

LXV. ÉVFOLYAM 6. SZÁM
2016. DECEMBER

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE



A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET SZAKLAPJA
ALAPÍTVÁ 1951-BEN



KAPCSOLJA BE A RIASZTÁS FUNKCIÓT, ÉS KERÜLJE EL A SOROZATOS BÍRSÁGOKAT!

Aktiválja az alacsonyegyenleg-értesítést is, amely segít megelőzni, hogy OBU-ja felkerüljön az egyenleghiányos fedélzeti eszközök listájára!

A határérték beállításánál érdemes figyelembe venni a fuvarozási szokásait, azaz ügyelni arra, hogy legyen elég ideje az egyenlege feltöltésére.

A riasztás funkciót és az alacsonyegyenleg-értesítést a HU-GO profiljában tudja bekapcsolni.

Mindkét kényelmi szolgáltatás ingyenes.



NEMZETI
ÚTDÍJFIZETÉSI
SZOLGÁLTATÓ ZRT.

További információ:
www.hu-go.hu

A részletekben a lényeg

A riasztás funkció segít a fedélzeti eszköz helyes használatában és a sorozatos bírságok elkerülésében

Tudjuk, hogy létezik, költséget nem jelent, mégsem használjuk. A HU-GO megtett úttal arányos elektronikus útdíjszedési rendszer riasztás szolgáltatását a fuvarozók által használt gépjárművek mindössze 60 százalékában aktiválták eddig. Pedig ez a funkció azonnal figyelmeztet, ha a Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató Zrt. (NÚSZ) ellenőrző kamerái téves felhasználói beállítást érzékelnek az OBU-nál. A megadott adatok ellenőrzésével és pontosításával, szükség esetén egyenlegfeltöltéssel a fuvarozók elkerülhetnék a sorozatos bírságokat.

A 2015 júliusa óta elérhető ingyenes szolgáltatás a jóhiszeműen tévesztő fuvarozókat védi: **azonnal e-mail értesítést küld** a regisztráció során megadott e-mail címre, ha a Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató Zrt. (NÚSZ) ellenőrzési rendszere jogosulatlan úthasználatot állapít meg vagy vélelmez.

Ha a fuvarozó jogosulatlanul használt egy díjköteles útszakaszt, ez a szolgáltatás nem változtatja meg a bírságolás rendjét. Hozzájárul azonban ahhoz, hogy a fuvarozónak ugyanazért a hibáért ne kelljen több bírságot is kifizetnie.

A szolgáltatás a HU-GO rendszerben regisztrált felhasználók számára elérhető, akár viszonylati jegy váltásával, akár fedélzeti eszköz igénybevételével tesznek eleget útdíjfizetési kötelezettségüknek. A szolgáltatás alapbeállításként inaktív, azt a **felhasználónak kell aktiválnia a HU-GO profiljában.**

A riasztás figyelmeztethet hibásan megadott **felségjelre/rendszámr**a, esetleg arra, hogy OBU használata esetén az észleléstől számított 30 percen belül **nem érkeztek be adatok** a NÚSZ rendszerébe az úthasználati jogosultságról.

Jelezheti azt is, ha az észlelés időpontjában használt útszakaszt a jármű az előírtnál **alacsonyabb díjkategóriájú** bevallás alapján használta, ahogyan azt is, hogy a járműben lévő OBU az észlelés időpontjában szerepelt az **érvénytelenített fedélzeti eszközök nyilvántartásában**, és a díjköteles útszakasz használatának megkezdése előtt más módon sem keletkezett úthasználati jogosultság.

A jogosultság megállapítása mindig a gépjármű **forgalmi rendszáma** alapján, szinte **valós időben** történik. Jogosulatlan úthasználat esetén az adatok zárt rendszerben átadásra kerülnek a bírságot kiszabó hatóság, a rendőrség részére.

A jogszabály alapján sem a NÚSZ-nak sem a rendőrségnek nincs mérlegelési lehetősége: **minden mulasztást kötelezően bírság követ.** Annak összegét a jármű **kategóriája** (J2, J3, J4) és a szabályszegés mértéke befolyásolja, és elérheti a 165.000 forintot is.

Ezt azonban elkerülhetjük, ha folyamatosan figyelünk arra, hogy helyesen és pontos beállításokkal használjuk fedélzeti eszközünket. Ha mégis tévesztünk, a riasztás funkció segít elkerülni a sorozatos bírságokat, csak aktiválni kell a szolgáltatást a HU-GO profilunkban!

Bővebb információ: <https://hu-go.hu/articles/article/riasztasok>

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

a Közlekedéstudományi Egyesület és a
Közlekedéstudományi Szemle
Szerkesztőbizottsága

Közlekedéstudományi Szemle Megrendelőlap

Alulírott.....
megrendelem a Közlekedéstudományi Szemlét a következő hónaptól az alábbiak szerint:

A megrendelő neve:

Előfizetés 1 évre:

Nyomatott változat 8280.- Ft

példány

Egyéni KTE tagoknak nyomtatott változat 4140.- Ft

példány

Címe (ahová a lapot kéri):

Az előfizetési díjról számlát kérek: Igen Nem

Számlázási név:

Telefonszám:

Számlázási cím:

Fax:

E-mail:

Az előfizetési díjat az alábbiak szerint fizetheti be*:

Banki átutalással (név és cím feltüntetésével) az alábbi bank-
számlaszámra: 10200823-22212474

KTE tagoknak a tagnyilvántartó rendszeren keresztül bank-
kártyával (csak nyomtatott változat esetén)

Az első lapszám kézbesítésére az előfizetési díj befizetését követő-
en kerül sor. Az egyéves előfizetés 6 lapszámot tartalmaz.

.....
dátum

.....
alíráss

*Kérjük, hogy a megrendelő lapot e-mailben a szemle@ktnet.hu
e-mail címre, faxon a 06-1-353-2005 számra, vagy a 1066 Buda-
pest Teréz krt. 38. II. em. 235. postacímre szíveskedjen elküldeni!*

* A megfelelőt kérjük beikszelni!

Digitális változat: a hozzáférés, a fizetés és a számlázás is a Dimag.hu oldalon megadottak szerint.

• **NEM KTE tagok** a http://www.dimag.hu/magazin/Kozlekedestudomanyi_Szemle oldalon rendelhetnek 6.000 Ft/év áron.

• **Egyéni KTE tagoknak** a megrendeléshez az alábbi részt kell kitölteni és megküldeni a szemle@ktnet.hu címre. Ezt követően **kuponkó-
dot** küldünk, amivel a http://www.dimag.hu/magazin/Kozlekedestudomanyi_Szemle oldalon 4.140 Ft/év áron rendelheti meg a lapot.

Megrendelő neve: E-mail címe:

.....
dátum

.....
név

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

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

Megjelenik kéthavonta
www.ktenet.hu

ALAPÍTOTTA:
a Közlekedéstudományi Egyesület

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:
Kövesné Dr. Gilicze Éva elnök
Dr. Katona András főszerkesztő

Dr. Békési István
Berta Tamás
Bretz Gyula
György Tibor
Horváth Lajos
Mészáros Tibor
Dr. Prileszky István
Szűcs Lajos

Dr. Táncczos Lászlóné
Dr. Tóth János
Dr. Tóth László
Zsolnay Tamás

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 Szemlét 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. habil. Gulyás András – Dr.habil. Lindenbach Ágnes – Nagy Ádám – Tomaschek Tamás

Az autópálya-hálózat forgalmi menedzsment tervének előkészítő vizsgálatai – forgalmi elemzések 6

MA. Varga Tünde – Prof. Dr.-Ing. habil. Palocz-Andresen Michael
A Real Driving Emisszió mérése és csökkentése gépjárművekben 18

Esztergár-Kiss Domokos – Dr. Csizsár Csaba
Utazástervező rendszerek értékelési szempontjaihoz tartozó súlyszámok meghatározása Fuzzy AHP alapú módszerrel 35

Tamaskovics Gergely – Dr. Tettamanti Tamás – Dr. Varga István
Az intelligens jelzőfej koncepciója: vezeték nélküli, elosztott rendszerű jelzőlámpás forgalomirányítás 45

Varga Károly
125 éve létesítették a tapolcai fűtőházat 55

Beharangozó 59

Melléklet
Közlekedésbiztonság-Közlekedési környezetvédelem

Prof. Dr. Holló Péter
Gyermekek közúti biztonsága hazánkban 62

Az autópálya-hálózat forgalmi menedzsment tervének előkészítő vizsgálatai – forgalmi elemzések

A magyarországi autópálya-hálózat folyamatos vizsgálata – a forgalmi igénybevétel szempontjából – mindig aktuális, hiszen a fejlesztések, bővítések nagy időigénnyel járnak. Az előkészítésre, a tervezésre, nyugodt gazdasági körülményekre és megfelelő időre van szükség.

Dr. habil. Gulyás András¹ – Dr.-habil. Lindenbach Ágnes² - Nagy Ádám³ – Tomascsek Tamás⁴

¹ egyetemi docens, Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar, **e-mail:** gulyasandras@hotmail.com

² egyetemi tanár, Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar, **e-mail:** lindenbach.agnes@mik.pte.hu

³ forgalomtechnikai mérnök, Magyar Közút Nonprofit Zrt., **e-mail:** nagy.adam@kozut.hu

⁴ forgalomszabályozási csoportvezető, Magyar Közút Nonprofit Zrt., **e-mail:** tomaschek.tamas@kozut.hu

1. BEVEZETÉS

A Magyar Közút Nonprofit Zrt. megbízásából a Crocodile¹ 2013-EU-50003-P európai TEN-T finanszírozású projekt keretében tanulmány készült 2015-ben, *Regionális/régiókon átnyúló forgalmi menedzsment terv az M1 autópályán bekövetkező váratlan események kezelése érdekében és határokon átnyúló forgalmi menedzsment terv; autópálya-korridorok forgalmi menedzsment terveinek előkészítő vizsgálatai, megvalósíthatósági tanulmánya* címmel [1]. A tanulmány tartalmi felépítését, módszertani alapját az EasyWay projekt keretében kidolgozott, 2012. évi EasyWay EW-ICT-DG01 *Traffic Management Plans for Corridors and Networks* alkalmazási útmutató [2], valamint annak – az EIP+ projekt² keretében – továbbfejlesztett 2014. évi végleges változata adta [3].

A forgalmi menedzsment tervek célja a hatékony forgalomirányítás, útvonalajánlás és

információszolgáltatás konzisztens módon történő biztosítása az úthasználók számára, így növelve a közlekedési infrastruktúra teljesítményét, a határon átvélő, hálózati vagy több érdekelt fél közötti lehetséges együttműködés kialakításával (ahol az lehetséges).

A forgalmi menedzsment tervek koordinált módon történő megvalósítása és alkalmazása lehetővé teszi az európai úthálózat hatékonyabb kihasználását és az integrált szolgáltatások biztosítását azon úthasználóknak, akik a forgalmi menedzsment különböző szintjein (regionális/agglomerációs, régiók közötti és határokon átvélő) használják az úthálózatot.

Az M1 autópálya M0–Hegyeshalom/ország-határ közötti szakaszára elkészített forgalmi menedzsment tervek a [4] cikk mutatta be. A forgalmi menedzsment tervek előkészítő vizsgálatainak eredményei közül a közlekedésbiztonsági helyzetre vonatkozó elemzéseket, ill. a

¹ Crocodile: Cooperation of Road Operators for Consistent and Dynamic Information Levels projekt: 2013. január 1. és 2015. december 31. közötti korridorprojekt, amelynek keretében Ausztriából, Bulgáriából, Csehországból, Görögországból, Horvátországból, Lengyelországból, Magyarországról, Németországból, Olaszországból, Romániából, Szlovákiából, Szlovéniából dolgoztak együtt a partnerek/üzemeltetők a közös célok megvalósításán, a határon átnyúló forgalom javítása érdekében.

² A volt EasyWay-tagállamok egy része a Bizottság 2013. decemberi felhívására egy „horizontális” projektet nyújtott be, Európai ITS Platform+ elnevezéssel. A projekt általános célja ismeretek, szaktudás és tapasztalatok összegyűjtése. Az EIP+ platform folytatja az EIP platform munkáját, magának érzi annak célkitűzéseit, vagyis az EU-tagállamok közötti konszenzus megvalósításának felgyorsítását harmonizált ITS-szolgáltatások elérése érdekében.

kialakult torlódások elemzését részletesen az [5] cikk ismertette.

A forgalmi vizsgálatok magukba foglalták az elmúlt öt évben az autópálya-hálózat kiemelt szakaszaira vonatkoztatva a napi forgalom, a mértékadó óraforgalom, a kapacitáskihasználtság vizsgálatát (a tényleges és megengedhető forgalom arányainak vizsgálatával a megengedhető és eltűrhető szolgáltatási szinten), a forgalom összetételének alakulását a teherjármű-forgalom arányának vizsgálatával, továbbá a forgalom napi, havi megoszlását.

Az elmúlt évek forgalmi jellemzőinek vizsgálata mellett a forgalom fejlődésének, valamint a forgalom összetételének 2020-ig történő előrebecslését is tartalmazza a vizsgálatok, figyelembe véve az útdíjrendszerben bekövetkező változásokra irányuló elemzéseket (a korábban díjmentesen használható szakaszok díjassá váltak, valamint megyei matrica megvásárlására nyílt lehetőség).

A forgalmi vizsgálatok keretében részletes elemzésre kerültek a határon átlépő közúti forgalom legfontosabb relációi a fő korridorokon is, kiegészítve a határon átlépő forgalom legfontosabb relációival.

Az autópálya-hálózat forgalmi menedzsment terveinek előkészítő vizsgálatai közül a forgalmi jellemzők elemzése kerül bemutatásra az M1, M3, M5 és M7 autópályák vonatkozásában.

2. AZ AUTÓPÁLYA-HÁLÓZAT TEN-T TÖRZSHÁLÓZATI ELEMEI FORGALMI HELYZETÉNEK VIZSGÁLATA

A transzeurópai közlekedési hálózat vagy röviden csak TEN-T (Trans-European Network – Transport) egy tervezett közúti, vasúti, légi és vízi közlekedési hálózat, amelynek célja, hogy szolgálja az egész európai kontinenst. A TEN-T-hálózat része egy tágabb rendszernek, a transzeurópai hálózatoknak (TEN: Trans-European Network), amely tartalmazza a közlekedésen kívül még a távközlési hálózatot (eTEN) és az energetikai hálózatot (TEN-E).

A CEF-ben meghatározott kilenc TEN-T-törzshálózati korridor (Balti-Adria, Északi-tenger-Balti, Mediterrán, Keleti-Kelet-mediterrán, Skandináv-Mediterrán, Rajna-Alpok, Atlanti, Északi-tenger-Mediterrán, Rajna-Duna) közül a hazai autópálya-hálózat a TEN-T-törzshálózat három elemét érinti: az M1 autópálya (M0 autóút–Hegyeshalom) a Keleti-Kelet-Mediterrán és a Rajna-Duna transzeurópai közlekedési folyosók részeként Budapestet köti össze a nyugati határral, európai színvonalú közúti kapcsolatot biztosítva Ausztria fővárosa (Wien/Bécs) és Szlovákia fővárosa (Bratislava/Pozsony) felé. Az M3 autópálya (M0 autóút–Vásárosnamény) a Mediterrán transzeurópai közlekedési folyosó részeként Budapestet köti össze az északkeleti országhatárral, megfelelő színvonalú közúti kapcsolatot biztosítva Románia és Ukrajna felé. Az M5 autópálya (Budapest–Röszke) a Keleti-Kelet-Mediterrán és a Rajna-Duna transzeurópai közlekedési folyosók részeként Budapestet köti össze a délkeleti országhatárral, közúti kapcsolatot biztosítva Szerbia és az M43 autópálya érintésével Románia felé, míg az M7 autópálya (M0 autóút–Letenye országhatár) a Mediterrán transzeurópai közlekedési folyosó részeként Budapestet köti össze a délnyugati országhatárral, gyorsforgalmi közúti kapcsolatot biztosítva Horvátország és Szlovénia felé.

A részletes elemzések alapjául szolgáló forgalmi jellemzők/adatok az M0 autóút csatlakozása és az országhatár közötti autópálya-szakaszokra vonatkoznak, és egyrészt az országos forgalomszámlálás eredményeinek hivatalos kiadványából [6], másrészt a Magyar Közút Nonprofit Zrt. és az AKA Alföld Koncessziós Autópálya Zrt. forgalmi méréseinek eredményeiből származnak. A vizsgált autópályák 2014. évi jellemző forgalmi adatai az 1. táblázatban láthatók. A táblázatban (és a későbbiekben) a nehézgépjármű-forgalom a [6] szerinti nehéz motoros forgalom, amely az autóbuszok, a nehéz tehergépkocsik, a pótkocsis tehergépkocsik, a nyerges szerelvények és a speciális nehéz járművek összege. Az érintett járműosztályok külterületi egységjármű szorzója minden esetben 2,5.

1. táblázat: Az M1, M3, M5 és M7 autópályák forgalmi helyzete, 2014.

Autópálya	Évi átlagos napi forgalom		Nehéz gépjármű napi forgalom	
	Ejmű/nap	db/nap	db/nap	arány, %
M1	54 963	39 601	9514	24,0
M3	23 985	19 522	2536	13,0
M5	33 978	25 236	5566	22,1
M7	27 973	22 073	3538	16,0

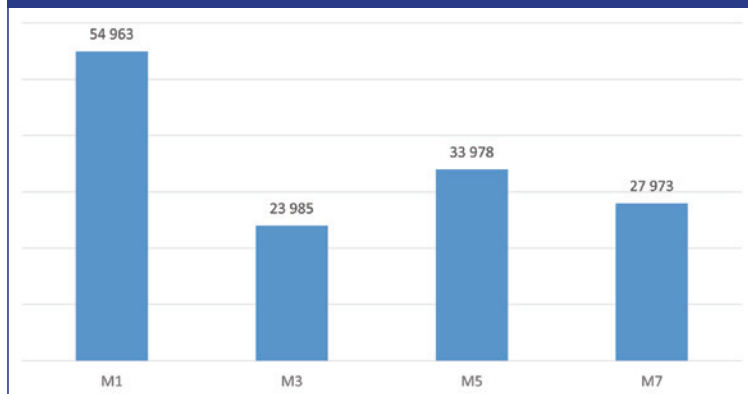
A forgalom nagysága a legnagyobb forgalmú M1 autópályán az elmúlt években összességében növekedett. Az egyes évek között eltérő módon alakult a forgalom. 2010-ről 2011-re jelentősebb a növekedés, amit 2012-re visszaesés követett, majd 2013-ra újból növekedés mutatkozott. 2014-ben számottevő növekedést mértek, amely a 2015. első félévi adatok alapján folytatódik. 2015-ben a teljes pályaszakasz díjazása és a megyei matricák bevezetése, mint két ellentétes hatás, összességében a forgalom emelkedését eredményezte. A nehéz forgalom arányában és volumenében 2013-ban mutatkozó minimális csökkenés az e-útdíj bevezetésének rövid távú következménye lehetett. A nehéz forgalom aránya kis mértékben változott, a 2013-ban megfigyelt 26%-ról 2014-ben 24%-ra mérséklődött. A változás oka főként a személygépkocsi-forgalom erősebb növekedése.

A forgalom nagysága az M3 autópályán 2010–2012 között közel azonos volt, 2013-ban csökkenés, majd 2014-ben növekedés jelentkezett. A nehéz forgalom arányában és volumenében 2010–2012 között növekedett, majd 2013-ban és 2014-ben csökkent, ami valószínűleg az e-útdíj bevezetésének következménye. A nehéz forgalom aránya – az M31 autópálya nehéz forgalmát is figyelembe véve – 14–16% között változott 2010–2014 között. Az M31 autópálya nehéz forgalma nélkül az M3 autópályán 2014-ben a nehéz forgalom aránya 13%-os volt.

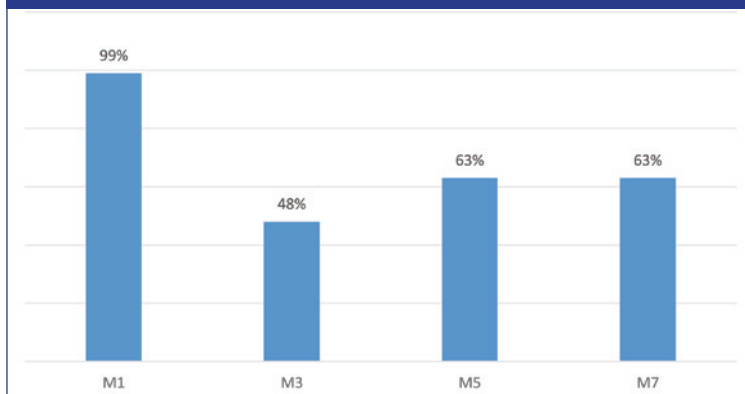
A forgalom nagysága az M5 autópályán 2010–2012 között csökkent, 2013-ban 1,1%-kal, majd 2014-ben 7,9%-kal növekedett. A 2014. évi átlagos forgalom nagyobb a 2010. évinél. A nehéz forgalom volumenében 2010-től összesen 7%-os csökkenés mutatkozott. A nehéz forgalom aránya jelentős, átlagosan 22%. A nehéz forgalom volumene a Pest megyei szakaszon a legmagasabb, eléri a 9500 jármű/nap értéket.

A forgalom nagysága az M7 autópályán 2010–2013 között közel azonos volt, 2014-ben az előző évek átlagához képest 1,5%-os növekedés mutatkozott. A nehéz forgalom arányában és volumenében 2010–2011 között növekedett, majd 2012-től csökkent, ami valószínűleg részben az e-útdíj bevezetésének következménye. A nehéz forgalom aránya az M7 autópályán számottevő, 2010–2013 között 18%, majd 2014-ben 16%. Az 1. ábra a vizsgált autópályák átlagos napi forgalmát szemlélteti.

1. ábra: Az M1, M3, M5 és M7 autópályák átlagforgalma, ÁNF, E/nap, 2014.



2. ábra: Az M1, M3, M5 és M7 autópályák kapacitás viszonyai (Tényleges/megengedett forgalom megfelelő szinten), 2014.



A teljes M1 autópályán az átlagos forgalmi terhelés a „megfelelő” szolgáltatási szinten 99%-os, tehát a forgalom már csak az „eltűrhető” szolgáltatási szinten bonyolódhat le, ahol még van mintegy 30% tartalék, ez a szolgáltatási szint azonban kedvezőtlen egy TEN-T hálózati elemen. A teljes M3 autópályán az átlagos forgalmi terhelés a „megfelelő” szolgáltatási

A 2. táblázat a vizsgált autópályák jelenlegi kapacitását és kihasználtságát tartalmazza. A Közutak tervezési szabályzata (KTSZ)³ szerint a megfelelő szolgáltatási szinthez tartozó megengedett forgalomnagyság $4 \times 1200 = 4800$ E/óra, az eltűrhető szinthez tartozó $4 \times 1700 = 6800$ E/óra. Az M7 autópálya 2+3 sávú szakaszán a megfelelő szolgáltatási szinthez tartozó megengedett forgalomnagyság $5 \times 1200 = 6000$ E/óra, az eltűrhető szinthez tartozó forgalomnagyság $5 \times 1700 = 8500$ E/óra. A számítás a mértékadó óraforgalmakból (MOF) a forgalomszámlálási érvényességi szakaszok bevonásával (az M0-hoz közvetlenül csatlakozó, valamint az országhatárra vezető részzszakaszok nélkül), a sávszámok figyelembevételével, a részzszakasz hossz szerint súlyozott átlagolással történt.

szinten 48%-os, tehát a forgalom kedvező szolgáltatási szinten bonyolódhat le, jelentős kapacitástartalék mellett. A teljes M5 autópályán az átlagos forgalmi terhelés a „megfelelő” szolgáltatási szinten 63,2%-os, tehát a forgalom még elfogadható szolgáltatási szintű, kisebb kapacitástartalék mellett. A teljes M7 autópályán az átlagos forgalmi terhelés a „megfelelő” szolgáltatási szintű 62,7%-os, tehát a forgalom számára még elfogadható a szolgáltatási szint, kisebb kapacitástartalék mellett. A 2. ábra a vizsgált autópályák kapacitásviszonyait szemlélteti.

3. A TÁVLATBAN VÁRHATÓ FORGALOM MEGHATÁROZÁSA

A forgalom előrebecslése lineáris trendillesztéssel készült külön-külön az összes egység-

2. táblázat: Az M1, M3, M5 és M7 autópályák kapacitászámítása, 2014.

Autópálya	ÁNF, E/nap	Csúcsórátényező, %	MOF, E/óra	Tényleges/megengedett forgalom, %	
				Megfelelő szint	Eltűrhető szint
M1	55 090	8,6	4738	99	70
M3	23 985	9,6	2296	48	34
M5	33 978	8,9	3031	63	45
M7	27 973	11,4	3179	63	44

³ e-UT 03.01.11:2008 Közutak tervezése (KTSZ)

jármű-, a nehézjármű-forgalomra, valamint az összes forgalomra. Az előrebecsülés a teljes vizsgált autópálya-szakaszok (M0 autótűt-ország-határ) éves átlagos napi forgalmainak (ÁNF) az adott évre vonatkozó, részzszakasz-hossz szerint súlyozott átlagértékéből indult ki. Az autópályák forgalmát jellemző súlyozott átlagot kiszámítottuk egyrészt a 2010., 2011., 2012., 2013. és 2014. évekre, másrészt az ÁNF egységjármű, az ÁNF járműdarabszám és a nehéz forgalom járműdarabszám változókra. A távlatban várható forgalom előrebecsülése az említett forgalmi változókra a 2010–2014 közötti időszorra illesztett trendvonal alapján 2020-ig történt meg.

Az M1 autópálya forgalmának fejlődési trendjeiből az látszik, hogy az összes járműforgalom esetén várható dinamikusabb növekedés: 2014-hez mérten 2020-ra mintegy 11%-kal emelkedik a teljes járműforgalom. Az egységjárműben kifejezett forgalmat tekintve a várható növekedés értéke hasonló, 10,8%-os (a korrelációs együttható 0,73). A nehéz járművek esetén a növekedés várható üteme mérsékeltebb, mintegy 6,6%-ra becsülhető. A nehéz járművek aránya a távlatban várható forgalomban a jelenlegi 24%-nál kissé kevesebb lesz, mintegy 23%.

Az M3 autópályán a távlatban várható forgalom előrebecsülése az említett forgalmi változókra a 2010–2014 közötti időszorra illesztett trendvonal alapján a forgalom pozitív és negatív változásai miatt nem adott értékelhető trendet, illet csak az ÁNF egységjármű mutatott a 2012–2014 évekből kiindulva, bár alacsony korrelációs együtthatóval. Az ÁNF egységjármű-forgalom előrebecsült növekedése 2020-ig mindössze 0,8%-os. A nehéz járművek

forgalmának fejlődési trendje csökkenő tendenciát mutatott, jelentős bizonytalansággal.

Az M5 autópályán a távlatban várható forgalom előrebecsülése az említett forgalmi változókra a 2010–2014 közötti időszorra illesztett trendvonal alapján a forgalom pozitív és negatív változásai miatt nem adott értékelhető trendet, illet csak az ÁNF egységjármű-forgalom és az ÁNF járműdarabszám mutatott a 2011–2014. évekből kiindulva. Az ÁNF egységjármű-forgalom előrebecsült növekedése 2020-ig összesen 5,6%-os. A nehéz járművek forgalmának fejlődési trendje határozottan csökkenő tendenciát mutatott, a 2020-ra előrebecsült csökkenés 13,2%-os (a korrelációs együttható 0,89). A két ellentétes trend eredménye az ÁNF járműdarabszám 8,2%-os várható növekedése.

Az M7 autópályán a távlatban várható forgalom előrebecsülése az említett forgalmi változókra a 2010–2014 közötti időszorra illesztett trendvonal alapján a forgalom pozitív és negatív változásai miatt nem adott értékelhető trendet, illet csak az ÁNF egységjármű-forgalom mutatott a 2012–2014. évekből kiindulva (a korrelációs együttható 0,79). Az ÁNF egységjármű-forgalom előrebecsült növekedése 2020-ig összesen 10,8%-os. A nehéz járművek forgalmának fejlődési trendje csökkenő tendenciát mutatott, jelentős bizonytalanság mellett.

Az M1, M3, M5 és M7 autópályák 2020. évre meghatározott kapacitását és kihasználtságát a 3. táblázat mutatja be. Az M1 autópálya esetén a 2020-ban várható és a megengedett forgalom arányaiból látszik, hogy szükséges lenne a 2x3 forgalmi sávra bővítés, figyelemmel arra, hogy autópályán a „megfelelő” szolgáltatási szint biztosítása alapve-

3. táblázat: Az M1, M3, M5 és M7 autópályák kapacitászámítása, 2020.

Autópálya	Forgalom- fejlődés, %	ÁNF E/nap	MOF E/óra	Várható/megengedett forgalom, %	
				Megfelelő szint	Eltűrhető szint
M1	10,8	61 060	5251	109	77
M3	0,8	24 165	2368	48	34
M5	5,6	36 037	3207	67	47
M7	10,8	30 999	3534	70	50

tő igény. Az M3 autópályán az átlagos forgalmi terhelés a „megfelelő” szolgáltatási szinten 48%-os, tehát a forgalom kedvező szolgáltatási szinten bonyolódhat le, jelentős kapacitástartalék mellett. Az M5 autópályán az átlagos forgalmi terhelés a „megfelelő” szolgáltatási szinten 67%-os, tehát a forgalom még elfogadható szolgáltatási szintű, kisebb kapacitástartalék mellett. Ugyanakkor a vizsgált autópályák megyei szakaszait tekintve kapacitás probléma várható még az M7 autópályá Budapest és Balaton közötti szakaszán is (4. táblázat).

4. A 2015-BEN BEVEZETETT DÍJFIZETÉSI VÁLTOZÁSOK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA AZ AUTÓPÁLYA-HÁLÓZATON

Az útdíjrendszerben 2015. január 1-jétől két lényeges változás következett be: a korábban díjmentesen használható szakaszok díjassá váltak, valamint megyei matrica megvásárlására nyílt lehetőség. Az M1 autópályán a 2015. és 2014. évi teljes évi forgalmi adatokat összehasonlítva egyértelmű növekedés látható, ami a korábban meghatározott fejlődési trendnél (évente átlagosan 1,8%) lényegesen magasabb, részszakaszokkal súlyozott átlaga 9,8%. A díjasított szakaszokon

mérsékeltbb a növekedés, de ott is határozottan megmutatkozik, a súlyozott átlag ott 8,0% (a Mosonmagyaróvárt elkerülő szakasz nélkül 7,0%). A növekedés részben a megyei matricák nagyobb arányú vásárlása és használata, részben az üzemanyagárak kedvező alakulása és a fokozódó mobilitás következménye.

A 3. ábra szemlélteti az M1 autópályá forgalom növekedését 2015. és 2014. között. Az M3 autópályán a 2015. és 2014. évi teljes évi forgalmi adatokat összehasonlítva egyértelmű növekedés látható, ami a korábban meghatározott fejlődési trendnél (évente átlagosan 0,1%) lényegesen magasabb, a növekedés szakaszhosszakkal súlyozott átlaga 11,7%-os. A díjasított szakaszokon mérsékeltbb a növekedés, de ott is határozottan megmutatkozik, a szakaszhosszakkal súlyozott átlag ott 6,2%.

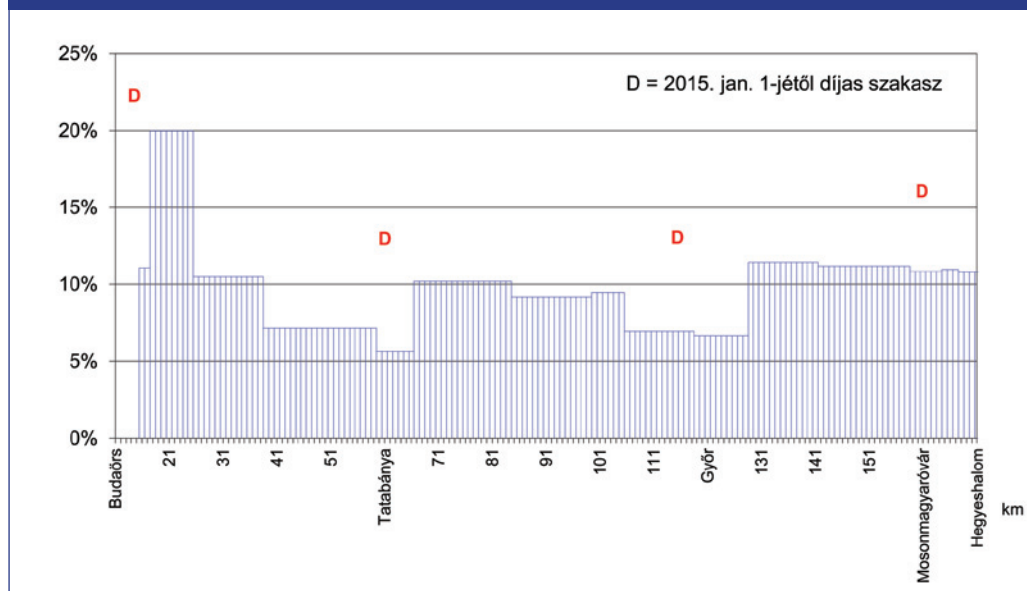
Az M5 autópályán a 2015. és a 2014. évi január-szeptemberi forgalmi adatokat összehasonlítva határozott a forgalomnövekedés, ami a kilenc hónap átlagában 16,7%-os, az egyes hónapokat összehasonlítva pedig 12% és 24% között változik.

Az M7 autópályán a 2015. és 2014. évi teljes évi forgalmi adatokat összehasonlítva egyértelmű a növekedés, ami a korábban meghatározott fejlődési trendnél (évente átlagosan 1,8%) lényegesen magasabb, a növekedés szakaszhosszakkal súlyozott átlaga 9,3%-os. A díjasított

4. táblázat: A vizsgált autópályák kapacitás problémás megyei szakaszai 2020-ban

Autópálya	Megye	ÁNF, E/nap	Csúcsórátényező, %	MOF, E/óra	Várható/megengedett forgalom, %	
					Megfelelő szint	Eltűrhető szint
M1	Pest	75 512	8,4	6343	132	93
	Fejér	67 969	8,4	5709	119	84
	Komárom-Esztergom	61 229	8,4	5143	107	76
	Győr-Moson-Sopron	56 421	8,8	4965	103	73
M7	Pest	62 779	10,7	6717	112	79
	Fejér	49 273	11,5	5666	101	71

3. ábra: Az M1 autópálya forgalomnövekedése 2015. és 2014. között



szakaszokon mérsékeltebb a növekedés, de ott is határozottan megmutatkozik, a szakasz-hosszakkal súlyozott átlag ott 6,0%.

A módosított forgalomfejlődési tényező meghatározásához a díjrendszerben bekövetkezett változás egyszeri (és tartósnak feltételezett) hatásából le kell vonni az átlagos éves fejlődési trend értékét, és az így kapott egyszeri módosító tényezőt hozzá kell adni a távlati átlagos fejlődési trendhez (5. táblázat):

$$[\text{módosított fejlődés}] = [\text{becsült fejlődés}] + \frac{(\text{változás} - [\text{becsült fejlődés}])}{(2020 - 2014)}$$

A módosított forgalomfejlődési tényezőkkel újra elvégezve a távlatban várható forgalom előrebecslését és a kapacitásviszonyok ismételt meghatározását, a 6. táblázat szerinti eredmény adódott.

A 2020-ban várható módosított kapacitásviszonyokból határozottan látszik, hogy az M1 autópályán indokolt és szükséges lenne távlatban a 2x3 forgalmi sávra bővítés, míg az M3, M5 és M7 autópályákon a kapacitásviszonyok elfogadhatók, illetve megfelelőek.

5. táblázat: Az M1, M3, M5 és M7 autópályák forgalomfejlődési tényezői, % 2020/2014.

Autópálya	Becsült fejlődés 2020/2014, ÁNF, E/nap, %	Változás 2015/2014 ÁNF, db/nap, %	Módosított fejlődés 2020/2014, ÁNF E/nap, %
M1	10,8	9,8	18,8
M3	0,8	11,7	12,4
M5	5,6	16,7	21,4
M7	10,8	9,3	18,3

6. táblázat: Az M1, M3, M5 és M7 autópályák módosított kapacitászámítása 2020.

Autópálya	Módosított fejlődés	ÁNF, E/nap	MOF, E/óra	Tényleges/megengedett forgalom, %	
				Megfelelő szint	Eltűrhető szint
M1	18,8	65 446	5628	117	83
M3	12,4	26 959	2588	54	38
M5	21,4	41 429	3687	77	54
M7	18,3	33 092	3772	75	53

5. A HATÁRON ÁTLÉPŐ KÖZÚTI FORGALOM LEGFONTOSABB RELÁCIÓI A FŐ FOLYOSÓKON

A Crocodile projekt keretében 2015-ben elkészített autópályaforgalmi-menedzsment tanulmány részeként meghatározásra kerültek kilenc nagy forgalmú magyar határátelők, a többi határállomás és Magyarország belső forgalmi körzetei közötti közúti forgalmi áramlatok. A számításhoz felhasználtuk a korábban elvégzett vizsgálatok eredményeit is [7], [8].

Az M1 (M15), M3 (M30), M5 (M43) és M7 (M70) autópályák tranzit- és cél-eredő forgalmának meghatározása során az elkészített honnan-hová forgalmi mátrixok képezték a kiindulási alapot. A 2012. évi forgalomáramlási adatokból a 2014-re korrigált

eredményeket összefoglaló forgalomáramlási mátrixot az összes forgalom esetében a 7. táblázat, a nehéz teherforgalom esetében a 8. táblázat ismerteti. A nehéz teherforgalom tartalma e fejezet eredményeiben a J4 díjosztály, vagyis a pótkocsis tehergépkocsik, a nyerges szerelvények és a speciális nehéz járművek. A határon átlépő forgalomban a J3 díjosztály, a nehéz tehergépkocsik részaránya a J3+J4 összegéből 12%, az egyes relációk mértéke alacsony, ezért nem szerepel az eredményekben. A mátrixokból a forgalom megfelelő ráterhelésével a szerzők becsülték az egyes autópályákon megjelenő forgalmi arányokat, nevezetesen a tranzit (átmenő) forgalom, a cél-eredő forgalom és az országon belüli forgalom arányait, valamint vizsgálták, hogy melyek a legfontosabb relációk az országos közúthálózat fő nemzetközi folyosóin.

7. táblázat: Forgalomáramlási mátrix: összes forgalom 2014. (Forrás: Bauconsult Mérnökiroda Kft.)

Megnevezés	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	Az összes átmenő (tranzit) forgalom (1...10)	Az összes belső forgalom (1...11)
	Hegyeshalom	Rószke	Nagylak	Rajka	Rédics	Letenye	Tornyiszentmiklós	Tornyosnémeti	Záhony	A többi határátelőkölhely	A belső körzetek		
1. Hegyeshalom, M1 korridor	X	1 317	1 115	152	254	558	303	861	506	4 678	17 019	9 744	26 763
2. Rószke, M5	1 317	X	16	89	44	61	77	61	61	524	2 705	2 250	4 955
3. Nagylak, 43	1 115	16	X	92	157	79	122	36	49	510	2 534	2 176	4 710
4. Rajka, M15	152	89	92	X	184	285	285	251	134	1 287	8 236	2 759	10 995
5. Rédics, 86	254	44	157	184	X	56	47	33	65	349	2 440	1 189	3 629
6. Letenye, M7 korridor	558	61	79	285	56	X	3	24	34	104	1 160	1 204	2 364
7. Tornyiszentmiklós, M70	303	77	122	285	47	3	X	193	158	964	4 206	2 152	6 358
8. Tornyosnémeti, 3	861	61	36	251	33	24	193	X	141	194	1 462	1 794	3 256
9. Záhony, 4	506	61	49	134	65	34	158	141	X	545	538	1 693	2 231
10. A többi határátelőkölhely	4 678	524	510	1 287	349	104	964	194	545	X	25 100	9 155	34 255
11. A belső körzetek	17 019	2 705	2 534	8 236	2 440	1 160	4 206	1 462	538	25 100	X	65 400	65 400
Az összes átmenő (tranzit) forgalom (1...10)	9 744	2 250	2 176	2 759	1 189	1 204	2 152	1 794	1 693	9 155	65 400		
Az összes kilépő forgalom (1...11)	26 763	4 955	4 710	10 995	3 629	2 364	6 358	3 256	2 231	34 255	65 400		

8. táblázat: Forgalomáramlási mátrix: nehézteher-forgalom 2014.
(Forrás: Bauconsult Mérnökiroda Kft.)

Megnevezés	1. Hegyeshalom	2. Rösztke	3. Nagylak	4. Rajka	5. Rédcis	6. Letenye	7. Tornyiszentmiklós	8. Tornyosnémeti	9. Záhony	10. A többi határátelölhely	11. A belső körzetek	Az összes átmenő (tranzit) forgalom (1...10)	Az összes belépő forgalom (1...11)
1. Hegyeshalom, M1 korridor	X	347	294	40	67	147	80	227	134	948	2 412	2 284	4 696
2. Rösztke, M5	347	X	3	18	9	12	15	12	12	83	197	511	708
3. Nagylak, 43	294	3	X	48	82	41	63	19	26	165	1 102	741	1 843
4. Rajka, M15	40	18	48	X	106	164	164	145	77	576	2 961	1 338	4 299
5. Rédcis, 86	67	9	82	106	X	37	32	22	42	222	1 053	619	1 672
6. Letenye, M7 korridor	147	12	41	164	37	X	2	12	21	27	89	463	552
7. Tornyiszentmiklós, M70	80	15	63	164	32	2	X	80	66	302	1 481	804	2 285
8. Tornyosnémeti, 3	227	12	19	145	22	12	80	X	18	89	679	624	1 303
9. Záhony, 4	134	12	26	77	42	21	66	18	X	43	110	439	549
10. A többi határátelölhely	948	83	165	576	222	27	302	89	43	X	120	2 455	2 575
11. A belső körzetek	2 412	197	1 102	2 961	1 053	89	1 481	679	110	120	X	10 204	10 204
Az összes átmenő (tranzit) forgalom (1...10)	2 284	511	741	1 338	619	463	804	624	439	2 455	10 204		
Az összes kilépő forgalom (1...11)	4 696	708	1 843	4 299	1 672	497	2 285	1 303	549	2 575	10 204		

A Hegyeshalom és Rajka országhatárokon belépő tranzitforgalom jelentős hányada az M1 autópályán halad, majd nagyobb részben az M5 autópályán, kisebb részben az M3 autópályán folytatja útját, kivéve a Rédcis, Tornyiszentmiklós és Letenye irányába menő forgalmi áramlatokat, amelyek csak minimális mértékben veszik igénybe az M1 autópályát. A célforgalom esetén a tranzitforgalom irányonkénti arányainak megfelelő mértékben lehetett feltételezni a cél-eredő forgalom irányonkénti megoszlását, a belépő forgalmi értékekből az ennek az aránynak megfelelő rész veszi igénybe az M1 autópályát. Hegyeshalom esetén ez az arány mintegy 86%, míg Rajka esetén kisebb, mintegy 70%. Az M1 autópályán megjelenő cél-eredő forgalom nagysága az úti célok feltételezett vonzásának arányában mérséklődik Budapest felé haladva, ezeket a vonzásokat a ráterhelésben a következő értékekkel vettük figyelembe: Mosonmagyaróvár 5%, Győr 20%, Komárom-Esztergom megye 5%, Budapest és az ország keleti része 70%.

A Tornyosnémeti és Záhony országhatárokon belépő tranzitforgalom jelentős hányada az M30 és az M3 autópályákon halad, majd nagyobb részben az M1 autópályán, kisebb részben az M7 autópályán folytatja útját. A célforgalom esetén a tranzitforgalom irányonkénti arányainak megfelelően lehetett feltételezni a cél-eredő forgalom megoszlását, a belépő forgalmi értékekből az ennek megfelelő rész ve-

szi igénybe az M3 autópályát. Tornyosnémeti esetén ez mintegy 95%, míg Záhony esetén hasonló, mintegy 94%.

A Rösztke és Nagylak országhatárokon belépő tranzitforgalom az M43 és az M5 autópályákon halad, majd a forgalom nagyobb része (58%) az M1 autópályán folytatja útját. A cél-eredő forgalom szinte teljes egészében az M43 és az M5 autópályákon halad. A Tornyiszentmiklós és Letenye országhatárokon belépő tranzitforgalom az M70 autótúton és az M7 autópályán halad, majd az M3 autópályán vagy az M5 autópályán folytatja útját. A célforgalom esetén a tranzitforgalom irányonkénti arányainak megfelelően lehetett feltételezni a cél-eredő forgalom megoszlását. A belépő forgalmi értékekből Tornyiszentmiklós esetén mintegy 70%, míg Letenye esetén mintegy 25% veszi igénybe az M7 autópályát.

A 9. és 10. táblázatokból látható, hogy az országhatár felé közeledve a nemzetközi jellegű forgalom aránya fokozatosan növekszik. A nehézjármű-forgalmat tekintve szintén megfigyelhető, hogy az országhatár felé közeledve a nemzetközi jellegű forgalom részaránya fokozatosan növekszik. Az M1 autópályán a vonali átlagot illetően a nemzetközi forgalom mintegy kétharmad részt (68,5%) képvisel, a tranzitforgalmi rész kisebb, a cél-eredő forgalmi rész nagyobb. Az M1 autópályán a vonali átlagban a nemzetközi nehézjármű-forgalom aránya csak-

9. táblázat: Az M1, M3, M5 és M7 autópályák tranzit és cél-eredő teljes forgalma, 2014.

Autópálya	Évi átlagos napi forgalom, db/nap	Tranzitforgalom		Célforgalom	
		db/nap	%	db/nap	%
M1	39 601	10 482	26,5	16 633	42,0
M3	19 522	2 492	12,8	1 244	6,4
M5	25 236	4 394	17,4	5 201	20,6
M7	22 073	1 816	8,2	3 250	14,7

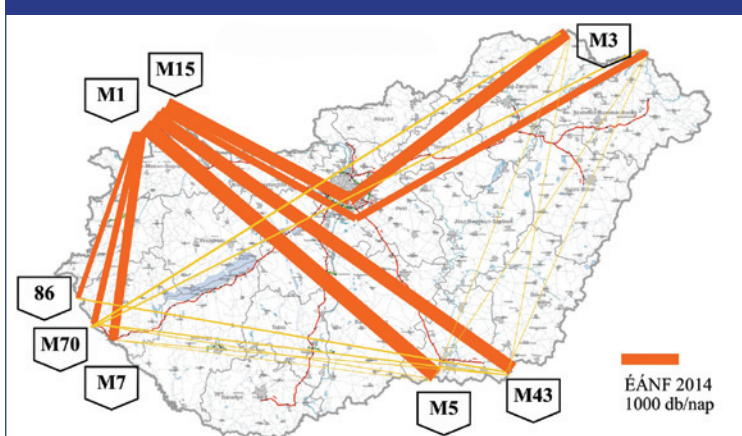
10. táblázat: Az M1, M3, M5 és M7 autópályák tranzit és cél-eredő nehézjármű-forgalma, 2014.

Autópálya	Nehéz jármű napi forgalom, db/nap	Tranzitforgalom		Célforgalom	
		db/nap	%	db/nap	%
M1	9514	2854	30,0	3248	34,1
M3	2536	719	28,4	446	17,6
M5	5566	1246	22,4	1293	23,2
M7	3538	639	18,1	991	28,0

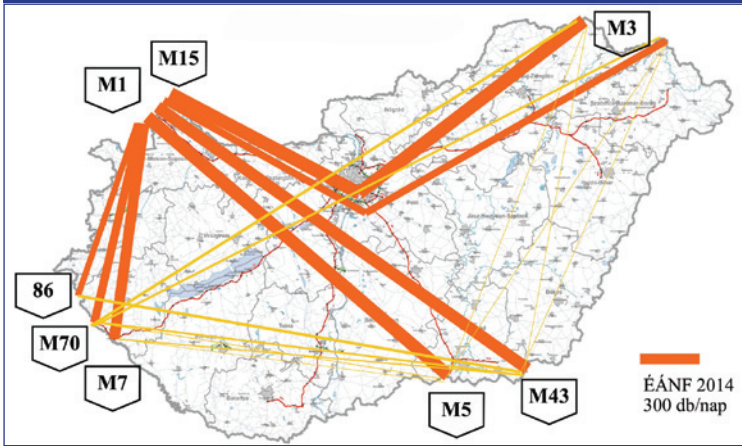
nem kétharmad részt (64,1%) képvisel, a tranzit- és a cél-eredő forgalmi rész közel azonos. Az M3 autópályán a nemzetközi forgalom aránya lényegesen kisebb, átlagosan 19%, ugyanakkor a nehézjármű-forgalom csaknem fele (46%) nemzetközi jellegű forgalomból áll. Mindkét esetben a tranzitforgalmi rész nagyobb, a cél-eredő forgalmi rész kisebb. Az M5 autópályán a vonali átlagban a nemzetközi forgalom aránya mintegy egyharmad részt (38%) képvisel, a nehézjármű-forgalom aránya pedig megközelíti a fele részét (46%), a tranzit és a cél-eredő forgalmi rész közel azonos. Az M7 autópályán a nemzetközi forgalom aránya kisebb, átlagosan 23%, viszont ez esetben is a nehézjármű-forgalom csaknem fele (46%) nemzetközi

jellegű forgalomból áll. Az M3 autópályától eltérően az M7 autópályán a tranzitforgalmi rész kisebb, a cél-eredő forgalmi rész nagyobb. Az M1, M3, M5 és M7 autópályák 2014. évi tranzit teljes forgalmát a 4. ábra, míg tranzit nehézjármű-forgalmát az 5. ábra szemlélteti.

4. ábra: Az M1, M3, M5 és M7 autópályák teljes tranzit járműforgalma 2014-ben



5. ábra: Az M1, M3, M5 és M7 autópályák tranzit nehézjármű-forgalma 2014-ben



A tranzitforgalmi áramlatok közül egyértelműen a legerősebb a Hegyeshalom/Rajka és Rösztke/Nagylak közötti áramlatszóport, amely összességében mintegy 40%-ot képvisel mind a teljes, mind a nehéz teherforgalomban. A következő jelentős forgalmi áramlat a Hegyeshalom/Rajka és a Tornyosnémeti/Záhony között mutatkozik, míg a harmadik nagy csoport a Hegyeshalom/Rajka és a Rédcics/Torniszentmiklós/Letenye között jelentkezik. A nehéz forgalom tranzitáramlatainak egymáshoz viszonyított arányai lényegében hasonlóak. Az ország további jelentősebb határpontjai között a tranzitforgalom nagyságrenddel kisebb, ez igaz a Rédcics/Torniszentmiklós/Letenye és a Tornyosnémeti/Záhony közötti relációra, valamint a Rédcics/Torniszentmiklós/Letenye és a Rösztke/Nagylak közötti relációra, továbbá a Rösztke/Nagylak és a Tornyosnémeti/Záhony közötti relációra. A Rédcics/Torniszentmiklós/Letenye irányú relációk aránya a nehézjármű-forgalomban kissé erősebb.

6. ÖSSZEFOGLALÁS/KONKLÚZIÓ

Az elvégzett részletes forgalmi vizsgálatok az egyes autópályák forgalmi menedzsment terveinek kiindulási adatait határozták meg, az elkészült megvalósítási tanulmányok, illetve az M1 autópályára vonatkozóan a részletes forgalmi menedzsment tervek alapjául szolgáltak. A vizsgált autópályák közül a legnagyobb forgalmi terhelés az M1 autópályán jelenik meg, ahol

a tényleges és a megengedett forgalom aránya alapján a „megfelelő” szolgáltatási szint kapacitásbővítés nélkül nem teljesíthető, a forgalom csak az „eltűrhető” szolgáltatási szinten bonyolódhat le, ami kedvezőtlen egy TEN-T hálózati elem. A többi vizsgált autópálya forgalmi terhelése kisebb, az M7 autópálya Budapest-Balaton közötti szakaszát kivéve a kapacitásvizonyok elfogadhatók.

A 2015-ben bevezetett megyei matricák is elő-

segítették (az üzemanyagárak kedvező alakulása és a fokozódó mobilitás mellett), hogy a vizsgált autópályákon az átlagos forgalom 2014-hez képest mintegy 10%-kal megnőtt. Kisebb mértékű 6% és 8% közötti növekedés a 2015-ben díjazított szakaszokon is mutatkozott.

A tranzitforgalmi áramlatok közül a legerősebb az északnyugat-délkelet irányú áramlat csoport, amely mintegy 40%-ot képvisel mind a teljes, mind a nehéz teherforgalomban.

A Crocodile-korridor mentén az együttműködő országok, illetve az úthálózat-üzemeltetők közötti határon átnyúló adat- és információcsere kiemelt jelentőségű, csak így biztosíthatók harmonizált utazási információk szolgáltatások a közlekedők számára. Az összehangolt forgalmi menedzsment nemcsak a közlekedésbiztonság növelését és hatékonyabb üzemeltetést tesz lehetővé a hálózaton, hanem az adott hálózat teljesítőképességét is növeli [9], így a kapacitásnövelő építési beruházások több évvel késleltethetők.

A projektben kitűzött célok megvalósítását támogatják az egyes országok útüzemeltetői között tervezett, megújított, illetve már megkötött együttműködési megállapodások (MoU: Memorandum of Understanding), amelyek a forgalmi adatok/információk cseréjére, közös forgalmi menedzsment tervek elkészítésére, valamint a csatlakozó autópálya-szakaszok forgalomirányí-

tásában történő együttműködésre irányulnak. Az elvégzett forgalmi vizsgálatok – mint a forgalmi menedzsmenttervek részei – hozzájárulnak a projekt célkitűzéseéhez, lehetővé teszik az autópálya-hálózat magasabb szolgáltatási színvonalát.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Lindenbach Ágnes et al: Crocodile forgalmi menedzsment tervek. Tanulmány, Budapest, 2015.
- [2] EasyWay TMS-DG07 Traffic Management Plan for Corridors and Networks Alkalmazási útmutató, 2012. november
- [3] EasyWay TMS-DG07 Traffic Management Plan for Corridors and Networks Alkalmazási útmutató, 2014. december
- [4] Lindenbach Ágnes: Forgalmi menedzsment erv az M1 autópálya M0–Hegyeshalom, országhatár közötti szakaszára a váratlanul bekövetkező események kezelése érdekében. Közlekedéstudományi Szemle, 2016., 1. p. 46–56.
- [5] Lindenbach Ágnes, Bachmann Dóra: Az M1 autópálya forgalmi menedzsment tervének előkészítő vizsgálati – baleseti és torlódási adatok elemzése, Ütügyi Lapok: A Közlekedésépítési Szakterület Mérnöki és Tudományos Folyóirata 4: (tavasz) Paper lb6., 2016. (<http://utugyilapok.hu/cikkek/az-m1-autopalya-forgalmi-menedzsment-tervenek-elokeszito-vizsgalatai-baleseti-es-torlodasi-adatok-elemzese/>)
- [6] Az országos közutak 2014. évre vonatkozó keresztmetszeti forgalma. Magyar Közút Nonprofit Zrt. 2015. <http://internet.kozut.hu/Lapok/forgalomszamlalas.aspx>
- [7] Magyarország átmenő és eredő közúti forgalmának előrebecslése 2012-re és 2021-re. Tanulmány. Bauconsult Mérnökiroda Kft., 2010.
- [8] A megtett úttal arányos útdíjas (UD) tarifarendszer bevezetését megalapozó forgalmi és díjbevételi tanulmány.



The preparatory studies of the traffic management plan of the motorway network – a collection of traffic analyses

In 2015, a study has been conducted within the framework of the European TEN-T financed Crocodile 2013-EU-50003-P project with the following title: "Regional and cross-regional traffic management plan to handle unexpected incidents occurring on the M1 motorway; cross-border traffic management plan; preparatory examinations and feasibility studies of the traffic management plans of highway corridors" The content design and the methodological basis of the study was determined by the application guide "2012 EasyWay EW-ICT-DG01 Traffic Management Plans for Corridors and Networks", which was developed within the framework of the EasyWay project as well as its final, improved version which was developed in 2014 within the framework of the EIP+ Project. Traffic management plans are designed to provide efficient traffic management, route recommendations and information services in a consistent way for road users, thus increasing the performance of transport infrastructure, and creating, where possible, cross-border or network cooperation between several interested parties.



Die vorbereitenden untersuchungen vom verkehrsmanagementplan des autobahnnetzes - verkehrsanalysen

Im Jahr 2015 es wurde eine Studie im Rahmen des von TEN-T finanzierten Projekts Crocodile 2013-EU-50003-P mit dem Titel "Regionaler und überregionaler Verkehrsmanagementplan zur Bewältigung unerwarteter Vorfälle auf der Autobahn M1" durchgeführt; Grenzübergreifendes Verkehrsmanagement; Vorbereitende Untersuchungen und Realisierbarkeitsstudien der Verkehrsmanagementpläne von Autobahnkorridoren". Der inhaltliche Aufbau und die methodische Grundlage der Studie wurde durch den im Rahmen des EasyWay-Projekts entwickelten Anwendungsleitfaden "EasyWay EW-ICT-DG01 Traffic Management Pläne für Korridore und Netzwerke 2012", sowie dessen endgültige - im Rahmen des Projekts EIP +2 weiterentwickelte - Variante vom Ende des Jahres 2014 bestimmt. Die Verkehrsmanagementpläne sollen ein effizientes Verkehrsmanagement, Routenempfehlungen und Informationsdienste für die Verkehrsteilnehmer konsequent schaffen und so die Leistungsfähigkeit der Verkehrsinfrastruktur erhöhen und wo es möglich ist, eine grenzübergreifende oder Netzwerkkoperation zwischen mehreren Interessenten schaffen.

A Real Driving Emisszió mérése és csökkentése gépjárművekben

A gazdasági szektorok közül leggyorsabban és a legnagyobb mértékben ma a közlekedés fejlődik. A 21. században világossá vált, hogy ezen ágazat növekvő szintű emissziója hosszú távon nem jelenthet egy társadalmilag fenntartható, elfogadható utat. A károsanyag-kibocsátáscsökkentéséhez elengedhetetlen a gépjárműgyártásban a „forradalmi” újítások bevezetése.

MA. Varga Tünde – Prof. Dr.-Ing. habil. Palocz-Andresen Michael

e-mail: tuetyi@gmail.com, palocz-andresen.michael@emk.nyme.hu

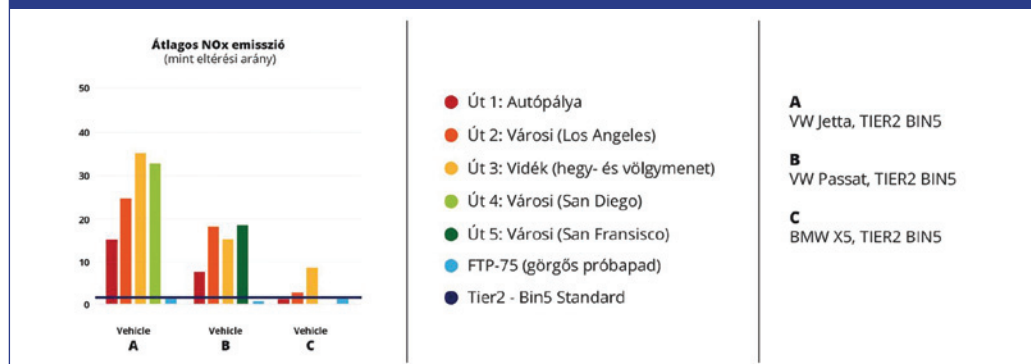
I. A JELENLEGI GAZDASÁGPOLITIKAI HELYZET

Ma már több mint egy éve, hogy az ICCT, egy független non-profit szervezet a West Virginia Egyetem kutatóival együttműködve elkezdte az USA-ban üzemben lévő dízelgépjárművek közül tizenöt típus valós napi forgalomban történő RDE (Real Driving Emission) NO_x kibocsátásának az ellenőrzését [1].

2014. októberében az ICCT közzétette a fenti tizenöt dízel gépjárműtípusban mért reális emissziós vizsgálatának eredményét. A vizsgált gépkocsik közt volt a tározó rendszerű katalizátorral felszerelt Volkswagen Jetta (2012) és az SCR katalizátorral felszerelt Passat TDI (2013) típusnak az

USA-ban forgalomba hozott változata. Miután mind a két modellnél rendkívül magas emissziós értékeket állapítottak meg, 2015. szeptember 18-án levelet írt az Amerikai Környezetvédelmi Hivatal, az EPA (Environmental Protection Agency) a Volkswagen részvénytársaságnak, amelyben azt állította, hogy a Clean Air Act előírásait a VW egy defeat szoftver törvényellenes használatával megsértette (Violation of Clean Air by Carmaker). Ez a program, amelyet meghibásodás esetén csak átmenetileg szabad használni, üzemen kívül helyez több olyan fedélzeti berendezést, amely terheli a gépjármű amúgy is veszélyeztetett üzemi rendszerét. Ilyen üzemmóddal például csak egy közeli műhelybe szabad elhajtani, miután a MIL (Mail Function Light) lámpa hibajelzést adott ki [2] (1. ábra).

1. ábra: Az USA-ban a PEMS rendszerrel bevizsgált VW Jetta, VW Passat és BMW típusú gépjármű emissziós eredményei az RDE mérések után



Nem csak az EPA, hanem más német intézmény is, például a Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, azaz a Baden-Württemberg Tartomány Állami Környezetvédelmi, Méréstechnikai és Természetvédelmi Hivatala LUBW már 2015. márciusban közzétett egy tanulmányt, amelyben az EU6 emissziós kategóriájú dízelgépjárművek RDE szennyezőanyag kibocsátását ismertették. A vizsgált modellek közül a BMW 320d, a Volkswagen CC és a Mazda 6 nem tett eleget a 80 mg NO_x/km határértéknek. Az NO_x-kibocsátás a három jármű esetében 130 mg/km, illetve 676 mg/km érték között változott.

A levegő minőségét ellenőrző mérések már korábban bebizonyították, hogy a várttal ellentétben a 30 vagy a 40 km/h sebességhatár betartása sem eredményezett jelentősen alacsonyabb NO_x koncentrációt az európai nagyvárosok levegőjében, mint az korábban, a szigorított emissziós határértékek bevezetése előtt volt. Nyilvánvalónak tűnt tehát, hogy a dízelgépjárművek nagymértékű RED emissziója eredményezi a magas NO_x koncentrációt az atmoszférában (2. ábra) [3].

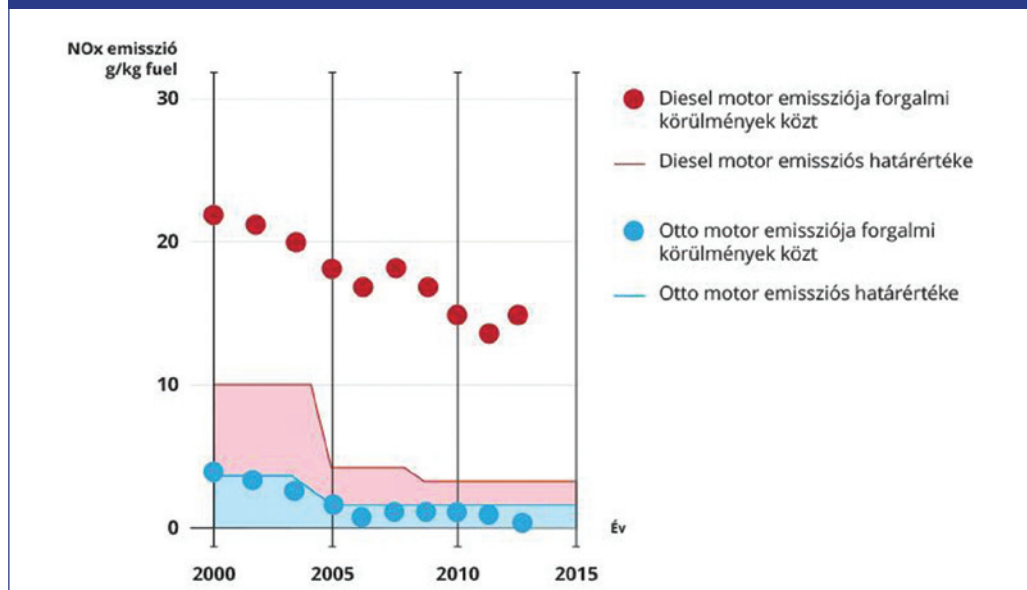
2. A GÉPJÁRMŰVEK OKOZTA EMISSZIÓ EGÉSZSÉGÜGYI HATÁSAI

Bár a gépjárművek szennyezőanyag-kibocsátása az elmúlt évtizedekben jelentősen csökkent, a közúti forgalom továbbra is a légszennyező anyagok emissziójának a legjelentősebb forrása maradt. Európában a forgalom a városi NO_x kibocsátás 50%-ért, a porkibocsátás (PM10) 25%-ért és a koromemisszió 33%-ért felelős.

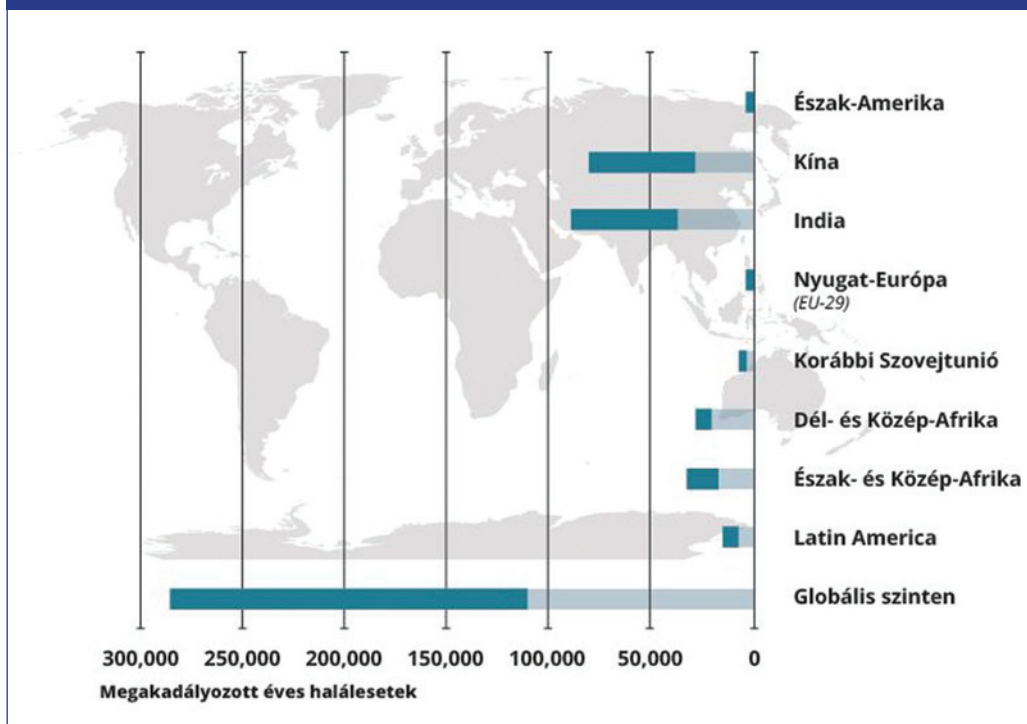
A statisztika szerint egyértelmű összefüggés van a városi levegő szennyezettségének növekedése és a korai elhalálozások számának emelkedése között. Mint azonban a legtöbb modell alapú elemzésnél, ez esetben is nagy a bizonytalanság a gépjárműforgalom okozta globális egészségügyi hatások számítása terén (3. ábra).

A legnagyobb problémák a fejlődő országokban, valamint Indiában és Kínában lépnek fel. A tudósok becslése szerint a talaj közeli ózon okozza a korai halálozások több mint felét ezekben az országokban, amelynek létrejöttéért elsődlegesen a levegő magas NO_x és a másodlagosan fellépő magas PM_{2,5} koncentrációja felel [5].

2. ábra: RDE mérési eredmények összehasonlítása az előírt emissziós határértékkel



3. ábra: A közúti közlekedés által kibocsájtott szennyező anyagok és a hálózás közti összefüggés egyes régiókban



A becslések szerint, eddig az USA-ban közel 60 ember halt meg idő előtt a hibás Volkswagen típusú gépkocsik nagyfokú károsanyag-kibocsátása által okozott levegőszennyezés miatt. A legtöbb halálest valószínűleg az USA keleti és nyugati partja mentén történt. A magas emisszióval rendelkező gépjárművek 2016. év végéig tervezett visszahívásának köszönhetően várhatóan az USA-ban mintegy 130 további korai elhalálozás kerülhető el [6].

Az amerikai vizsgálati eredmények hatására a német Kraftfahrtbundesamt szintén vizsgálatot indított a Németországban forgalomban lévő dízelgépjárművek valós emissziójának a meghatározására. A méréseket részben egy dinamóméter próbapadon, részben a közúton végezték el (4. ábra).

A kapott eredményeket három csoportba foglalták. Az első csoportba azok a gépjárművek kerültek besorolásra, amelyek minden tekin-

4. ábra: A KBA görgős próbapadja a kísérleti gépjárművel, a kipufogó cső közelébe szerelt PEMS rendszerrel



tetben eleget tettek a törvény előírásainak. A második csoportba azok a gépjárművek kerültek be, amelyek a thermo-window sajátos alkalmazásával igen magas NO_x emisszióval rendelkeztek. A harmadik csoportba a defeat device technológiát törvényellenesen alkalmazó gépkocsikat sorolták be (1. táblázat).

1. táblázat: A német Kraftfahrtbundesamt vizsgálati jegyzőkönyvének egy része, tetszőlegesen kiragadott szemléltető eredményekkel

Vehicle Euro class			NEDC warm PEMS validated mg/km	NEDC road mg/km	RDE road mg/km
Group I	Audi A3 2.0 I (EA288)	Euro 6 (80 mg)	44,80	73,22	65,03
	BMW 320d 2.0 I	Euro 5 (180 mg)	216,00	365,05	381,82
	Fiat Panda 1.3 I	Euro 5 (180 mg)	386,00	636,08	605,02
Group II	Mercedes V 250 Bluetec 2.1 I	Euro 6 (80 mg)	228,66	439,55	312,98
	Nissan Navara 2.5 I	Euro 5 (180 mg)	337,04	768,18	1.407,14
	Opel Insignia 2.0 I	Euro 6 (80 mg)	68,00	698,79	637,05
Group III	VW (EA189) Beetle 2.0 I	Euro 5 (180 mg)	374,67	414,34	641,65
	VW (EA189) Golf Plus 1,6 I	Euro 5 (180 mg)	106,07	246,36	805,98
	VW (EA189) Passat 2.0 TDI	Euro 5 (180 mg)	372,00	539,93	524,47
	VW (EA189) Polo 1.2 I	Euro 5 (180 mg)	302,00	797,35	530,42

Az NEDC warm/ PEMS validated azt jelenti, hogy a görgős próbapadon a New European Driving Cycle ciklust alkalmazták „meleg” körülmények közt, azaz nem az előírt 20°C-on indított motorral, hanem magasabb hőmérsékleten és a méréseket PEMS rendszerrel végezték.

Az NEDC road és az RDE road méréseket egy elhagyott reptéren vagy egy lezárt autópályán szokták elvégezni úgy, hogy a sebesség profil és a váltások koordinátája némiképpen megfeleljen az előírásoknak. Ez azonban csak kor-

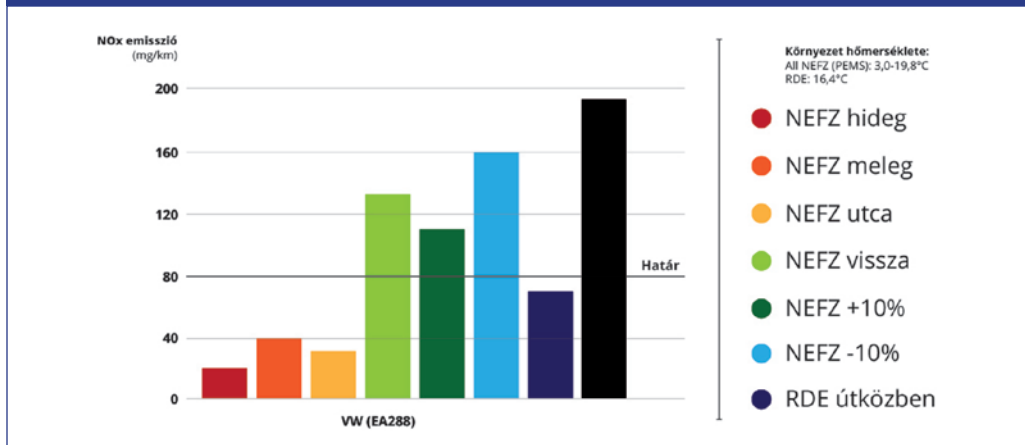
látozott mértékben áll fenn, mert a környezeti körülmények gyorsan változnak, mint pl. a szélesebbesség, a szélirány, a levegő hőmérséklete, nedvessége és nyomása.

A második oszlop eredményeit az NEDC ciklus, a harmadik oszlop eredményeit az RDE ciklus alkalmazásával állapították meg.

Az 5. ábrán a KBA VW (EA189) Passat 2.0 TDI típusú gépkocsin végzett RDE vizsgálatok eredményeit lehet látni.

5. ábra: A KBA VW (EA189) Passat 2.0 TDI típusú gépkocsin végzett RDE vizsgálatának az eredménye

<http://www.auto-motor-und-sport.de/news/abgas-skandal-die-testergebnisse-des-kba-955715.html>



3. A GÉPJÁRMŰVEK EMISSZIÓS HATÁRÉRTÉKEI

Ma az Euro 5 és 6 irányelvek határozzák meg a benzin- és a dízelüzemű járművek szénmonoxid (CO), elégetlen szénhidrogén (HC) és nitrogénoxid (NO_x), valamint szemcse méret (PM) és újonnan szemcse szám (PN) emissziós határértékét. Ezek a határértékek a benzin és a dízelmeghajtású járművekre nézve kategóri-

ánként (személyautók, kis teherautók és nehéz tehergépkocsik, munkagépek) különbözöek.

Bár eltérő vizsgálati ciklusokat alkalmaznak az USA-ban, az EU-ban és Japánban, a tendenciák mindenhol csökkenő kibocsátást jeleznek (6. és 7. ábra).

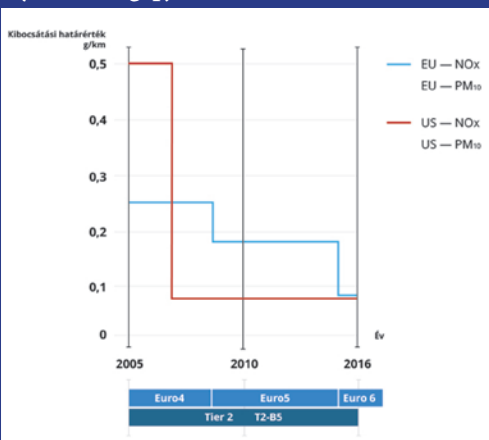
A szigorodó emissziós határértékek betartásához a járműgyártók számára a következő módszerek állnak rendelkezésre:

- a motor konstrukciójának, valamint a gépjármű motorhoz csatlakozó elemek szerkezetének és üzemi paramétereinek a megváltoztatása úgy, hogy a szennyező anyagok létre se jöjjenek, vagy ha létrejöttek, akkor se kerüljenek ki a motorból,
- amennyiben létrejöttek és kikerültek a motorból, akkor a cél a szennyező anyagok csökkentése a füstgáz utókezelő egységben [9].

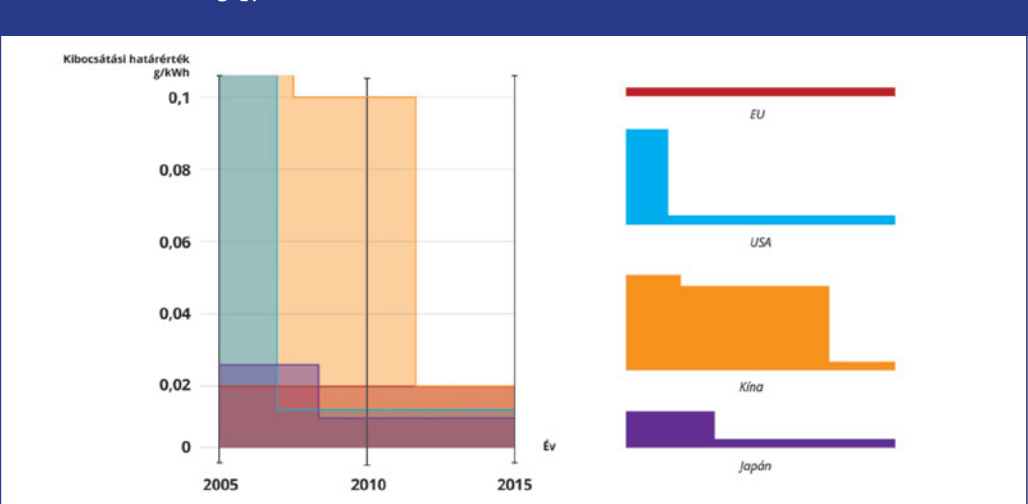
A gyakorlatban ez a következő eljárások bevezetését igényli:

- **a motoron belül:**
- elektronikus üzemanyag-befecskendezési technológiát optimális vezérmű meghajtással,
- a turbófeltöltés továbbfejlesztését,
- a motor hűtésének javítását,

6. ábra: Emissziós határértékek az USA-ban dízelmotorral rendelkező könnyű és közepes súlyú haszongépjárművek, valamint az EU-ban dízelmotoros személygépkocsik és könnyű haszongépjárművek esetében [7]



7. ábra: Nehéz tehergépjárművek NO_x határértékei [8]



- az intelligensebb elektronikus motorvezérlés bevezetését,
- az égéstér és a henger szerkezetének, valamint üzemvitelének a módosítását,
- a füstgáz visszakeringtetéshez szükséges rendszer (EGR) optimalizálását.

– a füstgáz utókezelő technológiák vonatkozásában:





- a háromutas katalizátor optimalizálását,
- a nagy hígítással üzemelő motorok esetén NO_x tározó katalizátorok, más szóval NO_x csapdák (LNT) alkalmazását,
- az SCR szelektív katalitikus redukciós technika messzemenő alkalmazását,
- a dízel oxidációs katalizátor (DOC) alkalmazását a CO és HC, valamint az oldódó szerves frakció (SOF) és a PM kibocsátás együttes csökkentése érdekében,
- a dízel részecskeszűrő (DPF) alkalmazását a részecskék mennyiségének a csökkentése érdekében, különös tekintettel a kisebb átmérőjű szemcsék arányának a visszaszorítására a kipufogó füstgázban (2. táblázat).

Mivel a bevezető fejezetben tárgyalt Volkswagen típusú gépjárművek esetében a tározó rendszerű katalizátor üzemvitelében lépett fel komolyabb zavar, ezért ezt a technológiát közelebről is megvizsgáljuk.

4. TÁROZÓ RENDSZERŰ NO_x CSAPDA (LNT LEAN NO_x TRAP) TECHNOLÓGIA

A NO_x tározó katalizátor bárium vegyülettel bevont felülettel rendelkezik, amely a nitrogénoxidokat folyamatosan adszorbeálja, azaz megkötö. Ha a katalizátor felületének a kapacitása telítődött, akkor azt szénmonoxiddal és elégtelen szénhidrogénnel, valamint hidrogénnel regenerálni kell. E folyamat megvalósításához az égéshez a stöchiometrikus viszonyok mellett szükséges mennyiségben túlmenően kell üzemanyagot befecskendezni az égési térbe. Ezeknek egy része elégtelenül jut el a katalizátorba, és ott a levegő hiány ($\lambda < 1$), azaz gazdag égési viszonyok mellett a tárolt nitrogén oxidokat nitrogénné (N_2) és széndioxidá (CO_2) konvertálja, amelyek ezt követően mint ártalmatlan gázok jutnak ki a környezetbe [10].

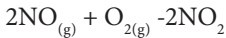
2. táblázat: A füstgáz utókezelő eljárások fejlődése

Gépjármű típusa			Ajánlott kéntartalom az üzemanyagban
 Benzin motoros személygépjármű	Pre-Euro és Euro 1 Euro 2 és 3 Euro 6	<i>Bevezetésre kerültek a háromutas katalizátorok, az oxigén érzékelők és az elektronikus gyújtás egységei</i> <i>EGR alkalmazása</i> <i>Néhány közvetlen benzinbefecskendezéssel (GDI) működő jármű esetében megkövetelhetik a részecske szűrőket (GPF)</i>	150 ppm 10 ppm
 Dízel motoros személygépjármű	Euro 2 és 3 Euro 4 és 5 Euro 5 és 6	<i>A közös nyomócsöves és nagynyomású befecskendezés (HPFI) alkalmazása. A HC és a PM (SOF) frakció csökkentéséhez DOC Dízel Oxidációs Katalizátor beépítése.</i> <i>PM utókezelő DPF Diesel Particulate Filter alkalmazása</i> <i>NOx koncentráció csökkentése füstgáz utókezelő katalizátor (SCR vagy LNT) segítségével</i>	350 ppm 10 ppm 10 ppm
 Dízel motoros nehézgépjármű	Euro III és IV Euro V és VI	<i>HC és PM utókezelő egység, illetve NOx csökkentő katalizátor (SCR) alkalmazása</i> <i>PM utókezelő modul (DPF) beépítése a rendszerbe</i>	50 ppm 10 ppm

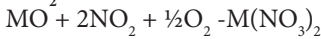
A NO_x csapdák működését a szakaszos üzemmód jellemzi, amelynek során:

- az NO_x molekulák üzemanyagban szegény ($\lambda > 1$) üzemmódban adszorpció révén eltárolódnak a katalizátorban,
- az üzemanyagban dús üzemmódban az NO_x molekulák ártalmatlan komponensekké ($\lambda < 1$) alakulnak át és deszorpcióval kikerülnek a katalizátor pórusaiból,
- a kéntelenítés üzemanyagban dús ($\lambda < 1$) égési körülmények és magas hőmérséklet mellett zajlik [11].

NO oxidáció:



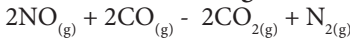
MO_2 tárolása nitrátként:



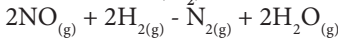
Regenerálás nitrát csökkentéssel CO, HC vagy H_2 adagolása révén:



NO redukció CO adagolása révén:



NO redukció (H_2):

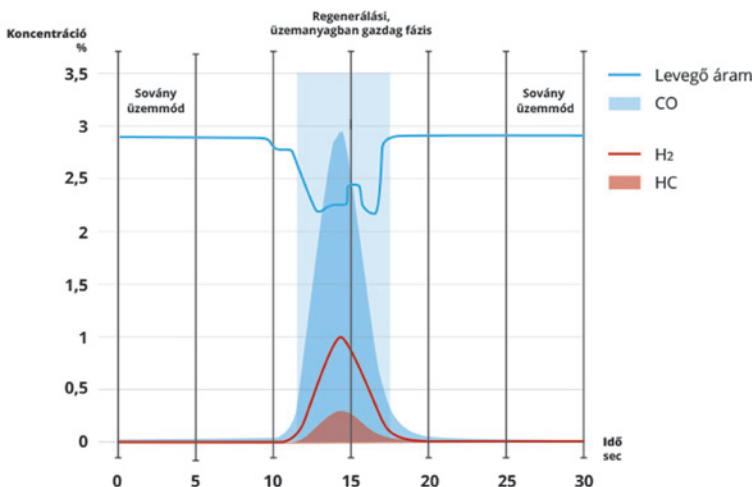


Az LNT rendszerre nézve a legnagyobb kihívást az üzemanyagban dús és szegény üzemmód közötti átmeneti viszonyok, a regenerálási ciklusok és a kéntelenítési szakaszok jelentik.

A defeat szoftver bekapcsolása a mindennapi üzembe azért lép be meghibásodás esetén a rendszerbe, mert az LNT katalizátorban lejátszódó folyamatok általában terhelik a rendszert és energiát igényelnek. Adott körülmények közt a normál, azaz sovány üzemmód mintegy 50-60 másodpercig és a regenerálás gazdag feltételek közt egy pár másodpercig tart (8. ábra).

Minél kisebb egy katalizátor, annál gyakrabban kell azt regenerálni. A regeneráláshoz többlet üzemanyagra van szükség. Ezáltal az átlag többletfogyasztás 2-3 %-ot is elérhet. A defeat device törvényellenes alkalmazása, azaz a tározós katalizátor kikapcsolása a rendszerből a próbapad elhagyása utáni percekben a katalizátor teljes telítődését jelentette. Amennyiben ezt követően évekig egyszer sem került sor a regenerációra, akkor a gépkocsi valójában füstgáz utókezelő technika nélkül, magas szennyezőanyag-emisszióval volt forgalomban, viszont az üzemanyag-fogyasztása csökkent, ami piaci előnyt jelentett az eladónak és gazdasági hasznot az üzemeltetőnek. Ameny-

8. ábra: CO, HC és H_2 koncentráció és a levegőáram viszonya 14:1 levegő-üzemanyag (air-fuel ratio AFR) mellett és 57 s sovány, valamint 3 s üzemanyagban dús üzemmód közt [12]



nyiben a tározó katalizátort egy háromutas oxidációs katalizátorral kombináljuk, akkor úgy az elégtelen szénhidrogéneket és a szénmonoxidot az első, a nitrogénoxidokat a második fokozatban lehet visszatartani. Elégtelen vegyületek főként az indítási és a gyorsítási, valamint a fékezési üzemszakaszban keletkeznek.

A legújabb kutatások szerint az Euro 6 fokozat teljesítéséhez Oxikat+LNT+DPF kombinált típusú katalizátort célszerű alkalmazni, amely az LNT és a katalitikus üzemű szemcseszűrő tulajdonságait összegezi (multifunctional catalyzed soot filter; CS4F). Ezzel a kombinált technikával nem csupán CO, HC és NO_x, hanem a finom por PM is eltávolítható a füstgázáramból (9. ábra).

5. FEDÉLZETI DIAGNÓZIS RENDSZER

A mindennapi üzem során fellépő meghibásodások jelzésére az OBD rendszer szolgál. Ez a rendszer már több évtizedes múltra tekint vissza. A kaliforniai partok mentén az 1970-es és 1980-as években tapasztalt rossz levegőminőség miatt a California Air Resources Board (CARB) 1991-ben bevezette az "OBD - I", azaz On-Board Diagnózis I rendszert. Ez nagy előrelépésnek

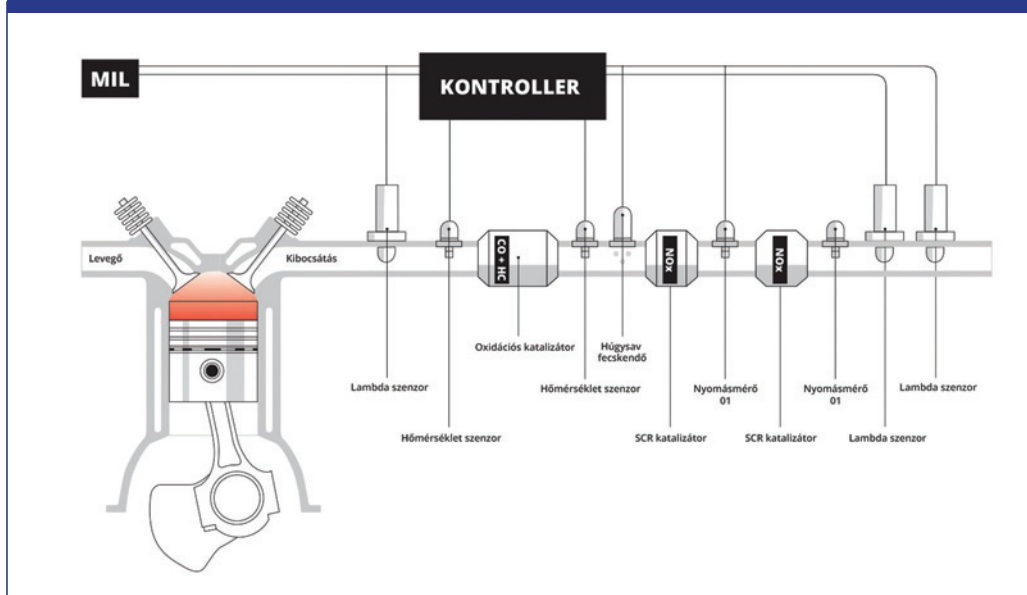
számított annak idején, bár abban az időben sem egységes csatlakozó, sem adatkapcsolati protokoll nem tartozott a rendszerhez [14].

Az OBD az emisszióval közvetlenül kapcsolatban lévő berendezések és rendszerek megfigyelését, azaz diagnózisát jelenti a mindennapi vezetés során. Ehhez különböző mikroérzékelőket alkalmaznak és a jeleket az elektronikus motorvezérlő (ECU) rendszerben foglalják össze. Az ECU modul általában a műszerfal mögött található fröccsenő víztől védett dobozolásban.

A hardver mellett az OBD II és az EOBD rendszer is fejlett szoftverrel rendelkezik és gyakorlatilag minden kibocsátást befolyásoló alkatrészt megfigyel. Amennyiben az adott alkatrészt ellenőrző szenzorok jele a beállított küszöbértéket egy adott algoritmus szerint túllépi, akkor az OBD rendszer hibajelzést ad ki a gépjármű műszerfalán elhelyezett figyelmeztető lámpára (MIL - Mail Indicator Light).

A küszöbértékeket a próbapadon történő kalibrálás során úgy állítják be, hogy az szink-

9. ábra: Kombinált füstgáz utókezelő egység szenzorokkal [13]



ronban legyen az előírt határértékekkel. Tehát a szenzor jele akkor kell, hogy hibajelzést szolgáltasson, amikor az emisszió a próbapadon eléri vagy kétszeresen túllépi a megengedett határértéket. A megfelelő faktort be lehet állítani.

A szenzorjel hozzárendelését az emissziós értékekhez rendkívül részletes, sok lépcsős kalibrálással állítják be. Például a vizsgálat során egy hibátlan és egy gyengített minőségű Lambda-szonda, majd ezt követően egy új és egy mesterségesen öregített katalizátor kerül bevizsgálásra. Az EU szabvány jelenleg öt emisszió-releváns rész-berendezés vizsgálatát írja elő.

Felmerül a kérdés, hogy miként történhetett meg, hogy a világ sok országában 2006 és 2015 közt kb. 11 millió dízelgépkocsi volt forgalomban, amelyek igen magas NO_x tömegáramot emittáltak a mindennapi forgalomban (RDE) és egyetlen OBD rendszer sem jelzett meghibásodást.

Az OBD rendszernek a következő elemeket kell megfigyelnie:

NO_x -csapda esetében:

- a katalizátor öregedését,
- az NO csapda adszorpciós kapacitásának a változását,
- a deszorpció mértékét regenerációs üzemmódban,
- a visszajelzés helyességét.

PDF - Particle Diesel Filter esetében:

- a szűrési teljesítményt,
- a regeneráció gyakoriságát,
- a regeneráció teljességét,
- az NMHC (non methan hydrocarbon, nem metán szénhidrogének) konvertálását,
- a szűrő anyagának hiányát,
- a visszajelzés helyességét.

Lambda-szonda és NO_x -szonda esetében:

- a teljesítményt,
- az elektronikus áramkör meghibásodását,
- a visszajelzés helyességét [15].

Az 1. pontban említett tározó rendszerű katalizátorral rendelkező gépjárművek esetében fellépő rendkívül magas RDE NO_x -értéket az OBD II és az EOBD rendszernek is észlelni kellett volna, kivéve, ha a próbapadon történő típusengedélyezési vizsgálat és a közúton, a mindennapi vezetés közben mért reális emissziós magatartás közt a tározó rendszert a defeat szoftverrel szabálytalanul kikapcsolják. Ezzel az eljárással a katalizátor regeneráláshoz szükséges pótlólagos üzemanyag-fogyasztást meg lehet takarítani, de mérgező NO_x kerül a levegőbe. Egy rövid, javítóműhelybe tartó út során ez nem jelent különösebb gondot, viszont hosszabb használat jelentős többlet NO_x -emisszió kibocsátáshoz vezet.

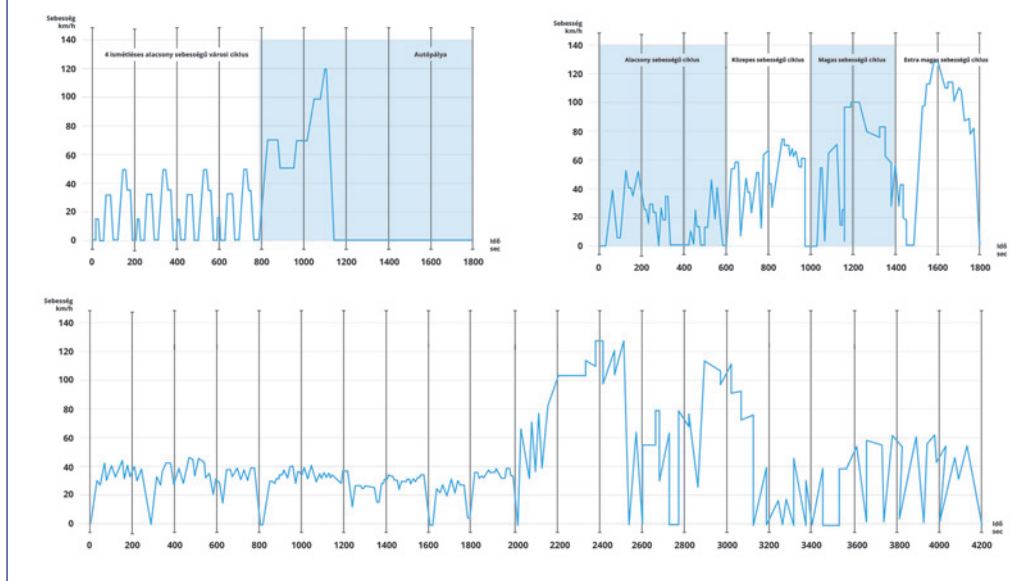
Egy másik alapvető problémát a megfigyelésbe bevont jelek egymástól független volta jelenti. Ez azzal függ össze, hogy az OBD irányelvek mindössze egyedi szenzor jelek megfigyelését írják elő. Ez azt jelenti, hogy több elem egy időintervallumban történő meghibásodása könnyen vezethet az emissziós határérték túllépéséhez anélkül, hogy a szenzorok egyenként meghibásodást jeleznének. Például, egy kis mértékben elromlott Lambda-szonda és egy az öregedéssel járó kisebb fokú konverzió romlást mutató katalizátor közösen már okozhat a megengedettnél magasabb emissziót akkor is, ha az egyedi küszöbértéket az egyes elemek még nem érték el.

6. A VIZSGÁLATI CIKLUS GYAKORLATI ALKALMAZHATÓSÁGA

A vizsgálati ciklus feladata, hogy definiált laboratóriumi körülmények közt reprezentálja a mindennapi forgalmi helyzeteket. Amennyiben a ciklus nem igényli a gépjárművektől azt a gyorsulást és terhelést, mint amilyenek a járművek a mindennapi forgalomban ki vannak téve, akkor a kibocsátás mértéke egyáltalán nem felel meg a gyakorlatban mért szintnek (10. ábra).

Az NEDC mindössze 120 km/h sebesség-határig vizsgálja az emissziót, és nem igényli sem az agresszív vezetési stílus, sem a klímaberendezés, sem az egyéb elektronikus fedél-

10. ábra: NEDC (felül balra), a közlekedésben fellépő mai körülményeknek jobban megfelelő WLTC (felül jobbra) és egy RDE vizsgálati ciklus sebesség-idő profilja (alul) [16]



zeti rendszerek, - mint a navigációs készülék, a mobiltelefon, a rádió, az ülésfűtés, az ablakfűtés, a törölőlapátok, stb. - vagy magának a világításnak a bekapcsolását sem. Szemben az európai irányelvekkel az EPA és a CARB előírásai ezeket a terheléseket messzemenően figyelembe veszik.

A ciklusok használata folyamán megkívánt gyenge teljesítményszint és az alacsony hőmérséklet, valamint fordulatszám mellett nem keletkezik olyan mennyiségű szennyezőanyag, főként nem NO_x , mint a reális forgalomban történő menet során (9. ábra).

Hasonló a helyzet nehéz tehergépjárművekre kidolgozott stacionárius és teljesítmény (European Stationary Cycle - ESC és European Load Response - ELR) vizsgálati ciklus esetében. A próbapadon történt mérésekkel összehasonlítva a vártnál jóval magasabb NO_x -kibocsátást mérnek ma Európa-szerte az utak mentén, különösen a városi belterületeken, ahol induláskor és stop and go haladási feltételek mellett, valamint nagy terhelést jelentő körülmények közt keletkezik a próbapadon mértnél sokkal magasabb szennyezőanyag tömegáram a gép-

járművekben. Ilyen szélsőséges körülmények közt, pl. hegyre ellenszélben történő menet közben vagy rendkívül erősen megpakolt csomagtartó esetében igen magas koncentrációjú és térfogatáramú szennyezőanyag emisszió kerül a környezetbe.

A nehéz tehergépjárművekre ezért ma a World Harmonized Transient Cycle (WHTC) ajánlják használatra, amely jobban megfelel a mindennapi gyakorlat körülményeinek.

Mivel mind a gépjárművek, mind a megtett kilométerek száma folyamatosan növekszik a világ minden táján, az előírt emissziós határértékek túllépése egyre súlyosabb levegőszennyezési gondokat okoz a nagyvárosokban. Általában a gépjárművek csak mindössze 10%-a tartozik a kiugróan magasán emittáló járművek közé. Ezek azonosítása azonban fontos feladat volna, mivel ezek felelősek a károsanyag-emisszió kétharmadáért. Ami csak úgy kerülhető el, ha a gépkocsiban lesz egy olyan fedélzeti rendszer, ami nem csupán az emisszióval kapcsolatban lévő modulokat, hanem magát az eredő emissziót is figyelemmel kíséri, és bizonyos időközönként jelzést ad a MIL

lámpára, amennyiben a mérőműszer valamilyen adott algoritmus szerint az emissziós határérték túllépését állapította meg.

7. A FEDÉLZETI EMISSZIÓ MEGHATÁROZÁSA

A mindennapi közlekedésben menetközben keletkező reális emisszió meghatározására több módszer használható. Az RSD távérzékelési berendezést, az RDE hatóságilag engedélyezett műszereket kicsinyített formában magába foglaló és alkalmanként külön fedélzeti beszerelést igénylő mérőrendszert, az OBM technika pedig az emissziót közvetlenül mérő mikroszenzorokat alkalmazó módszert jelent.

Az optikai módszer a statisztikai adatbázis megteremtése, az RDE rendszer új gépjárművek típusengedélyezése és a meglévő gépjárművek szűrőpróbaszerű egyedi ellenőrzése során alkalmazható. A használatban lévő gépjárművek tömeges ellenőrzése és a kiugróan magasán emittáló gépkocsik felismerése, forgalomból történő kiszűrése az OBM (On-Board Measurement) mikroszenzorokat alkalmazó technikával lehetséges.

7.1. Optikai távérzékelési technológiák

Az optikai mérőberendezést általában védett helyen, például alagutakban alkalmazzák, hogy lehetőség szerint kizárják a környezet, pl. a szél zavaró hatásait. A módszer a helyszíni ellenőrzés során ad hasznos tájékoztatást a gépjárművek szennyezőanyag-kibocsátásáról valós forgalmi helyzetekben, és kiegészíti a próbapadon végzett méréseket. A nyert információ a gépkocsipark állapotát segít felmérni és nem az egyes gépjárművek hatósági ellenőrzésére és a vezető felelősség vonására irányul.

Az adatokat jól lehet használni a légszennyezés elleni küzdelemben a tervezés és a végrehajtás során is. Svájcban az eredményeket a Bundesamt für Straßen, azaz a Szövetségi Úthivatal (ASTRA) és a Bundesamt für Umwelt, azaz a Környezetvédelmi Szövetségi Hatóság (BAFU) is alkalmazza az emissziós tényező meghatározásához és az ezt felhasználó emissziós kézikönyv megszerkesztéséhez [17].

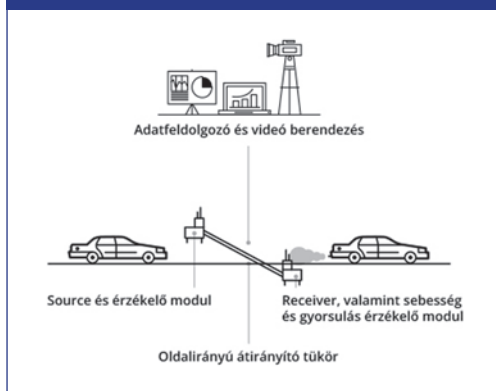
A mérőrendszer távérzékelő detektora (Remote Sensing Detector - RSD) lehetővé teszi, hogy az optikai sorompón áthaladó gépjárművek füstgázcsóvjából mintavétel nélkül lehessen a szennyezőanyagok koncentrációját meghatározni (11. ábra).

A mérés során nem csak a füstgázban található nitrogénmonoxid (NO), széndioxid (CO₂) és szénmonoxid (CO), valamint elégtelen szénhidrogén (HC) koncentrációja kerül meghatározásra, hanem a gépjármű sebessége is, illetve felvétel készül a gépjármű forgalmi rendszámáról. A jó tapasztalatok ellenére az RSD módszer nem alkalmazható bírósági és más hatósági döntésekhez, mivel a környezeti viszonyoktól függően nagy szórást mutatnak a mérési eredmények [19].

7.2. Real Driving Emissziós mérési tapasztalatok

Ehhez a módszerhez a PEMS (Portable Emission Measuring System), azaz a mobil rendszerű emissziót mérő technológiát alkalmazzák. Az elmúlt 15 év tapasztalatai bebizonyították, hogy a módszer alkalmas hatóságilag felhasználható adatok szolgáltatására és kiegészíteni a laboratóriumi körülmények közt nyert emissziós eredményeket. Az Európai Bizottság ezekre a tapasztalatokra alapozva a Commission regulation 582/2011, Article 1 (9)-ben előírta, hogy 2017-től kezdődően a PEMS rendszert kell alkalmazni a dízelmotorral ren-

11. ábra: Az RSD módszer alkalmazása helyszíni ellenőrzés során [18]



delkező könnyű és nehéz tehergépjárművek típusengedélyezéséhez [20].

A PEMS rendszer infravörös gázabszorpció berendezést használ a füstgázban levő széndioxid és szénmonoxid, lángionizációs detektort az elégetlen szénhidrogének és kemolumineszcenciás módszert a nitrogén oxidok meghatározására. A tömegáramot Pitot csővel méri. Ezen túl GPS (Global Positioning System) segítségével a pozíciót, valamint egyedi szenzorokkal a környező levegő hőmérsékletét és nyomását is meghatározza. Az eredmények a ECU (Engine Control Unit) modulba kerülnek, ahol azokat a fedélzeti mikroszámítógép kiértékeli (12. ábra).

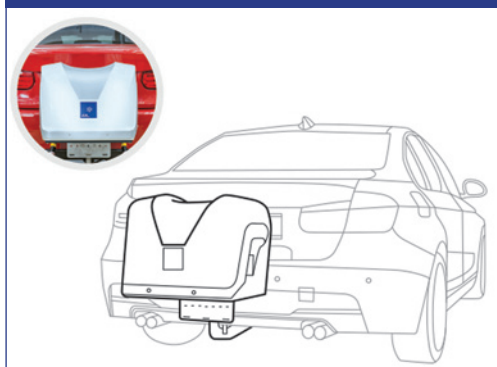
A 13. ábra az osztrák AVL List vállalat PEMS rendszerének beépítési módozatát mutatja.

A PEMS berendezés általában elhelyezhető a gépkocsi hátsó csomagtartójába. A mintavevő szondát közvetlenül a kipufogócsőre kell szerelni és a kipufogóaszt szivattyúval a mé-

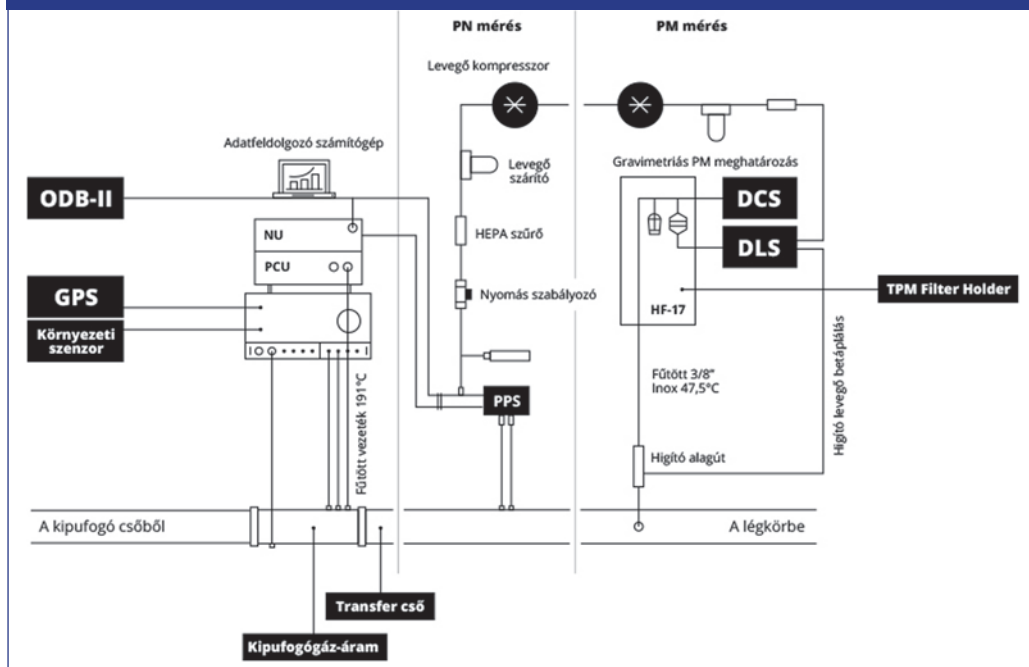
rőrendszerbe továbbítani. A GPS adatok segítségével pontosan meg lehet határozni az adott szakaszon belüli szennyezőanyag-kibocsátást g/km egységben [23].

Jelenleg még gondot okoz a forgalomban eltérő körülmények közt mért eredmények egymás közötti összehasonlítása. Változó útviszonyok

13. ábra: Az osztrák AVL List vállalat PEMS rendszere gépkocsira szerelve [22]



12. ábra: A füstgáz gázhalmazállapotú alkotóinak és a szemcseméretnek (PM), valamint a szemcsezárnak (PN) a meghatározása PEMS rendszerrel [21]



és környezeti feltételek közt a nyert eredmények transzformációja ma még nem egyértelműen megoldott. Hasonló gondot jelent a forgalomban lévő gépkocsiban és a próbapadon álló gépkocsiban nyert eredmények közös nevezőre hozatala. E téren jelentős kutatói munkára van még szükség.

A PEMS rendszer tömeges alkalmazása jelenleg még nem megoldott, mivel az ára 100 000 euró. További gond a nagy méret és a kezeléshez szükséges speciális szaktudás. A jövőben a PEMS rendszer kiegészítésére szükség lesz az OBM technika bevezetésére és használatára. Ennek megvalósításához a gépkocsiba állandó jelleggel kell beépíteni az emissziós önellenőrző rendszert, amelyhez új típusú mikroszenzorokra és szoftverre lesz szükség [24].

7.3. Fedélzeti mérés technikai rendszer

Jelenleg két emissziómérő szenzor van forgalomban:

- a Lambda-szenzor és
- az NO_x -szenzor.

A Lambda-szenzor egy feszültséggenerátor, amely a katalizátor előtt és után méri az oxigéntartalmat a füstgázban. A szenzor alap feszültség szintje Otto-motorok esetében 450 mV stöchiometrikus égési viszonyok közt, azaz $\lambda=1$ mellett [25].

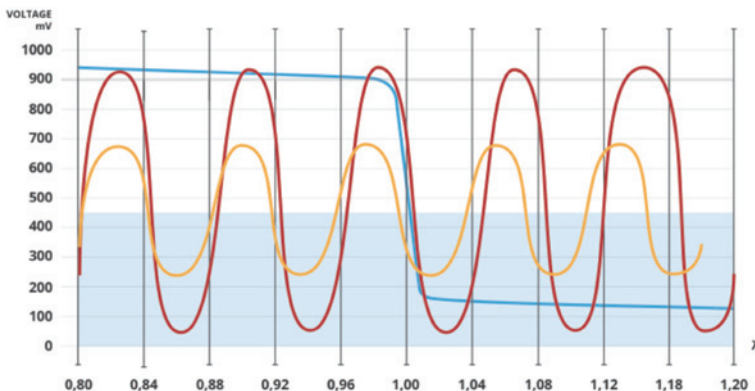
Ha a keverék üzemanyagban szegény, akkor a Lambda-szenzor jele 200 mV értékre csökken. Ez esetben a fedélzeti számítógép jelzést ad az üzemanyagot befecskendező szelepnek, hogy több üzemanyag befecskendezése szükséges az égési térbe, mivel így gazdagabbá lehet tenni a keveréket. Fordított esetben, tehát amennyiben a keverék üzemanyagban dús, akkor a Lambda-szenzor 800 mV nagyságú jelet ad le. Ekkor a fedélzeti mikroszámítógép hígítja a keveréket és kevesebb üzemanyag befecskendezésére ad parancsot, amelyet a szelep megfelelő szabályozásával lehet elérni (14. ábra) [26].

Az NO_x -szenzor feladata az NO_x -csapda ellenőrzése. Amennyiben a csapda tározó képessége kimerült, úgy az NO_x -szenzor által szolgáltatott jel alapján a motorvezérlés 1-2 másodpercig üzemanyagban dús üzemmódra ($\lambda < 1$) kapcsol át. E fázisban a nitrogén-monoxid és -dioxid molekulák a létrejövő deszorpció és konverzió révén ártalmatlan vegyületekként távoznak el a katalizátorból. Ez a folyamat tározó rendszerű katalizátor esetében 60 másodpercenként megismétlődik [28].

További, az emisszióhoz kapcsolódó, de azt nem közvetlenül mérő szenzorok:

- a turbótöltő lapátsebességét mérők,
- a hőmérsékletmérők,
- a főtengelyen a forgattyú szöget mérő és torzionális elemzést mérő,

14. ábra: Lambda-szenzor feszültség görbéje (kék) és az üresjáratban leadott szabályozási ciklus. Pirossal jelöltük az új, míg narancssal a régi szenzorok jeleit [27]



- az üzemanyag tömegáramát mérők,
- a beszívott levegő áramát mérők,
- a nyomatókat érzékelők,
- az üzemanyag elégését megfigyelő optikai szenzorok (a tüztérnyomás mérésén túlmenően),
- a környezeti adatokat, mint pl. a barometrikus nyomást felvevők,
- a levegő hőmérsékletét és abszolút, valamint relatív nedvességtartalmát mérők [26].

További, az emissziót közvetlenül mérő szenzorok:

- a CO₂ koncentrációt mérő optikai szenzor, amely az egyes hengerekből eltávozó gázkoncentrációt figyeli a közepes spektrumtartományban az infravörös gázabszorpció segítségével [29],
- a CO-szenzor, amelynek az előállítási technológiája a cin vékony rétegben történő felhordásával valósítható meg [30].

Mivel a korszerű gépjárművek kipufogó gázában az egyes szennyezőanyagok koncentrációja rendkívül alacsony szinten mozog, a környezeti hatások viszont nagyon intenzíven és változó jelleggel hatnak a mérőrendszerre – pl. a mechanikai rázkódások, az ugrásszerű hőmérséklet- és nyomásingadozások a füstgáz áramban gyorsítás és fékezés során, stb. –, ezért a mérés technika előtt rendkívül nehéz feladat áll [31].

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A Volkswagen cégcsoportnál kialakult súlyos helyzetet elemezve levezethetjük azt a megállapítást, hogy nagy szükség van a gépjárművek folyamatos fedélzeti ellenőrzésére. Nem történhet meg még egyszer, hogy 11 milliárd gépjármű egy jelentős hibával kerüljön forgalomba úgy, hogy 9 évig azt egyetlen hatóság és ellenőrző szerv se vegye észre.

Ezért rendkívül nagy szükség van a gépjárműpark folyamatos ellenőrzésére (fleet control). A PEMS rendszer bevezetése javítani fog a jelenlegi helyzeten, de az alkalmazás mindössze csak egy kisebb számú gépjármű flottát érint, hiszen a rendszer nagyon költséges mind a beszerzés, mind az üzemeltetés

vonatkozásában. További nyitott kérdés a reális üzemi körülmények közt mért adatsorok összehasonlítása egymással és a próbapadon mért eredménnyel.

A próbapadokon alkalmazott vizsgálati ciklusokat meg kell újítani és a mai, modern vezetési körülményekhez igazítani. A világítás, a klímaberendezés és egy sor egyéb elektronikai vívmány fogyasztását és emissziós hatásait figyelembe kell venni.

Forradalmi újítást az OBM rendszer bevezetése jelentené. Ez a módszer lehetővé tenné, hogy minden gépkocsiba beszerelésre kerüljön egy-egy NO, HC és CO, valamint PM mikroszonda. Ez esetben nem csupán az emisszióval szervesen összefüggésben levő szenzorok jelét kellene a fedélzeti számítógépek figyelnie, hanem a közvetlenül az emissziót mérő szenzorok jelét is. Így az OBM technika optimálisan egészítené ki az OBD rendszert. A gondot ennek a rendkívül bonyolult technikának a megvalósítása okozza. A megoldást olyan komplex fejlesztési pályázatok kiírása és a tervek megvalósítása jelentheti, amelyek nemzetközi keretek közt több szakma mestereit ültetné le egy közös asztalhoz és keresné a megfelelő megoldást.

A cikkben szereplő adatok hitelességéért a szerzők teljes körű felelősséget vállalnak.

SZÓTÁR

RDE (Real Driving Emission) - Valós vezetés közbeni emisszió,

SCR katalizátor - Az SCR technológia az AdBlue folyadékot vagyis karbamid oldatot fecskendez a kipufogógázba, ami egy speciális denitrifikáló katalizátorba lép be.

Clean Air Act - A Clean Air Act (1970) az Amerikai Egyesült Államok szövetségi törvénye, amelynek célja, hogy ellenőrizze országos szinten a légszennyezést.

defeat softver - A tározós katalizátor kikapcsolása/kiiktatása a rendszerből.

MIL (Mail Function Light) - A gépjármű műszerfalán elhelyezett figyelmeztető lámpa

PEMS (Portable Emissions Measurement System) - Hordozható emissziómérő műszer

NEDC (New European Driving Cycle) - Az új európai menetciklus, amelynek legutóbbi frissítése 1997-ben volt. Célja, hogy értékelje az üzemanyag-takarékosságot és az emisszió kibocsátási szintet a személygépkocsikban és könnyű tehergépjárművekben.

California Air Resources Board (CARB, ARB) - A kaliforniai kormány levegőtisztasági ügynöksége.

OBM (On-Board Measurement) - Fedélzeti mérés technikai rendszer

thermo-window - Dizel motor károsodásának elkerülése érdekében egyes esetekben alkalmazható eljárás, amely során a füstgáz visszakeringtető rendszert fagyos időjárási viszonyok esetén lekapcsolják. Az intézkedés célja, hogy elkerüljék a kondenzáció révén létrejövő lerakódásokat, amelyek korommal és szemcsékkel elkeveredve eltömíthetik a visszakeringtető csővezetékét.

defeat device - Az USA EPA definíciója szerint tiltott eljárás, amely a füstgáz utókezelő berendezést üzemben kívül helyezi abban az esetben, ha a fedélzeti mikrocontroller több szignál együttes kiértékelése alapján arra a következtetésre jut, hogy a gépkocsi elhagyta a próbapadot. Ez által a szennyező anyagok minden utókezelés nélkül, igen magas koncentrációval kerülnek ki a környezetbe.

WLTC (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure) - világszerte harmonizált könnyű tehergépjárművek vizsgálati eljárása

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] WHITE PAPER. Beijing, Berlin, Brussels, San Francisco, Washington: Real-World Exhaust Emissions from modern Diesel Cars., A Meta-Analysis of PEMS Emissions Data from EU (Euro 6) and their (Tier 2 BIN 5 / SU-LEV II) Diesel Passenger Cars. www.theicct.org. October 2014. communications@theicct.org http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_PEMS-study_diesel-cars_20141013.pdf (search on December 12, 2015)
- [2] EPA, California Notify Volkswagen of Clean Air Act Violations / Carmaker allegedly used software that circumvents emissions testing for certain air pollutants. Contact Information: Julia P. Valentine, valentine.julia@epa.gov, (202) 564-2663. <http://yosemite.epa.gov/opa/admpress.nsf/a883dc-3da7094f97852572a00065d7d8/dfc8e33b5ab162b985257ec40057813b!OpenDocument> (search on December 14, 2015)
- [3] PEMS-Messungen an drei Euro 6-Diesel-Pkw auf Streckenführungen in Stuttgart und München sowie auf Außerortsstrecken Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg in Zusammenarbeit mit Bayerisches Landesamt für Umwelt. <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/23231/> (search on December 16, 2015).
- [4] Borken-Kleefled, J.: Comparing unit emissions from on-road remote sensing with HBEFA. 2014. http://ermes-group.eu/web/system/files/filedepot/13/P05-IIASA_Comparing%20Remote%20Sensing%20data%20with%20HBEFA%20EFs.pdf (search 18 December, 2015)
- [5] http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_HealthClimateRoadmap_2013_revised.pdf
- [6] <http://www.theguardian.com/environment/2015/oct/29/vw-emissions-estimated-to-cause-59-premature-us-deaths>
- [7] <http://goo.gl/y05DeK> (search on 17 December, 2015)
- [8] http://transportpolicy.net/index.php?title=Global_Comparison:_Heavy-duty_Emissions
- [9] Chatterjee, S., Walker, A., and Blake-man, P.: Emission Control Options to Achieve Euro IV and Euro V on Heavy Duty Diesel Engines," SAE Technical Paper 2008-28-0021, 2008, doi:10.4271/2008-28-0021. <http://papers.sae.org/2008-28-0021/> (search on 16, December, 2015)
- [10] NOx Speicher katalysator. http://www.volkswagen.de/de/technologie/technik-lexikon/nox_speicher_katalysator.html

- [11] <http://goo.gl/WNbbYU>
- [12] West, B., Huff, S., Parks, J., Lewis, S., Choi, J.-S., Partridge, W. and Storey, J.: Assessing Reductant Chemistry during In-Cylinder Regeneration of Diesel Lean NOx Traps . SAE International 2004.
http://web.ornl.gov/info/ornlreview/v40_2_07/2004_01_3023.pdf
- [13] <http://www.kfztech.de/kfztechnik/motor/abgas/lambda/lambda2.html>
- [14] <https://automotiveiq.wordpress.com/2011/06/08/automotive-diagnostic-systems-history-of-obd/>
- [15] <https://www.dieselnet.com/standards/us/obd.php>
- [16] http://web.iitd.ac.in/~achawla/public_html/736/18-Control%20Systems%20in%20Automobiles_v3.pdf
Középen:
http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_NOx-control-tech_revised%2009152015.pdf
Felül és alul:
Barlow, T. J., Latham, S., McCrae, I.S. and Boulter, P.G.: A reference book of driving cycles for use in the measurement of road vehicle emissions. Published Project Report PPR354.
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/4247/ppr-354.pdf
- [17] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs <http://www.umweltbundesamt.at/en/hbafa/>
- [18] Borken-Kleefeld, J.: Guidance note about on-road vehicle emissions remote sensing.
https://www.google.de/search?q=Guidance+note+about+on-road+vehicle+emissions+remote+sensing&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_cr&ei=ToqwVtywO4uSsAGI9ZPQBA
- [19] Berührungsfrei unter realen Bedingungen. Abgasmessungen bei vorbeifahrenden Fahrzeugen.
http://www.kofu-zup.ch/asp/db/pdf/ZUP64-11_abgasmessungen.pdf
- [20] II (Non-legislative acts). REGULATIONS COMMISSION REGULATION (EU) No 582/2011 of 25 May 2011 implementing and amending Regulation (EC) No 595/2009 of the European Parliament and of the Council with respect to emissions from heavy duty vehicles (Euro VI) and amending Annexes I and III to Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:167:0001:0168:en:PDF>
- [21] OBS-2200. HORIBA. Automotive test system. <http://www.horiba.com/automotive-test-systems/products/emission-measurement-systems/on-board-systems/details/obs-2200-877/>
- [22] AVL M.O.V.E GAS PEMS is
https://www.avl.com/vehicle-development/-/asset_publisher/gYjUpY-19vEA8/content/avl-m-o-v-e-gas-pems-is (search on December 01, 2015)
- [23] Update on current EU regulations – Latest test run results - PEMS technology review – Data evaluation tools - PEMS testing structures - Engine optimization strategies.
<http://www.real-driving-emissions.eu/> (search on December 01, 2015)
- [24] Das Gerät, das giftige Abgase nachweist. Zeit online.
<http://www.zeit.de/mobilitaet/2015-09/pems-abgasmessung-volkswagen> (search on December 15, 2015)
- [25] ODB II. Hardware: <http://goo.gl/bB1UIm>
- [26] Rader-Brunner, B.: Forscherteam liefert Beitrag zur Abgasmessung von Verbrennungsprozessen. <https://idw-online.de/de/news641738> (search on 20 December, 2015)
- [27] Lambda-Sondenspannung: <http://goo.gl/Akyagq>
- [28] Majewski, W. A., Jääskeläinen, H.: Engine Design for Low Emissions. https://www.dieselnet.com/tech/engine_design.php (search on 20 December, 2015)
- [29] Clifford, J., Mulrooney, J., Dooly, G., Fitzpatrick, C. and co.: On board mea-

- surement of carbon dioxide exhaust car emissions using a mid-infrared optical based fibre. Dept. of Electron. & Comput. Eng., Univ. of Limerick, L
http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=4716590&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fexpls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D4716590
 [30] <https://www.google.de/search?q=car+exhaust+emission+HC+meas>

- rement&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=3o-wVs2BJ8qLsgGa5JDQBA#q=HC+microsensor+for+car+exhaust+gas+emission+measurement
 [31] Palocz-Andresen, M.: On-Board-Diagnose und On-Board-Measurement. Expert Verlag 2008. ISBN: 978-3-8169-2754-9
 Measuring and Decreasing the Real Driving Emissions in Road Vehicles



Measuring and Decreasing the Real Driving Emissions in Road Vehicles

Among the economic sectors, transportation has been developing with the highest speed in the last decades. In the 21st century, it seems to be clear that the high emissions of this sector can not mean an environmental-friendly way if the necessary reforms will not be implemented in the car industry to the right time.

The report's focus is concerned with the not-allowed using of the defeat device by Volkswagen, and treats the environment more intensively influencing phenomenon of the so called "thermal-window" problem.

Further, we consider the responsibility of the legislation.

The control of the real emission behaviour of new vehicles in the frame of the type approval and the checking of in-using cars will be analysed. The advantages and the limits of the Real Driving Emission measurement will be discussed. Beside using the heavy and expensive PEMS Portable Emission Measuring System, the introduction of the future OBM technology will be recommended.

We focus on the comprehensive consideration of the tasks whose positive solution can make the diesel technology socially acceptable again.



Messung und Senkung der Real Driving Emissions in Kraftfahrzeugen

Unter den Wirtschaftssektoren entwickelt sich der Verkehr am schnellsten. Im XXI. Jahrhundert ist eindeutig geworden, dass die rasch steigende Menge von Schadstoffen in der Luft keine gesellschaftlich akzeptable, nachhaltige Lösung auf langer Sicht bedeuten kann, wenn die notwendigen Reformen in der Kraftfahrzeugtechnik nicht zur rechten Zeit eingeführt werden.

Die Gründe des nicht erlaubten Einsatzes vom Defeat device in der Volkswagen AG werden beschrieben. Neben diesem Phänomen werden die Aufgaben zur Nutzung des in der Gesamtauswirkung noch wesentlich problematischeren Thermofensters betrachtet. Die Verantwortung der Gesetzgebung wird erläutert.

Weiterhin werden die Überwachungsmöglichkeiten von neuen und im Verkehr befindlichen, gebrauchten Kraftfahrzeugen betrachtet. Die Vorteile und die Grenzen der Einführung des Real Driving Emission-Verfahrens werden skizziert.

Neben dem großen und schweren, sowie kostspieligen PEMS Portable Emission Measurement System wird auf die Notwendigkeit des OBM On-Board Measurement System hingewiesen.

Man betrachtet die Aufgaben der nahen und der fernerer Zukunft, mit deren Hilfe die Diesel-Technologie in der Gesellschaft wieder salonfähig gemacht werden kann.

Utazástervező rendszerek értékelési szempontjaihoz tartozó súlyszámok meghatározása Fuzzy AHP alapú módszerrel

Az internetes utazástervező rendszerek értékeléséhez felállított szempontrendszerhez az utaspreferenciák (súlyszámok) meghatározása céljából az utasokat csoportokba osztották, és kérdőíves felmérést végeztek. Az utascsoportok és a fő szempontok közötti preferencia összefüggéseket reprezentáló súlyszámok megállapításához a Fuzzy AHP módszert alkalmazták. Meghatározták az eredeti és Fuzzy AHP súlyszámokat, amelyeket összehasonlítottak és megvizsgálták azt, hogy alkalmas-e a Fuzzy AHP módszerhez kapcsolódó páros kikérdezés az eredeti kérdőíves kikérdezés továbbfejlesztésére. A folyamatokat, eredményeket foglalták össze a szerzők.

Esztergár-Kiss Domokos – Dr. Csiszár Csaba

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék
e-mail: esztergar@kku.bme.hu, csiszar.csaba@mail.bme.hu

1. BEVEZETÉS

A multikritériumos döntéstámogató módszerek száma és alkalmazása az utóbbi évtizedekben jelentősen nőtt. A Saaty [1], [2] által kifejlesztett analitikus hierarchikus módszer (AHP) az egyik legismertebb és legelterjedtebb ezek közül, amely a felhasználók preferenciáinak páros összehasonlításain alapul. A módszer legnagyobb problémája, hogy sok esetben nehéz a felhasználók preferenciáit pontos számértékekkel leképezni [3]. Erre jelent megoldást a Fuzzy módszer alkalmazása, amelyet Deng vezetett be [4]. A Fuzzy AHP módszer által generált értékek határai nem olyan élesek, így a súlyszámok finomabb meghatározását generálja. Mikhailov [5], [6] egy olyan Fuzzy módszert dolgozott ki, amely prioritásokat határoz meg páros összehasonlítások alapján.

Van Laarhoven és Pedrycz [7] a Fuzzy AHP módszert a trianguláris Fuzzy számok használatával egészítették ki, ami a számításokat leegyszerűsíti.

Nagyon részletes áttekintést ad Vaidya and Kumar [8] különféle AHP alkalmazásokról. Néhány tanulmány városi mobilitási problémákra keresi a választ, azonban általában tágabb értelemben, mint Campos et al. [9], akik egy városi mobilitásra vonatkozó értékelést (fenntarthatóság, környezet, gazdaságosság, szociális szempontok) végeztek el ezzel a módszerrel. Teng and Tzeng [10] közlekedésberuházási problémákat rangsorolt, míg Duleba et al. [11] az autóbuszokra vonatkozó szolgáltatási minőséget elemezte stratégiai szinten. A szerzők által kidolgozott megoldások közösségi közlekedési fejlesztés-

tések értékelésére alkalmasak. Sivilevicius és Maskeliunaite [12] már utas szempontú megközelítést alkalmaztak, hiszen vasúti közlekedésben nyújtott szolgáltatási minőségi szinteket rangsoroltak. Longo et. al. [13] pedig módválasztási preferenciákat vizsgált az AHP módszerrel egy egyetemi kampuszra vonatkozóan. Shafabakhsh et al. [14] a megfelelő közlekedési mód kiválasztását Fuzzy döntéstámogató módszerrel végezték. A hazai alkalmazások közül Farkas [15] az AHP páros összehasonlító mátrixok konzisztenciájával foglalkozott, Markovits-Somogyi és Bokor [16] pedig a DEA-PC (pairwise comparison) módszert használta a logisztikai hatékonyság-értékeléshez.

A Fuzzy AHP módszert már sokféle probléma megoldására használták, azonban multimodális utazástervező rendszerek értékelésére még nem. A cikkben a Chang [17] által kidolgozott megközelítést vettük alapul, amely módszert Catak et al [18] is alkalmazták adatbázis rendszerek kiválasztására. Esetünkben a Fuzzy AHP módszert Fuzzy súlyszámok számolására használtuk, amelyeket multimodális utazástervező rendszerek értékelésénél alkalmaztunk. A kutatás alapkérdése az volt, hogy a Fuzzy módszer alkalmazásával „kisimíthatóak-e” az utascsoportok preferen-

ciára vonatkozó eredmények, azaz az eredeti kikérdezéses módszerhez hasonló súlyszámok megállapíthatók-e?

2. AZ UTAZÁSTERVEZŐ RENDSZEREK ÉRTÉKELÉSI SZEMPONTJAI ÉS AZ UTASCSOPORTOK

Annak érdekében, hogy a multimodális utazástervező rendszereket értékelni tudjuk, egy szempontrendszert állítottunk fel [19]. A szempontok öt fő szempontba (csoportba) sorolhatók: útvonaltervezés, helyfoglalás és díjfizetés, kezelt adatok, kényelmi szolgáltatások, kiegészítő információk (1. táblázat). Ezek a fő szempontok szerepelnek az oszlopfejlécben. Az alszempontok pedig a táblázat további celláiban találhatóak.

Az utasokat öt jellegzetes csoportba osztottuk: tanulók, dolgozók, turisták, üzletemberek, nyugdíjasok. A beosztás az utasok életkora (fiatal, középkorú, idősebb), utazási motivációja (iskola, munka, szabadidő) és akadályoztatottsága (problémamentes, probléma) alapján készült.

A multimodális utazástervező rendszerek értékelése során minden fő szemponthoz súlyszámokat rendeltünk, amelyeket egy kér-

1. táblázat: Utazástervező rendszerek értékelési szempontjai (fő és alszempontok)

Útvonaltervezés	Helyfoglalás és díjfizetés	Kezelt adatok	Kényelmi szolgáltatások	Kiegészítő információk
adatbevitel módja	tarifainformáció	statikus adatok	szolgáltatások az utasforgalmi létesítménynél	környezeti hatások megjelenítése
tervezési szempontok	helyfoglalás és díjfizetés módja	féldinamikus adatok	szolgáltatások a járművön	idegen nyelvű információk
megjelenített adatok köre	fizetési lehetőségek	dinamikus és előrebecsült adatok	kiegészítő szolgáltatások	ügyfélkapcsolati lehetőségek
megjelenített adatok áttekinthetősége		személyes adatok kezelése		esélyegyenlőségi információk

dőíves felmérés segítségével az utascsoportok preferenciái alapján határoztunk meg. Ezt a kérdőíves felmérést neveztük eredeti módszernek. A súlyozott fő szempontok segítségével az utazástervező rendszereket rangsoroltuk. Az értékelési módszer részletes leírása és eredményei a szerzők korábbi cikkében jelentek meg [19].

Jelen cikkünkben a súlyszámok meghatározására adunk új megoldást, ami a páros összehasonlítások által egyszerűsíti a kérdőívek kitöltését és biztosítja a konzisztens válaszok feldolgozását.

3. FUZZY AHP MÓDSZER

Az AHP módszer hatékony megoldást nyújt komplex döntési problémák kvantitatív kezelésére; segítségével rangsorolni lehet különböző alternatívákat (esetünkben utazástervező rendszereket). A Fuzzy AHP módszer az AHP továbbfejlesztett változata, ami a súlyszámok előállításához alkalmazott finomabb skálázásának köszönhetően valóságosabb eredményeket ad. A kutatás során az AHP és a Fuzzy AHP módszerrel is számoltunk súlyszámokat.

3.1. Kérdőíves kikérdezés – az eredeti módszer

133 résztvevővel egy 8 hetes intervallumban online kérdőíves kikérdezést végeztünk az utazástervező rendszerek fő és alszempontjaira vonatkozóan. Az utascsoportok közötti megoszlást tekintve a legtöbb kitöltő tanuló és turista volt, míg a nyugdíjasok aránya a legkisebb (9%), ami valószínűleg a kérdőív típusából (online felület) adódott.

A kikérdezés első része olyan kérdéseket tartalmazott, amelyek a kikérdezettek életkorára és foglalkozására (tanuló, dolgozó, nyugdíjas) vonatkoztak, továbbá kitértek az akadályoztatottságára (mozgássérült-e vagy sem) és az utazás motivációjára (munka, szabadidő, turista) is. Ezen adatok alapján a kikérdezetteket a bemutatott öt utascsoportba osztottunk. A kérdőív második részében egy külön kérdés során a résztvevők rangsorol-

ták 1-5-ig a fő szempontokat aszerint, hogy általánosságban mennyire tartják fontosnak ezeket a szempontokat. Azaz a legfontosabbnak tartott fő szempont kapott 1-es értéket, míg a legkevésbé fontos fő szempont 5-ös értéket.

A kérdőív további része az alszempontokra fókuszált. A válaszokat az egyes kérdésekre egy 10 fokozatú skálán lehetett megadni, ahol az 1 érték jelentette a kevésbé preferált, míg a 10 érték a nagyon preferált szempontot. Az egyes alszempontokra adott válaszok alapján összességében nem biztos, hogy konzisztens válaszokat kapunk, hiszen nagyon sok kérdést kellene együttesen átgondolni, ami egy átlagos felhasználó számára nem egyszerű feladat. Az AHP értékek számolása az egyes válaszadók által az alszempontokra adott értékek átlagolásával történt, amiket utascsoportok szerint is szétbontottuk.

3.2. Páros összehasonlítás

Az AHP módszer páros összehasonlításokon (értékeléseken) alapszik, amit az utasok végeznek el a fő szempontok minden lehetséges párosítása alapján. Az eredeti kérdőíves kikérdezés során az összes szempontot kellett egyszerre figyelembe venni és pontozni, így előfordulhat olyan, hogy az utas a kérdőív kitöltése után már máshogy adná a pontokat, mint ahogy az elején csak néhány szempontra fókuszálva. A páros összehasonlítások segítségével egyszerűsödik a kérdések megválaszolása (a döntések leképezése) és hatékonyan vizsgálható a konzisztencia, így biztosan belső ellentmondásoktól mentes eredmények nyerhetők ki. Bár az egyes összehasonlítások elvégzése gyors és egyszerű, sok szempont esetén nagyon sok összehasonlítást kíván a felhasználótól. A mi esetünkben a válaszok konzisztensek voltak, hiszen a szempontokat önállóan értékelték a válaszadók. Így az AHP értékeket az eredeti módszer kérdőíves válaszai alapján, konzisztens módon generáltuk. Azonban egy páros összehasonlító kérdőív esetében előfordulhatnak nem konzisztens válaszok, amelyeket ki kell szűrni, és a megmaradt válaszokkal lehet kiszámolni a további eredményeket (2. táblázat).

2. táblázat: Példa a fő szempontok páros összehasonlítására

Összehasonlítandó fő szempontok			Fontosság szintje					
egyik fő szempont	Fontosabb?	másik fő szempont	Fontosabb?	ugyanannyira	kicsit	inkább	sokkal	kimagaslóan
útvonal-tervezés	X	helyfoglalás és díjfizetés				X		
útvonal-tervezés	X	kezelt adatok		X				
útvonal-tervezés	X	kényelmi szolgáltatások					X	
útvonal-tervezés	X	kiegészítő információk						X
helyfoglalás és díjfizetés		kezelt adatok	X			X		
helyfoglalás és díjfizetés	X	kényelmi szolgáltatások			X			
helyfoglalás és díjfizetés	X	kiegészítő információk					X	
kezelt adatok	X	kényelmi szolgáltatások					X	
kezelt adatok	X	kiegészítő információk						X
kényelmi szolgáltatások		kiegészítő információk	X		X			

3.3 AHP értékek és súlyszámok számolása

Az AHP módszerrel egy AHP érték állítható elő két fő szemponthoz (j és k) a páros összehasonlítás eredményeiből számolva. Az AHP értékek értékkészlete 1-től 6-ig terjed, ahol az 1 azt jelenti, hogy ugyanazt a fő szempontot vizsgáljuk, a 2 elhanyagolható különbséget jelent két fő szempont megítélése között, a 6 pedig rendkívül nagy különbséget mutat. Az AHP érték egy táblázat alapján számolható ki, ahol a fő szempontok egymáshoz viszonyított arányai szerepelnek. Az AHP értékek előállítását minden utascsoportra külön végeztük el, ami azért lényeges, mert így részletesebb információt kaptunk az utascsoportok preferenciáiról.

Mivel az eredeti kérdőíves kikérdezés egy 10-es fokozatú skálán történt (nem páros összehasonlításokkal), ezért az értékeket át kellett konvertálnunk. Az utasok válaszaihoz tartozó értékek átlaga alapján párosával meghatároztuk a fő szempontok egymáshoz viszonyított arányait, azaz elosztottuk egymással adott két fő szempont (j és k) átlagértékét. A létrejövő arány értékkészlete attól függően, hogy a fontosabb fő szempont a számlálóba vagy a nevezőbe kerül, 1 és végtelen, illetve 0 és 1 közötti folytonos érték. Az arányokból képezhetők az AHP értékek (3. táblázat). Az arányokhoz tartozó AHP értékek mérnöki megfontolások alapján határoztuk meg, amelyek helyességét a végeredmények alátámasztották.

3. táblázat: AHP értékek meghatározási módszere

arány	AHP érték	magyarázat	arány	AHP érték	magyarázat
1	1	j és k ugyanaz a szempont	1	1	k és j ugyanaz a szempont
1,5	2	j és k ugyanannyira fontos	0,6667	1/2	k és j ugyanannyira fontos
2	3	j kicsit fontosabb, mint k	0,5	1/3	j kicsit fontosabb, mint j
2,5	4	j inkább fontosabb, mint k	0,4	1/4	k inkább fontosabb, mint j
3	5	j sokkal fontosabb, mint k	0,3333	1/5	k sokkal fontosabb, mint j
3-nál nagyobb	6	j kimagaslóan fontosabb, mint k	0,3333-nál kisebb	1/6	k kimagaslóan fontosabb, mint j

Egy $m \times m$ -es A mátrixot állítottunk elő, amelynek sorai és oszlopai a fő szempontokat tartalmazzák, elemei (a_{jk}) pedig az adott fő szempontok páros összehasonlítása alapján képzett AHP értékek. Mivel a mátrix főátló szerint tükrözött elemei reciprok értékei egymásnak, így elegendő a felső háromszög mátrix értékeivel számolni.

$$a_{jk} = \frac{1}{a_{kj}} \quad (1)$$

A mátrix elemeinek értékeit az AHP módszert követve normalizáltuk (oszlopösszegekkel osztottunk), ahol „ m ” a fő szempontok száma.

$$\bar{a}_{jk} = \frac{a_{jk}}{\sum_{l=1}^m a_{lk}} \quad (2)$$

Végül a fő szempontok súlyszámait (w_j) a sorokban szereplő értékek átlagolásával kaptuk meg.

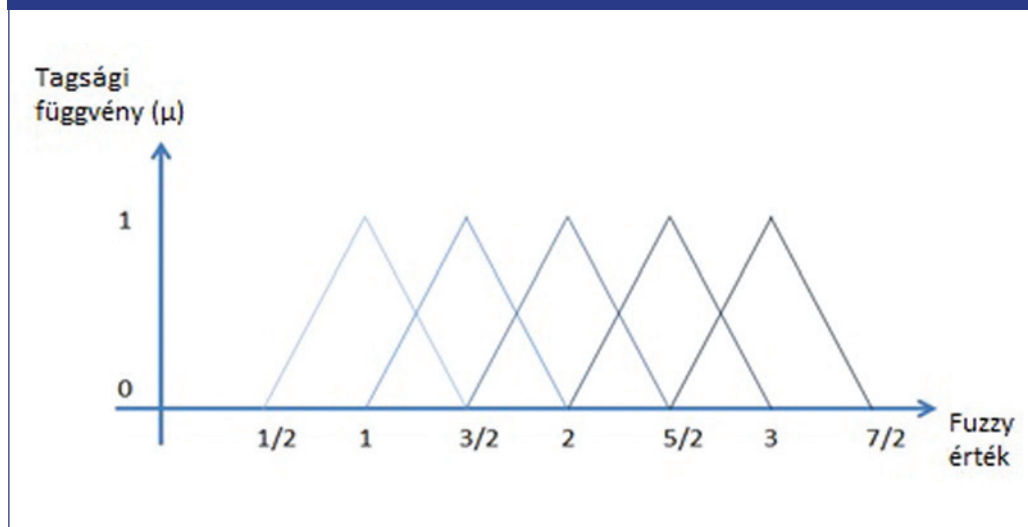
$$w_j = \frac{\sum_{l=1}^m \bar{a}_{jl}}{m} \quad (3)$$

3.4. Fuzzy értékek és súlyszámok számolása

A Fuzzy AHP módszer alkalmazásakor ugyanazokat az AHP értékeket vettük alapul, amelyeket a 3.3. pontban kiszámoltunk. Az első lépésben az AHP értékek (a_{jk}) fuzziifikálását végeztük el. A fuzziifikált értékek megmutatják, hogy egy adott érték mennyire tartozik egy adott kategóriába. A hozzártartozás mértéke egy tagsági függvény (μ) segítségével állapítható meg. [20] A tagsági függvényt $[0,1]$ intervallumon értelmeztük, míg, szélességét a függvény alakja határozza meg [21]. Esetünkben a háromszög tagsági függvényt alkalmaztuk, mivel ez a legelterjedtebb és egyben egyszerűen használható típus. A háromszög tagsági függvényt az alsó határa (l_{jk}), a felső határa (u_{jk}), és középső eleme (m_{jk}), – ahol a tagsági függvény (μ)=1 – határoz meg. A Fuzzy értéket (a_{Fjk}) a tagsági függvény három eleme határozza meg. Az 1. ábra az általunk használt Fuzzy értékeket jelenítettük meg.

$$a_{Fjk} = (l_{jk}, m_{jk}, u_{jk}) \quad (4)$$

1. ábra: Fuzziifikáció vizuális megjelenítése



A fuzziifikáció során a Fuzzy értékek meghatározásához ugyanazt az értékészletet alkalmaztuk, mint az eredeti AHP érték meghatározásánál (4. táblázat).

A Fuzzy súlyszámok (w_{fj}) kiszámítása hasonló az AHP módszernél tárgyaltaéhoz, bár a Fuzzy műveletek elvégzése bonyolultabb számításokat igényel [18].

4. EREDMÉNYEK

4.1. Az eredmények értelmezése

A fő szempontok egymáshoz viszonyított arányai (azaz elosztottuk egymással adott két fő szempont értékét) és az AHP értékek megállapításánál a kérdőíves kikérdezés válaszai alapján számított értékeket vettük alapul. Minden utascsoportra külön végeztük el a számításokat. Az 5. táblázat elemei a fő szempontokra adott utascsoportonkénti átlagos értékek egymáshoz viszonyított arányait mutatják, illetve az AHP értékeket. A külső sorok az utascsoportokat jelölik (megjelenítve csak a tanulók átlagolt válaszainak arányai láthatók). A belső sorokban és az oszlopokban is a fő szempontok szerepelnek. A fő szempontok jelölése a következő: útvonaltervezési szolgáltatások (1.), helyfoglalás és díjfizetés (2.), kezelt adatok (3.), információ a kényelmi szolgáltatásokról (4.), kiegészítő információk (5.).

Az 5. táblázatban az 1-nél nagyobb értékek esetében az adott sorban lévő fő szempont fontosabb, mint a vele összehasonított oszlopban lévő fő szempont, míg az 1-nél kisebb értékek azt jelentik,

hogy az adott sorban lévő fő szempontot az adott oszlopban lévő fő szemponttal összehasonlítva az oszlopban lévő fő szempontot ítélték fontosabbnak az utasok. Az 1-es érték a fő szempont saját magához viszonyított értéke, míg máshol azonos értékelés esetén fordulhat elő.

A táblázat elemeinek vizsgálata alapján megállapítható, hogy a kezelt adatok (3.) a legfontosabb fő szempont, az útvonaltervezés (1.) pedig a második legfontosabb. Ez abból állapítható meg, hogy például a kezelt adatok (3.) esetében a 3. sor összes értéke 1 fölötti, tehát ez a legfontosabb fő szempont. A kényelmi szolgáltatásokat (4.) és kiegészítő szolgáltatásokat (5.) vizsgálva az utasok az utóbbi fő szempontot fontosabbnak ítélték a tanulók. A legnagyobb különbség a kezelt adatok (3.) és kényelmi szolgáltatások (4.) között figyelhető meg, amelynek értéke 2,04. Ez azt jelenti, hogy sokkal fontosabbak a menetrendi és dinamikus adatok, mint a WiFi elérhetőség.

Az 5. táblázat jobb oldalán a 3. táblázat alapján számított AHP értékek szerepelnek. Itt már elegendő a felső háromszög mátrix értékeivel számolni, hiszen az alsó értékek reciprokai a felső értékeknek, tehát ezekkel az AHP módszer miatt nem szükséges számolni. A fő szempontok közötti különbségek itt is megmaradtak, azaz például a kezelt adatok (3.) és kényelmi szolgáltatások (4.) közötti legnagyobb különbség 4-es értéket kapott.

A táblázat itt meg nem jelenített sorainak (többi utascsoport fő szempontokhoz tartozó arányai és AHP értékei) további elemzése alapján az utascsoportok véleményét egymáshoz viszonyítva

4. táblázat Fuzzy értékek meghatározási módszere

arány	Fuzzy érték	magyarázat	arány	Fuzzy érték	magyarázat
1	(1,1,1)	j és k ugyanaz a szempont	1	(1,1,1)	k és j ugyanaz a szempont
1,5	(1/2,1,3/2)	j és k ugyanannyira fontos	0,6667	(2/3,1,2)	k és j ugyanannyira fontos
2	(1,3/2,2)	j kicsit fontosabb, mint k	0,5	(1/2,2/3,1)	j kicsit fontosabb, mint j
2,5	(3/2,2,5/2)	j inkább fontosabb, mint k	0,4	(2/5,1/2,2/3)	k inkább fontosabb, mint j
3	(2,5/2,3)	j sokkal fontosabb, mint k	0,3333	(1/3,2/5,1/2)	k sokkal fontosabb, mint j
3-nál nagyobb	(5/2,3,7/2)	j kimagaslóan fontosabb, mint k	0,3333-nál kisebb	(2/7,1/3,2/5)	k kimagaslóan fontosabb, mint j

5. táblázat A fő szempontokhoz tartozó arányok és AHP értékek a 'tanulók' utascsoport esetében

	arány					AHP érték					
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	
Tanuló	1.	1,00	1,33	0,86	1,75	1,33	1	2	1/2	3	2
	2.	0,75	1,00	0,65	1,32	1,00	1/2	1	1/3	2	2
	3.	1,16	1,55	1,00	2,04	1,55	2	3	1	4	3
	4.	0,57	0,76	0,49	1,00	0,76	1/3	1/2	1/4	1	1/2
	5.	0,75	1,00	0,64	1,31	1,00	1/2	1/2	1/3	2	1

az útvonaltervezés és kiegészítő információk téren nagymértékű hasonlóság fedezhető fel (előbbi fontos, utóbbi kevésbé). A tanulók számára a helyfoglalás és díjfizetés, illetve a kiegészítő információk hasonlóan fontosak, ami azt jelenti, hogy a fiatalabb generációt nem csak az utazás ára, hanem az alacsonypadlós járművek és a környezeti hatások is érdeklik. Az összes utascsoportot és fő szempontot vizsgálva a legnagyobb különbséget a nyugdíjasok produkálták, a kezelt adatokat és kényelmi szolgáltatásokat összevetve. Tehát őket sokkal jobban érdeklik a menetrendi és dinamikus információk, mint a WiFi elérhetőség. A turisták számára a helyfoglalás és díjfizetés, illetve az útvonaltervezés sokkal közelebb áll egymáshoz, mint a többi utascsoport esetében. Ez azt támasztja alá, hogy nekik sokkal fontosabbak a különböző díjfizetési módszerek (pl. mobiltelefonos, bankkártyás) ismerete.

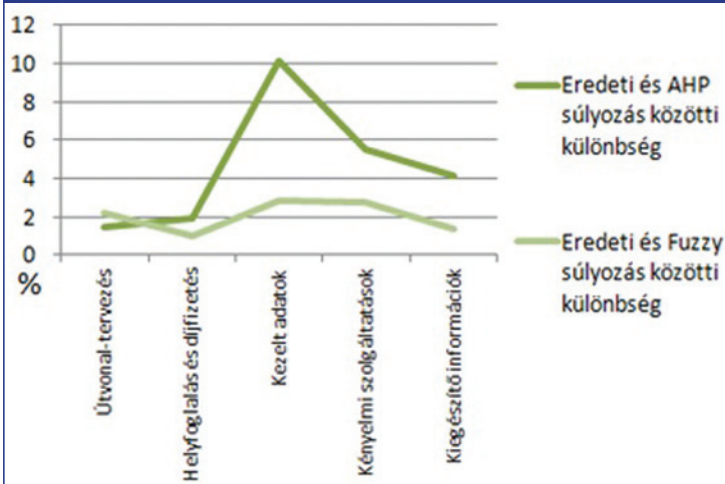
4.2. Az eredmények összehasonlítása

Az eredeti súlyszámok (w_0) a kikérdezés válaszai alapján utascsoportonként, az alszempontokra adott válaszok értékeinek átlaga. Az AHP értékekből kiszámoltuk az AHP (w) és a Fuzzy (w_f) súlyszámokat, amelyeket megvizsgáltunk, hogy mennyire közelítik az eredeti súlyszámokat (w_0). Az összehasonlítás során a két vizsgált súlyszám különbségének abszolút értékét vettük, azaz pl. az útvonaltervezés esetében ($w_0=0,239$, $w=0,254$, $w_f=0,217$) az eredeti és AHP

súlyozás aránya: 1,43%, míg az eredeti és Fuzzy súlyozás aránya: 2,21%.

Az eredeti (w_0) és AHP súlyszámokat (w) összehasonlítva nagy különbségek adódtak (2. ábra). A legnagyobb eltérés a kezelt adatok esetében volt tapasztalható. Az AHP súlyszámok az összes fő szempontra vonatkozóan átlagosan 4,6% eltérést mutattak az eredeti súlyszámokhoz képest), ezért ezen módszer alkalmazása nem ajánlott. Az eredeti (w_0) és Fuzzy (w_f) súlyszámokat összehasonlítva a legnagyobb eltérés szintén a 'kezelt adatok' fő szempont esetében volt tapasztalható, azonban sokkal kisebb mértékben. Az 'helyfoglalás és díjfizetés' és 'kiegészítő információk' fő szempontok esetében kisebb eltérés volt jellemző, míg a többi fő szempont esetében néhány százalékkal nagyobb. Megállapítható tehát, hogy az eltérés a Fuzzy esetében megfelelően kicsi volt (átlagosan 2% eltérés az eredeti súlyszámokhoz képest) és sokkal egyenletesebben jelentkezett.

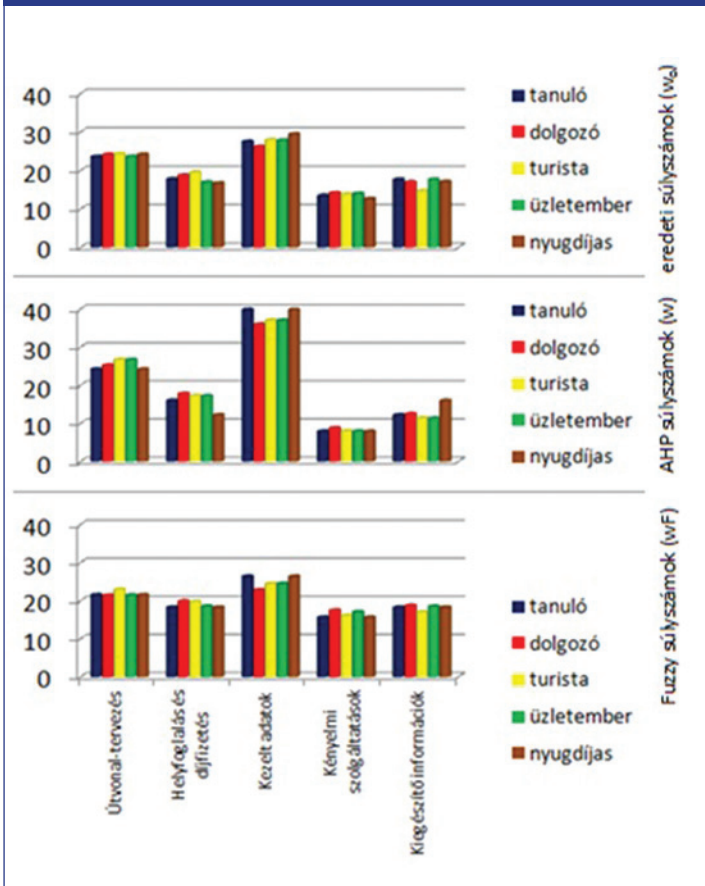
2. ábra: Eltérések az eredeti (w_0) súlyszámoktól az AHP (w) és a Fuzzy (w_f) súlyszámok esetében



Az utascsoportok szerint vizsgálva hasonló megállapításokra jutottunk (3. ábra), így jobban láthatóvá válnak az utascsoportok közötti esetleges értékelési eltérések. Mindkét új súlyozási módszer esetében megmaradt a fő szempontok eredeti fontossági sorrendje, azaz a 'kezelt adatok' és 'útvonaltervezési szolgáltatások' esetében figyelhetők meg a legnagyobb értékek, míg a legkisebb értékek a 'kényelmi szolgáltatások' esetében jelennek meg. Kisebb eltérések mutatkoznak az utascsoportok preferenciáit tekintve az egyes fő szempontoknál (pl. a 'kezelt adatok' esetében a dolgozók a Fuzzy súlyozás során alacsonyabb értéket képviselnek, mint az eredeti esetben), ez azonban lényegileg nem változtatja meg a preferencia sorrendet.

Az eredmények vizsgálata alapján megállapítható, hogy a Fuzzy súlyozás eredményei jól közelítik az eredeti súlyozás eredményeit. Tehát a páros összehasonlítással elvégzett kikérdezéseket érdemes alkalmazni a fő szempontok súlyainak meghatározása során. Ugyanekkor több kérdésre kell válaszolni, mint az eredeti kérdőíves felmérésnél, viszont előnyökkel jár. Úm. amikor páros összehasonlításon alapuló kikérdezést végzünk, akkor lehetséges a kitöltők válaszainak konzisztenciáját vizsgálni. Amennyiben nem konzisztens eredményeket tapasztalunk, akkor kiszűrhetők a nem konzisztens válaszokat adó kitöltők, és az elemzés a szűkített, de konzisztens eredményeket tartalmazó válaszokkal végezhető el.

3. ábra Eredmények összehasonlítása a fő szempontok alapján: eredeti súlysúlyszámok (w_o), az AHP súlysúlyszámok (w) és a Fuzzy súlysúlyszámok (w_f)



Megállapítható, hogy a Fuzzy AHP módszerrel elvégzett vizsgálat a súlysúlyszámok vonatkozásában ugyanazt az eredményt adja, mint az eredeti módszer, és a felmérésben résztvevő nem komplexen gondolkodók inkonzisztens válaszai kiszűrhetők.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatás során megállapítottuk, hogy a Fuzzy AHP módszer multimodális utazástervező rendszerek súlysúlyszámainak számításához megfelelő. Az eredeti súlysúlyszámokat kérdőíves kikérdezés alapján határoztuk meg, amelyeket összehasonlítottunk az AHP és Fuzzy AHP módszerek eredményeivel. Az összehasonlítás alapján az eredeti és a Fuzzy AHP módszer által létrehozott súlysúlyszámok hasonló eredményeket mutattak. A Fuzzy AHP módszer használatával a kérdőíves kikérdezés egyszerűsíthető, azaz páros összehasonlító kérdések feltevésével feltárhatók az utasok preferenciái.

A kutatás legnehezebb része az AHP értékekhez tartozó arányok beállítása volt. Ez abban nyilvánult meg, hogy bizonyos beállítások esetében az eredeti módszerhez képest nagyon eltérő végeredmények születtek. A Fuzzy módszer adaptálása is sok nehézséggel járt, azaz, miként lehet egy más problémára kitálat módosított a megfelelő adatokkal feltölteni úgy, hogy a súlyszámokat adja ki eredményül. Ebben segített az elmélet áttanulmányozása és a más területen alkalmazott konkrét megoldások megértése.

További irányként az utasoknak az utascsoportokhoz történő „automatikus” hozzárendelését tűztük ki célul. Ennek egy módja a napi mozgásokról az adatok begyűjtése, amelynek feltétele a bekapcsolt GPS vevővel történő közlekedés és engedélyezett adatgyűjtés. A meglátogatott helyszínek gyakoriságából, az ott töltött időtartamból, illetve a használt közlekedési módokból és sebességekből kinyerhető egy mintázat, ami alapján be lehet sorolni az utasokat a leginkább illeszkedő csoportba. Amennyiben sikerült beazonosítani az utascsoportot, akkor könnyebbé válik (kevesebb műveletet kíván meg a felhasználótól) a személyes beállítások paraméterezése, és ezáltal a személyre szabott útvonalak és közlekedési módok ajánlása.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Saaty T.L. (1980) The analytic hierarchy process, McGraw-Hill, New York
- [2] Saaty R.W. (1987) The analytic hierarchy process—what it is and how it is used, *Mathematical Modelling*, Vol. 9, Issue 3-5, pp. 161-176.
- [3] Mikhailov L., Tsvetinov P. (2004) Evaluation of services using a fuzzy analytic hierarchy process, *Applied Soft Computing*, Volume 5, Issue 1, pp. 23-33., DOI: 10.1016/j.asoc.2004.04.001
- [4] Deng H. (1999) Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparisons, *International Journal of Approximate Reasoning*, Vol. 21, Issue 3, pp. 215–231., DOI: 10.1109/FUZZY.1999.793038
- [5] Mikhailov L. (2003) Deriving priorities from fuzzy pairwise comparison judgments, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 134, Issue 3, pp. 365–385., DOI: 10.1016/S0165-0114(02)00383-4
- [6] Mikhailov L. (2000) A fuzzy programming method for deriving priorities in the analytic hierarchy process, *The Journal of the Operational Research Society*, Vol. 51, Issue 3, pp. 341–349., DOI: 10.2307/254092
- [7] van Laarhoven P.J.M., Pedrycz W. (1983) Fuzzy extension for Saaty’s priority theory, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 11, Issue 1-3, pp. 229–241., DOI: 10.1016/S0165-0114(83)80082-7
- [8] Vaidya O.S., Kumar S. (2006) Analytic hierarchy process: An overview of applications, *European Journal of Operational Research*, Volume 169, Issue 1, pp. 1-29., DOI:10.1016/j.ejor.2004.04.028
- [9] Campos V.G.B., Ramos R.A.R., Correia D.M.S. (2010) Multi-criteria analysis procedure for sustainable mobility evaluation in urban areas, *Journal of Advanced Transport*, Vol. 43, Issue 4, pp. 371-390., DOI: 10.1002/atr.5670430403
- [10] Teng J.Y., Tzeng G.H. (1996) Fuzzy multicriteria ranking of urban transportation investment alternatives, *Transportation Planning and Technology*, Vol. 20, Issue 1, pp. 15-31., DOI: 10.1080/03081069608717577
- [11] Duleba S., Mishina T., Shimazaki Y. (2012) A dynamic analysis on public bus transport’s supply quality by using AHP, *Transport*, Vol. 27, pp. 268–275., DOI: 10.3846/16484142.2012.719838
- [12] Sivilevicius H., Maskeliunaite L. (2010) The criteria for identifying the quality of passengers’ transportation by railway and their ranking using AHP method, *Transport*, Vol. 25, pp. 368–381., DOI: 10.3846/transport.2010.46
- [13] Longo G., Medeossi G., Padoano E. (2015) Multi-criteria Analysis to Support Mobility Management at a University Campus, *Transportation Research Procedia*, Vol.5., SIDT Scientific Seminar 2013, pp. 175–185., DOI: 10.1016/j.trpro.2015.01.019
- [14] Shafabakhsh G.A., Hadjihoseinlou M., Taghizadeh S.A. (2014) Selecting the appropriate public transportation system

to access the Sari International Airport by fuzzy decision making, *European Transport Research Review*, Volume 6, Issue 3, pp. 277-285., DOI: 10.1007/s12544-013-0128-7

- [15] Farkas A., Rózsa P. (2013) A recursive least-squares algorithm for pairwise comparison matrices, *Central European Journal of Operations Research*, Volume 21, Issue 4, DOI: 10.1007/s10100-012-0262-7
- [16] Markovits-Somogyi R., Bokor Z. (2014) Assessing the logistics efficiency of European countries by using the DEA-PC methodology, *Transport (Vilnius)*, Volume 29, Issue 2, pp. 137-145., DOI: 10.3846/16484142.2014.928787
- [17] Chang D.Y. (1996) Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP, *European Journal of Operational Research*, Vol. 95, Issue 3, pp. 649-655., DOI: 10.1016/j.eswa.2007.09.004
- [18] Catak F.O., Karabas S., Yildirim S. (2012) Fuzzy analytic hierarchy based DBMS selection in turkish national identity card management project, *International Journal of Information Sciences and Techniques (IJIST)*, Vol. 2, Issue 4, pp. 29-38., DOI: 10.5121/ijist.2012.2403
- [19] Esztergár-Kiss D., Csiszár Cs. (2015) Evaluation of multimodal journey planners and definition of service levels, *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*, Springer, ISSN: 1868-8659, Vol. 13, Issue 3, pp 154-165. DOI: 10.1007/s13177-014-0093-0
- [20] Zadeh L.A. (1965) Fuzzy sets, *Information and Control*, Vol. 8, pp. 338-353.
- [21] Ross T.J. (2004) *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, 2nd edition, Wiley, ISBN: 978-0-470-86074-8



The determination of weighting numbers belonging to the evaluation aspects of travel planning systems, with a method based on fuzzy ahp

With the purpose of determining passenger preferences (weighting numbers) to be used for the criteria for the evaluation of online travel planning systems, passengers were divided into groups and a questionnaire survey was conducted. In order to determine the weighting numbers representing the preference correlations between passenger groups and their main aspects, the Fuzzy AHP method was used. The original and the Fuzzy AHP weighting numbers were determined, then they were compared and it was examined whether the interviewing in pairs connected to the Fuzzy AHP method could be suitable for the further development of the original questionnaire-based interviews. The processes and results have been summarized by the authors of the present paper.



Die bestimmung der zu den bewertungskriterien gehörenden gewichteten zahlen mit einer auf fuzzy ahp basierten methode

Um die Präferenzen der Passagiere (die gewichteten Zahlen) für Kriterien der Bewertung von Online-Reiseplanungssystemen zu ermitteln, wurden die Passagiere in Gruppen eingeteilt und es wurde eine Fragebogenumfrage durchgeführt. Um die gewichteten Zahlen, die die Präferenzkorrelationen zwischen Passagiergruppen und ihren Hauptaspekten darstellen, zu bestimmen, wurde das Fuzzy-AHP-Verfahren verwendet. Die ursprüngliche und die Fuzzy-AHP-Gewichtungszahlen wurden bestimmt, dann wurden sie verglichen und es wurde untersucht, ob die mit der Fuzzy-AHP-Methode verknüpften Paarinterviews für die Weiterentwicklung der ursprünglichen fragebogenbasierten Interviews geeignet sein könnten. Diese Prozesse und Ergebnisse wurden von den Autoren der vorliegenden Arbeit zusammengefasst.

Az intelligens jelzőfej koncepciója: vezeték nélküli, elosztott rendszerű jelzőlámpás forgalomirányítás

A bemutatott módszer a közúti közlekedésben, de leginkább a lakott területen kívüli jelzőlámpás csomópontok forgalomirányításában alkalmazható, növelve a közlekedésbiztonságot úgy, hogy egyben költségcsökkentéssel is jár.

Tamaskovics Gergely – Dr. Tettamanti Tamás – Dr. Varga István

BME Közlekedésmérnöki és Járómérnöki Kar

MSc hallgató

adjunktus

docens és dékán

e-mail: gergely.tamaskovics@gmail.com, tettamanti@mail.bme.hu, ivarga@mail.bme.hu

BEVEZETŐ

A közúti forgalomirányító berendezés és a kapcsolódó jelzőfejek elsődleges feladata a keresztesződésnél megjelenő igényforgalom biztonságos átvezetése. Másfelől természetesen a járműforgalom minél hatékonyabb irányítása is a cél, azaz a kapacitási maximum biztosítása. Ennek megfelelően a klasszikus jelzőlámpás irányítás kialakításakor a kezdetek óta mindent a fenti szempontoknak vetnek alá. Ez kialakított egy központi irányítási struktúrát, amely költséges, különös tekintettel a kábelezés és alépítmény építésére.

Egy jelzőlámpás közúti keresztesződés – legfőbb elemeit tekintve – hagyományosan egy központi gépből (forgalomirányító berendezésből), jelzőfejekből, kommunikációs és tápkábelekből áll. Ez a klasszikus koncepció gyakorlatilag a jelzőlámpás forgalomszabályozás megjelenése óta, azaz több mint 100 éve működik. Ehhez képest a ma elérhető technológiák egy ettől merőben eltérő koncepciót is lehetővé tesznek. A fejlődő ipari irányítástechnika a közúti forgalomirányító berendezéseket sem hagyta érintetlenül. Az irányítástechnika területén egyre nagyobb a különböző elosztott rendszerek térnyerése. Az elosztott irányítórendszerek alapja az egységek között kialakított gyors és megbízható kommunikációs csatorna. Korábban a különböző soros adatátviteli módszerek voltak egyeduralgok,

de mára az Ethernet alapú megoldások kerültek előtérbe. Ennek megfelelően elosztott működési módú, csomóponti forgalomirányítás alakítható ki, amelyben a központi vezérlőberendezés helyett a jelzőfejekbe telepíthető intelligencia végzi el a feladatokat. Az elosztott, internet alapú irányítási koncepcióról hazánkban először Dr. Varga István értekezett [1]. Cikkünkben egy olyan elosztott struktúrájú rendszert ismertetünk, amely a korszerű technológiáknak megfelelően vezeték nélküli (wireless) kommunikációs kapcsolattal működik. Az újfajta kiépítés célja a telepítési és üzemeltetési költségek minimalizálása. Így a koncepció egyik fontos eleme, hogy az energiaellátás a közüzemi elektromos hálózattól függetlenül, fotovoltaikus (napelemes) eszközök segítségével megvalósítható.

Fontos megjegyezni, hogy az ismertetett koncepció természetesen kibővíthető akár hangolt jelzőlámpás irányításhoz is, de leghatékonyabban (az elérhető költségmegtakarítást tekintve) az egyedi működésű csomópontoknál lehetne felhasználni. Ilyenek jellemzően a lakott területen kívüli útkereszteszédések, amelyekből országos szinten nagyon sok van.

Egy ilyen új technológia alkalmazásának feltetele alapvetően, hogy a közúti forgalomirányítási szabványoknak megfelelően működjön és legalább ugyanakkora biztonsággal tudjon üzemelni, mint a hagyományos rendszerek.

Cikkünkben ezekre a kérdésekre adunk választ. Ennek megfelelően a 2. fejezetben a forgalomirányító berendezések szabvány szerinti követelményeit foglaljuk össze.

A 3. fejezetben az intelligens jelzőfej alapvető koncepcióját ismertetjük a hibakezelési eljárásra fókuszálva.

2. A FORGALOMIRÁNYÍTÓ BERENDEZÉSEK KÖVETELMÉNYEI

A közúti forgalomirányító berendezések működésbiztonsági követelményeit az MSZ EN 12675 [2] magyar szabvány írja elő, amely teljesen megegyezik az EN 12675:2000 európai szabvánnyal.

„Ennek az európai szabványnak a célja a közúti fényjelzők vezérlésére használt közúti fényjelzők vezérlőberendezései működésbiztonsági követelményeinek meghatározása. Vonatkozik a közúti forgalom és minden, ezzel összefüggő, jelzőlámpával szabályozott forgalmi mozgás fényjelzéseinek vezérlésére. Az elsődleges cél a személyes tárgyak megvédése a közúti forgalomra veszélyes jelzések kockázataitól.

A figyelembe veendő kockázatok tartalmazzák a következő lehetséges jelzőhiba típusokat, de nem korlátozódnak azokra:

- a közúti forgalom számára szóló piros jelzők valamelyikének hibája;
- az összeférhetetlen forgalmak számára zöld jelzés kijelzése;
- a forgalom számára helyes jelzéssorrend kijelzésének hibája;
- a forgalom számára helyes időtartamok hibája.

A védendő személyek:

- a fényjelző készülékkel szabályozott közúti forgalomban résztvevők, a járművek vezetői és utasai (beleértve a közösségi közlekedést is), a gyalogosok, a kerékpárosok és a lovasok, a testi fogyatékos személyek;
- a karbantartó és a feljelyelő személyzet.”

A szabvány definiál egy ún. **hibamódot**:

„a közúti fényjelzők vezérlőberendezései nem üzemműködés állapota, amelyben a forgalmat ve-

szélyezett hiba a szabályos üzemmódot sárga villogó üzemmóddal vagy a jelző sötétre kapcsolt állapotával helyettesíti”.

A szabvány a hibaállapotok kezelését tehát két csoportra osztja: a forgalmat veszélyeztető, valamint a forgalmat nem veszélyeztető hibákra. A lényeges különbség a kettő között, hogy az első esetben le kell állítani a működést, amíg a nem veszélyeztető állapotban a vezérlőberendezés megváltoztathatja a vezérlési módot, de működését tovább kell folytatnia. A berendezésnek a hibák felismerése után tehát a megfelelő hibamódba kell kerülnie. A szabvány különféle forgalom-meghatározások szerint csoportosítja a hibákat, amelyek a következők lehetnek:

- **Hiányzó kijelzés:** Tervezett jelzés, amelynek fényerőssége nem felel meg a HD 638:1999 szerinti „BE” jelzésnek [3].
- **Összeférhetetlen zöld:** Egymást veszélyeztető forgalmi mozgásokat megengedő zöld jelzések egyidejű megjelenése.
- **Összeférhetetlen jelzőcsoportok:** Két vagy több jelzőcsoport, amelyek egyidejű működtetés esetén összeférhetetlen forgalmi mozgásokat okoznának.
- **Forgalmat veszélyeztető hiba:** Olyan hiba, amelynek hatására a forgalomirányító jelzőrendszernek a nemzeti követelményekben meghatározott biztonságos üzeme nem szavatolható.
- **Forgalmat nem veszélyeztető hiba:** A nemzeti követelményekben meghatározott, a forgalmat nem veszélyeztető olyan hiba, amelyet azonosítani kell, és fel kell jegyezni.
- **Nemkívánatos fényjelzés:** Nem tervezett jelzés, amelynek fényerőssége nem teljesíti a HD 638:1999 szerinti „KI” jelzés követelményeinek feltételeit.

Ezen hibák közül természetesen nem kell mindet egyidejűleg ellenőrizni, hiszen az a csomópont geometriájától és tulajdonságaitól függ, hogy éppen melyik forgalom-meghatározás vonatkozik rá.

A hibák megfelelő felismerése mellett a közúti forgalomirányításra általánosan az alábbi definíciók és funkcionális követelmények érvényesek:

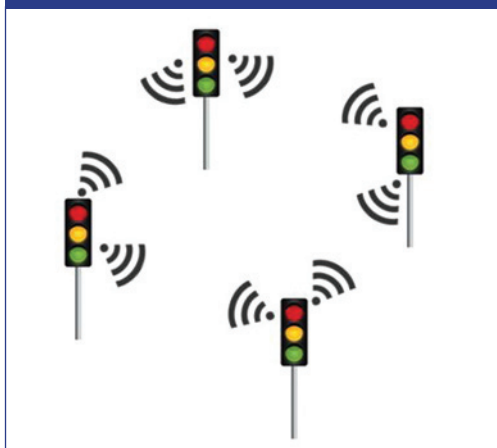
- **Forgalomirányítás:** A közúti forgalom szabályozása fényjelző készülékekkel vagy közúti jelzőtáblákkal.
- **Központi vezérlés:** Rendszer a forgalomirányító fényjelző berendezések hálózatának vagy csoportjának összehangolására és ellenőrzésére, központi számítógép vagy azzal egyenértékű berendezés és adatátviteli rendszerek alkalmazásával.
- **Forgalomirányító berendezés:** A vezérelt fényjelző készülékekkel és a csatlakozó illesztőberendezésekkel együtt működő közúti fényjelzők vezérlőberendezése.
- **Üzem mód:** A közúti forgalomnak kijelzett jelzések vezérlésére használt közúti fényjelzők vezérlőberendezéseinek bizonyos állapota. Például: készenléti üzemmód, kézi üzemmód, szabályos üzemmód, hibamód.”
- **Figyelés:** A közúti fényjelzők vezérlőberendezéseiről való információgyűjtés módszere, a hibák felfedezésére használt diagnosztikai ellenőrzést is beleértve.
- **Nemzeti jelzési szabályozás:** A közúti forgalom számára a nemzeti követelményekben előírt jelzési képek sorrendje és megjelenése.
- **Nemzeti jelzéssorrend:** A közúti forgalom számára adott, a sajátos nemzeti feltételeket és/vagy alkalmazásokat kielégítő jelzési képek sorrendje és megjelenése (pl. a jelzők bekapcsolási sorrendje).
- **Áramellátás:** Aktív eszköznek vagy áramkörnek energiát szolgáltató erőforrás.
- **Biztonsági idők:** Az olyan időbeállítások, amelyek hiba esetén képesek a közúti fényjelzők vezérlőberendezéseinek működésbiztonságát megvalósítani.
- **Fényjelzés:** Dinamikus fényjel az úthasználók számára.
- **Jelzőcsoport:** A fényjelző készülékek csoportja, amely mindig azonos fényjelzést ad.
- **Fényjelző készülék:** Egy vagy több, a készülékházat is magában foglaló optikai egységet – beleértve a tartókegyeleket, rögzítőket, árnyékolókat, ellenzőernyőket és háttérpajzsokat – tartalmazó eszköz, amelynek feladata az úthasználók számára vizuális üzenet közvetítése.
- **Időbeállítások:** Az adott csomópontban működő közúti fényjelzők vezérlőberendezéseire vonatkozó összes időadat.

A fentieknek megfelelően az elosztott rendszerű intelligens jelzőfej koncepcióban a fő cél a szabvány szerinti feltételeknek való megfelelés. A megvalósításban a fő különbséget természetesen a központi vezérlést helyettesítő elosztott struktúra és a vezeték nélküli kiépítés jelenti.

3. AZ INTELLIGENS JELZŐFEJ KONCEPCIÓJA ÉS HIBAKEZELÉSE

Az intelligens jelzőfej koncepciójának lényege, hogy a lámpafej nem csak az irányító jelzések megjelenítésének eszköze, hanem saját intelligenciát is kap. Az adott csomópontban telepített jelzőfejeket felszerelik intelligens kártyákkal (gyakorlatilag egy speciális célú számítógéppel), amelyek képesek az irányítási feladatok elvégzésére és az egymás közötti kommunikációra.

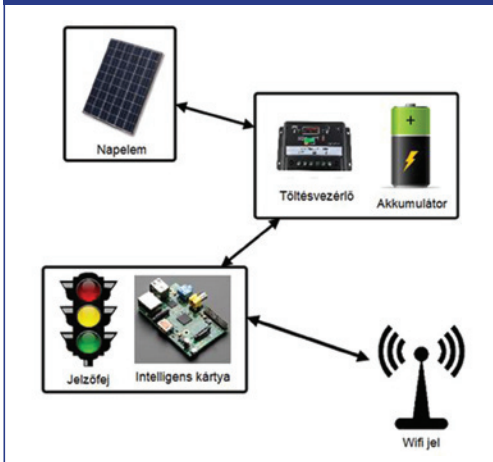
1. ábra: Vezeték nélküli, elosztott rendszerben működő jelzőfejek



A kommunikáció az eddig használatos kábeles összeköttetés helyett wifi-n keresztül valósul meg (1. ábra). Ezt is a jelzőfejekbe szerelt intelligens egységek teszik lehetővé.

A koncepcióban egy szigetüzemű napelemes rendszert építenek ki, ahol a tápellátás napelemmel és akkumulátorokkal biztosított. A jelzőfej és a beszerelt intelligens kártya az akkumulátorokról nyerhető energiának köszönhetően üzemel. A feltöltés és használat elkülönítéséért a töltésvezérlő felel. A rendszer-koncepciót szemléletesen a 2. ábra mutatja be.

2. ábra: Szigetüzemű rendszer



A vezeték nélküli, elosztott rendszer hibakezelése kritikus kérdés a megvalósíthatóság szempontjából. Ennek megfelelően a következőkben tételesen áttekintjük a hibakezelési eljárásokat.

Hálózati hiba kezelése

Ez a legkritikusabb hiba. Amennyiben a kommunikáció nem valósul meg az egyes jelzőfék között, az balesetveszélyes állapotot hozhat létre. Ennek elkerülése érdekében a kommunikációs csatorna helyes működését minden jelzőféj ellenőrzi. Hiba esetén minden lámpa önállóan indítja a sárga villogó üzemet, amennyiben nem lép fel olyan hiba, amely ezt a lehetőséget kizárja (hiányzó sárga jelzés valamely fényponton). Adódik a kérdés, hogy ilyen hiba esetén miként jut el minden jelzőféjhez az információ, hogy sárga villogó üzembe kell kapcsolni. Ha alapvető hálózati hiba lép fel, azaz a jeladó hibásodik meg, akkor minden jelzőféj számára egyértelmű a hiba, hiszen ellenőrzi a kapcsolat meglétét. Amennyiben két lámpa között szakad meg a kapcsolat, akkor a hibát észlelő egység küldi a megfelelő hibai üzenetet minden más jelzőféjnek, amelyek továbbítják az üzenetet. Ilyen módon kellően rövid időn belül minden jelzőféj eljut a megfelelő állapotba.

Hiányzó kijelzés

Valamely fénypont működésének hiányában különféle biztonsági eljárások alkalmazandók, valamint az ellenőrzés módja is más. A piros izzóhibát az átfolyó áram, míg a zöld fénypont működését

a feszültség mérésével kell ellenőrizni. Nem megfelelő működés esetén a csomópont sárga villogó üzemmódba kapcsol, és egészen addig e szerint működik, amíg külső beavatkozással a hiba javítása meg nem történik. Sárga jelzés hibája esetén nem használható a fent említett fail-safe stratégia, hanem a rendszer sötét üzemre vált.

Nemkívánatos fényjelzés

Ez a hiba tulajdonképpen az előző ellentéte. Az ellenőrzési metódus ugyanaz, a feldolgozása különbözik, hiszen ebben az esetben olyan fénypontok működése lép fel, amelyeknek nem kellene világítani.

Összeférhetetlen zöld

Minden jelzőféjbe épített kártya programjában szerepel a sajátját kizáró irányokat szabályozó többi jelzőféj azonosítója. Így ezen egységek között folyamatos az ellenőrzés. Amennyiben mindkét (esetleg több) kizáró irányú jelzőlámpán egyidejűleg zöld jelzés van érvényben, azonnal megtörténik valamely hibamód kapcsolása.

Összeférhetetlen jelzőcsoportok

Az összeférhetetlen jelzőcsoportok hibadektálása és kezelése nagyon hasonló az előbb taglalt összeférhetetlen zöld hibához. Ebben az esetben is a jelzőféjek azonosítása és felismerése a kulcskérdés.

Forgalmat veszélyeztető hiba

A korábban felsorolt hibák közül forgalmat veszélyeztető hiba a hálózati hiba, az összeférhetetlen zöld, az összeférhetetlen jelzőcsoportok, valamint bizonyos esetekben a hiányzó és nemkívánatos kijelzés is. Az ilyen hibák fellépésekor a korábban leírt módokon (sárga villogó, sötét üzem) kell beavatkozni.

Forgalmat nem veszélyeztető hiba

Ebbe a kategóriába tartozhat bizonyos esetekben a hiányzó kijelzés. Például egy kiegészítő jelzőn nem működő piros jelzés nem veszélyezteti a forgalmat. A hibát fel kell jegyezni és minél hamarabb ki kell javítani.

A rendszer újraindítása

A kommunikáció sajátossága miatt a rendszer újraindításáról is speciálisan kell gondoskodni. Amíg a hagyományos forgalomirányító

gépnel ez egy központilag kiadott eljárást jelent a megfelelő bekapcsoló program lefuttatásával, addig az elosztott rendszerben csoportvezérlő egység alkalmazása szükséges. Ez programozható valamely jelzőfej kártyájába is, de akár külön egységként is alkalmazható.

Redundancia a biztonságos működtetéshez

A klasszikus forgalomirányító berendezések esetén általában redundanciával biztosítják a megfelelő jelzésvezérlést. Ezt leggyakrabban egy független CPU kártyával valósítják meg. Ehhez hasonlóan az elosztott rendszer esetében is szükséges redundancia alkalmazása. Ezt értelemszerűen az okos jelzőfej áramkör-től független egységnek kell végeznie. Mivel a koncepcióban napelemes akkumulátor hajtja meg a lámpákat, kézenfekvő megoldásként adódik a töltésvezérlő áramkör alkalmazása e célra. Amennyiben ezt a vezérlő egységet felruházzuk plusz intelligenciával, képes a redundáns ellenőrzés szerepét ellátni. Ez a gyakorlatban úgy valósulhat meg, hogy a töltésvezérlő is képes a jelzőfejek wifi hálózatra kapcsolódni. Ha pl. egy intelligens jelzőfej teljesen „lefagy” (azaz nem tudná magát lekapcsolni, se a többi jelzőt értesíteni a meghibásodásról) a töltésvezérlő áramkör áramtalanítaná magát, és képes lenne ezt az utasítást a többi töltésvezérlő egységnek továbbítani.

4. ELOSZTOTT IRÁNYÍTÁSI STRUKTÚRA TESZTELÉSE PLC-VEL

Az elosztott architektúra fejlesztésének első lépéseként az intelligens jelzőfejek megvalósítása történt meg, még kábeles kommunikációs kapcsolattal. A vezetékek hossza, darabszáma és maga a forgalomirányító berendezés nagymértékben befolyásolja egy adott csomópont kiépítésének összköltségét. Ezek csökkentése úgy érhető el, hogy a lámpafejekbe egy logikai modul építünk, ezáltal eliminálva a rendszerből a vezérlő gépet és csökkentve a kábelek számát. Az ötlet teszteléséhez egy Siemens LOGO PLC (Programmable Logic Controller) eszközt alkalmaztunk, amely segítségével a jelzőlámpák fénypontjainak direkt kapcsolását lehet megoldani. Ezek a programozható logikai vezérlők relés kimenettel rendelkeznek, így alkalmasak a feladat elvégzésére. Tehát minden jelzőfej egy PLC-vel kiegészítve kap-

csolatban áll a forgalomirányító berendezéssel. Az azonos jelzésképet mutató jelzőfejek esetében elegendő egy vezérlő egységet alkalmazni. Mivel ez a fénypontokhoz közel helyezkedik el, kis mennyiségű vezeték is elég a rendszer működtetéséhez. A kommunikációt egy UTP kábel segítségével lehet megvalósítani a PLC modulok között. A koncepciót laborkörülmények között teszteltük jelzőcsoportos tesztcsomópontot kialakítva [4]. Amennyiben egy router eszközzel kiegészített rendszer áll rendelkezésre, az elosztott kábeles koncepció továbbfejleszhető vezeték nélküli hálózati rendszerré.

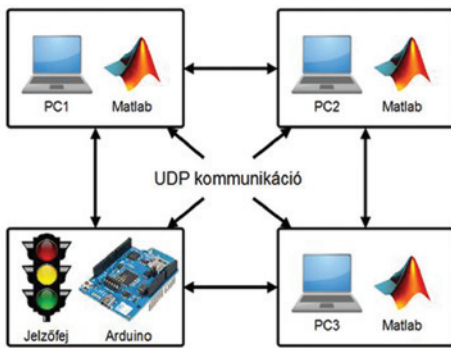
5. VEZETÉK NÉLKÜLI, ELOSZTOTT IRÁNYÍTÁSI STRUKTÚRA TESZTELÉSE MATLAB-ARDUINO PLATFORMON

Az Arduino tulajdonképpen egy kisméretű számítógép, amely különféle elektronikai és automatizálási feladatok végrehajtására tökéletesen alkalmas. Kis mérete miatt könnyedén beépíthető a jelzőfejek házába, ahol a külső káros hatásoktól is megfelelő védelmet kap. Nagy előnye, hogy könnyen programozható és előre elkészített csatlakozókkal rendelkezik, így nem kell külön nyomtatott áramkört tervezni [5]. Azért is az Arduinora esett a választás, mert ez egy egyszerűen programozható eszköz, amely tökéletesen alkalmas a fejlesztési feladatok megoldására. Egy későbbi, valós kialakítás során természetesen már jobban megéri saját tervezésű áramkörök alkalmazása a jelzőfejekben.

A koncepció vizsgálatához tesztrendszer építettünk fel a BME Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék laborjában egy egyszerű, négy jelzőlámpás csomópont szimulálásaként. A tesztrendszer tartalmaz PC-eket is, amelyekben a MATLAB képezi a virtuális valóságot (egy PC = egy jelzőfej). Ezáltal három szimulált és egy valós (Arduinoval fejlesztett) intelligens jelzőfej együtt modellezik a teszt-csomópont működését. Egy tetszőleges jelzésterv futtatása közben a lehetséges hibák észlelésére és kiküszöbölésére van lehetőség. A helyes hibadetektálás megfigyelését könnyítik a beépített, manuálisan létrehozható hibák. Ilyen például a tetszőlegesen bekapcsolható zöld jelzés, amellyel könnyedén lehet zöld együttégés hibát generálni, majd tesztelni a rendszer választását a hibára.

A tesztrendszerben az adatátvitel UDP protokoll segítségével történik, amely jóval gyorsabb kommunikációt képes biztosítani a TCP/IP protokollal szemben. Megbízható UDP kapcsolat megvalósítására a kommunikációban érintett felek (programok) megfelelő programozásával van lehetőség. Azaz a küldő és fogadó feleknek kell az üzenetek megfelelőségét vizsgálni felsőbb szintű protokollrétegekben. Mivel az UDP protokoll önmagában nem szavatolja az adatsomagok elvesztésének ellenőrzését, ezt a szoftver fejlesztésekor kell orvosolni (3. ábra).

3. ábra: A vezeték nélküli, elosztott jelzőlámpás tesztrendszer felépítése



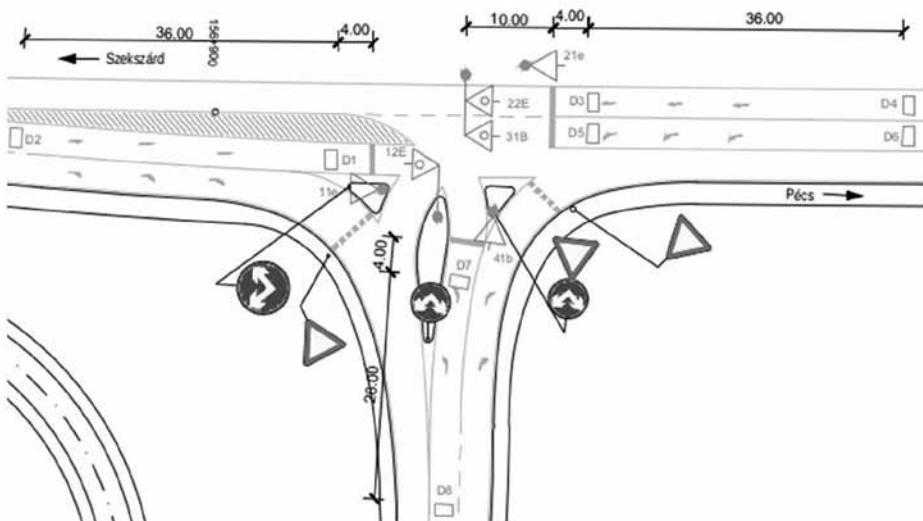
6. A FEJLESZTETT RENDSZER KÖLT-SÉGHATÉKONYSÁGA

A rendszer fejlesztésének fő motivációja a költségek csökkentése a megfelelő biztonsági szint megtartása mellett.

Általános érvényű nyereségszámítást ugyan nem lehet végezni (hiszen minden csomópont más és más tulajdonságokkal rendelkezik), ugyanakkor egy átlagosnak mondható, valós csomóponton most mégis megpróbáljuk szemléltetni a költségek változását. A kiválasztott helyszín a 6. sz. főút 156,9 km szelvényénél található (4. ábra) jelzőlámpás csomópont, amelyet 2015 tavaszán építettek meg újonnan.

Ebben a csomópontban hat jelzőfejes forgalomirányítás került kiépítésre. A fejlesztett rendszer kiépítésének költségeit főként ezek száma határozza meg, hiszen az új technológia a jelzőlámpákkal kapcsolatos építési munkát könnyíti. A cikkben bemutatott koncepciónak köszönhetően rengeteg költséges és időigényes munkafolyamat eltűnhet egy jelzőlámpás csomópont kiépítésekor (vagy akár a felújításakor).

4. ábra: Jelzőlámpás csomópont terve a 6. sz. főút 156,9 km szelvényénél (forrás: Unitef-Szalamandra Mérnöki Iroda Kft.)



Tekintsük először végig a legfontosabb általános költségteleket a hagyományos jelzőlámpás csomópont kiépítésekor:

- kutatógödör és kábelárok ásás, homokágy készítés;
- útátfúrás védőcső behúzással;
- kábelcsatorna, kábelakna kiépítés fedőlappal;
- kábel behúzás;
- kábel tartószerkezetre rögzítés;
- gépalap készítés betonozással;
- PVC / KGEM PVC csövek;
- horganyzott acélvezeték;
- kábel anyagok;
- forgalomirányító berendezés;
- az áramszolgáltatás engedélyeztetése és kiépítése.

Ugyancsak a fentebb bemutatott csomópontot figyelembe véve most tekintsük át a vezeték nélküli rendszer kiépítésének legfontosabb költségteleit:

- napelemek, akkumulátorok és töltésvezérlők;
- relék;
- az Arduino Uno és Arduino Wifi Shield eszközök vagy azzal egyenértékű (saját fejlesztésű) nyomtatott áramköri elemek;
- wifi router;

A fentiekhez megjegyzésként fűzzük még hozzá, hogy természetesen felmerülnek még további olyan tételek és költségek, amelyek jelen vannak mindkét rendszerben, pl. fázisidőprogramok tervezése, jelzőlámpák, jelzőoszlopok, geodéziai bemérés, hurokdetektorok. Ezek költségei azonban azonosak mindkét kiépítés esetén, így a tétellistákban nem szerepeltettük.

Látható, hogy a fejlesztett rendszer tétellistája eleve rövidebbre adódik. Ráadásul lényegesen kevesebb munkával jár ez a fajta kiépítés, hiszen nincs földmunka és kábelezés. Az elosztott, wireless rendszer költsége szerelési díj és jelzőlámpa nélkül, hat jelzőfejre vonatkoztatva mindössze 500 000 forintba adódik a minta-keresztvezetés esetén.

Ahhoz, hogy tápellátás nélküli csomópontot lehessen kiépíteni, úgynevezett szigetüzemű vagy hálózatfüggetlen napelemes rendszert kell alkal-

mazni. Az önálló rendszerben való működést fotovoltaiikus elemek használatával lehet biztosítani. A felépítéshez szükséges egy napelem, akkumulátor, töltésvezérlő és a fogyasztó. A fogyasztó ebben az esetben a jelzőfej lesz. Egy ilyen rendszer megbízható akkumulátoros működtetéséhez szükség van az akkumulátor méretezésére. Ennek részletei a Melléklet fejezetben olvashatók.

A cikk terjedelmi korlátaiból adódóan a részletes költségelemzéstől eltekintünk. Végeredményként azonban rögzíthető, hogy a fejlesztett rendszer alkalmazásának költsége nagyjából 55%-a a hagyományos rendszerben kiépített csomópont költségének. Figyelembe véve, hogy egy jelzőlámpás csomópont kiépítésekor több millió forint nagyságrendről beszélünk, kijelenthetjük, hogy a vezeték nélküli kiépítéssel jelentős költségmegtakarítás is elérhető (akár milliós nagyságrendű).

A kiépítés költsége mellett fontos megemlíteni az üzemeltetéshez kapcsolódó várható előnyöket is. A vezeték nélküli rendszer kiküszöböli a beázás veszélyét, amely a klasszikus kiépítésnél egy gyakori probléma. Szélsőséges időjárás esetén az alépítményben futó elemek gyakran beáznak. Továbbá a napelemes üzem miatt nincs szükség elektromos szolgáltató hálózatához való kapcsolatot kiépítésére (amely önmagában jelentős tétel), és természetesen az áramfogyasztás költsége sem merül fel.

7. KOCKÁZATELEMZÉS

Alapvetően két feltevéssel kell számolni, amelyek teljesülése nélkül a további megállapítások nem lennének érvényesek:

- az abszolút biztonság vagy kockázatmentesség nem érhető el;
- a biztonság számára rendelkezésre álló pénzügyi források korlátozottak.

Az első feltételezés többek között azzal indokolható, hogy a komplex rendszerek soha nem hibamentesek, legalábbis hibamentességük nem bizonyított.

A második feltételezést is sokszorosan alátámasztja a gyakorlat. A balesetek után a politi-

ka szintjén gyakran bizonygatják, hogy a pénz nem játszik szerepet, ha a biztonságról van szó, később azonban, amikor a biztonságot szolgáló beruházásokról van szó, a helyzet gyakran egészen másként néz ki. A második feltevés magába foglalja a korlátozottan alkalmazható eszközök optimalizálását, azaz a kockázat optimalizálását adott peremfeltételek figyelembevételével [6].

Új rendszerek elfogadásakor vagy meglévő rendszerek lényeges felújításakor a GAMAB elv kockázat-elfogadhatósági kritériumkénti alkalmazása javasolt. A GAMAB a francia *Globalement Au Moins Aussi Bon* kifejezésből kialakított betűszó. Jelentése: „Globálisan legalább olyan jó”. Az elv teljes megfogalmazása a következő: „Minden új kötöttpályás rendszer globálisan legalább

olyan biztonsági szintet kell, hogy nyújtson, mint bármely meglévő egyenértékű rendszer”. Természetesen ez a megközelítés a közúti forgalomirányító rendszerek esetében is hatékonyan alkalmazható. A jelenleg tárgyalt rendszer is ezen elv alapján került kidolgozásra. A cikkben ismertetett vezetékek nélküli, elosztott forgalomirányító rendszer tehát nem lehet kevésbé biztonságos, mint a jelenleg is működő klasszikus csomóponti forgalomirányítás.

A megfelelőség ellenőrzésére egy FMEA [7] (Failure Mode and Effects Analysis), azaz hibamód és -hatás elemzés készült, amely a csomóponti forgalomirányítás során jelentkező hibák hatását és az elosztott, vezetékek nélküli rendszer hibakezelését foglalja össze (1. táblázat).

1. táblázat: A vezetékek nélküli, elosztott forgalomirányító rendszerre vonatkozó FMEA elemzés

Hiba megnevezése	Hiba hatása	Üzem megszakítása?	Biztonsági kockázat	Hibakezelés az elosztott vezetékek nélküli rendszerben
Hálózati hiba	Kommunikáció megszűnik, teljesen hibás működés.	Igen	Igen	Több úton terjed a hibaüzenet (jelzőfejek vagy az attól független töltőáramkörök segítségével), ami a sárga villogó vagy sötét üzemet kapcsolja.
Hiányzó kijelzés	Valamely jelzőfej izzóhibája miatt nincs megfelelő jelzésekép, a forgalom nem teljesen irányított. Nem minden esetben veszélyes, mivel kiegészítő jelzők hibája esetén a főjelző még megfelelően működik.	Igen/Nem	Igen/Nem	Sárga villogó vagy sötét üzemet beavatkozásig.
Nemkívánatos fényjelzés	Szintén izzóhiba okozza, csak ez esetben nem kiegészítő. A hiba hatására értelmetlen jelzésekép jelenhet meg.	Igen/Nem	Igen/Nem	Sárga villogó vagy sötét üzemet beavatkozásig.
Összeférhetetlen zöld	Egymást tiltó irányokban együttes zöld jelzés esetén fokozott balesetveszély van érvényben.	Igen	Igen	A jelzőfejek egymást ellenőrzik és döntenek a biztonsági funkció bekapcsolásáról.
Összeférhetetlen jelzőcsoportok	Két vagy több jelzőcsoport, amelyek egyidejű működés esetén összeférhetetlen forgalmi mozgásokat okoznának.	Igen	Igen	A jelzőfejek egymást ellenőrzik és döntenek a biztonsági funkció bekapcsolásáról.
Forgalmat veszélyeztető hiba	Olyan hiba, amelynek hatására a forgalomirányító jelzőrendszernek a biztonságos üzeme nem szavatolható.	Igen	Igen	A jelzőfejek döntenek a beavatkozás szükségességéről és típusáról.
Forgalmat nem veszélyeztető hiba	Olyan hiba, amely a forgalom lefolyására nem veszélyes, nem okoz közvetlen veszélyhelyzetet.	Nem	Nem	A hiba feljegyzésre kerül az adott jelzőfejben, de nem történik beavatkozás.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Cikkünkben a közúti forgalomirányítás vezetékek nélküli és elosztott forgalomirányítási koncepcióját mutattuk be. Az újszerű megközelítés fő eredménye a költségsökkenés, amely közel 50%-ot is elérhet a hagyományos irányításhoz képest. A fejlesztett rendszerben az alkalmazott eszközök száma és a kiépítési munkák is csökkennek, mivel se földmunka, se kábelezéssel kapcsolatos feladatok nincsenek. Sőt a napelemeknek köszönhetően gyakorlatilag egy környezetbarát rendszer valósítható meg.

Jövőbeli kutatásunkban az intelligens jelzőfejek és a járművek közötti interakcióval és annak lehetőségeivel tervezünk foglalkozni. A legtöbb mai új járműben már megjelenik valamilyen kommunikációs rendszer is, amely más járművekkel vagy a környező infrastruktúrával képes kapcsolatot létesíteni. Ezek az ún. V2V (Vehicle to Vehicle, azaz járművek közötti) és V2I (Vehicle to Infrastructure, azaz jármű és infrastruktúra közötti) kommunikációs technológiák. Az intelligens jelzőfej például képes lehet a közeledő jármű számára megmondani az optimális sebességet vagy azt, hogy lassítson, mert már biztos nem ér át. Az autonóm járművek gyorsuló fejlődésével ennek a típusú V2I kapcsolatnak egyre nagyobb jelentősége lesz, és ez egyúttal a bemutatott koncepció kibővítését is jelenti.

9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondunk az adatok és tervek biztosításáért a FOR-VID Forgalmotechnikai Kereskedelmi és Szolgáltató Kft-nek, valamint az Unitef-Szalamandra Mérnöki Iroda Kft-nek.



A cikk továbbá az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-16-4-III. kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

FELHASZNÁLT IRODALOM

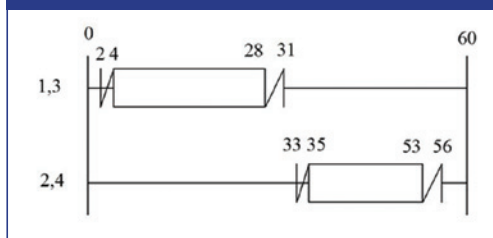
- [1] Varga István: Közúti jelzőlámpák vezérlése hálózaton keresztül, Városi Közlekedés, Vol. 49(5), pp. 282-285., 2009
- [2] MSZ EN 12675:2002 ICS 93.080.30
- [3] CENELEC HD 638:1999
- [4] Tamaskovics Gergely: Vezeték nélküli, elosztott rendszerű jelzőlámpás forgalomirányítás, BME, Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, BSc szakdolgozat, 2015
- [5] <https://www.arduino.cc/>
- [6] dr. Tarnai Géza: Vasúti biztosítóberendezések tanúsítási eljárásának harmonizálása, 2005
- [7] Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA), International standard, IEC60812, 2006

MELLÉKLET

Az akkumulátorok méretezéséhez el kell dönteni, hogy csak nyári hónapokban vagy egész évben kell-e a rendszernek működnie. Ennek legegyszerűbb módja a méretezési faktor használata, amely ugyan pontatlan, de kis teljesítményeknél nagyon jól használható. A nyári méretezési faktor értéke kontinensenként eltérhet. Közép-Európában 4, Európa déli részén 5-6, illetve Afrikában vagy egyéb napos területeken 5-6 a használatos érték. Télen ez legfeljebb 2 lehet.

A rendszer megfelelő felépítéséhez először tisztázni kell a napi energiafelhasználást. Ezután következik a napelemek méretezése, valamint az akkumulátor kapacitásának meghatározása. A méretezés bemutatása a következő jelzésterv alapján történik (5. ábra). A program hajnali 02 órakor indul és éjjel tizenegy órakor áll le.

5. ábra: Minta jelzésterv



Az első jelzéseképet mutató jelzőfejhez kapcsolódó számítások:

$$t_{z\ 1,3} = 24\ s ; t_{p\ 1,3} = 33\ s ; t_{s\ 1,3} = 5\ s$$

2. táblázat:

Fogyasztó	Teljesítmény	Üzemóra/nap	Napi fogyasztás
Piros	5 W	~10 óra	50 Wh
Sárga	5 W	~4,5 óra	22,5 Wh
Zöld	5 W	~7 óra	35 Wh
			Σ 107,5 Wh

A második jelzéseképet mutató jelzőfejhez kapcsolódó számítások:

$$t_{z\ 2,4} = 18\ s ; t_{p\ 2,4} = 39\ s ; t_{s\ 2,4} = 5\ s$$

3. táblázat:

Fogyasztó	Teljesítmény	Üzemóra/nap	Napi fogyasztás
Piros	5 W	~12 óra	60 Wh
Sárga	5 W	~4,5 óra	22,5 Wh
Zöld	5 W	~5,5 óra	27,5 Wh
			Σ 110 Wh

A napelem kiválasztásához a téli méretezési faktort kell alkalmazni, hiszen a jelzőlámpás forgalomirányítás egész évben működik. Ennek megfelelően a méretezési faktor 2 legyen. A két példából látható (2. táblázat és 3. táblázat), hogy a jelzőfejek jó közelítéssel azonos fogyasztásigényűek. Ebben a példában ez 110 Wh. Felhasználva a kiválasztott méretezési faktort, adódik, hogy az alkalmazandó napelem 55W teljesítményű legyen.

Az akkumulátor kiválasztásához ismert adatok: az energiafogyasztás 110 Wh napon, az átlagos akkumulátor feszültség 12V, valamint az elvárt autonóm (töltés nélküli) működési igény három nap. Így az akkumulátor elvárt kapacitása a következő képlettel számítható ki:

$$\frac{110Wh}{12V} \cdot 3\ nap \cdot 2 = 55Ah$$

Az utolsó kettes szorzóra azért van szükség, mert az akkumulátorok hosszabb élettartamának megőrzése érdekében csak 50%-ra meríthetők le.



The concept of intelligent signal heads: wireless traffic management with a distributed traffic control system

The elements of traditional road and intersection traffic light control (traffic control equipment, signal heads) are constantly evolving. However, the basic concept of the structure of control systems has practically been the same from the beginning. This means that in an intersection, any given number of traffic lights have always been controlled by a central machine through directly connected cables. Although wireless technologies have recently come into general use, in the area of road traffic management, their advancement is still to come. This paper presents this approach so that not only the wireless concept is introduced but also the possibility of its implementation in a distributed system.



Das Konzept des intelligenten signalkopfes: drahtloses Verkehrsmanagement durch verteiltes Verkehrsleitsystem mit Verkehrsampeln

Die Elemente der traditionellen Straßen- und Verkehrsknotensteuerung (Verkehrsleittechnik, Signalköpfe) entwickeln sich ständig weiter. Das Grundkonzept der Steuerungssysteme ist jedoch von Anfang an das gleiche: dies bedeutet, dass an einer Kreuzung eine gegebene Anzahl von Ampeln immer durch eine zentrale Maschine über direkt angeschlossene Kabel gesteuert wird. Obwohl heutzutage die drahtlosen Technologien überall in den allgemeinen Gebrauch geraten sind, im Bereich des Straßenverkehrsmanagements ist ihre Verbreitung noch abzuwarten. In diesem Artikel es wird dieser Ansatz vorgestellt, so dass nicht nur das drahtlose Konzept, sondern auch die Möglichkeit seiner Implementierung in einem verteilten System beschrieben wir.

125 éve létesítették a tapolcai fűtőházat

A magyar vasúttörténet egyik fontos területe a nagy múltú fűtőházak létesítésének, működésének feldolgozása. Az évfordulók jó alkalmat szolgáltatnak a kutatási eredmények közzlésére.

Varga Károly

nyugalmazott MÁV főtanácsos
e-mail: vargakaroly1934@gmail.com

A Sümeg–Tapolca HÉV favázis, két mozdony befogadására alkalmas fűtőházat létesített Tapolcán. Ide átomásították 1891. május 16-ai megnyitáskor a Boba–Jánosháza–Sümegei HÉV két mozdonyát. A fűtőház feladatát a HÉV két mozdonyával a Tapolca és Ukk közötti vonal kiszolgálása képezte 1903. június 7-éig. Ekkor nyílt meg a Tapolca–Keszthelyi HÉV, és így Tapolca középállomás lett. Ezért a fűtőházi kirendeltséget feloszlatták, és feladatait a Keszthelyen újonnan szervezett fűtőházvezetőség vette át.

Az 1909. július 9-én megnyílt Balaton Vidéki Vasút Tapolcát csomóponti állomássá fejlesztette, ahol a MÁV új fűtőházfőnökséget szervezett Halász Ignác mészaki hivatalnok, fűtőházfőnök vezetésével. A Szombathelyi Üzletvezetőség felügyelete alá tartozó tapolcai fűtőházhoz 4 db új szállítási TV. osztályú (később 375 sor.), másodrangú mozdonyt állomásítottak.

A fűtőház első feladatait a Tapolca–Adonypusztaszabolcsi és az Alsóórs–jutasi vonalak személy-, vegyes- és tehervonatainak – a jutasi fűtőházzal megosztva – történő kiszolgálásában határozták meg. A fűtőház első személyzete hat fő, főnöke pedig Halász Ignác volt.

Az újjászervezés után a fűtőház gyors fejlődésnek indult. 1913-ban a fűtőházat a Zágrábi Üzletvezetőséghez csatolták. 1915-ben a fűtőház mozdonyállaga 12 db, míg a teljes létszám a napibéresekkal és a munkásokkal együtt 55-60 fő lehetett.

1915 tavaszán Halász Ignác fűtőházfőnöktől Schaffer Alajos mozdonyfelvigyázó vette át a fűtőház vezetését. Schaffer irányítása alatt a fűtőház fűtőházvezetőségként üzemelt.

Az első világháborút követő területelcsatolások után a tapolcai fűtőház visszakerült a Szombathelyi Üzletvezetőséghez. Schaffer a nehéz történelmi körülmények között is (világháború, forradalmak, Trianon, világválság) hosszú időn át eredményesen vezette a fűtőházat 1934-ig, nyugállományba vonulásáig. Ekkor a fűtőházhoz tartozott a szertár, nem csekély feladatokkal.

1927 tavaszán a fűtőháznál hét típushoz tartozó 30 db gőzmozdony üzemelt: 321 sor. 5 db, 324 sor. 9 db, 328 sor. 5 db, 375 sor. 2 db, 377 sor. 2 db, 424 sor. 2 db, 651 sor. 5 db (Mallet hegyvidéki). Ebben az időben az összes időszakos és futójavítást a tapolcai fűtőház fiók-műhelye végezte. Schaffer Alajos fűtőházvezető 1927. május 9-én Budapesten sikerrel letette a motorkocsivezetői vizsgát.

A MÁV Igazgatóság 1928. április 23-ától a 304 sz. Maybach motorkocsit Tapolcára állomásította, és ezzel elkezdődött Tapolcán a motorizáció, amely Ganz gyártmányú motorkocsik telepítésével folytatódott.

1928-1929-ben az országban másodikként megépült Tapolcán a kor követelményeinek megfelelő motorkocsiszín is. 1929 szeptemberében a fűtőházhoz 8 db motorkocsit állomásítottak. Ezek darabszáma a későbbiek során 8-10 db körül állandósult. 1930-ban a

keszthelyi fűtőházvezetőséget megszüntették, feladatait és mozdonyállagát Tapolcához csatolták.

1934 nyarán a fűtőház főnökének Kiss György mérnököt nevezték ki, aki a tapolcai fűtőház első mérnöki végzettségű főnöke volt. 1937 őszén Kocsis Károly mérnök vette át a fűtőház vezetését.

A fűtőházat 1940 elején a Budapest-Déli Üzletvezetőséghez sorolták át. 1940 tavaszán Kocsistól a fűtőház vezetését – rövid időre – Varga Jenő mérnök vette át, akinek utóda még az évben Gerentsér Imre mérnök lett.

1940 májusában öt gőzmozdonytípushoz (22, 220, 324, 376, 377 sorozatok) tartozó 29 db mozdonya volt a fűtőháznak. 1943-1944 fordulóján a tapolcai fűtőházhoz 7 db új szállítású, 424-es sor. gőzmozdonyt állomásítottak, amelyek alkalmasak voltak a Budapest-Tapolca közti távolsági személy- és gyorsvonati forgalmának lebonyolítására.

Az 1944. március 19-i német megszállást követően a tapolcai fűtőház is a légitámadások által veszélyeztetett célponttá vált. 1945. március 25-én nagy erejű szovjet légitámadás érte Tapolcát. Ezt követően elrendelték a vasúti csomópont kiürítését, amely során a német csapatok a járművek és felszerelések nagy részét magukkal vitték. A háború után – az 1945. májusi jelentés alapján – Tapolcán mindössze 2 db I. rangú, 7 db II. rangú és 4 db keskeny nyomközű III. rangú mozdony maradt.

A vasúti közlekedés – Tapolca környékén – csak lassan és vonatottan indult meg. A fűtőház utazó személyzetének egy részét hónapokon át más fűtőházakhoz rendelték ki. A fiókműhely dolgozói a sérült, roncsolt járművek felújítását végezték, és 1946. augusztus 7-én a forgalom számára átadták az első felújított gőzmozdonyt.

A háború után kialakult nagymértékű pénzromlásra és áruhiányra tekintettel a fűtőház hosszú távú önellátásra rendezkedett be. 1946 elején Gerentsér Imrét Nagykanizsára helyezték főnöknek, a tapolcai fűtőház vezetését

pedig Krenner György főtisztre bízták. 1946 szeptemberében a fűtőház alkalmazottai közül 9 fő „B” listára került.

1946. szeptember 19-én Szombathelyről Tapolcára állomásították a BCy 456 sz. motorkocsit, így újraindult Tapolcán a motoros vontatás. 1948 őszén a fűtőház vezetésében változás történt, amely során Krenner Györgyöt Szabó András főmérnök váltotta.

Az ország újjáépítésének időszakában egyre nagyobb feladatok hárultak a fűtőházra. A forgalom erőteljes növekedésének lebonyolítását elősegítette, hogy a 424-es sorozatú gőzmozdonyok – az 1950-es évek elején – meghatározóvá váltak Tapolcán, 1950 szeptemberében a fűtőház több dolgozóját „kiratkatper” keretében társadalmi bíróság elé állították.

1951 március 15-ével Szabó Andrást az igazgatóságra helyezték, utódaul pedig Horváth Károly mozdonyvezetőt nevezték ki főnöknek, aki Tapolca első munkáskáder főnöke volt, és 1954 február 15-éig vezette a fűtőházat.

1952 júliusában a helsinki olimpián – a fűtőház fiatal munkatársa – Csermák József kalapácvetésben 60,34 m-es sporttörténelmi dobással olimpiai aranyérmes lett.

1952-ben Elek József tapolcai mozdonyvezető és két fűtője országosan is élen jártak a munkaverseny mozgalomban. A Népköztársaság Elnöki Tanácsa november 7-e alkalmából őket a Magyar Munka Érdemrend ezüst, illetve bronz fokozata kitüntetésben és pénzjutalomban részesítette. 1954. február 15-étől a Vésztőről áthelyezett Kötsei Károly lett a fűtőház főnöke, aki azonban az 1956-os forradalmi napok egyikén csendesen eltűnt Tapolcáról.

Az 1956-os forradalmi események idején a fűtőháznál is megválasztották a munkástanácsot, amelynek elnöke Cseh Ferenc fűtő lett. Kötsei távozása után a főnöki teendőket ellátását – rangidős tisztviselőként – Csontos Ödön műszaki főtanácsos, főnökhelyettes vette át. Később az Igazgatóság Kiss István műszaki főellenőrt, régi mozgalmi embert és megbízható munkáskádert nevezte ki fűtőházfőnöknek.

A forradalmi eseményekben való részvételük miatt a fűtőházak közül 8 főt elküldtek.

Tapolcán a korai motorüzem bevezetése miatt a dízelesítésnek nagy hagyományai voltak, a fővonal dízelesítéshez azonban a korábbi infrastruktúrát tovább kellett fejleszteni. Így 1958-ban egy új, négyorsós kerékpársüllyesztőt, 1966-ban pedig egy 5Mp-os szabadtéri bakdarut helyeztek üzembe.

Az 1966 április 30-án nyugdíjba vonult Kiss István főnök utódjává Kapronczai Jánost, a fűtőház vezetőmérnökét nevezték ki, (2016 októberében hunyt el), akinek személye, vezetői munkája meghatározó volt a dízelesítéssel együtt járó feladatok eredményes megoldásában.

Az 1959-ben elindult dízelesítés 1966-tól felgyorsult a tapolcai fűtőháznál. Így 1959-ben az M31-esek, 1960-ban és 1962-ben a Rába-Balaton motorkocsik, 1966-ban az ABb motorkocsik, majd az M46-os dízel-hidraulikus mozdonyok érkeztek Tapolcára, az M40-esek (a Púposok) darabszáma pedig 1968 és 1971 között 14 db-ra nőtt.

1974. május 31-ével Kapronczai János vontatási főnököt a Szombathelyi Igazgatóság vezetőhelyettesévé léptették elő, utódjává Szabó József mérnök főtanácsost nevezték ki főnöknek.

1974-ben megjelentek a szovjet gyártmányú M62-es dízelmozdonyok.

Az 1978. június 1-jével Tapolcán is létrehozták a Körzeti Üzemfőnökséget, aminek következtében a Vontatási Főnökség önállósága átmenetileg megszűnt.

1979 tavaszán az M31 sor. mozdonyokat új szállítás – román gyártmányú – M43 sor mozdonyok váltották fel. 1979. május 31-ével a gőzvontatás, 1980 végén pedig az ABb motorkocsik üzemeltetése megszűnt a tapolcai fűtőháznál.

1979 október 31-én állomásították Tapolcára az első – svéd gyártmányú – M61 sor. „NOHAB” mozdonyokat. A következő évek-

ben az M61 sor. mozdonyok darabszáma továbbnővekedett, és végül valamennyi ilyen jármű Tapolcára került.

Szabó János műszaki üzemfőnök-helyettes 1980. szeptember 5-én nyugdíjba vonult, utódául Csermák József műszaki főfelügyelőt nevezték ki. Csermák kinevezésével egyidejűleg Sörös László kapott megbízást a vontatási vezetőmérnöki munkakör ellátására.

A vezetők személyes irányításával – majdnem teljesen önerőből, színvonalas munkával – 1983-ban létrehoztak Tapolcán egy vízellenállásos teljesítmény-beállító berendezést, amely sokáig megbízhatóan üzemelt.

1987-ben elkezdődött és több évig tartott az M61 sor mozdonyok kevésbé átgondolt selejtezése. A NOHAB mozdonyokból egy darabot – eredeti külsővel – nosztalgia utazás céljára megőriztek, és a Magyar Vasúttörténeti Parkban helyezték el.

1991. december 29-én Csermák József vontatási főnök korengedménnyel nyugdíjba ment, utóda Sörös László lett. Az 1990-es társadalmi, gazdasági átalakulások után Tapolca körzetében a teherforgalom lényegesen csökken. A balatoni személyforgalom lebonyolításában a tapolcainak továbbra is jelentős szerepük volt.

A Tapolcai Vontatási Főnökség főbb létesítményei (zárójelben az építés éve, szélessége m-ben, alapterülete m²-ben) az 1995-ös állapotoknak megfelelően:

1. Motorszín I. (1920, 17,4 m, 728 m²);
2. Motorszín II. és kompresszorház (1930 és 1965, 28 m, 949,4 m²);
3. Vontatási iroda (1912, 11,6 m, 183,3 m²);
4. Labor és oktató (1969, 7 m, 127 m²);
5. Kazán és kocsijavító (1941, 3,5 m, 70,4 m²);
6. Homokszárító (1942, 3,5 m, 35 m²);
7. Vízház (1912, 6,5 m, 39,7 m²);
8. Kapcsolóház (1984, 5,4 m, 35 m²);
9. Lámpakamra (1948, 5 m, 29 m²);
10. Váltóörhely (1956, 3,5 m, 21,35 m²);
13. Fordítókorong (1965, 1,8 m, 4 m²);
14. Emeletes iroda (1937, 10 m, 245,7 m²);
16. Röptető, kocsijavító (1982, 10 m, 562 m²);
17. Villamosműhely (1967, 9,7 m, 337,1 m²)

Tapolcán a Vontatási Főnökség 1999. január 1-jén megszűnt, és a Székesfehérvári Gépészeti Főnökség Külső Szolgálati Helye lett. Később a tapolcai fűtőház Celldömölk, végül Szombathely kirendeltsége volt 2006. december 31-i bezárásáig.

A tapolcai fűtőház lelkes hívei és barátai a volt fűtőházban Múzeum Fűtőházat szeretnének létesíteni, és a működéshez alapítványt is létrehoztak.

A fűtőház földrajzi elhelyezkedésénél fogva alkalmas múzeum kialakítására, ugyanis a Balaton közelségét kihasználva számottevő látogatót lehetne idecsábítani.

Az alapítvány célja első lépésben megmenteni a fűtőházat a bezárás utáni enyészettől, illetve a lebontástól, és ezzel biztosítani a múzeum működésének legalapvetőbb feltételét.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] dr. Kövér István: Százéves a vasútigazgatóság Szombathelyen I. kötet: A szakszolgálatok tevékenységének története
- [2] Fehér Tamás: A fűtőházak története, Szombathely, 1995. pp.437-448
- [3] Mozdonyvezetők Szakszervezetének Almanachja, Budapest, 2005, pp.769-770
- [4] A Tapolcai Vontatási Főnökség törzskönyve, 1995.

E számunk lektorai

Domanovszky Henrik

Szűcs Lajos

Dr. Katona András

Dr. Tóth János

KTE

A közösségi közlekedési rendszert érintő működtetési és üzemeltetési döntések támogatása az elektronikus jegyrendszerhez kapcsolódó közlekedési adattárház kialakításával

A hazai közösségi közlekedés megújuló koncepciójához és stratégiájához illeszkedő korszerű, interoperábilis közszolgáltatási rendszer kialakításának folyamatában létrejövő Nemzeti Elektronikus Jegyrendszer Platform a fokozatosan belépő közlekedési szolgáltatóknál (Volánok, MÁV, BKK) olyan mennyiségű valós idejű adatot keletkeztet, hogy ezen adattömeg hasznosítása elkerülhetetlenné teszi egy Nemzeti Közlekedési Adattárház kialakítását. A Nemzeti Mobilfizetési Zrt. a nagy kiterjedésű adathalmazok hasznosításában végzett innovációs tevékenységére alapozva a következő, 2017. év februári lapszámban mutatja be ezzel kapcsolatos koncepcióját.

Dr. Sárközi György – Roósz Tamás – Pusztai Gábor

vezető tanácsadó innovációs irodavezető üzletfejlesztési igazgató

e-mail: sarkozi.gyorgy@nemzetimobilfizetes.hu

roosz.tamas@nemzetimobilfizetes.hu

pusztai.gabor@nemzetimobilfizetes.hu

A hazai közösségi közlekedés történetében nemzetközileg is jelentős mértékű innovatív megoldás megvalósítása küszöbön áll az Elektronikus Jegyrendszer Platform (NEJP) rendszerbe állításával.

A közlekedéssel összefüggő digitális megoldások sorát a Nemzeti Mobilfizetési Fizetési Rendszer (NMFR) kialakítása indította, amely révén Magyarországon a közterületi parkolók országos szinten egységes, a felhasználók számára átjárható ökoszisztémát képeznek.

A parkolási rendszer működése során keletkező adatok hasznosítási lehetőségeire a Közlekedéstudományi Szemle 2016. októberi számában közölt szakcikk is rámutatott. Ennek a témakörnek a továbbművelésénél a Debrecenben megrendezett Nemzeti Közlekedési Napokon már konkrét esettanulmányt mutattunk be „A fővárosi parkolások – anonimizált - egy adott időszakban rögzített idő-, zóna- és fizetési adatai eddig nem publikált, a parkolási rendszerek továbbfejlesztéséhez felhasználható összefüggései” címen.

A NEJP megvalósítása során a NEJP központ megépítése mellett két pilot projekt hivatott a rendszer finomhangolására és képességeinek demonstrálására (Volánbusz, DKV). Ezt követően történhet meg a rendszer kiterjesztése a közösségi közlekedés valamennyi meghatározó szolgáltatójának integrációjával (Volán társaságok, MÁV, BKK és helyi közlekedési vállalkozások), és érvényesülhetnek a bevezetett rendszer előnyei. Az interoperábilis működés miatt a szolgáltatások átjárhatósága, összekapcsolhatósága, nyomon követhetősége, az utazások tervezhetősége, a csatlakozások összehangoltsága, valamint az ezen funkciókból nyert adatvagyon feldolgozása. Az utazások során keletkezett adatok és információk a rendszerhez integrált közlekedési adattárházban válnak hozzáférhetővé a közösségi közlekedésben nyújtott mobilitási szolgáltatások folyamatos javítására, összehangolására, beleértve a prediktív funkciókat is. Az adattárház emellett támogathatja az ellátásért felelős megrendelőt a gazdasági döntések meghozatalában is.

Közlekedésbiztonság - Közlekedési környezetvédelem

Prof. Dr. Holló Péter

kutató professzor, az MTA doktora
Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.
e-mail: hollo.peter@kti.hu

Gyermekek közúti biztonsága hazánkban

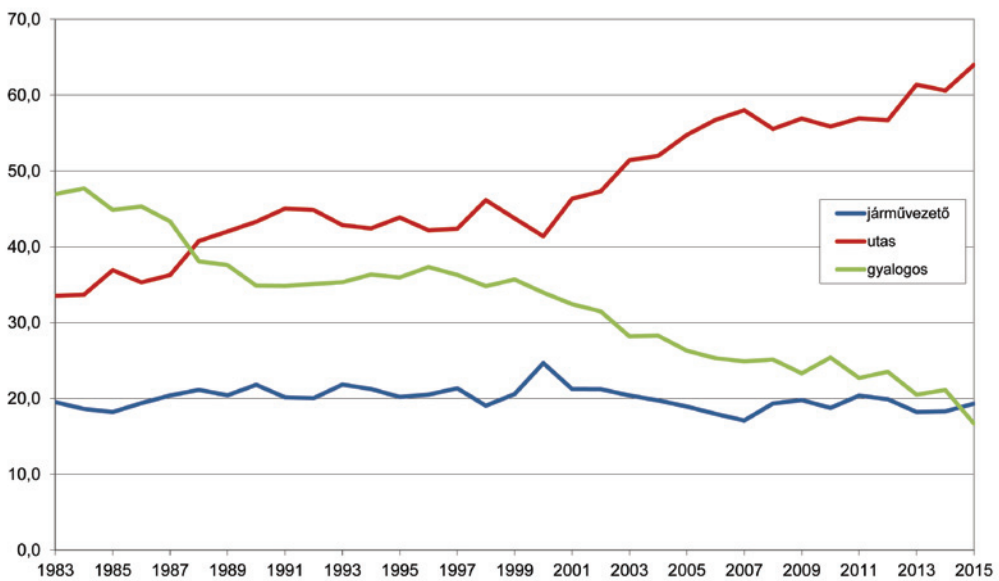
A közúti balesetek elemzésének egyik legfontosabb területe a gyermekekkel kapcsolatos. Különösen jelentős a baleseti okok elemzése és az eredményesebb megelőzésre vonatkozó javaslatok megfogalmazása, gyakorlatba történő átültetése.

A hazai és nemzetközi közúti baleseti statisztikában a 0-14 évesek balesetei számítanak gyermekbalesetnek. A gyermekek közúti biztonsága – érthető módon – szinte valamennyi közlekedésbiztonsági programban prioritásként szerepel. Nem csak azért, mert a gyermekek – elsősorban koruknál fogva – védtelenek, hanem azért is, mert a gyermekek jelentik a jövőt, a jövő fiatal és felnőtt közlekedőit.

2015-ben a közúti közlekedési baleset következtében megsérült és meghalt 21539 személy közül 1559 (7,24%) volt 14 éves vagy fiatalabb. (2010-ben még 8,4% volt ez a részarány.) Közülük 11 életét veszítette, 218 súlyos, 1330 pedig könnyű sérüléseket szenvedett.

Az 1. ábrán a közúti közlekedési balesetek során meghalt és megsérült 0-14 éves gyermekek számának 1983 és 2015 közötti százalékos megoszlása látható a közlekedésben betöltött szerepük szerint.

1. ábra: A közúti közlekedési balesetek során meghalt és megsérült 0-14 éves gyermekek számának százalékos megoszlása a forgalomban betöltött szerepük szerint

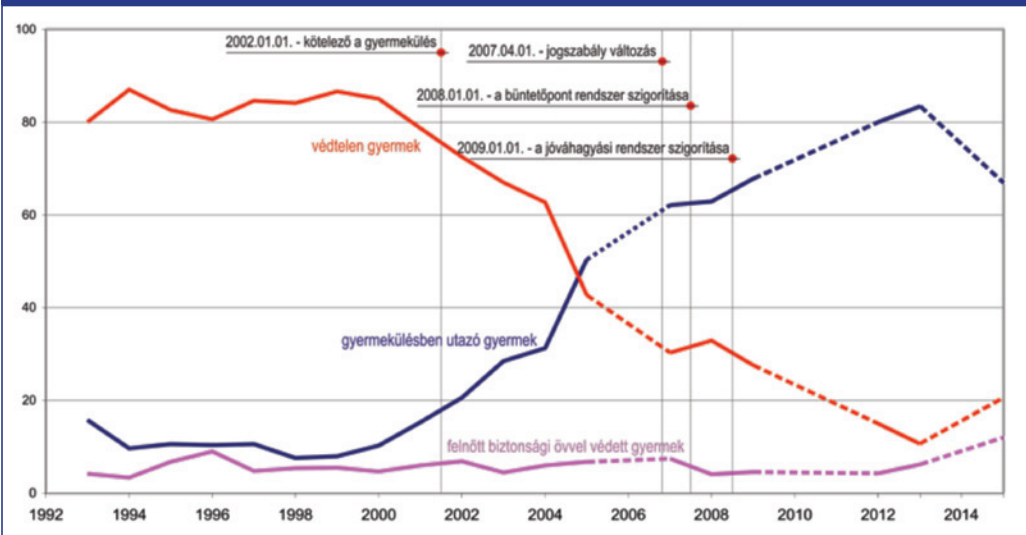


Nem meglepő, hogy 1988 óta a motorizáció fejlődésével a legtöbb gyermek már nem gyalogosként, hanem gépjármű – többnyire személygépkocsi – utasaként sérül meg vagy veszti életét a közúti közlekedésben.

A trendeket vizsgálva megállapítható, hogy a gyalogosként meghalt és megsérült gyermekek részaránya folyamatosan csökken (a vizsgált időszakban 47%-ról 17%-ra), míg a járművezetőként – az esetek legnagyobb részében kerékpárosként – balesetet szenvedőké gyakorlatilag változatlan, 20% körül ingadozik.

A növekvő motorizáció miatt bizonyos fokig érthető, de semmiképp sem elfogadható, sőt, nyugtalanító az utasként megsérült és meghalt gyermekek 2000 óta szinte folyamatosan növekvő részaránya. Míg 1983-ban ez az érték 33% körül volt, addig 2015-re 64% fölé növekedett, vagyis gyakorlatilag megkétszereződött. Ez egyben azt is jelenti, hogy a gyermekbalesetek megelőzésében a személygépkocsiban utazó gyermekek biztonsági kérdései szinte „egyeduralkodóvá” váltak, míg a kerékpáron és gyalogosan közlekedő gyermekek biztonsága folyamatosan veszít jelentőségéből. Az irányzat bizonyos fokig magyarázható a motorizáció fejlődésével, hiszen ez azt jelenti, hogy a gyermekek egyre többet utaznak gépkocsiban, tehát utasként eleve nagyobb mértékben veszélyeztetettek, mint korábban. Az utóbbi évek növekvő értékei azonban arra is engednek következtetni, hogy a gyermekek nem jelentéktelen hányada még mindig védtelenül (biztonsági gyermekülés vagy felnőtt biztonsági öv használata, vagyis mindenféle rögzítés nélkül) utazik. A vonatkozó felmérés adatai [1] részben alátámasztják ezt a feltételezést. A 2. ábra áttekintést ad a gépkocsiban utazó gyermekek védtettségének alakulásáról.

2. ábra: Személygépkocsiban utazó, különböző módon védett és védtelen gyermekek arányának alakulása 1993 és 2015 között



Egyértelműen kedvező, hogy a gépkocsiban védtelenül utazó gyermekek részaránya az 1997. évi 84,6%-ról 2013-ig lényegében folyamatosan és nagymértékben 10% körüli értékre csökkent. Eddig ez volt a legjobb hazai érték, ami azt jelentette, hogy 10 gyermek közül 9 biztonsági gyermekülésben utazott. Sajnos a 2015. évi felmérés azt mutatta, hogy a szabálybetartási szint e tekintetben is romlott, a védelem nélkül utazó gyermekek részaránya 20%-ra, vagyis a 2013. évi érték kétszeresére nőtt. Más szóval: minden ötödik gyermek védtelen utasként vett részt a forgalomban.

Tovább kell fokozni tehát a biztonsági gyermeküléssel vagy felnőtt biztonsági övvel védett gyermekek arányát, amiben a fejlett motorizációjú országok tapasztalatai szerint csak a közlekedésbiztonsági felvilágosító tevékenység és a következetes, szigorú rendőri ellenőrzés, szükség esetén a szankcionálás együttes, összehangolt alkalmazása lehet sikeres.

A 2. ábrán a 2013-ig tartó „sikertörténet” feltételezett okait is bejelöltük. Ezek a következők:



- 2002.01.01. : a biztonsági gyermekülés alkalmazási kötelezettségének bevezetése,
- 2007.04.01., illetve 2008.01.01.: jogszabályváltozás: közlekedési előéleti pontrendszer szigorítása, büntetőpont a gyermekülés használatának elmulasztásáért,
- 2009.01.01.: ettől az időponttól csak a 44.sz. ENSZ-előírás 03, 04 módosítás-sorozata (44.03, 44.04) alapján jóváhagyott, közlekedésbiztonsági szempontból szigorúbb követelményeknek megfelelő gyermeküléseket szabad használni. Ezek már sokkal biztonságosabbak, mint a korábban gyártott ülések. Komoly oldalvédelemmel rendelkeznek és hevedereik rugalmasabbak, így nem okozhatnak sérülést.

Az ábrán ugyan nem szerepel, de 2012. április 15-től fix összegű szabálysértési bírságokat alkalmaznak. A gyermekülés hiánya esetén lakott területen 15.000.-Ft, lakott területen kívül 30.000.-Ft, autópályán, autópályán, pedig 45.000.-Ft összegű bírságot kell fizetniük a gépjárművezetőknek. Érdemes megjegyezni, hogy a kezdetekben biztonsági gyermekülésről beszélt a jogszabály, majd később gyermekbiztonsági rendszeről.



A 2013-at követő visszaesés egyértelműen a fegyelem lazulását mutatja. Ennek oka lehetett a felvilágosítás és az ellenőrzés intenzitásának csökkenése. Ugyanakkor jó hír, hogy az új, intelligens VÉDA kamerák alkalmazásának már csupán a hírére mind a biztonsági övek, mind a gyermekülések használati arányai újra növekedést mutattak 2016 elején. A növekedés nem is kismértékű, a felmérések tanúsága szerint mintegy 10% [2].

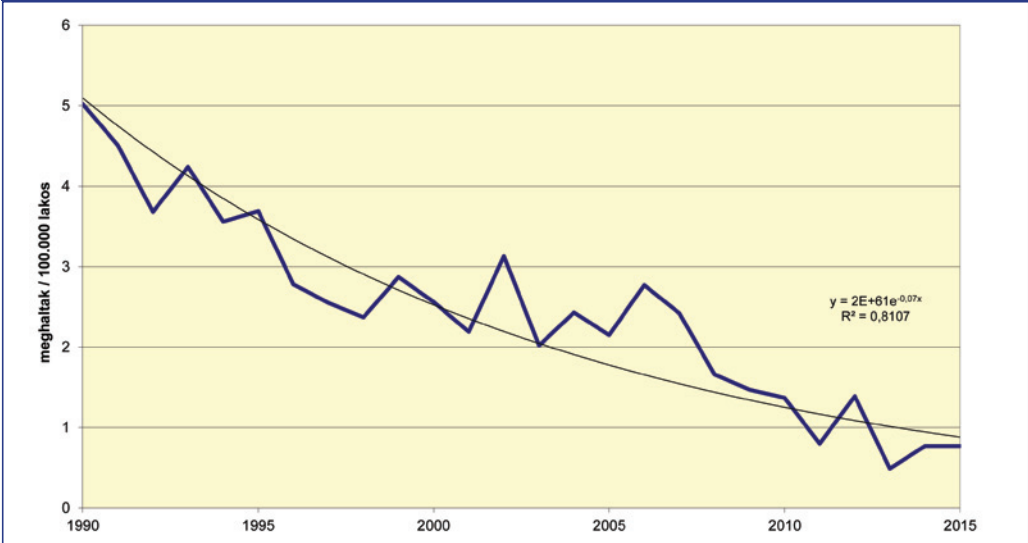
A 3. ábra a 0-14 évesek közötti baleseti halálzási kockázatának (százezer azonos korú lakosra vetített közötti baleseti halottak száma) hazai alakulását szemlélteti 1990 és 2015 között. A csökkenő irányzat világosan felismerhető: az 1990. évi 5,02 meghalt/100.000 lakos értékű kockázat 2015-re 0,77-re mérséklődött. Az ábrában feltüntettem a változás trendvonalát is, ami egy negatív exponenciális görbe. Az elméleti görbe szorosan illeszkedik a tapasztalati pontokra.

Kérdés, hogy milyenek minősül ez az érték nemzetközi összehasonlításban? Mivel az összehasonlításra használt adatok az OECD tagországok IRTAD (International Road and Traffic

Accident Database) adatbankjából származnak és ott még többnyire csak 2014. évi adatok álltak rendelkezésre, az összehasonlítást a 2014. évi hazai adat alapján végeztem. (Ez jelen esetben nem jelent változást, mert a 2014. és 2015. évi magyar érték pontosan ugyanakkora.)

Ilyen összehasonlítás esetén módszertani szempontból akkor járunk el helyesen, ha a magyar értékeket olyan országok adataihoz hasonlítjuk, amelyek motorizációs szintje közel áll a hazaihoz.

3. ábra: Gyermek (0-14 évesek) közötti baleseti halálozási kockázata Magyarországon 1990 és 2015 között



Magyarországon 2014-ben 383 gépjármű jutott ezer lakosra. (A közúti gépjárművek száma az év végén 3 778 002, a hazai népesség, pedig 2015. jan. 1-jén – vagyis gyakorlatilag 2014. december 31-én 9 856 000 volt.) Ehhez Litvánia 503 gépjármű/1000 lakos, Dánia 530 gépjármű/1000 lakos és Portugália 549 gépjármű/1000 lakos motorizációs szintje áll a legközelebb. (Az adatok az IRTAD adatbankból [3] származnak, mopetek nélküli gépjárműállományokat takarnak.) Jól tudom, egy fővárosi forgalmi torlódásban várakozva elég nehéz elképzelni, hogy a hazai motorizációs szint gyakorlatilag még fele akkora, mint a legmagasabban motorizált EU tagállamoké (Pl. Ausztria, Franciaország, Olaszország, stb.), ez mégis tény.

A szóban forgó kockázat

Litvániában: 3,49 meghalt/100 000 lakos,
Dániában: 0,62 meghalt/100 000 lakos,
Portugáliában: 0,52 meghalt/100 000 lakos.

Ezen adatok tükrében a hazai, 2014. és 2015. évi 0,77-es érték egyáltalán nem minősíthető kedvezőtlennek, különösen akkor, ha figyelembe vesszük, hogy Litvániában a 0-14 éves gyermekek közötti baleseti halálozási kockázata a magyar érték 4-5-szöröse.

Érdeemes megvizsgálni, hogy mekkora ez a kockázat a legjobb közúti közlekedésbiztonsággal jellemezhető európai országokban, az úgynevezett SUN (Sweden, United Kingdom, the Netherlands) országokban [4].

Svédországban: 0,43 meghalt/100 000 lakos,
az Egyesült Királyságban: 0,44 meghalt/100 000 lakos,
Hollandiában: 0,67 meghalt/100 000 lakos.

Az adatok szerint tehát hosszabb távon – következetes és bizonyított hatékonyságú közlekedésbiztonsági intézkedések (best practices) megtételével – egyáltalán nem elérhetően a legjobb közúti biztonsággal büszkélkedő EU tagállamok gyermekbaleseti halálozási kockázatának értéke. A 2014. és 2015. évi hazai adat már közelít a svéd, holland és angol megfelelőhöz.

Ha arra a kérdésre keresünk választ, hogy hogyan tehetünk a legtöbbet a gyermekek biztonságáért, a megoldás kulcsát az 1. ábra adja [5]. Természetesen fontos a gyermekek és szülei figyelmének felhívása a gyalogos és kerékpáros közlekedés veszélyeire is, de tény, hogy már jó ideje a legtöbb gyermek (közel 65%-uk) személygépkocsi utasaként sérül meg vagy veszti életét. Ez azt jelenti, hogy a gyermekek biztonságos közlekedéséért a gépjárművet vezető szülők tehetik a legtöbbet. Nemcsak a biztonsági gyermekülés és a biztonsági öv előírt és szakszerű (a gyermek magasságának és testsúlyának megfelelő) használatával, hanem az óvatos és körültekintő vezetéssel, magatartással, a közúti közlekedési szabályok messzemenő, példamutató betartásával, mások igényeinek figyelembevételével is.

Most mégis a kerékpáros és gyalogos gyermekbalesetek legfontosabb jellemzőit elemezzük, abban a reményben, hogy ezek további segítséget adnak a felvilágosítás és ismeretterjesztés még eredményesebbé, célra orientáltabbá tételéhez.

Az elemzést a 2013., 2014. és 2015. évi adatok alapján végeztem.

Gyalogos gyermekbalesetek

2013-ban 322 gyalogos gyermek szenvedett különböző kimenetelű sérüléseket közúti közlekedési baleset következtében. Közülük egy életét veszítette, 70 súlyos, 251 pedig könnyű sérüléseket szenvedett. 2014-ben 307-re csökkent a gyalogosként elütött gyermekek száma. Ebben az évben is egy gyermek halt meg, 61 súlyosan, 245 pedig könnyen sérült. 2015-ben további csökkenés mutatkozott a gyalogosként elütött gyermekek számában. A 297 gyermek közül ebben az évben is egy veszítette életét, 79 súlyos, 217 pedig könnyű sérüléseket szenvedett. A három évben tehát összesen 926 volt a sérült és meghalt gyermek gyalogosok száma. Természetes, hogy túlnyomó részük (csaknem 97%-uk) lakott területen vált baleset áldozatává. Ez igaz a három életét veszített gyermekekre is. Az tehát egy percre sem vitás, hogy a gyalogos gyermekbalesetek megelőzését a lakott területekre kell összpontosítani. Ha azt vizsgáljuk, hogy mely hónapokban a legnagyobb a gyalogosként elütött és megsérült gyermekek száma, azt tapasztaljuk, hogy a szeptemberi iskolakezdés hónapja jelenti a legnagyobb veszélyt. A vizsgált három évben 106 gyermek gyalogost gázoltak el ebben a hónapban. Nem sokkal maradt el az elütött és megsérült gyermekek száma e mögött a tavaszi hónapokban (április: 101, május: 81), illetve novemberben sem (85).



Ha az ilyen balesetek bekövetkezésének időpontját elemezzük, azt láthatjuk, hogy a három halálos kimenetelű gyermekgázolás közül kettő reggel 6-7 órakor, egy pedig reggel 9 órakor történt. A sérültek száma a délutáni és a reggeli forgalmi csúcson idején a legnagyobb. 16 órakor 166 gyermek gyalogost gázoltak el a három év alatt, 17 órakor 106-ot, reggel 7 órakor pedig 120-at. Mindenképpen helyes törekvés tehát az iskolák előtti rendőri felügyelet ezekre az időszakokra való koncentrációja.

Kissé meglepő annak a vizsgálatnak az eredménye, amely azt kívánta megállapítani, hogy milyen az út alakzata a gyalogos gyermek elütésének helyszínén. Talán sokan azt hinnék, hogy útkereszteződésben történt a legtöbb ilyen baleset, azonban nem ez a helyzet.

- Egyenes útvonalon 672,
- útkanyarulatban 34,
- útkereszteződésben 195,
- egyéb helyen, pedig 25

gyalogos gyermeket ütöttek el három év alatt, ami azt jelenti, hogy az áldozatok 73%-a egyenes útvonalon szenvedett balesetet.

Érdeemes megvizsgálni azt is, vajon a helyszínelő rendőr mit állapított meg a baleset okaként. Először nézzük a baleseti ok-csoportokat.

A 926 elütött gyermek közül 482 sérülést (52%) a gyalogos (ez esetben a gyermek) hibájára vezettek vissza, 257 (28%) áldozat esetén pedig az elsőbbség (gyalogosnak való) meg nem adását jelölték meg a baleset okaként. Az okok részletes vizsgálatakor 270 sérült gyermek esetén a gyalogos hibája a vigyázatlan, hirtelen úttestre lépés volt, 209 áldozatnál a kijelölt gyalogátkelőhelyen átkelő gyermek számára nem adtak elsőbbséget, míg 131 gyermeket az álló jármű vagy oszlop mögül kilépvé ütöttek el, ami szintén a gyalogos hibájaként értékelhető.

A baleseti okok mellett érdemes megvizsgálni azt a forgalmi helyzetet (balesettípust) is, amelyben az elütés bekövetkezett. Az adatok: gyalogos átkelés útkereszteződésen kívül (1004-es balesettípus): 185 áldozat, gyalogos átkelés útkereszteződésben, kijelölt gyalogátkelőhelyen (1007-es balesettípus): 132 áldozat. Fontos még megemlíteni a nem útkereszteződésben, kijelölt gyalogátkelőhelyen elütött 111 gyermek balesetét is (1003-as balesettípus).

Végül, a három halálos kimenetelű elütés közül az egyik 1008-as típusú volt, vagyis útkereszteződésben, nem kijelölt gyalogátkelőhelyen veszítette életét az elütött gyermek. A másik 1007-es típusú, vagyis útkereszteződésben kijelölt gyalogátkelőhelyen gázolták el a gyermeket, míg a harmadik esetben az útpályán kívül történt a halálos kimenetelű gyalogos gázolás (1020-as típus).

Az időjárási és látási viszonyok elemzése azt mutatja, hogy a 926 elütött gyermek közül 748 (81%) nappal, természetes fénynél vált baleset áldozatává. Az időjárási viszonyok szerepe sem tűnik meghatározónak, itt a 926 elgázolt gyermek közül 612-öt (66%) derült időben ért baleset. Borult időben 234 gyermeket (25%) ütöttek el.

A gyermek gyalogosok biztonságának további növelése tehát egyrészt a gyermekek felé, másrészt a gépjárművezetők felé irányuló közlekedésbiztonsági ismeretterjesztés területén igényel még nagyobb erőfeszítéseket. Kiemelt fontosságú a vigyázatlan, hirtelen úttestre lépés elkerülése, illetve az álló jármű vagy akadály mögül való felbukkanás lehetőségének kizárása. Az adatok azt mutatják, hogy a kijelölt gyalogátkelőhely sem nyújt minden esetben megfelelő biztonságot a gyalogos gyermekek számára. Csak óvatos, körültekintő átkelés, illetve a gépjárművezetők meg-

fontoltabb, gyalogosok váratlan felbukkanására számító vezetési stílusa adhat a jelenleginél nagyobb biztonságot. Kiemelt jelentőségű az iskolába vezető utak biztonsága, valamint az iskolák előtt és azok közelében a reggeli és délutáni forgalmi csúcsok idején fokozott rendőri ellenőrzés.

KERÉKPÁROS GYERMEKBALESETEK

2013-ban 271 kerékpáros gyermek szenvedett különböző kimenetelű sérüléseket közúti közlekedési baleset következtében. Közülük egy életét veszítette, 62 súlyos, 208 pedig könnyű sérüléseket szenvedett. 2014-ben 251-re csökkent a kerékpárosként baleset áldozatává vált gyermekek száma. Ebben az évben is egy gyermek halt meg, 41 súlyosan, 209 pedig könnyen sérült. 2015-ben további csökkenés mutatkozott: a 242 áldozat közül két kerékpáros gyermek életét veszítette, 46 súlyosan, 194 könnyen sérült a baleset következtében. A három évben tehát összesen 764 volt a sérült és meghalt gyermek kerékpárosok száma. Természetes, hogy túlnyomó részük (csaknem 96%-uk) lakott területen vált baleset áldozatává. Ez igaz a négy halálos sérülést szenvedett gyermekekre is. Az tehát itt sem lehet vitás, hogy a kerékpáros gyermekbalesetek megelőzését is a lakott területekre kell összpontosítani.

Ha azt vizsgáljuk, hogy mely hónapokban a legnagyobb a kerékpárosként balesetet szenvedett gyermekek száma, azt tapasztaljuk, hogy ebből a szempontból a nyári szünidő, illetve az azt megelőző hónapok mondhatók a legveszélyesebbnek. Ezekben a hónapokban a jó idő már sok gyermeket csábít kerékpározásra. A vizsgált három évben 109 gyermek kerékpárost ütöttek el júliusban, de májusban és júniusban sem sokkal volt kisebb ez a szám (május: 102, június: 106).

Ha az ilyen balesetek bekövetkezésének időpontját elemezzük, azt láthatjuk, hogy a négy halálos kimenetelű kerékpáros gyermekbaleset közül kettő délután 16, illetve 17 órakor történt. (A másik két halálos áldozat 10 órakor, illetve 13 órakor szenvedett végzetes sérülést.) Az áldozatok száma itt is a délutáni és a reggeli forgalmi csúcs idején a legnagyobb. 16 órakor 121 gyermek kerékpárost gázoltak el a három év alatt, 17 órakor 86-ot, reggel 7 órakor pedig 93-at.



A következőkben azt vizsgáltam, hogy milyen volt az út alakzata a kerékpáros gyermek elütésének helyszínén.

- Egyenes útvonalon 362,
- útkanyarulatban 33,
- egymást követő útkanyarulatokban 3,
- útkereszteződésben 334,
- egyéb helyen pedig 32

kerékpáros gyermeket ütöttek el, ami azt jelenti, hogy az áldozatok 47%-a egyenes útvonalon, 44%-a pedig útkereszteződésben szenvedett balesetet.

Elemezzük ezek után a kerékpáros gyermekbalesetek úgynevezett „természetét”. A 764 különböző kimenetelű sérüléseket szenvedett kerékpározó gyermek közül 392 (51%) keresztirányba haladó járművek összeütközése közben lett baleset áldozata, míg 119 (csaknem 16%) egyenesen haladó és kanyarodó jármű összeütközése közben, vagyis amikor a kerékpáros vagy a gépjármű kanyarodott, miközben a másik fél egyenesen haladt.

Most vizsgáljuk meg azt is, vajon a helyszínelő rendőr mit állapított meg a baleset okaként.

Az okok részletes elemzésekor 158 sérült gyermek kerékpáros esetén (vagyis a legtöbbször) az elsőbbség meg nem adása a közúti jelzőtábla utasítása ellenére volt a baleset oka. 96 áldozatnál az elsőbbség meg nem adását a forgalomba való bekapcsolódáskor jelölte meg okként a helyszínelő rendőr. A sebesség nem megfelelő megválasztása az út vonalvezetéséhez 71 sérült esetén volt a baleseti ok.

A baleseti okok mellett érdemes megvizsgálni azt a forgalmi helyzetet (balesettípust) is, amelyben a kerékpáros baleset bekövetkezett. Az adatok: keresztelő irányból érkező, egyenesen haladó járművek összeütközése (501-es balesettípus): 228 áldozat, keresztirányból érkező járművek összeütközése, az egyik jármű balra kanyarodik (603-as balesettípus): 70 áldozat, egyéb, egyjárműves (magános) baleset (910-es balesettípus): 50 áldozat. Itt tehát a csomóponti mozgások, illetve a kerékpár feletti uralom megtartása tűnnek a legnagyobb kihívásnak.

A négy halálos kimenetelű elütés közül az egyik 601-es típusú volt, vagyis keresztirányból érkező, azonos irányba továbbhaladó járművek összeütközése. A másik esetben pályaelhagyásos balesetről beszélhetünk az úttest menetirány szerinti bal oldalán (912-es balesettípus). Egy további baleset 301-es típusú volt, vagyis azonos irányból érkező járművek ütköztek össze útkereszteződésben, ahol az egyik jármű jobbra kanyarodott. Végül, a negyedik halálos kimenetelű sérülés keresztirányból érkező, egyenesen haladó járművek összeütközése volt útkereszteződésben (501-es balesettípus).

Az időjárás és látási viszonyok elemzése azt mutatja, hogy a 764 kerékpárosként balesetet szenvedett gyermek közül 684 (közel 90%) nappal, természetes fényenél vált baleset áldozatává. Az időjárás szerepe sem tűnik igazán meghatározónak itt, ami természetes, hiszen a gyermekek általában nem kerékpároznak rossz időben. A 764 baleset következtében megsérült gyermek közül 602-öt (közel 79%) derült időben ért baleset.

Míg a gyalogos gyermekbaleseteknél a baleset oka felvilágosítást ad a gyermekek tipikus szabálysértéseiről (pl. vigyázatlan, hirtelen lelépés az úttestre, álló jármű mögül való úttestre lépés, stb.), így az oktatásuk súlypontjait is körvonalazza, itt külön kell elemezni azokat a kerékpáros baleseteket, amelyeket a gyermekek okoztak, hogy megállapíthassuk képzésük, felvilágosításuk fő irányait.

Már az első adatok is azt mutatják, hogy a három vizsgált év 764 kerékpáros sérültje közül 537 (70%) olyan balesetnek vált részesevé, amit ő maga okozott. Itt is igaz, hogy a balesetek túlnyomó része (95%-a) lakott területen történt. A gyermekek által okozott kerékpáros balesetek 537 sérültje közül 257 egyenes útvonalon, 240 útkereszteződésben okozott baleset következménye. Az időjárási és látási viszonyok szerepe itt sem számottevő. A gyermekek által okozott kerékpáros balesetek sérültjei közül 278 gyermek (52%) keresztező irányba haladó járművek összeütközése, míg 81 (több mint 15%) egyenesen haladó és kanyarodó járművek összeütközése következtében sérült meg. A tipikus forgalmi helyzetek közül a keresztirányból érkező, egyenesen haladó járművek összeütközése útkereszteződésben (501-es balesettípus) 165 áldozatot (32,5%) követelt. Ezt követte a 603-as balesettípus (keresztirányból érkező járművek összeütközése, az egyik jármű balra kanyarodik) 55, majd az egyéb, egyjárműves baleset (910-es balesettípus) 48 sérülttel. A baleseti okok közül a legtöbb (117, 21,8%) sérült az elsőbbség meg nem adása a jelzőtábla utasítása ellenére ok számlájára írható. Ezt az elsőbbség meg nem adása a forgalomba való bekapcsolódáskor követte 76 sérülttel (14,2%), majd a sebesség nem megfelelő megválasztása az út vonalvezetéséhez (64 sérült, 11,9%), illetve a figyelmetlen, gondatlan vezetés (39 sérült, 7,3%) következett.

Kétségtelen, hogy a gyermekekre elsősorban a felnőtt gépjárművezetőknek kell vigyázniuk. Ennek ellenére sokat tehetünk a kerékpározó gyermekek biztonságáért azzal is, ha megtanítjuk őket a jelzőtáblák jelentésére, az elsőbbségi szabályokra, arra, hogy egy kanyart nem lehet akármilyen gyorsan „bevenni”, illetve arra, hogy kerékpározás közben veszélyek leselkednek rájuk, ezért figyelmesen, fokozott óvatossággal kell közlekedniük.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr. Véssey Tamás: Utas védő berendezéseket, nappali világítást és kézben tartott mobiltelefon használó gépjárművezetők arányának felmérése, Részjelentés, Tanulmány a 2015. IV. negyedévi felmérés alapján, Budapest, 2016.
- [2] Dr. Véssey Tamás: Utas védő berendezéseket, nappali világítást és kézben tartott mobiltelefon használó gépjárművezetők arányának, motorkerékpárosok és kerékpárosok biztonsági jellemzőinek felmérése, Részjelentés, Tanulmány a 2016. I. negyedévi felmérés alapján, Budapest, 2016.
- [3] International Traffic Safety Data and Analysis Group (ITF, OECD), www.internationaltransportforum.org/irtad/index.html
- [4] Koornstra, M., Lynam, D., Nilsson, G., Noordzij, P., Petterson, H-E., Wegman, F. & Wouters, P. (2002): SUNflower: A comparative study of the development of road safety in Sweden, the United Kingdom, and the Netherlands, SWOV, Leidschendam, the Netherlands.
- [5] Prof.Dr.Holló Péter: A gyermekek közötti közlekedésbiztonsága Magyarországon. Közlekedéstudományi Szemle, 2011. június, 34.-38. old.

Támogatóink



FÜMTERV

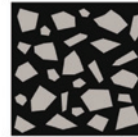


STADLER

Stadler Trains Magyarország Kft.



Nemzeti Fejlesztési
Minisztérium



HungaroControl

Magyar Légiforgalmi Szolgálat

EUROASFALT
ÉPÍTŐ ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT.

KÖZLEKEDÉS
FŐVÁROSI TERVEZŐ IRODA KFT.



A Közlekedéstudományi Szemle kiadását támogatja a



Nemzeti Kulturális Alap