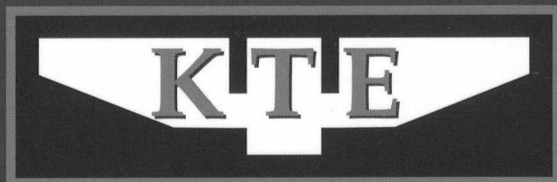


LXIV. ÉVFOLYAM 6. SZÁM
2014. DECEMBER

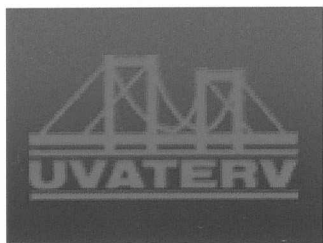
KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE



A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET SZAKLAPJA
ALAPÍTVÁ 1951-BEN

Támogatóink

SIEMENS **KTI**
Alapítva - Since 1938

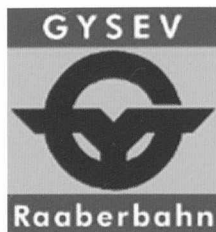


STADLER

Stadler Trains Magyarország Kft.

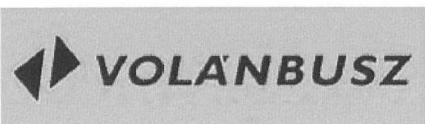


**Nemzeti Fejlesztési
Minisztérium**



HungaroControl

Magyar Légiforgalmi Szolgálat



- Agria Volán Zrt. • Alba Volán Zrt. • Bács Volán Zrt. • Bakony Volán Zrt.
• Balaton Volán Zrt. • Borsod Volán Zrt. • Gemenc Volán Zrt.
• Hajdú Volán Zrt. • Hatvani Volán Zrt. • Jász kun Volán Zrt. • Kapos Volán
Zrt. • Kisalföld Volán Zrt. • Körös Volán Zrt. • Kunság Volán Zrt.
• Mátra Volán Zrt. • Nógrád Volán Zrt. • Pannon Volán Zrt.
• Somló Volán Zrt. • Tisza Volán Zrt.
• Vasi Volán Zrt. • Vértes Volán Zrt. • Zala Volán Zrt.

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

A közlekedési szakterület tudományos lapja
VERKEHRSWISSENSCHAFTLICHE RUNDSCHAU
Zeitschrift des Ungarischen Verein für Verkehrswissenschaften
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. Gilicze Éva elnök
Dr. Katona András főszerkesztő

Dr. Békési István
Berta Tamás
Bretz Gyula
György Tibor
Horváth Lajos
Dr. Ivány Árpád
Mészáros Tibor
Dr. Prileszky István
Szécsy István
Szűcs Lajos
Dr. Tánzos Lászlóné
Dr. Tóth János
Dr. Tóth László

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

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.

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 Közlekedéstudományi Szemlélt vagy annak részleteit a Szerkesztőbizottság írásos engedélye nélkül bármilyen formában reprodukálni és közölni tilos.

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

A lap egyes számai megvásárolhatók a Közlekedéstudományi Egyesület Titkárságán (1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. 235.),

TARTALOM

Dr. Sárközi György PhD

A konnektivitás jelentősége a közösségi közlekedésben és hazai alkalmazása:
Connected Bus 4

Szauter Ferenc – Dr. Péter Tamás

– Dr. Bokor József

Térbeli nemlineáris járműdinamikai analízis, komplex közúti közlekedési folyamatmodell alkalmazásával 19

Dr. Tóth Géza – Dr. Kincses Áron

Gravitációs analógián alapuló elérhetőségi modellek: elmélet és gyakorlat (2. rész) 30

Schváb Zoltán - Győri Gyula - Szepessy Kornél - Szalai Krisztina

Összhangban az európai törekvésekkel A KFOR (Koszovói Nemzetközi Biztonsági Erő) szektor megnyitása – határokon átívelő szolgáltatás a magyar léginavigációs központból 36

Víg Márton

A "Táltos" személyszállító katararán építése 45

Melléklet

Közlekedésbiztonság – Közlekedési környezetvédelem

Sándor Zsolt Péter

Időjárás eseményekkel kapcsolatos közlekedésbiztonsági üzenetek forgalmi hatása 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.

A konnektivitás jelentősége a közösségi közlekedésben és hazai alkalmazása: Connected Bus

A tanulmány a közösségi közlekedésben végrehajtott közlekedés-informatikai fejlesztések nyomán megnyíló lehetőségeket tárja fel az infokommunikációban és személygépkocsi gyártásban jellemző trendek közösségi közlekedésbeni analógiáinak bemutatásával. A konnektivitás nem csak a szolgáltatások komfortját, hanem a hatékonyabb közlekedési munkamegosztást, a jobb regionális elérhetőséget is jelentősen javíthatja.

Dr. Sárközi György PhD

az Észak-magyarországi Közlekedési Központ Zrt. vezérigazgatója
a Volán Egyesülés elnöke
e-mail: gsarkozi@borsodvolan.hu

1. BEVEZETÉS

A konnektivitás fogalma az angol nyelvű szakirodalomból válik ismét használatossá a modern technológiákban: mint általánosan összekapcsolhatóságot, összeköthetőséget jelentő, de a közlekedésben részvevő járművek infokommunikációjának fejlődése során egyre bővülő közlekedésinformatikai tartalommal felruházható terminus technicus.

A közlekedési ágazat fejlesztésére, ezen belül természetesen a közösségi közlekedésére ma már a legrelevánsabb hatással az informatika, az infokommunikáció, a járműgyártás és a logisztika trendjei és tendenciái vannak. Ezek multidiszciplináris együtthatása eredményezi napjainkra a közlekedési konnektivitás megteremtésének szükségességét. A személygépkocsi-gyártó cégek és informatikai vállalkozások együttműködése jelentős eredményeket mutat fel a „Connected Car” elnevezéssel illetett együttműködő rendszerek tekintetében, és már vannak úttörő példák a city logisztikában és a városi közlekedésben is. A tanulmány a magyar közösségi közlekedésben megvalósítható megoldásokat veszi számba.

A lehetőségek megismeréséhez részletesen bemutatja az informatikában és logisztikában kialakuló megatrendeket, és a „Connected Car”-rendszer, mint benchmarkot alapul véve mutat rá a közösségi közlekedés területén fejleszthető területekre, arra, hogy hazánkban mit jelenthet a „Connected Bus” fogalma és tartalma.

2. INFORMATIKAI ÉS INFOKOMMUNIKÁCIÓS MEGATRENDEK

Az informatikai megatrendek sok szerző, kiadvány és publikáció megfogalmazásában megismerhetők, ezek közül főleg azok kiemelendők, amelyek a személyszállítási folyamatok logisztikájára és a közösségi közlekedésre vannak hatással.

Iparági elemzők – köztük *Josh Richards* - véleménye szerint a **mobilitás** és a **közösségi média** a legfontosabb hajtóereje az üzleti folyamatok változásának. A mobil és közösségi technológiák elterjedése vonzóbbá teheti a közösségi közlekedést, annak elérhetősége és a szolgáltatásokhoz való gyors informatikai hozzáférés rugalmas és kényelmes szolgáltatás megrende-

alapú tárolás korlátai megszűnnek, a tárolás költségei a készülék árában jelennek meg.

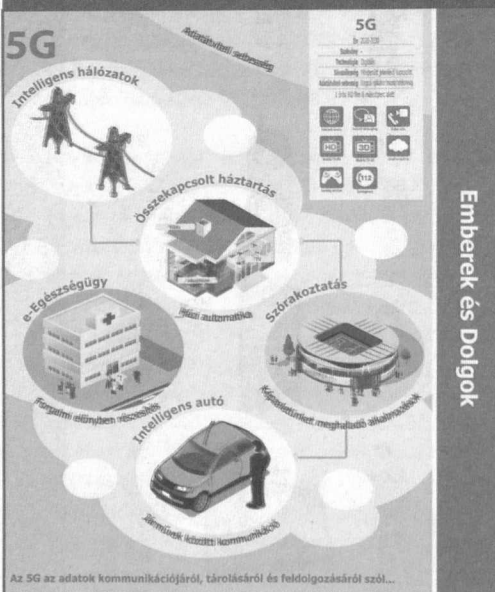
3. AZ EURÓPAI UNIÓ DIGITÁLIS STRATÉGIÁJA

Az Európai Unió a 2010-ben elfogadott ún. „Digitális agendájában” (DAE) jelölte ki azokat a területeket, amelyekben a digitális technológiák fejlesztése révén biztosítható a fenntartható intelligens növekedési pálya.

A digitális prioritásokat 2012-ben felülvizsgálták és a hét kulcsfontosságú terület között elsőként szerepel az új és stabil szélessávú kommunikációra képes környezet kifejlesztése, és szintén helyet kapott a felhalapú technológiák bevezetésének felgyorsítása.

A hálózati technológiák tekintetében a kommunikációs rendszerek következő generációja olyan valóságosan konvergált hálózat lesz, amelyben a vezetékes és vezeték nélküli kommunikáció ugyanazon infrastruktúrát használja: azt az 5G néven is ismert ultra magas sáv szélességű kommunikációs infrastruktúrát, amely a jövő hálózatba szervezett társadalmának egyik alapja (3. ábra).

3. ábra: Konnektivitás 5G révén (DAE)
Az eredeti ábra magyar szakkifejezésekkel szerkesztett változata.



4. NEMZETKÖZI KÖZLEKEDÉSI EGYÜTTMŰKÖDÉS

Az Európai Unió együttműködik az Egyesült Államokkal, Japánnal és Kínával közlekedés-kutatási politikáik (Transport Research Policy) összehangolásában, elsősorban az Intelligens Közlekedési Rendszerek (ITS – Intelligent Transport Systems) vonatkozásában. Ezen belül is az egyik legújabb, de igen gyorsan fejlődő területnek tekinthetők az együttműködő rendszerek (Cooperative Systems), amelyekben a járművek egymással és az infrastruktúrával is kommunikálni képesek. Ezen rendszerek fejlesztését támogatja az is, hogy az unió ösztönzi az üzemeltetés során keletkező forgalmi adatok kutatási-fejlesztési célú megosztását és hasznosítását. Az Európai Bizottság 2014 januárjában elindította a „FOT-Net Data” elnevezésű projektet, amelyben a kutatók és fejlesztők részére lehetővé teszi a különböző kísérleti és teszt üzemeltetések során keletkező forgalmi adatokhoz való hozzáférést. Már 2008 óta folynak olyan projektek, amelyekben járművezetők ezrei tesztelnek járműinformatikai megoldásokat: többek között adaptív vezetéssegítő és balesetmegelőző rendszereket, amelyeknél egyre fontosabb szerepet kap a járművek közötti kapcsolat lehetővé tévő, rövid hatótávolságú, vezeték nélküli kommunikáció. A nagyüzemi kísérletek között összegyűjtött forgalmi adatok hasznosítása nem csak a projektben részt vevő szakemberek, hanem szélesebb körű tudományos alkalmazásra is kiterjedhet, aminek révén a legjobb gyakorlat alakítható ki.

5. LOGISZTIKAI MEGATRENDEK

A közösségi közlekedést – személyszállítási logisztikai rendszerként felfogva – informatikai fejlődése tekintetében számos logisztikai trend befolyásolja. Ezért célszerű és érdemes áttekinteni mindazon megatrendeket, amelyek a logisztikai folyamatokat 2025-ig alakítják.

Steve Banker szakkikében a vezető amerikai logisztikai szövetség, az MHIA (Material Handling Industry of America) szakértőjét, Gary Forgert idézve a 2014 januárjában közzétett tanulmány alapján a megatrendeket az

alábbiak szerint foglalta össze:

- az elektronikus kereskedelem növekedése,
- a könyörtelen verseny,
- a tömegméretű perszonalizáció,
- az urbanizáció,
- a mobil és viselhető számítástechnikai eszközök,
- a robotok és az automatizálás,
- a szenzorok és a „Dolgok” internete,
- a Big Data és Prediktív analitika,
- a változó munkaerő,
- a fenntarthatóság.

A felsorolt megatrendek közül a konnektivitás szempontjából a relevánsabb trendek rövid elemzése indokolt.

A személyszállítási logisztika számára az urbanizáció természetesen hasonlóképpen kihívásokat jelent, mint a szállítási láncok tekintetében. Bár hazánkra a világméretű trendek nem teljes mértékben érvényesíthetők, de mindenképpen mérlegelni kell, hogy az urbanizáció a fejlődő világban vidékről a városokba történő migrációból, míg a fejlett országokban a reurbanizációból táplálkozik. Az Egyesült Nemzetek (UNO) becslése szerint 2050-re a fejlődő világ lakosságának 64%-a, a fejlett világéénak 85%-a már városokban él. Ez a tendencia segítheti a közösségi közlekedés térnyerését az egyéni motorizációval szemben.

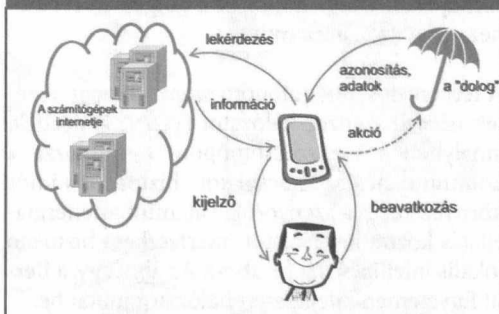
A mobil számítástechnika fejlődésében elkövetkezik a „viselhető” számítástechnikai eszközök és az intelligens szenzorok korszaka, amikor ezek szemüvegbe, karórába vagy éppen ruhaneműbe „ágyazva” hordhatók, és folyamatos digitális inputot, megosztást, interakciót – tehát konnektivitást – tesznek lehetővé, létrehozva ezzel a „connected passenger” fogalmát.

A robotika és automatika gyors fejlődése az autonóm vezérléstechnikai technológiákkal társítva lehetővé teszi, hogy egy jármű a beépített intelligencián keresztül érzékelje a környezetét és független lokális döntéseket hozzon saját közlekedéséről, amelyeket a közösségbe szervezett tudás további hozzáadott értékkel láthat el.

1999-ben Kevin Ashton a rádiófrekvenciás azonosításban (RFID) látta azt a mechanizmust, amely révén a fizikai entitások, tárgyak

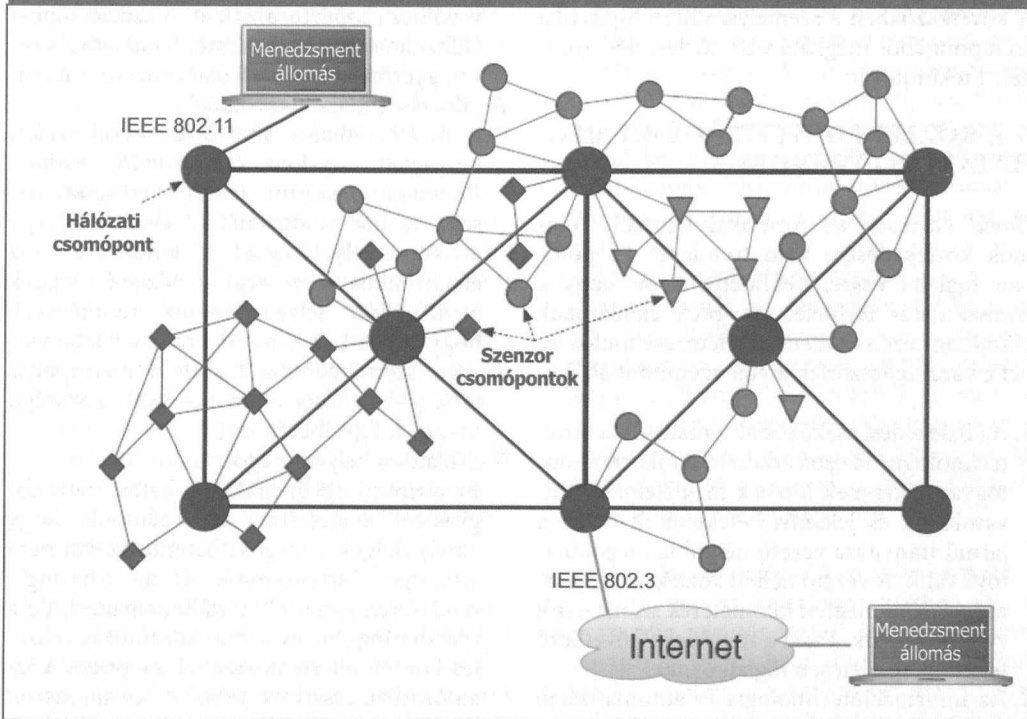
az internettel közvetlenül kommunikálhatnak, azóta azonban azok a beágyazott szenzorok terjedtek el rohamosan, amelyek emberi beavatkozás nélkül képesek internetkapcsolatra. A vezető számítástechnikai cégek már be is mutattak olyan szoftvereket, amelyek információkat gyűjtenek a valóságos fizikai entitásokhoz kapcsolódó érzékelők millióitól. (pl. az IBM WebSphere Sensor Events szoftver használatával hatalmas tömegű adat gyűjthető be és elemezhető). Az érzékelők időközben a mindennapi életünk – a dolgok – részeivé váltak: az automatikusan kigyúló világítótesteken vagy a hőmérséklet változásaira reagáló termosztátokon túl a közlekedési infrastruktúrában és a járművekben is nagy számban megjelentek. A hálózatba kapcsolt érzékelőktől származó valós idejű adatok elemzése, feldolgozása és célirányos használata javítja a nagyvárosok közlekedését. Részletes információkat adhat az utazási szokásokról és a közlekedési áramlatokról, és minden olyan fontos információról, amelyet a hálózatba kapcsolt érzékelőkből álló rendszerek fejlesztése lehetővé tesz annak érdekében, hogy a „dolgok internete” (*Internet of Things*), az egymással kapcsolatban álló, az azonosítást, a hálózatokat és infrastruktúrát, a járműveket és embereket, valamint a környezeti viszonyokat „megbeszélni” képes érzékelők világa még intelligensebb módon működhessen. Magát a kifejezést *Ashton*nak tulajdonítják, de a fogalom részletes leírását és kibontását 2010-ben *Friedemann* és *Floerkemeier* végezte el. (4. ábra)

4. ábra: A „Dolgok internete” – IoT (Friedemann)



„Az érzékelők az egyre jobban behálózott világban fontos adatokat szolgáltatnak, ezzel olyan eszközöket adnak a kezünkbe, amelyekkel szó-

6. ábra: Heterogén vezeték nélküli szenzor hálózat topológiája (Anwander)
Az eredeti ábra magyar szakkifejezésekkel szerkesztett változata.



7. ábra: Big Data ökoszisztéma egy lehetséges megoldása (Villards)
Az eredeti ábra magyar szakkifejezésekkel szerkesztett változata.



A 7. ábra egy tipikus Big Data rendszersémát mutat meg.

A következőkben a személyszállítási logisztika szempontjából meghatározó közlekedési trendeket tekintjük át.

6. A KÖZLEKEDÉS FEJLŐDÉSÉT MEGHATÁROZÓ TRENDK

David Levinson az Amerikai Egyesült Államok közlekedésére ható trendeket 14 pontban foglalta össze. Tekintettel arra, hogy a konnektivitás területén az USA élenjárónak számít, így ezen tendenciák elemzése fontos lehet a hazai fejlesztések jövője szempontjából is.

1. A közlekedési eszközök automatizálása olyan technológiai fázisba érkezett, amikor az autógyárak képesek lesznek megfelelni a kihívásoknak, és jelentős befektetések révén a jármű irányítása vezető nélkül is megoldhatóvá válik. A vezető nélkül közlekedő gépjárművek által megtett kilométerek száma évről évre növekszik. Ezzel a trenddel a következő fejezetek részletesen foglalkoznak.
2. Az információtechnológia és automatizáció fejlődése termelékenységnövekedéshez vezet, megnőhet a szabadidő, és jelentősen átrendeződnek az utazási szokások, növekednek a csúcsidőn kívüli utazások, azonban megmaradnak a forgalmi terhelések.
3. „Bigger Boxes”
Nagyobb dobozok: A szupermarket gazdaságban végbement trendhez hasonlóan, – ahol kevesebb, de nagyobb méretű üzlet keletkezett – kevesebb, de hosszabb bevásárló célú utazás valósul meg, és nő a termelőtől a fogyasztóig tartó teljes szállítási lánc is. Nagyobbak lesznek a konténerszállító hajók, tehergépjárművek és a vonatok is, nő a kapacitáskihasználás.
4. „Know on the go”
Miután a valós idejű információk bárhol hozzáférhetőek, az útiterv bármikor rugalmasan megváltoztatható. A GPS helymeghatározáson alapuló rendszerek informálnak a valós idejű forgalomról, útlezárásokról, balesetekről. Mindez felhasználható a dinamikus tervezéshez: a bizonytalankodást felváltja egy tervezhető világ.

5. „Fogyasztói szuverenitás”

A közösségi támogatások nem a közszolgáltatókhoz, hanem a közszolgáltatások igénybevevőikhez csoportosulnak át. A szülők többet áldoznának a közlekedésre, ha az utazás révén gyermekük jobb iskolai képzéshez jutna.

6. „Közelség nélküli közösség”

A *Melvin Webber* által ötven évvel ezelőtt bevezetett fogalom (*Community without Proximity*) szerinti jelenség erősödni látszik, és bár vitathatatlanul érvényesül egy „vissza a helyi dolgokhoz” tendencia is, az elektronikus közösségi hálózatok lépnek a virtuális helyébe. Ez azt eredményezi, hogy ez emberek rövid utazással lebonyolított szomszédolása helyett a metropolisz térségekben elsősorban hosszabb távolságú utazások figyelhetők meg.

7. „Tulajdon helyett megosztás”

Ez a típusú együttműködő, kollaboratív fogyasztói magatartás azon alapszik, hogy amely dolgokat megoszthatunk, azokat nem szükséges birtokolnunk. Ilyen „sharing”-rendszerek ismertek a szállodaiiparból, de a „carsharing”, magyarul közautózás is széles körben elterjedt. Azáltal, hogy egy közautózásban résztvevő jármű – *Martin szerint* – 9-13 másik járművet is helyettesíthet egy településen, jelentősen csökkenhet a gépjárművek száma. A „bikesharing” pedig a nyugat-európai minták alapján Budapesten is megvalósul.

8. „Üzlet minden”

Minden olyan vagyontárgy és eszköz, amelynek van szabad kapacitása, (saját személygépkocsi szabad ülése, vendégszoba) üzletileg hasznosulhat viszonylag csekély ráfordítás mellett.

9. „Pont most”

Az online vásárlás és a kiszállítás átalakítja a fogyasztói szokásokat, csökkenti az utazások számát: nem csak a termelő üzemek esetében, hanem a magánéletben is megvalósul a just-in-time (JIT) szállítás és fogyasztás, kialakulnak ennek az infrastrukturális feltételei: a megrendelt és kiszállított áruk fogadására alkalmas logisztikai boxok, fogadók helyek.

10. „Ez nem probléma”

Ez a trend redukálja a közlekedési forgalmat és növeli az internetes megoldások körét. A hosszú évtizedeken át folytatódó trend ki-

szorította az analóg technológiát és digitalizálta a technikai világot: digitálisak lettek a szenzorok, az adatok, a kommunikáció. Már megoldható a távmunka (tele-work), a táv vásárlás (tele-shopping) és a video-konferencia. Ezek mind az utazási szükségletet csökkentik. A dematerializált újságok, könyvek, lemezek, levelek, videók beszerzéséért nem kell járműbe ülni.

11. „Szenzoráradat”

A közlekedési infrastruktúrába (pl. az áthaladó járművek megszámlálására és a forgalomirányító jelzések vezérlésére szolgáló hurok-detektorok) és járművekbe beépített – egyre növekvő számú – szenzorokból származó adattömegből (lásd Big Data) kinyert információk nem csak az „elemzők”, hanem a közlekedésben résztvevők számára is lehetővé teszik, hogy tájékozódjanak a valós idejű eljutási és várakozási időkről, a forgalmi viszonyokról és a menetrendeknek való megfeleléséről.

12. „Az elektromos autó visszavág”

A technológia fejlődése mára lehetővé tette, hogy az elektromos autó a környezetvédelmi és energiagazdálkodási szempontok oldaláról régóta megjövendölt térhódítása a siker kapujába jusson, és elterjedjen a hagyományos üzemanyagok viszonylagosan olcsó ára és az akkumulátoros hajtásokhoz viszonyított hosszabb hatótávolsága ellenére. A Tesla már üzletileg is sikeres, az eladások száma a bevezetéstől nőtt. Sokaknak meglepő módon azonban 2014 márciusától a trend megfordult, és a részvények ára is esett. Az ok azonban nem műszaki és nem energetikai természetű, hanem a kereskedelmi stratégiára vezethető vissza. Ettől függetlenül a töltőállomások száma nő, a töltési idők csökkennek, és javul az akkumulátorok hatékonysága, miközben a hagyományos járművek emissziója a közlekedés környezetszennyezésének fő okozója. Az elektromos járművek csendesebbé teszik a települések életét.

13. „Fix it First”

A felszíni közlekedési hálózat előregedése az új beruházásokról a fenntartásra és az állapotmegőrzésre irányítja a figyelmet. Az utazóközönség nem csak a gyors átlagos eljutási időben érdekelt, hanem megbízható közlekedést és rizikómentes hidakat, utakat

igényel. Ez persze a közlekedési rendszerben többletköltségeket okoz, valamint újabb és újabb előírásokat is generál. Az infrastruktúra hiányosságai és hibái egyre gyakoribbá válnak, de a kritikus tömeget még nem érték el. Ugyanakkor az ASCE (*American Society of Civil Engineers*) szakmai riportjai már egyenesen infrastruktúra krízist emlegettek annak kapcsán, amikor 2007 augusztusában a Mississippi folyó fölött átívelő nyolcsávós híd összeomlása 13 ember halálát okozta. [15]

14. „A demokrácia laboratóriumai”

A „*Laboratories of democracy*” fogalmat az USA Legfelsőbb Bíróságán *Louis Brandeis* bíró használta egy perben, annak leírására, hogy az állam, – ha a polgárai ezt választják – egyfajta olyan laboratóriumként szolgálhat, amelyben új társadalmi és gazdasági kísérletek próbálhatók ki az ország többi részére kockázatot nem okozva.

A közlekedés és szállítás közösségi támogatása e trend szerint reálértéken csökken, és bár még mindig jelentős forrást jelent, a hiányzó finanszírozás súlyos helyi döntéseket kényszeríthet ki, amelyek alapvetően befolyásolhatják a szolgáltatások típusának és minőségi paramétereinek megválasztását, továbbá a felvállalható működtetési, karbantartási és tőkeköltségek nagyságrendjét és az ebben a helyzetben reálisan számba vehető megoldások körét.

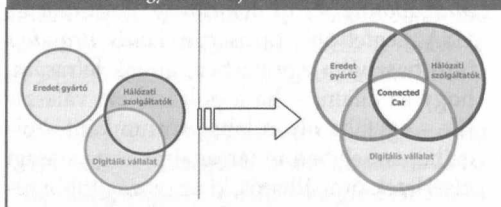
Természetesen nem lehet azt állítani, hogy ezek a trendek egy az egyben értelmezhetők *hazai viszonyainkra*, sőt még az USA-ban is élénk vita övezi őket. Azt sem lehet kimondani, hogy nincs más trend, amely akár ott, akár a világ más részén a közlekedésre befolyással lenne, de fenti gondolatok alkalmasak arra, hogy ezen a területen nálunk is kezdődjön meg, váljon intenzívebbé a tudományos kutatás és elemzés.

7. CONNECTED CAR

Miután áttekintettük az informatikai, a logisztikai és a közlekedési trendeket nem meglepő, hogy a közlekedési járműveknél, de elsősorban a személygépkocsiknál egyre terjed az internet-hozzáférés kialakítása és a lokális térségi vezeték nélküli hálózatokhoz kapcsolódás

megvalósítása. A digitális készülékek, az okos telefonok és a hálózati szolgáltatók kooperációjának fázisa után a járműgyártókkal való fejlesztési együttműködés ad újabb lendületet és jelent magasabb szintű integráltságot egy olyan jármű kialakításához, amely az internet révén kapcsolódhat a gépjárműbe szerelt és azon kívüli eszközökhöz, megteremtve ezzel a konnektivitásra képes intelligens járművet, a „Connected Car”-t (8. ábra).

8. ábra: A Connected Car fejlesztési kooperációjának sémája (AutoScout24)
Az eredeti ábra magyar szakkifejezésekkel szerkesztett változata.



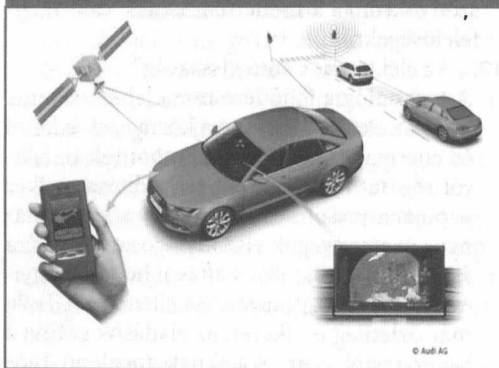
Az AutoScout24 „Connected Car 2014” ez év júliusában kibocsátott szakmai összeállításában közölt felmérés szerint a 10 fő használati ok a következő:

1. valós idejű forgalmi információ (5.83)
2. eCall (5.46)
3. balesetmegelőzési prevenció (M2M communication) (5.46)
4. adatfelhő segítségével végrehajtott öndiagnosztika (5.43)
5. intermodális útvonaltervezés (5.25)
6. intelligens parkolás – szabad parkolóhely hozzáférés segítése (5.13)
7. rosszul megválasztott útvonal figyelmeztetés (5.09)
8. használat alapú biztosítás (5.08)
9. WLAN a gépjárműben (5.04)
10. lejátszási listák szinkronizálása (5.00)

A felsorolt főbb okokon kívül a navigációs szolgáltatások esetében további lehetőségek: a célinformációk elősegítése a *POI-ok (Points of Interest)* segítségével, a parkoló jármű megtalálása, az intelligens parkolás, a parkolóhely előrefoglalása, az automatikus közlekedési jelzésfelismerés, a lokális rendezvényinformáció. A biztonság témakörében kiemelendő még a járművezető egészségi állapotdiagnózisának lehetősége, míg az úgynevezett infotainment szolgáltatások közül a zeneletöltés, a gépjárműkijelzőbe történő médiaátjátszás (mirror-linking),

az üzleti funkciók (naptár, címjegyzékek, stb.) használata, a közösségi média-hozzáférések, a helymegosztás és nyomkövetés játszanak fontos szerepet a használók számára. A távoli elérési telematikai megoldások kiterjednek az ellopott jármű felderítésére, a gépjármű-felügyeletre, a vezetési magatartás elemzésére és az üzemanyag-felhasználás optimalizálására. Megoldások léteznek már a személygépkocsi megosztott használatánál az „ad hoc carpooling” megvalósítására, a kombinált gépjármű és parkolóhely foglalásra és a kulcsok cseréje nélküli magánjármű megosztásra is. Hasznos funkció a gépjárműben felejtett eszközökre történő figyelmeztetés, az elektronikus útdíjfizetés vagy a gépjármű maradványértékének megküldése a használónak (9. ábra).

9. ábra: A Connected Car funkcionális sémája (AutoScout24)



A magán személygépkocsi a konnektivitás révén közösséget képeznek: egymással és a környezetükkel egyaránt. (Különösen igaz ez a carsharing és carpooling rendszerekre). A konnektivitás szinergikus hatása ugyanakkor a közösségi közlekedési rendszerben még hatványozottabban érvényesülhet. Ennek egy példáját mutatja be a következő fejezet.

8. CONNECTED BUS

A Connected Bus mint városi közlekedési pilot project 2007-ben a Cisco cég egy városfejlesztési programjához kapcsolódott. Azóta a helyi közlekedési ügynökség és a cég megoldásfejlesztési csoportja együtt készíti a projektet San Francisco városa és térsége számára.

A project keretében definiált technológiai jellemzők:

- Érintő képernyők: valós idejű (*NextMuni*) információk és várakozási idők.
- Ingyenes, vezeték nélküli internet-hozzáférés: üzleti és magán kapcsolatteremtés lehetősége laptop, ill. mobil eszköz segítségével.
- Külső LED információs rendszer: a busz környezetvédelmi jellemzőiről tájékoztat.
- Utasbiztonság: járműutközések elkerülésére szolgáló technológiafejlesztés.
- Forgalmi jelzés prioritás: járművezető segítése a torlódás elkerülésére.
- Fedélzeti szórakoztató elektronika: videók, ill. zene.
- „Find It”: szolgáltatások és célpontok a busz közelében.
- Diszpécser szolgálat: segíti a busz vezetője és a háttér személyzet közötti kommunikációt.
- Biztonsági rendszer: a busz vezetője kapcsolatba léphet kivezérelt gombon keresztül a biztonsági szolgálattal.

9. A KONNEKTIVITÁS MEGTEREMTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI A MAGYAR KÖZÖSSÉGI KÖZLEKEDÉSBEN

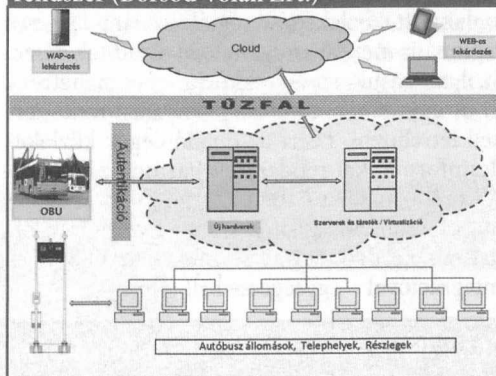
Ismert, hogy a közösségi közlekedés és infrastruktúra fejlesztésére jelentős ráfordítások történtek 2007-től 2013-ig. A fejlesztések elsősorban az épített környezet minőségének javítására, az utastájékoztató és -kiszolgálás színvonalának emelésére és a járművek fedélzeti infokommunikációs rendszereinek kialakításával a forgalomirányítás hatékonyságának emelésére irányultak. A 2014-2020-as fejlesztési periódusban fontos, hogy az eddigi fejlesztési ráfordítások jól hasznosuljanak, az újabb források allokációja során pedig koherens, együttműködő és átjárható rendszerek jöjjenek létre. A közösségi közlekedés minőségének javítása a komodális és intermodális kooperációban rejlik lehetőségek kiaknázásával érhető el, amelynek eszköze a közlekedési alágazatok, szervezetek és járművek konnektivitása.

9.1. Közlekedési vállalaton belüli konnektivitás

Az autóbuszokra szerelt fedélzeti egységek (OBU) a GPS és mobilkommunikációs techno-

lógia révén lehetővé teszik a közösségi közlekedési vonalhálózat *TRANSMODEL* adatbázisában rögzített adatainak megfelelő valós idejű helymeghatározást, továbbá a *SIRI* technológia révén történő valós idejű utastájékoztatót a hálózat pályaudvarain és megállóhelyein, valamint az interneten és mobilkészülökön. A fedélzeti eszközök a kifejlesztett infokommunikációs szoftverek révén lehetővé teszik a gépjárművezetők és a forgalomirányítók hangalapú, ill. üzenetalapú kommunikációját: előre definiált riasztások és intézkedéskérések küldésére kerül sor, a forgalom lebonyolításának eltérései azonnal érzékelhetővé válnak a beavatkozásra jogosult szakmai irányítók számára (10. ábra).

10. ábra: Fedélzeti eszközökkel támogatott utastájékoztató és forgalomirányítási rendszer (Borsod Volán Zrt.)



A rendszer a járművezető számára a napi feladatokat automatikus megjeleníti a fedélzeti egység (OBU) kijelzőjén, jelzi neki is a menetrendi eltéréseket, a késést és a sietést. Továbbá eseti feladatoknál kiválasztja a nem tervezett feladatokat a rendszerből, és értékeli azok megfelelőségét. A jármű valós adatainak értékelése, visszacsatolás a menetrend tervezési folyamatokban, így javítva a menetrendszerűséget. Használata során csökken a kihágások és eltérések száma, biztosíthatók az akadálymentesített információk, és megteremthetők a menetrendek más szolgáltatókkal való összehangolásának feltételei (11. ábra).

9.2. Regionális konnektivitás

2014 januárjától a közösségi közlekedés átalakításának folyamatában a közszolgáltatási

11. ábra: Valós idejű menetrendszerűségi információ (Borsod Volán Zrt.)



szerződéssel rendelkező Volán társaságok a kialakított közlekedési régiók szerint egy-egy regionális méretű szolgáltatóvá olvadnak össze. Szolgáltatásuk során ekkorra egy menetrendi és egy koherens utastájékoztatási rendszert kell létrehozni. Ezért az önálló cégek közlekedésinformatikai rendszereit harmonizálni kell. A korábban sok esetben eltérő rendszereket az utasok és a felhasználók számára az output oldalon – kezdetben interfészekkel, később teljes integrációval – egységessé kell tenni.

üzemanyag-gazdálkodás. Ennek eredményeképpen jelentősen javul a valós viszonyoknak megfelelő normaképzés és javul az energiahatékonyság is.

Az elektronikus jegyrendszer (*E-ticketing*) bevezetésével, nem csak a fedélzeten kiadott, ill. az előre váltott menetjegyek alapján ismerhető meg a valós utasszám, hanem a bérletes utasokról is megfelelő információ áll majd rendelkezésre. Ez az autóbusz valós kihasználásának, járatgazdásá-

Nó az autóbuszba szerelt intelligens eszközök és szenzorok száma. Valamennyi autóbuszba bekerül az üzemanyagszintjeladó, továbbá az üzemanyag-fogyasztást befolyásoló készülékek közül a fűtőkészülékekbe és a klímaberendezésekbe is szenzorok kerülnek. Ezen szenzorok egységes rendszerbe foglalásával már megvalósítható a vállalaton belüli komplex

12. ábra: OBU-ról a diszpécserközpontba érkező riasztások (Borsod Volán Zrt. rendszerlekérdezés)

Monday, August 4, 2014 03:33:48 PM

BORSOD Rendszer Műveletek Jelentések Beállítások Ellenőrzés

Vissza Jelentések Menedzsment Jelentések Riasztási és Ellérési Jelentés

* Indulási Dátum: 26.07.2014
 * Befejező dátum: 31.07.2014
 Oldal Frissítési Ideje: Kézi
 Vonal: Mind
 Riasztás státusza: Nyitva
 Társaság neve: Mind
 Garázs: Mind
 Keresés: Mind

Keresés

Riasztás

Járműről érkező riasztások

- 1 - Hív vissza
- 17 - Ajánlás
- 18 - Ajtózáras
- Menetrendtől eltérések
- 15 - Kertülő úton közlekedés
- 26 - Sietés

- 2 - Műszaki meghibásodás
- 3 - Olvasás üzenetet
- 4 - Küldj mentőautót
- 5 - Küldj tűzoltót
- 6 - Küldj rendőrt
- 11 - Sürgős
- 14 - Autómentőt kérek

Részletek Diagram

Jármű Azonosító (Rendszám)	Rendszám	Vezető kód	Vezető	Vonal	Járatszám	Garázs	Riasztási idő	Riasztás	Megálló azonosító	Tervezett Km/Új
00680	FLR926	570202	570202 - Zoltán Németh	4185		6210	31.07.2014 21:03:27			
00836	JMN962	770919	770919 - Lajos Szabó	1384		6110	26.07.2014 05:42:37			

Aktuális eredmények

ALLER KALLI KALLI KALLI KALLI KALLI

9.3. Ágazaton belüli konnektivitás

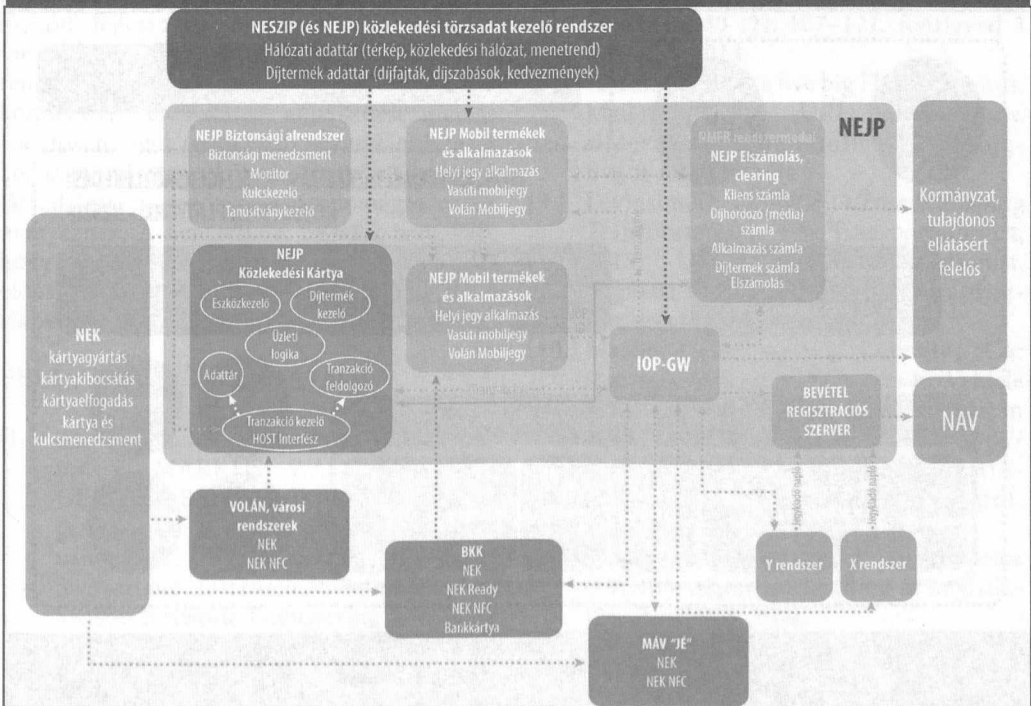
gosságának, az utazási szokásoknak az elemzésén túlmenően a zsúfoltság és a szolgáltatás minőségének megítélését is lehetővé teszi. Az elektronikus utazási igazolványok és a fedélzeti eszközök elősegíthetik a helyközi közlekedésben az igényvezérelt megoldások (DRT) bevezetését és a szabad kapacitással rendelkező iskolabuszok, taxik, falugondnoki és kistérségi járművek közösségi közlekedésbe integrálását.

Az intelligens eszközöket nemcsak a személyszállító járművekbe szerelik be, hanem a vonalszerelő járművekbe, az autómentőkbe és a közúti forgalomellenőrzés és a baleseti helyszínelés gépkocsijaiba is. A regionális diszpécserközpont által összehangolt intézkedés gyorsabbá, megbízhatóbbá teszi a rendkívüli esetek, haváriák, katasztrófhelyzetek kezelését.

A modernizációs program következtében tovább nő azon járművek száma, amelyeknél alkalmazható a távdiagnosztika és a távoli elérési, állapot-helyreállító beavatkozás (12. ábra).

A közösségi közlekedés hálózatának TRANSMODEL alapú felmérése megteremti a közlekedési alágazatok magasabb szintű együttműködésének, az azok közötti átjárhatóságnak az alapját. A redundancia mentes hálózatlekepezés, a megállóhelyek egzakt azonosítása előfeltétele az intermodális menetrendtervezésnek, az elektronikus helybiztosításnak és jegyvásárlásnak, az átszállás-menedzsmentnek. Az országos elektronikus viteldíjbeszedési és fizetési rendszer műszaki és szervezeti megvalósítása a Nemzeti Elektronikus Jegyrendszer Platform (NEJP) keretében történik. A korábban szigetszerűen fejlesztett rendszerek közötti átjárhatóságot egy nyílt interfésszel rendelkező központi rendszer, az interoperabilis átjáró (interoperabilis gateway – IOP-GW) biztosítja a hozzá csatlakozó – önálló műszaki egységként üzemelő – viteldíjbeszedési rendszerek számára, az értékesítési és az utazási adatok alapján, a teljesítmények elszámolása és a bevételmegosztási adatok megosztása révén (13. ábra).

13. ábra: NEJP séma (Nemzeti Mobilfizetési Zrt.)



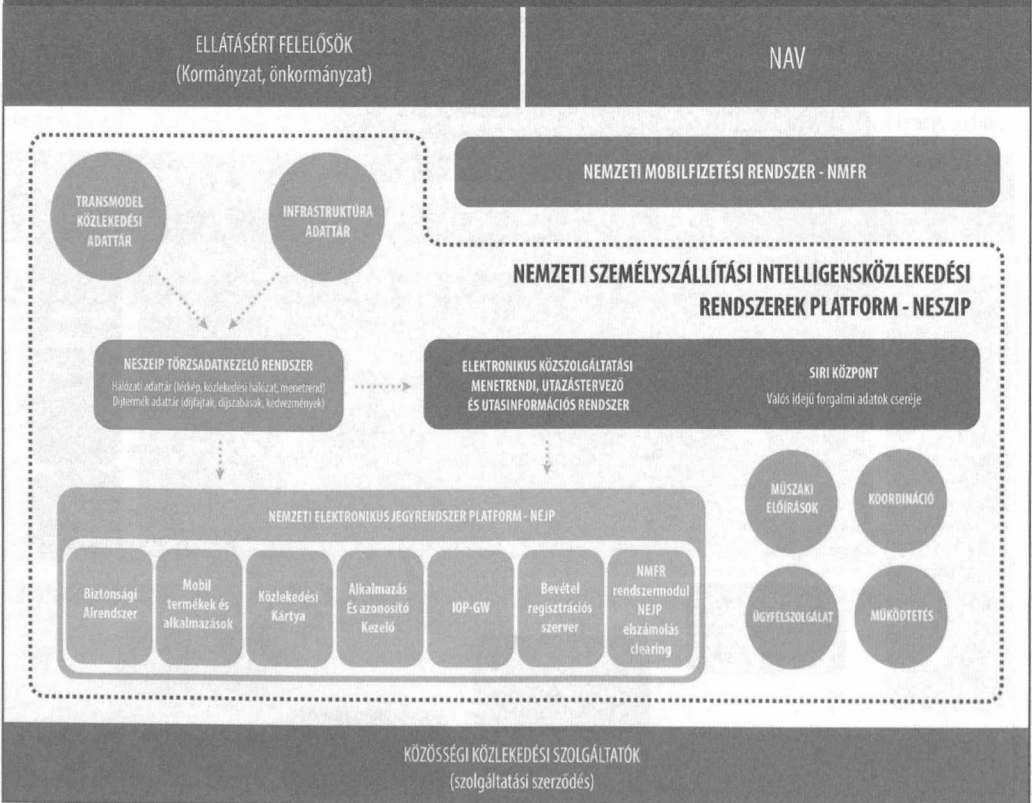
Az intermodális munkamegosztás előtérbe kerülésével nő az intermodális közlekedési központok száma, és megnő az igény a teljes utazási láncot átfogó, az átszállásokat elősegítő utastájékoztatói rendszerekre. Ezért a csatlakozást biztosító járműveken elhelyezett belső kijelzőkkel kell informálni az utasokat arra, hogy az átszállást hogyan tudják biztonságosan végrehajtani, milyen lehetőségeik vannak. Ennek előfeltétele a szolgáltatók adatmegosztása, a MÁV-Volán, valamint a többi közlekedési szolgáltató közötti adatsere megvalósítása.

Az autóbuzsos szolgáltatók járművei a fedélzeti eszközök révén alkalmasak a közúti információs rendszerbe a valós idejű időjárásra, az úttállapotról és a közlekedési viszonyokra vonatkozó információkat (jegesedés, hótörlesz, vízátfolyás, baleset stb.) juttatni és fogadni. A menetrend szerinti járművek már a kora reg-

geli órákban ellenőrzött, megbízható adatok szolgáltatására képesek, ami jelentősen hozzájárulhat a balesetek megelőzéséhez, a közlekedésbiztonság javulásához. Ebben az esetben is az együttműködő partnerek információs rendszereinek összehangolása vezethet eredményre.

A hazai közösségi közlekedésben biztosítandó együttműködés megvalósítására a közlekedési kormányzat a személyszállítási szolgáltatásokról szóló 2012. évi XLI. törvény (Sztv.) és annak technológiai végrehajtási rendelete alapján elindította a Nemzeti Személyszállítási Intelligens Közlekedési Rendszerek Platform (NESZIP) létrehozását. A Platform létrehozásának a célja a magyar közösségi személyszállítási és az ahhoz kapcsolódó szolgáltatások területén (pl. parkolási megoldások bevonása esetén) olyan egységes intelligens közlekedési

14. ábra: Nemzeti Személyszállítási Intelligens Közlekedési Rendszerek Platform (Nemzeti Mobilfizetési Zrt.)



rendszerek (ITS az angol Intelligent Transport Systems alapján) alkalmazása, amelyek egységes és interoperabilis adatokat, adatbázisokat és elektronikus adatkommunikációs technológiát használva alakíthatók ki (14. ábra).

Az egységes rendszer megvalósítására azért van szükség, hogy hazánk valamennyi közlekedési közszolgáltatása egy platformon keresztül elérhetővé váljon a felhasználók részére, illetve, hogy ezeket a közszolgáltatásokat különféle mobil és elektronikus fizetési piaci szereplők bármely területen egységes feltételek mellett értékesíthessék úgyfeleiknek.

Az átjárhatóság vagy interoperabilitás biztosítja azt, hogy a különféle közszolgáltatók saját rendszerei között a felhasználók szabadon mozoghatnak, így nem szükséges például külön a Volán, külön a MÁV vagy külön a BKK rendszereibe belépniük, mert az interoperabilis platformon keresztül bármely közlekedési közszolgáltató rendszerét és szolgáltatásait igénybe vehetik.

10. ÖSSZEGZÉS

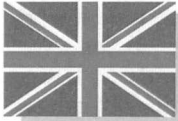
A közösségi közlekedésben eddig megvalósított fejlesztések olyan irányú folytatása indokolt, amikor a korábban kialakított rendszerek összekapcsolhatóak lesznek, és konnektivitásuk fokának emelkedése mellett jelentősen javul rendszerhatékonyságuk, és a közösség számára a közlekedésen is túlmutató társadalmi és gazdasági hasznosságot eredményeznek. A nemzetközi trendek igazolják, hogy ehhez az informatikai és logisztikai megoldások járulhatnak hozzá a legnagyobb mértékben.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1.] Anwander, M.; Wagenknecht, G.; Braun, T., MARKUS; WAGENKNECHT, GERALD; BRAUN, TORSTEN: Management of Wireless Sensor Networks using TCP/IP, University of Bern, Switzerland, International Workshop on Sensor Network Engineering (IWSNE) at the 4th IEEE/ACM International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems , Santorini Island, Greece, June 11, 2008, pp. II.1-II.8, ISBN 978-90-9023209-6
- [2.] Banker, S.: Report Released on Megatrends Reshaping Logistics Through 2025, URL: <http://www.forbes.com/sites/stevebanker/2014/01/22/report-released-on-megatrends-reshaping-logistics-through-2025-2/>
- [3.] Connected bus: CISCO THE CONNECTED BUS, URL: <http://www.cisco.com/web/about/ac79/ps/cud/tcb.html>
- [4.] Connected Car 2014, Connected Car Business Models – State of the Art and Practical Opportunities, URL: <http://connectedcar.autoscout24.com/AutoScout24>. Munich, Germany: Scout24. Retrieved 22 July 2014.
- [5.] DIGITAL AGENDA FOR EUROPE, URL: <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en>
- [6.] EU support for sharing field operational test data, 2013., URL: <http://www.fot-net.eu/>
- [7.] Friedemann, M.; Floerkemeier, C.: (2010). „From the Internet of Computers to the Internet of Things”, Informatik-Spektrum 33 (2): 107–121. Retrieved 3 February 2014
- [8.] Hofmann, P.: The five big IT Megatrends, Medes, 2011. URL: <http://www.slideshare.net/paulhofmann/the-big-five-it-mega-trends>
- [9.] Levinson, D., DAVID: 14 Trends Shaping Transportation, Transportationist, 2013, URL: <http://transportationist.org/2013/06/10/14-trends-shaping-transportation/>
- [10.] Martin, E., Shaheen S. A., Lidicker J. : Car sharing's Impact on Household Vehicle Holdings: Result from a North American Shared-Use Vehicle Survey, URL: <http://www.carsharing.net/library/Martin-Shaheen-Lidicker-TRR-10-3437.pdf>, 2012, 18 p.
- [11.] Material Handling Industry of America (MHIA): Material Handling & Logistics U.S. Roadmap, 2014.
- [12.] Nemzeti Mobilfizetési Zrt.: Nemzeti Személyszállítási Intelligens Közlekedési

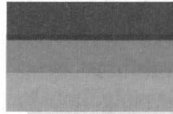
Rendszerek Platform

- [13.] Oxford Economics: Digital Megatrends 2015, The Role of Technology in the New Normal Market, 2011
- [14.] Reid, R. L.: The Infrastructure Crisis, URL: <http://www.asce.org/>
- [15.] Richards, J.: Four IT Megatrends Will Dominate The Next Decade, 2013. április 4. <http://meritsolutions.com/meritmatters/archives/569-Four-IT-Megatrends-will-Dominate-the-Next-Decade.html>
- [16.] Sinofsky, S.: 10 Megatrends in Tech For 2014, Businessinsider, 2013: <http://www.businessinsider.com/10-mega-trends-in-tech-for-2014-2013-12?op=1>
- [17.] SRI Consulting Business Intelligence/ National Intelligence Council - Appendix F of Disruptive Technologies Global Trends 2025 page 1 Figure 15
- [18.] Villards, R.L.; Vesset, D., RICHARD L.; VESSET, DAN: Building a Datacenter Infrastructure to Support Your Big Data Plans, IDC White Paper, 2014



The significance of connectivity in public transport and its application in Hungary: Connected Bus

The improvements and innovations in the transport sector and, in particular, public transport, are affected primarily by the trends and tendencies of information technology, info-communication, vehicle manufacturing and logistics. The multidisciplinary synergy of these has resulted in the necessity of creating a transport connectivity. The collaboration of car manufacturers and IT companies shows significant results in connection with the cooperating systems called "Connected Car". There are many pioneering examples for these in city logistics and urban transport. The study reviews the solutions which could be applied feasibly in Hungarian public transport.



Die Bedeutung der Konnektivität im öffentlichen Verkehr und ihre Anwendung in Ungarn: das vernetzte Omnibus

Die relevantesten Wirkungen auf die Entwicklung des Verkehrswesens, darunter natürlich des öffentlichen Verkehrs werden durch Trends in der Informatik, Infokommunikation, Fahrzeugproduktion und der Logistik ausgeübt. Ihre multidisziplinäre Zusammenwirkung macht es heutzutage erforderlich, die Konnektivität im Verkehr herzustellen. Als Ergebnis der Zusammenarbeit von Pkw-Herstellern und IT-Unternehmen ist das als „Vernetztes Auto“ genannte bedeutendes kooperatives System zustande gekommen, und es gibt schon einige bahnbrechende Beispiele auch in der City-Logistik und im Stadtverkehr.

E számunk lektorai

Domokos Ádám
Dr. Kálmán László
Mészáros Tibor

Dr. Péter Tamás
Dr. Várlaki Péter

Térbeli nemlineáris járműdinamikai analízis, komplex közúti közlekedési folyamatmodell alkalmazásával

A cikk szorosan kapcsolódik az [1] publikációhoz, amelyben az ismertett új módszer tetszőleges méretű közúti hálózati modellek bármely trajektóriáján képes kiszámítani a közlekedés sebesség- és gyorsulási folyamatait. A most bemutatásra kerülő vizsgálat ezeket a hálózati folyamatokat kapcsolja össze egy rendszerben a hálózatokon közlekedő járművek dinamikai folyamainak vizsgálatával. Ily módon, már a valós közlekedési folyamatok figyelembevételével egyesített komplex dinamikus rendszerben történik az analízis, a sztochasztikus dinamikus terhelések számítására alkalmas 3D-s gépjárműmodellek alkalmazásával.

Szauter Ferenc

tanárségéd
Széchenyi István Egyetem
Járműipari Kutató Központ
szauter@sze.hu

Dr. Péter Tamás

kutatóprofesszor
Széchenyi István Egyetem
Járműipari Kutató Központ
peter.tamas@mail.bme.hu

Dr. Bokor József

egyetemi tanár
BME Közlekedés- és
Járműirányítási Tanszék
bokor@sztaki.hu

1. BEVEZETŐ

Az [1] publikációnál vizsgált környezet – annak ellenére, hogy makroszkopikus a modell – alkalmas arra is, hogy a valós közlekedési folyamatokat (forgalomirányító lámpákat, torlódásokat, parkolókat, stb.) figyelembe véve, egy tetszőleges indulási időpontban a hálózat bármely „A” pontjából egy, a hálózaton elérhető és kiválasztott „B” pontra történő valóságos eljutási folyamatot is leírjon. Ez az eljárás a hálózaton járműcsoportok optimális átvezetésén, [2,3,4] és útvonalajánlásokon kívül, más területeken is fontos. Például, az intelligens járművek vizsgálatánál, továbbá a gépjárművek dinamikai analízise, méretezése, környezeti terhelése, emissziós vizsgálatoknál [5,6] is, mivel különböző időpontokban és helyeken, nagyszámú járműre elvégezhető a rendkívül gyors számítások!

A gépjárművek összetett, nemlineáris dinamikus modellezéséhez számítógépes algebrai módszert alkalmazó intelligens modellalkotó rendszer kifejlesztését mutatjuk be, és röviden elemezzük a módszert is. Ennek felhasználásával, az emberi oldalon fellépő modelltervezés időszükségletét minimalizáljuk. A rendelkezésre álló hálózati IT eszközök és a járművekbe beépített számos elektronikus és elektromechanikai alkatrésznek köszönhetően a komplexitásra kitűzött célok java része ma már elérhető. Fontos feladat az új eszközök ipari alkalmazása, ill. a bevezetésének a vizsgálata is, továbbá az új eredményeknek az egyetemi oktatásban történő hasznosítása.

Végül, további új lehetőség, hogy a valós forgalomban a trajektóriák mentén mért és számított sebességek alkalmasak a hálózati modell validálására is!

2. GÉPJÁRMŰ DINAMIKAI VIZSGÁLATAINAK MODELLEZÉSE

A forgalomban résztvevő autóbusz dinamikai vizsgálatához háromdimenziós modellt hoztunk létre. A modellezés során a jármű a meghatározott útvonalat (trajektóriát) követi, és felveszi a forgalom által diktált változó sebességet. A jármű kocsiszekrényét merev tömegként kezeljük, amelynél szöglengések lépnek fel a hossz- és keresztengely körül, továbbá függőleges irányú lengéseket végeznek a jármű tömegpontjai. A felfüggesztésnél a lengéscsillapító karakterisztikák, a rugókarakterisztikák és az abroncsok rugókarakterisztikái a valóságnak megfelelően szintén nemlineárisak.

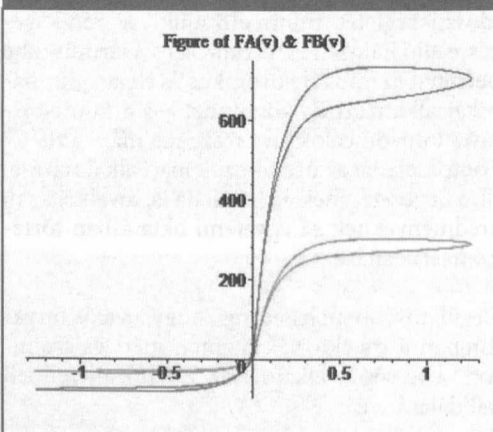
A modellt computer-algebrai módszer alkalmazásával hoztuk létre. Automatikusan generálhatók további nemlineáris matematikai modellek, amelyek alkalmasak más jellegű, ill. további térbeli nemlineáris kapcsolatok figyelembevételére. Bővíthetővé válnak a nemlineáris járműdinamikai rendszerek újabb dinamikus részrendszerekkel is, amelyek további kutatási területeket szolgálhatnak. Így pl., a keréktalppont alatt rezgő úttest figyelembevételét, amely az úttest dinamikai igénybevételének vizsgálatát teszi lehetővé, vagy pl. a kocsiszekrényre felhelyezett ülés-vezető és tetszőleges számú ülés-utas dinamikus részrendszerrel is, amely a komfort és biztonság, továbbá a humán dinamikai igénybevételek vizsgálatát szolgálja. Ki kell emelnünk, hogy a modellalkotás ebben a fázisban természetesen több mint

egy szimulációs eszköz létrehozása, ugyanis a matematikai modellek az ily módon történő előállításuk után, olyan számítógépes környezetbe kerülnek, amelyben azokon elvégezhetőek különböző matematikai vizsgálatok és számos esetben matematikai bizonyítások is. A kifejlesztett környezet alkalmas, a modell számára, a hiszteréziseket is tartalmazó nemlinearitások előállítására 1(.ábra és 2. ábra).

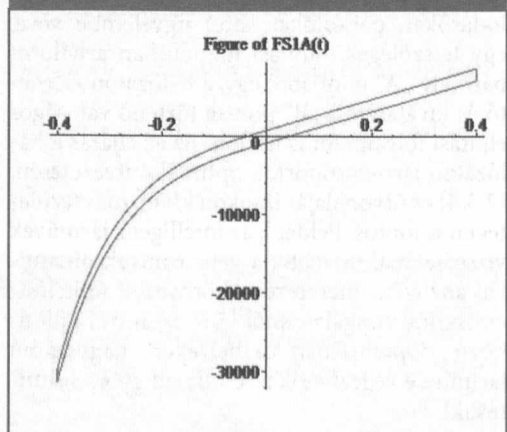
A legismertebb mechanikai hiszterézis jelenségek kifejezetten a rugóelemekhez kapcsolódnak, és olyan „kétértékű” rugóerő függvény felépítését eredményező nemlinearitások, amelyeket a belső súrlódás idéz elő (pl. gumielemeknél, gépjármű abroncsoknál és laprugók esetében, a rugólapok között fellépő „Coulomb” súrlódás). A jelenség úgy lép fel, hogy kihúzáskor a belső súrlódás megnöveli a rugó ellenében kifejtenő erőt, visszarugózáskor pedig csökkenti a rugó által kifejtett erőt.

A gépjárművek térbeli lengéseit vizsgáló nemlineáris lengőrendszereinek kevésbé tárgyalt jelenség, hogy a fentiek alapján, a rugóerő a felfüggesztési pontok közötti relatív sebességtől is függ. Továbbá kevésbé ismert, hogy a lengéscsillapítók szög alatt történő (ferde) beszerelése következtében, az üzemeléskor a lengéscsillapító térbeli irányultsága állandóan változik, amelynek következtében a függőleges irányú lengéseket csillapító erő a felfüggesztési pontok közötti relatív elmozdulástól is függ.

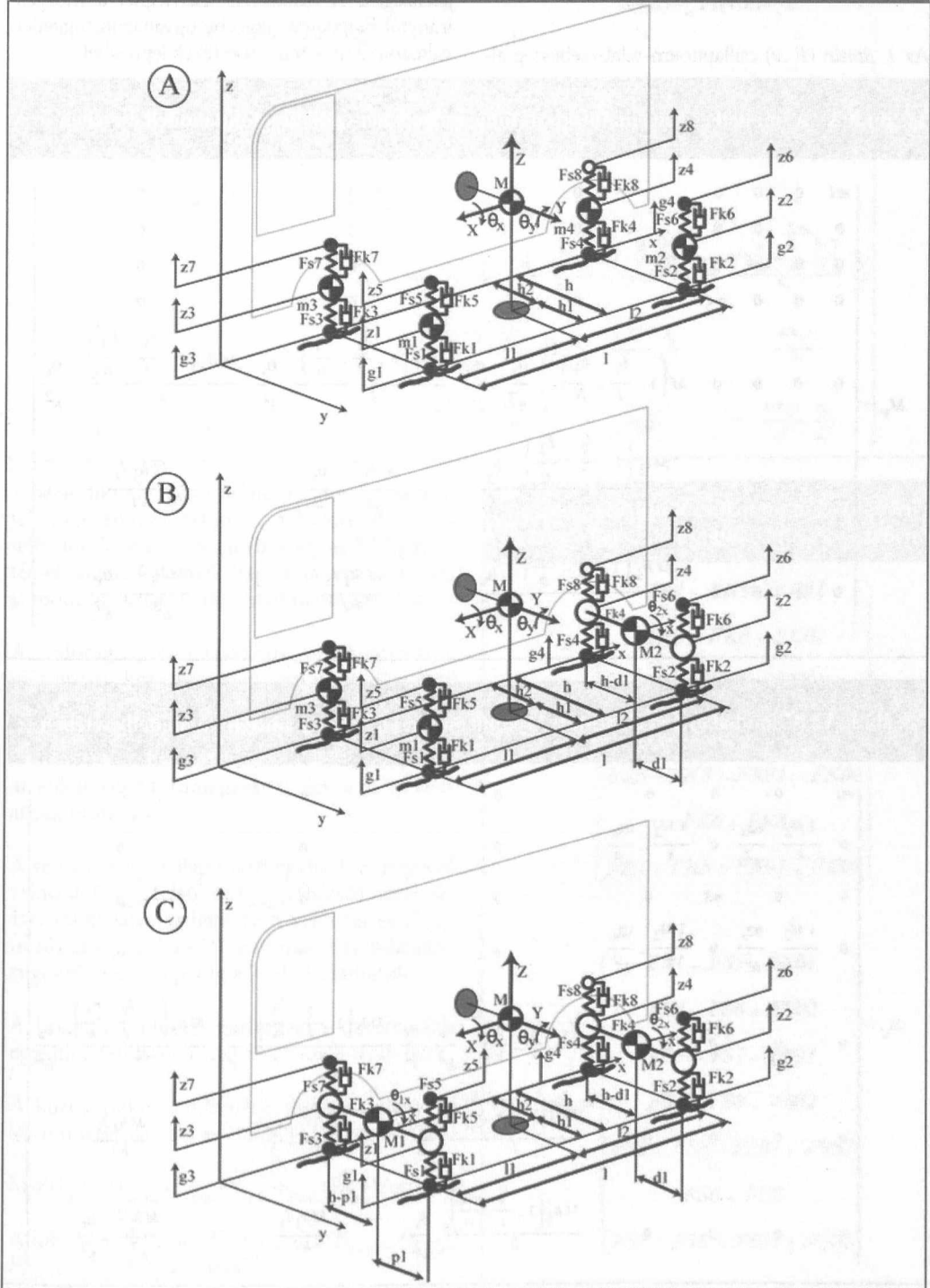
1. ábra: Hiszteréziseket tartalmazó nemlineáris csillapítóerő karakterisztikák



2. ábra: Hiszterézist tartalmazó nemlineáris rugóerő karakterisztika



3. ábra: Hét szabadságfokú modell-típusok és input-outputtok



A fentiek alapján, mindkét elemtípusnál a fellépő erő kétváltozós nemlineáris függvény:

$$F_r=(x,v); F_{cs}=(x,v).$$

Az 1. ábrán (F_{cs},v) csillapítóerő-relatívsebesség ál-

lapotsíkon, ill. a 2. ábrán (F_r,x) rugóerő-relatívmozdulás állapotsíkon figyelhetők meg a zárt görbék, a periodikus lengéseknél fellépő hiszterézis jelenségek. A hiszterézis jelenségnél a mozgásiránytól függően a síkgörbe ugyanazon független változójánál más-más erőértékek lépnek fel.

4. ábra: A „A” modell esetén előállított M_v tömegmátrix hét szabadságfokú modell esetében

$$M_v = \begin{bmatrix} ml & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & M\left(1 - \frac{l_1}{l} - \frac{h_1}{h}\right)^2 + \frac{\theta_x}{h^2} + \frac{\theta_y}{l^2} & \frac{Ml_1\left(1 - \frac{l_1}{l} - \frac{h_1}{h}\right)}{l} - \frac{\theta_y}{l^2} & \frac{Mh_1\left(1 - \frac{l_1}{l} - \frac{h_1}{h}\right)}{h} - \frac{\theta_x}{h^2} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{Ml_1\left(1 - \frac{l_1}{l} - \frac{h_1}{h}\right)}{l} - \frac{\theta_y}{l^2} & \frac{Ml_1^2}{l^2} + \frac{\theta_y}{l^2} & \frac{Mh_1 l_1}{hl} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{Mh_1\left(1 - \frac{l_1}{l} - \frac{h_1}{h}\right)}{h} - \frac{\theta_x}{h^2} & \frac{Mh_1 l_1}{hl} & \frac{Mh_1^2}{h^2} + \frac{\theta_x}{h^2} \end{bmatrix}$$

5. ábra: A „B” modell esetén előállított M_v tömegmátrix a hét szabadságfokú modell esetében

$$M_v = \begin{bmatrix} ml & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{4} \frac{M_2}{h^2} + \frac{\theta_{2x}}{h^2} & 0 & \frac{1}{4} \frac{M_2}{h^2} - \frac{\theta_{2x}}{h^2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{4} \frac{M_2}{h^2} - \frac{\theta_{2x}}{h^2} & 0 & \frac{1}{4} \frac{M_2}{h^2} + \frac{\theta_{2x}}{h^2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & M\left(1 - \frac{l_1}{l} - \frac{h_1}{h}\right)^2 + \frac{\theta_x}{h^2} + \frac{\theta_y}{l^2} & \frac{Ml_1\left(1 - \frac{l_1}{l} - \frac{h_1}{h}\right)}{l} - \frac{\theta_y}{l^2} & \frac{Mh_1\left(1 - \frac{l_1}{l} - \frac{h_1}{h}\right)}{h} - \frac{\theta_x}{h^2} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{Ml_1\left(1 - \frac{l_1}{l} - \frac{h_1}{h}\right)}{l} - \frac{\theta_y}{l^2} & \frac{Ml_1^2}{l^2} + \frac{\theta_y}{l^2} & \frac{Mh_1 l_1}{hl} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{Mh_1\left(1 - \frac{l_1}{l} - \frac{h_1}{h}\right)}{h} - \frac{\theta_x}{h^2} & \frac{Mh_1 l_1}{hl} & \frac{Mh_1^2}{h^2} + \frac{\theta_x}{h^2} \end{bmatrix}$$

6. ábra: A „C” modell esetén előállított M_v tömegmátrix a hét szabadságfokú modell esetében

$$M_v = \begin{bmatrix} \frac{1}{4}M_1 + \frac{\theta l_x}{h^2} & 0 & \frac{1}{4}M_1 - \frac{\theta l_x}{h^2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{4}M_2 + \frac{\theta^2_x}{h^2} & 0 & \frac{1}{4}M_2 - \frac{\theta^2_x}{h^2} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{4}M_1 - \frac{\theta l_x}{h^2} & 0 & \frac{1}{4}M_1 + \frac{\theta l_x}{h^2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{4}M_2 - \frac{\theta^2_x}{h^2} & 0 & \frac{1}{4}M_2 + \frac{\theta^2_x}{h^2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & M \left(1 - \frac{l_1}{l} - \frac{h_1}{h} \right)^2 + \frac{\theta_x}{h^2} + \frac{\theta_y}{l^2} & \frac{M l_1 \left(1 - \frac{l_1}{l} - \frac{h_1}{h} \right)}{l} - \frac{\theta_y}{l^2} & \frac{M h_1 \left(1 - \frac{l_1}{l} - \frac{h_1}{h} \right)}{h} - \frac{\theta_x}{h^2} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{M l_1 \left(1 - \frac{l_1}{l} - \frac{h_1}{h} \right)}{l} - \frac{\theta_y}{l^2} & \frac{M l_1^2}{l^2} + \frac{\theta_y}{l^2} & \frac{M h_1 l_1}{h l} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{M h_1 \left(1 - \frac{l_1}{l} - \frac{h_1}{h} \right)}{h} - \frac{\theta_x}{h^2} & \frac{M h_1 l_1}{h l} & \frac{M h_1^2}{h^2} + \frac{\theta_x}{h^2} \end{bmatrix}$$

A periodikus lengéseknél bemutatott hiszterézis jelenség lényegét tekintve, a háromdimenziós felületen keletkező térgörbék egyes felfüggesztés-elemekre jellemző (hagyományos ábrázolási módhoz tartozó) állapotsíkra eső vetületei.

A valóságos, szochasztikus üzemmódnál a hiszterézis következtében önmagát átmetsző hurkok sokasága lép fel a lengéseknél.

A 3. ábra A, B, C részén látható modellek esetén az előállított M_v tömegmátrixokat a 4., 5. és 6. ábrák mutatják.

A rendszer F_K csillapítóerő vektora, F_S rugóerő vektora, F_{K1stab} (első) és F_{K2stab} (hátsó) nemlineáris stabilizátor-csillapítóerő vektorai és F_{S1stab} (első) és F_{S2stab} (hátsó) nemlineáris stabilizátor-rugóerő vektorai pedig a 7. ábrán láthatók.

A bonyolult modell nemlineáris differenciálegyenlet-rendszerét mátrix alakban írjuk fel.

A közös alakú nemlineáris differenciálegyenlet-rendszer látható az alábbi (1) egyenlet alatt:

$$M_v \ddot{z} + F_K + F_S + F_{K1stab} + F_{K2stab} + K_{1stab} + F_{S2stab} + F_{A_x} + F_{A_y} = 0 \quad (1)$$

Ahol: $M_v \in \mathbb{R}^{7 \times 7}$, $z \in \mathbb{R}^7$; F_K , F_S , F_{K1stab} , F_{K2stab} , F_{S1stab} , F_{S2stab} , F_{A_x} , $F_{A_y} \in \mathbb{R}^7$.

7. ábra: Az előállított csillapítóerő és rugóerő vektorok a hét szabadságfokú modell esetében

$$FK := \begin{bmatrix} FK1 - FK5 + FK01 \\ FK2 - FK6 + FK02 \\ FK3 - FK7 - FK01 \\ FK4 - FK8 - FK02 \\ FK5 - FK8 - FK01 - FK02 \\ FK6 + FK8 \\ FK7 + FK8 + FK01 + FK02 \end{bmatrix}$$

$$FS := \begin{bmatrix} FS1 - FS5 + FS01 \\ FS2 - FS6 + FS02 \\ FS3 - FS7 - FS01 \\ FS4 - FS8 - FS02 \\ FS5 - FS8 - FS01 - FS02 \\ FS6 + FS8 \\ FS7 + FS8 + FS01 + FS02 \end{bmatrix}$$

Összefoglalva, az egyes modelleknél csupán a tömegmátrix különbözik. A differenciálegyenlet-rendszer \underline{M}_v tömegmátrixát, F_K csillapítóerő vektorát, F_S rugóerő vektorát, F_{K1stab} , F_{K2stab} stabilizátor-csillapítóerő vektorait, és F_{S1stab} , F_{S2stab} stabilizátor-rugóerő vektorait, valamint az FA_x trajektória menti hosszirányú és FA_y keresztirányú gyorsulásokból származó vektorokat computer-algebrai úton állítottuk elő:

A 3D-s modellben, a – hálózati modellnél számított – hossz- és keresztirányú gyorsulásokat az $a_x(t)$ és $a_y(t)$ veszi figyelembe. Az (1)

$$FA_x := \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{a_x(t) MH \left(-1 + \frac{h_1}{h} \right)}{l_1} \\ 0 \\ -\frac{a_x(t) MH h_1}{l_1 h} \end{bmatrix}$$

$$FA_y := \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{a_y(t) MH \left(-1 + \frac{l_1}{l} \right)}{h_1} \\ -\frac{a_y(t) MH l_1}{h_1 l} \\ 0 \end{bmatrix}$$

nemlineáris differenciálegyenlet-rendszer egy modell-családot ír le. Más típusú tengelyek, pl. független kerék felfüggesztés esetén a tömegmátrix kicsérélhető, tehát szabadon választható az \underline{M}_v -tömegmátrix, annak megfelelően, hogy milyen tengelyeket alkalmazunk a járműnél. Vagy attól függően, hogy van-e stabilizátor, ill. hol – elöl és hátul, vagy csak elöl, ill. csak hátul – ennek megfelelően az F_{K1stab} és F_{S1stab} ($i=1,2$) vektorok szintén szabadon elhelyezhetők az (1) differenciálegyenlet-rendszerben.

A csillapítóerő és rugóerő vektorban szereplő nemlineáris függvényeket (nemlineáris csillapítóerő karakterisztikák és nemlineáris rugóerő karakterisztikák) a 8. ábra szerint határoztuk meg.

3. A TRAJEKTÓRIA MENTI VÁLTOZÓ SEBESSÉG HATÁSA A JÁRMŰDINAMIKÁRA

A trajektória mentén, a forgalomfüggő változó sebességek módosítják a sztochasztikus útprofil-gerjesztéseket, és ily módon hatást gyakorolnak a járművek függőleges irányú dinamikai folyamataira is. A járművek, a kerék talppontokon fellépő dinamikus keréknyomás következtében jelentős hatást gyakorolnak az úttestben fellépő rezgésfolyamatokra és károsodási folyamatokra is. Kiemelten fontos tehát a változó forgalmi és sebességfolyamatok optimalása és az útépités, valamint az infrastruktúra-üzemeltetés tervezésének összehangolása is, mert a homogén úttest esetében is felléphetnek különböző pontokon, különböző károsodási folyamatok.

A sztochasztikus útprofil-folyamatok modellezésénél feltételezzük, hogy a járműkerékek az úttest mindenkor középvonalával párhuzamosan haladnak. Egy mérőkerék rögzített v haladási sebesség mellett történő végigvezetése az útfelületen, egy ω_n elemi eseményt eredményez, amelynek szemléletes megfeleltetése az, hogy a keréktalppont egy meghatározott távolságra halad az úttest középvonalával párhuzamosan. Az ω_n elemi eseményhez a keréktalpponton fellépő $\xi(t, \omega_n)$ a t időparamétertől függő útprofil-függvény (gerjesztés) tartozik, amely a sztochasztikus folyamatnak egy realizációja.

8. ábra: A nemlineáris csillapítóerő és rugóerő karakterisztikák a modell esetében

Functions :=

$$F_{s1} = F_{s1}(z_1 - g_1)$$

$$F_{s2} = F_{s2}(z_2 - g_2)$$

$$F_{s3} = F_{s3}(z_3 - g_3)$$

$$F_{s4} = F_{s4}(z_4 - g_4)$$

$$F_{s5} = F_{s5}(z_5 - z_1)$$

$$F_{s6} = F_{s6}(z_6 - z_2)$$

$$F_{s7} = F_{s7}(z_7 - z_3)$$

$$F_{s8} = F_{s8}(-z_5 + z_6 + z_7 - z_4)$$

$$F_{s01} = F_{s01}(z_7 - z_3 - z_5 + z_1)$$

$$F_{s02} = F_{s02}(-z_5 + z_7 - z_4 + z_2)$$

$$F_{k1} = F_{k1}\left(\left(\frac{\partial}{\partial t} z_1(t)\right) - gv_1\right)$$

$$F_{k2} = F_{k2}\left(\left(\frac{\partial}{\partial t} z_2(t)\right) - gv_2\right)$$

$$F_{k3} = F_{k3}\left(\left(\frac{\partial}{\partial t} z_3(t)\right) - gv_3\right)$$

$$F_{k4} = F_{k4}\left(\left(\frac{\partial}{\partial t} z_4(t)\right) - gv_4\right)$$

$$F_{k5} = F_{k5}\left(\left(\frac{\partial}{\partial t} z_5(t)\right) - \left(\frac{\partial}{\partial t} z_1(t)\right)\right)$$

$$F_{k6} = F_{k6}\left(\left(\frac{\partial}{\partial t} z_6(t)\right) - \left(\frac{\partial}{\partial t} z_2(t)\right)\right)$$

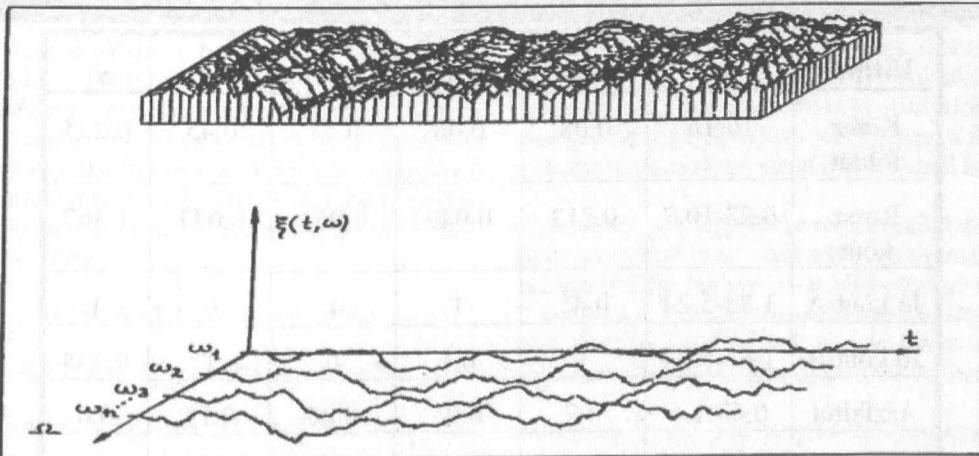
$$F_{k7} = F_{k7}\left(\left(\frac{\partial}{\partial t} z_7(t)\right) - \left(\frac{\partial}{\partial t} z_3(t)\right)\right)$$

$$F_{k8} = F_{k8}\left(-\left(\frac{\partial}{\partial t} z_5(t)\right) + \left(\frac{\partial}{\partial t} z_6(t)\right) + \left(\frac{\partial}{\partial t} z_7(t)\right) - \left(\frac{\partial}{\partial t} z_4(t)\right)\right)$$

$$F_{k01} = F_{k01}\left(\left(\frac{\partial}{\partial t} z_7(t)\right) - \left(\frac{\partial}{\partial t} z_3(t)\right) - \left(\frac{\partial}{\partial t} z_5(t)\right) + \left(\frac{\partial}{\partial t} z_1(t)\right)\right)$$

$$F_{k02} = F_{k02}\left(-\left(\frac{\partial}{\partial t} z_5(t)\right) + \left(\frac{\partial}{\partial t} z_7(t)\right) - \left(\frac{\partial}{\partial t} z_4(t)\right) + \left(\frac{\partial}{\partial t} z_2(t)\right)\right)$$

9. ábra: A sztochasztikus útprofil folyamat



1. táblázat: Jelölések

$A_0 := \frac{S_{g,g}(0)}{T}$		$A_k := \frac{S_{g,g}(k\omega_0)}{T}$
$\omega_0 = 2\pi/T$	$\delta_k \in (-\pi, \pi)$ fáziseltolás, amely egyenletes eloszlású véletlen szám	$\delta_{D,k} := \text{arg} \left(\frac{\Im(S_{g_l, g_3}(Ik\omega_0))}{\Re(S_{g_l, g_3}(Ik\omega_0))} \right)$ $\delta_{D,k}$ – fáziseltolás a jobb és baloldali útprofil gerjesztés között, $S_{g_l, g_3}(i\omega)$ kereszt-spektrumból számítva.
$L = \text{tengelytáv [m]}$		$V = \text{jármű haladási sebessége [m/s]}$

Adott úttípusra a sztochasztikus útprofil folyamat a $\xi(t, \omega)$ realizációk összességéből áll, ahol: $t \in [0, T]$, $\omega \in \Omega$. A $[0, T]$, a felmérés időintervallumát, az Ω pedig az elemi események halmazát jelöli, (9. ábra).

3.1. Térbeli gépjármű-lengőrendszerek modellezésénél útpálya gerjesztés előállítására direkt módszerrel konstans sebesség esetében

Térbeli gépjármű-lengőrendszerek modellezésénél fontos, hogy figyelembe vegyük a

jobb- és baloldali keréktalp pont által érzékelt útprofiloknál fellépő kereszt-spektrumot is. A továbbiakban a keréktalppontok alatt fellépő $g_1(t)$, $g_2(t)$, $g_3(t)$ és $g_4(t)$ útprofil realizációkat vizsgáljuk. Amennyiben ismert a sztochasztikus útprofil folyamat $S_{gg}(\omega)$ autospektruma, továbbá a jobb- és baloldali keréktalppont által érzékelt útprofilokra ismert az $S_{g_l, g_3}(i\omega)$ kereszt-spektrum is, akkor a T - periódusidejű sztochasztikus útprofil gerjesztések direkt módon előállíthatók az alábbi (2) összefüggésekkel:

2. táblázat: Különböző úttípusok autospektrum adatai

Úttípus	D^2_g	A_1	B_1	C_1	C_2	γ_1
Rossz földút	10-16	0.08	0.08	0.55	0.45	0.235
Rossz kőút	6.23-10.7	0.213	0.049	0.953	0.047	1.367
Jó kőút/A	1.83-5.24	0.45	1	1	0	1
Jó kőút/B	1.83-5.24	1	0.1	0	1	0.238
Aszfaltút	0.63-1.6	0.2	0.05	0.85	0.15	0.6
Betonút	0.25-1.53	0.15	1	1	0	1

$$\begin{aligned}
 g_1(t) &:= \sqrt{A_0} + \left(\sum_{k=1}^N 2 \sqrt{A_k} \sin(k \omega_0 t + \delta_k) \right) \\
 g_2(t) &:= \sqrt{A_0} + \left(\sum_{k=1}^N 2 \sqrt{A_k} \sin\left(k \omega_0 t + \delta_k + \frac{L}{V}\right) \right) \\
 g_3(t) &:= \sqrt{A_0} + \left(\sum_{k=1}^N 2 \sqrt{A_k} \sin(k \omega_0 t + \delta_k + \delta_{D,k}) \right) \\
 g_4(t) &:= \sqrt{A_0} + \left(\sum_{k=1}^N 2 \sqrt{A_k} \sin\left(k \omega_0 t + \delta_k + \delta_{D,k} + \frac{L}{V}\right) \right)
 \end{aligned} \quad (2)$$

Az egyes útprofil gerjesztéseknél a jelölések jelentése: $g_1(t)$ a bal első keréktalppontot gerjesztő útprofil, $g_2(t)$ a bal hátsó keréktalppontot gerjesztő útprofil, $g_3(t)$ a jobb első keréktalppontot gerjesztő útprofil és végül $g_4(t)$ a jobb hátsó keréktalppontot gerjesztő útprofil jelöl. Alkalmazva az 1. táblázat jelöléseit,

Az útprofil autospektrum, az útfajtáktól függően paramétrezhető módon, megadható közös racionális törtfüggvény képlettel is, az alábbi módon:

$$S_{g_s}(\omega) := 2D_s^2 \left(\frac{C_1 A}{A^2 + \omega^2} + \frac{C_2 B (B^2 + \gamma^2 + \omega^2)}{(B^2 + (\omega - \gamma)^2)(B^2 + (\omega + \gamma)^2)} \right) \quad (3)$$

Ahol: D - az útprofil szórása [cm], $A = A_1 v$; $B = B_1 v$; $\gamma = \gamma_1 v$, és az $A_1, B_1, C_1, C_2, \gamma_1$ paraméterek értékei a 2. táblázatban találhatóak. v - a jármű haladási sebessége [m/s], ω - körfrekvencia [rad/s].

3.2. Térbeli gépjármű dinamikus modellezéséhez az útpálya gerjesztés direkt előállítás, időben változó haladási sebesség esetében

A továbbiakban, T helyébe S [m] úthossz-periódust alkalmazunk $v=1$ [m/s] sebességet figyelembe véve. Ekkor a t helyébe s [m] úthossz paraméter lép fel és $\omega_0 = 2\pi/S$, fizikai jelentése úthossz alapfrekvencia. A fentiek alapján az S - periódusú sztochasztikus útprofil gerjesztés úthossz-paraméter függő és az alábbi (4) módon írható fel:

$$\begin{aligned}
 g_1(s) &= \sqrt{A_0} + \sum_{k=1}^N 2 \sqrt{A_k} \cdot \sin(k \cdot \omega_0 \cdot s + \delta_k) \\
 g_2(s) &= \sqrt{A_0} + \sum_{k=1}^N 2 \sqrt{A_k} \cdot \sin(k \cdot \omega_0 \cdot s + \delta_k + L) \\
 g_3(s) &= \sqrt{A_0} + \sum_{k=1}^N 2 \sqrt{A_k} \cdot \sin(k \cdot \omega_0 \cdot s + \delta_k + \delta_{D,k}) \\
 g_4(s) &= \sqrt{A_0} + \sum_{k=1}^N 2 \sqrt{A_k} \cdot \sin(k \cdot \omega_0 \cdot s + \delta_k + \delta_{D,k} + L)
 \end{aligned} \quad (4)$$

Itt utalunk arra, hogy a trajektorián, egy t_0 kezdeti időponttól történő haladás esetén a számított, ill. a mért sebességfüggvényből már előállítottuk az út-idő függvényt:

$$s(t) = \int_{t_0}^t v(t) dt$$

Ennek megfelelően a trajektorián történő végighaladás esetén a sztochasztikus útprofil gerjesztések az alábbi (5) alapján már szintén időfüggőek:

$$\begin{aligned}
 g_1(t) &= \sqrt{A_0} + \sum_{k=1}^N 2 \sqrt{A_k} \cdot \sin(k \cdot \omega_0 \cdot s(t) + \delta_k) \\
 g_2(t) &= \sqrt{A_0} + \sum_{k=1}^N 2 \sqrt{A_k} \cdot \sin(k \cdot \omega_0 \cdot s(t) + \delta_k + L) \\
 g_3(t) &= \sqrt{A_0} + \sum_{k=1}^N 2 \sqrt{A_k} \cdot \sin(k \cdot \omega_0 \cdot s(t) + \delta_k + \delta_{D,k}) \\
 g_4(t) &= \sqrt{A_0} + \sum_{k=1}^N 2 \sqrt{A_k} \cdot \sin(k \cdot \omega_0 \cdot s(t) + \delta_k + \delta_{D,k} + L)
 \end{aligned} \quad (5)$$

Megjegyzés: ha a trajektorián történő végighaladásokor egyes szakaszokon változik az útprofil spektruma az útfelület minősége miatt, akkor ezeken a szakaszokon természetesen a spektrumra jellemző paraméterek is folyamatosan beállítandók, ill. szabályozandók, ezek a fenti egyenletek esetében az A_k és $\delta_{D,k}$ paraméterek.

4. KONKLÚZIÓ

A Péter T.- G. Gissinger Computer-algebrai modellezési technikán alapuló térbeli komplex járműdinamikai modellt hoztunk létre a gyorsulásterhelések analizésére. Ez figyelembe veszi, a hálózati állapot-modellből nyert, a trajektóriákra vonatkozó hosszirányú sebesség, továbbá hossz- és keresztirányú gyorsulásfolyamatokat is. Az így nyert valós gyorsulásfolyamatok hatása meghatározó jelentőségű, a függőleges és hosszirányú járműdinamikánál is.

Hasonló módon, figyelembe vettük a hálózati állapot-modellből nyert valós sebességfolyamatok karakterisztikus hatását is - a Michelberger féle [7] spektrum-torzulást - a sztochasztikus útprofilok előállításánál, amelynek szintén fontos szerepe van a függőleges irányú járműdinamikánál.

A valós közlekedési folyamatmodellel egyesített 3D-s [8] gépjármű modellek alkalmazásával

létrehozott komplex dinamikus rendszereken történi az analízis, - a sztochasztikus dinamikus terhelések számítása. A munka gyakorlati eredményeként, kiszámítható a kiválasztott trajektória mentés az $X(t)$ út-idő diagram, amely meghatározza a gépjármű tartózkodási helyét a t időpontban, továbbá meghatározott a forgalom sebessége és a fellépő gyorsulás is a t időpontban a trajektória aktuális szakaszán. A fentiek alapján, a komplex hálózati forgalmi modell már fontos adatokat szolgáltat a jármű és útdinamikai vizsgálatokhoz is. A bemutatott analízis a gyorsasága miatt, valamint a nagyszámú járműre történő alkalmazhatósága miatt is fontos hatást gyakorolhat a további járműipari kutatásokra [9,10,11].

Végezetül, nem elhanyagolható a vizsgálat rendszerelméleti szerepe sem. A hálózati áramlási sebességfolyamatokat a teljes hálózatra vonatkozó Euler rendszer alapján határoztuk meg, amely egy makroszkopikus modell. A hálózaton közlekedő egyedi járművek viszont, külön-külön Lagrange rendszereket alkotnak. Kiemelendő, hogy a tetszőleges hálózati tartományon az Euler és Lagrange rendszerek uniója kiegészül a járművezetők humán rendszerével is, tehát ezeknek a rendszerelemeknek az együttese alkotja a nagyméretű komplex közlekedési és járműdinamikai rendszert. A témakörben a Komplex Euler-Lagrange-Humán rendszer felépítését vizsgálja a [12] anyag.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

„TÁMOP-4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0012: „Smarter Transport” - Kooperatív közlekedési rendszerek infokommunikációs támogatása - A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

FELHASZNÁLT IRODALOM

[1] Péter Tamás, Szauter Ferenc és Bokor József (2014) A közúti közlekedés forgalmi folyamatainak komplex analízise, Közlekedéstudományi szemle, 2014. Október, pp 23-35.

[2] T. Peter, and M. Basset (2009) Application of new traffic models for determine

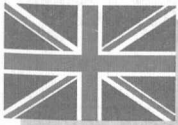
optimal trajectories, pp. 89-94. Sessions 1 Automation and Mechatronics. (1-C-1 Sistem Modelling and Control). Oct.21-Oct.23, INTERNATIONAL FORUM ON STRATEGIC TECHNOLOGIES (IFOST 2009) HoChiMinh City University of Technology, Vietnam.

- [3] Oussama Derbel, Tamás Péter, Hossni Zebiri, Benjamin Mourllion and Michel Basset (2012) Modified Intelligent Driver Model, Periodica Polytechnica-Transportation Engineering 40/2 (2012) 53-60. doi: 10.3311/pp.tr.2012-2.02 web: <http://www.pp.bme.hu/tr> ISSN 1587-3811 (online version); ISSN 0303-7800 (paper version)
- [4] Oussama Derbel, Peter Tamas, Hossni Zebiri, Benjamin Mourllion and Michel Basset (2013) Modified Intelligent Driver Model for driver safety and traffic stability improvement, 7.IFAC Symposium Tokyo 2013 szept. 4-7. <http://www.sice.or.jp/IFAC-AAC2013/details.html> Organized by: International Federation of Automatic Control, Technical Committee on Automotive Control (IFAC-TC7.1) pp, 734-739 132-ik anyag. Doi: SaB2.3
- [5] Dr. Lakatos István (2001) Modern emission test of diesel engines in Europe In: Péter T (szerk.) Symposium on Euroconform Complex Retraining of Specialists in Road Transport. 460 p. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2001.06.09-2001.06.15. Budapest: BME, pp. 147-153.
- [6] Lakatos István (2007) Effect of valve timing on exhaust emission In: Anon (szerk.) 8th International Conference on Heat Engines and Environmental Protection. 2007. pp. 207-214. Konferencia helye, ideje: Balatonfüred, Magyarország, 2007.05.28-2007.05.30. (ISBN:978 963 420 907 2)
- [7] Péter T. (2000) Mathematical Transformations of Road Profile Excitation for Variable Vehicle Speeds. In: Bokor J, Nándori E, Várlaki P, Studies in vehicle engineering and transportation science: a festschrift in honor of professor Pál Michelberger on occasion of his 70th birthday Budapest: Hungarian Academy of Sciences - Budapest University of Technology and Economics, 2000. pp. 51-69. (ISBN:963 420 660 3)

- [8] **Gérard Gissinger, Tamás Péter, Antoine Racle (2002)** NON-LINEAR MODELLING, IDENTIFICATION AND VALIDATION In: Zobory I Proceedings of the 8th Mini Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies, Budapest, Magyarország, 2002.11.11-2002.11.13. Budapest University of Technology and Economics, 2002. pp. 227-240.
- [9] **Szauter F. and Kalincsak I. (2010)** Motion feature of large trucks in roundabouts and turbo roundabouts, XVII. OGÉT, Baia Mare, Romania, 22-25 April, 2010, p. 400-403.
- [10] **Varga Z. and Szauter F. (2009)** The information content of the automatic

gearboxes of buses of the vehicle during an operation, 8th Youth Symposium on Experimental Solid Mechanics, 20 -23 May, 2009, CD

- [11] **Varga Z. and Szauter F. (2010)** The Information Content of the Automatic Gearboxes, FISITA World Automotive Student Congress, Budapest, 30 May - 4 June 2010, CD
- [12] **Dr. Péter Tamás (2014)** Michelberger Iskola, amely paradigmaváltozást teremtett a közlekedés- és járműfolyamatok komplex vizsgálatában, Gépjármű Szakértői Szeminárium és Járműakadémia – IbK, Gödöllő, 2014.09.24, Paper 02. pp. 1-20.



Spatial, non-linear vehicle dynamics analysis, with the application of a complex road transport process model

The article is closely related to the publication [1], which described a new method through which the speed and acceleration processes of transport can be calculated on any given trajectory of road network models of any size. The investigation presented here connects these network processes in a system through the examination of the dynamic processes of the vehicles moving in these networks. Thus, the analysis is carried out in a complex dynamic system, taking into account real transport processes, using 3D vehicle models suitable for the calculation of stochastic dynamic loads.

Nichtlineare räumliche Fahrzeugdynamische Analyse mit Anwendung eines komplexen Prozessmodelles des Straßenverkehrs

Der Artikel knüpft sich eng an die Veröffentlichung [1], in der mit der beschriebenen neuen Methode die Geschwindigkeits- und Beschleunigungsprozesse des Verkehrs auf beliebigen Trajektorien von Straßenverkehrsmodellen jeglicher Größe berechenbar sind. Die hier vorgestellte Untersuchung verbindet diese Netzprozesse in einem System mit der Untersuchung der dynamischen Prozessen von den auf dem Netz verkehrenden Fahrzeugen. So geschieht die Analyse mit der Berücksichtigung der realen Verkehrsprozesse in einem vereinten komplexen dynamischen System, mit der Anwendung von 3D-Fahrzeugmodellen, die für die Berechnung von dynamischen Belastungen geeignet sind.

Gravitációs analógián alapuló elérhetőségi modellek: elmélet és gyakorlat (2. rész)

Az elérhetőségi modellek leggyakrabban alkalmazott típusai gravitációs analógián alapulnak. Ezekben a modellekben a kutatók különböző típusú ellenállási tényezőket használnak, de mélyebben ritkán indokolják meg azt, hogy miért éppen az adott típust választották a konkrét kutatáshoz. A tanulmányban összegyűjtötték a leggyakrabban használt modelleket, ellenállási tényezőket megvilágítva a használhatóságuk lehetőségeit és korlátait konkrét magyarországi példákon keresztül.

DR. TÓTH GÉZA¹

Központi Statisztikai Hivatal

Területi Statisztika folyóirat főszerkesztője

e-mail: Geza.Toth@ksh.hu

DR. KINCSES ÁRON

Központi Statisztikai Hivatal

főosztályvezető

aron.kincses@ksh.hu

Tanulmányunk 1. részében (Közlekedéstudományi Szemle, 2014. október, pp. 4-17.) bemutattuk a gravitációs analógián alapuló elérhetőségi modellek módszertani hátterét. Rámutattunk arra milyen lehetséges ellenállási tényező számítási lehetőségek ismeretese a nemzetközi szakirodalomban ebben a vonatkozásban. Részletesen ismertettük az ellenállási számítások matematikai hátterét. Javaslatot tettünk arra, hogy a különböző típusú vizsgálatoknál elméletileg milyen ellenállási tényező használata lehet indokolt. Kiszámítottuk kistérségi adatainkra a különböző modellek használatával az elérhetőségi potenciált. A tanulmány 2. részében ezen adatokkal dolgozunk tovább.

1. AZ ELÉRHETŐSÉGI MODELLEK ÉS A VALÓS ÁRAMLÁSOK

Az eddigiekben a különféle modellek felépítésével foglalkoztunk, kerülve azt a kérdést, hogy vajon a (geometriai interpretáción alapulva) az alapelemek és az alaprelációk megadásával létrejövő potenciál-struktúra mennyire írja le

valósan a teret. Nem szóltunk tehát arról, hogy mennyire „szembesíthető” például a közúti forgalom volumene az egyes modellekből számítható értékekkel. Azaz kérdés: lehet-e a modellekből megállapított következtetéseket a valós társadalmi térre alkalmazni? Magunk részéről a nemzetközi szakirodalomban csak olyan tanulmányt ismerünk, ahol a különböző típusú modellek eredményeit szembesítették egymással [1], viszont a forgalommal történő összevetésre példát nem találtunk, így a következő elemzés a szakirodalomban egyedinek számít.

A Magyar Közút Nonprofit Zrt. által rendszeresen mért forgalmi adatok megmutatják egy-egy útkeresztmetszetre az áthaladó átlagos éves napi keresztmetszeti forgalmat (annual average daily traffic – ÁNF). A legújabb OKKF- (Országos közúti keresztmetszeti forgalomszámlálás) eredmények több mint 4500 útkeresztmetszetre terjednek ki. Az országos közúti forgalom felvétele keresztmetszeti mintavételi eljárással történik. Ez a számlálási módszer lehetővé teszi, hogy a forgalom időbeli ingadozásának

¹ A tanulmány megírása során Tóth Géza munkáját az MTA Bolyai Kutatási Ösztöndíj támogatta.

ismeretében valamely keresztmetszetben az átlagos napi forgalmat viszonylag kevés adatból (kis mintából, rövid ideig tartó számlálás eredményéből) megfelelő pontossággal és megbízhatósággal lehessen meghatározni.

Az országos keresztmetszeti számlálások lényege, hogy nagyszámú állomáson mintavételszerűen, az egész évre elosztva, 5 különböző alkalommal, alkalmanként 6 és 18 óra közötti időtartamú számlálásokat hajtanak végre. A számlálások részletes mintavételi tervezés alapján folynak. A tervezés során a mérőállomások számlálási időtartamát is meghatározzák. A számlálások nagy része évente csak 3 napos. A számlálás ötéves gördülő rendszerű, tehát egy évben csupán az ország területének mintegy 20%-án számolnak hosszabb-rövidebb ideig, s a többi állomás korábban meghatározott eredményeit a friss számlálásokéhoz igazítják.

A számlálási eredmények értékeiből (g_x) egyszerű átlagszámítással, a forgalom törvénysze-

rúségeit hordozó napszaki (a_x), napi (b_i), és havi (c_i) tényezővel szorozva kapható meg az évi átlagos napi forgalom (1. képlet):

$$\bar{ANF} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n g_x * a_x * b_i * c_i \quad (1)$$

ahol n a számlált napok száma, g_x az x óras számlálás alatt megfigyelt forgalom, a_x a napszaktényező (valamely meghatározott napszakban számlált forgalom viszonya a 24 órás forgalomhoz), b_i a napi tényező (a hét egyes napjaihoz tartozó szorzószám, amely a napi forgalmat a havi átlagértékre módosítja), c_i a havi tényező (az év egyes hónapjaihoz tartozó szorzószám a havi átlagforgalom évi átlagforgalommal alakításához).

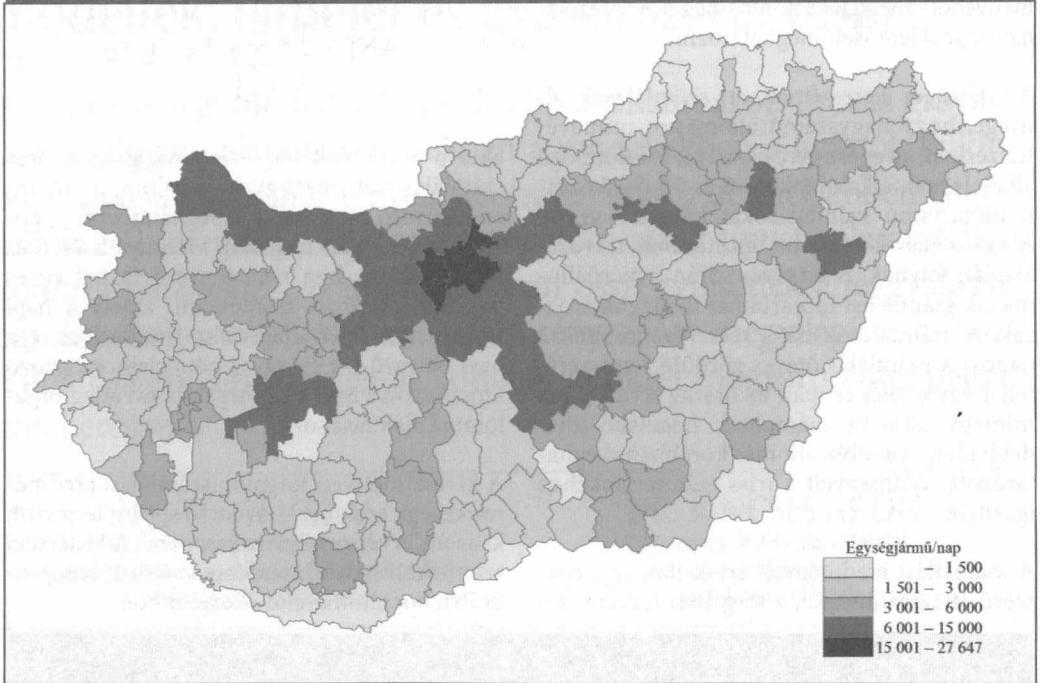
A keresztmetszeti forgalomszámlálási eredményeket egy szakmai konvenció szerint terjesztik ki az ún. "érvényességi szakaszokra". A kistérségi szintű ÁNF-adatokat a Magyar Közút Nonprofit Zrt. bocsátotta rendelkezésünkre.

1. táblázat: A vizsgálat dimenziói

Dimenzió	Megjegyzések
Forrás	Vizsgálatunkban az elérhetőséget valamennyi ember szemszögéből számítom, illetve értelmezzük, s nem különböztetjük meg az egyes társadalmi csoportokat, valamint a különböző utazók eltérő utazási céljait.
Cél	Az elérni kívánt célt az adott kistérség népességével és jövedelmével számszerűsítjük.
Ellenállás	A területi ellenállási tényező jelen esetben a kistérségek központjai közötti, közúton mérhető elméleti elérhetőségi időket jelenti, percben. Az alkalmazott ellenállási tényező lehet lineáris, négyzetes, exponenciális, box-cox, gaussi, illetve log-logisztikus.
Korlátozások	Két kistérség közötti útvonalak használatakor az adott szakaszon az út típusának megfelelő maximális sebesség jelenti a korlátot.
Határok	A vizsgálati terület meghatározásakor hazánk határait vettük figyelembe. Bár kétségtelen tény, hogy a magyarországi potenciálokra hazánkon kívüli elérhető célpontok is hatással vannak, de mivel megfelelő részletzettségű úthálózati térkép csak Magyarországról állt rendelkezésemre, így ezek hatásaitól el kellett tekintünk.
Közlekedési mód	A vizsgálat során nem különböztettük meg a személy-, illetve a teherszállítás eltérő szempontjait.
Modalitás	Vizsgálatunkban unimodális elérhetőséget számítottunk közútra vonatkozóan.
Területi szint	Kutatásunk alapvető területi szintje a kistérségi szint, vagyis a LAUI.
Esélyegyenlőség	Kutatásunk alapvető célja a magyarországi elérhetőségi különbségek modellezése.
Dinamika	A kutatásban a 2004., 2008. és 2012. január 1-jei népességet, jövedelmet és közúthálózatot vettünk figyelembe.

Forrás: saját szerkesztés.

1. ábra: Évi átlagos napi forgalom (ÁNF), 2012



A 2004-es, 2008-as és 2012-es forgalmi adatokat (1. ábra) különböző potenciálmodellekkel vetettük össze. Tömegetényezőként mind a jövedelmeket, mind pedig a lakónépességet is alkalmaztuk. A vizsgálat dimenziói a 1. táblázatban olvashatók.

1.1. Gravitációs analógián alapuló modellek

Hagyományos gravitációs analógián alapuló modellek

A vizsgált modellek a következők:

$$c_1 \frac{W_i}{c_{ii}} - \sum_j \frac{W_j}{c_{ij}} \quad (2)$$

$$c_2 \frac{W_i}{c_{ii}^2} - \sum_j \frac{W_j}{c_{ij}^2} \quad (3)$$

$$c_3 \frac{W_i}{e^{\beta c_{ii}}} - \sum_j \frac{W_j}{e^{\beta c_{ij}}} \quad (4)$$

$$c_4 = \frac{W_i}{e^{\beta \left(\frac{c_{ii}-1}{\lambda} \right)}} - \sum_j \frac{W_j}{e^{\beta \left(\frac{c_{ij}-1}{\lambda} \right)}} \quad (5)$$

$$c_5 = \frac{W_i}{p^* e^{-\frac{c_{ii}}{u}}} + \sum_j \frac{W_j}{p^* e^{-\frac{c_{ij}}{u}}} \quad (6)$$

$$c_6 = \frac{W_i}{1 - e^{a-b \ln c_{ii}}} - \sum_j \frac{W_j}{1 - e^{a-b \ln c_{ij}}} \quad (7)$$

ahol $c_{i,6}$ az i térség elérhetősége, W_i az adott kistérség saját tömege, W_j az elérni kívánt cél „tömege”, c_{ii} és c_{ij} az eléréshez szükséges idő, β , λ , p , u és a , b pedig konstansok. (A 2. képlet a lineáris, a 3. a négyzetes, a 4. az exponenciális, a 5. a box-cox, a 6. a gaussi, és a 7. a log-logisztikus ellenállási tényezőt alkalmazó modell.)

Kimutatható (2.-3. táblázat), hogy a forgalmi adatoknál a jövedelmi adatokkal némileg jobb illeszkedést lehet elérni, mint a népességszámot alapul véve, igaz, a különbség nem jelentős. Kistérségi vizsgálataink alapján a legjobb

2. táblázat: A gravitációs analógián alapuló, népességi tömeget alkalmazó modellek illeszkedése a kistérségi ÁNF-adatokhoz (R^2)

Évek	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6
2004	0,43	0,26	0,55	0,52	0,19	0,63
2008	0,45	0,45	0,56	0,52	0,13	0,69
2012	0,58	0,44	0,61	0,58	0,21	0,69

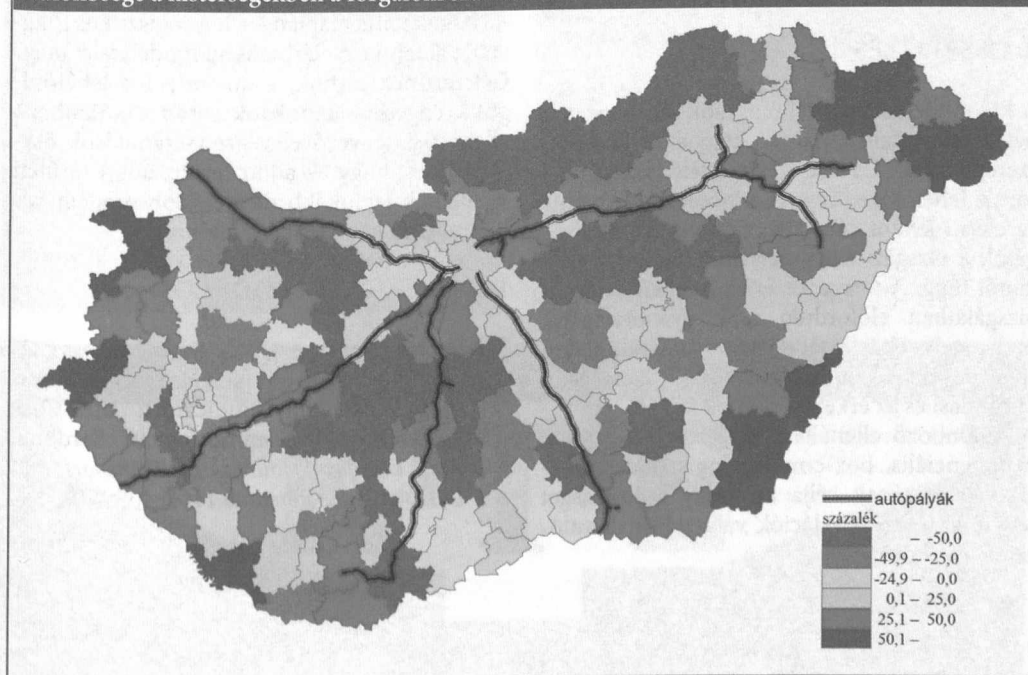
3. táblázat: A gravitációs analógián alapuló, jövedelmi tömeget alkalmazó modellek illeszkedése a kistérségi ÁNF-adatokhoz (R^2)

Évek	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6
2004	0,42	0,24	0,56	0,53	0,18	0,73
2008	0,46	0,45	0,58	0,55	0,11	0,72
2012	0,58	0,45	0,60	0,57	0,22	0,69

elérhetőségi potenciálmodellnek a log-logisztikus ellenállási tényezőt alkalmazó modellek mutatkoztak, megjegyzendő viszont, hogy más területbeosztás alkalmazása esetén már nem biztos, hogy ezt az eredményt kaptuk volna. A

log-logisztikus ellenállási tényező számításakor az illeszkedés (2. ábra) meglehetősen gyenge volt az útidő gyakoriságokra. Ennek ellenére a legpontosabb modellt éppen ekkor kapjuk, vagyis mindenképpen célszerű több modell al-

2. ábra: A 2012-es tényleges átlagos napi forgalom, illetve a legjobban illeszkedő potenciálmodellrel (c_6 - log-logisztikus ellenállási tényezővel) becsült 2012-es forgalom különbsége a kistérségekben a forgalom százalékában



kalmazása is egy-egy vizsgálat során és nem lehet pusztán a modell illeszkedéséből kiindulni.

A log-logisztikus függvény kedvező megítélését jelen esetben az okozza, hogy a magyar-árváltozók segítségével ez képes legjobban megbecsülni a forgalom területi különbségeit. A magyarországi forgalom területi különbségei kapcsán pedig a legfontosabb az, hogy melyik az a függvény, amely amellett, hogy az alapvető területi különbségeket is figyelembe veszi, ám a legkisebb reziduál mellett becsüli meg a főváros, Budapest forgalmi értékét. Ha Budapest szerepe nem lenne ilyen kiugró, illetve lenne más, a fővárossal összevethető forgalmú kistérség is Magyarországon, akkor már egyáltalán nem biztos, hogy a log-logisztikus függvény segítségével végzett számítások eredményeznék a legjobb közelítést modellünkben.

A kistérségek egyik felében, elsősorban a legforgalmasabb, zömmel az autópályák által érintetteknél a modelltől várható forgalom kisebb, mint a tényleges (ezeket piros színnel ábrázoltuk). A többi, az ország középső részében elhelyezkedő kistérségnél viszont a modell jellemzően alulértékeli a forgalmat, majd a határ menti kistérségeknél zömében inkább a túlbecslés jellemző.

2. ÖSSZEGRZÉS

A különböző ellenállási tényezők alkalmazásának módszertani alapja az, hogy a térszerkezet szerepét számszerűsítsék a modellben. Az utazások lehetősége, vagyis a potenciál ugyanis az elérni kívánt cél tömegétől, annak távolságától, a vizsgálati tér szerkezetétől és a véletlentől függ. A térszerkezet ez esetben az adott vizsgálatban előforduló utak gyakoriságaira utal, amelynek leírására módosítjuk különböző függvényekkel az utazási távolságot/költséget a kiindulási és az érkezési pontok között.

A különböző ellenállási tényezők (négyzetes, exponenciális, box-cox, log-logisztikus, gaussi) választásának célja az, hogy különbséget tegyünk az egyes relációk választásának valószínűsége között.

Tanulmányunk gyakorlati megállapításai közül fontosnak tartjuk kiemelni, hogy az utazási potenciál 4 tényezője közül az utazási relációk gyakorisága csupán egy tényező, s az utazási választás lehetőségének mértékét tovább árnyalja még a fennmaradó három tényező. Így egy-egy modell kiválasztása esetén, az elvileg arra a térsztruktúrára legmegfelelőbbnek gondolt modell korántsem biztos, hogy a legpontosabb eredményt adja. Ennek egyik oka, hogy a tér összefüggésrendszerét matematikai eszközökkel leírni viszont meglehetősen nehéz. Nem lehet általánosítani abban a tekintetben, hogy milyen léptékű, vagyis milyen térségben végzett vizsgálathoz milyen ellenállási tényező a legmegfelelőbb. A hazai és nemzetközi szakirodalomban az exponenciális modellek alkalmazása túlsúlyban van, aminek megalapozottsága vizsgálataink alapján meglehetősen kérdéses. Fontos továbbá hangsúlyozni, hogy a gyakorisággfüggvények tekintetében a legjobb illeszkedést bemutató modell (gaussi), egyáltalán nem biztos, hogy a legjobb modellt is eredményezi. Hazai vizsgálatokban a legnagyobb problémát a főváros igen kiemelkedő forgalma, illetve a többi kistérség/járás/város hozzá képest alacsony forgalma jelenti. Így a térségi különbségeket legjobban leképező modellre van szükség a potenciálmodellek operacionalizálásánál. Ennek – vizsgálataink alapján – a log-logisztikus függvényt alkalmazó elérhetőségi modell felel meg. Célszerűnek tartjuk, – amennyiben lehetőségünk engedi – munkánk során a különböző ellenállási tényezővel végzett számítások összevetését, hogy az adott térség, adott területi szintjének leginkább megfelelőbb modellt választhassuk ki a vizsgálatunkhoz.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] De Montis, A. – Caschili, S. – Chessa, A. (2011): Spatial Complex Network Analysis and Accessibility Indicators: the Case of Municipal Commuting in Sardinia, Italy *European Journal of Transport and Infrastructure Research* 11(4) 405–419.



Reachability models based on gravity analogy: theory and practice

The types of reachability models which are applied most often are based on gravity analogy. In these models, researchers use various different types of resistance factors but it is rare that a reason is given why the exact type has been chosen to use in the research in question. Another problem that arises in connection with these types of analyses is that in many cases, the authors don't describe how they determine the concrete constants used for their calculations. In these cases, the results can only be accepted with restrictions, because the research is not reproducible to the readers. Finally, we would like to draw attention to a further important problem: namely that the results of these models are rarely confronted with real (e.g. traffic based) data - this way it is not clear from the calculations what would happen if the analyser were to apply a different model. In this paper, we have attempted to collect the models and resistance factors which are used in most cases, and to illuminate the possibilities and limitations of their usage through specific Hungarian examples.

ERREICHBARKEITSMODELLE AUF DEM BASIS VON DER GRAVITATIONS-ANALOGIE: THEORIE UND PRAXIS

Die meistverwendeten Typen der Erreichbarkeitsmodelle basieren sich auf der Gravitations-analogie. Bei diesen Modellen verwenden die Forscher Widerstandsbeiwerte unterschiedlicher Art, aber sie geben nur selten eine tiefergehende Begründung für die Wahl eines gegebenen Typs für die konkrete Forschung. So sind die Ergebnisse nur begrenzt akzeptierbar, weil sie für den Leser nicht reproduzierbar sind. Schließlich ist es auch ein wichtiges Problem, daß die Ergebnisse der einzelnen Modelle nur selten den realen (z.B. Verkehrs-)Daten gegenübergestellt werden. So stellt es sich von den Berechnungen nicht heraus, was würde bei der Anwendung eines anderen Modells geschehen. In der Studie haben wir es versucht, die meistverwendeten Modellen und Widerstandsbeiwerte zu sammeln und mit konkreten Beispielen aus Ungarn die Möglichkeiten und Grenzen ihrer Verwendbarkeit darzustellen.

K T E

Összhangban az európai törekvésekkel

A KFOR (Koszovói Nemzetközi Biztonsági Erő) szektor megnyitása – határokon átívelő szolgáltatás a magyar léginavigációs központból

Több mint tíz évvel ezelőtt megfogalmazódott az az elképzelés Európában, hogy egy légtér rész polgári légi forgalmának irányítását az attól távol lévő léginavigációs központ is végezheti. Ilyen típusú távszolgáltatásra eddig még nem volt példa, de az idén megnyílt a Koszovó feletti magas légtér, amelyet Magyarországról, a HungaroControl központjából irányítanak a magyar légiforgalmi irányítók, NATO megbízás alapján. A távszolgáltatás elindítása forgalomszervezési, gazdasági és környezetvédelmi szempontból is kedvezően hat a délkelet-európai régió légi közlekedésére.

Schváb Zoltán	Győri Gyula	Szepessy Kornél	Szalai Krisztina
a Közlekedéstudományi Egyesület társelnöke e-mail: schvabzoltan@gmail.com	a Nemzeti Közlekedési Hatóság elnöke e-mail: gyori.gyula@nkh.gov.hu	a HungaroControl Zrt. vezérigazgatója e-mail: szepessy.kornel@hungarocontrol.hu	projektmenedzser e-mail: szalai.krisztina@hungarocontrol.hu

1. AZ ELŐZMÉNYEK, A DIPLOMÁCIAI HÁTTER

A Koszovó feletti légtér kizárólagos ellenőrzését az ENSZ Biztonsági Tanácsának 1244. (1999) számú határozata alapján a délszláv konfliktus óta az Észak-atlanti Szerződés Szervezete/ Koszovói Nemzetközi Biztonsági Erő (a továbbiakban: NATO/KFOR) biztosítja és a lezárás évében aláírt Katonai Műszaki Megállapodásnak megfelelően jelenleg is a NATO/KFOR fennhatósága alatt áll. A légteret a polgári közlekedés számára – a Pristinába irányuló repülőjáratoktól eltekintve – mintegy tizenöt évig nem lehetett igénybe venni. A Szövetség 2003 óta törekedett arra, hogy a légtérnyitás technikai feltételeit megteremtse a biztonsági helyzet javulásának köszönhetően.

A NATO – célkitűzésével összhangban – felkért küldött néhány térségbeli ország számára

a légtérnyitással kapcsolatos feladatok ellátására. Az észak-atlanti szervezet a kérdésben potenciálisan érdekelt, kedvező földrajzi fekvésű NATO-tagállamokat és partnerországokat kereste meg, többek között Magyarországot is. A kérdés az volt, hogy képes-e és hajlandó lenne-e átvállalni egyikük a Koszovó feletti magas légtér ellenőrzését és a polgári légi forgalom irányítását? Hazánkat a szervezet 2011. július 22-én kereste fel hivatalosan.

Magyarország a megkeresést követően szeptemberben jelezte a NATO felé elvi részvételi szándékát, s hogy el tudja és el is kívánja látni az érintett léginavigációs és egyéb kapcsolódó feladatokat. A magyar pályázat előkészítéséhez és összeállításához a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (NFM), a Külügyminisztérium (KÜM), a Honvédelmi Minisztérium (HM), a Nemzeti Közlekedési Hatóság (NKH), a Közlekedésbiztonsági Szervezet (KBSZ) és a

1. ábra: A hivatalos tanúsítvány



TANÚSÍTVÁNY

Az Európai Parlament és a Tanács 550/2004/EU rendeletének, valamint a Bizottság 1035/2011/EU végrehajtási rendeletének megfelelően, továbbá ezen tanúsítványban foglalt feltételek szerint a Nemzeti Közlekedési Hatóság Légügyi Hivatala, mint nemzeti felügyeleti hatóság ezennel tanúsítja, hogy a

HungaroControl Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt.

(Székhelye: H-1185 Budapest, Igló u. 33-35.)

mint légnavigációs szolgáltató, megfelel az alábbi szolgáltatásokra vonatkozó
Közös Követelményeknek, ezért alkalmas azok ellátására.

A tanúsítvány az alábbi tevékenységi körökre érvényes:

KFOR szektor ATM, AIS

A Hivatal által csatolt Melléklet feltételei szerint.


A jelen tanúsítvány érvényes:

2014.04.03-tól visszavonásig, a mindenkor légnavigációs szolgáltatói tanúsítvánnyal együtt.


A tanúsítvány referenciaszáma: HU-041-ANS

Budapest, 2014.04. 01.

Budapest, 2013.04. 01.


Farkas András
légügyi elnökhelyettes
hivatalvezető




Töröcsik József
főosztályvezető

HungaroControl delegált szakembereket. Az elképzeléseket bemutató pályázatot Magyarország 2011. december 5-én ismertette a 17. NATO BANM (Balkan Aviation Normalization Meeting), a Szövetség a balkáni légi közlekedés helyreállítására létrejött fórum tagjai előtt. Magyarország mellett pályázott még Macedónia és Albánia, érdeklődött a megbízás iránt Ausztria is, miután egy korábbi, olasz koncepció elvetésére került.

Kedvezően befolyásolta a magyar pályázat sikeres elbírálását az a tény, hogy a magyar kormány külpolitikai prioritásként kezeli a nyugat-balkáni régió stabilitásának fenntartását, amivel hozzá kíván járulni a NATO koszovói tevékenységének sikeréhez. Magyarország mellett szólt az is, hogy hazánk a NATO teljes jogú tagja, szövetségesei megbízható partnere, továbbá az, hogy a HungaroControl a közép-európai régió egyik legelismertebb és legdinamikusabban fejlődő légiforgalmi szolgálatként rendelkezik a feladat ellátásához szükséges szaktudással és szakembergárdával; illetve műszaki-technológiai szempontból is alkalmas a feladat ellátására. Ugyancsak fontos szempont volt a hazánk által kidolgozott kedvező pénzügyi konstrukció, amelynek lényege a minimális befektetési kötelezettség, mivel a megvalósítás nagyrészt a régióban már meglévő infrastruktúrára épít. Ezen felül előnyt jelentett hazánk fizikai közelsége a régióhoz, ami politikai semlegességgel társult. Végül, de nem utolsósorban pedig az a tény, hogy a pályázat előkészítése során a magyar delegáció több helyszíni látogatást is tett a térségben, és előzetes egyeztetéseket folytatott az érintett partnerekkel.

A Nemzeti Közlekedési Hatóság Légügyi Hivatala (NSA) tételes vizsgálatot folytatott, ami a pályázati szakaszban a feladat-meghatározásra, közvetlenül a szolgáltatás megkezdése előtt pedig arra irányult hogy hivatalosan is tanúsítsa: a HungaroControl megfelel a vonatkozó európai rendeletekben foglaltaknak és képes maradéktalanul ellátni a léginavigációs szolgáltató szerepét (1. ábra).

A Koszovó feletti magas légtér megnyitásban való magyar részvételtől, valamint a sikeres NATO pályázat esetén felmerülő feladatok

konkrét meghatározásáról szóló előterjesztést Magyarország Kormánya 2012. február 29-ei ülésén fogadta el. Ezt követően az Észak-atlanti Tanács (North Atlantic Council) 2012. április 13-án úgynevezett csendes eljárás (silence procedure) keretében felhatalmazta Magyarországot, a KFOR-t és a HungaroControlt a program megvalósításához szükséges kétoldalú és multilaterális tárgyalások lefolytatására és a megállapodások megkötésére. Magyarország Kormánya valamint a Koszovói Nemzetközi Biztonsági Erő (KFOR) 2013. július 16-án írta alá a Koszovó felett kijelölt légtérben történő egyes léginavigációs szolgálatok nyújtásáról és egyéb kapcsolódó tevékenységek ellátásáról szóló, részletes Végrehajtási Megállapodást, amelynek kihirdetése 2013. december 29-én történt meg. Hazánk azzal, hogy a megbízást egyértelműen úgynevezett technikai megvalósítóként, ideiglenes jelleggel vállalta, kifejezi azt, hogy a régió mindenkorai diplomáciai és politikai helyzetébe ezen projekten keresztül nem kíván beavatkozni. A felkérés kizárólag a Koszovó feletti magas légtérben történő távolkörzeti léginavigációs szolgáltatás ellátására irányul, a közeli körzeti és toronyirányítási tevékenységre nem terjed ki. A megbízás különlegessége, hogy Európában először nyújt „távszolgáltatást” egy léginavigációs szolgáltató, azaz nem a helyszínről, hanem saját bázisáról, jelen esetben a HungaroControl 2012-ben átadott ANS III irányítóközpontjából.

A projekt megvalósítására a pályázati szakasz lezárultával tárcaközi munkacsoport alakult, amely a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium vezetésével a Külügyminisztérium, a Honvédelmi Minisztérium, a Közigazgatási és Igazságügyi Minisztérium, a Nemzeti Közlekedési Hatóság, a Közlekedésbiztonsági Szervezet és a HungaroControl által delegált szakemberek közreműködésével végezte el az operatív munkát.

A légtér újbóli megnyitását a NATO BANM keretében folytatott nemzetközi összefogás tette lehetővé. A projekt egyik kulcsfontosságú sikertényezője volt a soknemzetiségű térség együttműködése, hiszen a légtérnyitáshoz nyolc ország és közel tizenöt szervezet tevékenységét kellett nemzetközi szinten összehangolni,

s ehhez a NATO, KFOR, a EUROCONTROL (Európai Szervezet a Légi Közlekedés Biztonságáért), az ICAO (Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet), az IATA, az Európai Bizottság mellett a regionális partnerek – Szerbia, Macedónia, Albánia, Bosznia-Hercegovina, Bulgária, Koszovó, Horvátország és Montenegró – támogatását is meg kellett nyerni. A HungaroControl a szükséges műszaki feltételek folyamatos biztosítása, a szolgáltatás biztosítása és a légi közlekedés biztonságának fenntartása érdekében szorosan együttműködik a régió léginavigációs szolgálataival, így az alábbi partnerekkel: M-NAV (Macedón Légiforgalmi Irányító Szolgálat), SMATSA (Szerb Légiforgalmi Irányító Szolgálat), Albcontrol (Albánia), BHANSA (Bosznia-Hercegovina), BULATSA (Bulgária), ANP-Kontrolli Ajror "Adem Jashari" (Koszovó) és a KFOR.

2. A VÉGREHAJTÁSI MEGÁLLAPODÁSRÓL

A Végrehajtási Megállapodás tartalmazza a KFOR szektor földrajzi kijelölését, a légtér igénybevételének általános szabályait, a Magyar Állam és a nevében eljáró szervezetek, különösen a HungaroControl, illetve a KBSZ és NKH által ellátandó feladatokat, valamint a KFOR-ra vonatkozó tennivalókat és felelőségeket. Kitér továbbá az elszámolási kérdésekre, a tanúsítás, engedélyezés témakörére, a NATO szerveivel való együttműködésre, a megbízás időtartamára, a felelősségi kérdésekre, illetve a kutatás-mentésre. A Végrehajtási Megállapodást kihirdető 2013. évi CCXLVIII. törvény részletesen meghatározza az eljáró szervezetek, különösen a HungaroControl, illetve a KBSZ és az NKH által ellátandó feladatokat.

A Végrehajtási Megállapodás nemzetközi szerződésnek minősül. A Megállapodás minden olyan kérdésben, amelyre maga a Megállapodás nem tér ki a magyar jog alkalmazását írja elő. Az együttműködő államok a légi közlekedés számos területén nemzetközi szinten meghatározott, egységes szakmai szabályokat alkalmaznak, ezért a Megállapodás szerint is ugyanazok a jogszabályok alkalmazandók a KFOR szektorban, mint a magyar légtérben, vannak azonban eltérések is. Az eltéréseket részben a

2013. évi CCXLVIII. törvény, részben további rendeletek határozzák meg.

A törvény a már említett részletes feladat-meghatározás mellett a légiközlekedési hatóság felügyeleti és engedélyezési tevékenységével összefüggésben állapít meg speciális szabályokat.

Magyarország Kormánya és a KFOR között a Koszovó felett kijelölt légtérben egyes léginavigációs szolgáltatások nyújtásáról és egyéb kapcsolódó tevékenységek ellátásáról szóló Végrehajtási Megállapodás kihirdetéséről szóló törvény végrehajtásával kapcsolatban egyes kormányrendeletek eltérő alkalmazásáról szóló 510/2013. (XII. 29.) Korm. rendelet egyfelől kizárja a kifejezetten Magyarország vonatkozásában végrehajtandó – így a magyar légtér igénybevételét, valamint a bajba jutott légi járművek megsegítésére létrehozott nemzeti rendszert meghatározó – jogszabályi rendelkezések alkalmazását, másfelől viszont részletes szabályokat tartalmaz a légiközlekedési kötelező felelősségbiztosítás tárgyában.

A Magyarország Kormánya és a KFOR között a Koszovó felett kijelölt légtérben egyes léginavigációs szolgálatok nyújtásáról és egyéb kapcsolódó tevékenységek ellátásáról szóló Végrehajtási Megállapodás kihirdetéséről szóló törvény végrehajtásával kapcsolatban egyes miniszteri rendeletek eltérő alkalmazásáról szóló 83/2013. (XII. 29.) NFM rendelet a Koszovó felett kijelölt légtér sajátosságaihoz igazodva egyedi részletszabályokat határoz meg a repülések végrehajtása, a légi forgalom irányítása, a repülésmeteorológiai szolgáltatás, valamint a léginavigációs szolgálatot ellátó szakszemélyzet szakszolgálati engedélye és képzése tekintetében.

3. A TECHNOLÓGIAI MEGVALÓSÍTÁSRÓL

A pályázat szerint a magyar léginavigációs szolgáltató a regionális partnerek már meglévő infrastruktúrájára támaszkodva tervezte a légtérnyitásra való felkészülés megvalósítását. Mivel ezzel a megoldással szükségtelen volt új radar telephelyek létesítése és üzembe helyezése, a magyar projekt lebonyolítása jóval gyorsabb, egyszerűbb és olcsóbb megoldást kínált, mint

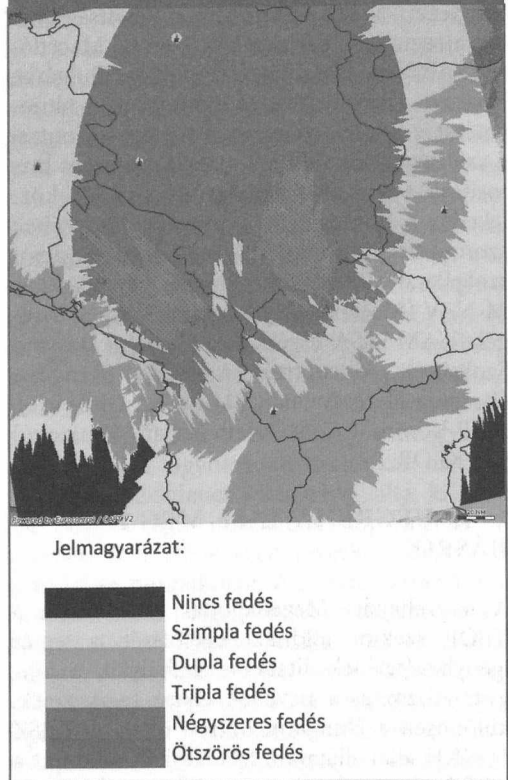
azon pályázóké, akik ilyen típusú új létesítmények telepítésével akarták kialakítani az irányításhoz szükséges technológiai hátteret.

A Magyar Légiforgalmi Szolgálat modern, csúcstechnológiával felszerelt léginavigációs központja, az ANS III 2012. év végén kezdte meg működését. A központot úgy alakították ki, hogy alkalmas legyen Magyarország és egyben Közép-Európa légiközlekedési infrastruktúrájának továbbfejlesztésére, a légiforgalmi irányítás hatékonyságának és kapacitásának növelésére. Az ANS III irányítóközpont munkatermének kialakításakor már helyet kaptak olyan tartalék irányítói munkahelyek is, amelyeket ki lehetett alakítani a Koszovó felett áthaladó gépek irányítására. Az irányítási feladat ellátását a magyar légtérben a MATIAS (Magyar Automated and Integrated Air Traffic System) szoftver segítségével végzik. Erre a háttérre alapozva és a magyar légiforgalmi irányítást biztosító szoftver mintájára a HungaroControl a THALES Air Systems közreműködésével kialakította a Koszovó feletti magas légtér légiforgalmi irányításának feladatait támogató KATIAS (KFOR sector Automated and Integrated ATC System) szoftvert.

Emellett az irányítás technikai feltételeinek megteremtéséhez, az operatív kettős fedés biztosításának érdekében a régió öt radarjának jeleit kellett beszerezni. A repülésbiztonság fenntartása érdekében a legjobb fedés elérését a BULATSA, bolgár szolgáltató partnertől a Vitosa radar, a SMATSA, szerb-montenegrói szolgáltató partnertől a Murtenica és a Koviona radarok, az M-NAV, macedón szolgáltató partnertől az Ohrid radar, a BHANSA, bosznia-hercegovinai szolgáltató partnertől pedig a Jahorina radar jelei segítik. Ezen adatok feldolgozását követően létrejön a szükséges, többszörös fedés. A repülés biztonságát az egyéb technikai megoldások kapcsán is többszörös biztosítékok szavatolják (2. ábra).

Az előzetes felmérések és a megfelelő műszaki elemzések eredményei azt mutatták, hogy az adatfeldolgozó rendszer minimális módosításával és a meglévő hangkommunikációs rendszer megfelelő módon – a Frequentis AG osztrák cég közreműködésével – végrehajtott

2. ábra - Többszörös radarfedés a KFOR szektorban



bővítésével az irányítói munkához szükséges kapcsolatok maradéktalanul biztosíthatók. A folyamatos rendelkezésre állást, a rádiószolgáltatás infrastrukturális alapját a hazai szolgáltatók mellett az M-NAV gradishti rádióállomása és a SMATSA kopaoniki rádióállomása nyújtja. A regionális partnerek együttműködésével így integrálhatók a Magyarország területéről nem megvalósítható szolgáltatások, a rádióállomások és radarok jeleinek integrálása a rendszerbe. A szolgáltatás zavartalan biztosítása szempontjából szükség volt az operatív együttműködés kialakítására és szabályozására a régió irányító egységeivel. A HungaroControl ún. Együttműködési Megállapodásokban, Letter of Agreementekben (LoA) rögzítette az együttműködés módját valamennyi partnerével. Ilyen megállapodás a KFOR-al is létrejött, amely a légtér felügyeletét továbbra is ellátó KFOR-ral való kooperáció részleteit tartalmazza.

4. A KÉPZÉSRŐL

Ahhoz, hogy a HungaroControl zavartalanul el láthassa a szolgáztatást, a humán erőforrás biztosításáról is gondoskodnia kellett. Ehhez a Társaság kidolgozott egy tantervet, amely alapján – a hatósági jóváhagyást követően – a KFOR szektorban dolgozó irányítók kiképzését és vizsgáztatását meg lehetett valósítani. Az első lépés az oktatók kiképzése volt, akik a HungaroControl szimulációs központjában, a CRDS-ben (Centre of Research, Development and Simulation) tudtak felkészülni. A kiválasztott team egy speciálisan összeállított gyakorlatsoron, extrém forgalmi és időjárás körülmények előállításával tanulmányozta és ismerte meg teljes mélységében a légteret a regionális partnerekkel együttműködve.

A budapesti (magyarországi) szakszolgálati engedéllyel rendelkező irányítók azon része, akik a KFOR szektorban is szolgálatot teljesítenek átképzésen vettek részt, amelynek során megismerték a légtér sajátosságait és a regionális partnerekkel kötött együttműködési megállapodások (LoA) rendelkezéseit is. Az elméleti felkészülés során az irányítók az időjárás jellemzők és a földrajzi adatok birtokában körültekintő alapossgal elemezték, hogy hol számíthatnak konfliktuspontokra és egyéb veszélyekre. Az elméleti felkészítést követően egy komplex, egyhetes szimulációs gyakorlatsoron vettek részt, amely alatt intenzív, valós nyári forgalomnak megfelelő forgalmi helyzetben szerezhették meg a rutint az adott térség irányítására.

A légtérnyitás napjái 55 légiforgalmi irányító kapta meg a magyar légtérben közlekedő légi járatok irányítására jogosító szakszolgálati engedélyhez a Koszovó felett kijelölt magas légtérre érvényes kiterjesztést is.

5. A KOSZOVÓ FELETTI MAGAS LÉGTÉR ÉS IRÁNYÍTÁSÁNAK JELLEMZŐI

A Koszovó feletti magas légtér egy kisméretű, 62 tengeri mérföld átmérőjű légtér. A Tirana FIR-rel (Albánia) és a Szkopje FIR-rel (Macedónia) a FIR határvonala, míg Szerbia és Montenegró felé a közigazgatási határvonal határozza meg az oldalhatárait. Az átrepülési idő 7-8 perc. A magassági határa Flight Level 205 (kb. 6 250 m) - Flight Level 660 (kb. 22 000 m, az ellenőrzött légtér felső

határa). Irányítástechnikai szempontból a legfontosabb jellemzője az, hogy miközben a légtér mérete kicsi, a rajta áthaladó légi járművek sebessége nagy. Ugyan a kisméretű légtér a forgalmi adatok, illetve az útvonal szerkezet miatt alacsony komplexitással rendelkezik, mégis számos kihívást rejt magában, és éppen elsősorban a méretéből adódóan. A KFOR szektorban ugyanis úgy kell a nagy sebességgel haladó átrepülő forgalmat irányítani, hogy minden változtatásra rendkívül kevés idő áll rendelkezésre, így különösen nagy hangsúly helyeződik a kockázatfelmérésre, az előzetes elemzésekre.

A Koszovó feletti magas légtér irányítása ugyanúgy zajlik, mint Magyarország légtérében. Itt is egy szektorban egyszerre két irányító dolgozik, egy radarirányító és egy koordinátor, azaz tervező irányító, aki a potenciális veszélyhelyzetek felmérésében és a környező országok, illetve a pristinai repülőter léginavigációs szolgálataival szükséges telefonos egyeztetés lebonyolításában partnere kollégájának. A tervező irányító szerepe megnő ebben a szektorban, hiszen minden mozzanatot előre kell megtervezni, beleértve a gyors improvizációt is.

6. A SZIMULÁCIÓS ÉS TESZTIDŐSZAK

A felkészüléshez nélkülözhetetlen szimulációk előkészítése jelentős nehézségekbe ütközött, hiszen a légtér már másfél évtizede zárva volt, így aktuális adatokra sem a forgalom, sem a jellemző konfliktusok, sem az akkori együttműködések alapján nem lehetett támaszkodni. A tapasztalati adatok hiányából adódóan a gyakorlatokat az EUROCONTROL adatbázisából táplálkozva, a lehető legtöbb partnertől beszerzett információk alapján építette fel a HungaroControl K+F és szimulációs központja (CRDS). A 2013 decemberének első hetében megrendezett szimulációs gyakorlatsorozaton nyolc ország közel hetven légiforgalmi irányítója vett részt, köztük a macedón, a szerb, az albán és a görög, továbbá megfigyelőként a koszovói léginavigációs szolgálat munkatársai is.

A szektor éles indítását 2014 márciusában a rendszerintegrációs időszak előzte meg, amelynek során a HungaroControl a NATO/KFOR engedélyvel egy többórás légi ellenőrző repülést hajtott

vége a KFOR szektorban a szerb léginavigációs szolgálat, a SMATSA és a KFOR együttműködésével. Az ellenőrzést két magasságon, FL180-on és FL340-en kellett elvégezni, körbeparolva a szektor 30 tengeri mérföld sugarú határvonalát, illetve az összes útvonalat. A valódi, éles helyzetben kiderült, hogy a számítások helyesek voltak. Bebizonyosodott, hogy a hegyes-völgyes területen 3000 méter fölött tökéletes lefedettséget biztosít a bosnyák, a szerb, a bolgár és a két macedón radar, így alkalmazásukkal folyamatos, biztonságos az adatszolgáltatás a HungaroControl irányító központjába.

A HungaroControl a légtérellenőrzést a Nemzeti Közlekedési Hatóság Légügyi Hivatala (NSA) aktív részvétele mellett folytatta le. Ez a komplex ellenőrzés kiterjedt a szektoron belüli radar- és rádió lefedettségre.

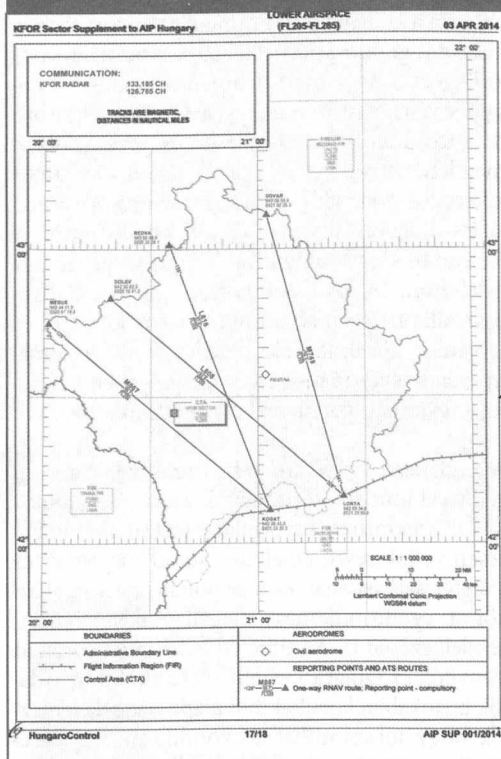
7. A KÖZZÉTÉTEL ÉS A SZOLGÁLTATÁS LEÍRÁSA

A HungaroControl 2014. február 6-án a nemzetközi szabályozásnak megfelelően, repülésszakmai körben tette közzé először a Koszovó feletti magas légtérben az átrepülő polgári légi forgalom és a kapcsolódó szolgáltatások újraindítására vonatkozó céldátumot és az útvonaltervezéshez szükséges adatokat a hivatalos légitforgalmi tájékoztató kiadványban, az AIP-ben (Aeronautical Information Publication). Az adatok bekerültek az EUROCONTROL gondozásában lévő elektronikus adatbázisba (EAD - European AIS Database), amit minden légitársaság folyamatosan figyelemmel kísér (3. ábra).

A légtérnyitás céldátumát a 18. NATO BANM határozta meg 2013 nyarán, figyelemmel a régióban zajló egyéb fejlesztésekre és a menetrendváltás időpontjára is. A 2014. április 3-i AIRAC dátum választása bár lehetőséget adott a nyári menetrendre való felkészülésre, azonban egy rendkívül feszített felkészülési időszakot generált a HungaroControl számára.

A KFOR szektorban a HungaroControl az áthaladó polgári repülőgépek útvonal-irányítást végzi, a bevezető, illetve toronyirányítást az ANP-Kontrolli Ajror "Adem Jashari", a koszovói légitforgalmi szolgálat biztosítja Flight Level 205-ös

3. ábra: Részletek a Légitforgalmi Tájékoztató Kiadványból



magasságig. A HungaroControl ellátja továbbá az egyéb kapcsolódó szolgáltatásokat is – a riasztó szolgálatot, a tájékoztató szolgálatot, a légtér-menedzsmentet és az áramlásszervezést is. A megbízás 5 évre szól, ami meghosszabbítható vagy rövidíthető, de mindenképpen ideiglenes és kizárólag a technikai jellegű szolgáltatásokra vonatkozik.

8. ÚTVONALDÍJAK

A NATO, az EUROCONTROL, Szerbia és Montenegró megállapodása alapján létrejött egy új díjszámítási körzet, a Szerbia - Montenegró - KFOR közös díjfizetési zóna. A háromoldalú díjelszámolási övezetben az elszámolás egységesen, és a teljes költségmegtérülés rendszerének megfelelően történik, tehát a szolgáltatásnyújtással kapcsolatos valamennyi költséget, beleértve az előkészítés költségeit is, a légtérhasználók megtérítik. Az európai légitforgalmi irányítás struktúrájának megfelelően a közös díjzóna feletti magas légtérben a légitforgalmi szolgáltatást igénybe vevő lé-

4. ábra: Forgalmi statisztika

2014.04.03 - 2014.10.31 Időszakos forgalmi statisztika

Repülés típusa	menetrendsz. (S)	nem menetrendsz. (N)	általános (G)	katonai (M)	(X)	Összesen	IFR	VFR
KFOR szektor	32654	9214	675	0	283	42826	42816	10

gítárságok fizetik meg az útvonaldíjakat, amelyeket az EUROCONTROL szed be és oszt vissza a nemzeti léginavigációs szolgáltatóknak, így a HungaroControlnak is. A Szerbia - Montenegró - KFOR szektorra vonatkozóan az átrepülési díjat 2014. április 1-jétől 50,42 EUR-ban határozták meg, amelyet a légtérhasználók kérésére a díjzóna tagjai az év során felülvizsgáltak, így augusztustól a fizetendő egységdíj 47,82 EUR-ra csökkent. Az árfolyam-kiigazító mechanizmus alapján az egységdíj azóta az árfolyam alakulásának függvényében minden hónapban minimális mértékben változott. A HungaroControl a közös díjzónában keletkező bevételekből a KFOR költségalap arányában részesül. A HungaroControl a közös - Szerb - Montenegró - KFOR - díjzónán áthaladó összes gép után megkapja a közös légtérre vonatkozó összes bevétel KFOR költségalap arányában megállapított hányadát, függetlenül attól, hogy a gép érintette-e a Koszovó feletti magas léterter, vagy csak Szerbia vagy/és Montenegró fölött haladt át.

Nem elhanyagolható, hogy a légitársaságok a korábban lezárt légtér használatával a korábbi kerülről kiváltásával üzemanyag-költségeiket és üzemanyag-felhasználásuk mértékét is csökkenthetik. Ráadásul a rövidebb repült útvonalak kisebb karbantartási költségeket is jelentenek, továbbá jelentős mértékben csökken az emisszió.

9. FORGALMI STATISZTIKA

A megnyitás hajnalán a szkopjei irányító központból érkezett meg az első repülési terv a SWR257 Tel-Aviv -Zürich járat belépéséről a HungaroControl irányítóközpontjába. Az első nap 39 járat haladt át a légtéren. Azóta szinte folyamatosan növekszik az átrepülő gépek száma. A KFOR szektor havi forgalma 8171 mozgás-

számmal augusztusban érte el eddigi csúcst¹, a napi forgalmi csúcst 351 géppel 2014. október 11-én regisztrálták a magyar légiforgalmi irányítás munkatársai. A Koszovó feletti magas légtér egy kéthónapos folyamat végén, júniusra érte el teljes kapacitását, ennek megfelelően a 2014. április 3-án megnyitott öt útvonalon a légiforgalmi irányítók szélsőséges esetben egyetlen óra alatt akár hetven gépet is képesek kezelni, persze ehhez mindenképp szükséges - a forgalomtól függően - a szektor függőlegesen kettébontása (4. ábra).

A leggyorsabban a low cost légitársaságok reagáltak a változásokra. A Ryanair, a Wizz Air, az EasyJet és még sokan mások, de a legtöbb nagyobb légitársaság, az Austrian, a Lufthansa és az El-Al légitársaság gépei is rendszeresen használják a reaktivált útvonalakat, amelyek valamelyik célállomásukat a Koszovó feletti légtér használatával optimálisabban elérik. A legtöbb légi jármű a NY-ÉNY és a K-DK-i tengelyen közlekedik, körülbelül nyolcszor, tízszer annyi, mint a kvázi É-D-i útvonalakon. Leginkább a Közel-Keletre, Tel-Avivba, Egyiptomba és a szíriai térségbe közlekednek a Koszovó feletti magas légtéren át a repülő, visszafelé pedig München, Zürich, a Benelux-államok, Anglia és Skócia a jellemző úti céljuk. Sok üdülési célpont (Ciprus, a görög szigetek, Törökország égei-tengerparti üdülőhelyei, Izrael és Jordánia) felé jelenthetnek ezek az útvonalak rövidítést.

10. A LÉGTÉRNYITÁS JELENTŐSÉGE

A légtérhasználók visszajelzései pontos képet adnak a léginavigációs szolgáltatóknak szolgáltatásaik minőségéről, hasznosságáról, így történt ez most is. A Koszovó feletti magas légtér használatának előnyeit a Nemzetközi Légi Szállítási Szövetség (IATA) többek között abban látja, hogy

¹ 2014. október 1-jei adat

a légiközlekedési iparág meghatározó szereplői a korábban elzárt légtér használatával, a korábbi kerülők kiváltásával üzemanyag-költségeiket és üzemanyag-felhasználásuk mértékét is csökkenthetik. Az, hogy a KFOR szektor megnyitásával rövidültek az útvonalak, kisebb üzemeltetési költségeket jelent a légitársaságok számára, és csökkenti a környezeti terhelést.

A Koszovó feletti magas légtér megnyitása és az abban áthaladó öt repülési útvonal a teljes európai hálózat működésének jelentős javulását eredményezheti annak ellenére, hogy méretét tekintve kicsi. Ez a változás a légtér elhelyezkedése miatt az EUROCONTROL hivatalos előrejelzése szerint azt jelenti, hogy az európai légi útvonalak hossza összességében 0,02 százalékkal csökkenhet. Technikai és technológiai oldalról a projekt kiemelkedő lehetőséget biztosít a tapasztalatszerzésre és a kapacitások kihasználására, nemzetközi szinten történő összehangolására, elősegíti az Egységes Európai Égbolt program megvalósítását, illeszkedik az európai integráció eszméjéhez.

A távoli, nem szomszédos országban végrehajtott légiforgalmi távszolgáltatás sokkal többet jelenthet, mint egyszerűen azt, hogy egy „üres folt” eltűnt Európa légiközlekedési térképéről. Példaként szolgálhat minden, nemzetközi összefogáson ala-

puló projekt, együttműködés számára, és egyben példa arra, hogy egy állami tulajdonú vállalat is működhet világszínvonalon, az állam is lehet jó tulajdonos. Bizonyítja azt is, hogy egy kisebb méretű, de a technológiai újításokban aktív léginavigációs szolgáltató éppolyan értékes és hatékony partner lehet, mint nagyobb társai, valamint bizonyíték az infrastruktúra és a műszaki színvonal, az innovációs és oktatási tevékenység, illetve a működési hatékonyság folyamatos fejlesztésének fontosságára - mindarra, amire a HungaroControl az elmúlt négy év során fókuszált.

A Koszovó feletti magas légtér megnyitásának hatásai már egyértelműen érzékelhetők. Megszűnt a Belgrád és Szkopje FIR-ek közötti szűk keresztmetszet a légiforgalmi irányításban. A légi járatok rövidebb útvonalakon repülve költségtakarékosabbak, ez jótékony hatással van a környezetre is. Várhatóan a forgalomnövekedés pozitív - a közös díjzóna egész területén a tervezettnél már eddig is nagyobb mértékű - tendenciája tovább növekszik, és a nemzetközi partnerek együttműködése folytán a dél-balkáni régió légi közlekedése tovább fejlődhet. Ennek legnagyobb nyertesei végső soron a légitársaságok mellett az utasok, azaz minden olyan ember, aki ebben a régióban valamilyen formában a polgári légi közlekedésben érintett.



In line with European efforts
The opening of the KFOR (Kosovo
International Security Force) sector
- a cross-border service from the
Hungarian air navigation centre

More than ten years ago, an idea was introduced in Europe, that it would be possible to control the civilian air traffic of a section of airspace from a distant air navigation centre. This type of tele-service had not been seen before, but this year, the high airspace over Kosovo has been opened. It is controlled from Hungary, from the HungaroControl centre, by Hungarian air traffic controllers, commissioned by the NATO. The launch of the tele-service has a positive impact on the air transport of the South-East European region from traffic management, economic and environmental aspects alike.

Eröffnung des KFOR-Sektors
(Internationale Sicherheitskräfte in
Kosovo) - eine grenzüberschrei-
tende Dienstleistung aus der un-
garischen Luftnavigationszentrale

Vor mehr als zehn Jahren wurde in Europa eine Vision vorgestellt, dass die Lenkung und Überwachung des zivilen Luftverkehrs in einem Abschnitt des Luftraums von einem entfernten Flugsicherungszentrum erfolgen kann. Diese Art von Fernkontrolle wurde bisher noch nicht realisiert, in diesem Jahr wurde aber der obere Luftraum über Kosovo eröffnet, der auf Grund des NATO-Mandats von Ungarn aus, durch ungarische Fluglotsen überwacht wird. Das Starten dieser Fernkontrolle hat aus der Hinsicht von Verkehrsmanagement, Wirtschaft und Umweltschutz eine positive Auswirkung auf den Luftverkehr in der südosteuropäischen Region.

A „Táltos” személyszállító katamarán építése

A magyar hajózás és hajógyártás rendkívül szomorú sorsa miatt ritkaságszámba megy a vízi közlekedéssel kapcsolatos szakcikkek közlése. Ezért is öröndetes, hogy egy megvalósult projektről a Szemlében beszámolhatunk.

Víg Márton

hajózási műszaki szakértő
Pelsoproject Kft. Hajótervező Iroda

1. BEVEZETÉS

A Magyar Kikötő Zrt. tulajdonosai egy hajó megtervezésével a Pelsoproject Kft. Hajótervező Mérnökirodát bízták meg.

Fő elvárásaik a nagy, egybefüggő, rendezvény- és konferencia-helyszíneként is használható tetszetős, belső utastér, alacsony költségekkel járó, de minden tekintetben biztonságos üzemeltetés és nem utolsó sorban egy erőteljes külső dizájn, ami piacképessé teszi a hajót.

Már az első megbeszélések után egyértelművé vált, hogy a feltételek szabta nagy fedélzet-felület és az alacsony üzemanyag-fogyasztást biztosító kis ellenállású, karcsú hajótest követelmények összehangolására a katamarán, azaz a kéttestű hajó lehet a legjobb a megoldás.

A tervezés ebben a szellemben megkezdődött. 250 utas kényelmes elhelyezéséről kellett gondoskodni úgy, hogy a hajótest merülése teljes terhelésnél ne lépje túl az 1,60 métert.

A hajó fő méretei:

Teljes hossza: LOA = 31,00 m
Vízvonal hossza: LWL = 28,90 m
Szélessége: B = 10,00 m
Hajótestek szélessége: Bt = 1,70 m
Oldalmagassága középen: D = 2,60 m
Legnagyobb merülése : Tmax = 1,56 m
Legnagyobb vízkiszorítása : Vmax = ca. 93,60 m³
Hajtása: 2 db Volvo Penta D5A TA

Teljesítmény: P = 2 x 118 kW (n = 2300 min⁻¹)
Szolg. sebessége: v = 18,00 km/h
Sebessége max: v_{max} = 21,00 km/h

Villamos energiaellátása:

- 24V DC a hajó akkumulátortelepéről
- 3 x 400V/230V 50Hz 35 kVA-es dízelgenerátorról
- parti csatlakozóról

Kényelmesen, asztalok mellett elhelyezhető vendégek száma:

főfedélzeti utastérben: 182 fő, (4, ill. 6 személyes asztalok mellett)
nyitott felépítményfedélzeten: 68 fő (4 személyes asztalok mellett)
összesen: 250 fő

A hajótervezés egyik legnagyobb „kihívása”, hogy már a projektfázisban ismerni kellett a készülő hajó pontos súlyát, súlypontjának helyzetét és a teljesítményigényeket. A megtervezett, megépített hajó nyugalmi állapotban és menet közben is közel vízszintes helyzetben legyen és teljesítse az elvárt sebességkritériumokat.

A jóváhagyási dokumentáció 2012 augusztusára, a részletes szerkezeti tervek valamivel később készültek el.

Az építető Magyar Kikötő Zrt.-nek sikerült egy olyan fiatal hajómérnökökből és hajóépítőkből álló vállalkozóval együtt dolgozni, akik

már a prototípust kiváló minőségben megvalósították.

2. SZERKEZETI ANYAG

A katamarán teljes szerkezete ötvöztött alumíniumból épült. A szerkezet összességében azért is érdekes, mert súlya a tervezés során a legjobban kontrollálható és a szilárdsági követelmények betartása mellett optimalizálható. Ez a bekerülési költségek miatt is lényeges szempont, hiszen az alumínium mint alapanyag rendkívül drága, és feldolgozása, beépítése is az acélhajó építéstől eltérő szakértelmet kíván, emellett speciális hajlítási, hegesztési tulajdonságokkal rendelkezik, melegítéssel utólag már nem alakítható. Amiért mégis az alumíniumötvözetre esett a választás, az a kedvező önsúly, az ebből fakadó kisebb vízkiszorítás és teljesítményigény, valamint a korrózióállóság. Egy szakszerűen megépített alumíniumhajó tulajdonképpen az örökkévalóságnak épül!

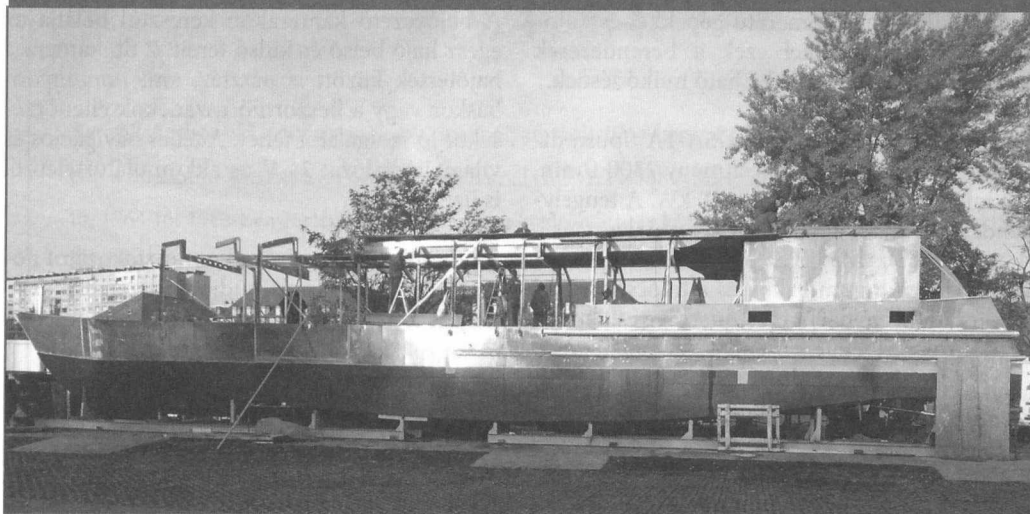
3. HAJÓTEST

A katamarán tervezés egyik izgalmas kérdése a menet közben keletkező hullámok hajótestek közötti viselkedésének a szimulációja. A hullámok kedvező vagy kedvezőtlen interferenciája lényegesen megnöveli, vagy éppen csökkentheti a hajó ellenállását, teljesítményszükségletét. A Pelsoproject Kft. azon kevés tervezőirodák közé tartozik, amely képes ezt a kérdéskört megfelelően kezelni. Lépésről lépésre változtatva a hajótestek formakialakítását, majd pedig a legkedvezőbbnek mutató testek közötti távolságot. Megszámíthatatlan iterációs ciklus eredményeképpen született meg a hajó végleges vonalterve. A hajóval a kitűzött 18 km/h szolgálati és 21 km/h max. sebesség aránylag kis teljesítménnyel, alacsony fogyasztás mellett elérhető. A tervezett sebességtartományban a testek között képződő hullámok „segítik”, a hajó mentén futó, farrészt elhagyó hullámok pedig kioltják egymást.

1. ábra: A „Táltos” katamarán szerkezeti képe



2. ábra: A "Táltos" katamarán építése



A régi hajóépítő gyakorlatban természetes volt a domborított lemezek használata, ahol a hajótest felülete térgörbék sorozatából áll, számtalan, több irányban kiteríthető lemezből. Mivel Magyarországon a hajóépítő szakma gyakorlatilag teljesen megszűnt, a tervezőknek alkalmazkodni kellett a megváltozott helyzethez. Szerencsére a rendelkezésre álló 3D-s tervezőprogramok lehetővé tették a könnyen kiteríthető, harmonikus felületek generálását. A gyártás egyszerűsítése érdekében a katamarán esetében is ez a módszer került alkalmazásra.

4. FELÉPÍTMÉNY, ÖSSZEKÖTŐ HÍDSZERKEZET

Mind a hajótest, mind a felépítmény szilárdságára rendkívül szigorú előírások vonatkoznak. Ezek betartásával és számtalan szilárdsági számítás elvégzésével sikerült egy nagyon könnyű, mégis rendkívül merev szerkezetet megalkotni. A főfedélzeten 225 m²-en több mint 180 utas foglalhat kényelmesen helyet. A közel 10 méter széles, egybefüggő belső utastér egységét csak ritkán töri meg egy-egy oszlop. Körben tolóablakok, a mennyezeten polikarbonát ablakok biztosítják a panorámás kilátást. A tulajdonosok többcélú hajót kívántak építtetni, amely rendezvény vagy akár vonalhajóként is bevethető. Ezek

érdekében a főfedélzetről hátul és elől is lépcsőn lehet a felső fedélzetre feljutni.

Külön élmény egy hajókirándulás alkalmával a hajón körbesétálni. Látványos, hogy az orr részen, a felső és hátsó fedélzeten is sok helyen látni a szerkezeti megoldásokat, ami egy hajóépítő sajátosság. Kültéren egyébként nem célszerű burkolatokat alkalmazni, mert a napsugárzás, hőmérsékletingadozás és fagy hamar megteszi a hatását.

5. DIZÁJN

A katamarán nagy szélessége, a hajótest teljes hosszát elfoglaló felépítménye révén nehezen dizájnolható hajótípus. A sziluett „tömörségét” széles, világos ablakosorok, valamint a felépítmény kihangsúlyozott, ívelt felső vonalvezetése ellensúlyozzák. A domború tető, a kontúros szegélyek, a habvéd ívek, erősítik a formát. A tetszetős forma mellett az anyagválasztás is fontos tényező, ezért a korlátok, a kikötőbakok rozsdamentes acélból készültek. Az alkalmazott színek a tulajdonos már működő flottájához való kötődést szimbolizálják.

6. HAJTÁSRENDSZER

A rendelkezésre álló felületek túlnyomó részét a közösségi terek foglalják el. A fő- és segédüze-

mi berendezések az utasoktól a lehető legtávolabb, a hajófarban nyertek elhelyezést.

A mai kiforrott, kis méretű gépekkel és automatikus rendszerekkel ezek a berendezések gondozásmentesek, megbízható működésűek.

A hajtást 2 db Volvo Penta D5A TA típusú dízelmotor biztosítja. A teljesítmény 2300 f/min. fordulatszámnál egyenként 118 kW. A tengelyrendszer hagyományos, egyenes vonalvezetésű, 4 levelű 29"-os Michigan propellerrel. A motorok rezgéseit a gumibakok és a tolócsapággyal és kardánnal egybeépített Aquadrive csillapítja. A motortér szigetelése csendes üzemeltetést biztosít.

7. FELSZERELÉSEK, BERENDEZÉSEK

A hajót felszerelték a 250 személy ellátását megoldó konyhával, valamint egy utastéri bárral, aminek következtében kiválóan alkalmas esküvők, üzleti találkozók, rendezvények lebonyolítására. A széles bejáratok, az eljárók lehetővé teszik kerekesszékesek számára is az utazást. A

hajón a női és férfi WC-k mellett mozgáskorlátozott WC is helyet kapott.

A hajóvezető kamerákon keresztül belátja az egész hajó belső és külső tereit. 2 db kamera a hajótestek között is pásztáz, ami horgonydobáskor vagy a beszoruló uszadékok ellenőrzésekor jó szolgálatot tehet. A teljes navigációs és világítási hálózat 24 V-os akkumulátortelepről is üzemelhet.

Az utasok kényelméről a komfortfokozatot növelő klímaberendezés, audiórendszer, esti dísfények és Wifi –szolgáltatás is gondoskodik.

Néhány érdekes adat az építéséről:

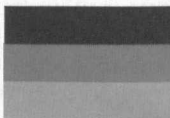
2200 m² alulemez, kb. 6 km profil, összesen 35000 kg alumíniumötvözet került beépítésre. Hegesztő zsinórt 400 kg-ot, villanyvezetéket 10 km-t használtak fel, 30000 munkaóra ráfordítással.

A "Táltos" katamarán 2014. március 22-én bocsátották vízre.

3. ábra: A „Táltos” katamarán hajó



The building of the passenger catamaran "Táltos"



Der Bau des Fahrgast-Katamarans "Táltos"

Berczik András

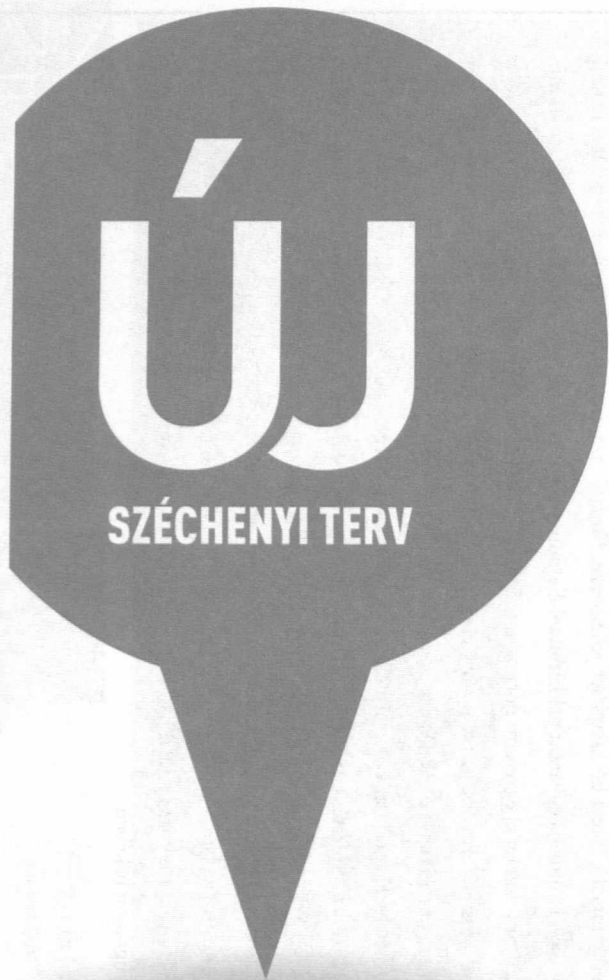
1924-2014

Berczik András okl. építőmérnök szakmai pályafutását 1944-ben a BSzKRT-nál kezdte, majd 1949-ben a Budapesti Városépítési Tervező Vállalatnál (BUVÁTI) folytatta, ahol 1951-től szakosztályvezető, 1964-től 1985-ben történt nyugdíjazásáig a közlekedés- és közműtervezési osztály vezetője volt. Közlekedésmérnöki tevékenységének számos eredménye jelentősen gazdagította a közlekedéstervezés és fejlesztés szakterületét. Ezek közül kiemelendő a városi és városkörnyéki illetve távolsági közforgalmú közlekedés komplex integrációjának az elmúlt évtizedekben történt fokozatos megvalósulása, a vasút városi szerepkörének térhódítása. Szakmai tevékenységének számos – közsímet szerénység folytán általában nem ismert – eredménye született Budapesten, úgymint a fővárosi és környéki vasútvonalak és állomások radikális bekapcsolási lehetőségeinek feltárása, a 2-es metró Örs vezér téri és a 3-as metró Kőbánya-Kispesti állomásig történő meghosszabbítása az ő nevéhez kötődik. Ő volt az a szakember, aki munkásságával bizonyította, hogy a várost és környékét közlekedési szempontból egységes egészként kell kezelni, komplex integrációval, menetrenddel és viteldíjrendszerrel hogyan lehet egy nagyvárosi agglomerációt élhetővé tenni. A motorizációs „boom” idején is a maga szerény, de meggyőző módján kiállt a közforgalmú közlekedés primátusa mellett. Kimagasló műveltsége és tájékozottsága, a több területen szerzett képzettsége is hozzájárult, hogy mindenkori korszerű szakmai ismeretek alkalmazásán túl munkásságát az egyes szakágakat rendszerbe foglaló, integráló szemlélet jellemezze. Kutatói, szakírói, oktatói tevékenysége, társadalmi, közösségi munkája egyaránt példamutató életművé egészítik ki tervezői munkáját. A Budapesti Műszaki Egyetemen c. egyetemi docensként építész hallgatókkal ismertette meg a közlekedéstervezés és a városrendezés összhangjának rejtelmét, egyben bizonyítva, hogy nem csak organikus építész, hanem organikus közlekedéstervezés is létezik.

A Közlekedéstudományi Egyesületben több fontos tisztséget is ellátott, ebből kiemelhető főtitkárhelyettesi megbízatása 1957-1961 között, és talán a legfontosabb, amivel hozzájárult az Egyesületnek, mint tudományos műhely hírnevének öregbítéséhez, a Városi Közlekedés című szaklap készítése során kifejtett fáradhatatlan munkája. A lapnak alapítása óta munkatársa, később rovatvezetője és 1996-tól a lap 2011. évi megszűnése között szerkesztője volt. A KTE munkáját 1989-ben Aranyjelvényrel, 1999-ben Jáky díjjal ismerte el, 2000-tól az Egyesület örökös tagja volt.

Nyugodjon békében

Dr. Berényi János



Korszerű vasúti műszaki szabályozás európai projekt

KözOP-2.5.0-09-11-2011-0008 Vasúti műszaki szabályozási rendszer felülvizsgálata és folyamatos működési modelljének kialakítása

A vasúti műszaki szabályozási rendszer megújítása szükségessé teszi a teljes szabályozási vertikum áttekintését, sok szempontú minősítését, a hiányzó elemek pótlására vonatkozó javaslatok kimunkálását, hozzáigazítását a liberalizált vasúti közlekedés szabályozási követelményeihez. A 32 hónapra tervezett projekt 2012 augusztusában indult. Időben a háromnegyedén vagyunk túl, és a következő feladatok határidőinek pontos betartásával biztosítani tudjuk a véghatáridőt, valamint a projekt lezárását.

A feladat kidolgozásának két fő iránya:

- A projekt a rendszer dokumentumainak tekintetében tartalmuk szakmai korszerűségi felülvizsgálatára terjed ki, nincsen szó azok átdolgozásáról. Ugyanakkor a munka eredményei lehetővé teszik egy sokéves, tartalmi korszerűsítést eredményező majdani folyamat sikeres elindítását. A vasúti műszaki szabályozást érintő előírások teljes körét feldolgozták a munkabizottságok, függetlenül attól, hogy az a későbbiekben belekerül-e a tervezett e-VASUT kiadványba. A feldolgozott anyag több mint huszonezer oldal terjedelmű és mintegy ezerháromszáz elemből áll. A feladat kidolgozása 2014. március végére befejeződött, azóta az adatbázis rendezése és az informatikai fejlesztés zajlik.

- A projekt másik célja az e-VASUT rendszer létrehozása. A feldolgozott elemek több mint kétharmada került be a rendszerbe. Ehhez a MAÚT által már 2009 óta sikeresen működtetett e-UT Digitális Utügyi Előírástár megoldásait, tapasztalatait, folyamatosan fejlesztett informatikai hátterre is kiváló segítséget nyújt. A szerződés szerint 2014. október végére elkészült a próbaverzió, amelyet széles körű szakmai egyeztetés és a végleges változat elkészítése követ.

Elkészült a vasúti műszaki előírások rendszerének kialakítását szolgáló megalapozó tanulmány az európai és a hazai jogszabályok figyelembevételével, illetve az e-VASUT rendszertanulmánya. 2015 áprilisára kialakítandó az e-VASUT rendszere, amelynek szervezeti és más feladatait is el kell végezni. Az e-VASUT rendszer üzembehelyezésének kezdete: 2015. június.

A projekt kapcsán átalakult az útügyekkel foglalkozó egyesület Magyar Út- és Vasútügyi Társasággá.

A projekt kidolgozását már eddig is komoly érdeklődés kísérte. Ennek legfontosabb jele a MÁV Zrt.-vel illetve a GYSEV Zrt.-vel megkötött együttműködési megállapodás, amelyek nagyban hozzájárultak az első fázis eredményeihez, illetve a második fázis olyan kialakításához, amelyet a gyakorlatban minél jobban hasznosítani tudnak.



Melléklet

Közlekedésbiztonság – Közlekedési környezetvédelem

Sándor Zsolt Péter

PhD. hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék

e-mail: sandorzs@kku.bme.hu

Időjárási eseményekkel kapcsolatos közlekedésbiztonsági üzenetek forgalmi hatása

Kedvezőtlen időjárási körülmények között nagy jelentőségük van az intelligens közlekedési rendszereknek, amelyek az autópályák mentén telepített változtatható jelzésekű táblákkal figyelmeztetik a járművezetőket a lehetséges veszélyekre. Az elmúlt évtizedekben már számos kutató foglalkozott az időjárás és a forgalombiztonság kérdéskörével, azonban az időjárási eseményekkel kapcsolatos üzenetek hatását még nem vizsgálták. Jelen tanulmány az időjárásfüggő figyelmeztető üzenetek forgalomra gyakorolt hatásait vizsgálja.

1. BEVEZETŐ

Az időjárási tevékenységek forgalomlebonylódásra gyakorolt hatásával kapcsolatos vizsgálatok az 1970-es évektől váltak egyre intenzívebbé. Az intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások (*intelligent transportation systems and services* – ITS-S) és az útmeteorológiai tájékoztató rendszerek (*road weather information system* - RWIS) széles körű elterjedése és a változtatható jelzésekű táblák (VJT) alkalmazása az 1990-es évektől újabb lendületet adtak a kutatásoknak. Míg az ITS-S megoldások elsődleges célja a forgalombiztonság és forgalomlebonylódás hatékonyságának növelése, addig az RWIS rendszerek az aktuális meteorológiai és útviszonyokról szolgáltatnak információt az üzemeltetőknek és a járművezetőknek.

Az ITS-es megoldások egyik különleges rendszere, a járművek jelenléte esetén aktiválódó jelzőberendezések (*vehicle activated signs* – VAS), amelyeket fokozott eseménypotenciállal rendelkező területekre telepítenek (veszélyes ívek, iskolák környéke, stb.). A berendezések járműérzékelőből és kijelzőkből állnak, amelyek érzékelik a közeledő járművet és annak sebességét. Céljuk, hogy az érkező jármű vezetőjének figyelmét felhívják a veszélyre és kikényszerítsék a sebességsökkentést, illetve a vezetési magatartás változtatását.

Az infokommunikációs technológia fejlődése, a berendezések elterjedése, a hatékonyabb (gyorsabb, pontosabb) tájékoztatás adta lehetőségek és a járművezetők viselkedésének tanulmányozása számos kutatót foglalkoztatott. Elkezdték tanulmányozni, hogy a VJT-ken megjelenített információk milyen hatással vannak a járművezetők magatartására: döntési helyzetekben az információk hatására hogyan viselkednek, kedvező vagy kedvezőtlen időjárási körülmények között, hogyan reagálnak a közlekedésbiztonsággal kapcsolatos üzenetekre, betartják-e az ajánlásokat, javaslatokat? A témával kapcsolatos kutatások első időszakában (70-es, 80-as évek) a szakemberek csak a hely-

színi mérések, a statisztikai adatok és a személyes kikérdezés alapján vizsgálták az időjárás események hatásait, azokat is utólagosan. [1] és [2] az időjárás és a balesetek bekövetkezése közötti összefüggéseket vizsgálta, [3] valamint [4] az útburkolat és baleseti kockázat közötti kapcsolatot. Ebben az időszakban még nem álltak rendelkezésre olyan rendszerek, amelyek lehetőséget biztosítottak a valós idejű adatgyűjtésre és tájékoztatásra. Így nem volt lehetőség az időjárás események tájékoztatás általi kedvezőtlen hatásainak mérséklésére, valamint annak mérésére, hogy az információk milyen hatással vannak a közlekedőkre.

A 90-es évektől kezdve mind Európában, mind Amerikában elterjedtek a változtatható jelzéstartalmú táblák, amelyeket valós időben lehet programozni, és rajtuk üzeneteket megjeleníteni. A VJT az ITS megoldásokhoz kapcsolódó egyik információmegjelenítő felület, amely közvetlen egyirányú kapcsolatot (beavatkozási lehetőséget) biztosít a forgalomirányító központ és a járművezetők között.

A változtatható jelzéstartalmú táblákat elsősorban a forgalomirányítással kapcsolatos üzenetek megjelenítésére használják (terelés, baleset, korlátozás, stb.). Az ilyen jellegű események az üzemeltetés relatíve kis hányadát érintik, így az alacsony kihasználtság elkerülése érdekében – azon országokban ahol a helyi szabályozás engedi – lehetőség van forgalombiztonsági üzenetek megjelenítésére is, összhangban az ITS megoldások alapvető céljaival.

Az utóbbi években számos kutató foglalkozott a VJT-ken megjelenő információk forgalomlebonnyolódásra gyakorolt hatásával, azonban ezek rendre a (sebesség) korlátozásokat, tereléseket és útvonalajánlásokat megjelenítő üzenetekre korlátozódtak. Bár az elmúlt években néhány szakértő foglalkozott a közlekedésbiztonsági üzenetek hatásaival, azonban a vizsgálatok zöme a (televíziós) kampányok hatékonyságára vonatkoztak. Az ITS rendszerek segítségével megjelenített (pl. VJT) – az aktuális környezeti körülményekhez igazodó közlekedésbiztonsági – üzenetek hatásával szinte alig foglalkozott valaki, miközben azok jelentős potenciált hordoznak.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Jelen cikk szempontjából a tájékoztatást megvalósító, a veszélyre figyelmeztető üzenetekkel foglalkozó kutatások a relevánsak, amelyek különböző összefüggéseket tárnak fel a megjelenített üzenetek és a forgalmi paraméterek között. A jelenlegi közlekedési kultúra vizsgálatát az utóbbi 10-15 év vizsgálatai jól jellemzik. Ennek érdekében csak a 2000 utáni kutatások eredményeivel foglalkozik a szerző.

[5] a VJT elterjedésével kapcsolatosan végzett kutatásokat. Vizsgálatai során megállapította, hogy a VJT-ekkel megvalósított sebességszabályozást (haladási sebesség csökkentést) jobban betartották, ha a sebességet jelző piktogramot az okra vonatkozó szöveges üzenettel együtt jelenítették meg.

[6] Finnországban folytatott vizsgálatokat, amely során a kedvezőtlen meteorológiai körülmények hatására aktiválódó különböző jelzéseképekre (figyelmeztető tábla – csúszós útburkolat, minimális követési távolság) adott forgalmi reakciókat vizsgálta. Az eredmények kimutatták, hogy a csúszós útburkolatra vonatkozó jelzések hatására 1-2 km/h-val csökkentették a sebességet. Amennyiben a jelzést sebességszabályozással együtt alkalmazzák, úgy 100-ról 80-ra csökkentve a maximális sebességet, az átlagsebesség helyszintől és a megjelenített információtól, valamint annak módjától (állandó jelzésekép vagy villogó) függően 3,4-5,3 km/h-val csökkent és a szórás is kisebb lett.

Svédországban az útmeteorológiai rendszert összekapcsolták a VJT-vel. A rendszer az aktuális útviszonyoknak megfelelően az ajánlott sebességet jeleníti meg. Ennek hatását [7] vizsgálta. Megállapította, hogy az ajánlás hatására az átlagsebesség kb. 10%-kal csökkent, a sebességek egyenletesebbé váltak és a követési távolság növekedett.

Hollandiában a VJT-eket forgalmi információszolgáltatásra és általános tájékoztatásra is egyszerre használják. Ezzel kapcsolatosan [8] végzett kikérdezéssel egybekötött felmérést. A járművezetők úgy nyilatkoztak, hogy az általános üzenetekre nem fordítanak különösebb figyelmet. A szerzőpáros megállapította, hogy a feltételezésekkel ellentétben a megjelenített kiegészítő információ nem hordoz negatív hatást.

Angliában több kutató és kutatócsoport is foglalkozott a járművek jelenléte esetén aktiválódó jelzőberendezések hatásával. A gyorsajtással foglalkozó kutatócsoport [9] az Egyesült Királyság tíz helyszínén felszerelt elektronikus kijelzők hatását vizsgálta, amelyek a mérést követően azonnal megjelenítették a járművek sebességét, így a járművezető tisztában volt az aktuális sebességével. A rendszer célja a gyorsajtás csökkentése. A kutatás kimutatta, hogy a helyszíni vizsgálatok során 11 km/h-val csökkent az érintett területeken az átlagsebesség. [10] az országsszerte számos helyszínen telepített berendezésekkel kapcsolatosan végzett kutatást. A berendezések gyorsajtó járművek esetén aktiválódtak, és a helyszíntől függően különböző jelzéseképeket jelenítettek meg. A kutatás során összehasonlították a telepítés előtti és a telepítés utáni forgalmi és baleseti adatokat. Az eredmények jelentős sebességsökkenést mutattak ki, ami a helyszíntől és a megjelenített üzenettől függően 6-22 km/h sebességtartományba esett.

Szintén Angliában [11] egy ködre figyelmeztető rendszer hatásait vizsgálta, amely automatikusan érzekelte a látótávolság csökkenését, és erről az érintett terület előtt – a látótávolságtól függően – 0,8-3,8 km-rel VJT-ken tájékoztatta a járművezetőket. Az üzenet hatására a haladási sebesség átlagosan 2,9 km/h-val csökkent (belső sávokban jobban, külső sávokban kevésbé; gyorsabban haladó járművek az átlagos sebességnél alacsonyabbra csökkentették sebességüket).

Hollandiában [12] és Amerikában [13] szimulátoros vizsgálatokat végeztek, amelyek során összehasonlították, hogy a járművezetők virtuális környezetben hogyan reagálnak a VJT-ken, illetve a járműfedélzeti berendezéseken megjelenő üzenetekre. Hollandiában a sorhosszról szóló információkat közölték a járművezetőkkel, míg Amerikában meteorológiai és baleseti kockázatról szóló információkat. Az eredmények azt mutatják, hogy a járművezetők a figyelmeztető üzenetek hatására mérséklik sebességüket, azonban a járműveken kívül megjelenő üzenetek esetén intenzívebb a hatás.

[14] Kanadában folytattak forgalmi vizsgálatokat, amelyek során két különböző, a gyorsajtással összefüggő üzenet hatását mérték. Az eredmények alátámasztották a kikérdezéses elemzést, amely szerint a járművezetők a pszichológiai (lelki) hangvételi üzenetek esetén jobban lelassítanak, mint az általános – büntetésre felhívó – üzenet esetén.

3. MÓDSZERTAN

A változtatható jelzéstartalmú táblák által közvetített üzenetek hatásának méréséhez első lépésben fel kellett mérni az autópálya-hálózat jellemzőit és a jelenleg alkalmazott üzemeltetési gyakorlatot. A vizsgálat a pálya menti telepített berendezések elhelyezkedéseinek felméréseivel kezdődött. A VJT-k vizsgálata szempontjából a forgalomszámláló és a meteorológiai állomások elhelyezkedése és egymástól mért távolságuk a releváns.

3.1. Infrastruktúra

A **meteorológiai állomások** az autópályák mentén egymástól 10-15 km-re helyezkednek el, időjárási szempontból nagy eseménypotenciállal rendelkező területen (pl. szélcsatornák, hidak, fagyzugok, völgyek, ahol a jegesedés hamarabb kezdődik). Emiatt előfordulhat, hogy egy-egy mérőhelyen a pályaszakasz többi részétől akár lényegesen eltérő értékeket szolgáltat az állomás.

A forgalomszámláló állomások elhelyezkedése előbbinél ritkább, általában csomópontok között található (nyílt vonali forgalomszámláló), így számukat az autópályán lévő fel- és lehajtók mennyisége is jelenösen befolyásolja. Az autópályákon alkalmazott detektorok szinte mindegyike ún. „duplahurkos” kialakítású, ezáltal képes sebességmérésre is. Rendelkeznek piezoelektromos érzékelővel, ami lehetővé teszi a járműkategóriák megkülönböztetését. Továbbá, a berendezések a mért értékek alapján riasztják a diszpécseret torlódás vagy a forgalom lassulása esetén

A változtatható jelzéseképű táblákat a nagy eseménypotenciállal rendelkező területekre telepítenek, ahol a forgalmi vagy baleseti jellemzők ezt indokolják (balesetveszélyes területek, torlódások által gyakran érintett területek stb.). A berendezések csak megfelelő monitoring háttér infrastruktúrával képesek feladatukat jól betölteni. Számuk az intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások elterjedésével az utóbbi években folyamatosan növekszik. A berendezések felhasználhatósága a tájékoztatástól a forgalomszabályozásig terjed.

Vizsgálataimhoz olyan szakaszokat választottam, ahol a forgalomszámláló állomás a VJT után maximum 5-600 méterre volt. Ez a távolság elegendő arra, hogy a tábla alatti elhaladás után a járművezető értelmezze az üzenetet és annak megfelelően változtasson az aktuális vezetési módján.

A szakaszok kiválasztását követően az egykori Állami Autópálya Kezelő Zrt. (ÁAK) rendelkezésemre bocsátotta a szakaszokhoz legközelebb elhelyezkedő meteorológiai állomások által mért adatokat. Az átadott adatok órás bontásban tartalmazták a következőket: *berendezés azonosító, hőmérséklet, harmatpont, fagypont, relatív páratartalom, csapadék típusa, intenzitása, útburkolat állapota, útburkolat hőmérséklete, burkolaton sókoncentráció, burkolati vízréteg vastagsága, szélirány, szélesség, szellőkés.* Az adatok egy részét összevettem az Országos Meteorológiai Szolgálat által mért adatokkal, annak érdekében, hogy a nem valós adatokat kiszűrjem. Így kiválasztottam a jelentős csapadékaktivitással rendelkező napokat, amelyekre az ÁAK Zrt. a Forgalom Irányító Rendszeréből (FIR) kiszűrte, hogy mely táblákon mikor, milyen jelzéseképek szerepeltek. Az érintett napokra vonatkozóan a VJT-k közelében elhelyezkedő forgalomszámláló állomások adatait is átadták – egyszerűsített táblázatos formában, FIR-ből kinyert adatok –, amelyek alapján a forgalmi hatásvizsgálat elvégezhető volt.

A forgalomszámláló állomások adatai alapján csak a sebesség változását lehetett vizsgálni, ugyanis a berendezések a járműkategóriát, és a sebességet rögzítik. Az adatsor felépítését és a hatperces intervallum adatait a 1. táblázat szemlélteti. Forgalmi sűrűség, követési időközök és egyéb jellemzők vizsgálata a rendelkezésre álló adatok alapján volt lehetséges, ugyanis az ilyen jellegű forgalmi adatokat az országos közúthálózaton sehol nem mérnek.

1. táblázat: Forgalomszámláló állomások által szolgáltatott adatok felépítése

Autópálya	Km szelvény	Mérési intervallum	Irány	Sáv	Összes jármű	Szgek	Tgk	Átlagsebesség	Szgek átlagsebessége	Tgk átlagsebessége
...
M31	9 + 455 km	2012.10.27. 10:24 - 10:30	bal	haladó	26 db	11 db	15 db	85,38 Km/h	94,09 Km/h	79 Km/h
M31	9 + 455 km	2012.10.27. 10:24 - 10:30	bal	előző	9 db	8 db	1 db	108,33 Km/h	108,75 Km/h	105 Km/h
M31	9 + 455 km	2012.10.27. 10:18 - 10:24	bal	előző	28 db	20 db	8 db	92,5 Km/h	96 Km/h	83,75 Km/h
M31	9 + 455 km	2012.10.27. 10:18 - 10:24	bal	haladó	3 db	3 db	0 db	108,33 Km/h	108,33 Km/h	-
...

3.2. Jelenlegi hazai gyakorlat

Az autópálya-kezelő társaságok a hatályban lévő útügyi műszaki előírásoknak megfelelően ([15] és [16]) és a saját belső szabályzataik értelmében ([17] és [18]) kedvezőtlen időjárási viszonyok esetén (aquaplaning veszély, jegesedés, köd, vizes útburkolat stb.) jogosultak figyelmeztető vagy tájékoztató üzenetek megjelenítésére. Az időjárási információkat az útellenőrök, az Országos Meteorológiai Szolgálat és az automatikusan működő mérőberendezések szolgáltatják. Utóbbiak riasztani is tudják a mérnökségi diszpécsereket, ha az értékek elérik az előre beállított paramétereket.









A VJT-k üzemeltetésére vonatkozó irányelveknek megfelelően az üzeneteknek az alábbi veszélyességi prioritás szerint kell megjelenüniük:

1. Baleset
2. Torlódás, pályazár
3. Időjárás okozta kockázat (csúszós úttest, köd, hófúvás)
4. Forgalmterelés, munkavégzés, lezárások
5. Más pályán/más közútkezelő területén bekövetkező forgalmi események
6. Egyéb
















Ezek mellett mérlegelni kell a veszélyességet és a távolságot is: azonos veszélyességi fok esetén a veszélyesebb és a közelebbi veszélyforrást kell kijelezni, míg eltérő veszélyességi fok esetén a veszélyesebbet.






Az időjárással összefüggő üzenet akkor jeleníthető meg, ha a pálya időjárási eseménnyel érintett szakaszán nincs baleset és forgalmi korlátozás. Ekkor a 2. táblázatban szereplő piktogramokat és a 3. táblázatban szereplő üzeneteket, valamint jelzsképeket lehet megjeleníteni. A jelzsképek megjelenítéséért az érintett autópálya mérnökségek felelősek. A „Téli üzemeltetési szabályzat” [17] és a „Forgalomirányítási eszközök üzemeltetéséről szóló szabályzat” [18] számos kötelező előírást meghatároz, azonban a helyzetértékelésében jelentős mozgásterük van a mérnökségeknek. Riasztás vagy észlelés esetén az aktuális forgalmi és időjárási helyzettől függően helyi szinten hozzák meg a döntést a szükséges beavatkozásról (pl. télen preventív szózás stb.) és a megfelelő táblaképek kivételéről.

2. táblázat: Időjárásfüggő piktogramok

	 	
csúszós útburkolat (eső, jég, egyéb szennyezés)	köd	kedvezőtlen út és látási körülmények
 		
csúszós útburkolat (hó), síkosságmentesítés	korlátozott látási viszonyok (porvihar/füst esetén)	erős vagy viharos oldalszél

3. táblázat: Időjárásfüggő jelzéseképek és üzenetek (táblatervek)

 <p>ERŐS OLDALSZÉL! SEITENWIND! CROSSWIND!</p> 	<p>Erős szél(lökések) esetén.</p>
  <p>VIHAROS SZÉL!</p> 	<p>Viharos erejű széllokécek esetén, amikor a ponyvás tehergépjárműveket az erős szél fel tudja borítani.</p>
 <p>KÖD</p> <p>KÖDFOLTOS ÚTSZAKASZ! FOGGY SECTIONS AHEAD! ACHTUNG NEBEL!</p>  <p>KÖD</p>	<p>Amennyiben a ködfoltos szakasz a VJT után van.</p>
 <p>KÖD</p> <p>KÖVETÉSI TÁVOLSÁG! ABSTAND HALTEN KEEP DISTANCE</p>  <p>KÖD</p>	<p>Ha a kód már a VJT-t is érinti.</p>
 <p>NEDVES BURKOLAT CSÖKKENTSE A SEBESSÉGÉT!</p> 	<p>Vizes, nedves, csúszós útburkolat esetén.</p>
 <p>CSÚSZÁSVESZÉLY! SCHLEUDERGEFAHR! SLIPPERY ROAD!</p> 	<p>Közvetlen csúszásveszélyt okozó körülmény (pl. olajfolyás, vízfolyás) esetén. Ekkor távolság/hossz kiegészítéssel is használható.</p>
 <p>CSÚSZÁSVESZÉLY! SCHLEUDERGEFAHR! SLIPPERY ROAD!</p> 	<p>Téli útviszonyok során, közvetlen csúszásveszélyt okozó körülmény esetén használható (hó, jég).</p>
 <p>SÓSZÓRÁS! SALZSTREUUNG! GRITTING ROAD!</p> 	<p>Síkosságmentesítés esetén, munkagép haladásakor</p>
 <p>HÓÁTFÚVÁS! SCHNEEVERWEHUNGEN! SNOW DRIFTS!</p> 	<p>Hóátfúvással érintett szakaszokon.</p>

 <p>FAGYVESZÉLY! GLÄTTEGEFAHR! RISK OF ICE!</p> 	Felfagyás veszélye esetén
 <p>ÓNOS ESŐ! GLATTEIS! BLACK ICE!</p> 	Ónos esőben.
 <p>KORLÁTOZOTT LÁTÁSI VISZONYOK! BAD VISIBILITY!</p> 	Porvihar/füst esetén, korlátozott látási viszonyok esetén.

Az M7-es autópályán két helyen működik pontszerű, időjárás figyelmeztető/szabályozó pilot rendszer (jobb pálya 33+000 kmsz és bal pálya 49+700 kmsz), ahol zivatarok idején fokozott a csúszásveszély, illetve a Váli völgy térségében az erős széllelkések (33+000 kmsz). A táblák egymás fölött két-két – az üres jelzéstől eltérő – jelzésképpel rendelkeznek (tilalmi és veszélyjelző táblaképek, szükség szerint kiegészítő táblaképpel) (1., 2. és 3. ábra), amely egységeket egymástól függetlenül lehet vezérelni. A körülményektől függően a veszélyjelzés mellett sebességkorlátozás is életbe léptethető (100 km/h). A jelzéskép módosítás mechanikus elven, egy háromoldalú lamella elfordításával történik.

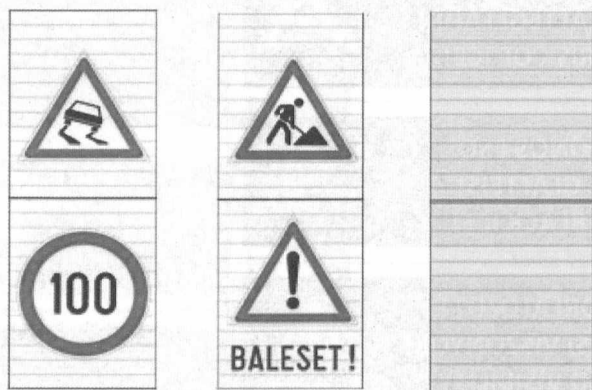
1. ábra: Prizmás VJT-n megjeleníthető jelzésképek (jobb pálya 33+000 kmsz) [18]



3.3. Helyszínválasztás

A vizsgálatok elvégzéséhez olyan helyszínt kellett választani, ahol rendelkezésre áll az összes adatgyűjtő és információmegjelenítő eszköz, továbbá az adott autópálya vagy autóútszakaszon nem található fel- és lehajtó az információt megjelenítő eszköz és a mérőberendezés között. Vizsgálataimhoz az M31-es autópálya 6-10 kmszelvény közötti és az M0-ás autóút 50-67 kmszelvény közötti szakaszait választottam. A szakaszok elhelyezkedését a 4. ábra szemlélteti. Az adatgyűjtő berendezések helyét pályaaladalként a 4. és 5. táblázat tartalmazza, zöld háttérrel jelölve a vizsgálathoz kapcsolódó helyszíneket.

2. ábra: Prizmás VJT-n megjeleníthető jelzéseképek (bal pálya 49+700 kmsz) [18]



3. ábra: Prizmatikus VJT-k működés közben [forrás: Állami Autópálya Kezelő Zrt.]



3.4. Adatelemzés

A kutatás három egymástól független adatsor összehasonlításából állt: (1) meteorológiai adatok, (2) VJT-ken megjelenített jelzéseképek naplófájlja, (3) forgalomszámláló állomások által szolgáltatott adatok.

A forgalmi hatás méréséhez minden vizsgálati helyszínnél kiválasztottam időjárási szempontból eseménytelen, de megegyező forgalmú időszakokat (kontroll adat) – nap, napszak, forgalomnagyság, forgalmi összetétel. A forgalmi adatsornál külön vizsgáltam a haladó és előző sávon mért sebességeket, mind a személy- mind a tehergépjárművekre vonatkozóan. Az időjárási eseménnyel érintett, valamint az azt megelőző és az azt követő időszakokban vizsgáltam a sebességváltozások alakulását, így a hatások összevethetővé váltak.

Az elemzés során a két gyorsforgalmi úton 2011. május 15-től 2013. március 18-ig összesen 176 „eseményt” (üzenetet), azon belül négy jelzésekép hatásait vizsgáltam – csúszásveszély (82), vizes/ nedves útburkolat (83), ködfoltos útszakasz (4), sósórázás / síkosságmentesítés (7). A sebességváltozásokat eltérő csapadéktípusok és fagyveszély esetén is tanulmányoztam.

Utanként:

- M0-ás autópályát: csúszásveszély (69), vizes/nedves útburkolat (82), ködfoltos útszakasz (3);
- M31-es autópályát: csúszásveszély (13), sószórás / síkosságmentesítés (7), ködfoltos útszakasz (1), nedves burkolat (1). A téli időszakban 2012. október 26-tól 2012. december 7-ig.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Általános megállapítások:

- Kis forgalom esetén (éjjel, 200 jármű/ óra alatt) az előző sáv vizsgálata nem vezet érdemi eredményre, ugyanis a „jobbra tartás” miatt elenyésző a sáv forgalma (1-2 autó a 6 perces időszakokban).
- Az időjárási esemény (intenzív eső, havazás), már önmagában sebességcsökkenést vált ki, amelynek mértéke függ az esemény intenzitásától [19]. A jelzések segítségével a járművezetők figyelmét tovább növelhető, illetve segít a nehezebben észlelhető események (pl. jeges útburkolat, ködfoltos szakaszok, stb.) negatív hatásainak tompításában, illetve óvatosabb továbbhaladásra készíteti a vezetőket.
- A tehergépjárművek közlekedésére megállapításom szerint nincsenek hatással a megjelenített jelzések. Ennek lehetséges okai a teherautók menetdinamikai tulajdonságaira, és a rájuk vonatkozó 70 és 80 km/h-s maximális sebességre vezethetők vissza (autópályán 70 km/h, autópályán 80 km/h).

4.2. Jelzések-specifikus eredmények:

M0-ás autópályán

A ködfoltos útszakaszra vonatkozó jelzések esetén a forgalmi hatás minimális. A haladó sávon csupán 0,5 km/h-s, az előző sávon 2 km/h-s sebességcsökkenés figyelhető meg. Ennek egyik lehetséges oka, hogy a ködfoltos szakasz nem feltétlenül a VJT-k és a forgalomszámláló állomások közvetlen közelében található. Azonban a járművezetők vélhetően a látótávolság csökkenésekor sebességüket is csökkentik.

Az eredmények kiértékelésekor megállapítható volt, hogy a csúszásveszélyre figyelmeztető és a nedves burkolati állapotokra vonatkozó üzenetek hatásai azonosak, lényegi különbség nem tapasztalható.

Az 6. és 7. táblázat összefoglalja a két és három sávú szakaszokra vonatkozóan a jelzések által kiváltott forgalmi hatásokat sávonként és időjárási eseményenként.

M31-es autópályán

Ködfoltos útszakaszra és a nedves burkolatra figyelmeztető üzeneteknél nem állapítható meg számottevő forgalmi hatás. Ennek több oka is lehet, pl.: túl kicsi a minta (csupán 1-1 megfigyelést volt lehetőség vizsgálni); a vezetők nem a sebességüket mérsékeltek, hanem figyelmüket fokozták stb. A csúszásveszélyre figyelmeztető jelzések által kiváltott sebességcsökkenést a 8. táblázat, a sószórás / síkosságmentesítés figyelmeztető jelzések által kiváltott sebességcsökkenést a 9. táblázat foglalja össze.

A nagyobb sebességcsökkenési értékek nem kifejezetten a jelzéseknek tulajdoníthatók, hanem az időjárási eseményekre is visszavezethetők. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy maga a jelzések is rendelkezik sebességcsökkentő hatással, ami körülményektől és helyszíntől függően akár 10-15 km/h is lehet, azonban jellemzően maximum 10 km/h. Ennél nagyobb mértékű sebességcsökkenés csak erős esőzésben vagy havazásban következik be. Csapadékmentes, de fagyveszélyes időszakokban a sebességcsökkenés minden esetben 5 km/h alatti volt. A csapadékos

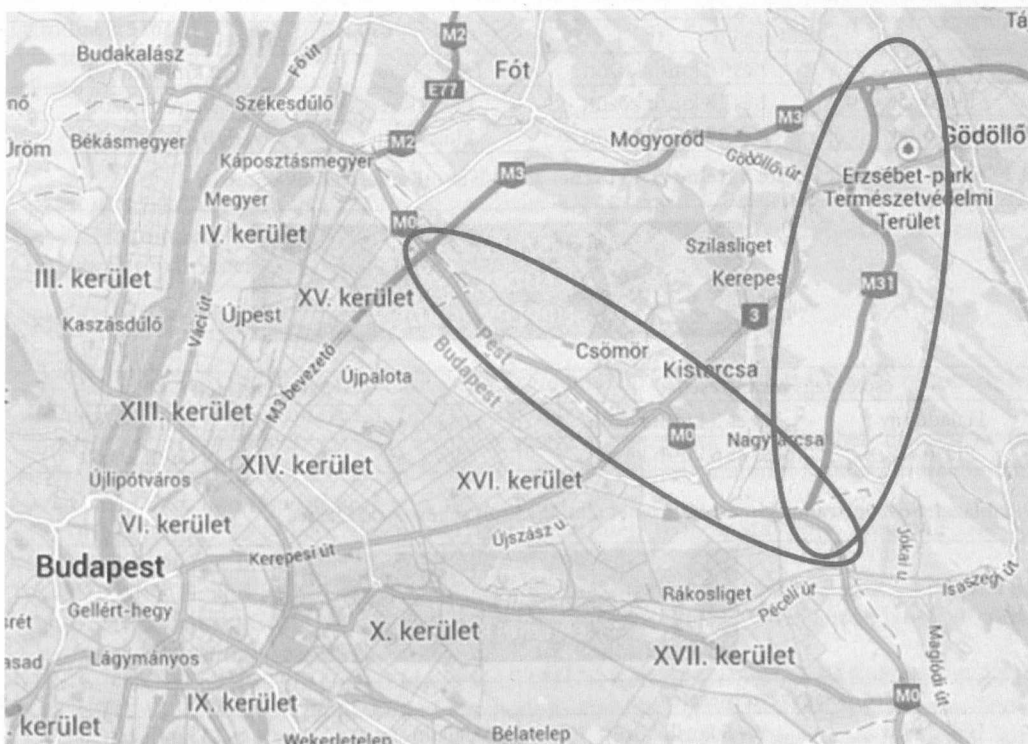
4. táblázat: Adatgyűjtő berendezések elhelyezkedése az M0-ás autópályán

Bal pályaoldal			Jobb pályaoldal			
VJT elhelyezkedése	Sebességkorlátozás	Helyszínre vonatkozó megjegyzések		Helyszínre vonatkozó megjegyzések	Sebességkorlátozás	VJT elhelyezkedése
67+500	110					
66+280	110	egyenes szakaszon három sáv	66+280 forgalomszámláló	egyenes szakaszon két sáv	110	
						65+690
64+230						
	110	egyenes szakaszon két sáv	63+750 forgalomszámláló			
			60+200 meteorológiai állomás			
59+908	100	ívben, csomópont közelében három sáv	59+908 forgalomszámláló	ívben, csomópont közelében két sáv	110	
						59+290
58+400						
	110	egyenes szakaszon három sáv	58+100 forgalomszámláló	egyenes szakaszon három sáv		
					110	57+840
56+240	110	enyhe ívben három sáv	56+240 forgalomszámláló			
52+955	110	enyhe ívben három sáv	52+955 forgalomszámláló	enyhe ívben három sáv	110	
						52+640
			51+945 meteorológiai állomás			
			50+653 forgalomszámláló	egyenes szakaszon két sáv		50+635
					110	50+265

5. táblázat: Adatgyűjtő berendezések elhelyezkedése az M31-ás autópályán

Bal pályaoldal			Jobb pályaoldal		
VJT elhelyezkedése	Sebességkorlátozás	Helyszínre vonatkozó megjegyzések	VJT elhelyezkedése		
9+945	110				
9+455	110	jobbos ívet követő egyenes, enyhe lejtésű pályaszakasz, balos ív előtt két sáv	9+455 forgalomszámláló		
			6+190 meteorológiai állomás		

4. ábra: Vizsgálathoz kiválasztott gyorsforgalmi útszakaszok



időben mért értékek összhangban vannak a korábban publikált eredményekkel is [19]. A forgalmi sávokat összehasonlítva ebben az esetben is megállapítható, hogy a belső (előző) sávon a hatások intenzívebbek. Ennek oka a két sáv között fennálló – minden körülmény között kimutatható – sebességkülönbség. A vizsgált szakaszon, időjárás eseményektől mentes, száraz körülmények között a külső (haladó) és a belső (előző) sáv között 15-30 km/h-ás átlagos sebességkülönbség volt mérhető, amely függött a napszaktól, világosságtól és a forgalomtól is.



6. táblázat: Csúszós és nedves útburkolatra figyelmeztető jelzések által kiváltott sebességcsökkenés a három sávú szakaszokra vonatkozóan

 NEDVES BURKOLAT CSÖKKENTSE A SEBESSÉGÉT! 		 CSÚSZÁSVESZÉLY! SCHLEUDERGEFAHR! SLIPPERY ROAD! 	
esőzés esetén		havazás esetén	
Haladó sáv	1 és 22 km/h között	Haladó sáv	0 és 6 km/h között
Középső sáv	1 és 23 km/h között	Középső sáv	2 és 6 km/h között
Előző sáv	0 és 27 km/h között	Előző sáv	3 és 10 km/h között



7. táblázat: Csúszós és nedves útburkolatra figyelmeztető jelzések által kiváltott sebességcsökkenés a két sávú szakaszokra vonatkozóan

 NEDVES BURKOLAT CSÖKKENTSE A SEBESSÉGÉT! 		 CSÚSZÁSVESZÉLY! SCHLEUDERGEFAHR! SLIPPERY ROAD! 	
esőzés esetén		havazás esetén	
Haladó sáv	1 és 16 km/h között	Haladó sáv	1 és 2 km/h között
Előző sáv	1 és 18 km/h között	Előző sáv	1 és 3 km/h között
Előző sáv	0 és 27 km/h között	Előző sáv	3 és 10 km/h között

8. táblázat: Csúszásveszélyre figyelmeztető üzenet által kiváltott sebességcsökkenés

 CSÚSZÁSVESZÉLY! SCHLEUDERGEFAHR! SLIPPERY ROAD! 			
eső és fagyveszély esetén		havazás esetén	
Haladó sáv	3 és 5 km/h között	Haladó sáv	5 és 33 km/h között
Előző sáv	5 és 6 km/h között	Előző sáv	2 és 39 km/h között

9. táblázat: Sósóráásra figyelmeztető üzenet által kiváltott sebességcsökkenés

 SÓSÓRÁS! SALZSTREUUNG! GRITTING ROAD! 			
eső és fagyveszély esetén		havazás esetén	
Haladó sáv	~ 5 km/h között	Haladó sáv	4 és 22 km/h között
Előző sáv	~ 8 km/h között	Előző sáv	10 és 30 km/h között

Több olyan időpont is volt a vizsgálat során, ahol nem volt megfigyelhető a haladási sebesség csökkenése. Ennek egyik lehetséges oka, hogy a jelzések már érvényét veszítette. Ilyen problémák a leggondosabb odafigyelés mellett is előfordulhatnak.

5. ÖSSZEFOGLALÓ

Annak ellenére, hogy a forgalomlebonyolódás és az időjárás közötti kapcsolat kutatása több mint fél évszázados múltra tekint vissza, az időjárással kapcsolatos figyelmeztető üzenetek forgalomra gyakorolt hatásával a kutatók – ismereteim szerint – még nem foglalkoztak. A hazai autópályákon végzett vizsgálatok ezt a hiányosságot próbálják meg pótolni. A vizsgálatok kimutatták, hogy az időjárás események már önmagukban csökkentik a haladási sebességet. A megjelenített jelzésekép által kiváltott hatások mérése nem egyszerű. Sok esetben nem lehet egyértelműen meghatározni, hogy a sebességcsökkenés csupán a VJT-nek vagy az esőzésnek/havazásnak köszönhető.

A mérési eredmények alapján azonban kijelenthető, hogy a jelzéseképek megjelenítése, már önmagában is 5-10 km/h-val képes csökkenteni a sebességet. Bár ez a csökkenés kismértékűnek tűnik, nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy ezzel párhuzamosan a járművezető fokozza figyelmét (pl. távolabb tekint, gyakrabban használja a tükröket, stb.), felkészül a lehetséges veszélyekre, így a forgalombiztonság is növekszik. Lényeges kiemelni, hogy a mért értékek átlagosak, amelyeket jelentősen befolyásolhat a forgalomnagyság, a pálya vonalvezetése, a látási és tapadási viszonyok hirtelen változása stb. Ennek megfelelően kell kezelni az értékeket, amelyek leginkább iránymutatást adnak a változás mértékéről.

A kutatási eredmények fontos információt nyújtanak a nagyméretű dinamikus hálózatokon vizsgált közlekedési folyamatok analízisének is. A cikkből származó adatok bevétele a matematikai, ill. szimulációs modellekbe további hasznos eredményeket hoz a hálózatok működésének pontosabb leírásánál, mivel az esőzések hatása tovaterjedhet azon tartományokra, ahol közvetlenül nem észlelhető az időjárás ezen befolyása [20].

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

„TÁMOP-4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0012: „Smarter Transport” - Kooperatív közlekedési rendszerek infokommunikációs támogatása - A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] CODLING, P.J. (1974). Weather and Road Accidents. In: ed. Taylor, J.A. *Climatic resources and economic activity: a symposium*, pp 205-222, Newton Abbot, UK.
- [2] SATTERTHWAIT, S. (1976). An Assessment of Seasonal and Weather Effects on the Frequency of Road Accidents in California. University College London, Traffic Studies Group; *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 8, No. 2, pp. 87-96.
- [3] POLVINEN, P. (1985). Accident risks in winter road conditions. *Helsinki: Tie- ja vesirakennushallitus, Ins. tsto Pentti Polvinen Ky. (TVH 741822)*
- [4] BRODSKY, H. and HAKKERT, A. S. (1988). Risk of a Road Accident in Rainy Weather. University of Maryland at College Park, U.S.A. & Technion, Road Safety Center, Haifa, Israel; *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 20, No. 3, pp. 161-176.
- [5] STEINHOFF, CHRISTIANE, KELLER, HARTMUT, KATES, RONALD, FÄRBER, BRIGITTE & FÄRBER, BERTHOLD (2000). Driver Perceptions and the Effectiveness of Preventative Traffic Management Strategies. *Proceedings of the 7th World Congress on Intelligent Systems*, Turin, Italy, 6-9 November, 2000.
- [6] Prikko RÄMÄ: Effects of weather-controlled variable message signing on driver behaviour. *Dissertation for the degree of Doctor of Science, VTT: Helsinki 2001. (VTT Publications 447/2001) ISBN 951-38-5872-3 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)*
- [7] KARLBERG, NILS O. (2002). Road, weather, action. *Traffic Technology International* (2002/Dec 2003/Jan). Surrey, United Kingdom.

- [8] de CRAEN, S. & de NIET, M. (2002). Extra information on Dynamic Message Signs: possibilities and effects. (Extra informatie op matrixborden: mogelijkheden en effecten.) *Stichting wetenschappelijk onderzoek verkeersveiligheid SWOV*, R-2002-13, p. 37. Netherlands.
- [9] Changing attitudes towards speeding. (2002). *Highways*, 71(9), pp 25-6. Alad Ltd, Kent, United Kingdom.
- [10] WINNETT, M.A. & WHEELER, A.H. (2002). Vehicle-activated signs – a large scale evaluation. *TRL Report TRL 548. TRL Limited*. United Kingdom.
- [11] COOPER, B.R. & SAWYER, HELEN E. (2005). Assessment of M25 Automatic Fog-Warning System – Final Report. Washington D.C., USA: *Federal Highway Administration*.
- [12] HOGEMA, J.H. & GOEBEL, M.P. (2000). In-car versus roadside queue warning information: a driving simulator study. TM-00-D004. Soesterberg, the Netherlands: *TNO Human Factors TM*.
- [13] BOYLE, L.N. & MANNERING, F. (2004). Impact of Traveler Advisory Systems on Driving Speed: Some New Evidence. *Transportation Research. Part C: Emerging Technologies*, 12(1), pp 57–72.
- [14] TAY Richard, DE BARROS Alex (2010) Effectiveness of Road Safety Messages on Variable Message Signs. *Journal Of Transportation Systems Engineering And Information Technology*, Volume 10, Issue 3, June 2010 DOI: 10.1016/S1570-6672(09)60040-4
- [15] ÚT 2-1.153 Hungarian Road Technical Specification: Requirements of road traffic variable message signs (2008)
- [16] ÚT 2-1.165 Hungarian Road Technical Specification: Deployment of intelligent traffic control and information systems (2009)
- [17] M-HÜ-8 State Motorway Management Company: Regulation about the Winter Maintenancea, Budapest 2012.
- [18] M-FS-3 State Motorway Management Company: Regulation about the Operation of Traffic Control Devices, Budapest 2013.
- [19] SÁNDOR Zs.: *Effects of rainfall on the Hungarian motorway traffic parameters*. Scientific Review of Transport, 2013. 4th Vol.
- [20] BEDE Zs., PÉTER T. : The development of large traffic network model, *Periodica Polytechnica*, Ser. Transp. Eng. Vol 39, No 1 (2011) pp. 3-5



THE EFFECTS OF ROAD SAFETY MESSAGES REGARDING WEATHER CONDITIONS

Intelligent transport systems, which warn drivers of potential hazards through variable message signs installed along motorways, are of considerable importance in adverse weather conditions. In recent decades, a number of researchers have already studied the issues of weather and traffic safety, but the impact of messages about weather conditions has not been examined yet. This study examines the impact of weather-related warning messages on traffic.



DIE AUSWIRKUNG DER VERKEHRSSICHERHEITSMELDUNGEN AUF DAS VERKEHRSGESCHEHEN

Intelligente Verkehrssysteme, die die Autofahrer durch entlang der Autobahnen installierten Wechselverkehrszeichen für die möglichen Gefahren warnen, sind von erheblicher Bedeutung bei ungünstigen Wetterverhältnissen. In den letzten Jahrzehnten haben zahlreiche Forscher die Fragen der Zusammenhänge des Wetters und der Verkehrssicherheit behandelt, die Auswirkungen der Nachrichten über Wetterereignisse wurden aber bis jetzt noch nicht untersucht. Die vorliegende Studie untersucht die Auswirkungen der wetterbedingten Meldungen auf den Verkehr.

*Valamennyi Előfizetőnek,
Olvasónak, Támogatónak
békés, boldog karácsonyi ünnepeket,
vidám új évet kíván*

*a Közlekedéstudományi Egyesület
és a Közlekedéstudományi Szemle Szerkesztőbizottsága*

Megrendelőszelvény¹

Alulírott.....

megrendelem a Közlekedéstudományi Szemlét a következő hónaptól az alábbiak szerint:

A megrendelő neve:

.....

címe (ahová a lapot kéri):.....

.....

telefonszám:.....

fax:.....

e-mail:.....

Az előfizetési díjat az alábbiak szerint fizetheti be*:

- Rózsaszín postai átutalási csekken az alábbi címre:
Közlekedéstudományi Egyesület,
1066 Budapest, Teréz krt. 38.
- Banki átutalással (név és cím feltüntetésével)
az alábbi bankszámlaszámra.
Számlaszám: 10200823-22212474

A megrendelés időtartama*:

2015. évre előfizetési díj: 8280 Ft példányban
egyéni KTE tagoknak tagdíjjal:

5140 Ft példányban
nyugdíjas és diák KTE tagoknak tagdíjjal:

4640 Ft példányban

Az előfizetési díjről számlát kérek*:

Igen Nem

*A megfelelőt kérjük beikszelni!

Számlázási név:

.....

Számlázási cím:

.....

Tudomásul veszem, hogy az első lapszám kézbesítésé-
re az előfizetési díj befizetését követően kerül sor.

.....
aláírás

¹ Visszaküldhető e-mailben a szemle@ktenet.hu címre, faxon a 06-1-353-2005 számra, vagy a 1066 Budapest Teréz krt. 38. II. em. 235. postacímre

