szám szerepel.
- 85%-os jellemző sebesség az a sebességérték, melynél a vizsgált helyszínen, annak időpontjában a mért járművek 85%-a ezen, vagy ennél kisebb sebességgel közlekedett. Közlekedésbiztonsági és forgalomáramlási szempontból is az volna a kívánatos, hogy a 85%-os sebesség és az adott helyen érvényes sebességkorlát közel azonos legyen.

autópálya déli szakaszán, ha a felhasználó a maximális engedélyezett sebességgel halad, akkor az átlagsebesség pályaváltástól függően 121 vagy 122 km/h. Az összemérhetőség érdekében ezek az alacsonyabb értékek 130 km/h-ra arányosításra kerültek, így lehetővé téve, hogy összevontan lehessen elemezni a szakaszokat.

Az eredmények alapján látható, hogy az autópálya-szakaszokon közlekedő járművezetők egy jelentős része nem tartja be a 130 km/h-s

maximális sebességhatárt. Továbbá a 85%-os sebességértékek is jóval magasabbak a sebességhatárnál.

Az elemzés során vizsgálat tárgyát képezte, hogy a hét napjai bírnak-e érdemi befolyással a gyorsraírásra vonatkozóan, azonban a munka- és munkaszüneti napok közötti érdemi különbség nem tapasztalható.

5.2. M5 autópályára vonatkozó elemzési eredmények

4. táblázat: M5 autópálya áthaladási adatai a 2018-as évre vonatkozóan

jobb pálya				szakaszok forgalmi adatai			
állomás	szelvény	rögzített áthaladások száma (minden járműkategória)	rögzített áthaladások száma (D1 járműkategória)	szakasz	SC darabszám D1	SC arány a szakasz forgalmához képest*	SC átlag**
Ócsa	29+252	11 100 444	6 815 257	Ócsa-Lajosmizse	3 862 900	77,6%	-
Lajosmizse	70+264	8 176 711	4 980 357	Lajosmizse-Kecskemét	3 348 575	82,4%	
Kecskemét	88+147	7 043 015	4 066 408	Kecskemét-Domaszék	925 366	74,2%	
Domaszék	164+708	1 808 183	1 247 657	összesen és átlag	8 136 841	78%	
összesen		28 128 353	17 109 679				
bal pálya				szakaszok forgalmi adatai			
állomás	szelvény	rögzített áthaladások száma (minden járműkategória)	rögzített áthaladások száma (D1 járműkategória)	szakasz	SC darabszám D1	SC arány a szakasz forgalmához képest*	SC átlag**
Domaszék	164+734	1 704 112	1 154 952	Domaszék-Kecskemét	806 309	21,7%***	-
Kecskemét	88+173	6 463 394	3 719 938	Kecskemét-Lajosmizse	2 916 252	67,3%	
Lajosmizse	70+238	7 164 284	4 334 107	Lajosmizse-Kecskemét	3 491 982	53,6%	
Ócsa	29+278	10 462 896	6 517 386	összesen és átlag	7 214 543	47,5%	
összesen		25 794 686	15 726 383				
összesített adatok				összesített szakasz adatok			
irány	szelvény	rögzített áthaladások száma (minden járműkategória)	rögzített áthaladások száma (D1 járműkategória)	szakasz	SC darabszám D1	szakaszok SC arányai pálya oldalanként	Globális SC átlag
jobb	29+252-164+708	28 128 353	17 109 679	Ócsa-Domaszék	8 136 841	79%	-
bal	164+734-29+278	25 794 686	15 726 383	Domaszék-Ócsa	7 214 543	49,5%	
összesen		53 923 039	32 836 062	összesen és átlag	15 351 384	szakaszok átlaga: 64,3%	61,7%

* a számítás során az adott szakasz végén detektált áthaladások számához történt az arányosítás

** összes SC / összes áthaladás a szakasz végpontokon

*** az M43-as autópálya jelentette kapcsolódó forgalmat részletesen nem vizsgáltuk.

5. táblázat: M5 autópályán 2018 év során végzett fenntartási munkálatok által érintett és vizsgálat alá vont korlátozások

szakasz	jobb pálya			bal pálya		
	Ócsa-Lajosmizse 29+252-70+264	Lajosmizse-Kecskemét 70+264-88+147	Lajosmizse- Ócsa 70+238- 29+278	Kecskemét-Lajosmizse 88+173-70+238		
t_{min} (sec)	1128	495	1134	497		
szakasz hossz (km)	41,012	17,883		17,935		
korlátozások (km/h)	60	80 és 60	60	60	és 100	60 és 80
korlátozás teljes hossza (km)	8,35	8,9	8,65	7,4	6,8	5,5
t'_{min} korlátozással (sec)	1398	771	775	734	665	623
$\overline{v_{t_{min}}}$ (km/h)	105,6	83,5	83,1	87,7	97,1	103,6
időszak (hó és nap)	06.02-06.07	05.08-05.13	07.04-07.10	06.17-07.01	07.04-07.10	05.19-06.13
vizsgált napok száma (db)	6	6	7	15	7	26
összes SC áthaladás (db)	57 478	56 858	100 023	164 798	40 527	268 595
mért átlagsebesség (km/h)	109,9	107,2	105,9	109,5	113,7	108,2
szórás	18,4	11,6	11,4	11,7	11,2	18,3
medián (km/h)	114	107	106	109	116	113
v_{85} (km/h)	125	118	117	121	122	124
$\overline{v_{t_{min}}}$ feletti forgalom aránya (elosztás fg. alapján)	67,6%	97,1%	98,1%	96,1%	87,2%	77,4%
99,99% tartomány vége (km/h) *	170	170	155	165	160	165
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160
					160	160

A vizsgálat jelen esetben is a 2018-as adatokkal, D1-es díj kategóriába tartozó járművekre vonatkozóan készült, hasonlóan az M6-os autópályához. Az elemzés során külön érdekesség, hogy 2018 nyarán számos olyan sebességhatárolóval járó fenntartási munkát végeztek az autópályán, amelyek tartósan – legalább 168 órán keresztül – akadályozták a 130 km/h-s haladást. Így lehetőség volt annak vizsgálatára is, hogy az ilyen jellegű korlátozások hogyan befolyásolják a valós haladási sebességeket.

5.3. Időszakos forgalomkorlátozások hatásai

A sebesség gyakorlati és eloszlás diagramok sebesség értékei eddig vannak skálázva, e féltt torzítás nélkül nem lehetne ábrázolni a görbékét.

adott adatok alapján (pályaoldal, pontos idő, korlátozás mértéke, kezdő- és végszelvény) a szerzők meghatározták minden pályaoldalra vonatkozóan a munkálatokkal érintett időszakokban azt a minimális időt ($t'_{\min}$), ami a sebességhatárolások betartása mellett a szakasz megtételéhez szükséges. A távolság és a minimális idők alapján az adott időszak átlagsebessége is meghatározható volt ($\overline{v_{t'_{\min}}}$). Az áthaladási és a minimum idők alapján lehetővé vált annak meghatározása, hogy a korlátozások milyen hatást gyakoroltak a forgalomra.

A szakaszokon több, egymásba érő, illetve szakaszosan elhelyezkedő korlátozás volt. Terjedelmi okokból csak néhány, szignifikáns és nagy kiterjedésű munkálatokhoz kapcsolódó eredményt mutatunk be (5. táblázat). A táblázat tartalmazza a szakaszok főbb jellemzőit és a korlátozások forgalomlefoylásra gyakorolt hatásait is.

Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a sebességhatárolásokkal érintett autópálya-szakaszokon a járművezetők meglehetősen kis hányada tartja be a korlátozásokat. Ráadásul ez az arány annál alacsonyabb, minél jelentősebb a korlátozás mértéke. Hosszantartó 60 vagy 80 km/h-s korlátozás esetén a járművezetők csupán néhány százaléka tartja be a sebességhatárokat, továbbá a mérés sajátosságából fakadóan az is lehetséges, hogy a járművezetők ezeken a szakaszokon is az engedélyezett legmagasabb sebességnél gyorsabban közlekednek, viszont a többi, korlátozással nem érintett részen alacsonyabb sebességgel haladnak.

A jobb pálya Lajosmizse–Kecskemét szakaszán érvényben lévő korlátozások esetén a korlátozással érintett időszakban a számított átlagsebességet csupán a közlekedők 2-4%-a tartotta csak be.

6. KITEKINTÉS

Az újtípusú sebességmérési rendszer bevezetése számos új lehetőséget biztosít az úthálózati infrastruktúra üzemeltetőjének, illetve a rendszeroperátornak is. A felsorolás ezeket vázlatosan tartalmazza, mint potenciális lehetőségeket, amelyeket a közlekedési intézményrendszer adott szereplői ki tudnak használni:

tőségeket, amelyeket a közlekedési intézményrendszer adott szereplői ki tudnak használni:

- Az új típusú sebesség-ellenőrzési rendszer dinamikus vonali sebességhatárolással kombinálva (VJT-VMS) nem csak a baleseti mutatóra gyakorol hatást, hanem lehetőséget biztosít az adott infrastruktúra-elem kapacitásának optimális kihasználására, a forgalmi stabilitás fokozásával. Akár a kombinált, akár a szimpla ellenőrzési intézkedés bevezetésével a haladási sebességek homogénebbé válnak, így a forgalombiztonság javul.
- Az átlagsebesség-mérésről a hatóság számára történő adatszolgáltatás a NÜSZ Zrt. számára portfólió bővülést jelenthet, mivel a jelenleg rendelkezésre álló infrastruktúra segítségével biztosítani lehet ezt. Ehhez szükséges azonban, hogy a NÜSZ Zrt. az állami és önkormányzati szervek elektronikus információbiztonságáról szóló 2013. évi L. törvény hatálya alá kerüljön.
- A Rendőrhatalóságnál található hasonló berendezések által gyűjtött adatok segítségével az útdíjfizetési ellenőrzési hálózat lefedettsége növelhető, illetve NÜSZ infrastruktúrából származó adatok segítségével a Rendőrhatalóság is bővíteni tudja az adatgyűjtési lefedettségét, ami további együttműködési lehetőséget biztosít a két szervezet között.
- Az átlagsebesség-mérés által integrált közlekedésbiztonsági intézkedés tud megvalósulni, amelynek elfogadottsága a pontszerű sebességméréshez képest magasabb, továbbá társadalmilag igazságosabb is, mivel nem egy adott pillanatbeli magatartási tevékenységet, hanem egy adott időszakra vonatkozó járművezetési cselekménysort szankcionál. Azonban jelen infrastruktúra bővítése nélkül, csak azon járműveket lehet ellenőrzés alá vonni, amelyek legalább két díjellenőrző portál alatt elhaladnak. Ez a teljes forgalom egy jelentős (kb. 60%-a) része, azonban nem az összes felhasználó.
- Az ellenőrzési mélység növelésnek egyik lehetősége a mobil díjellenőrző járművek által gyűjtött ellenőrzési adatok és az

autópálya rendőrség által végrehajtott pontszerű mérésekből származó adatok integrálása a teljes átlagsebesség-mérő hálózatba (pontosság szempontjából az így gyűjtött adatok megegyeznek a fix portálok adatainak pontosságával – GPS alapú hely és időazonosítás valósul meg).

- Lehetőség lenne a bírságolási sávok és adott esetben a hozzájuk tartozó bírságtételek átalakítására, hogy ne csak extrém gyorsajtókra (150 km/h felett haladók) szabjanak ki bírságot.

7. ÖSSZEFOGLALÓ

A cikkben a szerzők az átlagsebesség-mérés bevezetését vizsgálták. A tanulmány tudomásunk szerint egyedülálló abban, hogy ez az első olyan hazai elemzés, mely jelentős mennyiségű és hosszú időtartamú – több félévnnyi – valós forgalmi adat felhasználásával készült. A vizsgálatok fókuszában a gyorsforgalmi úthálózat állt, azon belül is két kiemelt jelentőségű autópálya az M5 és az M6, amelyek a forgalomnagyság és az időszakos korlátozások szempontjából a 2018-as évben jelentősen eltérő paraméterekkel rendelkeztek.

A vizsgálat során az elemzés tárgyát képezte, hogy a járművezetők miként módosítják haladási sebességüket tereléssel és sebességhorlátozásokkal érintett autópálya szakaszokon, és azokat milyen arányban tartják be. Ehhez kapcsolódóan a tanulmány egyik fő megállapítása, hogy a teljes forgalomban a résztvevők csupán elenyésző aránya tartja be a korlátozásokat. A szabályokat betartók aránya fordított arányosságot mutat a korlátozással érintett szakasz hosszával és az aktuálisan életbe léptetett sebességhorlással. Ezen megállapítást az M5-re vonatkozó forgalmi adatok feldolgozása alapján tettük.

[9] megállapításai 15 évvel később is megállják a helyüket. A gyorsajtás továbbra is jellemző, és a kutatási eredmények hasonló összefüggéseket mutatnak. A sebességek 85%-a továbbra is a megengedett legnagyobb sebesség felett alakul. Az elemzés alá vont szakaszokon azonban a korábbi vizsgálatokban szereplő, a hét napjain belüli ingadozások nem mutathatók ki.

A kutatási téma kiválasztásánál domináns szempontot játszott, hogy a gyorsforgalmi úthálózaton bekövetkező balesetek jelentős része (halálos baleset 50%-a, súlyos és könnyű baleset ~45%-a) a sebesség nem megfelelő megválasztása miatt következett be. Ezen túlmenően a téma aktualitását fokozta, hogy az elmúlt években a gyorsforgalmi úthálózat különböző helyszínein számos olyan súlyos és halálos közlekedési baleset történt, amelyek terelésekkel érintett szakaszokon következtek be.

A közlekedésbiztonság növelése a teljes társadalom közös érdeke. Azonban az eredmények alapján kijelenthető, hogy ez **soft** intézkedésekkel, a járművezetők önmérsékletének fokozásával is csak alacsony hatékonysággal járható út, mivel a többség nem veszi figyelembe a sebességhorlátozásokat. A korlátozások teljes körű és hatékony betartása csak **hard** (kényszerítő, szankcionálást kilátásba helyező) intézkedésekkel lehetségesek.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Aarts, L. & Schagen, I. V. 2006. Driving speed and the risk of road crashes: A review. *Accident Analysis and Prevention*, 38, 215-224. DOI: <http://doi.org/djq87b>
- [2] Allsop, R.E., 1995. Reducing Traffic Injuries Resulting from Excess and Inappropriate Speed. *European Transport Safety Council, Brussels*.
- [3] Elvik, R.: *The Power model of the relationship between speed and road safety*, TOI report 1034/2009, 2009
- [4] Fred Wegman, Charles Goldenbeld (2006). Speed management: enforcement and new technologies R-2006-5. Leidschendam, SWOV Institute for Road Safety Research, The Netherlands
- [5] Glendon, A.I., 2007. Driving violations observed: An Australian study. *Ergonomics* 50 (8), 1159-1182. DOI: <http://doi.org/dfbkqk>
- [6] Høye, Alena Katharina (2014). Evaluation of the crash effects of section control. *Institute of Transport Economics Norwegian Centre for Transport Research* 978-82-480-1547-5

- [7] <https://www.vajma.info/cikk/szerbia/25764/Aprilistol-minden-szerbiai-autopalyan-merik-az-atlagsebesseget.html>
- [8] <https://www.vezess.hu/magazin/2018/09/20/atlagsebesseg-meresre-keszul-a-rendorseg/>
- [9] Jankó Domokos, Csenki László, Jákló Zoltán, Magyar Gábor 2004. Sebesség az M1 és az M7 autópályán. *Közúti és Mélyépítési Szemle* 2004. Vol. 54. Issue 10. PP 11-20.
- [10] Korthof, E.W. 2014. Effects of section control on traffic safety at Dutch motorways. *Delft University of Technology*. Netherlands <http://resolver.tudelft.nl/uuid:261d7c62-a784-473c-98b6-85abe72ffd33>
- [11] Központi Statisztikai Hivatal, adatszolgáltatás 2019.
- [12] Malenstein, J. 1998. Automated video speed enforcement and trajectory control, combined with fully automated processing. *Intelligent Transport Systems; Towards the new horizon together*. Seoul, Korea.
- [13] Montella, A., Persaud, B., D'Apuzzo, M., & Imbriani, L. (2012). Safety evaluation of automated section speed enforcement system. *Transportation Research Record*, (2281), pp. 16-25. DOI: <http://doi.org/ddn7>
- [14] Ragnøy, A. (2011). Automatic section speed control. Results of Evaluation. Norwegian Public Roads Administration, Directorate of Public Roads, Oslo.
- [15] Soole, D., Fleiter, J., Watson, B., 2012. Point-to-Point Speed Enforcement (AP-R415- 12). *Austroads*, Sydney.
- [16] Soole, D.W., Watson, B.C., & Fleiter, J.F. (2013). Effects of average speed enforcement on speed compliance and crashes: A review of the literature. *Accident Analysis and Prevention*, 54, 46-56. DOI: <http://doi.org/ddn8>
- [17] Stefan, C. (2006) Section control – automatic speed enforcement in the Kaisermühlen tunnel (Vienna, A22 Motorway). *Austrian Road Safety Board (KvF)*, Vienna



Traffic analysis of highway sections using the average speed measurement method

In this article, the authors investigate the introduction of average speed measurement. As far as we know, this study is unique in that it is the first domestic analysis based on significant amounts of real traffic data, collected over a long-term period – over several semesters. The focus of the investigations was the highway network, and in particular, two highways of high priority: M5 and M6, which had significantly different parameters in terms of traffic volume and seasonal restrictions in 2018.



Verkehrsanalyse von Schnellstraßenstrecken mit der Methode der Durchschnittsgeschwindigkeitsmessung

In diesem Artikel untersuchten die Autoren die Einführung der Durchschnittsgeschwindigkeitsmessung. Diese Studie ist unseres Wissens einzigartig, indem sie die erste inländische Analyse darstellt, welche mit der Verwendung aus einem langen Zeitraum (mehreren Halbjahren) stammenden realen Verkehrsdaten erheblicher Menge erstellt wurde. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stand das Schnellstraßen-Netz, darunter die beiden bedeutsamen Autobahnen M5 und M6, die im Jahre 2018 hinsichtlich ihres Verkehrsaufkommens und der saisonalen Beschränkungen signifikant unterschiedliche Parameter aufwiesen.

Támogatóink



Innovációs és Technológiai
Minisztérium

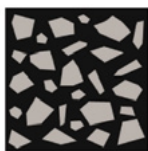


FÜMTERV



STADLER

Stadler Trains Magyarország Kft.



EUROASFALT
ÉPÍTŐ ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT.

HungaroControl

Magyar Légiforgalmi Szolgálat

