

# 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 rendszer 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. július 1. óta működik. A rendszer megfelel az Európai Unió technológiai követelményeinek, innovatív, felhasználóbarát és kompatibilis az Európai Elektronikus Útdíj Szolgáltatással (EETS - European Electronic Toll Service) [1]. Az útdíjszedés 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 utadatokhoz, 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].

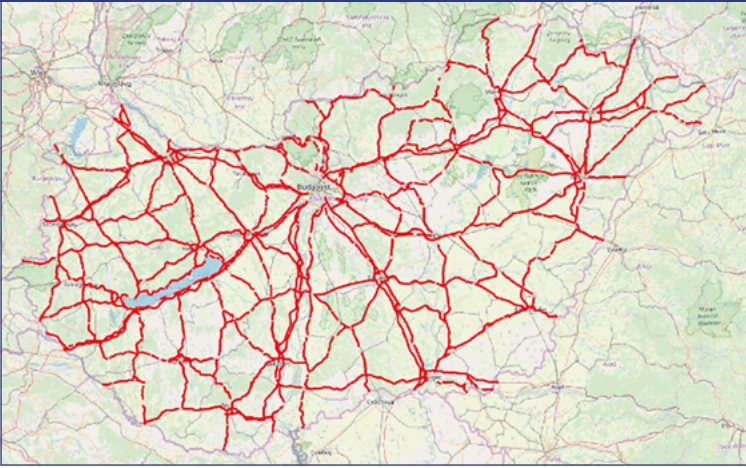
A NÚSZ ellenőrző végpontjain keletkező adatokból jelenleg csak azok kerülnek a belső adattárházba, amelyek a cég alapfeladatainak ellátáshoz szükségesek, viszont megfelelően kidolgozott módszerekkel ennél jóval több információ is kinyerhető a detektálási adatsorokból. A Nemzeti Adathozzáférési Pont elvárt 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

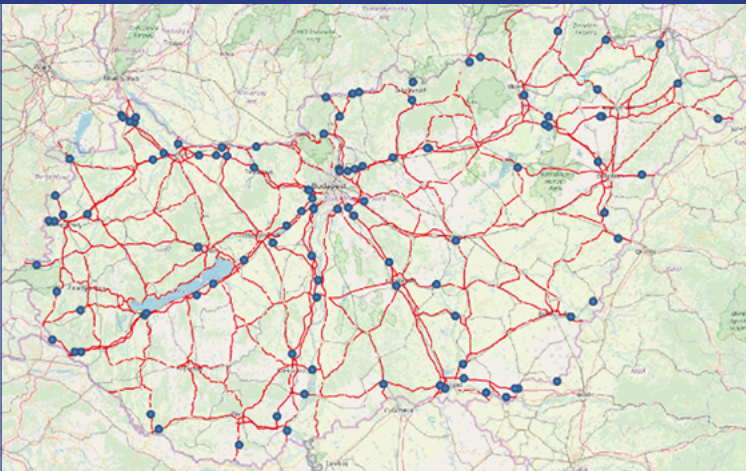
A 2018-as adatok alapján a hazai díjasított 6900 km hosszúságú úthálózat (1. ábra) leképezése mintegy 2470 darab elemi útszakasszal történik. A díjköteles úthálózat mérete évente változik, bővül a díjköteles szakaszok száma. Egy elemi útszakasz hossza néhány 100 métertől 15 km-ig terjedhet, a felbontás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

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.

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 feladat ellátására is alkalmasak a szükséges auditálást követően.

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

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 NÚSZ 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.

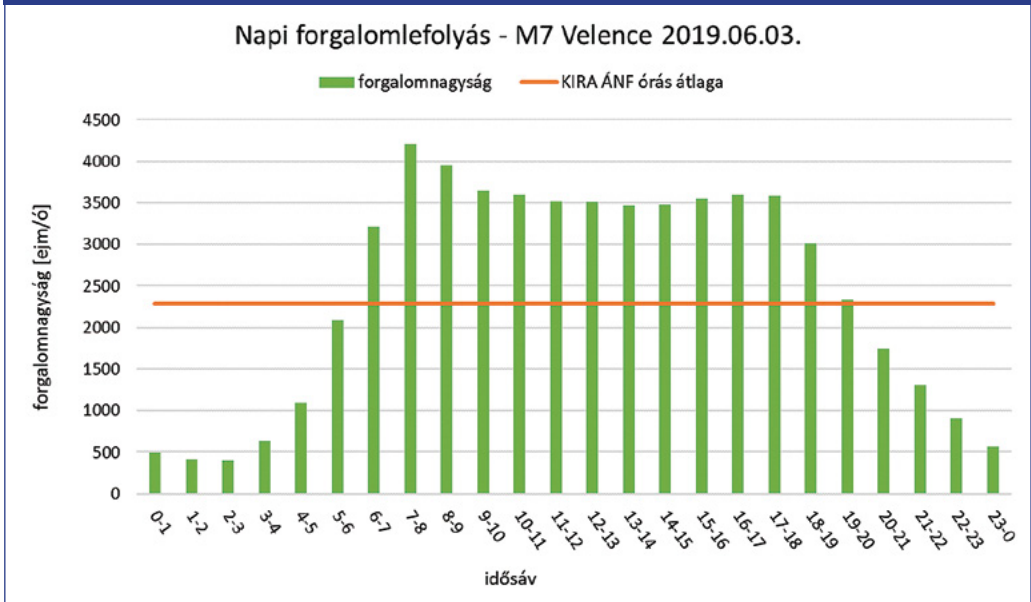
Az ellenőrzésekből származó információk elsődlegesen az útdíjrendszerrel kapcsolatos szankcionálásra szolgálnak, másodsorban pedig a NÚSZ saját adattárházán keresztül riporting funkciókkal támogatják a szervezet megfelelő működését. Ezek a funkciók szólhatnak értékesítési, díjellenőrzési információkról, 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 NÚSZ, 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 NÚSZ által gyűjtött adatok nem csak szankcionálásra, hanem forgalomirányítási és forgalomszabályozási célokra (pl. ramp metering, változtatható sebességkorlátozás, terelőutak alkalmazása) is felhasználhatóvá válhatnának, valamint adott esetben a NÚSZ is használhatná az MK által gyűjtött forgalmi adatokat saját elemzéseit 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

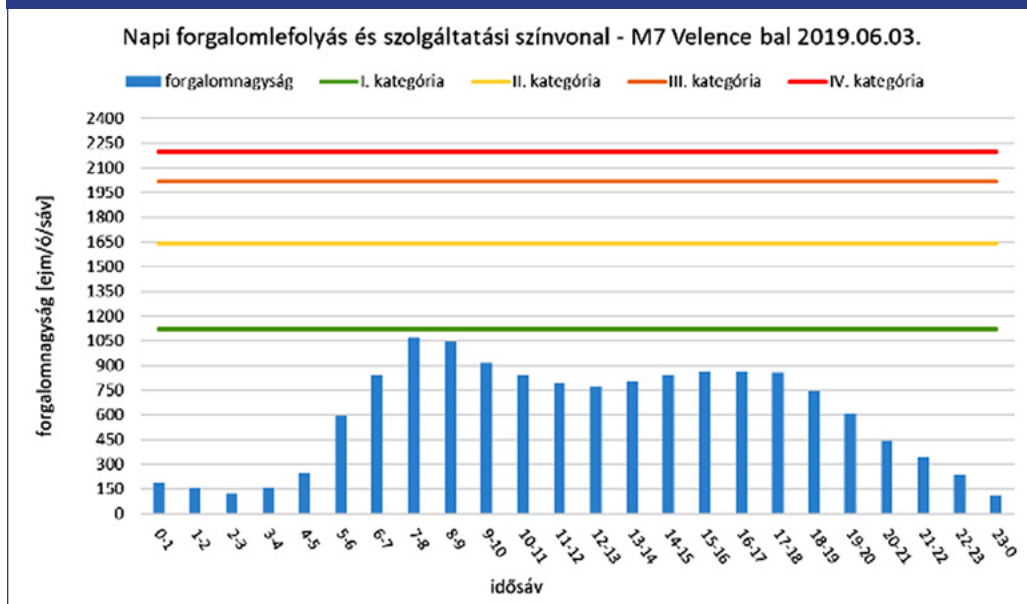
A NÜSZ adattárházában elérhető adatsorok közül nincs szükség a teljes díjköteles úthálózat vizsgálatára, mintavételezéssel, kiválasztott adatsorok feldolgozásával is végezhetők célzott elemzések. Munkánk során négy ellenőrző portál 24 órás, hétköznapokra vonatkozó adatsorait használtuk, amelyek eltérő 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)



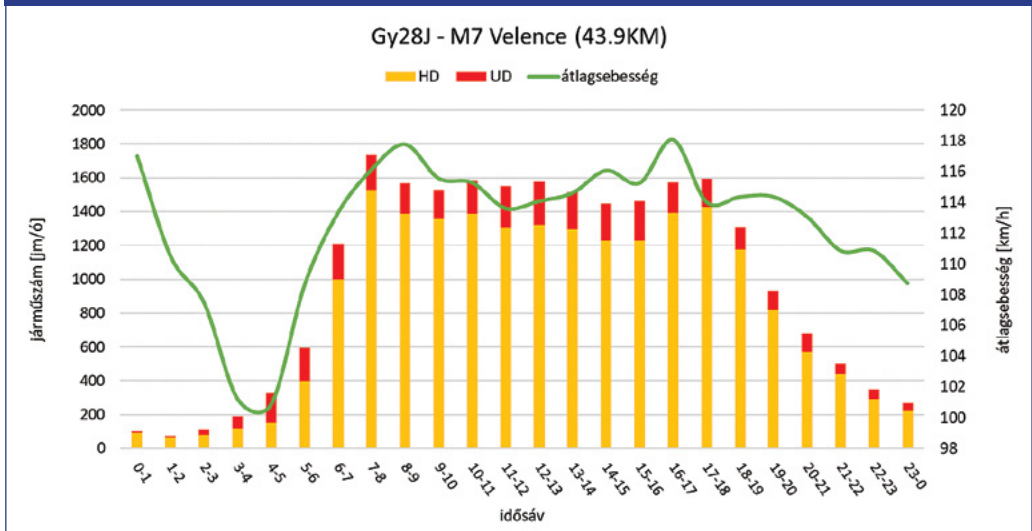
menetdinamikai tulajdonságai, valamint a forgalom sztochasztikus mivoltából adódó homogenizálás szükségessége követelnek meg. A vonatkozó Ütügyi Műszaki Előírásban rögzített egységjármű szorzótényezők rendszerét integráltuk a NÜSZ kategorizálási rendszerével, a díjfizetés alapjául szolgáló kategóriákhoz 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 megegyeznek.

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 NÚSZ 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

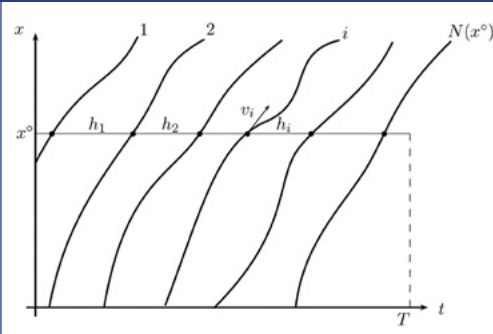
áramló közegként kezeli, figyelmen kívül hagyja az individuális jellemzőket.

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.

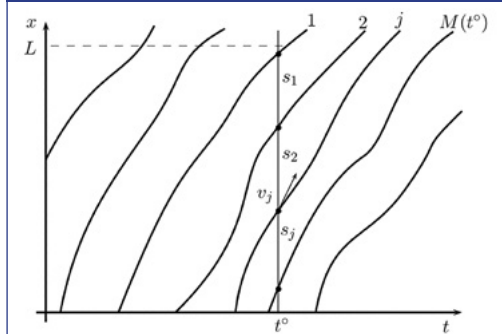
Amennyiben a forgalomban résztvevő járműcsoportok trajektóriáit közös tér-idő diagramban ábrázoljuk és azt egy adott keresztmetszetben, rögzített megfigyelőhelyről vizsgáljuk (6. ábra), a következő lokális (keresztmetszethez kapcsolt) makroszkopikus forgalmi változókat definiálhatjuk:

- **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



7. ábra: Pillanatnyi 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 átlagebesség:** 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].

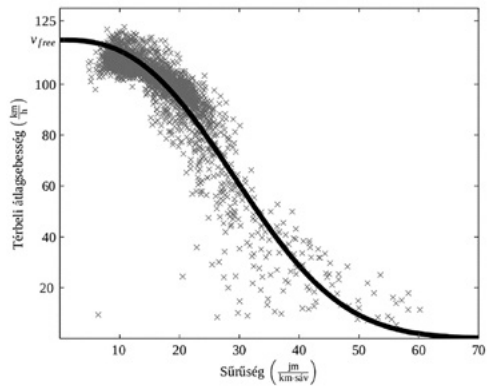
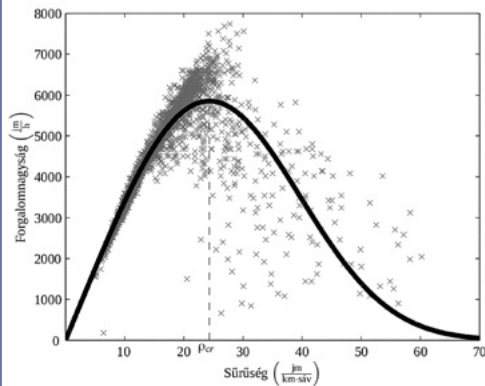
ször Greenshields mutatott rá 1935-ben forgalmi mérések eredményeinek különböző diagramokban történő ábrázolásán keresztül. Amennyiben a forgalomsűrűség függvényében ábrázoljuk a forgalmúnagyság-értékeket, akkor egyensúlyi fundamentális diagramról, ha sűrűség függvényében a térbeli átlagebességet ábrázoljuk, 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 makroszkopikus forgalmi változók közötti alapvető statikus összefüggésekre elő-

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 keresztmetszetben 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.

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

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

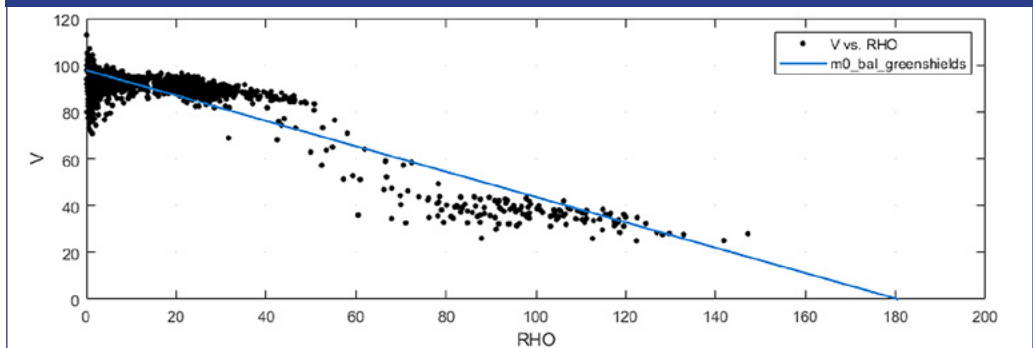
- $Q$ : forgalom nagyság
- $\rho$ : forgalomsűrűség (az ábrákon „RHO”-ként jelölve)
- $V_s$ : térbeli átlagsebesség

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 forgalom nagyság. Ezen összefüggések alapján az egyensúlyi sebesség és az egyensúlyi fundamentális diagram is ábrázolható (13. ábra).

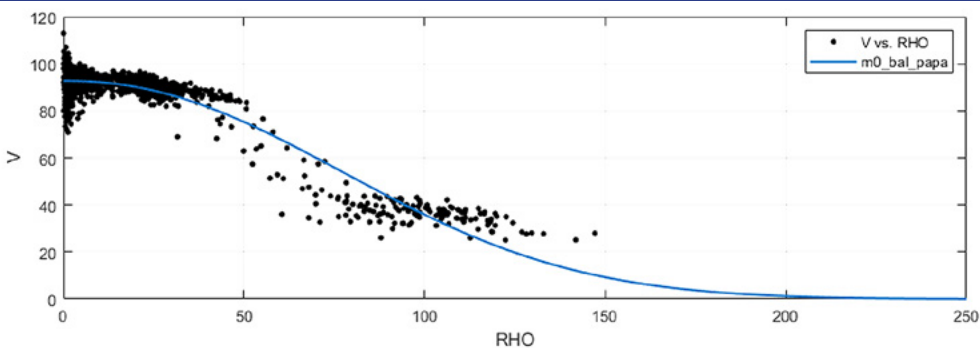
## 4.2. Károsanyag-kibocsátás, COPERT modell

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

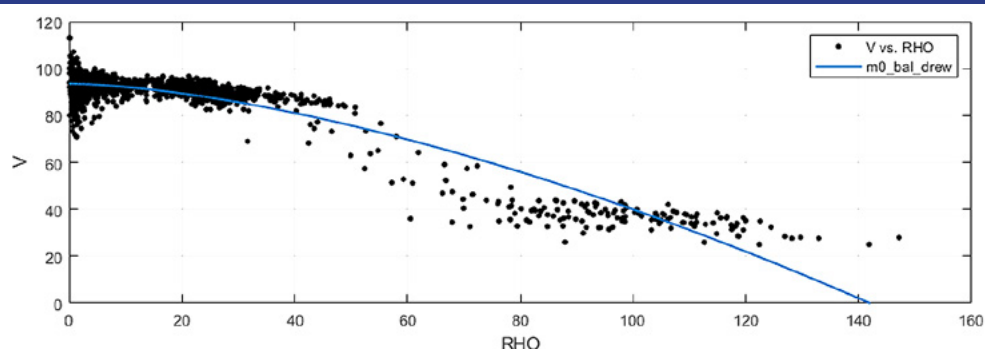
9. ábra: Greenshields modell illesztése



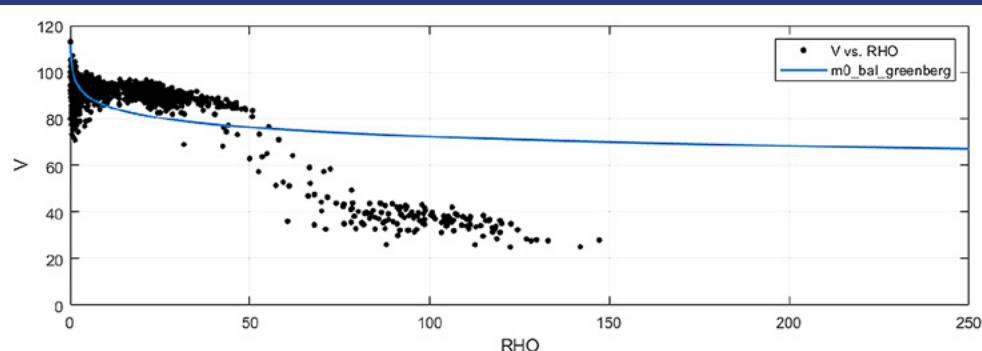
10. ábra: Papageorgiou modell illesztése



11. ábra: Drew modell illesztése



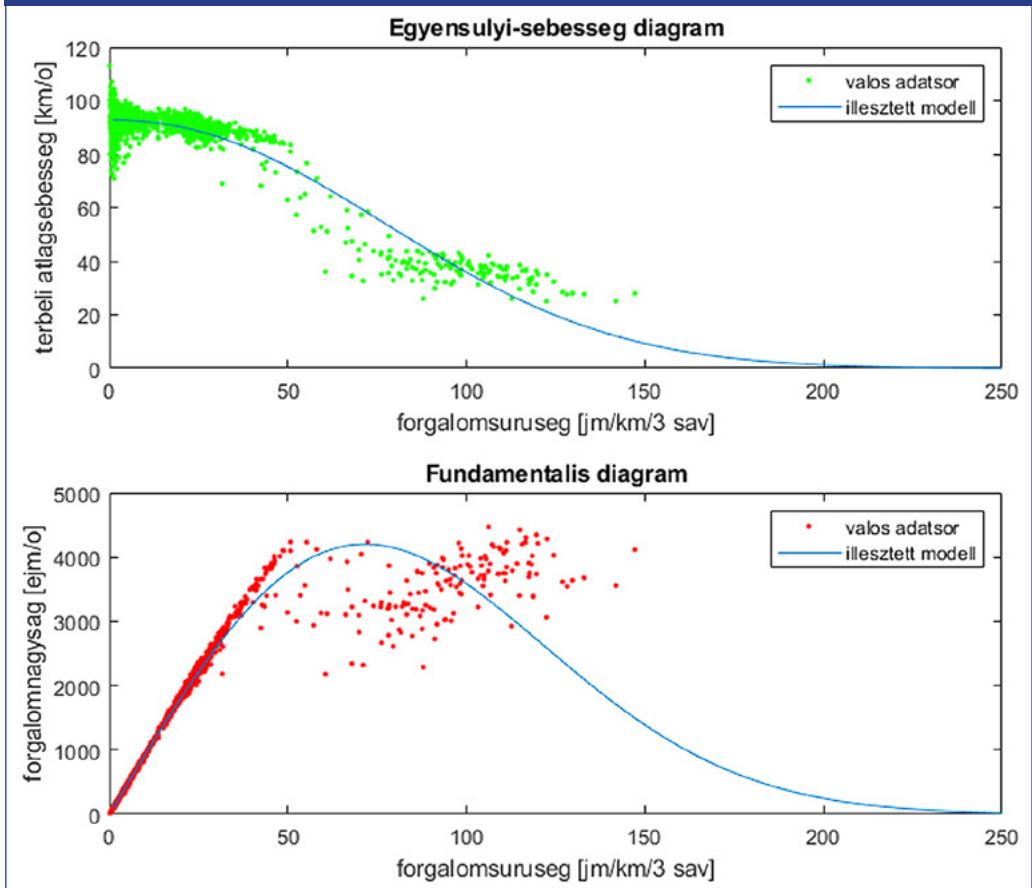
12. ábra: Greenberg modell illesztése



hatásának, így a lokális és globális környezeti ártalmaknak a mérséklése elengedhetetlen. Ehhez viszont a gázok – CO (szén-monoxid), CO<sub>2</sub> (szén-dioxid), HC (tökéletlen égésből

származó szénhidrogének) és NO<sub>x</sub> (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 található, 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<sub>x</sub>.

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

- $E_i$ : 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 szerinti bontásban. Jelen esetben a teljes keresztmetszetet (bal és jobb oldali pálya) egészként vizsgáltuk.

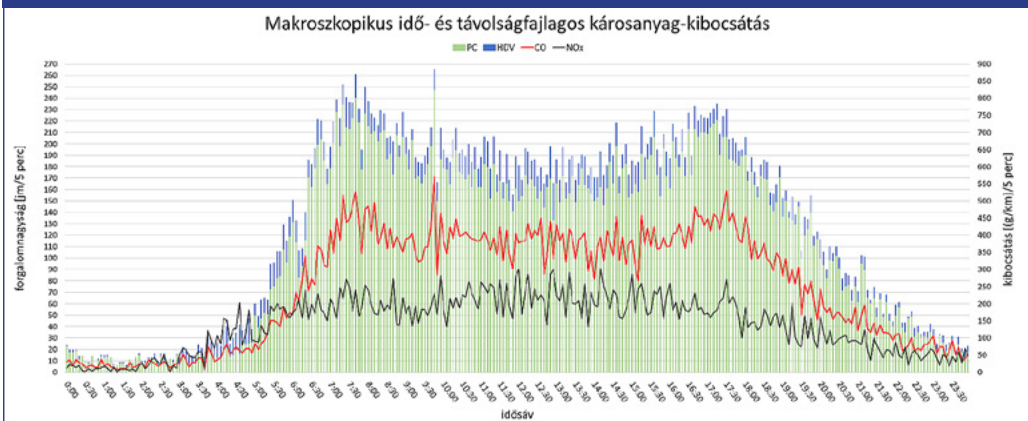
Amennyiben azzal a feltételezéssel élünk, hogy a forgalom térbeli átlagsebessége a portál 1 km-es környezetében változatlan, közelítő becslés adható a károsanyag-kibocsátás – makroszkopikus megközelítésben értelmezett – idő- és távolság fajlagos értékéről (14. ábra). Amennyiben a számítási módszert minden 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 becsülve), illetve az emissziófaktor paraméterek szolgálnak. Amennyiben egy részletesebb modellben a rendelkezésre álló sebességértékek is felhasználásra kerülnének, az a becslés pontosságát javítaná. A becsült értékek folyamatosan frissülők, 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 forgalomeltereléssel 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. Videofelismerő 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 mérési eredménye alapján rövid távú előrejelzést ad a foglaltsági adatokról a  $(t+1)$ -edik mérési időpontra, amelyet az előző időpontokban mért és jóslott 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:

$$v_{j\text{óslott}(t+1)} = v_{\text{átlag}} - e_{t-1} * \theta_1 - e_{t-2} * \theta_2 - e_{t-3} * \theta_3$$

$$v_{j\text{els\hat{o}}\text{hat\acute{a}r}} = v_{j\text{óslott}(t+1)} + n * \sigma$$

$$v_{\text{als\hat{o}}\text{hat\acute{a}r}} = v_{j\text{óslott}(t+1)} - n * \sigma$$

Ahol:

$v_{\text{átlag}}$ : a  $t$ -edik időintervallumban mért átlagsebesség

$v_{j\text{óslott}(t+1)}$ : a  $(t+1)$ -edik időintervallumra becslött átlagsebesség

$v_{j\text{els\hat{o}}\text{hat\acute{a}r}}$ ,  $v_{\text{als\hat{o}}\text{hat\acute{a}r}}$ : 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  
 $\sigma$ : 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 forgalomnagyság esetén bekövetkező 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 elkerülhetőek az olyan hibák, amelyeket egyetlen detektált, kiugróan gyorsan vagy lassan közlekedő jármű okozna alacsony járműszám esetén.

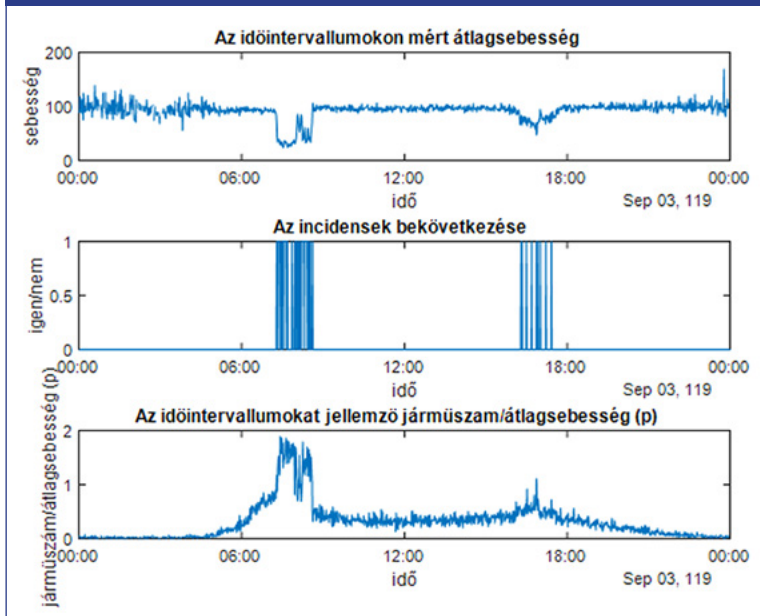
$$p = \text{járműszám} * (1/v_{\text{átlag}})$$

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 szolgáltat 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 ( $\sigma$ ). 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:

- $\theta_1$ : 0,30
- $\theta_2$ : 0,35
- $\theta_3$ : 0,35
- $\sigma$ : 8,5

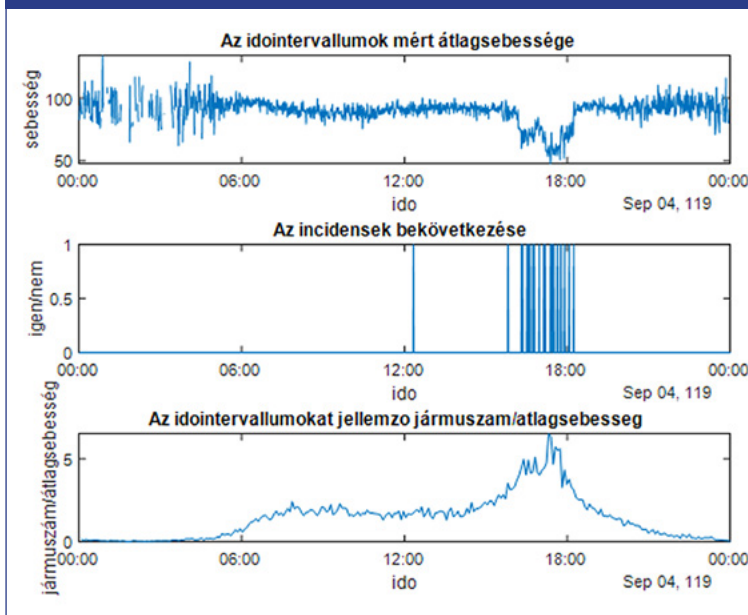
Bizonyítandó, hogy hangolásra ténylegesen minden portál esetében szükség van, elvégeztük a pályaszakasz bal oldali irányára is a vizsgálatot (16. ábra), amelyek eredményei alapján jól látható, hogy olyan riasztás jelzés is megjelent, ami nem tartozik valóban kritikus szituációhoz. Eltérő hangolási értékek 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 paraméterezésen 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 biztosítaná például a forgalom nagyság egységjármű/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 önzvezető vagy önzvezető 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 Ádámnak (MK Nonprofit Zrt.), valamint Janka Erikának (ARH Zrt.).

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] "Wikipédia," [Online]. Available: [https://hu.wikipedia.org/wiki/Nemzeti\\_Útdíjfizetési\\_Szolgáltató\\_Zrt.](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] "datex2.eu," [Online]. Available: [www.datex2.eu](http://www.datex2.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](https://en.wikipedia.org/wiki/Autoregressive_integrated_moving_average). [Accessed 20 09 2019].
- [12] M. Abdel-Aty, J. Dilmore 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/~/what-is-vehicle-to-infrastructure-v2i-communication-and-why-do-we-need-it/?storyid=021748d7-f48c-4cd8-8948-b7707f231795](https://www.3m.com/3M/en_US/road-safety-us/resources/road-transportation-safety-center-blog/full-story/~/what-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 Mautenzugssystem 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.