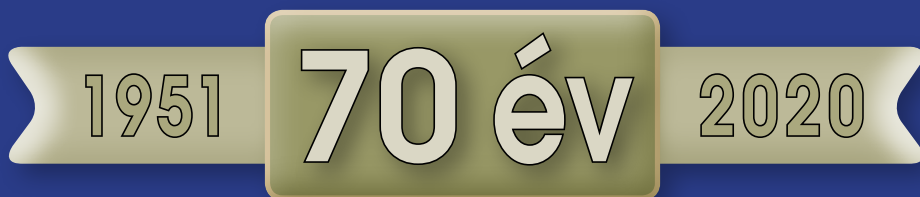


LXX. ÉVFOLYAM 6. SZÁM
2020. DECEMBER

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE



A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET SZAKLAPJA
ALAPÍTVÁ 1951-BEN



Valamennyi Előfizetőnek,
Olvasónak, Támogatónak
Békés,
Boldog Karácsonyi Ünnepeket,
Vidám Új Évet Kíván

a Közlekedéstudományi Egyesület és
a Közlekedéstudományi Szemle
Szerkesztőbizottsága

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

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

Megjelenik kéthavonta
www.ktenet.hu

ALAPÍTOTTA:
a Közlekedéstudományi Egyesület

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

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

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

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

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

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

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

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

ISSN 0023 4362

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



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

TARTALOM

**Tóth Róbert Péter – Szalai Mátyás –
Dr. Tettamanti Tamás**

A HU-GO elektronikus útdíjrendszerből
származó adatok forgalombecslési és forgalom-
irányítási célú felhasználási lehetőségei 4

Mika Péter

Pályaszerkezet hátralévő élettartam becslés
a keréktalperő alapján 21

**Kisfaludi Balázs – Péterfalvi József –
Primusz Péter**

Automatizált, állókép alapú forgalomszámlálás
erdészeti utakon 34

Kőrízs András László

Ovibringa – szemléletformálás
hosszú távú hatásokkal 46

Varga Károly

Több mint 120 éve létesítették
a körmendi fűtőházat 54

Melléklet

*Közlekedésbiztonság –
Közlekedési környezetvédelem*

Prof. Dr. Holló Péter

Biztonságióv-viselési arányok
Magyarországon és külföldön 59

Tisztelt Előfizető! Tisztelt Olvasó!

A Közlekedéstudományi Szemle nem csak nyomtatott, hanem digitális változatban is olvasható. Digitális változat megrendelése csak egyéni előfizetőknek lehetséges a Közlekedéstudományi Szemle szerkesztőségénél (szemle@ktenet.hu). A nyomtatott változat 8280 Ft-os előfizetési díjával szemben a digitális változat előfizetési díja csak 6000 Ft évente, KTE egyéni tagnak 4140 Ft. A könnyebb elérhetőség és az előfizetők jobb kiszolgálását biztosítandó, egyszerűsítettük az eddigi terjesztési formát. Így a jövőben az aktuális lapszámokat már a nyomtatott változat megjelenés előtt elküldjük előfizetőink e-mail címére pdf formátumban. Reméljük, hogy hamarosan üdvözölhetjük Önt is a digitális előfizetőink között.

A HU-GO elektronikus útdíjrendszerből származó adatok forgalombecslési és forgalomirányítási célú felhasználási lehetőségei

A cikk tárgya az országos közúthálózat forgalmi menedzsmentjéhez szükséges valós idejű információk számbavétele, azok fellelhetőségének feltérképezése; összességében a Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató Zrt. (NÚSZ) alapvetően útdíjfizetési célú adatai – a jogszabályok adta adatkezelési lehetőségek keretein belül történő – újrahasznosíthatóságának mélyebb feltárása, azok forgalomelemzési és forgalomirányítási célú lehetőségeinek a vizsgálata.

DOI 10.24228/KTSZ.2020.6.1

Tóth Róbert Péter – Szalai Mátyás – Dr. Tettamanti Tamás

mesterhallgató

tanszéki mérnök

egyetemi docens

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,

Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék • Gépjárműtechnológiai Tanszék • Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

e-mail: tothrobertpeter@edu.bme.hu, matyas.szalai@auto.bme.hu, tettamanti@mail.bme.hu

1. BEVEZETÉS

Pályázati munkánk céljaként jelöltük ki, hogy a kutatás eredménye szempontokat szolgáltatson a NÚSZ informatikai rendszerének rövid és hosszú távú fejlesztéséhez, valamint rámutasson a forgalmi adatok további hasznosíthatóságára a közúti forgalomirányítás területén. A NÚSZ adatkezelésében lévő információk túlnyomó része valós időben kerül valamely feldolgozó rendszerbe. Az adatok egy része a tranzakció feldolgozásának helyén marad, de léteznek az ellenőrzési végpontokon keletkező, be nem gyűjtött adatok is. Az adatsorok a 24 órás áttöltési ütemezésű adattárházból nyerhetők ki, amely lehetőséget biztosít az adatok újrahasznosítására, átfogó lekérdezésekre és új értéket teremtő elemzésekre. A kutatás keretében a va-

lós idejűség, illetve a később feldolgozott adatok forgalmi menedzsment célú felhasználásának érdekében a valós idejűvé alakíthatóság igényeit és lehetőségeit mértük fel a NÚSZ által kezelt, a forgalom leírására is alkalmas adatok körében. Megvizsgáltuk, hogy a rendelkezésre álló HU-GO elektronikus útdíjrendszerből származó valós idejű adatok miként lehetnek hasznosíthatók forgalombecslési, forgalomirányítási, utazói tájékoztatási célokra, illetve a további felhasználási lehetőségek peremfeltételeit és a kapcsolódó fejlesztési igényeket is vizsgáltuk.

2. NEMZETI ÚTDÍJFIZETÉSI SZOLGÁLTATÓ ZRT. (NÚSZ)

A NÚSZ alapfeladata az úthasználati jogosultság értékesítése (e-matrica, e-útdíj) és a

kapcsolódó szolgáltatások biztosítása, a jogsultság meglétének ellenőrzése. A vállalat az elektronikus útdíjfizető és ellenőrző rendszer integrálható szolgáltatásai révén egy sokoldalú, költséghatékony, eredményes és folyamatosan fejlődő rendszert üzemeltet. A beszedett útdíjak közvetlen állami bevételnek számítanak, amelyet többek között az országos közúthálózat és közlekedési infrastruktúra fejlesztésére és üzemeltetésére fordítanak [1].

A HU-GO, megtett úttal arányos hazai elektronikus útdíjfizető és ellenőrző rendszer 2013. júliusa óta működik. A rendszer megfelel az Európai Unió technológiai követelményeknek, innovatív, felhasználóbarát és kompatibilis az Európai Elektronikus Útdíj Szolgáltatással (EETS - European Electronic Toll Service) [1]. Az útdíjbeszedés egységesítésének célja egy átlátható keretrendszer megteremtése, amelynek alkalmazásával rövid és hosszú távú pozitív hatások érhetők el a közlekedésben. Az arányosság és igazságosság elveinek érvényesítésével, az optimalizált tranzitforgalomnak köszönhetően a környezetszennyezés is mérsékkelhető [2].

2.1. Nemzeti Adathozzáférési Pont (NAP)

A Magyar Közút Nonprofit Zrt. által létrehozott és működtetett Nemzeti Adathozzáférési Pont (NAP) a HU-GO rendszer adattárházi kapcsolatainak egyik komoly, jövőbeli perspektívája. A 2010/40/EU [3] irányelv az Európai Unió egészére vonatkozó valós idejű információs szolgáltatások nyújtását írja elő, amely az intelligens közlekedési rendszerek (ITS) kiépítésénél és alkalmazásánál a kompatibilitást, a kölcsönös átjárhatóságot és a folyamatosságot követeli meg. A szolgáltatáshoz elengedhetetlen a pontos és aktuális statikus útdatokhoz, az út állapotára vonatkozó dinamikus adatokhoz és a forgalmi adatokhoz való hozzáférés. Az eltérő kategóriájú adatokat a közúti hatóságok, a közútkezelők és a valós idejű információszolgáltatók gyűjtik és tárolják. Az adatok cseréjének és további felhasználásának megkönnyítése érdekében a rendelet értelmében az információkat egy közös, nemzeti szintű hozzáférési ponton keresztül szükséges elérhetővé tenni, amely a meglévő nyilvános és

magán hozzáférési pontok egy pontba történő szervezését igényli. A NAP az adatfelhasználók és az adatszolgáltatók között teremti meg a kapcsolódás lehetőségét egy webes felületen keresztül, széles körű keresési lehetőséggel a metaadatok között. A harmonizált információs szolgáltatások kiépítésének céljából a meglévő műszaki megoldásokra és szabványokra kell támaszkodni (DATEX II [4] és ISO szabványok) [5].

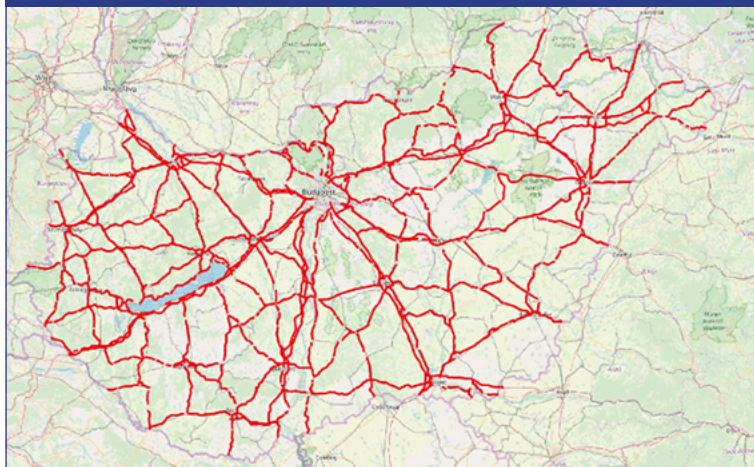
A NÚSZ ellenőrző végpontjain keletkező adatokból jelenleg csak azok kerülnek a belső adattárházba, amelyek a cég alapfeladatainak ellátáshoz szükségesek, viszont megfelelően kidolgozott módszerekkel ennél jóval több információ is kinyerhető a detektálási adat-sorokból. A Nemzeti Adathozzáférési Pont elvárt funkcióinak technológiai megvalósításához elengedhetetlen, hogy a NÚSZ rendszere alkalmas legyen a szabványos formátumban történő valós idejű adattovábbításra és kezelésre, aminek alapkövetelménye a DATEX II adatmodell és adatcsere szabvány gyakorlati alkalmazása.

2.2. A hazai útdíjrendszer

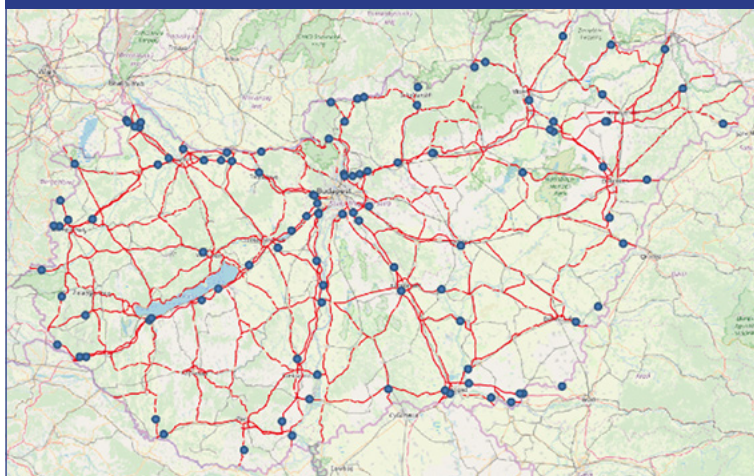
A 2018-as adatok alapján a hazai díjasított 6900 km hosszúságú úthálózat (1. ábra) leképezése mintegy 2470 darab elemi útszakasszal történik. A díjköteles úthálózat mérete évente változik, bővül a díjköteles szakaszok száma. Egy elemi útszakasz hossza néhány 100 métertől 15 km-ig terjedhet, a felbontás igazodik az úthálózat topológiájához, az úthálózati keresztezések átlagos forgalmi adataihoz.

Azúthasználati díjmértékének alapjául a járműparaméterek szolgálnak. Az e-útdíj rendszerben (UD - útdíj, HD - használati díj) a díjfizetési kötelezettség minden olyan tehergépjárműre vonatkozik, amelynek megengedett legnagyobb össztömege meghaladja a 3,5 tonnát. A megtett úttal arányos díjfizetés mértéke függ a használatba vett út típusától (gyorsforgalmi út vagy főút), a gépjármű – tengelyszáma alapján meghatározott – kategóriájától (J2, J3, J4) és környezetvédelmi besorolásától (A, B, C), amelyekhez meghatározott EURO kódok tartoznak.

1. ábra: A teljes hazai díjasított úthálózat (2018)



2. ábra: A hazai úthálózaton telepített portálkapuk elhelyezkedése



A használati díjas e-matricás rendszerbe (HD) tartoznak a motorkerékpárok, személygépkocsik (és azok pótkocsija), továbbá a legfeljebb 3,5 tonna megengedett legnagyobb össztömegű tehergépjárművek, az autóbuszok és a külön jogszabály alapján nem útdíjkötelesnek minősülő gépjárművek, valamint ezek vontatmányai. A díjfizetés alapját ebben az esetben is a járművek mérete alapján meghatározott kategóriák (D1, D2, B2, U) jelölik.

Az úthasználati jogosultság megszerzésének egyik lehetősége egy viszonylati jegy megváltása, amely a kiindulási pont és a célállomás közötti útvonalra szól és magában foglal minden érintett elemi szakaszt. A járművezető az előzetesen deklarált útvonaltól nem térhet el. Az útdíjfizetési kötelezettség teljesítésének másik lehetséges módja a fedélzeti eszközzel (szakirodalomban OBU – On Board Unit vagy OBE – On Board Equipment), bevallási közreműködő szervezetten keresztül történő információszolgáltatás. Ezek a szervezetek alapvetően flottamenedzsment szolgáltatók, amelyek profilbővítés révén a megfelelő műszaki feltételeket megteremtve, melléküzletágként útdíjbevallási közreműködő feladására is alkalmasak a szükséges auditálást követően.

A díjköteles hálózaton 127 db fixen telepített, kamerával és lézertechnológiás mérőeszközökkel ellátott portál-

kapu (2. ábra) és 45 darab gépkocsira szerelt – 600-700 helyszínen, térben és időben változó módon, rövid időre telepített – videós eszköz monitorozza a forgalmat és dolgozza fel az adatokat. A közelmúltban a vállalat korszerű technológiákkal bővítette az úthasználati jogosultságok ellenőrzésének lehetőségeit, az ellenőrzés már menet közben is lehetséges a kontroll járművekre szerelt mobil eszközök használatával, amelyek jelenleg az e-útdíj rendszert támogatják.

A HU-GO működése óta a díjfizetés és a jogosulatlan úthasználat szankcionálásán felül további lehetőségek nyíltak az adatok hasznosításával kapcsolatban. Rendszeres, szerződéses adatszolgáltatás alakult ki a szolgáltatást megrendelő és ellenőrző Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ, illetve az azt követő működési formában a Központi Statisztikai Hivatal és a Magyar Közút Nonprofit Zrt. között.

3. ADATFORRÁSOK, ADATTÍPUSOK, FELHASZNÁLÁSI FELTÉTELEK

A NÜSZ által üzemeltetett fix portálokkal és mobilautókkal kapcsolatban összegezhető, hogy azok fő feladata egy adott keresztmetszetben az áthaladás tényének megállapítása. A szankcionálás szempontjából fontos információ az áthaladás időpontja, az áthaladó jármű rendszáma, kategóriája, valamint az úthasználati jogosultság megléte.

A fix portálok lézerszkennerek segítségével 14 járműkategóriát tudnak megkülönböztetni. Mobilautós ellenőrzés esetében a kategorizálás manuálisan történik. A fix portálok esetében az áthaladás pillanatában a sebesség is rögzítésre kerül. A detektálási pontokon minden megfigyelőegységnek külön azonosítója van, ezek alapján azonosítani lehet az egyes sávokban megjelenő forgalmi helyzeteket, adott esetben nagyobb eltérések detektálása is lehetséges.

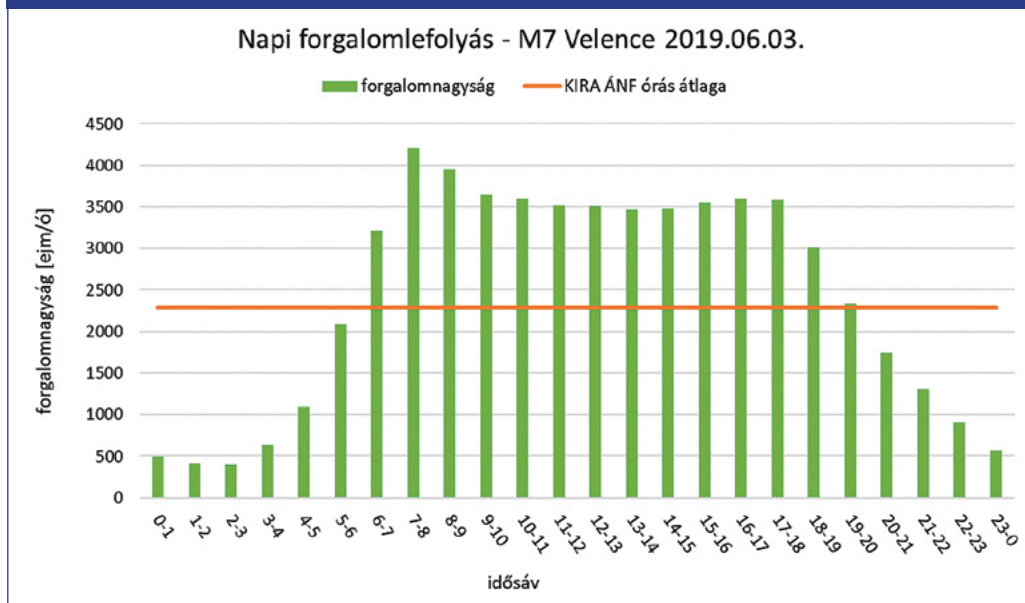
Az ellenőrzésekből származó információk elsődlegesen az útdíjrendszerrel kapcsolatos szankcionálásra szolgálnak, másodsorban pedig a NÜSZ saját adattárházán keresztül riporting funkciókkal támogatják a szervezet megfelelő működését. Ezek a funkciók szólhatnak értékesítési, díjellenőrzési információkról, céljuk lehet statisztikai, felsővezetői kimutatás, vagy akár külső adatszolgáltatás is. A külső adatszolgáltatások keretében általában mély adatelemzés történik, amit részben az összközlekedési modell frissítésére használnak fel, amelyben jelenleg 15-20 állandó, ciklikusan megjelenő vagy alkalmi partnerrel van kapcsolata a

szervezetnek (6). Az adattárház a detektálási adatokon kívül, historikusan tárolja az értékesítésre vonatkozó információkat, így az események időrendi sorrendben követhetők. Az adattárházban előálló adatok alapján kerülnek meghatározásra a mérőautók mérési helyei, időpontjai. Ezen felül, statisztikai alapon ismert a forgalom lefolyásának változása.

Az említett 127 db fix portállal és 45 db mobilautóval egy időben az útdíjfizetésre kötelezett forgalom nagyjából 80%-át látja a NÜSZ, mindezt annak ellenére, hogy a portálok és mobilautók által lefedett útszakaszok aránya a teljes díjköteles úthálózat méretéhez képest csekély. Ez annak köszönhető, hogy a fix portálok elsősorban az állandó nagy forgalommal rendelkező szakaszokon kerültek elhelyezésre, ellenőrzéstechnikai szempontból megfelelő pozícióban. Az itt keletkező adatokból következtetni lehet az aktuálisan nem látható forgalom mozgására is.

Az adatok forgalomszabályozási célokra való felhasználásához megkerülhetetlen a Magyar Közút Nonprofit Zrt.-vel (MK) való kapcsolat szorosabbra fűzése, valamint egy gördülékenyen működő kommunikációs csatorna létrehozása. A DATEX II alapú automatikus adatcsere alkalmazásával javulhatna az adatmegosztás minősége, amelyhez az MK kész rendszerekkel rendelkezik. Ezzel a NÜSZ által gyűjtött adatok nem csak szankcionálásra, hanem forgalomirányítási és forgalomszabályozási célokra (pl. ramp metering, változtatható sebességhatárolás, terelőutak alkalmazása) is felhasználhatóvá válhatnának, valamint adott esetben a NÜSZ is használhatná az MK által gyűjtött forgalmi adatokat saját elemzéseire pontosítására. A forgalomszabályozási lehetőségeken felül mindenképpen opció lehet a mérőpontok összehangolása, az úthálózati fejlesztések során azok közös kihelyezése, ezzel csökkentve az infrastruktúra költségein. Az egyes szervek által kihelyezett portálokkal az országos úthálózat jelentősen nagyobb része van lefedve, amelyek mérési adatainak megosztása minden szervezet számára előnyökkel járhat.

3. ábra: A forgalom lefolyásának napi alakulása
(mérési keresztmetszetben mindkét irányban)



Összegezve tehát, a Magyar Közúttal való együttműködés szempontjából legfőbb igény a jelenleg is beérkező információk online rendelkezésre állása lenne, lehetőség szerint a DATEX II szabvány szerint. Amennyiben ez teljesül, az online adatok felhasználhatók lennének forgalomszabályozási és utazói tájékoztatást szolgáló célokra.

4. DETEKTÁLÁSI ADATSOROK ELEMZÉSE

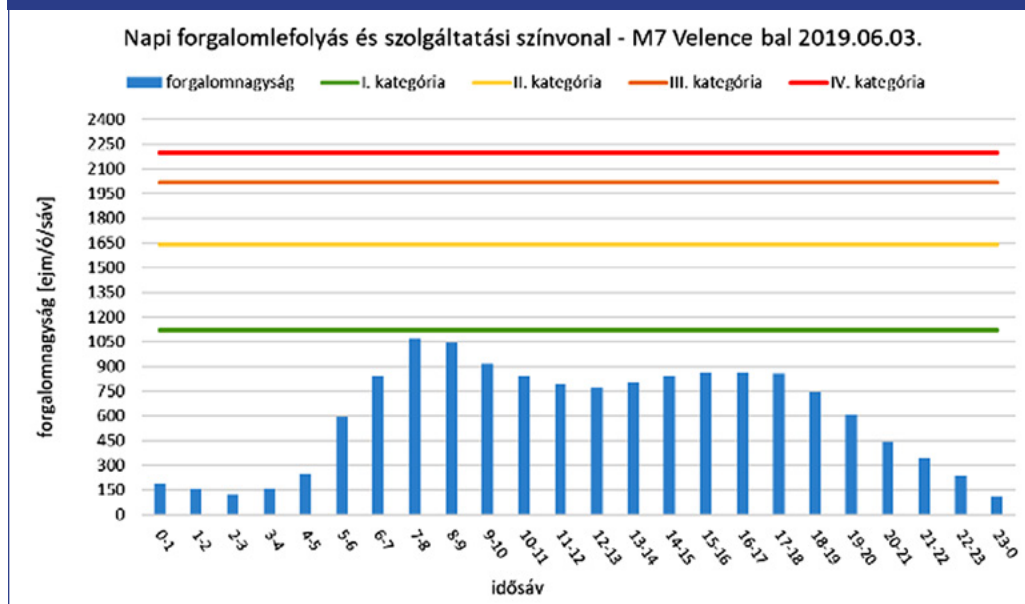
A NÚSZ adattárházában elérhető adatok közül nincs szükség a teljes díjköteles úthálózat vizsgálatára, mintavételezéssel, kiválasztott adatsorok feldolgozásával is végezhetők célzott elemzések. Munkánk során négy ellenőrző portál 24 órás, hétköznapi vonatkozó adatsorait használtuk, amelyek eltérő típusú útdíjköteles szakaszok (autópálya, gyorsforgalmi út, főút) forgalmáról tartalmaznak reprezentatív mintát. A rendelkezésünkre bocsájtott csv (comma-separated value) kiterjesztésű szövegfájlok elemzésével, kiértékelésével a forgalmi áramlatok lefolyásának, összetételének, térbeli és időbeli sa-

játosságainak vizsgálatára nyílik lehetőség. Elemzés szempontjából a legfontosabb adatmezők:

- detektálási esemény ideje,
- megfigyelt út száma, típusa,
- mérés helyszínének koordinátái,
- ellenőrzési hely neve,
- mérőegység által megfigyelt sáv,
- irány,
- sebesség,
- felségjel,
- tengelyszám,
- jármű fizikai paraméterei.

Elsőként a forgalomnagyságot, illetve az ahhoz kapcsolható jellemzőket vizsgáltuk. Amennyiben órás bontásban jelentjük meg a mérési keresztmetszetben (mindkét irányban) áthaladó járműmennyiséget (3. ábra), átfogó képet kapunk a forgalomlefoiyás napi alakulásáról, a forgalmi trendről. A forgalomnagyságot az egységjármű szorzókkal módosított járműszám értékekkel célszerű jellemezni, amelyek használatát a közúti pályán közlekedő járművek eltérő

4. ábra: A vizsgált pályaszakasz szolgáltatási színvonala egy irányban (egy sávra vetítve)



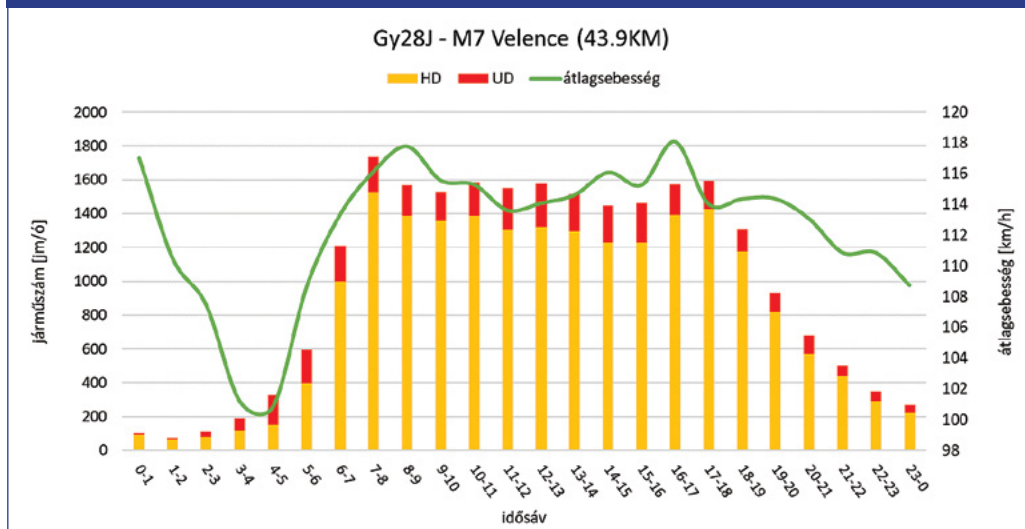
menetdinamikai tulajdonságai, valamint a forgalom sztochasztikus mivoltából adódó homogenizálás szükségessége követelnek meg. A vonatkozó Ütügyi Műszaki Előírásban rögzített egységjármű szorozótényezők rendszerét integráltuk a NÜSZ kategorizálási rendszerével, a díjfizetés alapjául szolgáló kategóriákhoz a megfelelő értékeket rendeltük, elemzéseink során ezt mindig figyelembe vettük. Az adatok kiértékelésével kapott eredmények összehasonlíthatók a Magyar Közút által üzemeltetett KIRA (Közlekedési Információs Rendszer és Adatbázis) adatbankjával, az értékek jó közelítéssel meg-egyeznek.

A forgalmi áramlat tulajdonságainak ismeretében a szakaszhoz rendelhető annak szolgáltatási színvonala az egy forgalmi sávban megfigyelhető legnagyobb forgalomnagyság és forgalomsűrűség értéke alapján. A modern gyorsforgalmi utak forgalmi jellemzői szerint a sebesség majdnem állandó egy széles forgalomnagyság-tartományon belül, ezért csupán a sebesség nem elégséges a szolgáltatási szint meghatározásához. Bár a se-

besség a szolgáltatás minőségének fő jelzője, a közlekedés minőségének a járművezetők által érzékelt, a forgalmi áramlatban való mozgási lehetőség és a többi járműtől való távolság feleltethető meg. Ezek a jellemzők a forgalomnagysággal állnak kapcsolatban, amelynek értékével hatékonyan jellemezhető a szolgáltatási szint egy adott irányra vonatkozóan (4. ábra).

Az adatsor alapján a portál alatt áthaladt járművek sebességét felhasználva vizsgálhatjuk az óras átlagsebesség alakulását. A NÜSZ által rögzített keresztmetszeti sebességadatok rögzítése kizárólag technológiai célokat, a járművekről készített felvételek exponálási idejének meghatározását szolgálják, viszont az adatokból következtethetünk a portál alatt megjelenő forgalmi helyzetekre. Az átlagsebesség változásának oka lehet az aktuálisan kialakult forgalmi helyzet, váratlan forgalmi esemény, vagy akár a forgalom összetételének eltérő időbeli alakulása: az UD (3,5 tonna alatti járművek) és HD (3,5 tonna alatti járművek) díjkategóriába tartozó járművek arányának megváltozása (5. ábra).

5. ábra: Átlagsebesség, forgalomnagyság és UD/HD kategóriák arányának alakulása



4.1. Forgalmi paraméterek

Ahhoz, hogy a NÜSZ által rögzített adatok forgalomirányítási és forgalomszabályozási célokra történő felhasználhatóságának lehetőségeit tárgyaljuk, nélkülözhetetlen a közúti közlekedés jellemzőinek és a legfontosabb forgalomtechnikai paraméterek rövid áttekintése. A közúti közlekedés egy térben és időben lezajló összetett folyamat, ezért alakulását egyszerre kell vizsgálnunk térben és időben. A modelleket tekintve négy, a tárgyalás részletessége alapján megkülönböztethető szemlélet létezik:

- **Szubmikroszkopikus modell:** A közúti folyamatokat nagy részletességgel írja le a járművek egyedi mozgása, a vezetési viselkedés és a járművek részegységeinek működésén keresztül.
- **Mikroszkopikus modell:** A folyamatban résztvevő egyedek mozgásjellemzőit használja a forgalom leírására.
- **Mezoszkopikus modell:** A forgalmat járműcsoportok viselkedésén keresztül jellemzi. Az egyedek sajátosságait, a közöttük fennálló kapcsolatokat valószínűségi változókkal írja le.
- **Makroszkopikus modell:** A forgalmat

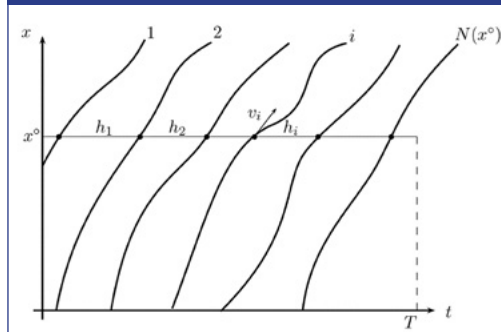
áramló közegként kezeli, figyelmen kívül hagyja az individuális jellemzőket.

Makroszkopikus megközelítés során térben vagy időben rögzített koordináták (lásd 6. és 7. ábrák) segítségével jellemezhető a forgalom, a szemléletmód elvezet az összesített vagy átlagolt forgalomtechnikai változók használatához. Ezek a változók elhanyagolják az egyes járművek mozgásinformációit és aggregált módon jellemzik a forgalmat.

Amennyiben a forgalomban résztvevő járműcsoportok trajektóriáit közös tér-idő diagramban ábrázoljuk és azt egy adott keresztmetszetben, rögzített megfigyelőhelyről vizsgáljuk (6. ábra), a következő lokális (keresztmetszethez kapcsolt) makroszkopikus forgalmi változókat definiálhatjuk:

- **Forgalomnagyság:** Időegység alatt a megfigyelt keresztmetszeten áthaladt járművek száma [jármű/óra].
- **Időbeli átlagsebesség:** Egységnyi idő alatt a keresztmetszeten áthaladt járművek sebességének számtani átlaga [km/óra].
- **Követési idő:** A keresztmetszeten áthaladt, egymást követő járművek regisztrálása között eltelt idő [óra].

6. ábra: Keresztmetszeti mérés szemléltetése tér-idő diagramon

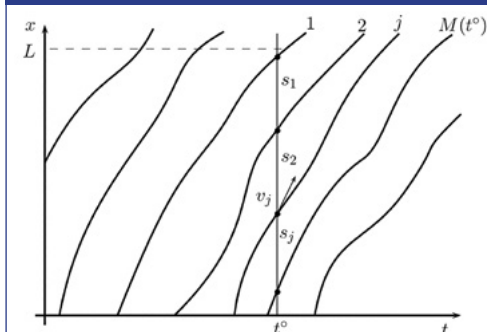


Amennyiben egységnyi hosszúságú szakaszon a forgalmi állapotot egy adott időpillanatban rögzítjük (7. ábra, pl. légifelvétel formájában), a következő momentán (pillanatbeli) makroszkopikus változókat vizsgálhatjuk:

- **Forgalomsűrűség:** Egységnyi hosszúságú útszakaszon elhelyezkedő járműmennyiség [jármű/km].
- **Térbeli átlagsebesség:** A vizsgált útszakaszon egy adott pillanatban elhelyezkedő járművek sebességeinek számtani átlaga [km/óra].
- **Követési távolság:** A vizsgált időpillanatban két szomszédos jármű azonos pontjai között mérhető távolság [km].

A makroszkopikus forgalmi változók közötti alapvető statikus összefüggésekre elő-

7. ábra: Pillanatnyi mérés szemléltetése tér-idő diagramon

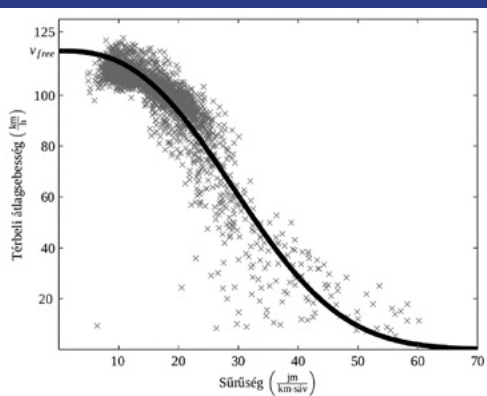
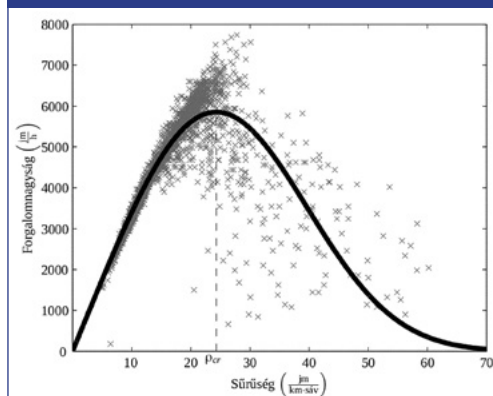


ször Greenshields mutatott rá 1935-ben forgalmi mérések eredményeinek különböző diagramokban történő ábrázolásán keresztül. Amennyiben a forgalomsűrűség függvényében ábrázoljuk a forgalomsűrűség-értékeket, akkor egyensúlyi fundamentális diagramról, ha sűrűség függvényében a térbeli átlagsebességet ábrázoljuk, egyensúlyi sebességsdiagramról beszélünk.

A pontos függvényillesztéshez megfelelő mennyiségű és minőségű adatok szükségesek. Greenshields kezdeti, lineáris összefüggését a pontosabb illeszkedés érdekében később bonyolultabb, nemlineáris alakokkal közelítették (Papageorgiou, Drew, Greenberg modellek).

A megfelelő szűrések, átalakítások és számítások elvégzése után, a különböző modellek ösz-

8. ábra: Egyensúlyi diagramok



szefüggéseit felhasználva függvény illeszthető a kiadódó adatpárookra. A vizsgálathoz használt adatsor egy olyan portál detektálási adatait tartalmazta, amely alatt a forgalom szabad áramlása, illetve torlódott forgalmi állapot is megfigyelhető, ezáltal az alapösszefüggésekhez tartozó diagramok stabil és instabil tartományában egyaránt kiadódnak a függvényillesztéshez szükséges pontok. A forgalomsűrűség és a térbeli átlagsebesség közötti kapcsolatot leíró függvény ábrázolásához az adatsorokban rendelkezésre álló időbeli átlagsebesség értékek átalakítása szükséges, a harmonikus átlag felhasználásával kiszámítható a térbeli átlagsebesség.

$$V_t(x^o) = \frac{\sum_{i=1}^{N(x^o)} v_i(x^o)}{N(x^o)} \left[\frac{km}{h} \right]$$

$$V_s(t^o) = \frac{\sum_{j=1}^{M(t^o)} v_j(t^o)}{M(t^o)} = \frac{N(x^o)}{\sum_{i=1}^{N(x^o)} \frac{1}{v_i(x^o)}} \left[\frac{km}{h} \right]$$

- V_t : időbeli átlagsebesség
- v_i : áthaladó jármű pillanatnyi sebessége a megfigyelési keresztmetszetben
- N : egységnyi idő alatt a megfigyelési keresztmetszeten áthaladt járművek száma
- V_s : térbeli átlagsebesség
- v_j : egységnyi útszakaszon elhelyezkedő járművek átlagsebessége a megfigyelés pillanatában
- M : egységnyi útszakaszon elhelyezkedő járművek száma a megfigyelés pillanatában

A fundamentális alapegyenletet felhasználva meghatározható a függvényillesztés bemeneti értéke. Az így kiadódó adatpárookra különböző modellek illeszthetők (9, 10, 11, 12. ábra), amelyek illeszkedésének pontossága eltérő determinációs együttható értékekkel jellemezhető.

$$Q = \rho \cdot V_s(\rho)$$

$$\rho = Q / V_s(\rho)$$

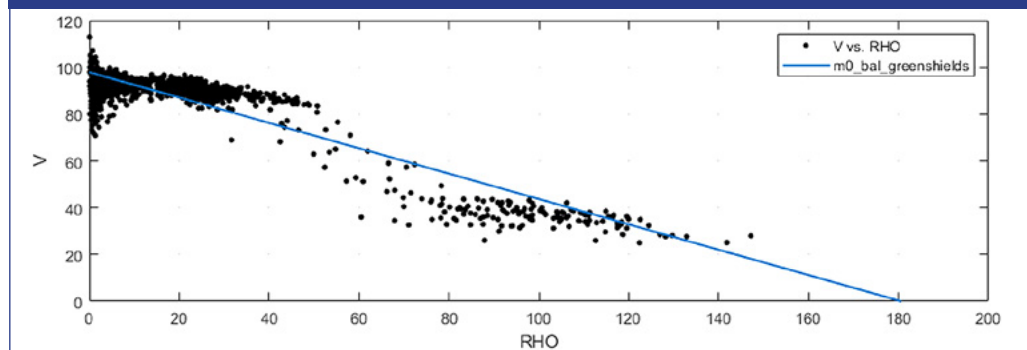
- Q : forgalomnagyság
- ρ : forgalomsűrűség (az ábrákon „RHO”-ként jelölve)
- V_s : térbeli átlagsebesség

A különböző sebességmodellek (9-12. ábrák) alapján felírható egy függvény, amely megadja a térbeli átlagsebesség értékét a forgalomsűrűség ismeretében. Az összefüggés alapján tetszőleges számú pontra kiszámítható a térbeli átlagsebesség értéke, amelyből a fundamentális egyenlet felhasználásával számítható a forgalomnagyság. Ezen összefüggések alapján az egyensúlyi sebesség és az egyensúlyi fundamentális diagram is ábrázolható (13. ábra).

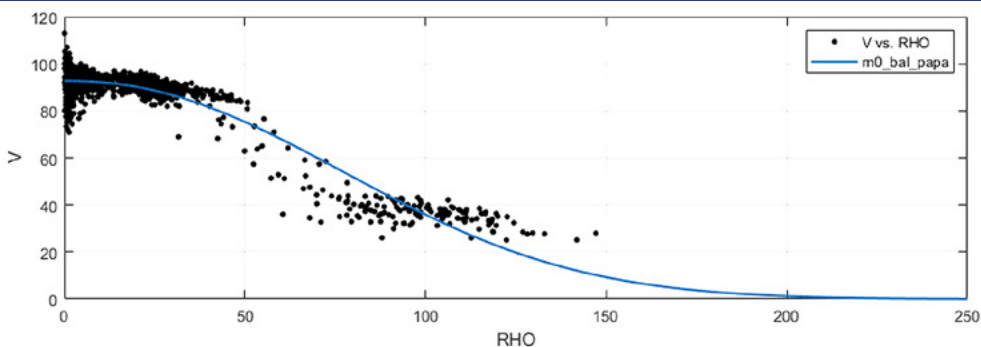
4.2. Károsanyag-kibocsátás, COPERT modell

A fenntartható közlekedés egyik alapfeltétele a közúti szennyezőanyag-kibocsátás, valamint az ehhez kapcsolódó környezeti terhelés csökkentése. A közúti közlekedésből, a gépjárművek belső égésű motorjából származó kipufogógáz termelésének és környezetre gyakorolt

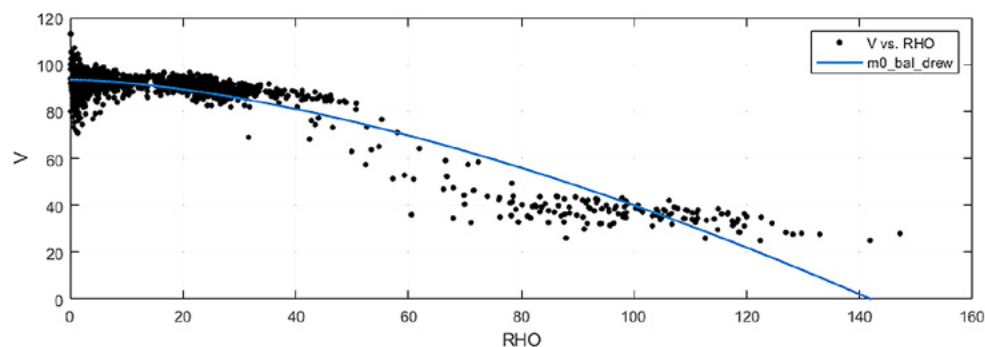
9. ábra: Greenshields modell illesztése



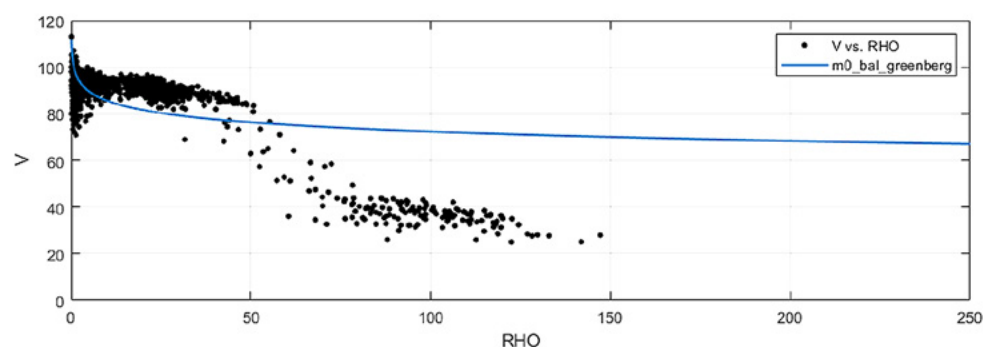
10. ábra: Papageorgiou modell illesztése



11. ábra: Drew modell illesztése



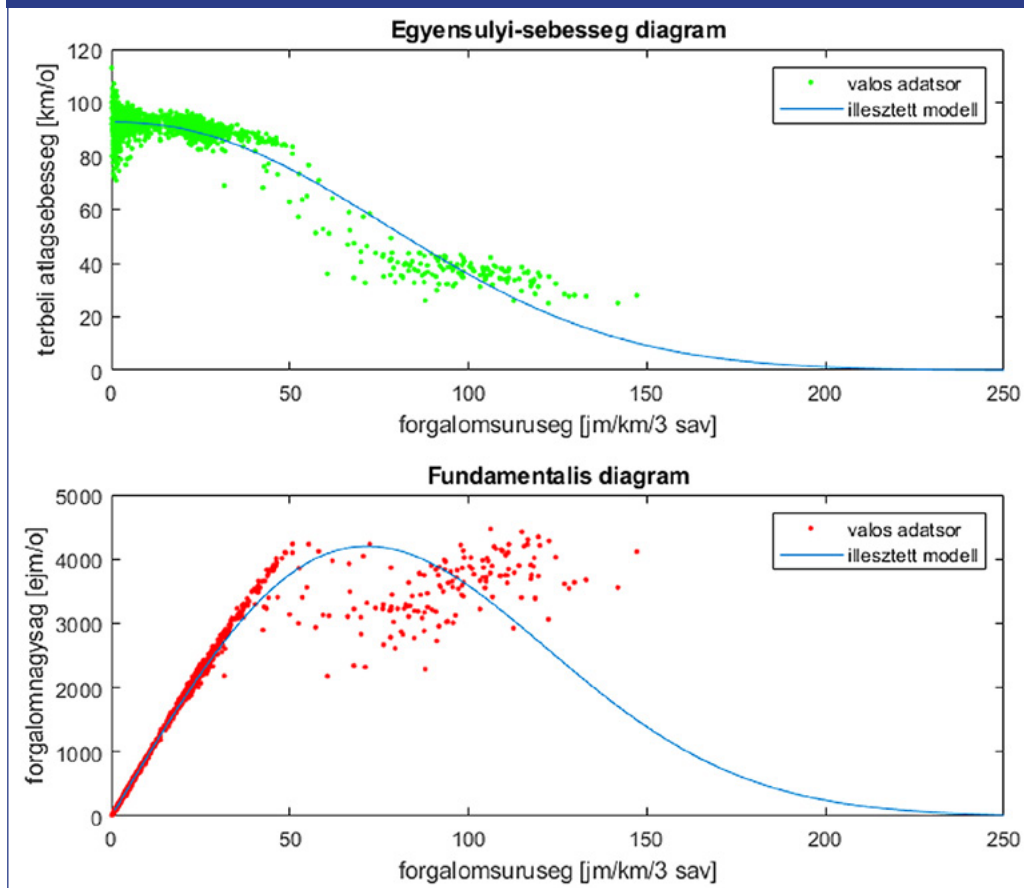
12. ábra: Greenberg modell illesztése



hatásának, így a lokális és globális környezeti ártalmaknak a mérséklése elengedhetetlen. Ehhez viszont a gázok – CO (szén-monoxid), CO₂ (szén-dioxid), HC (tökéletlen égésből

származó szénhidrogének) és NO_x (nitrogén-oxidok) keletkezésének és légkörben való elnyelődésének pontos ismerete szükséges. Fontos kiemelni, hogy a légszennyezésről eset-

13. ábra: Detektálási adatsor alapján illesztett egyensúlyi diagramok



legesen rendelkezésre álló mért adatok és koncentrációértékek több forrás (ipari, lakossági, forgalmi kibocsátás) hatásának összegeként adódnak, szükséges tehát a közúti közlekedés forgalomszennyező hatásának szeparált jellemzése. Ennek matematikai modellezésén alapuló megközelítése a kialakuló szennyezőanyag-koncentráció becslését forgalmi mérések és járműkibocsátási modellek felhasználásán keresztül adja [7].

Az Európai Unió országaiban elterjedt módszer a COPERT (Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport) szoftver alkalmazása a károsanyag-kibocsátás számításához. A [8] szerinti – a közúti közlekedésre vonatkozó – leírás három alap-

vető számítási módszert ismertet, amelyek eltérő részletességű bemenő adathalmazt igényelnek.

A legkevesebb bemeneti adatot igénylő számítási módszerhez tartozó, a járműkategória és a tüzelőanyag alapján meghatározott tüzelőanyag-fogyasztás értékek, valamint az emissziófaktorok a modellhez tartozó leírásban találhatók, amely alapvetően négy járműkategóriát különböztet meg. A becslési eljárás „összetevői” az egyéni igényeknek megfelelően alakíthatók mind a járműkategóriákat, mind a szennyezőket illetően [9]. A jelen vizsgálathoz kiválasztott járműkategóriák a személygépjárművek és a 3,5 tonna fölötti tehergépjárművek, a vizsgált gázok pedig a CO és NO_x.

$$E_i = \sum_j \left(\sum_m (FC_{j,m} * EF_{i,j,m}) \right)$$

- E_i : az i károsanyag komponens kibocsátásának fajlagos értéke [g/km]
 $FC_{j,m}$: tüzelőanyag-fogyasztás j járműkategória és m tüzelőanyag szerint [kg]
 $EF_{i,j,m}$: emissziófaktor i szennyezőanyag, j járműkategória és m tüzelőanyag szerint [g/kg]

Ahhoz, hogy a modell alkalmazható legyen a rendelkezésre álló adatok felhasználásával, összhangba kell hozni a COPERT modellben megkülönböztetett kategóriákat a NÚSZ által alkalmazott csoportosítási rendszerrel. A kibocsátás becsléséhez szükségünk van továbbá a portál alatt áthaladt járműszámra az elemzésre kiválasztott kategóriák bontásában. Jelen esetben a teljes keresztmetszetet (bal és jobb oldali pálya) egészként vizsgáltuk.

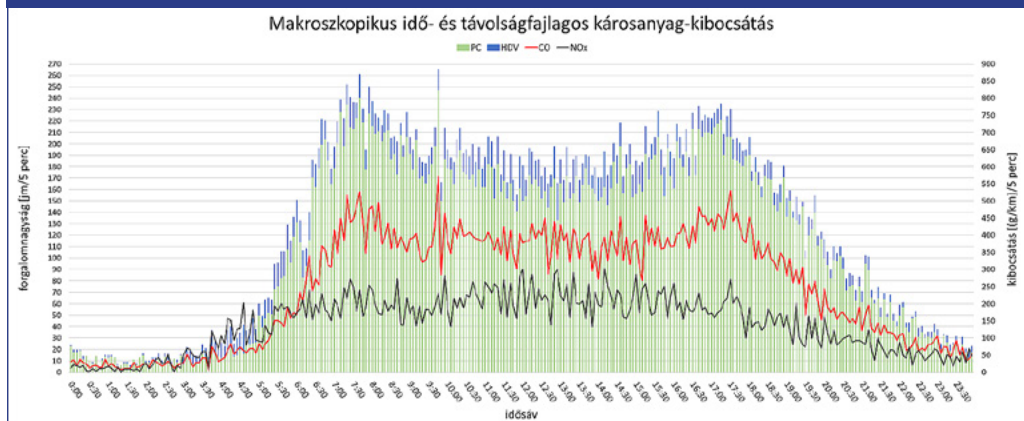
Amennyiben azzal a feltételezéssel élünk, hogy a forgalom térbeli átlagsebessége a portál 1 km-es környezetében változatlan, közelítő becslés adható a károsanyag-kibocsátás – makroszkopikus megközelítésben értelmezett – idő- és távolság fajlagos értékéről (14. ábra). Amennyiben a számítási módszert minden portál esetén, valós időben érkező bemenő adatokkal alkalmazzuk, minden NÚSZ által megfigyelt keresztmetszet közvetlen környezetében becsülhető a károsanyag-kibocsátás. Az ered-

ményül kapott károsanyag-kibocsátás mértéke a valós értékekhez képest eltérést mutathat, mivel a számítás alapjául kizárólag a keresztmetszeten áthaladt forgalom nagyság, a forgalmi áramlat összetétele, illetve a járműtípusokhoz rendelt átlagos fogyasztás (dízel és benzines járművek aránya KSH adatok alapján becslve), illetve az emissziófaktor paraméterek szolgálnak. Amennyiben egy részletesebb modellben a rendelkezésre álló sebességértékek is felhasználásra kerülnek, az a becslés pontosságát javítaná. A becsült értékek folyamatosan frissülő, térbeli megjelenítése egy igen beszédes „kibocsátási térképet” eredményezhet.

5. AUTOMATIKUS INCIDENS DETEKTÁLÁS (AID)

Az egyes útszakaszok valós idejű forgalmi állapota fontos információ lehet az üzemeltető számára, amelynek ismeretében akár egyszerű forgalomtereléssel vagy bonyolultabb forgalomszabályozási módszerekkel is lehetséges lenne reagálni a torlódások kialakulására, ezzel segítve azok gyorsabb lefutását, a közlekedés gördülékenyebb menetének elősegítését. Ahhoz, hogy a vizsgált szakaszon torlódott állapot áll-e fent, azaz incidens következett be, az Automatikus Incidens Detektálási (AID) algoritmusok használhatók. Általánosságban elmondható, hogy az algoritmusok a detektorok foglaltságát vagy a forgalom nagyság értékét használják a számításokhoz. A rendszer meg-

14. ábra: Makroszkopikus megközelítésben értelmezhető idő- és távolságfajlagos károsanyag-kibocsátás értékek detektálási adatsor alapján



valósítása tehát minden olyan útszakaszon lehetséges, amelyen rendelkezésre áll a forgalom nagyságának mérésére alkalmas eszköz. Ezen adatok a NÚSZ detektálási adataiból kinyerhetők, akár sávonkénti bontásban is.

Fogalomszabályozási szempontból az algoritmusok használata olyan útszakaszokon a legkifizetődőbb, amelyek nagy forgalmat bonyolítanak le. Infrastrukturális szempontból az autópályák és a gyorsforgalmi utak rendelkeznek olyan eszközökkel, amelyeken keresztül az incidens tényét, illetve az arra válaszként adott szabályozást a forgalomban résztvevőkkel közölni tudjuk (változtatható jelzéseképű táblák: VJT), legyen szó elterelésről, sebességkorlátozásról vagy akár csak figyelmeztetésről.

A legtöbb incidensdetektáló algoritmus két szomszédos érzékelő eszköz adatait használva működik, amelyek egymáshoz viszonylag közel helyezkednek el, illetve a két mérési pont között nincs be-, illetve kilépő forgalom, ugyanis az jelentősen torzítaná az eredményt. A NÚSZ által megfigyelt hálózaton minden feltételnek megfelelő helyszínek, ha vannak is, csekély a számuk, így a két mérőkapura tervezett algoritmusok használhatósága, hatékonysága megkérdőjelezhető.

Bizonyos algoritmusok egyetlen kapu adatai alapján is képesek az incidensek detektálására, azonban rosszabb hatásfokkal dolgoznak, mint kétkapus társaik. Amennyiben az útszakaszokhoz egyedileg kalibrált AID algoritmusokat használunk, az eredmények megbízhatósági szintje alapján forgalomszabályozási és információs célokra is egyaránt alkalmazhatóvá válnak bizonyos módszerek.

Az AID rendszereket működési elvük szerint 5 fő csoportba sorolhatjuk [10]:

1. Összehasonlító és mintafelismerő
2. Statisztikai vagy idősor alapú
3. Forgalmi modell alapú
4. Mesterséges intelligenciát alkalmazó
5. Videófelismerő rendszerek

Bármely AID módszerről is legyen szó, ezek célja alapvetően, hogy valós időben felismerjék és jelezzék a hirtelen kialakuló torlódást.

5.1. A NÚSZ adatsorok incidensdetektálásra való alkalmasságának vizsgálata

Az ARIMA algoritmus (Autoregressive Integrated Moving Average – autoregresszív integrált mozgóátlag [11]) alkalmazhatóságát az M0 Rákospalota portál detektálási adataira vizsgáltuk meg. Az előzetes feldolgozás eredményeiből tudjuk, hogy a portál alatt a forgalom szabad áramlása, illetve torlódott állapot is megfigyelhető, így az algoritmusnak egyértelműen jeleznie kell a kritikus időpillanatokban.

Az ARIMA algoritmus működése során egy t mérési időpontban a megelőző három mérés eredménye alapján rövid távú előrejelzést ad a foglaltsági adatokról a $(t+1)$ -edik mérési időpontra, amelyet az előző időpontokban mért és jósolt értékeinek eltérése alapján számít. Amennyiben a $(t+1)$ -edik időpontban mért értékek kiesnek az előrejelzés 95%-os megbízhatósági szintű konfidenciaintervallumából, a rendszer riasztást ad le. Bemenetként használhatók a foglaltság vagy átlagsebesség értékek, vagy bármely, a forgalom állapotának leírására alkalmas paraméter. Esetünkben a rendelkezésre álló reprezentatív mintaadatsorokból könnyen kinyerhető átlagsebesség értékeket használtuk. Az algoritmus különböző súlyozással veszi figyelembe a megelőző mérések eredményeit, és így ad becslést a következő időpillanathoz tartozó várható értékre.

A felismerő logika alapegyenletei a következők:

$$\begin{aligned} v_{j\text{ósolt}(t+1)} &= v_{\text{átlag}} - e_{t-1} * \theta_1 - e_{t-2} * \theta_2 - e_{t-3} * \theta_3 \\ v_{j\text{ósóhatár}} &= v_{j\text{ósolt}(t+1)} + n * \sigma \\ v_{\text{alsóhatár}} &= v_{j\text{ósolt}(t+1)} - n * \sigma \end{aligned}$$

Ahol:

- $v_{\text{átlag}}$: a t -edik időintervallumban mért átlagsebesség
- $v_{j\text{ósolt}(t+1)}$: a $(t+1)$ -edik időintervallumra becsült átlagsebesség
- $v_{j\text{ósóhatár}}, v_{\text{alsóhatár}}$: a becslés alapján számított időintervallumhatárok
- e_{t-1} : a $(t-1)$ -edik időintervallumra vonatkozó becslési hiba
- $\theta_1, \theta_2, \theta_3$: a mozgóátlag paraméterei

n : segédparaméter az intervallumhatárok hangolásához
 σ : a mérési zaj által okozott becslési hiba

A fenti egyenletben az intervallumhatárok meghatározására szolgáló n paramétert – az eredeti algoritmustól eltérően – nem konstans értéknek vettük, hanem dinamikusan változóvá alakítottuk annak érdekében, hogy az alacsony forgalomnál hibás riasztások kiküszöbölhetőek legyenek. A paramétert a megfigyelt keresztmetszeti időegység alatt áthaladt járművek számától tettük függővé. Amennyiben ezt az értéket az átlagsebesség reciprokával megszorozzuk, információt kapunk arról, mennyire terhelt az útszakasz. Ezáltal elkerülhetők az olyan hibák, amelyeket egyetlen detektált, kiugróan gyorsan vagy lassan közlekedő jármű okozna alacsony járműszám esetén.

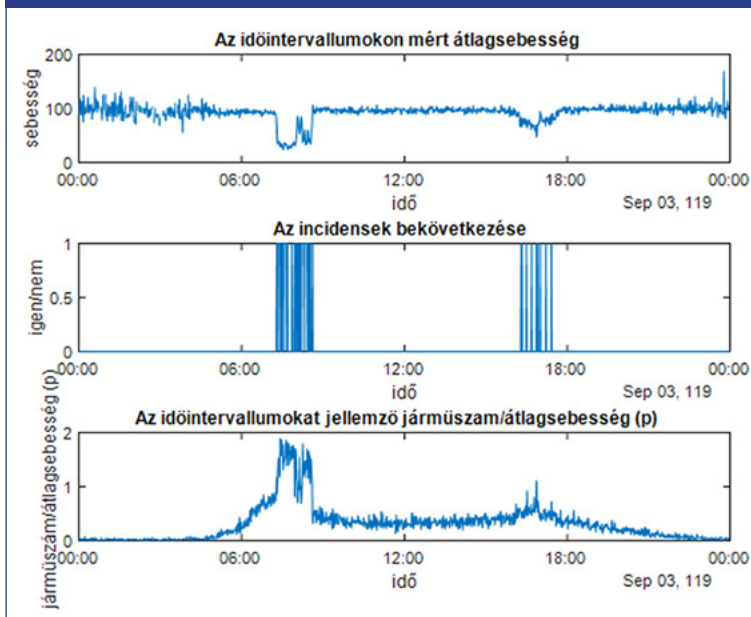
$$p = \text{járműszám} * (1/v_{\text{átlag}})$$

Amennyiben időegység alatt kevés jármű halad át az ellenőrzési ponton, az intervallum méretét nagyobbra kell vennünk, mert kevesebb áthaladó jármű is generálhat nagy átlagsebességbeli eltéréseket, noha az alacsony járműszám alapján biztosan tudjuk, hogy nem alakul ki incidens. Amennyiben a járműszám magas, az intervallum méretét kisebbre kell venni, hogy a rendszer érzékenysége megfelelő legyen és időben észlelje az átlagsebesség változását. Ezt úgy érthetjük el, hogy a paraméter meghatározásához a számított p érték reciprokát használjuk fel:

$$n = 1/p$$

A rendszer ezekből a bemeneti adatokból egy igen/nem típusú választ generál arra vonatko-

15. ábra: Az algoritmus működése a jobb oldali pályán



zónán, hogy az adott időintervallumban detektálható-e incidens, vagy sem.

Az adatsorok vizsgálatát a pálya jobb (15. ábra) és bal (16. ábra) oldalára is elvégeztük, bemenetként az áthaladó járművek száma és azok átlagsebessége szolgált 1 perces bontásban. A korábban igen vagy nem értékekkel definiált incidens jelzést a nulla és egy értékeknek feleltettük meg. Az ábrákon az első diagram az átlagsebességek alakulását mutatja, a második diagramban az incidensek állapota látható, ahol a magas jelszint jelöli az incidens jelzést, a harmadik diagram pedig a járműszám/átlagsebesség (p) paraméter változását szemlélteti.

Az eredményekből már az első diagramon, az időintervallumokra bontott átlagsebesség esetében is jól látható, hogy a 24 óra során mikor csökken le jelentősen annak értéke. Az is megfigyelhető azonban, hogy az éjjeli órákban az értékek szórása meglehetősen nagy, amelyet az alacsony áthaladó járműszám okoz. Ezekben az esetekben a harmadik diagramon megjelenített járműszám-átlagsebesség értékek segítségével korrigáltuk az algoritmus működését,

így nem következik be téves riasztás. A riasztások jól láthatóan csak az előzetesen várt időpontokban jelennek meg.

Az algoritmusokat a megfelelő működés érdekében minden mérőhelyen az adott lokális tulajdonságok alapján szükséges hangolni, ilyen befolyásoló tényező az adott mérőpontra jellemző mérési zaj mértéke (σ). A hibák $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ mozgóátlag paramétereivel az incidensdetektálás érzékenysége befolyásolható, minél inkább hangsúlyos az utolsó mérési pont ($t-1$) hibája, annál hamarabb detektál a rendszer incidenst, viszont ez növeli a hamis riasztások számát. Ha a három méréssel ezelőtti pont ($t-3$) kerül legnagyobb hangsúlyba, az lassítja a detektálási algoritmus működésének sebességét, így csökken a hamis riasztások száma, viszont megnő az esélye annak, hogy egy valódi incidens esetén sem jelez a rendszer.

Az általunk végzett vizsgálatok során az alkalmazott paraméterek a következők voltak:

θ_1 : 0,30

θ_2 : 0,35

θ_3 : 0,35

σ : 8,5

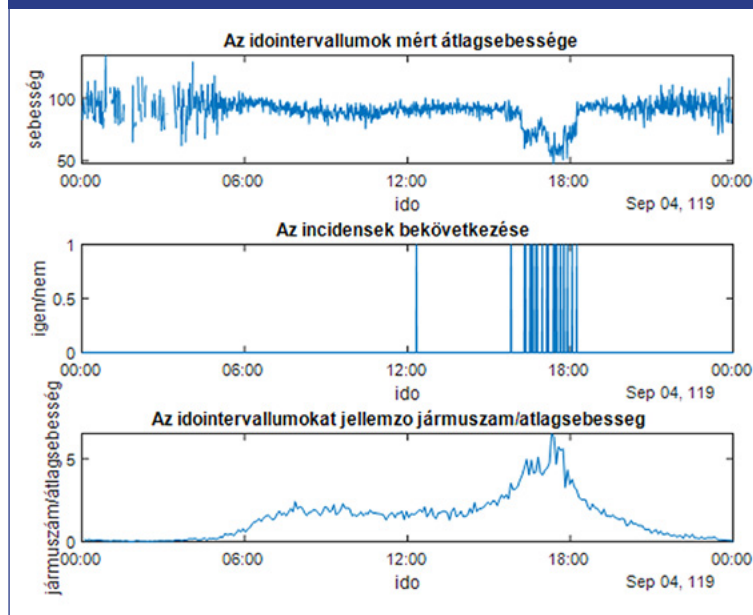
Bizonyítandó, hogy hangolásra ténylegesen minden portál esetében szükség van, elvégeztük a pályaszakasz bal oldali irányára is a vizsgálatot (16. ábra), amelyek eredményei alapján jól látható, hogy olyan riasztás jelzés is megjelent, ami nem tartozik valóban kritikus szituációhoz. Eltérő hangolási értékek alkalmazásával az ehhez hasonló hibák kiküszöbölhetők.

A tesztelés alapján megállapítható, hogy a NÚSZ adattárházában jelenleg is elérhető adatsorok megfelelőek AID algoritmus működtetéséhez. Ismét hangsúlyozzuk, hogy a különböző helyszíneken eltérő paraméterezés indokolt, az értékek helyességéről az AID módszerek korábbi adatsorokon történő tesztelése során bizonyosodhatunk meg. Egy valós idejű adatokat feldolgozó online rendszer kizárólag ez után állítható gyakorlati alkalmazásba. Az egyedi paraméterezésem felül indokolt lehet eltérő AID logikák megbízhatóságának vizsgálata is. Esetünkben csupán két bemeneti paramétert felhasználva futtatuk a kiválasztott algoritmust, viszont további, rendelkezésünkre álló adatot felhasználva növelhető a rendszer megbízhatósága [12].

A tesztelt algoritmus pontosabb működését biztosításáért például a forgalom nagyság egy-egy jármű/óra mértékegységben történő felhasználása.

Amennyiben egy ilyen rendszer a jelenlegi infrastruktúra fejlesztésével kerül megvalósításra, érdemes lehet a V2I (Vehicle To Infrastructure) [13], [14]) kommunikációs rendszer kialakítása is. A V2I standardok [15] alapján így már rendelkezésre állna egy kommunikációs csatorna az úthálózat és a jövő önműködő vagy önműködő képességekkel rendel-

16. ábra: Az algoritmus működése a bal oldali pályán



kező járművei között. Nyilvánvalóan egy ilyen rendszerben gyorsabb az információáramlás, mint a VJT-k esetében, valamint maga az önvezető jármű tudja felhasználni az információt saját útjának tervezéséhez.

Mindezeket összegezve a NÚSZ-nál meglévő adatok és információk segítségével – amennyiben ezek online is elérhetők lennének – működtethetők AID algoritmusok. Az algoritmusok kimenetét megfelelő információvá alakítva és a gördülékenyebb működés biztosításában.

6. ÖSSZEGZÉS

A kutatás során körüljártuk a NÚSZ Zrt. információs rendszerének működését, megvizsgáltuk a mérőhelyeken keletkező adatokat, és feltártuk milyen lehetőségeket kínálna ezen adatok valós idejű elérése. A tématerület megfelelő mélységű megismerése érdekében személyes találkozókra vettünk részt az érintett szereplőkkel (NÚSZ Zrt., ARH Zrt., Magyar Közút Nonprofit Zrt.). Munkánk leghangsúlyosabb része azonban a NÚSZ Zrt. által biztosított adatsorok elemzése volt, amelyeket olyan konkrét alkalmazási példákra vizsgáltuk, mint a forgalmi modellezés, emisszióbecslés, valamint az automatikus incidens detektálás. Ezek alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a rendelkezésre álló adatok elegendőek ahhoz, hogy azokat az említett célokra hasznosítsuk, feltételezve, hogy azok valós időben vagy közel valós időben rendelkezésre állnak, de egy közel valós idejű rendszer is jelentősen támogatná a forgalomirányítási rendszert. A Magyar Közút jelenlegi 6 perces frissítési gyakorisággal működő rendszeréhez hasonló megoldás nem csak az információk gyors áramlását tenné lehetővé, hanem a kommunikációs csatornát is megnyitná a két szerv között. A DATEX II. szabvány szerinti kommunikációs csatorna kialakítása nem csak javasolt, hanem szükséges is. A Magyar Közút részéről rendelkezésre áll a szabványos kommunikációs csatorna, valamint a szervezett adatpiac kialakítására is ezen szabványok szerint lenne lehetőség. Az adatpiac jellegű adatértékesítés megvalósítása gördülékenyebb, rendszeresíthető formában tenné elérhetővé a NÚSZ-nál rendelkezésre

álló információkat. A mérési adatok valós idejű elérhetőségének segítségével olyan forgalomirányítási lehetőségek kerülhetnének előtérbe, mint a felhajtó szabályozás (ramp metering) vagy a dinamikus sebességhatárolás. Ezekhez persze elengedhetetlen a változtatható jelzéseképű táblák aktív használata. Ezen táblák segítségével lehetne információt szolgáltatni egy automatikus incidens felismerő algoritmus használata esetén is, így a járművezetők korábban értesülhetnének a torlódások kialakulásáról. Ezen kívül az adatokat újfajta információs rendszerek segítségével is el lehetne juttatni a felhasználókhoz, legyen szó akár az önvezető járművekről (V2X rendszerek [15]), akár a közösségi közlekedés résztvevőiről (mobiltelefon platformok).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikkben bemutatott kutatási munkát sokan támogatták értékes javaslatokkal, kiegészítésekkel. Külön köszönjük a témavezetésben adott támogatást Szűcs Lajos tanácsadónak, a szakmai konzultációk lehetőségét Dr. Sándor Zsoltnak, Heizer Rolandnak, Makranczi Baláznak és Daróczi Magdolnának (NÚSZ Zrt.), Tomaszek Tamásnak és Nagy Ádám-nak (MK Nonprofit Zrt.), valamint Janka Erikának (ARH Zrt.).

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] "Wikipédia," [Online]. Available: https://hu.wikipedia.org/wiki/Nemzeti_Útdíjfizetési_Szolgáltató_Zrt. [Accessed 27 június 2019].
- [2] L. Szűcs, Writer, *ITS helyzetkép a szabályozás tükrében*. [Performance]. 2015.
- [3] *AZ EGT VEGYES BIZOTTSÁG 40/2010 HATÁROZATA*, 2010.
- [4] "datrix2.eu," [Online]. Available: www.datrix2.eu. [Accessed július 2019].
- [5] *A Bizottság (EU) 2015/962 felhatalmazáson alapuló rendelete a 2010/40/EU európai parlamenti és tanácsi irányelvnek az EU egészére kiterjedő valós idejű*, 2014.
- [6] B. Makranczi, L. Szűcs, M. Daróczi and Z. Sándor, Interviewees, *A NÚSZ adattárházak működése*. [Interview]. 8 augusztus 2019.

- [7] T. Tettamanti, I. Varga and A. Csikós, *Közúti Mérések - Eszközök és módszerek a közúti járműforgalom megfigyelésére*, Typotex Elektronikus Kiadó Kft., 2016.
- [8] N. Daiheng, "Traffic Flow Theory - Characteristics, Experimental-Methods, and Numerical Techniques," 2016.
- [9] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2018.
- [10] M. T. Horváth, *Automatikus incidensfelismerő algoritmusok összehasonlítása autópályán*, 2012.
- [11] Wikipedia, "Autoregressive integrated moving average," [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Autoregressive_integrated_moving_average. [Accessed 20 09 2019].
- [12] M. Abdel-Aty, J. Dillmore and A. Dhindsa, "Evaluation of variable speed limits for realtime freeway safety improvement," *Accident Analysis & Prevention*, pp. 335-345, 2006.
- [13] "What is Vehicle-to-Infrastructure (V2I) Communication and why do we need it?," [Online]. Available: https://www.3m.com/3M/en_US/road-safety-us/resources/road-transportation-safety-center-blog/full-story/~/%7Bwhat-is-vehicle-to-infrastructure-v2i-communication-and-why-do-we-need-it/?storyid=021748d7-f48c-4cd8-8948-b7707f231795. [Accessed 23 09 2019].
- [14] F. Arena and G. Pau, "An Overview if Vehicular Communications," MDPI - future internet, 2019. 11(2), 27; DOI: <https://doi.org/gf3vvh>
- [15] I. 19091:2017(en), "Intelligent transport systems - Cooperative ITS - Using V2I and I2V communications for applications related to signalized intersections," [Online]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:ts:19091:ed-2:vl:en>. [Accessed 23 09 2019].



The possibilities of using data from the HU-GO electronic toll system for traffic estimation and traffic management purposes

The focus of the article is the review of the real-time information necessary for the traffic management of the national road network, the mapping of their availability; on the whole, a deeper exploration of the reusability of the data of the National Toll Payment Services Plc., gathered mainly for the purpose of toll payment – within the framework of the data management possibilities provided by the legislation –, and the examination of their possibilities for traffic analysis and traffic management purposes.



Möglichkeiten zur Verwendung von Daten aus dem elektronischen Mauteinzugssystem HU-GO für Verkehrsschätzungs- und Verkehrsmanagementzwecke

Der Gegenstand des Artikels ist die Bestandsaufnahme der für das Verkehrsmanagement des nationalen Straßennetzes erforderlichen Echtzeitinformationen sowie die Prüfung ihrer Verfügbarkeit; Insgesamt ging es um eine - im Rahmen der in der Gesetzgebung vorgesehenen Datenverwaltungsmöglichkeiten - eingehendere Untersuchung der Wiederverwendbarkeit der hauptsächlich zum Zweck der Mautzahlung erhobenen Daten von NÜSZ (Nationale Mauterhebung Geschlossene Dienstleistung AG), und der Möglichkeiten von ihren Nutzung für Verkehrsanalyse- und Verkehrsmanagementzwecke.

Pályaszerkezet hátralévő élettartam becslés a keréktalperő erő alapján

Az aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek várható élettartamának megállapítására többféle matematikai számítás létezik. Ezek a számítások a burkolat behajlása által az aszfaltréteg alsó szálában keletkező fajlagos megnyúláson alapszanak. Mivel az aszfaltburkolat tönkremenetelének ez az egyik kritikus szempontja, ezért fontos ennek a lehető legpontosabb meghatározása.

DOI 10.24228/KTSZ.2020.6.2

Mika Péter

Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola
Széchenyi István Egyetem, Győr
e-mail:mika.peter@ga.sze.hu

1. BEVEZETÉS

Régóta kutatott téma az aszfaltburkolat tönkremenetele. Az 1950-es években kezdődött AASHO útkísérletek óta számos matematikai módszert dolgoztak ki a hátralévő élettartam meghatározására [1],[2],[3].

Napjainkban elterjedően vannak az útpályaszerkezetek roncsolásmentes vizsgálatai, mert ezekkel elkerülhető a vizsgálati tárgy esztétikai, illetve szerkezeti károsodása, emellett költséghatékony a megoldás. Legyen szó épületről [4], gépről vagy jelen esetben az útburkolatról [5]–[7], minden területen jelen van ez a vizsgálat típus. 1957-58-ban az Ütügyi Kutató Intézet javaslatot készített a közutak megfelelőségi osztályozására. Ez az útszakasz műszaki jellemzőinek felvételét jelentette, amiket részben üzemi, biztonsági, részben pedig a szerkezeti jellemzők csoportjába sorolták. A megfelelőségi mutatót ezekre a jellemzőkre adott pontszám alapján állapították meg. A jellemzők egy részének értékelése szubjektív módon, egy része pedig fizikai méréssel történt [8]. Ma már sok mérést

szenzorok segítségével lehet elvégezni, akár egy okostelefonnal, mivel ezekbe az eszközökbe olyan szenzorokat építenek be, amik egy mérőműszer pontosságával megegyezőek. Tehát ezek a készülékek mérőeszköznek tekinthetők.

A részletes útállapot-felvétel során a pályaszerkezet teherbírására is sor kerül, amire többféle módszer létezik [9], [10]. A legelterjedtebb, amit Magyarországon is használnak az az FWD (Falling Weight Deflectometer). Ez a módszer a behajlási teknőt méri, amit egy ejtő súly okoz. Jellemzője a műszernek a nagy önsúly valamint az, hogy jármű után kapcsolva mozgatható. A behajlási teknőből állapítható meg a teherbírás mértéke, amiből hátralévő élettartamot lehet becsülni, vagyis a becslés alapja a behajlás.

A gépjármű az út használója és rongálója is egyben. A legfontosabb paraméter, amely a használatból származó tönkremenetelt okozza a tengelyterhelés, ezért fontos a gépjárműgyártók és a közúti szakemberek közti álláspontok megvitatása. Ha az elmúlt fél évszázadot tekintjük és összehasonlítjuk a meglévő útháló-

zat hosszát és a gépjárműállományt a 2019-es adatokkal, akkor azt tapasztaljuk, hogy a gépjárműállomány arányszáma több mint tízszerese az úthosszénak. 1955-ben a magyarországi közúthálózat makadám rendszerű úthálózatának hossza 22 655 km, ez 2019-ben 164 539 km. A gépjárműállomány 1955-ben 32 447 db volt, míg ez 2019-ben 3 812 013 db [11]. Ha elosztjuk a mai értékeket az 1955. évivel, akkor a gépjármű arány 117,48 az úthossz arány mindössze 7,26. Ha a jármű darabszámot viszonyítjuk az úthálózat hosszához és feltételezzük, hogy mind mozgásban van, az eloszlásuk pedig egyenletes, akkor megkapjuk a hálózaton kialakult forgalomsűrűséget. Ez a sűrűség 1955-ben 1,43 j/mű/km, míg 2019-ben már 23,16 j/mű/km-re emelkedett. Az elmúlt évek statisztikáit megnézve látható, hogy a motorizációs szint emelkedésével együtt jár az úthálózat növekedése is. Az is megfigyelhető, hogy az útépités, úthálózat-fejlesztés mindig lemarad a gépjárműállomány fejlesztéséhez képest. Nagyon fontos, hogy a forgalomsűrűség értéke ne haladja meg a kritikus értéket, mert az rendkívüli módon csökkenti az úthálózat kapacitását, ez pedig fokozottan csökkenti a várható élettartamot. A fundamentális diagram alapján a kritikus forgalomsűrűség felett csökken a forgalomáramlás sebessége, a lassú jármű pedig nagyobb kárt okoz az aszfalt burkolatban.

A vizsgálatom célja egy olyan hátralévő élettartamot becselő módszer kidolgozása, ami kisebb és egyszerűbb eszközzel megvalósítható, valamint a valós kerékterhelésen, az útfelület egyenetlenségén és a forgalomáramlás sebességén alapszik.

Az útpályaszerkezetek vagy útburkolatok élettartamának meghatározása az útgazdálkodásban nagy jelentőséggel bíró műszaki-gazdasági tényező. Már a tervezési fázisban is az élettartamra végzik a pályaszerkezet méretezését. A szerkezet tervezésekor a kiindulási paraméter a tervezési forgalom (TF) az Útügyi Műszaki Előírás szerint. Ezt a forgalmat bonyolult képlet alapján előrebecslik a tervezési élettartamra, majd egy táblázat segítségével kiválasztják a típus-pályaszerkezetet. Ebből látszik, hogy az élettartam szempontjából kiemelt szerepe van a forgalomnak, hiszen ez jelenti a fő terhelést. Ahhoz, hogy

kiderüljön melyik tényező van a legnagyobb hatással a hátralévő élettartamra a matematikai modellekben szereplő tényezők vizsgálatára van szükség. Ebből a vizsgálatból kiderül az is, hogy a valós kerékterhelésen alapuló matematikai modell, mennyire áll közel más modellekhez, illetve alkalmas-e a kerékfalperéből a felületi egyenetlenséget és a forgalomáramlás sebességét figyelembe véve a hátralévő élettartam becslésére.

2. HÁTRALÉVÓ ÉLETTARTAM SZÁMÍTÁS

Először a szakirodalomban megtalálható néhány hátralévőélettartam-becslést bemutató matematikai modellt tekintek át. Több kutató is foglalkozott ezzel a témával [12] [2] [3]. Az útburkolat élettartambecslése nem egyszerű feladat, mivel több tényező befolyásolja, ráadásul egy rendszer része, tehát nem csak a burkolatnak, de az út egyéb részeinek is van egy élettartama, mint például a földmű, az úttartozékok, a műtárgyak és ezek egymás élettartamára is hatással vannak. Az egyes részrendszerek más anyagokból készülnek, más funkciót látnak el és az életciklusuk is eltérő. Minden egyes rész külön karbantartási terv szerint időnként felújításra kerül, így maga az út, mint rendszer élettartama tervezhető és hosszú távon fenn tartatható lesz. Egy esetleges útfelújítás során, egészen a kopórétig javításától a teljes pályaszerkezet és egyéb úttartozékok és részrendszerek felújításáig terjedhet a feladatvégzés. Azt, hogy milyen mértékben kell a pályaszerkezet-hoz hozzányúlni, a károsodás jellege határozza meg. A felújítás időszerecségére és mértékére a technológia is hatással van, hiszen ha rendelkezésre áll olyan eszköz, amellyel kompletten a helyszínen újra lehet építeni a teljes pályaszerkezetet a meglévő visszabontott anyagokból, akkor nagyobb mértékű károsodás is megengedhető. Ezzel szemben, a hagyományos útépitő gépekkel kisebb részletekben és nagyobb gyakorisággal kell beavatkozni az állagmegóvás érdekében. Az Amerikai Egyesült Államokban létezik olyan útépitő gépsor, amely elbontja a teljes pályaszerkezetet, majd újra építi azt.

A legtöbb esetben a burkolat hátralévő élettartamának becslése a behajlás méréséből adódik. Hazánkban behajlásmérések

már az 1950-es években is történtek. Az első „billenőkaros” behajlasmérő készülék 1955-ben készült el [6]. A behajlás mérése jellemzően drága és időigényes munkával lehetséges, amelyre több fajta eszköz is rendelkezésre áll, úgymint az FWD (Falling Weight Deflectometer), a Benkelman tartó, a Lacroix mérőkocsi, a Curivameter, a TSD (Traffic Speed Deflectometer). Egy olcsóbb mérőeszköz a Benkelman tartó továbbfejlesztésével foglalkozott Primusz [12], amely során a hagyományos analóg mérőeszközt digitálisra cserélte, így gyorsítva a mérést.

A pályaszerkezet hátralévő élettartamának, a megengedhető forgalom pontosabban az egy-ségtengely áthaladások számának meghatározását különböző módon lehet számítani. Az egyik az AASHO útkísérletből az alábbi képlettel számítható:

$$F_{100}^{eng} = 10^{(5,271 - 4,55 \lg(s_m))} \quad (1)$$

ahol,

F_{100}^{eng} : A burkolat tönkremeneteléig megengedhető forgalom, (100 kN e.t áthaladás [db])

s_m : A vizsgált szakasz mértékadó behajlása [mm]

A homogén szakaszok mértékadó behajlása:

$$s_m = \bar{s} + c \cdot \sigma \quad (2)$$

ahol,

$\bar{s}$: a vizsgált szakaszon mért behajlások átlaga [mm]

c : megbízhatósági szorzó, javasolt értéke 1,6-2,0 közötti

σ : a vizsgált szakaszon mért behajlások szórása [mm]

Ez a számítás empirikus úton alakult ki és azt a megengedett forgalmat jelenti, amelynél a pályaszerkezet használhatósági indexe egy előre megadott érték alá csökken.

Ha csak a burkolat tönkremenetelét vizsgáljuk, akkor mechanikai számításokból levezetett

megoldást kell választanunk. A kerékterhelésből behajlási teknő alakul ki a burkolaton, amelyből származó görbületi sugár felhasználásával számítható az aszfaltburkolat alsó szálának megnyúlása, ami kritikus a tönkremenetel szempontjából. Az aszfalt kúszási tulajdonsága [2] miatt a kutatók a valós forgalmi terhelés számításánál különböző szorzótényezőket javasolnak. A burkolat megengedett forgalmi terhelése így az alábbi képlettel számítható:

$$F_{100}^{eng} = v \cdot \left(\frac{K_1}{\varepsilon_t} \right)^{K_2} \quad (3)$$

ahol,

F_{100}^{eng} : A burkolat tönkremeneteléig megengedhető forgalom, (100 kN e.t áthaladás [db])

v : eltolási tényező, javasolt értéke 10

ε_t : a számított vízszintes fajlagos megnyúlás [μstrain]

K_1 : anyagállandó, aszfaltnál 1600 értékkel vehető figyelembe (20°C-on)

K_2 : anyagállandó, aszfaltnál 5,62 értékkel vehető figyelembe

Az Európai Unió 2004-ben vizsgálatot végeztetett, „Az útburkolatok teljesítményi mérőszámai” tárgyú COST354-es akciót. A fő cél az egységes európai teljesítményi mérőszámok meghatározása volt, amely az úthasználók és útkezelők igényeit is figyelembe veszi. Eredményként a következő teljesítményi mérőszámok kerültek megfogalmazásra[14]:

- hosszirányú felületi egyenletesség,
- keresztirányú felületi egyenletesség,
- makró érdesség,
- csúszásellenállás,
- gördülőzaj,
- légszennyezés,
- pályaszerkezet-teherbírás.

A COST 354-es akcióban a megfelelő teljesítményi mérőszámokat kiválasztották, kijelölték a célértékeket és határértékeket.

A felsorolt teljesítményi mérőszámok közül a teherbírás teljesítményi mérőszámaként ötféle műszaki paramétert különböztetnek meg:

- pályaszerkezet-behajlás,
- szerkezeti szám,
- hátralévő élettartam,
- E-modulus,
- pályaszerkezet-behajlási sebesség.

A COST 354-ből kiderül, hogy az országok többsége a pályaszerkezet-behajlást választotta műszaki paraméternek [14]. Ugyanakkor a legtöbb teherbírás teljesítmény mérőszámmal foglalkozó tanulmány egyetért abban, hogy az erre a célra legalkalmasabb mérőszám a pályaszerkezet hátralévő élettartama, amelyet a burkolat pillanatnyi állapota és a szakasz jövőben várható forgalomnagysága alapján számítanak.

A pályaszerkezet tervezése során figyelembe kell venni azt a forgalmi terhelést, amelyet a tervezési idő alatt a szerkezetnek el kell viselnie. Tehát már a tervezési fázisban körültekintően meg kell becsülni a várható úgynevezett tervezési forgalmat (TF). Ehhez a művelethez a szakemberek tervezési útmutatót használnak, amelyben a megtervezett pályaszerkezetet forgalmi terhelésre ellenőrizni kell a következő összefüggéssel:

$$N_{eng} = \frac{F}{SF} \cdot \left[\frac{10^4 \cdot (0,856 \cdot V_b + 1,08)}{E_a^{0,36} \cdot \varepsilon_t} \right]^5 \quad (4)$$

ahol,

- N_{eng} : a megengedett (F100) egységtengely áthaladási szám [db]
 V_b : a bitumen térfogata 11,0 és 12,8 között [%]
 E_a : az aszfaltréteg modulusa, javasolt értéke 4000 és 5800 között [MPa]
 ε_t : a számított vízszintes fajlagos megnyúlás [$\mu strain$]
 F : biztonsági tényező, javasolt értéke 1,0 vagy 1,5
 SF : a shift-faktor, javasolt értéke 2,5 és 5,0 között

A fenti összefüggés figyelembe veszi az anyag tulajdonságait is egyrészt a bitumen térfogat-százalékával, másrészt pedig a shift-faktorial, amely értékét az aszfaltkeverék laboratóriumi körülmények közötti vizsgálatából állapítottak meg [15].

3. HÁTRALÉVÓ ÉLETTARTAM SZÁMÍTÁS A KERÉKTALPERŐBŐL

A szakirodalomban fellelhető modellekhez szükséges a behajlás értékét meghatározni, aminek hátránya, hogy az adatgyűjtés és kiértékelés miatt egy műszerrel csak körülbelül 5000 km út/év mennyiség mérhető. A pályaszerkezet méretezési elve, hogy az alapréteg-fajtánként és forgalmi terheléssztyálonként csoportosított típus-pályaszerkezeteknél a szükséges aszfaltréteg összvastagságokat a többretegű útpályaszerkezet mechanikai modellje, valamint, hajlító és húzó-nyomó igénybevételeket figyelembe vevő fáradási kritériumok alapján határozzák meg. Ez a számítási mód viszont nem veszi figyelembe a burkolaton kialakult deformációkat, úthibákat és az ebből adódó többletterhelést. Emiatt az ŰME (Útügyi Műszaki Előírás) különböző aszfaltkeverékek alkalmazását írja elő. A méretezés megkezdése előtt viszont mindenképp szükséges az útszakasz állapotának ismerete. Az e-ÚT 06.03.13-as ŰME tartalmazza azokat a tevékenységeket, amelyeket az állapotértékeléshez szükséges elvégezni. Az egyik ilyen tevékenység a teherbírasmérés, amely billenőkaros behajlasmérő készülékkel vagy a Lacroix-féle teherbírasmérő berendezéssel készül [6]. Fontos megjegyezni, hogy azonos behajlásértékek különböző pályaszerkezetek mellett is létrejöhetnek, tehát pusztán erre hagyatkozni nem érdemes, erről több szerző is beszámolt már korábban (Boromisza T., Primusz P.). Sokkal pontosabb képet kapunk, ha a központi behajláson túl a görbületi sugár értékét is ismerjük.

Amennyiben nem áll rendelkezésre a behajlási teknő, illetve a görbületi sugár vagy figyelembe vesszük az úthibákból adódó többletterhelést is, úgy másik módszerre van szükség. Én három tényező alapján, az útprofil, a kerékterhelés és a forgalomáramlás sebessége ismeretében készítek becslést. Tehát a burkolat állapotára, a hátralévő élettartamára a burkolat felületi egyenetlenségéből, valamint a forgalomáramlás sebességéből következtek. A Tervezési Útmutató a megengedhető forgalom nagyságot egy ötödfokú hatvány-

1. táblázat: A paraméterértékek a kitüntetett a kitüntetett helyeken. Az (a) tényező értéke az egyenértékű rugalmassági modulus és (b) az aszfaltréteg vastagsága függvényében (saját szerkesztés)

	E=4000	E=4500	E=5800		h=120	h=200	h=290
a	0,738	0,731	0,710	b	0	0,033	0,071

függvénnyel írja le. Ebből kiindulva én is egy hatványfüggvényt alkalmazok a becsléshez, amit a következő alakban írtam fel:

$$F_{100}^{eng} = \frac{F}{SF} \left(\frac{A_k}{F_{kmax}^{a+b}} \right)^7 \quad (5)$$

ahol,

- F*: biztonsági tényező, javasolt értéke 1,0 vagy 1,5
SF: a shift-faktor, javasolt értéke 2,5 és 5,0 között
A_k: A kerék burkolattal érintkező felülete [mm²]
F_{kmax}: A maximális kerékfalperő
a: A burkolat egyenértékű rugalmassági modulusától függő tényező
b: Az aszfalt burkolati réteg vastagságától függő tényező

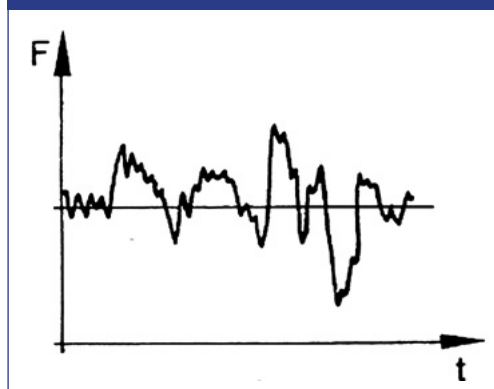
A matematikai modellt úgy alkottam meg, hogy a mért kerékfalperőt közvetlenül a képletbe lehessen helyettesíteni, de az egyéb körülményeket is figyelembe vevő shift-faktor és a biztonsági tényező értéke mellett két olyan paramétert is számításba vettem, amelyek nagymértékben befolyásolják a becsült értéket. Az egyik az aszfalt rugalmassági tényezőjét fejezi ki, a másik pedig az aszfaltréteg vastagságától függő paraméter. Az (a) és (b) paraméterek meghatározásához lineáris interpolációt alkalmaztam, a tartományt pedig a 2. táblázatban tüntettem fel. A Tervezési Útmutatóban az egyes aszfaltrétegek rugalmassági modulusa a beépítés helyétől függ. Tehát alap, kötő vagy kopóréteget építenek be, ennek megfelelően az 1. táblázatban szereplő modulusokhoz meghatároztam az (a) paraméter értékeit.

Az (a) paraméter tartomány értékét heurisztikus módon az aszfalt rugalmassági modulusá-

nak változtatása mellett 0,71 és 0,77 értékekben határoztam meg. A (b) paraméter tartományértékét pedig szintén az előbb említett módszerrel a rétegvastagság változtatása mellett 0 és 0,071 közötti értékben állapítottam meg. A jellemző modulus értékek és rétegvastagságok esetén az 1. táblázat szerint alakulnak a paraméterértékek.

Az (5)-ös összefüggés elméleti magyarázata, hogy az útburkolat fizikai állapotleromlása következtében nem csak anyagfáradás történik, hanem a szerkezetben deformáció is létrejön a forgalom és a környezeti körülmények hatására. A kerékfalperő pedig függ a felületi egyenetlenségtől, valamint a jármű sebességétől, vagyis ugyanaz a gépjárműforgalom egy rossz minőségű úton haladva nagyobb terhelést ad át a pályaszerkezetnek, mintha ugyanaz egy síkfelületen haladt volna. A megalkotott matematikai modell alkalmas arra, hogy a forgalomáramlás sebességének és az útfelület deformálódásának figyelembevétele mellett adjon becslést

1. ábra: Rendszertelen terhelés (dr. Zsáry Árpád, Gépelemek)



a hátralévő élettartamra. E két tényező van hatással a menet közben kialakuló keréktalperőre, amely változását kell mérni, az eredményeket pedig rögzíteni. A kiindulási érték az egységtengelyből származó 50 kN statikus terhelés, amelyből a felületi egyenetlenség és a sebesség miatt egy rendszertelen instacionárius terhelés lesz (**1.ábra**). A számításnál a kerék érintkezési felületét és a többi paramétert állandónak tekintem, csak a terhelés értéke változik.

A terhelés mértékének meghatározását statisztikai számítás útján egy érvényességi szakaszra kell elvégezni.

4. A BEHAJLÁS ÉS A VÍZSZINTES MEGNYÚLÁS KÖZTI ÖSSZEFÜGGÉS

Burmister kétrétegű rendszerében egy h vastagságú, E_1 rugalmassági modulusu és μ_1 Poisson tényezőjű anyagot vizsgál. A feladat a felső és alsó rétegben keletkező feszültségek meghatározása volt. Ezt a mechanikai modellt Burmister 1945-ben alkotta meg, aki 1954 és 1956 között kiterjesztette n réteg esetére is [16]. Burmister eredetileg nem a feszültségekkel, hanem az alakváltozással foglalkozott és a központi lehajlás számítására egyrétegű rendszerrel a következő képletet alkalmazta:

$$D_0 = \frac{2pr}{E_2} (1 - \mu^2) F \quad (6)$$

ahol,

p : a felületi nyomás

r : a gumiabroncs érintkezési felületét leíró kör sugara

E_2 : az alaprég modulusa

μ : a Poisson tényező

F : E_2/E_e arányszám

E_e : az aszfaltreteg egyenértékű rugalmassági modulusa

A kötött rétegekben keletkező igénybevételt a réteg alján kialakuló megnyúlás jelenti, amely meghatározható, amennyiben ismert az adott pontban a görbületi sugár és a rétegvastagság

[17]. A fajlagos megnyúlás nagysága a (h) vastagságú pályaszerkezeti réteg alján a következő összefüggéssel számítható:

$$\varepsilon(x) = \frac{h}{2R(x)} \quad (7)$$

ahol,

h : a rétegvastagság

$R(x)$: a behajlási teknő görbületi sugara a terhelés tengelyétől x távolságra

Matematikai úton levezethető a függőleges elmozdulásból származó görbületi sugár értéke, amelyre végtelen homogén féltér esetén Müller és Ullidtz (1998-ban) publikált képlete alapján a központi behajlás és a görbületi sugár között a következő kapcsolat írható fel:

$$R_0 = \frac{2r^2}{D_0} \quad (8)$$

5. A HÁTRALÉVÓ ÉLETTARTAM SZÁMÍTÁSÁNÁL HASZNÁLT PARAMÉTEREK VIZSGÁLATA

Az előző fejezetben bemutatott matematikai modellekben alkalmazott paramétereket a **2. táblázatban** foglaltam össze. Az értékeket pedig részben szakirodalomból, részben pedig tapasztalati úton határoztam meg. Ahhoz, hogy összehasonlíthatóvá váljanak az egyes modellek, szükséges a közös változót meghatározni, ami jelen esetben az aszfalt alsó szálának vízszintes fajlagos megnyúlása. A pályaszerkezet fizikai tulajdonságait roncsolásmentes vizsgálattal is meg lehet határozni, ami után a hátralévő élettartam becsülhető.

Ha a pályaszerkezet méretezésből indulok ki, akkor először a forgalmi terhelésből a szerkezetre megengedhető határ-igénybevételt szükséges meghatározni. Ezután a szerkezet geometriai méreteit kell kiszámítani figyelembe véve az e-ÚT 06.03.13 „Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése” Ütügyi Műszaki Előírást, amely az úttükör szintjén a földmű statikus méretezési teherbírási modulusát $E_{2m}=40 \text{ Mpa}$ értékben rögzíti. Tehát méretezésnél minden egyes réteg vastagságát, teherbí-

2. táblázat: A hátralévő élettartam számítása során használt paraméterek (saját szerkesztés)

Paraméter jele	Paraméter megnevezése	Értéke	Mértékegysége	Hivatkozás
$\bar{s}$	a vizsgált szakaszon mért behajlások átlaga	0,05-1,85	[mm]	AASHO, 1962
c	megbízhatósági szorzó	1,6-2,0		
σ	a vizsgált szakaszon mért behajlások szórása	0,01	[mm]	
s_m	a vizsgált szakasz mértékadó behajlása	0,07-1,87	[mm]	
v	eltolási tényező	10		
K_1	anyagállandó	1600		Nemesdy, 1985
K_2	anyagállandó	5,62		Nemesdy, 1985
ε_r	számított vízszintes megnyúlás	18-512	[$\mu strain$]	Tervezési útmutató, 2016
E_a	az aszfaltréteg modulusa	2000-5800	[MPa]	Tervezési útmutató, 2016
V_b	bitumen térfogata	11,0;11,4;12,8		Tervezési útmutató, 2016
F	biztonsági tényező	1,0;1,5		Tervezési útmutató, 2016
SF	shift faktor	2,5;3,0;5,0		Tervezési útmutató, 2016
a	A burkolat egyenértékű rugalmassági modulusától függő tényező	0,71-0,77		saját
b	Az egyenértékű aszfaltréteg vastagságától függő tényező	0-0,071		saját
A_k	A kerék burkolattal érintkező felülete	70 686	[mm ²]	Primusz, 2014
F_{kmax}	A maximális keréktalperő	15 000-150 000	[N]	saját
p	felületi nyomás	0,21-2,12	[MPa]	
h	rétegvastagság	120-290	[mm]	Fi, 2002
μ	Poisson tényező	0,35		Tervezési útmutató, 2016
r	Gumiabroncs érintkezési felületét leíró kör sugara	150	[mm]	Primusz, 2014

rési modulusát és a Poisson-tényezőjét meg kell határozni. A rétegvastagság pedig a teherbírási modulusától függ. Az igénybevétel számításánál a terhelést a 100 kN egység tengely egyik kerekére ható 50 kN erő jelenti egy $r=150$ mm sugarú körtárcsa felületén megoszló $p=0,7$ MPa nyomás formájában. A háromrétegű pályaszerkezet modellben a kritikus terhelést az aszfaltréteg alsó szálában értelmezett ε_t ($\mu strain$) nyúlás, a földmű tetején értelmezett ε_v ($\mu strain$) összenyomódás jelenti. A határ-igénybevétel

meghatározásához pedig szükséges a tervezési forgalom ismerete. A hátralévő élettartamot pedig a pályaszerkezeten megengedhető egység tengely-áthaladás számaként definiálhatjuk.

A forgalom nagyság ismerete lehetővé teszi a megengedhető nyúlások vagy feszültségek meghatározását. A (4)-es összefüggést átalakítva és a $N_{eng}=TF$ jelölést bevezetve kapjuk a tervezési forgalomhoz tartozó megengedett vízszintes fajlagos megnyúlás értékét.

$$\varepsilon_{eng} = \left[\frac{F}{SF} \right]^{0,2} \cdot \frac{10^4 \cdot (0,856 \cdot V_b + 1,08)}{E_a^{0,36} \cdot TF^{0,2}} \quad (9)$$

A fenti képletben a változókat a korábbi (4) képletnél megadott módon kell értelmezni.

A földmű összenyomódásra a következő összefüggés alkalmazható:

$$\varepsilon_v = \frac{6000}{TF^{0,23}} \quad (10)$$

A fajlagos megnyúlás képletébe (7-es összefüggés) a 6-os és a 8-as összefüggéseket helyettesítve a következő egyszerűsített képletet kapjuk, ahol (r) a korábbiakban ismertetett sugar érték:

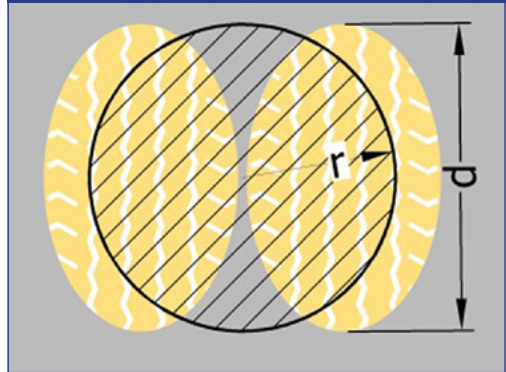
$$\varepsilon_t = \frac{hp}{2E_e r} (1 - \mu^2) \quad (11)$$

Ezzel a (h) rétegvastagság és a felületre jutó terhelés függvényében, a réteg rugalmassági modulusa és Poisson-tényezője ismeretében kiszámolható a fajlagos megnyúlás, amely hajlékony pályaszerkezet esetén érvényes. A rétegvastagság értékének megállapításához, a szabványban szereplő típus-pályaszerkezeteknél alkalmazott vastagságokat vettem figyelembe [18]. Így a négy számítási mód közül háromnál a fajlagos megnyúlást tudom alkalmazni az összehasonlításához, a negyediket pedig külön vizsgálom, amelynek során a képletben szereplő paramétereket középértékkel vettem számításba és egyszerre csak egyet változtattam.

A különböző számítási módszerek összehasonlításához összegyűjtöttem az egyes változókat és a hozzájuk tartozó intervallumot, amelyeket táblázatos formában mutatok be.

A táblázatban szereplő (A_k) paraméter az egy-ségtengely-terhelés számításához használt tehergépjármű gumiabroncs érintkezési felülete [17]. Pályaszerkezet-méretezés során az útpályaszerkezetet terhelő erő egy (r) sugarú körtárcsán egyenletesen megoszló (p) terhelést hoz létre. Ez a megoszló terhelés tehergépkocsi esetén $p=0,707$ Mpa. A dupla kerék burkolattal érintkező felületét az aszfaltmegnyúlás számí-

2. ábra: A gumiabroncs érintkezési felületét helyettesítő kör területének értelmezése (saját szerkesztés)



tásához, egy kör területével helyettesítik, amely ebben az esetben a 2. ábra szerint értelmezhető. Abban az esetben, ha a két ellipszis alakú felületet egy körrel helyettesítjük és ismerjük a felületi nyomást, akkor ki tudjuk számítani az érintkezési felület nagyságát a következő összefüggéssel.

$$A_k = \frac{F_{kmax}}{p} \quad (12)$$

A járműdinamikában ismeretes, hogy az átadódó nyomóerő eloszlása a gumiabroncs fajtájától, a keréknyomástól, sőt még a lengéscsillapító fajtájától is függ. Vagyis a keréktalperő meghatározása nem egyszerű feladat. Mivel a vizsgálat lényege a hátralévő élettartam becslése és az azt befolyásoló tényezők vizsgálata, nem pedig a keréktalperő meghatározása, ezért az egyszerűség kedvéért a (12) összefüggést alkalmazva, $F=50$ kN terhelést és $p=0,707$ Mpa felületi nyomást figyelembe véve az $A_k=70\ 686$ mm²-re adódik. Ezt az értéket konstansnak tekintem a vizsgálat során.

Az egyes modellek paraméter használata közt van átfedés, vagyis létezik olyan paraméter, amely egyszerre kettő modellben is szerepel. A paraméterek modellekben való részvételét, illetve a kiindulásként alkalmazott értékeket a 3. táblázatban foglaltam össze.

3. táblázat: Az egyes számítási módok által használt paraméterek összefoglaló táblázata (saját szerkesztés)

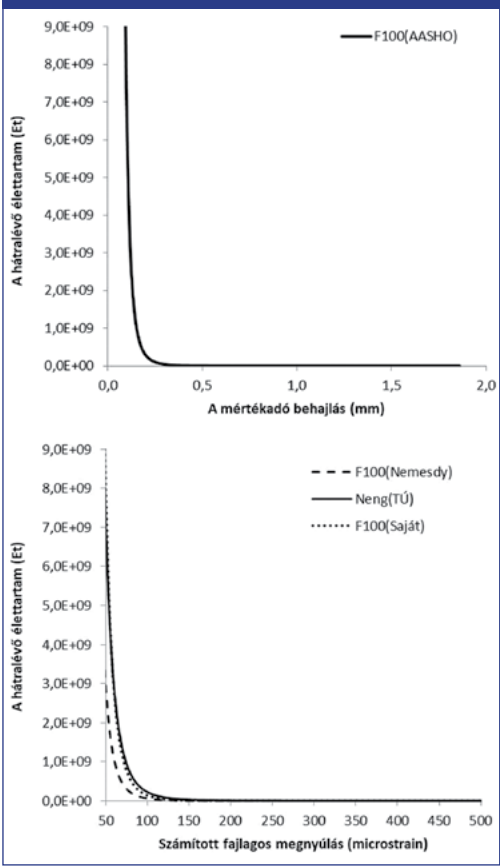
s _{átl}	c	σ	sm	v	K ₁	K ₂	s _t	E _a	V _b	F	SF	a	b	A _k ²	F _{kmax}	p	h	μ	r
AASHO					Nemesdy				Tervezési útmutató				Saját modell				ε _t		
0,05	2	0,01	0,07	10	1600	5,62	30	3 400	11,4	1	3	0,748	0,019	70 686	15000	0,21	165	0,35	150

Első lépésben beállítottam a 3. táblázatbeli kezdeti paraméterértékeket, amelyek közül egyedül az F_{kmax} volt a változó, ez idézte elő a megnyúlást. Az AASHO útkísérletnél alkalmazott modellben pedig a mértékadó behajlás változott. A hátralévő élettartam a 3. ábrán látható módon változik, ami kis megnyúlás esetén körülbelül 100 $\mu strain$, olyan nagymértékű a becsült élettartambeli

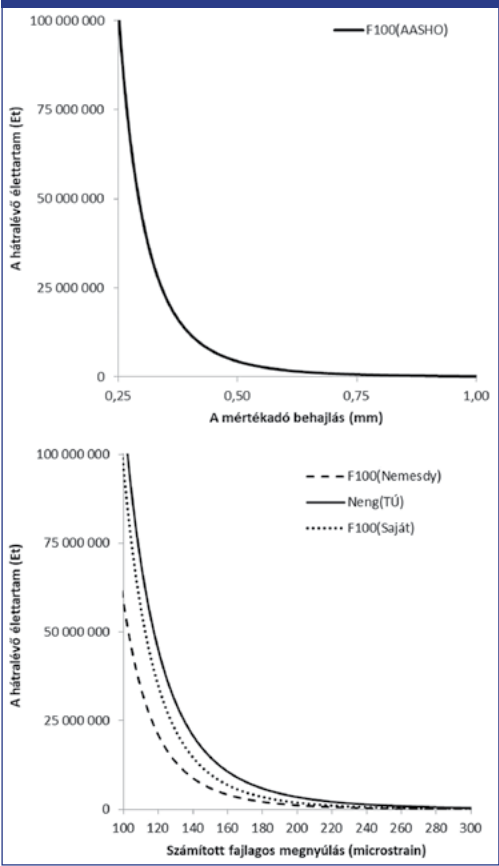
változás, hogy azt átszámítva több évtizednek felelne meg.

Az egyes modellek közti különbség jobb érzékeléséhez a valósághoz közelebb eső értéktartományt állítottam be. A kapott függvénygörbéket a 4. ábra mutatja. Az ϵ_t megnyúlás tartományát 100 és 300 közöttire állítottam, ez közelebb áll a valósághoz, mivel

3. ábra: A hátralévő élettartam modellek összehasonlítása (saját szerkesztés)



4. ábra: A hátralévő élettartam modellek összehasonlítása a valóságnak megfelelő nyúlás tartományon belül (saját szerkesztés)



4. táblázat: Az elméleti minimum és maximum élettartamok a különböző paraméterek és modellek szerint (saját szerkesztés)

	Minimum élettartam (Et)		Maximum élettartam(Et)
AASHO	átlagos	10 923	43 860 653 009
	c	10 695 388 931	18 278 500 257
Nemesdy	átlagos	119 068	49 635 661 998
	E_a	2 897 960	1 150 188 656
	h	2 403 246	342 354 810
Tervezési útmutató	átlagos	884 288	88 428 801 762
	V_b	183 017 766	363 019 004
	E_a	39 333 579	1 186 962 665
	F	214 881 988	322 322 982
	SF	128 929 193	257 858 386
	h	12 812 378	1 056 120 578
Saját	átlagos	476 180	113 727 925 000
	F	173 554 360	266 539 286
	SF	104 132 616	213 231 429
	a	32 793 981	3 134 249 706
	b	3 380 730	737 667 988

a Tervezési Útmutatóban is 92 $\mu strain$ mellett 102 millió egységtengely áthaladás adódott. Megfigyelhető, hogy mindegyik modell hasonló mértékű élettartamot becsül. A behajlásból származó módszert nem vetem össze a másik hárommal, de a behajlás mértékét itt is a valósághoz közel álló értékekkel vettem figyelembe. A fajlagos megnyúlásból számoló modellek esetén elmondható, hogy a saját modellem a „Tervezési Útmutatóban” szereplő modellhez áll közelebb. A két szélső görbe közt elég nagy különbség adódott, ugyanis a „Tervezési Útmutatóban” szereplő, illetve a saját modell kis megnyúlás esetén kétszer akkora értéket mutat mint a Nemesdy-féle. Nagyobb nyúlás esetén ez az érték lecsökken a másfélszeresére.

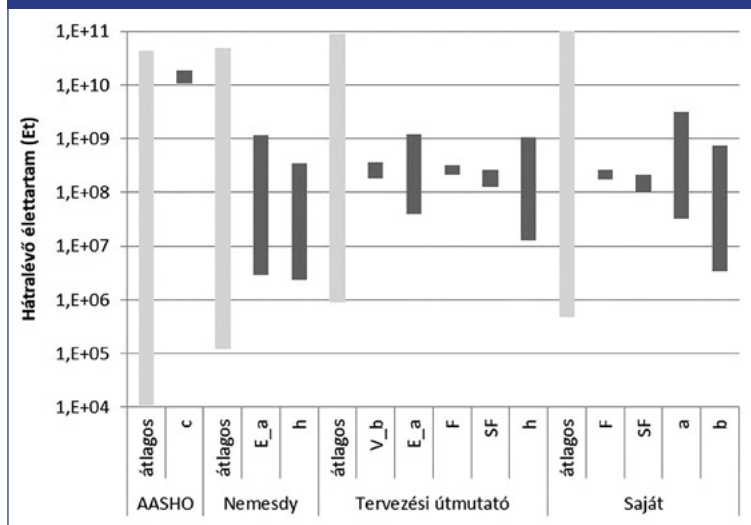
A vizsgálat nem terjed ki minden egyes szituációra, ami alatt az egyes paraméterek összes lehetséges variációját értem, de külön-külön nyolcnál – a szélsőértékekre állatva – kiszámoltam a minimális és a maximális élettartamot. Ezt a számítást az 5. ábrán mutatom be, amelyen az átlagos értékekkel kiszámolt élettartamot is feltüntettem. Az átlag számí-

tásnál csak az F terhelő erő változott, míg a többi paraméter esetén az F erő azonosan 50 kN volt. A számított értékeket a 4. táblázat tartalmazza.

A vízszintes fajlagos megnyúlás közvetlenül befolyásolja a Nemesdy és a „Tervezési útmutató” szerinti számítást, de közvetett módon a saját modelletem is, mivel a megnyúlás képletében szerepel a felületi nyomás, az pedig a változó kerékterheléstől függ. A vizsgálat során nyolc darab paramétert változtattam, a korábban megadott élettartományon belül.

Az összehasonlító diagramon az átlag számítás maximális értéke nagyságrendileg minden modellben ugyanakkora, de a minimális értéket tekintve a „Tervezési Útmutató” egyezik a saját modellem értékével, a Nemesdy-féle egy az AASHO pedig két nagyságrenddel kisebb. Az átlag értéken kívül még a rugalmassági modulus, valamint az aszfaltréteg vastagsága által okozott változás mutat szignifikáns eltérést a minimális és a maximális értékek között. A saját modellemben ezt a változást

5. ábra: Az egyes modellek paraméter érzékenységét összehasonlító diagram (saját szerkesztés)



hajlás mértéke. Ennek mérésére az Ütügyi Műszaki Előírás a Benkelman tartót vagy a Lacroix-deflektográfot írja elő. Ettől eltérő mérési módszer esetén átszámítási tényezőt kell meghatározni, hogy a végeredmény ekvivalens legyen. Ezen mérőeszközök mérési sebessége alacsony, nem teszi lehetővé a forgalommal történő együtt haladást, továbbá nagyméretűek. A használatukhoz pedig teherautóra van szükség, amelynek hátsó tengelyére ikerkeréket szereltek.

az (a) valamint a (b) paraméterek fejezik ki. A rugalmassági modulus maximális értéke mindhárom modellnél azonos nagyságrendű, de a minimális érték a Nemesdy-féle modellben egy nagyságrenddel alacsonyabb szinten van. Az aszfaltréteg-vastagság okozta változás a maximális értékek esetében nagyságrendileg azonosnak tekinthető, a minimum érték tekintetében pedig a „Tervezési Útmutatóban” szereplő modell ér el egy nagyságrenddel nagyobb szintet. A többi paraméter változtatása nem eredményezett nagyságrendbeli változást a hátralévő élettartamban.

6. KONKLÚZIÓ

A vizsgálatból kiderült, hogy az általam megalkotott hátralévőélettartam-becslő modell hasonló eredményt produkál, mint a szakirodalomban megtalálható modellek. A bemutatott becslő módszer alkalmas a valós keréktalperőből a várható élettartam meghatározására. A módszer megfelelően érzékeny az (F) keréktalperő változására, ami a valóságban előforduló megnyúlásokat eredményez.

Az eddig alkalmazott módszerek alapja a kerékterhelés hatására létrejövő központi be-

Kisebb települések közútjain nem terjedt el az ilyen fajta mérés és hátralévőélettartam-becslés, ennek ellenére hasznos lehet. A nagyobb városokhoz viszonyítva ritkább és kisebb volumenű építési beavatkozások történnek, amelyek egy része még csak nem is engedélyköteles tevékenység, és tervdokumentáció sem készül róla. A beavatkozás mértékének, illetve a rangsorolás megállapításához viszont eszközként szolgál a teherbíró képesség és hátralévő élettartam ismerete. Egy kis település önkormányzata a lakóövezeti utak felújításához nem készít stratégiai tervet. Ha éppen van kiírva pályázat felújításra, akkor rövid idő alatt kell döntést hoznia. Ez egy gyors, olcsó és objektív állapotértékelő módszer kidolgozását követeli meg. Ehhez olyan mérési módszer szükséges, amely a forgalomban haladva a pálya deformációját figyelembe véve képes adatot gyűjteni, majd ezen adatokat felhasználva, képes a hátralévő élettartam becslésére.

Jelen cikkben kidolgozott hátralévőélettartam-becslő módszer felhasználható egy utállapot-értékelő rendszer számára. A modell használhatósága azon múlik, hogy mennyire pontos a számítás alapját képező terhelőerő értéke. Ennek meghatározásához külön mérési módszer kidolgozására van szükség.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] R.R.Bartelsmeyer, C.D. Curtiss, és Wilbur S. Smith, „The AASHO Road Test”, Highw. Res. Board, sz. Report 6, 1962.
- [2] Nemesdy Ervin, Ambrus Kálmán, Pallós Imre, és Török Kálmán, „Az aszfaltkeverékek mechanikai, és fizikai tulajdonságainak laboratóriumi vizsgálatai”, 2000.
- [3] Gáspár László, Horváth Ferenc, és Lublós László, Közlekedési létesítmények élettartama. Győr: Universitas-Győr Nonprofit Kft., 2011.
- [4] Bajza József, Szemrevételezéses épületdiagnosztika. TERC KFT., 2003.
- [5] Markó Gergely, Primusz Péter, és Péterfalvi József, „A Benkelman-tartó továbbfejlesztése a behajlási teknő automatizált rögzítéséhez”, 2012.
- [6] Boromisza Tibor és Gáspár László, „Billenőkaros mérőeszköz az útburkolatok teher-bíróképességének meghatározására”, Közlekedéstudományi szemle, köt. 6, sz. 6, 1956.
- [7] Boromisza Tibor, „Útburkolatok behajlása”, Mélyépítéstudományi Szemle, o. 564–571, 1959.
- [8] Gáspár László, „Útburkolat-állapotfelmérési és -értékelési rendszerek”, 7 Sz, o. 205, 1983.
- [9] Vásárhelyi Boldizsár, Útépités. Budapest: Tankönyvkiadó, 1951.
- [10] József T. és Gábor M., „Az útburkolatok állapotának felmérése új vizsgálati módszerek segítségével”, o. 23, 2017.
- [11] Vásárhelyi Boldizsár, Közúti közlekedésünk és útjaink helyzete, In:Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények, köt. 1. Budapest: Akadémiai kiadó, 1958.
- [12] Markó Gergely, Primusz Péter, és Péterfalvi József, Hajlékony útburkolatok élettartamának meghatározása a továbbfejlesztett kézi behajlásmérés alkalmazásával, köt. Kari Tudományos Konferencia Kiadvány. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, 2011.
- [13] Zoltán S., Szusanna I., és Ferenc S., „Az aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek megerősítésének diagnosztikai kérdései”, Útügyi Lapok, köt. 5, sz. 1, o. 11, 2017.
- [14] Boromisza Tibor, Gáspár László, és Károly Róbert, „Útpályaszerkezetek teherbírása Hazai és külföldi eredmények és problémák”, Közúti és mélyépítési szemle, köt. 58, sz. 5–6, o. 1–9, 2008.
- [15] Rowe, G. M. és Sharrock, M. J., „Alternate Shift Factor Relationship for Describing Temperature Dependency of Viscoelastic Behavior of Asphalt Materials”, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, köt. 2207, sz. 1, o. 125–135, 2011. DOI: <https://doi.org/b7wq7q>
- [16] Burmister D. M., „The General Theory of Stresses and Displacements in Layered Soil Systems”, Journal of Applied Physics, köt. 16, sz. 2, o. 89–94, 1945.
- [17] Primusz Péter és Szentpéteri Ibolya, „Útpályaszerkezetek modellezése 3.rész”, Útügyi lapok, 2014.
- [18] Fi István, Utak és környezetük tervezése, 2000. kiad. Műegyetemi Kiadó.

E számunk lektorai

Dr. habil Gáspár László ■ Dr. Katona András

Dr. Tóth János ■ Dr. Török Ádám



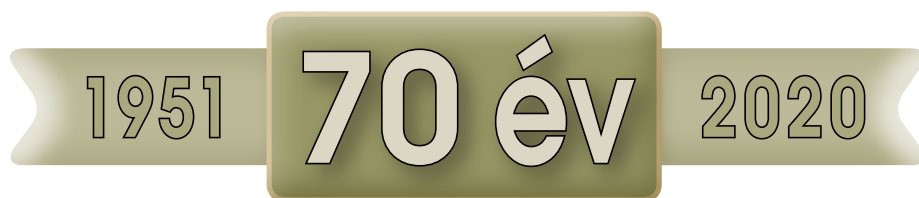
Remaining pavement structure life estimate based on wheel loading force

There are several mathematical calculations to determine the life expectancy of asphalt pavement structures. These calculations are based on the specific elongation caused by the deflection of the pavement in the lower fiber of the asphalt layer. As this is one of the critical aspects of asphalt pavement failure, it is important to define it as accurately as possible. The article compares several mathematical models for predicting remaining life, and the author presents his own model based on road profile and traffic flow rate.



Schätzung der verbleibenden Lebensdauer der Fahrbahnstruktur auf Grund der Radlastkraft

Es gibt verschiedene mathematische Berechnungen, um die Lebenserwartung von Fahrbahnstrukturen mit Asphaltdecke zu bestimmen. Diese Berechnungen basieren auf der spezifischen Dehnung, die durch die Biegung des Belags in der unteren Faser der Asphaltschicht verursacht wird. Da dies einer der kritischen Aspekte der Beschädigung von Asphaltbelägen ist, ist es wichtig, diese so genau wie möglich zu definieren. Der Artikel vergleicht einige mathematische Modelle zur Schätzung der verbleibenden Lebensdauer, und der Autor präsentiert sein eigenes Modell, das auf dem Straßenprofil und auf der Geschwindigkeit des Verkehrsflusses basiert.



Automatizált, állókép alapú forgalom- számlálás erdészeti utakon

A közlekedési infrastruktúra, illetve annak használata rendkívül sokszínű és szerteágazó képet mutat mind műszaki paramétereiben, mind a használat jellegét illetően. Az erdészeti utak speciális használatának bemutatásával a szélesebb körű megismertetés lehetőségét kínáljuk fel olvasóinknak.

DOI 10.24228/KTSZ.2020.6.3

Kisfaludi Balázs – Péterfalvi József – Primusz Péter

Soproni Egyetem, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet
e-mail: kisfaludi@gmail.com, peterfalvi.jozsef@uni-sopron.hu, primusz.peter@uni-sopron.hu

1. HÁTTÉR

Az erdészeti utak nemcsak a faanyagszállítást, hanem általánosságban az erdő megközelítést szolgálják. Az úthasználóknak különböző, sokszor egymással ellentétes igénye van az úthálózattal szemben. A hálózat kezelőjének elemi érdeke, hogy az utakon áthaladó forgalomról és az úthasználók igényeiről minél több információval rendelkezzen. Az információk birtokában ugyanis megalapozott forgalomkezelést folytathat annak érdekében, hogy az erdészeti úthálózat a lehető legtöbb funkcióját ellássa.

Az erdészeti utak és úthálózatok forgalmának mérésére számos eszköz áll rendelkezésre. Az eszközök robusztusak, és általában az áthaladások darabszámának meghatározására szolgálnak. Az úthasználók típusára vonatkozó adatokat szenzor együttesekkel gyűjtik. A digitális fotók, illetve videofelvételek nagyon sokféle információt tartalmaznak, ám a kiértékelésük egészen a legutóbbi időkig élőmunka-igényes volt. A gépi tanulás és a gépi látás fejlődésével a vizuális adatok feldolgozása lényegesen egyszerűbb, gyorsabb és pontosabb lett.

A cikkben egy olyan kísérleti eszközt mutatunk be, amely erdei környezetben készült fényképekről képes az úthasználók típusának (pl. személygépkocsi, tehergépkocsi, gyalogos, kerékpáros) meghatározására.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az erdők látogatottságára vonatkozó statisztikák először az USA-ban jelentek meg az 1950-es évek második felében. A kimutatások a nemzeti parkok belépőszámain, személyes számláláson, illetve becslésen alapultak [6]. Az első eszközös számlálásokat a közúti gyakorlatból átvett számlálókkal végezték az 1960-as évektől kezdődően [11].

Magyarországon az 1961. évi erdőtörvény az erdők egészségmegőrző hatására hivatkozva megállapítja az erdők üdülési, pihenési funkcióját, valamint lehetővé teszi mindenki számára az erdészeti úthálózat és az erdőterület ilyen célú használatát [19]. A nagyszámú erdőlátogató megjelenése hazánkban is szükségessé tette az erdők turistaforgalmának mérését [13]. A látogatottság meghatározására az 1960-as évek elejétől kezdve folynak tudományos vizsgálatok, amelyek módszertana leggyakrabban

1. táblázat: A terepi forgalomszámlálás lehetséges módjai Cessford és Muhar (2003) nyomán, kiegészítve és átalakítva az azóta megjelent kutatások alapján	
Számláló személyek	A kívánt helyszínen forgalomszámlálást végző személyek
Kamerás rögzítés	A felvételek a helyszínen készülnek, a kiértékelés utólag
Távérzékelés	Légifelvételek kiértékelése
Mechanikus	Fizikai elmozdulást számláló eszközök (pl. forgókapu)
Nyomásérzékelők	Közvetlen nyomásra (pl. rálépés) számláló eszközök
Szeizmikus érzékelők	Az út burkolatába épített érzékelők, melyek az út felületén keletkezett vibrációt fogják fel
Aktív optikai érzékelők	A látogatók által megszakított fénysugár váltja ki az észlelést
Passzív optikai érzékelők	Az érzékelő által látott infravörös képben bekövetkező változás váltja ki az észlelést
Rádió sugaras	A látogatók által megszakított rádiónyaláb váltja ki az észlelést
Mágneses érzékelők	Az elhaladó fémes tárgy változást okoz a mágneses mezőben
Radar	A visszavert rádióhullámok változását érzékeli
Ultrahang	A visszaverődő, illetve detektált ultrahang változását észleli
Lézerszenner	Másodpercenként sok pont 3D koordinátáinak meghatározása lézer-táv-méréssel

mintanapokon végzett személyes számlálást, valamint kérdőíves felmérést tartalmazott [24], [10], [25], [3], [17], [16]. Magyarországon az első publikált műszeres forgalomszámlálást 1987-ben végezték [9], és azóta csak egy vizsgálatban használtak automatikus számláló eszközt [18], ami annak tudható be, hogy a hazai körülményekhez képest az automatikus látogatószámlálók drágának bizonyultak [3].

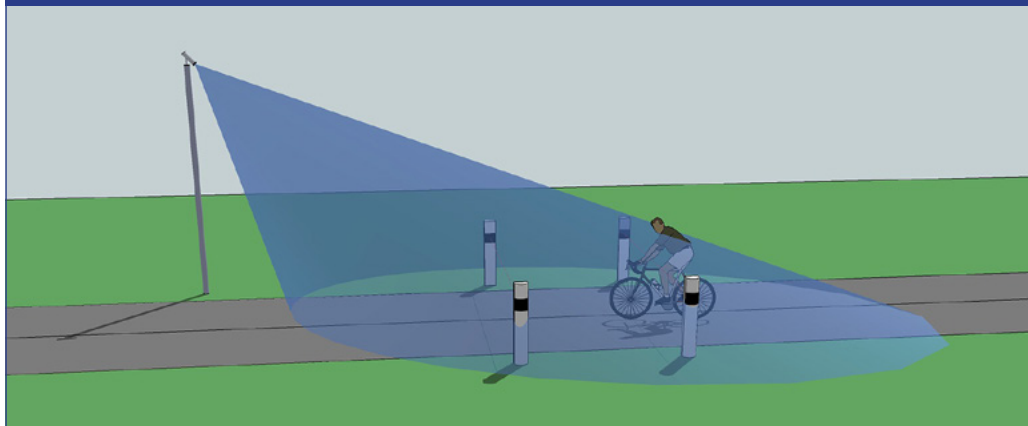
Az 1960-as évektől napjainkig a természeti környezetben végzett forgalomszámlálásra az eszközök és módszerek széles skáláját fejlesztették ki. Az 1. táblázat mutatja be összefoglalóan a számlálási lehetőségeket.

A bemutatott automatizálható számláló megoldások közül a képrögzítéssel van lehetőség az úthasználók csoportosítására egy viszonylag egyszerű érzékelő használatával [5]. A képrögzítésen alapuló módszerek közül a legelterjedtebb a helyszínen telepített kamerás rögzítés. A kamera lehet analóg vagy digitális, és készíthet álló vagy mozgóképet. Az analóg rendszerek alkalmazása addig volt jellemző, amíg a digitális eszközök széles körben elterjedté nem váltak. Ez legfőképp a feldolgo-

zás nagy élőmunka igényének, valamint az adat-visszakeresés nehézségének tudható be [26, 2, 1, 7]. A digitális kamerák tároló kapacitása sokszorosa az analóg kameráénak, emellett a digitális felvételek könnyen továbbíthatók az interneten keresztül. Ez utóbbi megoldást természeti környezetben a szélessávú internetelés hiánya korlátozhatja.

A felvételek készülhetnek folyamatosan, meghatározott időintervallumonként vagy külső jel által vezérelten. Folyamatos videofelvételt ritkán rögzítenek, ez a megoldás a video-stream alapú számlálóknál elterjedt. A time-lapse videó és fotórögzítés csökkenti a tárhelyigényt, illetve megkönnyíti az utólagos kézi kiértékelést [2]. A mozgásérzékeléshez kötött videó [12] vagy állókép tárolás [4], [7], [15] tovább csökkenti a tárhelyhasználatot, viszont a mozgásérzékelőt kalibrálni kell annak érdekében, hogy a lehető legtöbb látogatót észlelje, minimális téves észlelés mellett [5]. A kamera telepítésére vonatkozóan [1] végeztek vizsgálatot, és azt találták, hogy a 4 méter magasan elhelyezett kamera felvételein az utólagos kiértékeléskor a népes látogatócsoportok létszáma pontosabban meghatározható volt, mint

1. ábra: A kísérleti eszköz látványterve



a helyszínen végzett személyes számláláskor. A kamerát az út szélétől 1-2 méter távolságban célszerű elhelyezni úgy, hogy a mozgás irányával kb. 20° - 45° -os szöget zárjon be [7], [15].

A digitális kamerák által készített fotókat, illetve videókat napjainkban gépi látáson alapuló szoftverekkel dolgozzák fel. 2012-től kezdve az élvonalbeli képfelismerő algoritmusok döntő többsége mesterséges konvolúciós neurális hálózatokat (CNN - Convolutional Neural Network) tartalmaz a AlexNet algoritmus [14] kiemelkedően jó teljesítményének következtében. A CNN technológia különböző szűrők egymás utáni futtatásával jellegzetes mintázatokat keres egy digitális képen, majd a mintázatok összességét neurális háló segítségével sorolja be az előre meghatározott osztályok valamelyikébe. Az ilyen típusú képfelismerő rendszerek nagy mennyiségű felcímkézett kép igényelnek a megfelelő szűrők kiválasztásához, valamint az osztályozó paramétereinek beállításához. Ilyen méretű adatbázis általában nem áll rendelkezésre egy-egy felismerési feladathoz, azonban több felcímkézett képgyűjtemény is hozzáférhető az Interneten, amelyek közül a legnagyobb az ImageNet nevű adatbázis. Ez összesen 14 millió képről tartalmazza, hogy a 21 000 kategóriából mi látható rajta, ebből 1 millió képen az objektum elhelyezkedése is adott [22]. A nagyszámú kategória biztosíték arra, hogy legalább részben átfedjen az egyedi felismerési feladatok kategóriáival, ami lehető-

séget ad arra, hogy a nagy adatbázison tanított neurális háló felhasználható legyen az egyedi feladat megoldásánál.

A legismertebb CNN rendszerek az AlexNet [14], a GoogleNet [23], a ResNet [8], illetve széles körben alkalmazzák még a YOLO [21] rendszert is. A ResNet általános felismerési pontossága 96% fölött volt a 200 osztály felismerését célzó ImageNet versenyen.

Az irodalmat áttekintve azt láthatjuk, hogy természeti környezetben az egyszerűbb számlálók használata terjedt el. A fotó, illetve videó alapú számlálók adatait jórészt emberi erővel dolgozták fel, bár az általános képfelismerésre kiváló teljesítményű eszközök állnak rendelkezésre.

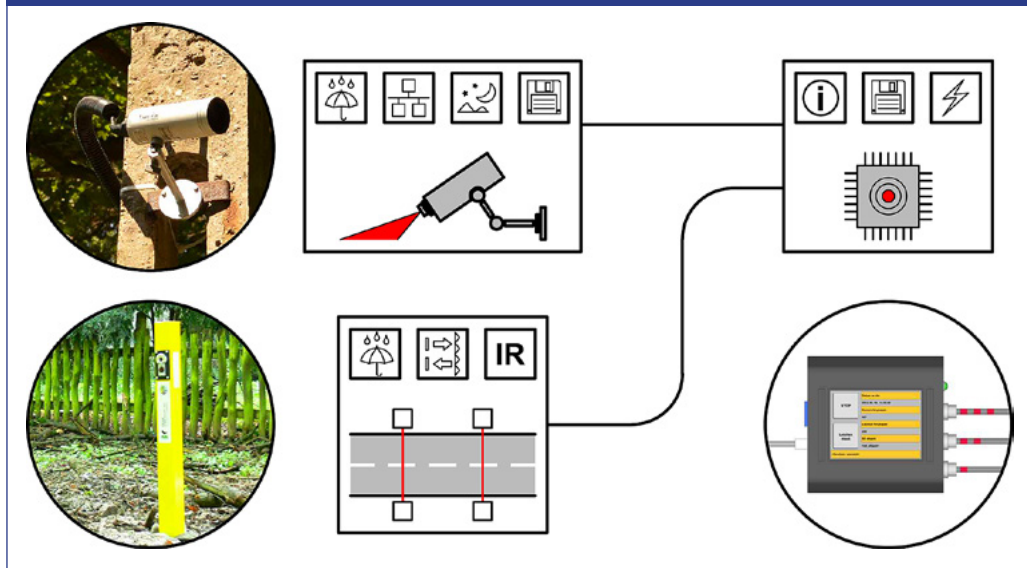
3. MÓDSZER

3.1. Kísérleti számláló eszköz

A kutatás kezdetekor készen kapható, offline működésre alkalmas, fotó alapú látogató felismerő, illetve számláló eszköz nem volt elérhető. Emiatt egy kísérleti eszközt fejlesztettünk ki, demonstrációs céllal (1. ábra).

A kísérleti eszközt Magyarország egyik leglátogatottabb régiójában, a Dunakanyarban helyeztük ki egy erdészeti útra. A mérési hely az egyik jelentős belépési pont az erdőbe. Az út a mérési helyen észak-dél irányú és 6 m széles

2. ábra: A kísérleti forgalomszámláló fő részei



aszfalt burkolattal ellátott, amin vegyes összetételű forgalom halad, engedéllyel még személygépkocsik is behajthatnak.

Az eszköz egy digitális kamerából, két mozgásérzékelőből és egy központi egységből áll. A mozgásérzékelők jelére a kamera 1MP felbontású állóképet készít, amit a központi egységen is tárolnak (2. ábra).

Képkészítésre egy Vivotek IP 8332 kültéri biztonsági kamerát használtunk. A kamerát Arnberger ajánlásának megfelelően 4 méter magasságban helyeztük el észak felé tájolva [2]. Az eszköz által készített fotó felbontása kellően kicsi ahhoz, hogy az arcvonások ne legyenek felismerhetők, így a látogatók személyiségi jogai nem sérülnek. Az eszköz nappal színes, míg éjjel fekete-fehér képeket készít. Az éjszakai felvételeket a kamera beépített infravakuja teszi lehetővé. A fotó mellett az eszköz regisztrálja a mozgásérzékelők megszakításának idejét is. Ezzel lehetővé válik az áthaladó látogató haladási irányának és sebességének meghatározása.

A mozgásérzékelést két darab Carlo Gavazzi PA18CAR65 típusú, retro-reflexiós optikai szenzor végzi. A szenzorok infralézerfényvel

működnek, érzékelési távolságuk 10 cm oldalhosszúságú prizmát használva 6,5 méter. A nem látható lézerhez a többi típushoz mérten rövid érzékelési távolsága ellenére a látogatók egészségvédelme érdekében ragaszkodtunk. A reflexiós megoldás kisebb távolságból és kevésbé megbízhatóan működik, mint az átmenő-sugaras érzékelők, ám használatukkal az útburkolatot nem szükséges megbontani. Az érzékelők és a hozzájuk tartozó prizmák között 6,4 m távolság volt, míg az érzékelő párok között 2 m. A prizmák és érzékelők stabil rögzítését beton alapra szerelt, egyedi tervezésű fém oszlopokkal oldottuk meg.

Adattárolásra, adatkivételre és a részegységek összekötésére miniszámítógépet alkalmaztunk. Ezt az eszközt FEZ Cobra néven a GHI Electronics fejlesztette. Egy 32 bites ARM7 mikrovezérlő köré épül, 42 pinnel, TFT érintőképernyővel, SD kártya meghajtóval és Ethernet porttal rendelkezik.

3.2. A képek automatizált kiértékelése

A kísérleti számláló eszköz digitális képeinek feldolgozására gépi tanulást és gépi látást magában foglaló eljárást használtunk.

3.2.1. Tanító/teszt adatbázis

A gépi tanulási módszerek hatékonysága a tanító adatbázisuk – felcímkézett képek – minőségén múlik. Kutatásunkban a számláló képei közül 10 800 képet választottunk ki a tanító és teszt adatbázishoz. A képeken látható úthasználók megjelölését és felcímkézését saját készítésű szoftver segítségével kiértékelő személyek végezték. Az adatbázis tartalmazta a képet, a kép készítés dátumát és idejét, a képen látható úthasználók képi helyzetét, típusát, tevékenységét, valamint haladási irányát. Az úthasználók képi helyzetét a befoglaló téglalapjuk koordinátaival adtuk meg. Az úthasználók típusa a következők valamelyike lehet: gyalogos, kerékpáros, lovas, lovaskocsi, motorkerékpár, személygépkocsi, munkagép, tehergépkocsi, busz, egyéb, ismeretlen. Egyéb kategóriába a besorolhatatlan úthasználók kerültek, mint pl. kerekesszékes, rolleres, segway-el közlekedők, állatok. Az ismeretlen kategóriába azok az úthasználók kerültek, akik besorolása a kép minősége vagy takarás miatt nem volt lehetséges. Tevékenységek közül elkülönítettük az erdészeti feladatot ellátókat, kirándulókat, sportolókat. A haladási irány megmutatja, hogy az úthasználó az erdőbe megy, vagy az erdőből jön.

Az adatbázis 10 800 képen összesen 22 500 úthasználót különítették el a kiértékelést végző személyek. Az úthasználók típus szerinti megoszlását a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat: A tanító/teszt adatbázis összetétele látogatótípusok szerint

Gyalogos	13 726
Kerékpáros	3 548
Lovas	25
Lovaskocsi	132
Motorkerékpáros	140
Személygépkocsi	4 664
Tehergépkocsi	36
Munkagép	218

3.2.2. A képfeldolgozó rendszer

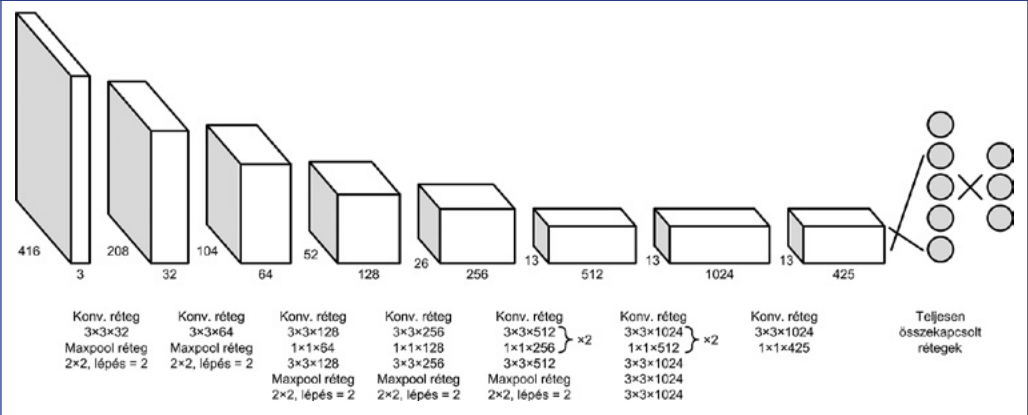
A kísérleti forgalomszámláló eszköz IMP felbontású digitális állólépeket készített.

E képek automatikus feldolgozhatóságát gépi tanulást alkalmazó, nyílt forráskódú szoftver segítségével szerettük volna demonstrálni. Az elérhető megoldások közül a YOLO (You Only Look Once) nevű rendszert [20] választottuk az irodalmi adatok alapján várható jó teljesítménye és az egyszerű alkalmazhatósága miatt. A YOLO egy általános célú képfeldolgozó rendszer, amelyet a minél gyorsabb objektum lokalizálásra és felismerésre optimalizáltak. A gyorsaság mellett legalább olyan pontos pozicionálást és felismerést tűztek ki célul a fejlesztők, mint ami a legmodernebb képfeldolgozó rendszerekre jellemző. A YOLO legnagyobb újdonsága az, hogy az objektum detektálási és a felismerési feladatok különálló lépéseit egy neurális hálózat segítségével oldja meg. Emellett a valószínűsíthetően objektumot ábrázoló területek meghatározásánál a teljes képet figyelembe veszi, ellentétben a legtöbb más algoritmus-sal, amelyek egyszerre csak a kép egy kisebb részletét dolgozzák fel. A YOLO a teljes képet 24 konvolúciós réteg és két teljesen összekapcsolt réteg alkalmazásával csökkenti le egy 7×7 méretű rácsra (3. ábra).

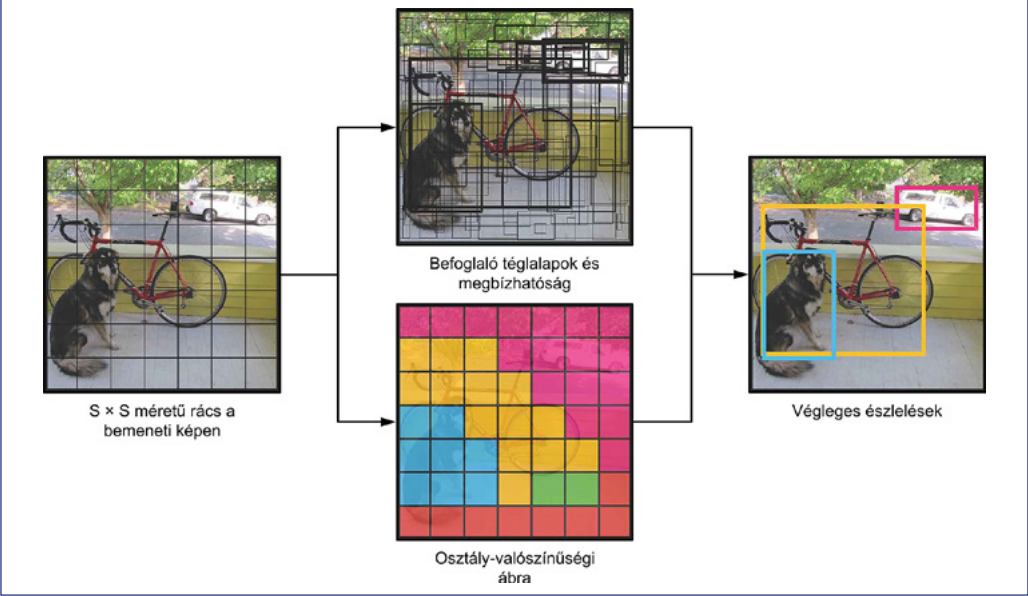
Az algoritmus minden rács cellában meghatározott számú befoglaló téglalapot, amelyek objektumot tartalmazhatnak. A befoglalók öt tulajdonságát – x,y koordináta, szélesség, magasság, megbízhatóság – megbecsüli a rendszer. Amennyiben egy cella nagy valószínűséggel objektumot tartalmaz, a rendszer kiszámítja az előre meghatározott osztályok előfordulási valószínűségét a cellában található befoglaló téglalapokra, majd ezek szorzataként magára a cellára. Így a teljes képre előállnak a lehetséges befoglaló téglalapok, valamint a 7×7-es rácsban cellánként a legvalószínűbb kategóriák. Ezek alapján adja meg a rendszer a végleges észlelési és osztályozási eredményeket (4. ábra).

A kutatók azt tapasztalták, hogy az előbbiekben bemutatott rendszer teljesítménye alatta maradt a kortárs rendszerek teljesítményének. A legszembetűnőbb hibát az objektumok lokalizálásánál találták. Emiatt egy évvel később, 2016-ban bemutatták a YOLO továbbfejlesztett változatát [21], amelyet a

3. ábra: A YOLO rendszer felépítése



4. ábra: A YOLO működése



jelen kutatásban alkalmaztunk. A YOLOv2 rendszer a konvolúciós lépések közötti normalizálásnak, nagyobb kezdeti felbontású képek használatának, továbbfejlesztett befoglaló téglalap becslésnek, változó felbontású (7×7 helyett 13×13, illetve 26×26) utolsó rétegeknek, valamint egy hierarchikus osztályozó alkalmazásának köszönhetően az egyik legjobb képfeldolgozóvá vált.

A hierarchikus osztályozónak köszönhetően a tanításhoz egyszerűen több adatbázis is felhasználható, mivel a különböző igényeknek megfelelő pontosságú címkék (pl. „Ál-lat” - „Emlős” - „Kutya” - „Német juhász”) mindegyike elhelyezhető az osztályozó fogalomlistájában. A COCO (Common Objects in Context) nevű, detektálást segítő adatbázis és az ImageNet osztályozást segítő adat-

bázis kombinálásával a kutatók létrehozták a YOLO9000 nevű képfeldolgozó rendszert, amely 9000 osztály felismerésére képes. A YOLO9000 szintén szabadon hozzáférhető, használatra kész állapotban.

3.2.3. A YOLO rendszer tanítása saját adatokkal

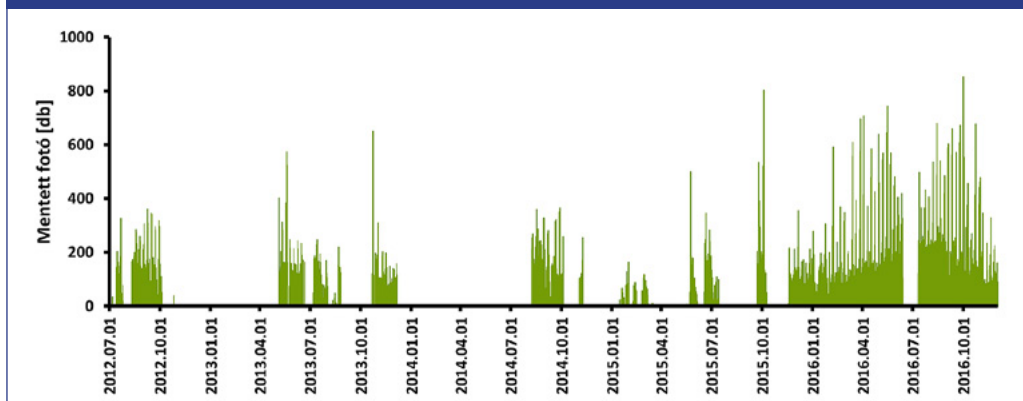
A kutatás célkitűzésben ismertetett 8 úthasználó osztály mindegyike megtalálható a YOLO9000 előre tanított osztályai között. A kutatásban létrehozott tanító/teszt adatbázis mérete jóval kisebb, mint amin a YOLO9000-et tanították, ezért a neurális háló kimeneti rétegeinek újratanításával lehet a YOLO9000-et a kutatásunkban gyűjtött képek felismerésére adaptálni (transfer learning). A hálózat tanítása a Darknet keretrendszerben történt [20], [21] a tanító/teszt adatbázisból kiválasztott 6300 kép segítségével. A Darknet program képes a számítógép processzorán és a grafikus kártyát használva is futni, de kellően gyors működés csak a GPU-tól (Graphics Processing Unit) várható. A hálózat tanítását és tesztelését egy NVIDIA Quadro K2200 típusú grafikus kártyán végeztük, amelyben a CUDA (Compute Unified Device Architecture) platform használatával 640 grafikus processzor párhuzamos elérésére van lehetőség. A keretrendszer iterációs úton, több ciklus alatt állítja be a hálózat súlyszámait. Egy ciklusban előre megadott számú – jelen esetben 8 – képet választ ki véletlenszerűen a tanító adatbázisból, ezeket végigfuttatja az előző ciklusban vagy a kezdeti értékekkel beállított hálózaton, majd különböző mérőszámok kiszámítása után a gradiens elv szerint módosítja a súlyszámokat. Az eredmények megfelelőségét az IOU (Intersection Over Union - területmetszet / terület unió), a Precision (pontosság) és a Recall (visszaidézés) mérőszámokkal lehet jellemezni, amelyeket minden esetben a valós pozitív eredmények (a gép által meghatározott, és az adatbázisban szereplő úthasználó osztálya megegyezik) alapján számít a keretrendszer.

3.2.4. A képfelismerés eredményességének értékelése

A képfelismerés eredményességének mérésére az IOU értéket használtuk, a rendszer tanításakor ennek maximalizálása volt a cél. A tanítás alatt az IOU elméletileg minden ciklussal növekszik (gradiens elv), vagyis a rendszer egyre jobban rátanul az adott adatbázisra. Fennáll a veszélye azonban annak, hogy túlságosan specialista lesz a tanítás eredménye, és az ismeretlen képeken elkezd romlani a teljesítmény. Ezt a jelenséget túltanításnak nevezik. Ennek elkerülése érdekében minden 1000. ciklus után elmentésre kerül az aktuális paraméterkészlet, amit a tesztadatbázison ellenőrizni kell. A tanítás eredményének azt a paraméterkészletet kell tekinteni, amely mellett a tesztadatbázisra a legmagasabb IOU érték adódik. A felcímkézett képek közül a tanításhoz fel nem használt 4500 kép szolgált teszt adatbázisként.

A tanítások eredményét különböző kezdeti paraméterek mellett végzett futtatásokkal vizsgáltuk. A Darknet keretrendszer 2-féle paraméter állítását teszi lehetővé: bemeneti kép első lépésben beállított felbontása azt vezérli, hogy mekkora objektumok detektálására lesz képes a rendszer. A felbontást 100 és 600 pixel között változtattuk. A konvolúciós lépések után a kapcsolt rétegek egy potenciálisan látogatót ábrázoló területről eldöntik, hogy az a kimeneti nyolc osztály közül melyikbe, mekkora valószínűséggel tartozik. A rendszernek megadható, hogy egy bizonyos legnagyobb valószínűség alatt a vizsgált területet ne fogadja el úthasználóként. Az ezt a viselkedést szabályozó megbízhatósági küszöbérték növelésével egyre kevesebb találatot kapunk, viszont azok nagyobb valószínűséggel lesznek helyesek. A megbízhatósági küszöbértéket 0,2 és 0,7 között változtattuk 0,05 lépésenként. A tanítást minden esetben 14 000 cikluson át végeztük.

5. ábra: A kísérleti forgalomszámláló működési időskálája
a naponta mentett fotók számával



4. EREDMÉNYEK

4.1. Az eszköz üzemelése

A kísérleti eszközt először 2012-ben helyeztük üzembe. 2015-ig több fejlesztést hajtottunk végre rajta, aminek következtében 2016-ban az eszköz saját hibájából adódó adathiány nem fordult elő (5. ábra).

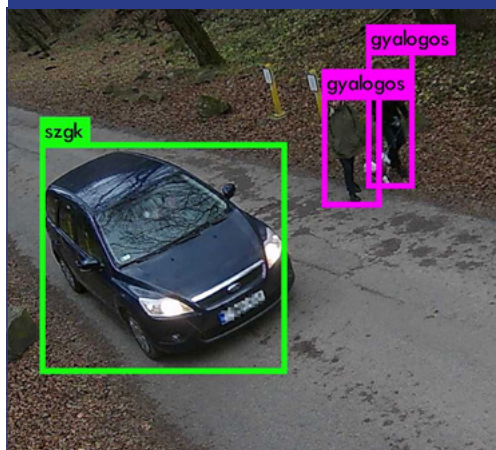
Az üzemelés időtartama alatt 77 500 fotó készült. A későbbi feldolgozásba csak azok a fotók kerültek be, amelyek olyan napon készültek, amikor az eszköz 24 órában működött. Az adatbázisban 550 ilyen teljes nap volt, amiből 300 db 2016-ból származott.

4.2. Képfelismerés

A képfelismerés eredményességét az IOU értékkel mértük, és ennek maximalizálására törekedtünk a saját osztályok felismerésére betanított YOLO9000 rendszer paraméterezésénél.

A különböző súlyszám készletek mellett elért IOU eredményeket a 7. ábra mutatja be. Az ábra alapján megállapítható, hogy a 7000 (IOU = 59,63) és a 11000 (IOU = 58,92) ciklus alatt kiszámított súlyszámokkal működő rendszer adta a legjobb eredményt a teszt adatbázison. A két paraméterkészlet közül a 11000 ciklushoz tartozót választottuk ki a további vizsgálatokhoz, mivel az IOU értéke alig

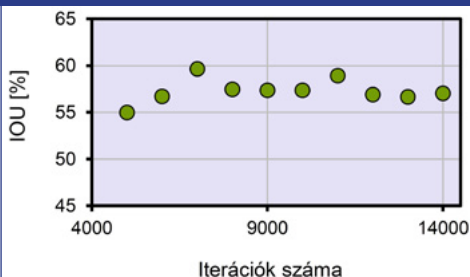
6. ábra: A képfelismerés eredménye a teszt adatbázis egy képén



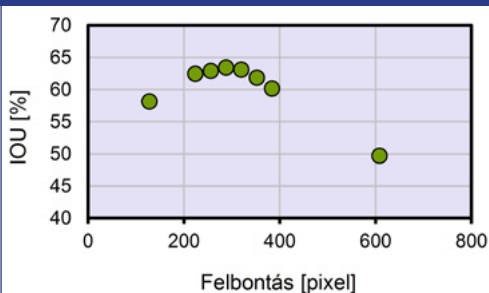
kiseb, mint a 7000-esé, viszont jóval több kép jellemzőit veszi figyelembe.

A rendszer két állítható tulajdonsága a kezdeti felbontás és a felismerési küszöbérték volt. A tesztképekre vonatkozó IOU változását a felbontás függvényében a 8. ábra mutatja be. Az ábra alapján megállapítottuk, hogy az a hálózat nyújtotta a legjobb teljesítményt, amelyik a kezdeti lépésben 288×288 pixel méretűre alakította a bemeneti képet. A megbízhatósági küszöbérték növelésével a tesztadatbázisban szereplő úthasználók közül egyre kevesebbet talál meg az algoritmus (9. ábra).

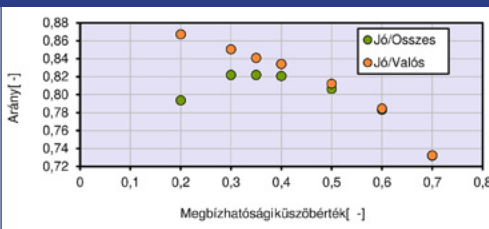
7. ábra: Az IOU érték alakulása a tanítási ciklusok számának függvényében



8. ábra: Az IOU érték alakulása a kezdeti felbontás függvényében



9. ábra: A felismert úthasználók aránya a megbízhatósági küszöbérték függvényében



Ezzel együtt csökken a tévesen osztályozott, illetve a fals pozitív találatok száma (3. táblázat) is. Az algoritmus által jelzett úthasználók közül 0,35-ös küszöbérték mellett volt a legtöbb a valós pozitív találat. A 0,35 küszöbértékhez tartozó találatok téveszési mátrixa (4. táblázat) azt mutatja, hogy a gyalogosok és kerékpárosok felismerése 94%, ill. 95% pontossággal történt, a személygépkocsiké pedig meghaladta a 85% ot. A többi osztály felismerési pontossága 50% alatt maradt.

5. ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

Bemutattunk egy állóképeket készítő digitális kamerából, áthaladást érzékelő optikai szenzorból és egy központi vezérlő egységből álló kísérleti forgalomszámoló eszközt. Az eszköz az 5. ábra tanúsága szerint alkalmasnak bizonyult a hosszútávú, beavatkozás-mentes üzemelésre erdei környezetben. A rendszer legérzékenyebb eleme az optikai szenzor volt. Az érzékelő stabil rögzítése kulcsfontosságú volt az eszköz működése szempontjából. Pozitív csodódot jelentett, hogy a 4 éves tesztidőszak alatt szándékos rongálás nem történt.

A kísérleti számláló képeinek felismerésére a YOLO9000 nevű neurális háló alapú objektum detektáló rendszert adaptáltuk. A felismerni kívánt látogató csoportokat kiértékelő személyek jelölték meg 10 800, az eszköz által készített képen. Ezt az adatbázist használtuk fel teszt és tanító képekként a neurális háló utolsó, kapcsolt réteg súlyszámainak finomhangolására. Az adaptált rendszer a gyalogosokat és kerékpárosokat 94-95%-os, míg a személygépkocsikat 85%-os pontossággal ismerte fel. A bemutatott feldolgozási módszer jó felismerési eredménye azt mutatja, hogy a szabadon hozzáférhető, modern képfelismerő rendszerek alkalmazhatóak látogató-számlálási célú képfelismerésre természeti környezetben. Ez a jó eredmény csak akkor várható, ha a képfelismerő rendszer előre kiszámított súlyszám-készlettel rendelkezik a felismerni kívánt csoportokra. Fontos tapasztalat továbbá, hogy a tanító adatbázisnak minden felismerni kívánt osztályból ezres nagyságrendű képet kell tartalmaznia az elfogadható felismerési arány eléréséhez.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 („Termeljünk együtt a természettel – az agrárerdészet mint új kitörési lehetőség”) projekt támogatta. A kutatást szakmailag segítette a Pílisi Parkerdő Zrt.

3. táblázat: A megbízhatósági küszöbérték hatása az algoritmus felismerési pontosságára						
Küszöbérték	Összes találat	Jó találat	Rossz találat			
			Összes	Téveszt	Nem lát	Többet lát
0,70	4768	3491	1277	46	1230	1
0,60	4776	3740	1036	60	967	9
0,50	4801	3872	929	80	815	34
0,40	4845	3976	869	89	702	78
0,35	4876	4008	868	104	655	109
0,30	4932	4054	878	103	610	165
0,20	5209	4131	1075	133	500	442

4. táblázat: A 0,35-ös megbízhatósági küszöbértékhez tartozó tévesztési mátrix										
Tényleges út-használó	db	Számított úthasználó [db]								
		Gyalogos	Kerék-páros	Lovas	Lovas-kocsi	Motor	Szgg.	Munka-gép	Tgk.	-
Gyalogos	700	657	7	6	0	0	1	0	0	29
Kerékpáros	489	9	464	2	0	0	1	0	0	13
Lovas	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Lovaskocsi	50	0	0	0	24	1	2	0	0	23
Motor	11	2	4	0	0	4	0	0	0	1
Szgg.	3249	0	0	0	0	0	2772	0	1	476
Munkagép	18	0	0	0	1	7	3	0	0	7
Tgk.	246	3	0	0	1	0	49	0	87	106
-	109	63	10	0	1	2	28	0	5	0

FELHASZNÁLT IRODALOM

[1] Arnberger, A., Eder, R., 2007. Monitoring recreational activities in urban forests using long-term video observation. For. Int. J. For. Res. 80, 1–15. DOI: <http://doi.org/dxq36n>

[2] Arnberger, A., Haider, W., Brandenburg, C., 2005. Evaluating Visitor-Monitoring Techniques: A Comparison of Counting and Video Observation Data. Environ. Manage. 36, 317–327. DOI: <http://doi.org/cbm3w4>

[3] Benkhard, B., Szabó, Bence., 2012. Do we need mapping of tourist flows? Lessons from Börzsöny Mountain, in: Fredman, P., Stenseke, M., Liljendahl, H., Mossing, A., Laven, D. (Eds.), Outdoor Recreation in Change – Current Knowledge and Future Challenges. Institute for Landscape Architecture and Landscape Management, Bodenkultur University, Stockholm, Sweden, pp. 374–375.

[4] Campbell, M.J., 2006. Monitoring Trail Use with Digital Still Cameras: Strengths, Limitations and Proposed Resolutions, in: Siegrist, D., Clivaz, C., Hunziker, M., Iten, S. (Eds.), Proceedings of the Third International Conference on Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas. University of Applied Sciences Rapperswil,

- Rapperswil, Svájc, pp. 317–321.
- [5] Cessford, G., Muhar, A., 2003. Monitoring options for visitor numbers in national parks and natural areas. *J. Nat. Conserv.* 11, 240–250. DOI: <http://doi.org/fj2vth>
 - [6] Clawson, M., 1958. Statistics on outdoor recreation. Resources for the future Inc., Washington, USA.
 - [7] Duke, D., Quinn, M., 2008. Methodological considerations for using remote cameras to monitor the ecological effects of trails users: lessons from research in Western Canada, in: Raschi, A., Trampetti, S. (Eds.), *Management for Protection and Sustainable Development - Proceedings of the Fourth International Conference on Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas*. National Research Council, Institute for Biometeorology, Montecatini Terme, Olaszország.
 - [8] He, K., Zhang, X., Ren, S., Sun, J., 2015. Deep Residual Learning for Image Recognition. *ArXiv151203385 Cs*.
 - [9] Héjj, B., 1987. Az erdei kirándulóforgalom mérése elektronika felhasználásával. *Az Erdő* 36 (122), 513–514.
 - [10] Héjj, B., 1986. Kik látogatják a soproni erdőket? *Soproni Szle.* 15., 69–78.
 - [11] James, G.A., Ripley, T.H., 1963. Instructions for Using Traffic Counters to Estimate Recreation Visits and Use (resreport No. SE-3.). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, NC, USA.
 - [12] Janowsky, D. v, Becker, G., 2003. Characteristics and needs of different user groups in the urban forest of Stuttgart. *J. Nat. Conserv.* 11, 251–259. DOI: <http://doi.org/c6m238>
 - [13] Keresztesi, B., 1969. FAO-EGB értekeztet az erdők közjóléti szerepének értékeléséről. *Az Erdő*, 18. (104.) kötet, 7. szám, 298–302. o.
 - [14] Krizhevsky, A., Sutskever, I., Hinton, G., 2012. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. *Neural Inf. Process. Syst.* 25. DOI: <http://doi.org/gbhxhs>
 - [15] Miller, A.B., Leung, Y.-F., Kays, R., 2017. Coupling visitor and wildlife monitoring in protected areas using camera traps. *J. Outdoor Recreat. Tour.* 17, 44–53. DOI: <http://doi.org/ggn939>
 - [16] Nagy, G.M., 2015. Soproni erdei közösségi terek vonzerőeltára, in: Bidló, A., Facskó, F. (Eds.), *Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, V. Kari Tudományos Konferencia Absztraktkötete*. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, p. 42.
 - [17] Nagy, G.M., Héjj, B., 2012. A soproni “városi” erdők terhelésvizsgálatai, in: Fazekas, I., Szabó, V. (Eds.), *A Környezettudatos Települések Felé: III. Települési Környezet Konferencia*. Meridián Alapítvány, Debrecen, p. 287.
 - [18] Nagy, G.M., László, R., 2014. A Hidegvíz-völgy turisztikai terhelés vizsgálata, in: Bidló, A., Horváth, A., Szűcs, P. (Eds.), *Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, IV. Kari Tudományos Konferencia*. NymE Erdőmérnöki Kar, Sopron, p. 407.
 - [19] Pápa, M., 1967. Közös úton - Erdészet és turisztika. *Az Erdő* 16 (102), 206–209.
 - [20] Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., Farhadi, A., 2015. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. *CoRR abs/1506.02640*.
 - [21] Redmon, J., Farhadi, A., 2016. YOLO9000: Better, Faster, Stronger. *CoRR*.
 - [22] Russakovsky, O., Deng, J., Su, H., Krause, J., Satheesh, S., Ma, S., Huang, Z., Karpathy, A., Khosla, A., Bernstein, M., Berg, A.C., Fei-Fei, L., 2015. ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge. *Int. J. Comput. Vis. IJCV* 115, 211–252. DOI: <http://doi.org/gcgk7w>
 - [23] Szegedy, C., Wei Liu, Yangqing Jia, Sermanet, P., Reed, S., Anguelov, D., Erhan, D., Vanhoucke, V., Rabinovich, A., 2015. Going deeper with convolutions, in: *2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. Presented at the 2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 1–9. DOI: <http://doi.org/gftjd8>
 - [24] Tóth, S., 1974. Erdészeti közvélemény-kutatás az erdők üdülési funkciójának vizsgálata céljából. *Az Erdő* 23 (109), 385–391.

- [25] Walterné, C.E., 1987. Erdei üdülési igények és szokások a Pilisben és a Budai-hegységben. *Az Erdő* 36 (122), 325–327.
- [26] Yuan, S., Maiorano, B., Yuan, M., 1995. *Techniques and Equipment for Gathering*

Visitor Use Data on Recreation Sites. United States Department of Agriculture, Forestry Service.



Counting forest road users on digital still images by machine learning

Mixed use of the forest road network is permitted by law in Hungary. Managers of frequently visited forests should know the traffic of their road network in order to minimize conflicts between the road users.

In this article an experimental traffic counter is presented. The tool takes digital still images and is able to assess road user categories and numbers by image recognition.

The counter records 1MP images on the signal of a pair of retro-reflexive optical sensors mounted on the roadside. The device had been in operation throughout a year. It was learned that the stable fixing of the sensors and the elevated position of the camera is crucial for the operation.

The images were assessed by the adapted version of the YOLO9000, which is a neural net based object detection system. The YOLO9000 was parametrized by human-assessment of 10.000 images of the counter. 94-95% of pedestrians and cyclists while 85% of cars were correctly recognized by the adapted system.

Our results showed that it is possible to successfully use free, open-source image recognition tools for visitor counting in a natural environment.



Zählung von Forststraßenbenutzern auf digitalen Standbildern durch maschinelles Lernen

Die gemischte Nutzung des Forststraßennetzes ist in Ungarn gesetzlich zulässig. Manager häufig besuchter Wälder sollten den Verkehr ihres Straßennetzes kennen, um Konflikte zwischen den Verkehrsteilnehmern zu minimieren.

In diesem Artikel wird ein experimenteller Verkehrszähler vorgestellt. Das Gerät nimmt digitale Standbilder auf und kann Kategorien und Anzahl von Verkehrsteilnehmern durch Bilderkennung bewerten. Der Zähler zeichnet 1MP-Bilder auf Grund des Signals von am Straßenrand montierten retroreflexiven optischen Sensoren auf. Das Gerät war seit einem Jahr in Betrieb. Es wurde festgestellt, dass die stabile Befestigung der Sensoren und die erhöhte Position der Kamera für den Betrieb entscheidend sind.

Die Bilder wurden mit der angepassten Version des YOLO9000 (eines auf einem neuronalen Netz basierenden Objekterkennungssystems) ausgewertet. Der YOLO9000 wurde durch menschliche Beurteilung von 10.000 Bildern des Zählers parametrisiert. Das angepasste System hat 94-95% der Fußgänger und Radfahrer, sowie 85% der Autos korrekt erkannt.

Unsere Ergebnisse zeigten, dass es möglich ist, kostenlose Open-Source-Bilderkennungstools für die Besucherzählung in einer natürlichen Umgebung erfolgreich einzusetzen.

Ovibringa – szemléletformálás hosszú távú hatásokkal

A bemutatott program kissé eltér a Közlekedéstudományi Szemle tematikájától, de a témakör jól illeszkedik Egyesületünk kiemelt céljai közé, – a közlekedési kultúra fejlesztése, a közlekedésre nevelés terjesztése – így az olvasóinkkal történő részletes megismertetése minden bizonnyal széles körű érdeklődésre számíthat.

DOI 10.24228/KTSZ.2020.6.4

Kőríz András László

ügyvezető – Dreamland Cycling Kft.
e-mail: andras.korizs@dreamlandcycling.com

1. BEVEZETÉS

Az aktuális európai, nemzeti és városi közlekedési stratégiák egyik közös pontja a városi kerékpározás részarányának jelentős növelése. Egy város közlekedési stratégiájának megalkotásakor azonban nem pusztán közlekedésszakmai szempontok figyelembevételén alapszik a célok meghatározása. Magyarországon a 21. század legégetőbb problémái közé tartozik a rendszeres testmozgás hiányából eredő egészségtelen életmód, a megfelelő képzés hiányából eredően hanyatló közlekedési kultúra és a közlekedési ágazat jelentős környezetterhelése. Az OviBringa Program küldetése, hogy erre a három kihívásra egy megoldással adjon választ olyan módon, hogy hatásait a lehető leghosszabb távon fejtsse ki.

A Dreamland Cycling Kft. Magyarország első olyan bringás utazási irodája, amely kizárólag **elektromos kerékpárokkal** szervez túrákat az ország legszebb tájain, így Budapesten, a Balaton körül, a Duna mentén vagy akár az Északi-Középhegységben. 2018-ban, vállalkozásunk megalapításakor a legfőbb stratégiai célunk egy olyan szolgáltatási port-

fólió kialakítása volt, amely kezdve az óvodás korú gyermekektől egészen a nyugdíjas korú ügyfelekig **minden korosztály számára** vonzó lehetőséget kínál a kerékpáros turizmus, rekreáció és képzés területén. Cégünk ezzel a színes portfólióval igyekszik hozzájárulni ahhoz, hogy hazánkban minél többen válasszák a „zöld” turizmus szolgáltatásait, ezáltal jelentős mértékben csökkentve az ágazat **ökológiai lábnyomát**. Mindemelett célunk, hogy szolgáltatásaink pozitív változást érjenek el a magyar közlekedési kultúra terén is.

Az **OviBringa Programot** vállalkozásunk megalapításakor hívtuk életre, majd ezt követően 2019-ben indítottuk el az e-bike túra ágazatunkat, amely azóta is cégünk központi tevékenysége. Míg a 2019-es szezonban első sorban külföldi turisták számára kínáltunk e-bike túrákat, 2020-ban elindítottuk az ebikehungary.hu honlapot is, amelyen keresztül magyar célközönség számára kínálunk elektromos kerékpár bérleti lehetőséget, túrákat és csapatépítő rendezvényeket. Az elmúlt másfél évben 25 országból közel 400 ügyfél érkezett hozzánk e-bike túrákra. Ezen túlmenően, 2020-ban indítottuk el az általá-

1. ábra: Dreamland Cycling E-Bike túra Tihanyban – fotó: Kőrízs András



2. ábra: Kicsik és nagyok együtt OviBringa órán – fotó: Szilágyi Lili



3. ábra: Egyensúly fejlesztése futóbiciklivel –
fotó: Zugló Lapok, Képzervesztőség, Pozsonyi Roland



nos iskolások számára szervezett IsiBringa táborokat és a középiskolás korosztály számára szervezett közlekedéssmereti képzéseket Erzsébetvárosban, amelyek során összesen 150 gyermeknek bővítjük a kerékpáros ismereteit.

Az OviBringa célja, hogy már a 3-7 éves korú gyermekekkel megszerettesse a mozgást és a kerékpározást, továbbá átadja számukra egy olyan magabiztos mozgáskultúrát és közlekedési szemléletmódot, amellyel a mindennapokban **egész életük során** biztonsággal és komfortosan közlekedhetnek vagy sportolhatnak kerékpárral. Az OviBringa hosszú távon egészségesebbé teszi a társadalmat, javítja a közlekedési kultúrát és csökkenti a közlekedés környezetterhelését is. Az OviBringa program során a gyerekek vidám, játékos keretek között tanulhatnak meg egyensúlyozni és manőverezni futóbiciklivel, később pedig pedálos biciklivel. A bringázás jelentős mértékben hozzájárul az egyensúlyérzék javulásához, így kifejezetten jól tesz a mozgáskoordináció és a reflexek fejlesztésének.

A játékba gyakran előforduló közlekedési szituációkat is belecsempésztünk a mindennapokból. Ezáltal biztonságos környezetben készülünk fel az utcán található kihívásokra. Az órák keretében folyamatosan pozitív visszacsatolással építjük a gyermekek önbi-zalmát, és apró elismerésekkel tartjuk fenn a hosszú távú motivációt. Az OviBringán fejlődő gyermekek a számos különböző gyakorlatnak köszönhetően hétről hétre egyre ügyesebbek lesznek. Az alapvető mozgáskultúrának olyan alapjait sajátítják el a tanfolyamok során, amelyet később egész életük során hasznosítani tudnak majd, legyen szó sportról vagy a mindennapi közlekedésről. Ezen túlmenően a kerékpározásnak még számos jótékony hatását hangsúlyozzuk a tevékenységünk során, amely még nem vagy nem teljesen épült be a köztudatba.

A **rendszeres kerékpározás** a többi mozgásformához hasonlóan jelentősen csökkenti a szív- és érrendszeri betegségek kialakulását. A köztudatba azonban még kevésbé épült be, hogy a bringázás nagy mértékben javít

4. ábra: OviBringa foglalkozás télen, tornateremben –
fotó: Zugló Lapok, Képszerkesztőség, Pozsonyi Roland



ja a memóriát és a koncentrációt is. Azok a gyermekek, akik rendszeresen bicikliznek, az óvodában és az iskolában is jobban fognak teljesíteni. Az OviBringa tanfolyamok során pozitív visszajelzésekkel ösztönözzük a gyermekeket, így sokat teszünk a negatív stressz-helyzetek elkerüléséért. Mivel a kerékpározás során a szervezet kortizol szintje jelentősen csökken, a biciklizés hatékony ellenszere a depressziónak, a levertségnek és a szorongásnak. A rendszeresen bringázó gyermekek így boldogabbak lesznek, és reményeink szerint a gyerekkoruk is tovább tart egy kicsivel.

Az OviBringa módszertan kidolgozása során az itthon megszerzett tudást ötvöztük nemzetközi tapasztalatokkal. Franciaországban, Nagy-Britanniában és Németországban nagy hagyománya van a hasonló tanfolyamoknak. Kerékpárversenyzői és közlekedésszakmai kapcsolatainknak köszönhetően számos külföldi módszertani leírásba tudtunk betekinteni, és lehetőségünk nyílt átültetni a hazai gyakorlatba azokat a megoldásokat, amelyek már máshol beváltak.

2. FELEJTSÜK EL A TÁMASZTÓKE- REKET ÉS A SEPRŰNYELET

Ami minden módszertant illetően közös, hogy sehol sem alkalmazunk támasztóke-
reket és seprűnyelet. Ez a két megoldás be-
rögzült, hibás módszer, amely sok gyerme-
ket inkább akadályoz a saját egyensúlyának
megtalálásában. Helyette számos egyensú-
lyi gyakorlatot alkalmazunk a futóbringás
foglalkozásokon, amely segíti a gyerekeket
abban, hogy a futóbringáról a pedálos brin-
gára ülve gyorsan megtalálják az egyensú-
lyukat.

2.1. Futóbringa vagy egyensúlyi bringa?

A futóbringa magyar nevét onnan kapta, hogy a gyermek a lábával futó mozdulato-
kat utánozva hajtja a jellemzően pedál nél-
küli kétkerekűt. Az angol neve ezeknek a
bicikliknek "balance bike", ami szó szerinti
fordításban egyensúly bicikli. Ez az elnevezés
sokkal jobban rávilágít a futóbringa lényegé-
re, ami az, hogy a gyerekek minél gyorsabban
megtanuljanak egyensúlyozni a kétkerekű

5. ábra: OviBringa futam az Eliminátor kerékpáros versenysorozat részeként –
fotó: Bak Ferenc



járgányokkal. Ez ugyanis alapvető feltétele annak, hogy megtanuljanak pedálos biciklivel is hajtani.

2.2. Játék az egész világ

Az OviBringa tanfolyamokon minden mozgásfejlesztő gyakorlatot és minden közlekedési szituációt igyekszünk játékos formába önteni. Ennek köszönhetően a gyermekek felszabadultak, az órák pedig vidám hangulatban telnek, miközben folyamatos a fejlődés. Ma még kevesen tudják elképzelni, de biciklivel is lehet fogócskázni, akadály- vagy sorversenyeket rendezni, vagy éppen tűz-víz-repülőt játszani. Ez csak néhány a közel 100 különféle játék és gyakorlat közül, amelyet rendszeresen alkalmazunk az OviBringa tanfolyamokon.

2.3. Pozitív visszajelzés és pozitív stressz

A játékos, vidám hangulaton túlmenően a lelkesedést és a figyelmet folyamatos pozitív visszajelzéssel tartjuk fenn. Az egyensúlyi feladatok elvégzéséhez sebesség, a sebességhez pedig önbizalom szükséges. A gyermekeket

igyekszünk minden esetben a nevükön szólítani, és az órák alatt is többször adunk nekik személyre szóló, pozitív visszajelzést. Az elismerő, bátorító szavakon túlmenően apró meglepetésekkel, például pecsétgyűjtő zsebkönyvvel és időszakos ajándékokkal (matrica, karkötő, kulacs) is motiválunk.

2.4. Kicsik és nagyobbak együtt

A tanfolyamokon 3 és 7 év közötti gyermekekkel foglalkozunk. A legtöbb órán vannak egyéni gyakorlatok és csapatjátékok is. Kicsik és nagyok együtt tanulnak bringázni, aminek az egyik legnagyobb előnye, hogy rengeteget tanulnak egymástól. Az órák legszebb pillanatait adják, amikor egy idősebb gyermek segít felülni a bringára egy kisebb társának, vagy amikor a kicsik a nagyokat utánozva próbálják elmondani a zebrán való helyes átkelést. A kisebbek számára sokszor könnyítünk 1-1 gyakorlaton, míg a nagyobbak esetében nehezítünk a játékon az extra motiváció érdekében.

Az OviBringa megalapítása óta a tavasztól őszig terjedő időszakban több óvodában és

6. ábra: Bukósisak, ami minden Ovibringa órán mindenkinek kötelező –
fotó: Szilágyi Lili



köztéren számos tanfolyamot rendeztünk, míg a téli időszakban fedett, fűtött tornatermekben tartottunk órákat. Ezen túlmenően nyári táborokat és alkalmi rendezvényeket szerveztünk. A programok során minden gyermek számára egyenlő feltételeket biztosítottunk az alábbi eszközök és szolgáltatások biztosításával.

Futóbicikli vagy pedálos bicikli: Foglalkozásainkra különböző méretű futóbicikkel és/vagy pedálos bringákkal érkezünk, amelyek különböző hosszúságú nyeregcsővel és állítható kormányval vannak felszerelve, ennek köszönhetően az egészen apró csemetéktől a nagyobbakig, mindenkinek megfelelő választékot nyújt.

Bukósisak: A kerékpáros felszerelés egyik legfontosabb eleme kétségtávan a bukósisak. A gyermekek biztonsága pedig elsődleges. Így ebből a felszerelésből mindig van nálunk elegendő, hogy egyetlen kocka se maradjon védtelenül. Óráinkon a viselésük kötelező, emellett igen hasznos ha a gyermekek megszokják, hogy sisak nélkül bizony sehova se induljanak útra.

Pálya elemek: Kurzusaink során igen nagy hangsúlyt fektetünk arra, hogy a gyermekek a kerékpározás rejtelseit játékos feladatok során igyekezzenek elsajátítani. Ehhez számos olyan eszközt használunk (pl. bóják, labda, kerékpárgumi és egyedi készítésű pályaelemek), amelyekkel a feladatok egyrészt szórakoztatóvá válnak, másrészt segítenek a gyermekek tudását továbbfejleszteni. Emellett a későbbi foglalkozások során a legalapvetőbb KRESZ táblákat is behozzuk a játékokba, hogy a felnőttek jelenlétében történő biztonságos közúti közlekedés se okozzon problémát.

Szakképzett oktatók: Foglalkozásainkat minden alkalommal szakképzett oktató vezeti annak érdekében, hogy a gyermekek biztosan a megfelelő irányba haladjanak a kerékpározás rejtelseinek elsajátításában. Emellett csapatunkban tevékenykedik volt profi kerékpárversenyző, illetve közlekedési szakember is, ennek köszönhetően olyan sokoldalú képzést kapnak a gyermekek, amit egész életük során hasznosíthatnak.

7. ábra: Közlekedési alapok elsajátítása OviBringa órán –
fotó: Szilágyi Lili



Csapatunk tagjai különféle területeken szereztek jártasságot és tapasztalatot. Van közöttünk sportedző, rekreáció-vezető, közlekedési szakember és egykori profi kerékpáros. Hiszünk benne, hogy a sokféle tapasztalat és a közös célok olyan csapattá formálnak bennünket, amely képes arra, hogy **valódi értéket** teremtsen.

A tanfolyamokon résztvevő gyermekek szüleinek számos lehetőségük van **visszajelzést** adni az elégedettségükkel kapcsolatban (facebook vélemény, anonim kérdőívek, személyes visszajelzés stb.) Ezek közül néhányat az alábbi pontokba válogatva jelenítünk meg:

- „Bandika egyensúlyának gyors fejlődésén még a mozgásfejlesztő tanára is meglepődött, mióta biciklizni jár.” személyes visszajelzés
- Köszönöm, hogy vagytok! Blanka legyőzte a félelmét a biciklitől :) Boldog karácsonyt, januárban jövünk :) e-mail-es visszajelzés

- A kezdetek óta járunk OviBringa órára, és nemcsak a kislányom, de mi szülők is vidáman megyünk. Az órákon visszatérő feladatok biztosítják, hogy pár alkalom után otthonosan érezzék magukat a résztvevők és persze mindig tanulnak valami újat, hogy ne lankadjon az érdeklődés. Mindez olyan játékosan történik, hogy észre sem veszik. (...) facebook vélemény
- A szülők körében végzett anonim, online felmérés keretében a változatos feladatok, a profi oktatókat és a barátságos légkört emelték ki. Az eredmények alapján a szülők 90%-a azért viszi gyermekét OviBringára, hogy profi oktatóktól tanuljon kerékpározni. A válaszadók kivétel nélkül **másoknak is ajánlanák** az OviBringa tanfolyamokon való részvételt.

Az OviBringa pontos környezeti hatását véleményünk szerint nem lehet meghatározni, de megkérdőjelezhetetlen, hogy a kezdeményezés mind **társadalmi, mind környezeti szempontból** élen jár a közlekedési szem-

léletformálás terén. Az OviBringa első téli szezonjában több mint 60 gyermeket tanítottunk meg kerékpározni. 2019-ben tavasztól őszig több, mint 120 gyermek járt a tanfolyamainkra, 20 gyerek vett részt a táborainkban és nagyjából 3000 gyermek vett részt az alkalmi kerékpáros rendezvényeinken. 2020-ban, a koronavírus járvány következtében elrendelt korlátozások miatt a tanfolyamokon résztvevő gyerekek száma jelentősen visszaesett, ezért számos családnak biztosítottunk ingyenes, tartós kerékpár kölcsönzési lehetőséget annak érdekében, hogy ebben a nehéz időszakban is tudjanak biciklizni azok a gyermekek, akiknek nincsen saját felszerelésük. Idén a nyári táborainkban 35 gyermek vett részt, míg a tanfolyamainkra 45 résztvevő jelentkezett.

Ennek köszönhetően számos olyan gyermek tanul meg kerékpározni, akiknek erre nem lett volna lehetőségük szociális helyzetük vagy mozgáskoordinációs problémájuk miatt. Az OviBringa ezért jelentős mértékben

hozzájárul ahhoz, hogy a jövő városi közlekedése fenntarthatóbbá, kiszámíthatóbbá, biztonságosabbá és rugalmasabbá váljon. A Dreamland Cycling Kft. megalapításkor célul tűztük ki, hogy a turizmus ágazatában termelt **haszon 10%-át visszaforgassuk** az OviBringa program fejlesztésére, bővítésére. Bár 2020 történelmi eseményei jelentősen korlátozták vállalkozásunk lehetőségeit, számos előkészített fejlesztéssel rendelkezünk, amelyeket a következő szezonban tervezzük megvalósítani. Az OviBringa Program területi kiterjesztése mellett terveink közt szerepel az IsiBringa projekt felskálázása is, amelynek keretében általános iskolások számára kínálunk hasonlóan egyedi, izgalmas és játékos foglalkozásokat. Tevékenységünk kibővítéséhez folyamatosan keresünk partnereket, helyszíneket és támogatókat. Partneri megkeresésekkel kapcsolatos jelentkezéseket, valamint a jelen publikációhoz kapcsolódó visszajelzéseket az andras.korizs@dreamlandcycling.com email címre várjuk.



“Ovibringa” – awareness-raising with long-term effects

One of the common objectives of current European, national and urban transport strategies is to increase the share of urban cycling significantly. However, when setting a city's transport strategy, the definition of goals is not based solely on aspects of the transportation profession. Among the most pressing problems of the 21st century in Hungary are the unhealthy lifestyle resulting from the lack of regular physical activity, the declining transport culture due to the lack of proper training, and the significant environmental impact of the transport sector. The mission of the OviBringa Program (a support program for cycling in kindergardens) is to provide a single solution to these three challenges in a way that has the most long-term possible impact.



„Ovibringa” – bewusstseinsbildung mit langfristigen wirkungen

Eine der Gemeinsamkeiten der derzeitigen europäischen, nationalen und städtischen Verkehrsstrategien besteht darin, den Anteil des städtischen Radverkehrs erheblich zu erhöhen. Bei der Festlegung der Verkehrsstrategie einer Stadt basiert die Definition der Ziele jedoch nicht nur auf fachlichen Überlegungen. Zu den dringlichsten Problemen des 21. Jahrhunderts in Ungarn zählen der ungesunde Lebensstil aufgrund mangelnder regelmäßiger körperlicher Aktivität, die rückläufige Verkehrskultur aufgrund mangelnder Ausbildung und die erheblichen Umweltauswirkungen des Verkehrssektors. Die Mission des OviBringa-Programms (eines Programms für die Förderung des Radfahrens in den Kindergärten) ist es, eine Lösung für diese drei Herausforderungen zu finden, die die größtmöglichen langfristigen Auswirkungen hat.

Több mint 120 éve létesítették a körmendi fűtőházat

Az adatok és a fűtőház történetének rövid áttekintése a számok és az ismertett körülmények történelmi visszatekintésre adnak lehetőséget mindazoknak, akik a vasúttörténet eddig ismeretlen területéről szeretnének további információhoz jutni.

Varga Károly

ny. MÁV főtanácsos

e-mail: vargakaroly1936@gmail.com

1899. szeptember 1-jén nyílt meg a 23 km hosszú Körment – Németújvári HÉV vonala. A MÁV Németújvár állomáson új fűtőházi kirendeltséget szervezett. A kirendeltség műszaki felügyelete és gazdasági elszámolása a szombathelyi Fűtőházfőnökség alá tartozott.

A kor követelményeinek megfelelően – feltételezés szerint – Németújváron kéziműhellyel, laktanyával, fűtőházi irodával, 10 m-es kézi meghajtású mozdonyfordítókoronggal, ejektoros vízdaruval, ásott kúttal, fedett széntárolóval és kézi szénszereléssel üzemelő szabványos mellékvonali fűtőház épült. A kor szokásainak és a vontatási igényeknek megfelelően a HÉV építési számlájának terhére Körment állomáson is létre kellett hozni egy fordulóállomási fűtőházat.

1902. január 1-jén a németújvári fűtőházi kirendeltséghez 2 db XII. osztályú gőzmozdony tartozott, további mozdonyokat a viszonylag közeli fűtőházaknál üzemeltettek a németújvári HÉV kiszolgálására. A kirendeltség személyzete (mozdonyvezető, fűtő) 3-4 főből állt.

1906. december 24-én megnyílt a Körment – Muraszombati HÉV körment-sali, 1907. június 26-án pedig a sal-muraszombati vonala.

A vonal kiszolgálására a MÁV Körmenten egy műszaki tekintetben önálló, számadástétel vonatkozásában a szombathelyi Fűtőházfőnökségnek alárendelt Fűtőházvezetőséget szervezett. Egyidejűleg a németújvári Fűtőházi Kirendeltséget megszüntették, és feladatait a körmendi Fűtőházvezetőségre ruházták át. Az újonnan szervezett körmendi Fűtőháznál műhelyi kirendeltséget is szerveztek.

A HÉV Muraszombat állomáson forduló fűtőházat és vízállomást, Zalalövön, Dávidháza-Kotormány és Felsőlendva-Mátyásdomb állomásokon vízállomásokat létesített.

Az 1939. évi adatok alapján a körmendi fűtőház 28 m vágányhosszúságú, kétvágányos mozdonyszínből, 10 m átmérőjű, kézi meghajtású mozdonyfordítókorongból, 500 m²-es széntároló területből, a mozdonyszín előtt mindkét vágányon tisztító csatornából, 1 db 2 m átmérőjű és 6,5 m mélységű ásott kútból, ejektoros vízemelő berendezésből, 2 db 30 m³-es víztartályból és 1 db vízdaruból állt. A fűtőházi laktanyában négy személy elhelyezésére volt lehetőség. A vasútállomáson ezen kívül volt még az MNyV (Magyar Nyugati Vasút) által 1872-ben épített II. oszt. fővonali vízállomás 2 db vízdaruval és 1-1 db tisztító csatornával.

Zalalövő vízállomáson 1939-ben 1 db 10 m átmérőjű kézi meghajtású mozdonyfordítókörong, 300 m²-es széntér kézi szénszereléssel, valamint 2 db 2 m átmérőjű és 6 m mélységű ázott kút volt, ejektoros vízdaruval.

Muraszombat állomáson 1941-ben 1 db egyvágányú, 24 m hosszú HÉV mozdony sín, 1 db 10 m átmérőjű mozdonyfordítókörong, 500 m²-es széntér, 2 db 2,5 m átmérőjű és 6,5 m mély ázott kút, 1 db 13 m³-es víztartály, 2 db vízdaru, 2 db kétágas laktanyaszoba volt.

A fűtőházat Kőrmenden 1907-ben Collagnáth Gyula II. oszt. mozdonyfelvigyázó vezette. 1908 őszén Halász Ignác hivatalnokot helyezték Kőrmendre, és megbízták a fűtőház vezetésével. 1909 tavaszán Halász Ignácot Tapolcára helyezték főnöknek, és a fűtőház vezetésével a Szombathelyről áthelyezett Szalay Gyula főmozdonyvezetőt bízták meg.

1909. május 31-én a kőrmendi fűtőház állagába 7 db gőzmozdony tartozott, amelyek közül 4 db Va oszt., 3 db padig XII. oszt volt. A Va oszt. (1911-től 370 sor.) mozdonyok a muraszombati, a XII. oszt (377 sor.) mozdonyok pedig a németújvári vonal vontatási feladatait látták el.

1914-ben Őriszentpéteren baleset következtében életét veszttette a kőrmendi fűtőház létszámába tartozó Török János mozdonyvezető. Fia később édesapja örökébe lépett és ugyancsak mozdonyvezető lett.

1914-ben a fűtőház vezetése és létszáma: fűtőházvezető Fehér Géza Árpád, mozdonyvezető 7 fő, segédmozdonyvezető 1 fő, kocsivizsgáló 1 fő, mozdonyfűtő 5 fő és szivattyúkezelő 1 fő volt.

Az első világháború befejezését követő békediktátum a kőrmendi fűtőház vonalait kettészelte, és ezzel a fűtőház sorsa megpecsételődött. Ennek következtében a kőrmendi fűtőházat – 1925 elején – visszaminősítették Fűtőházi Kirendeltséggé, amit műszaki szempontból a szombathelyi Fűtőházvezetőség, egyéb tekintetben a kőrmendi Állomásfőnökség alá rendelték.

Kőrmenden a vontatási alkalmazottak létszáma 1930-ban: főmozdonyvezető 4 fő, fűtő 4 fő, főkocsivizsgáló 1 fő, szivattyúkezelő 1 fő és lámpatisztító 1 fő.

1938-ban Kőrmend állomás vontatási létszámából Szatmáry Gusztáv főmozdonyvezető, vitéz Györgyfalvai Lajos és Kovács István mozdonyvezető, valamint Kocsis István és Fülöp József fűtők neve ismert.

1941-ben a Muravidék Magyarországhoz történő visszacsatolásával a kőrmendi fűtőház feladatai ismét megnövekedtek.

1945. március végén a front elől menekülők végeláthatatlan áradata érte el Kőrmendet. 1945. március 29-én Kőrmenden a németújvári vonalra terelték a menekülő polgári lakosságot szállító vonatok egy részét, hogy a fővonalon utat engedjenek a német katonavonatoknak.

Az 1945. június 7-i fűtőházi jelentés szerint a fűtőháznak állomásított (honos) mozdonyállaga nem volt. A fűtőház 12 db tényleges mozdonyállagában, amelyben a Pinkamindszenti állomáson tárolt, műhelyi befogadásra váró 5 db szombathelyi mozdony is szerepelt – 5 db szombathelyi, 1 db érsekújvári, 1 db cell-dömölki, 3 db veszprémi, 1 db pápai és 1 db nagykanizsai állomásítású mozdony volt.

A mozdonyok közül 1 db I. rangú mozdony vonalszolgálatot, 5 db II. rangú mozdony pedig kizárólag állomási szolgálatot látott el. Figyelemre méltó a fűtőház személyzeti létszáma. Az egy fő állandó, beosztott mozdonyfelvigyázó mellett Irmes János mozdonyvezető második mozdonyfelvigyázóként volt beosztva. Szatmáry Gusztáv nyugdíjas főmozdonyvezetővel együtt 9 fő mozdonyvezető és 11 fő fűtő alkotta a fűtőház beosztott utazó létszámát. Az egy fő kinevezett előfűtő mellett két személyt 1942-től előfűtőként foglalkoztattak.

A fűtőházat egy szovjet katonai mozdonyfelvigyázó felügyelte. 1946 nyarán a fűtőház 5-7 db-os mozdonyállagából mindössze 1 db mozdony üzemelt vonalszolgálaton. A mozdonyfelvigyázók személye gyakran változott, volt amikor egy, volt amikor két mozdony-

felvigyázó szerepelt a fűtőházi jelentésekben. Az 1 db üzemelő gőzmozdonyra két pár személyzet volt beosztva. A szombathelyi fűtőház rendszeresen küldött ki mozdonyokat (a fűtőház fiókműhelyébe) a körmendi fűtőházhoz időszakos javításokra.

„B” listázás keretében 1946. szeptember 7-én Magyar Ferencet létszámcsoökkentés miatt törölték a létszámból, valamint Révész István mozdonyfelvigyázót, Iván Imre mozdonyvezető és Horváth István laktanyaórt Szombathelyre helyezték át.

1948-ban Körmenđ állomás vontatási létszámában voltak: főmozdonyvezetők: Irnes János, Horváth Miklós, Földesi Sándor és Kovács János; előfűtők: Szabados József és Gényi Kálmán; mozdonyfűtők: Papp László, Szabó Lajos, Károly József és Králer Ernő.

A háborús károk felszámolása és az ország újjáépítése után, valamint a kisforgalmú vasútvonalak megszüntetésével párhuzamosan a körmendi fűtőháznak egyre kevesebb munka jutott. Így a körmendi fűtőházi kirendeltséget 1949-ben megszüntették. Ezzel az intézkedéssel akkor még csak a fiókműhelyi tevékenység került visszafejlesztésre, az üzemeltetési feladatok változatlan formában fennmaradtak.

1959. szeptember 1-jétől azonban megszűnt a forgalom a körmendi-pinkamindszenti vonalon, így a körmendi fűtőház feladatai tovább

csoökkentek. A körmendi-bajánsenyei vonalon még egy ideig volt feladata a fűtőháznak. Ebben az időszakban a helyi műszaki irányítást Földesi Sándor főmozdonyvezető, mozdonyfelvigyázó látta el.

A körmendi fűtőház történetében az utolsó átszervezést 1974. május 26-án valósították meg. Ekkor a fűtőházat és vele együtt a körmendi-bajánsenyei vonal forgalmának vontatási kiszolgálását a zalaegerszegi Vontatási Főnökség vette át. Ettől kezdve Körmenđ állomáson már csak egy tartalékszolgálatot ellátó 375 sor. gőzmozdony maradt. A személyforgalmat motorizálták. A teherelegyet áterelték Zalaegerszeg irányába. 1979 tavaszán a tehervonatok továbbítását is dízelesítették. A körmendi vontatási személyzet egyre apadt. A vontatási szolgálat részéről feleslegessé vált fűtőházi létesítményeket a pályafenntartási szolgálat vette át.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] dr. Kövér István: Százéves a vasútigazgatóság Szombathelyen, I. kötet: A szakszolgálatok tevékenységének története, Szombathely, 1995.
- [2] Heeger Árpád: Vasutasok és hajósok címtára 1930. 2. kiadás, Budapest 1929, pp. 101
- [3] Mozdonyvezetők évkönyve, Budapest, 1948, pp. 280
- [4] Woldiáner Béla Antal: Magyar vasúti szaknaptár, Budapest, 1914, pp.322



Melléklet

Közlekedésbiztonság - Közlekedési környezetvédelem

Biztonságiöv-viselési arányok Magyarországon és külföldön

Az egyik legfontosabb közlekedésbiztonsági teljesítménymutató a biztonságiöv-viselési arány. A hazai értékek alakulása és elemzése, más országokhoz történő viszonyítása fontos információkkal szolgál. Az írás a biztonságiöv-viselési arány hazai értékeinek alakulását elemzi más országokhoz képest. Erre az IRTAD (International Traffic Safety Data and Analysis Group), az OECD tagországok közúti forgalmi és baleseti adatbankja [1] ad lehetőséget, ugyanis ez az útkategóriák szerint tartalmazza a személygépkocsik különböző ülésein megfigyelt biztonságiöv-viselési arányokat.

DOI 10.24228/KTSZ.2020.6.5

Prof. Dr. Holló Péter

kutató professzor

KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft., Közlekedésbiztonsági Kutatóközpont

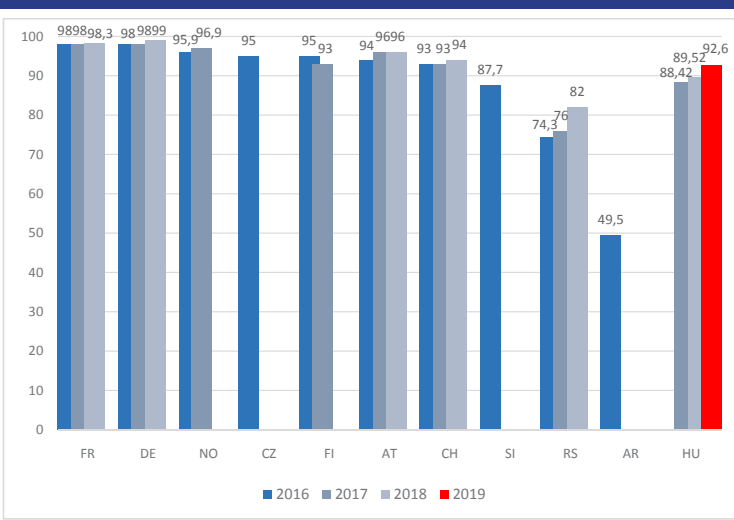
Az 1, 2. és 3. ábra a hazai biztonságiöv-viselési arányok alakulását mutatja nemzetközi összehasonlításban, útkategóriák szerint. Ezek az ábrák a gépjárművezetők biztonságiöv-viselési arányait szemléltetik.

Lakott területen belül (1. ábra) a hazai értékek folyamatos növekedést mutatnak. 2019-re még csak magyar adat állt rendelkezésre, ami kismértékű növekedést mutat a 2018. évihez képest. Ha a 2018. évi magyar értéket összevetjük más országokéval, megállapíthatjuk, hogy az csupán a szerb, szlovén és argentin értéknél nagyobb. A legmagasabb – legkedvezőbb – értékek Franciaországban és Németországban figyelhetők meg, némileg alacsonyabbak a norvég és osztrák értékek. Ezután a Cseh Köztársaság, Svájc és Finnország következik. A cseh érték meglepően magasnak tűnik első

látásra, ami adódhat az eltérő adatgyűjtési módszertanból, de az általános szabálybetartási szint hazainál magasabb értékéből is. (Ezt látszik megerősíteni az a személyes megfigyelés is, hogy például a gépjárművek nappali kivilágítási aránya is jelentősen nagyobbak tűnik a hazainál.) Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy az még nem tisztázott, hogy milyen módszerrel gyűjtött adatok adhatók meg az IRTAD adatbankban, illetve arról sincs ismeretünk, hogy az ott már nyilvántartott adatokat milyen módszerrel gyűjtötték. (Elképzeltető, hogy néhány ország csak becslést adott, de az is, hogy a baleseti adatokból vontak le erre vonatkozó következtetést. Véleményünk szerint egyik eset sem elfogadható. Az utóbbi azért nem, mert a balesetet szenvedettek mintája nem reprezentatív a teljes autós sokaság szempontjából. Ezt már szá-

1. ábra: Biztonságiöv-viselési arányok nemzetközi összehasonlításban (személygépkocsi vezetők, lakott területen belül)

Adatok forrása: IRTAD



amelynek a szerző is tagja, napirendre tűzi az egységes adatgyűjtési módszertan kialakítását és bevezetését, így az eltérő adatgyűjtési módszertanból adódó torzítások kiszűrhetők lesznek.

Lakott területen kívül (2. ábra) a 2017. évi növekedést 2018-ban sajnálatos visszaesés követte Magyarországon. Ennek azonnali következményeit a személygépkocsiban meghaltak és megsérültek számai is tükrözték. Ugyanakkor

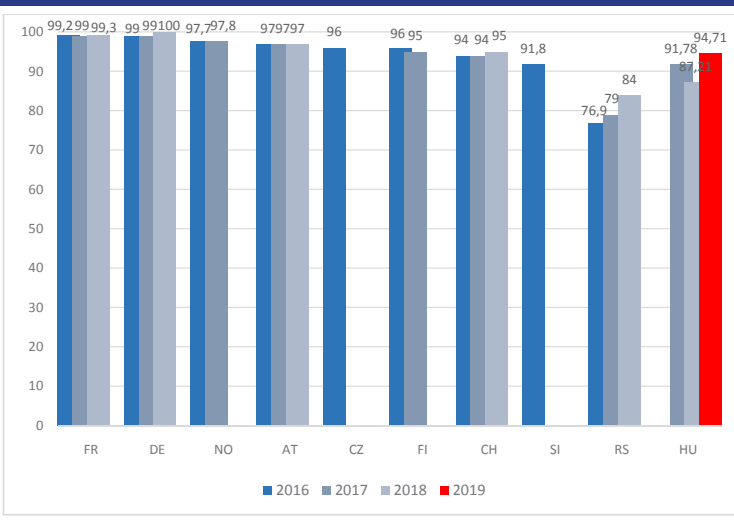
mos kutatás bizonyította.) A hazai adatok út menti megfigyelés során kerültek megállapításra, ennek részleteit a vonatkozó tanulmány [2] tartalmazza. Jó hír, hogy az IRTAD egyik munkacsoportja (SPIs: Road Safety Performance Indicators: közúti közlekedésbiztonsági teljesítménymutatók),

2019-ben újra a biztonságiöv-viselési arány növekedése volt tapasztalható. A 2018. évi magyar értéknél (87,21%) egyedül Szerbia azonos évi értéke alacsonyabb, a többi országé mind magasabb. Különösen figyelemre méltó Franciaország és Németország 99,3, illetve 100%-os értéke, annál is in-

kább, mert ezekben az országokban bizonyosan út menti megfigyeléssel állapítják meg ezeket a teljesítménymutatókat.

2. ábra: Biztonságiöv-viselési arányok nemzetközi összehasonlításban (személygépkocsi vezetők, lakott területen kívül, országutakon)

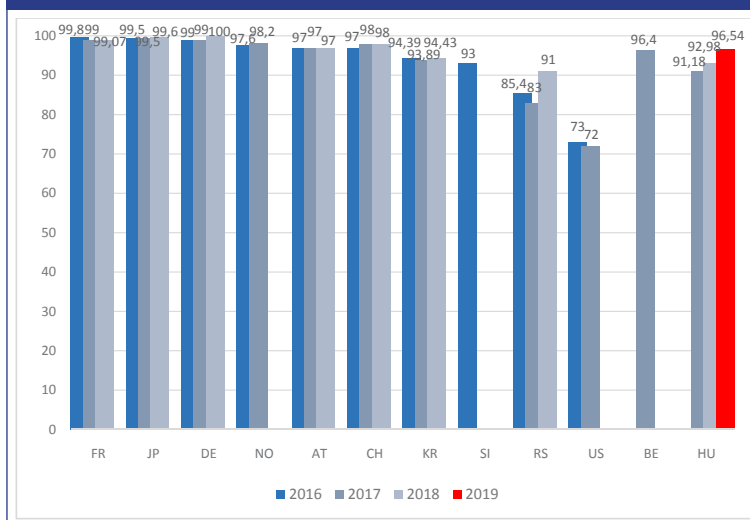
Adatok forrása: IRTAD



Autópályákra (3. ábra) már sokkal kevesebb európai ország adatai álltak rendelkezésre az IRTAD adatbankban, ezért itt Japánt, az Amerikai Egyesült Államokat és Dél-Koreát is szerepeltettük. Kétségtelen, hogy autópályán – nagy sebesség mellett – sokkal nehezebb megbízhatóan megfigyelni a tényleges biztonságiöv-vi-

3. ábra: Biztonságiöv-viselési arányok nemzetközi összehasonlításban (személygépkocsi vezetők, autópályákon)

Adatok forrása: IRTAD



Ráadásul a magyar érték folyamatos növekedést mutat, ami kedvező. A dél-koreai érték csupán egy százalékkal haladja meg a magyart, a többi ország számai között nincs nagy különbség: 95 és 98% közé esik a rájuk jellemző adat.

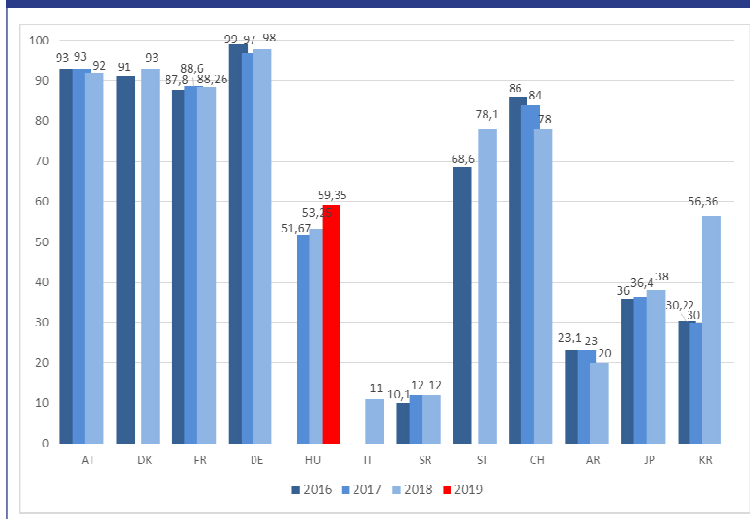
Három ország azonban mindenképpen kiemelés érdemel: Franciaország és Japán az évek óta megfigyelt 99%-os értékével, de még inkább Németország a maga 100%-os adatával. Ez azt jelenti, hogy a japán, francia és német autópályákon gyakorlatilag mindenki viseli biztonsági övét.

selési arányokat, mint más kiépítettségű utakon, azonban erre is van lehetőség. A magyar érték itt sem tartozik a legjobbak közé, autópályákon azonban már a szerb és amerikai érték is alacsonyabb nála. Pontosabban fogalmazva: a 2018. évi hazai arány ugyanakkora, mint a 2017. évi szlovén.

A 4. ábra a személygépkocsik hátsó ülésein megfigyelt összesített (útkategóriáktól független) biztonságiöv-viselési arányok alakulását szemlélteti. (Az IRTAD adatbank-

4. ábra: Biztonságiöv-viselési arányok nemzetközi összehasonlításban (személygépkocsi utasok hátul).

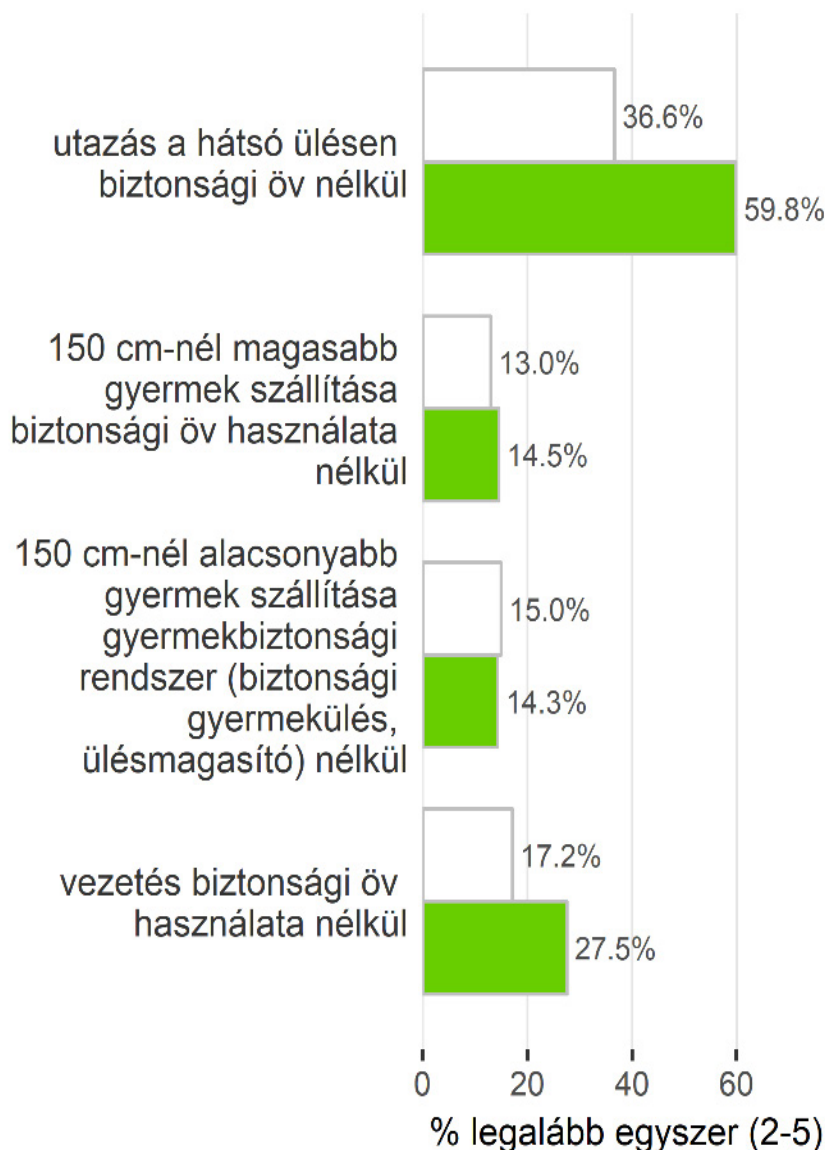
Adatok forrása: IRTAD



ban csak ilyen adat állt rendelkezésre.) Noha a magyar értékek itt is folyamatos növekedést mutatnak, a vezető országokhoz képest (Németország, Ausztria, Franciaország, Dánia) még jelentős a lemaradásunk. A svájci és szlovén értékek is számottevően meghaladják a magyart. Míg Szlovéniában növekedett, Svájcban folyamatosan csökkent a hátul ülő utasok biztonságiöv-viselési aránya. Ez utóbbi változás ellentmondani látszik annak a ténynek, hogy Svájc már

5. ábra: Az ESRA2 felmérés egy részlete [3]

biztonsági öv használata személygépkocsiban



felzárkózott a legjobb közúti biztonságú európai országok közé.

Ugrásszerű növekedés figyelhető meg Dél-Koreában, aminek részleteiről érdemes lenne többet tudni. Az argentin, szerb és olasz értékek megdöbbentően alacsonyak.

Az már most megállapítható, hogy a személygépkocsik hátsó ülésein jóval nagyobb lemaradást tapasztalunk a hazai biztonságiöv-viselési arányok tekintetében, mint a gépjárművezető esetén.

Ugyancsak nemzetközi összehasonlításra ad lehetőséget az ESRA (E-Survey of Road Users' Attitudes: A közlekedők magatartásának és attitűdjének elektronikus felmérése) projekt [3], amelynek célja a közlekedésbiztonsági teljesítményre vonatkozó összehasonlítható adatok gyűjtése és elemzése. Az ESRA projekt kezdeményezője és koordinátora a belga Vias Institute (Brüsszel), együttműködve 11 irányító partnerrel, köztük olyan nagynevű kutatóintézetekkel, mint a BAST, BfU, KfV, SWOV, stb. Az ESRA „lelke” a közösen kifejlesztett és szakemberek által nemzeti nyelvre fordított kérdőív, amely különféle közlekedésbiztonsági kérdéseket vizsgál, mint pl. a biztonsági öv és gyermekülés használata. Az adatgyűjtést 2018-ban végezték 32 országban. Az online felmérés összesen 35000 közlekedő válaszait gyűjtötte össze, ebből Magyarországról 1014 személyét. Fontos következtetések vonhatók le a hazai eredmények és az európai átlagértékek összehasonlításából. Az 5. ábrán a magyar adatokat a zöld oszlop, míg az ESRA2 felmérés európai átlagértékeit fehér oszlop jelzi. Az ESRA2 európai átlagértékeket azon 20 európai ország adataiból határozták meg, amelyek részt vettek a felmérésben, vagyis: Ausztria, Belgium, Cseh Köztársaság, Dánia, Finnország, Franciaország, Németország, Görögország, Magyarország, Írország, Olaszország, Hollandia, Lengyelország, Portugália, Szerbia, Szlovénia, Spanyolország, Svédország, Svájc, Egyesült Királyság.

Személygépkocsiban a biztonsági öv használata tekintetében szignifikáns különbség mutat-

kozik a hazai és európai átlagértékek között, főként a hátsó üléseken. Magyarországon a hátul utazók közel 60%-a – saját bevallása szerint – nem visel biztonsági övet. (Hasonlót erősítettek meg az út menti felmérések is). A gépjárművezetők biztonságiöv-viselési aránya is kedvezőtlenebb némileg az európai átlagnál, ha nem is olyan mértékben, mint a hátsó ülések utasainál. Itt a biztonsági övet nem viselők aránya Magyarországon 28%, míg az európai átlag 17%.

Talán egyedül a gyermekbiztonsági rendszerek használata az, ahol kiálljuk a nemzetközi összehasonlítás próbáját, hiszen gyakorlatilag nincs is különbség a 150 cm-nél alacsonyabb gyermekek szállításakor a gyermekbiztonsági rendszert mellőzők európai átlagértéke és a hazai adat között. Sőt ez utóbbi kicsit kedvezőbb is az európai átlagértéknél.

Korábbi kutatásaink [4] során megállapítottuk, hogy pl. a biztonságiöv-viselési és gyermekülés használati arány tekintetében nincs szignifikáns különbség az online felmérés és az út menti megfigyelések eredményei között. Az 5. ábrával kapcsolatban azonban azt is meg kell említeni, hogy a „legalább egyszer” nem jelent rendszeres magatartást. Az tehát, hogy valaki pl. az elmúlt időszakban legalább egyszer nem használt biztonsági övet, nem jelenti, hogy rendszeresen mellőzte azt. Ez is okozhat eltérést a hazai, út menti felmérések [2] eredményeihez képest.

Összegzésként elmondható, hogy a személygépkocsik vezetőinél megfigyelt biztonságiöv-viselési arányok már alig maradnak el az e tekintetben vezető országok értékei mögött, a felzárkózás szemmel látható. Mindez sajnos nem mondható el a hátsó ülésen utazók esetén. Itt még mindig nagyon jelentős lemaradás tapasztalható. A biztonságiöv-viselési kötelezettség hátsó ülésekre való kiterjesztését bizonyára nem követte a kívánt mértékű felvilágosítás és rendőri ellenőrzés. Tapasztalataink szerint még többen nincsenek tisztában a kötelezettséggel, ami egyértelműen a felvilágosítás hiányossága. Sajnos ma sem ritka az olyan hazai gyártású TV műsor, ahol az első üléseken becsatolt uta-

sok mögött biztonsági övet nem viselő hátsó utas látható. Ráadásul középen, ami megteremti a lehetőséget annak, hogy ütközés esetén a hátsó utas kitörve a szélvédőt kirepüljön a gépkocsiból és szerencsétlen esetben halálra zúzza magát. Az elemzés eredményei alapján mind a felvilágosítás, mind a rendőri ellenőrzés területén a hátsó utasok biztonságiöv-viselésére kell összpontosítani a jövőben.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani Pauer Gábor munkatársamnak az ábrák szakavatott elkészítéséért.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1]: <https://www.itf-oecd.org/IRTAD>
- [2]: Dr. Véssey Tamás: Közlekedésbiztonsági teljesítménymutatók és indikátorok gyűjtése, tanulmány a 2019. I. félévi felmérés alapján, Budapest, 2019.
- [3]: Country fact sheet Hungary. ESRA project (E-Survey of Road users' Attitudes). Brussels Belgium: VIAS Institute.
- [4]: P.Holló, D.Henézi, T. Berta: Comparison of Self-reported and Observed Road Safety Performance Indicators, Periodica Polytechnica Transportation Engineering, Vol 46 No 3 (2018), pp. 117.-121., DOI: <https://doi.org/ff5z>



SEAT-BELT WEARING RATES IN HUNGARY AND ABROAD



DAS HEIZHAUS IN KÖRMEND: VOR MEHR ALS 120 JAHREN ERRICHTET

KEDVES OLVASÓ!

**KÉRJÜK, HOGY 2021-RE IS FIZESSEN ELŐ
A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLÉRE.**

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE MEGRENDELŐLAP

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

Megrendelő neve:

Címe (ahová a lapot kéri):

.....

.....

Telefonszám:

Fax:

E-mail:

Az előfizetési díjat az alábbiak szerint fizetheti be:*

- ☐ Rózsaszín postai átutalási csekken az alábbi címre:
Közlekedéstudományi Egyesület, 1066 Budapest, Teréz krt. 38.
- ☐ Banki átutalással (név és cím feltüntetésével) a következő bankszámlaszámra:
10200823-22212474
- ☐ KTE tagoknak a tagnyilvántartó rendszeren keresztül bankkártyával (csak nyomtatott változat esetén)
**A megfelelőt kérjük beikszelni!*

Előfizetés 1 évre: **

- Nyomtatott változat: 8280 Ft/pld. ☐ pld.
- KTE tagoknak nyomtatott változat: 4140 Ft/pld.
(tagdíj nélkül) ☐ pld.

***A kért példányszámot kérjük kitölteni!*

Az előfizetési díjról számlát kérek: ☐ igen ☐ nem

Számlázási név:

Számlázási cím:

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

Dátum:
.....

aláírás

DIGITÁLIS VÁLTOZAT

Digitális változat megrendelése csak egyéni előfizetőknek lehetséges!

- Digitális változat ára KTE tagoknak 4140 Ft/év (tagdíj nélkül) ☐ pld.
- Digitális változat ára NEM KTE tagoknak 6000 Ft/év ☐ pld.

Megrendelő neve: E-mail címe:

Dátum:
.....

aláírás

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

Támogatóink



Innovációs és Technológiai
Minisztérium

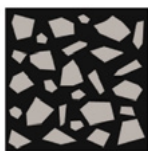


FÜMTERV



STADLER

Stadler Trains Magyarország Kft.



EUROASFALT
ÉPÍTŐ ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT.

HungaroControl

Magyar Légiforgalmi Szolgálat



