

LXVII. ÉVFOLYAM 5. SZÁM
2017. OKTÓBER

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

Új célforgalmi mátrixok a tervezés szolgálatában
A Közlekedéstudományi Intézet különszáma



A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET SZAKLAPJA
ALAPÍTVÁ 1951-BEN

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

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

Megjelenik kéthavonta
www.ktenet.hu

ALAPÍTÓTTA:
a Közlekedéstudományi Egyesület

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:
Kövesné Dr. Gilicz Éva elnök
Dr. Katona András főszerkesztő
Dr. Békési István
Berta Tamás
Bretz Gyula
György Tibor
Horváth Lajos
Mészáros Tibor
Dr. Prileszky István
Szűcs Lajos
Dr. Táncoz Lászlóné
Dr. Tóth János
Dr. Tóth László
Zsolnay Tamás

SZERKESZTŐSÉGI TITKÁR:
Ráczné dr. Kovács Ágnes
Tel./Fax: 353-2005, 353-0562
E-mail: szemle@ktenet.hu
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 EPABan és a REAL-ban online elérhetővé teszi.



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

TARTALOM

Dr. Fónagy János

Ajánló

4

Albert Gábor

Az új Országos Célforgalmi Mátrixok (OCM-2016) mint a közlekedéstervezés alapkövei

5

Munkácsy András - Vass Lajos

Utastforgalmi vizsgálatok a helyközi autóbusz-közlekedésben

16

Dr. Berényi János - Oszter Vilmos

Célforgalmi vizsgálatok a magyar vasúti hálózaton

25

Dr. Siska Miklós - Szűcs Hajnalka

A közlekedési szokásjellemzők alakulása, hatásuk a személygépkocsi-forgalomra

33

Pusztai Ádám - Kiss István

Módszertani áttörés – a nagytehergépkocsi-mátrixok kidolgozása

44

Szele András

A leggyorsabban fejlődő járműkategória, a kistehergépkocsik mátrixa

54

Miksztai Péter - Virág Álmos - Bozó András

A hazai közúti közlekedési hálózatot terhelő forgalom elemzése

63

Melléklet

Közlekedésbiztonság – közlekedési környezetvédelem
Prof. Dr. Holló Péter

Közlekedésbiztonság az Európai Unióban – szakmai beszámoló egy konferenciáról

72

Tisztelt Olvasó!

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

Ajánlás

Tisztelt Olvasó!

Életünk folyamán időnként érdemes megállni, hogy feltegyük magunknak a kérdést: honnan indultunk, hová tartunk, és milyen utat választunk, hogy elérjük a céljainkat? A szakmai olvasóközönség számára nem kell bemutatnom, hogy a közlekedési szakemberek életében ugyanezek a kérdések – némileg más összefüggésben – miért hangsúlyosak: vajon a naponta meghozott döntéseink nyomán honnan és hová utazunk vagy szállítunk, merre vezet az utunk, a rendelkezésre álló útvonalak közül vajon melyiket választjuk? A válaszok a közlekedéstervezés alapkövei, amelyek nélkülözhetetlenek a közlekedési rendszerek fejlesztéséhez. Szem előtt tartva a mobilitási igényeket, megoldási javaslatokat adnak az előttünk álló környezeti és társadalmi kihívásokra.

Hazánkban hat évtizedes hagyománya van az országos léptékű célforgalmi vizsgálatoknak, amelyek pillanatképet adnak az utazási és szállítási folyamatokról. A 2016-2017-ben végzett felmérés a hetedik volt a közúti közlekedés átfogó vizsgálatainak a sorában, másodsorú készült adatfelvétel a közforgalmú közlekedés utasforgalmának feltárására, és az első alkalom, amikor az adatgyűjtés minden közlekedési alágazatra kiterjedt. Először fordult elő az is, hogy a projektet az Európai Unió finanszírozásával valósíthattuk meg. Az adatok így nemcsak hazánk Nemzeti Közlekedési Infrastruktúra-fejlesztési Stratégiájának és az ezzel összefüggő programoknak (többek között az Integrált Közlekedésfejlesztési Operatív Programnak), hanem az európai közlekedési folyosók fejlesztését célzó kezdeményezéseknek a megvalósítását is közvetlenül szolgálják.

A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium a feladat végrehajtásával a közel nyolcvanéves múltira visszatekintő háttérintézményét, a KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.-t (KTI) bízta meg. A célforgalmi vizsgálatok a kezdetektől a KTI vezetésével valósultak meg, és a kutatók ezúttal is azon fáradoztak, hogy a korábbi tapasztalatokkal felvértezve, a legújabb technológia lehetőségeit kihasználva, a kor kihívásainak megfelelően a lehető legjobb eredményt ériék el. Hiszen a feladat a célforgalmi vizsgálatokból származó, a valós közlekedési igényeket minél pontosabban tükröző célforgalmi adatok hasznosítása.

Az országos méretű, nemzetközi tranzit forgalmi hatásokat is elemző célforgalmi vizsgálatok kiemelt jelentősége miatt jogos szándék az eredmények eljuttatása a szakemberek, döntéshozók minél szélesebb köréhez, amihez a legjobb eszköznek a Közlekedéstudományi Szemle bizonyult.

Ezekről tanúskodnak a különszám cikkei, amelyek a feladat összetettségét, az egyes részterületek szakmai kihívásait, a hagyományos és a legkorszerűbb eljárásokat összekapcsoló megoldásokat, valamint az elért eredményeket mutatják be. Azzal a meggyőződéssel ajánlom a figyelmükbe a különszámot, hogy a korszerű módszerekre támaszkodó adatok megbízható kiindulópontját jelentik majd a következő évtized fejlesztéseit megalapozó terveknek, valamint bázisul szolgálnak a fejlesztések eredményeként létrejött változások nyomán követéséhez.

*Dr. Fónagy János
a KTE elnöke*

Az új Országos Célforgalmi Mátrixok (OCM-2016) mint a közlekedéstervezés alapkövei

A célforgalmi mátrixok kidolgozásának hat évtizedes történetében jelentős változást hozott a 2016-2017-ben elkészült hetedik generáció. Az egyre gyorsuló technológiai fejlődés következtében a korábbinál jelentősebb méreteket öltött az amúgy mindig jelenlevő módszertani megújulás, a feladat ezúttal kiterjedt a közlekedés minden alágazatára, továbbá elvárás volt az előrettekintés és a TEN-T szakaszokra összpontosító forgalmi elemzés. A cikk a munka egészébe nyújt betekintést, meghagyva a szakmai részleteket a jelen lapszám többi, szintén ezzel a projekttel foglalkozó írásainak.

DOI 10.24228/KTSZ.2017.5.1

Albert Gábor

e-mail: albert.gabor@kti.hu

1. VISSZATEKINTÉS

A forgalmi adatok gyűjtésének igénye ott merült fel először, ahol a pálya fenntartását tervezett módon kívánták megoldani. Magyarországon ilyen „pályák” az állami és országos utak voltak, a 19. század második feléig első sorban a Dunántúlon, a Felvidéken és Erdélyben, ahol a terület kevésbé volt árvízveszélyes és rendelkezésre állt a megfelelő kőanyag [1].

Az első hazai átfogó, az állami utakra kiterjedő forgalomszámlálás 1869-ben kezdődött, s hét éven át húzódott. A számlálás egysége az igavonó állatok száma volt, ami arányban állt a szállított áru tömegével. A számlálás szükségességét Hieronymi Károly vetette fel, olyan útfinanszírozási rendszert javasolva, ahol a forráselosztás arányos a leromlással, azaz a forgalom nagyságával.

Habár a forgalomszámlálás rendszere egyre kifinomultabbá vált, bizonyos feladatok megoldásához nem szolgáltatott elegendő információt. Az 1920-as évektől kezdve az Egyesült Államokban

egyre gyakrabban egészítették ki a forgalomszámlálást célforgalmi felméréssel, amit megállítási kikérdezéssel vagy utóbb visszajuttatott önkitöltős kérdőívvel végeztek. Ezek célja általában helyi vagy regionális fejlesztések optimális megoldásának, jellemzően hidak legkedvezőbb helyének megkeresése volt. Az első kiterjedt célforgalmi felvétel 1923-ban készült Tennessee államban. Ez és az ezt követő felmérések jellemzően városokra és környékükre terjedtek ki, ahol már nehézségeket okozott a forgalom nagysága.

Az első jelentős külterületi célforgalmi felmérést 1947-ben Havre kisváros (Montana) térségében végezték egy elkerülő út legkedvezőbb nyomvonalának meghatározásához. Ekkor már egy évtizede alkalmazták az eljárást útervezési feladatokhoz városi környezetben [2].

Mindezek tükrében nem lehet túlbecsülni, hogy 1956-ban – 11 évvel a háború befejezését követően – Magyarországon megszervezték és végrehajtották a világ első országos célforgalmi adatfelvételét, egybekötve Európa első, a magyar fejlesztésű

sampling¹ módszerrel végzett keresztmetszeti forgalomszámlálásával. A kedvező tapasztalatok birtokában született döntés arról, hogy a felmérést viszonylag rövid időn belül, 1963-ban meg kell ismételni, a korábnál nagyobb részletezettséggel. A törekvés érthető, tekintettel arra, hogy csak a célforgalmi vizsgálatok mutatják meg, hogy a közlekedési tér egyes pontjai, illetve térségei között mekkora a forgalmi igény.

A későbbiekben is rendszeresen, összességében mintegy tízevenként bonyolítottak le (a szakzsargonban OCF-ként említett) országos célforgalmi felméréseket, amelyek módszertani sajátosságaival a szerző korábban részletesebben is foglalkozott [3]. Ezeket egészen 1996-ig az jellemezte, hogy

- kizárólag a közúti közlekedésre terjedtek ki,
- a személy- és tehergépkocsik adatait azonos alapelveken nyugvó, bár a járműkategória sajátosságaihoz igazított módszerrel gyűjtötték,
- a felmérés területi modellje egyre részletesebbé vált, valamint
- az előző felmérések tapasztalatainak birtokában és a technológiai fejlődés által nyújtott új lehetőségeket keresve a szakemberek minden alkalommal részben vagy egészben új módszert alkalmaztak.

A 2007-2008-as adatfelvétel több jelentős változást hozott. A személygépkocsi-forgalmi adatokat kiterjedt háztartásfelvétellel alapozott analitikus-szintetikus eljárással generálták. A tehergépkocsi-forgalom feltárására a KSH reprezentatív áruszállítási kikerdezésének többéves adatait használták fel. S noha nem az OCF projekt részeként, de gyakorlatilag ezzel egy időben, ugyanabban a szakmai műhelyben elkészült a helyközi közforgalmú közlekedés első országos célforgalmi adatfelvétele és mátrixa.

A 2008 őszen kirobbant és Magyarországot 2009-ben elért gazdasági és pénzügyi válságot követően a hazai gazdaság a 2010-es évek közepére állt talpra. Ekkor látta időszerűnek a felelős minisztérium a célforgalmi mátrixok megújítását, amit az eltelt 8 év mellett a válság

idején bekövetkezett, a közlekedésre is meghatározó hatást gyakorló változások is indokoltá tettek. A cikk ezt a munkát mutatja be összességében és összefüggéseiben, rámutatva azokra a pontokra, ahol jelentős innováció történt, s bemutatva a legfontosabb eredményeket. Ezt teszik teljessé a jelen lapszám további cikkei, amelyek a legfontosabb munkák részleteibe avatják be az olvasót, nem elkendőzve a nehézségeket, az esetleges zsákutcákat. Meggyőződésünk ugyanis, hogy a projekt legfontosabb és távlatosan felhasznált eredményeinek, a mátrixoknak a hitelességét és megbízhatóságát létrehozásuk módszere biztosítja. A most közreadott cikkekkel ezek megismerésére kívánunk lehetőséget teremteni.

A lap terjedelme nem teszi lehetővé, hogy minden részterületet külön cikk mutasson be, így vannak olyan elemek, amelyeket csak ez a cikk tárgyal. Mindezzel arra törekedtünk, hogy az összkép teljes legyen.

2. A feladat és lebonyolítása

Az előzmények és a tapasztalatok ismeretében a megbízó Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (NFM) a korábbi feladatokat jelentősen kibővítve úgy döntött, hogy a közúti mátrixok mellett – most már azokkal egy projekt keretében – ismételten készüljön közforgalmú közlekedési mátrix is. Minthogy ebben a vasút is érintett, logikus lépés, hogy a vasút egésze (azaz az áruszállítás is) szerepeljen a projektben, valamint a teljesség érdekében a munka terjedjen ki a hajózásra és a légi közlekedésre egyaránt. Tekintettel arra, hogy a célforgalmi mátrixokkal megalapozott tervezési feladatok része az előretekintés, igényként merült fel a mátrixok előrebecslése két távlati időpontra. A projekt a TEN-T hálózatokra vonatkozó forgalmi elemzések kívánalmával lett teljes.

Az NFM pályázatot nyújtott be a projekt EU finanszírozása érdekében, ami támogatást nyert. A munka elvégzésével az NFM a KTI-t bízta meg. A korábbiaknál sokkal összetettebb feladatot mind a rendelkezésre álló időt, mind a forrásokat tekintve szorosabb feltételek mellett kellett megoldani.

¹ Murányi Tamás (1956): *A sampling módszer elmélete és alkalmazása közúti forgalomszámlálásoknál*, Ütügyi Kutató Intézet, Budapest

Ehhez hozzájárult az is, hogy az adatgyűtések volumene megkövetelte a projekten belül a nyílt közbeszerzési eljárások lefolytatását. Mindez tovább erősítette azt a törekvést, – amelynek igénye a támogatási szerződésben is megfogalmazódott –, hogy a hozzáférhető legkorszerűbb adatállományok felhasználásával, hatékony, innovatív módszertan kidolgozásával érjük el a kitűzött célokat.

A rendelkezésre álló idő minél jobb kihasználása érdekében a munkát 2016 tavaszán megkezdtük annak ellenére, hogy akkor még nem állt rendelkezésünkre a szerződés. Ez egyúttal a finanszírozás hiányát is jelentette, ami meggátolta a közbeszerzések elindítását. Ennek megfelelően a módszertan minél részletesebb kimunkálására törekedtünk annak érdekében, hogy az adminisztratív akadályok elhárulását követően már a munka lebonyolítására tudjunk összpontosítani. Noha az új eljárásokat célszerű kisebb feladatrészen, „pilot projekt” keretében ellenőrizni az esetleges hibák feltárása és kiküszöbölése érdekében, a finanszírozás késlekedése miatt erre csak egy esetben volt lehetőség. Ebben az autóbuszok fedélzeti eszközein készített jegystatisztika létrehozásának, feldolgozásának és kiértékelésének rendszerét vizsgáltuk. Az eredmények segítettek a felkészülést a későbbi, országos adatfelvételre, de tudatában voltunk annak is, hogy még sok nehézséggel találkozunk, aminek valószínűségét növelte a fedélzeti eszközállomány heterogenitása.

Az eredeti tervek szerint a háztartásfelvétel megelőzte volna a többi adatfelvételt annak érdekében, hogy annak a tapasztalatai és részeredményei beépülhessenek az utóbbiak eljárásaiba. Erre azonban nem volt mód, ami előrevetítette, hogy későbbi munkafázisokban fogunk több nehézséggel szembesülni.

Kedvezőbb volt a helyzet azoknál a munkarészeknél, ahol nem volt szükség nagyobb léptékű adatfelvételre, így az adatbeszerzések, illetve az erre irányuló egyeztetések már tavasszal megkezdődhettek. Ahol az adatszolgáltató állami szervezet volt, vagy a beszerzés költség igénye nem volt jelentős, ott esetenként hozzá is jutottunk az adatokhoz, s megkezdhettük az adott feladatrész kidolgozását, a korábban létrehozott eljárások alkalmazását. Ebbe a körbe tartoztak a hajózási és légi közlekedési adatok,

de a vasúti áruszállítási adatok egy része is, valamint a forgalmi modell létrehozásához szükséges információk zöme.

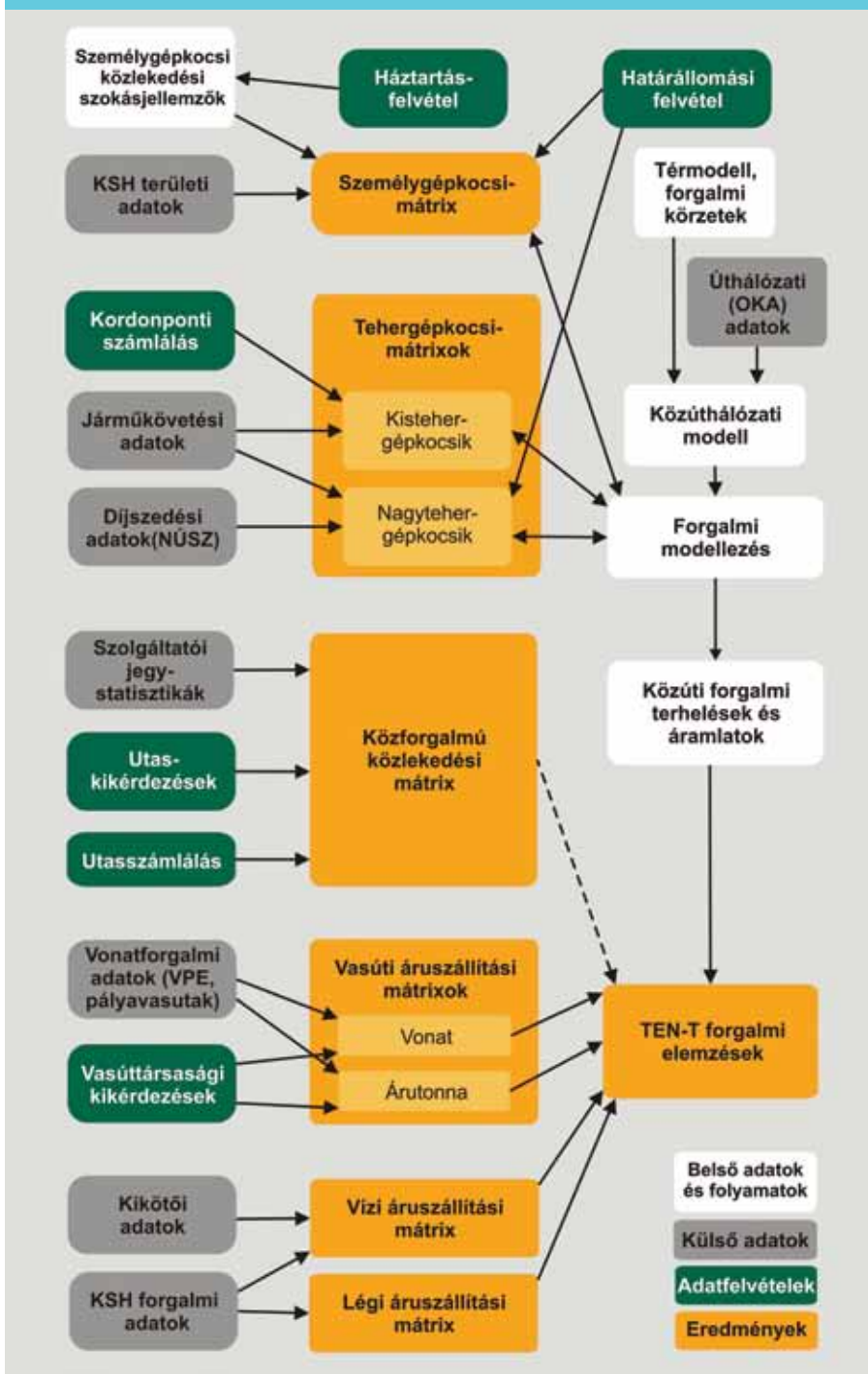
Az adminisztratív akadályok elhárultát követően 2016 őszén lebonyolódtak az adatfelvételek, s megkezdődött az előzetesen kidolgozott módszertanok alkalmazása, a mátrixok generálása. Ahogy később látni fogjuk, az eljárások alágazatonként eltérőek, így eltérőek voltak a felmerülő nehézségek és elhárításuk módja is. Nem egy esetben vissza kellett lépni és a módszertant kellett felülvizsgálni és módosítani annak érdekében, hogy a feladat megoldható legyen. Ezek a módosítások sokszor jelentősen növelték az eljárások hatékonyságát és újszerűségét. Például a nagytehergépkocsi-mátrix létrehozásának módszertana teljes megújulást hozott, ami lényegesen meghaladta amúgy sem csekély várakozásunkat.

Komoly kihívást jelentett az elkészült mátrixok előrebecslése a két távlati időpontra, 2020-ra és 2030-ra. A KSH adatokon túl használt, különböző műhelyek által készített, a közlekedésre hatást gyakorló demográfiai, gazdasági stb. fejlődési előrejelzések eltérő területi struktúrára vonatkoznak, így egységes rendszerbe foglalásuk komoly nehézségekkel járt. Az eljárás meghatározó jelentőségű a távlati forgalmak meghatározásában, így elengedhetetlen, hogy megbízhatósága megfelelő legyen.

A több szálon futó, önálló mátrixokat létrehozó munka a TEN-T hálózaton lebonyolódó forgalom vizsgálata során fonódik össze. Ebben a munkarészben értelemszerűen nem csak alágazatonkénti elemzést végeztünk, hanem kitértünk a több alágazatot magukba foglaló folyosók forgalmi helyzetére is. Ezeket a kapcsolódásokat mutatja be az 1. ábra, amelyen a projekt összetettségét próbáljuk érzékeltetni.

A munka egészét az NFM Közlekedési Infrastruktúrafejlesztési Főosztály felügyelte, és egy nyolc szakértőből álló tanácsadó testület támogatta, akik a jelentősebb lépések esetén a számukra eljuttatott dokumentumok alapján fejthették ki véleményüket, amelyeket a munka folytatásánál figyelembe vettünk. Emellett konzultációt folytattunk az NFM egyes szakterületeken illetékes főosztályaival is, mielőtt az egyes munkarészeket véglegesítettük.

1. ábra: A projekt kidolgozásának egyszerűsített sémája a "jelen" időpontra



3. MÓDSZERTAN ÉS EREDMÉNYEK

Mint azt korábban említettem, a munka eredményét jelentő mátrixok között is van több olyan, amely elsőként a most bemutatott projektben készült, de még ezek esetében is elmondható, hogy az igazi, szinte mindegyik szakterületnél megjelenő újdonságot a módszertanok jelentik. A jelen cikkben ezeket mutatjuk be vázlatosan a kapcsolódó eredményekkel együtt. A részletekre csak ott térünk ki, ahol ezt nem teszi meg a projekt eredményeit e különszámban bemutató további hat cikk valamelyike. Erre az adott helyen felhívjuk a figyelmet.

A munka egyik első lépése annak eldöntése volt, hogy az adatgyűjtések és -beszerzések, valamint az előrebecslések és -számítások melyik évre vonatkozzanak. A mátrixok – a tervezés igényeinek megfelelően – az őszi-tavaszi hétköznapi munkába és iskolába járást is tartalmazó forgalmi igényeit mutatják be. A munka megkezdésekor csak az előző év (2015) adatai álltak rendelkezésre, így a hozzáférhető adatokat azok kezelőitől erre az időszakra, pontosabban a 2015. október–novemberi két hónapra szereztük be. A felméréseket szintén erre a két hónapra ütemeztük, igaz, egy évvel később, 2016-ban. A két távlati időpontként a megbízóval egyeztetve 2020-at és 2030-at jelölték ki. Az előbbi esetében nagy biztonsággal látható előre a fejlesztések köre, részben azért, mert ez a jelenleg folyamatban levő európai uniós finanszírozási ciklus záró éve. Ez azt jelenti, hogy az eldöntött (például infrastruktúra-)fejlesztések megvalósulása biztosra vehető, minthogy ismert azok előkészítettsége, finanszírozási háttere, továbbá ebben az időtávban mind a gazdasági, mind a társadalmi folyamatok előrejelzése jól megalapozott. Mindez összességében azt jelenti, hogy a 2020-ra készített prognózis mind a mátrixokat illetően, mind a forgalmi igényeket kielégítő infrastruktúra tekintetében nagy megbízhatóságú, ami értelemszerűen az ebből levont következtetésekről is elmondható.

A távolabbi időpont, 2030 esetében még megfelelő megbízhatóságú demográfiai és gazdasági előrejelzések állnak rendelkezésre a köz-

lekedési igények prognózisához. A tervezett – elsősorban közúti és vasúti – fejlesztések köre is rendelkezésre áll, noha megvalósulásuk megbízhatósága már alacsonyabb. A számításokat egy realista változatra végeztük el. Az időpontok kiválasztásánál szempont volt az is, hogy megfeleljenek a Nemzeti Közlekedési Infrastruktúra-fejlesztési Stratégia [4] első két időtávjának, biztosítva az ott elvégzett vizsgálatok frissítésének lehetőségét.

3.1. Közúti járműforgalom

A legrégebbi tradíciókra a járművek mozgását egységnek tekintő közúti közlekedési adatfelvételek tekintenek vissza, s a jelen munkának is ez a legösszetettebb szegmense. Ez az egyik terület, ahol számos újdonságról, s ezzel együtt több új nehézségről tudunk beszámolni.

Ahhoz, hogy a mátrixok építése, a célzott adatfeldolgozás elkezdődhessen, meg kell alkotni azt a területi modellt, amely meghatározza, hogy mely területi egységek lesznek azok, amelyek közötti forgalmat a mátrixok majd leírják. Mint a célforgalmi mátrixok történetében eddig mindig, most is az a döntés született, hogy növeljük a modell részletezettségét, ami több esetben ad majd lehetőséget az országos modell közvetlen alkalmazására regionális feladatok elvégzésére, egyúttal csökkenti a körzeten belül maradó, azaz a modellben nem megjelenő helyközi járműmozgások arányát. Ez együtt jár a belföldi forgalmi körzetek számának növelésével, ami lehetőséget ad speciális forgalomvonzó térségek elkülönített megjelenítésére. A külföldi körzetek változatlanok maradtak, azonosan a 2008-as területi modellel. A kiterjesztés szempontjai és részletei megtalálhatóak Miksztai Péter, Virág Álmos és Bozó András A hazai közúti közlekedési hálózatot terhelő forgalom elemzése c. cikkében.

A személygépkocsi-forgalmi mátrix belföldi almátrixának előállítása során sok tekintetben a 2008-ban (az OCF projekt keretében) kidolgozott analitikus-szintetikus eljárást követtük. Sem a források, sem a rendelkezésre álló idő nem tették lehetővé az akkorihoz hasonló kiterjedésű adatfelvétel lebonyolítását. Ennek következtében a szá-

mítások részben a 2008-as utazási szokások egy szűkebb háztartásfelvételre alapozott frissítésére támaszkodtak. Ezt egészítették ki a KSH demográfiai és területszerkezeti adatai, valamint a járáások fejlettségi rangsora, amelyet szintén a KSH dolgozott ki. Ennek részleteiről számol be dr. Siska Miklós és Szűcs Hajnalka cikke A közlekedési szokásjellemzők alakulása, hatásuk a személygépkocsi-forgalomra címmel.

A határt átlépő személygépkocsik felmérése a korábban alkalmazott határállomási kikérdezés útján csak a schengeni külső határokon volt megoldható, ott sem teljes körűen. A schengeni belső határokon a járművek megállítására okmányellenőrzés hiányában nincsen mód, itt más megoldást kellett találnunk. Az osztrák határszakasz esetében az M1 autópályán közlekedő személygépkocsik kikérdezését a határállomás előtti utolsó üzemanyag-töltőállomáson tudtuk elvégezni. Az osztrák relációban a mintavételi arányt csökkentette, hogy ezen a ponton még áthalad a Szlovákiába Rajkán keresztül tartó forgalom is. A többi határátkelő esetében a választ az EMAH projekt keretében korábban lebonyolított adatfelvételek adták meg.² A többi (szlovák, szlovén, horvát, szerb és ukrán) határszakasz forgalmi adatait a KÖZOP-hoz illeszkedő projektek határmetszési szakaszainak korábbi, megvalósíthatósági tanulmány szintű feltárása biztosította.

A tehergépkocsi-mátrixok terén hajtottuk végre a legnagyobb változtatásokat. Ennek egyik tovagyrűzőző hatású eleme, hogy a korábbi gyakorlattól eltérően úgy döntöttünk, hogy a személygépkocsi-forgalomról leválasztjuk a 3,5 t megengedett ösztömeget meg nem haladó tehergépkocsi forgalmát, létrehozva az eddigiekben nem létező kistehergépkocsi-mátrixot. Ennek indokoltságát alátámasztja gyorsan növekvő részeseedésük a járműállományon belül, valamint az, hogy közlekedésük jellege egyértelműen

közelebb áll a többi tehergépkocsi-kategóriánál megfigyelthez, mint a személygépkocsiéhoz. A külföldi szakirodalom tanulmányozása rámutatott, hogy ez a jelenség máshol is foglalkoztatja a szakembereket, ugyanakkor az úttörőnek mondható előrelépés ebben a projektben történt meg. A módszer kialakításáról, a felmerült és leküzdött buktatókról részletesen olvashatnak Szele András A leggyorsabban fejlődő járműkategória, a kistehergépkocsik mátrixa c. cikkében.

Ahogy utaltam rá, ez a döntés túlmutat a kistehergépkocsikkal kapcsolatos eredményeken. Egyértelműbbé váltak a személygépkocsikra vonatkozó összefüggések is, ami ugyanakkor megnehezíti az összevetést a korábbi – a két járműosztályt együtt kezelő – eredményekkel. Ha ez az elkülönítés sikeresnek bizonyul és szakmailag elfogadottá válik – amit jó okunk van feltételezni –, akkor számos helyen kell majd beavatkozni. Mint alább erre rátérünk, ide tartozik többek között néhány tervezési útmutató is.

A projektben új alapokra helyeztük a nagytehergépkocsik, azaz a 3,5 t megengedett ösztömeget meghaladó tehergépkocsik és szerelvénymátrixainak létrehozását. A Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató (NÚSZ) Zrt.-től kapott, a hazai díjfizetős szakaszok teljes járműforgalmát tartalmazó adatállomány összevetése a – bevallási közreműködőktől beszerzett – díjfizető tehergépkocsik 46%-ának járműkövetési adatállományával előre nem sejtett új távlatokat nyitott. Ahogy Pusztai Ádám és Kiss István Módszertani áttörés – a nagytehergépkocsi-mátrixok kidolgozása c. cikke is érzékelteti, a hatalmas adattömeg feldolgozása során, az eljárást több lépcsőben fejlesztve jutottunk el oda, hogy olyan eszköz áll a rendelkezésünkre, amely a későbbiekben is jól használható hasonló, újabb mátrix építéséhez, illetve lehetőséget teremtett magának az eljárásnak a validálására, illetve a területi modell ellenőrzésére és továbbfejlesztésére.

² Sajátos helyzet, hogy ott el lehetett végezni a megállítási kikérdezést a határ osztrák oldalán! A burgenlandi kollégák örömmel fogadták az általuk eddig nem alkalmazott és kedvező tapasztalatokat hozó eljárást. Célszerű volna minisztériumi szinten kezdeni a szabályozás módosítását úgy, hogy a megállítási kikérdezések újra lehetővé váljanak.

Noha a járműkövetési pozícióadatok sok esetben mutatták a külföldi célpontokat is, az országhatárt átlépő forgalom nagyságának és fő irányainak meghatározásához továbbra is szükség volt a hagyományos kordonponti kikérdezésre. Ennek során ugyanazok a nehézségek merültek fel, mint a személygépkocsik esetében, illetve meg kellett oldani a kétféle forrásból származó, de részben redundáns álmányok egyesítésének problémáját is.

A leírt módon létrehozott „nyers” közúti közlekedési mátrixok finomítását tette lehetővé a számítógépes forgalmi modellezés, amelynek részleteiről szintén a korábban említett Miksztai–Bozó–Virág szerzők cikke számol be.

3.2. Közforgalmú közlekedési utasforgalom

A közforgalmú közlekedési mátrix egysége az utas, és területi modellje is eltér a közúti közlekedéstől, itt ugyanis egy utazás kiindulási és célpontja megállás szinten azonosítható. Helyközi utazások esetében általában elegendő a település megadása, amit az is indokol, hogy az utazás jellemzően nem a felszállási megállóban kezdődik, nagyobb településeken az odajutás jelentősebb távolságról is történhet, akár másik jármű, pl. kerékpár igénybevételével. Ezért döntöttünk úgy, hogy településközi mátrixot hozunk létre.

A mátrixok generálásának alapadatát a korábban regionális léptékben már hasonló célra felhasznált szolgáltatói jegystatisztikák jelentették. Ez a MÁV-START-nál az utóbbi évek fejlesztésének köszönhetően az eladásokat illetően már folyamatosan keletkezik, s a jegyértékesítési (JÉ) projekt kiteljesedését követően a felhasználásról is nagyon részletes kép áll majd rendelkezésre. Az autóbuzsos szolgáltatók esetében egy napos célirányos adatgyűjtésre került sor, amihez az egyes szolgáltatóknál különböző mértékű fejlesztésre volt szükség, hogy a fedélzeti jegykiadó berendezések erre alkalmasak legyenek. A nehézséget a különleges esetek kezelése (pl. nem elsőajtó felszállás a buszon), a vasúton díjmentesen utazók regisztrálása, valamint

az átszállások nyomon követése jelentette. Mindezek megoldására a fontosabb átszállóhelyeken és a vasúti járműveken célforgalmi kikérdezést, s ahol szükséges volt, ott hagyományos utasszámlálást végeztünk. Tekintettel arra, hogy így az adatfelvétel majdnem minden elemében eltért a korábbiaktól, a mátrixgenerálás módszertanát is gyökeresen meg kellett újítani. Ezt mutatja be részleteiben az autóbuzs-közlekedésre összpontosítva Munkácsy András és Vass Lajos Utasforgalmi vizsgálatok a helyközi autóbuzs-közlekedésben c. cikke.

3.3. Vasúti forgalom

A vasúti hálózat kevésbé szerteágazó, mint a közúti, a benne rejlő kötöttségek, a szigorú szabályozás és a vasútüzem sajátosságai következtében mégis nagyon sok buktatóval kellett megküzdeni a mátrixok létrehozása során. Külön nehézséget jelentett, hogy a piac diverzifikációja következtében nehezen lehetett megismerni a jelentős részarányt képviselő határt átlépő teherforgalom külföldi végpontjait. Minthogy ez a szállítási forma mutat némi hasonlóságot a közúti szállítással (bizonyos szállítási távolságokon versenytársai is egymásnak), a területi modell megegyezik a közúti mátrixoknál alkalmazottal, azaz a forgalmi körzetek korábban bemutatott rendszerével.

A vasútüzem sajátosságainak megfelelően az áruszállítást illetően két mátrix készült, az egyik az áruk, a másik a vonatok áramlását írja le. Ez utóbbi a közúti forgalomhoz hasonlóan járműalapon közelíti meg a forgalom egyes kérdéseit, például a pályacapacitás kihasználását. Itt azonban egy „jármű”, azaz vonat befogadóképessége nagyon széles skálán mozog, ezért volt szükség a szállított javak valamilyen egysége, célszerűen a tömege szerinti célforgalmi mátrix kialakítására is. A módszertan részleteit és a fontosabb eredményeket dr. Berényi János és Oszter Vilmos Célforgalmi vizsgálatok a magyar vasúti hálózaton c. cikke mutatja be, kitérve a közforgalmú közlekedés korábbiakban tárgyalt vasúti vonatkozásaira is.

3.4. Vízi áruszállítás

A vízi közlekedés esetében kizárólag az áruszállítással foglalkoztunk, minthogy a vízi személyszállítás elsősorban üdülőforgalmi jellegű, így csúcsidőszakában is eltér a többi alágazat mértékadó személyforgalmától. Ennek következtében a vizsgálat a Dunával foglalkozik, amelynek 417 km hosszú magyarországi szakaszán 56 terminál végez kikötői (árurakodói) tevékenységet. A területi modell igazodik a vízi út kötöttségeihez, azaz a kikötők vagy azok (NUTS2) régiói képezik az alapegységet. Az áruszállítás teljesítményének adatait a KSH, valamint a Duna Bizottság Statisztikai Adatlapjai biztosították, amelyek szintén a KSH adatain alapulnak.

A hazai áruszállítás jellegzetessége, hogy árutonnakm-ben mért teljesítményének döntő része határt átlépő (99,4%), ezen belül is jelentős a tranzit (51,6%). A magyarországi végponttal szállított áruk többsége a Mezőgazdasági, vadászati és erdészeti termék kategóriába sorolható volt 2015-ben (37,8%). Ezt követően a Fém tartalmú érc és egyéb bányászati és kőfejtési termékek (elsősorban vasérc, homok, kavics) következtek 15,7%-ban, valamint Koks és finomított kőolajtermékek 14,3%-ban.

Az átrakott árumennyiség tekintetében a három legfontosabb dunai kikötő Izmail (Ukrajna), Linz (Ausztria) és Galac (Románia), míg Magyarországon Budapest és Dunaújváros.

2015-ben a Magyarországon áthaladó nemzetközi szállításokban a legnagyobb forgalommal rendelkező relációk az alábbiak voltak:

A tételes kikötői forgalmakat vizsgálva pontosan kirajzolódnak az export- és importforgalom legjelentősebb kikötői. Export tekintetében Baja, Budapest és Paks forgalma a legjelentősebb, míg a hazánkból induló szállítmányokból a legnagyobb mennyiséget Konstancia, a Bécs és Krems között fekvő Pischelsdorf, valamint a szerbiai Szendrő fogadja. Import tekintetében Dunaújváros és Budapest kikötője adja a forgalom 84%-át. (A módszertan és az eredmények részletei a projekt dokumentációjában találhatóak meg.)

3.5. Légi fuvarozás

A magyarországi hat ICAO kóddal rendelkező repülőtér közül egyedül a budapesti Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér forgalma számottevő. Az ország közlekedése szempontjából ez a hálózat egy csomópontja, amely kibocsátó, illetve fogadó pontja más közlekedési módokon érkező/távozó utasoknak és áruknak. 2015-ben a KSH által megfigyelt összesen 11,8 millió utasból 11,4 millió ebben a légikikötőben fordult meg.

A Budapestre induló utasok 84%-a valamelyik európai repülőtérre tart, s az érkező utasok is onnan érkeznek. A legtöbb Nagy-Britanniába repülnek, 2008-ban még a most második Németország vezette a listát. Kiemelkedő még a Belgiumba, Franciaországba, Hollandiába, Olaszországba, Spanyolországba, Svájcba, Svédországba és Törökországba utazók száma is. Az utasforgalmat hazánk esetében is – a nemzetközi trendeknek megfelelően – a munkavégzéssel és a szabadidő eltöltésével kapcsolatos utazások generálják. Az érkező utasok 72%-a is az előzőekben felsorolt tíz országból repül Budapestre.

1. táblázat: A legnagyobb forgalommal rendelkező vízi szállítási régióközi relációk (Forrás: KSH)

Honnan (berakási régió)	Hova (kিরakási régió)	Tonna	Tonnakm
Ukrajna (UAZZ)	Felső-Ausztria (AT31)	814 278	308 611 362
Felső-Ausztria (AT31)	Szerbia (RSZZ)	124 185	47 066 115
Felső-Ausztria (AT31)	Dél-Románia (RO31)	118 146	44 777 334
Délkelet-Románia (RO22)	Alsó-Ausztria (AT12)	113 684	43 086 236
Felső-Ausztria (AT31)	Délkelet-Románia (RO22)	82 830	31 392 570

A repülőtér szerepe a légi áruszállításban még inkább egyeduralkodó, az összes mennyiség 99,8%-a köthető Ferihegyhez. Az utóbbi években a budapesti légikikötőben évente 62–77 ezer tonna áru fordult meg. Ezt az árumennyiséget teljes egészében közúton kellett mozgatni, mivel a repülőtérnek nincs áruszállításra alkalmas vasúti összeköttetése. A kerozinellátást ugyanakkor közvetlenül csővezetéken oldották meg a MOL Dunai Finomítójából.

Az áruforgalomban valamivel nagyobb az érkező áruk tömege, mint a Budapestről indulóké. 2016-ban 77 ezer tonna küldemény indult és érkezett Budapestre. A küldő és fogadó országok listáját magasan Németország, azon belül is Lipcse vezeti. Itt található ugyanis a DHL európai elosztó központja. Fontosak még a belgiumi, franciaországi, hollandiai és törökországi repülőterek is. Az utasforgalommal ellentétben az áruforgalomban nem elhanyagolhatók a Romániába és Szerbiába irányuló, illetve onnan származó szállítmányok sem. Figyelemre méltó, hogy a beérkező légi fuvarok mennyiségének közel negyede Kínából származik. (A módszeren és az eredmények részletei a projekt dokumentációjában találhatóak meg.)

3.6. A távlati forgalmi mátrixok létrehozása

Ahogy a feladatleírásnál már megemlítettük, a megbízók részéről határozott igény volt két távlati időpontra – a döntés szerint 2020-ra és 2030-ra – a mátrixok előrebecslése.

Ismeretes, hogy a közlekedés átszövi a társadalmi és gazdasági folyamatokat, kihat azok alakulására, illetve azok is visszahatnak a közlekedés fejlődésére. Ezért a közlekedési gerinchálózattal szemben várhatóan jelentkező igények előrebecslésére kidolgozott eljárásban a következő főbb folyamatok jövőbeni tendenciáit vettük figyelembe:

- a demográfiai jellemzők (népesség nagysága, korstruktúrája, belföldi és nemzetközi migráció hatása),
- az oktatás-képzés alakulása,
- a településszerkezet változása,
- a gazdaság egésze teljesítményének alakulása,
- a gazdaság szerkezetének átalakulása,

- a népesség gazdasági aktivitása,
- a közlekedés terén bekövetkező technikai, technológiai változások hatásai,
- s végül, de egyáltalán nem utolsósorban a közlekedők szokásainak változásai (módválasztási preferenciák, utazási hajlandóság stb.).

A szempontok jelentős része nem a közlekedési szakterület része, ezért kerestünk olyan forrásokat, amelyek megfelelő részletességgel foglalkoznak a fenti kérdésekkel. Magyarország hosszú távon várható társadalmi-gazdasági fejlődésére vonatkozó egyik legfrissebb kutatást az MTA KRTK publikálta [5]. A kutatás kitér a legfontosabb demográfiai folyamatok, valamint a gazdaság egészének várható alakulására a 2051-ig terjedő időszakban. Számunkra a projekt különösen értékes amiatt, hogy a tudományos igényességgel készült előrejelzések járási/megyei szinten is elérhetők a NATÉR (Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer) adatbázisán keresztül. Azokon a területeken, ahol ez a munka nem adott támpontot, saját kutatást végeztünk. Ide tartozik például az oktatás, s részben a szokásjellemezők változása.

A mátrixok előrebecslésénél a fenti hatások érvényesülését az adott közlekedési mód sajátosságai szerint differenciáltuk. Míg a személygépkocsi-forgalom esetében a megyei szintű GDP változást és a munkaképes korú lakosság számának települési szintű alakulását, addig a tehergépkocsi-forgalomnál a forgalmi körzetek GDP változása által mozgatott szállítási igényváltozást és a szállítási piac átrendeződése miatt a járműkategóriák között létrejövő átrendeződést vettük figyelembe. Ez azt jelenti, hogy – némi egyszerűsítéssel – nem a mátrixokra, hanem azok egyes elemeire, elemcsoportjaira generáltuk a távlati fejlődési szorzót.

3.7. A TEN-T hálózat forgalmi elemzése

A TEN-T hálózat forgalmi elemzését két szinten végeztük el. Egyrészt alágazatonként, esetleg járműosztályonként, ahol elsősorban az egyes hálózati elemek funkcionális szerepét domborítottuk ki, hogy milyen relációk forgalmának lebonyolításában játszanak kulcsszerepet. Itt vizsgáltuk a nagyobb határátelköket, valamint a fontosabb artériák távolsági forgalom szempontjából mértékadó

keresztmetszeit. Másrészt vizsgáltuk a forgalom lebonyolódási viszonyait, ami alapvetően a pálya kapacitásának kihasználtságával függ össze, így itt a különböző forgalmi rétegek együttes hatását elemeztük az adott pálya, illetve a több pályát is magában foglaló TEN-T folyosó vonatkozásában.

A légi és a vízi közlekedés esetében egyértelmű volt a helyzet, mivel a vizsgált hálózat megegyezik a TEN-T hálózattal, így az általános megállapítások arra is vonatkoznak. Ez már nem teljesül a vasúti forgalom esetében sem, de különösen nem a közúti forgalomnál. Ez utóbbinál az elemzést segítette a forgalmi modell, lehetőséget adva mind a kapacitás, mind a funkcionális vizsgálatokra. Ezek részletei is megtalálhatók a már többször említett Miksztai–Virág–Bozó szerzők cikkében.

Az elkészült TEN-T elemzések számos megállapítást tartalmaznak, ezek taglalása meghaladná a jelen cikk terjedelmi korlátait. Csak néhány – inkább megerősítő, semmint meglepő – megállapítást idézünk:

- A személygépkocsi-forgalom esetében a legforgalmasabb relációk egyik végpontja Budapest. Ezen kívül még a legnagyobb vidéki városok közötti forgalom éri el a napi 1000 jármű mennyiséget. Ezeknek a relációknak egy része a TEN-T törzshálózatot, illetve a budapesti környűrűt veszi igénybe.
- A TEN-T közúti törzshálózat magyarországi szakaszai közül az M1-M5 autópályák kapacitása majdnem teljes hosszban viszonylag egyenletesen kihasznált már ma is. Ennek a forgalomnak jelentős része nemzetközi relációban közlekedik, például a Csanádpalotánál belépő személygépkocsik 40%-a elhagyja hazánkat Hegyeshalomnál és Tornyiszentmiklósnál.
- A hegyeshalmi átkelők utazásának kétharmada végződik Burgenlandban vagy Bécsben.
- A kistehergépkocsik kevésbé érzékenyek az útdíjra, így ahol lehet, a gyorsforgalmi hálózatot használják a párhuzamos főúthálózat tal szemben.
- Az átfogó hálózat egyik legterheltebb eleme az M86-os autótű, amelyen 2200 nagytehergépkocsi fordul meg naponta. Itt a tranzitforgalom – Ausztriát elkerülve – a Rajka–Rédics útvonalon Lengyelország, Csehország, Szlovákia és Szlovénia, Olaszország kö-

zött áramlik.

- A vasúti áruszállítás mintegy 85%-ban halad a hazai TEN-T törzs- és átfogó hálózat valamely szakaszán.
- Az árutonnában mért vasúti áruforgalom 71%-a tekinthető nemzetközi szállításnak, ami lényegesen magasabb érték a közúti alágazathoz képest (21%, KSH, 2016). A helyzetet jól jellemzi, hogy ennek a forgalomnak 77%-a uniós országok felé irányult.
- A magyarországi repülőterekre a következő tíz évben várhatóan évente átlagosan 5,3%-kal, a rákövetkező évtizedben pedig még mindig évi átlagosan 4,1%-kal több utas fog érkezni, tehát 2020-ban mintegy 14 millió utasra, 2030-ban pedig már akár 22 millió utasra számíthatunk.

3.8. Egyéb eredmények

A kitűzött feladat értelmében két, egymással szoros összefüggésben álló útmutatót kellett megvizsgálnunk, hogy a projekt eredményei alapján frissítésre szorul-e egy vagy több elemük.

Az „Útmutató az országos közúthálózat új külterületi szakaszainak és új forgalomvonzó létesítménnyel érintett útjainak forgalmi előrebecsléséhez” (GKM, 2003) esetében megállapítható, hogy módszertanilag nem szorul frissítésre, ugyanakkor a gyorsan változó adatforrás-megjelöléseket célszerű volna elhagyni. Felülvizsgálatra szorulnak a távlati forgalom egyszerűsített meghatározását szolgáló forgalomfejlődési szorzók, helyettük a jelen projekt differenciált forgalomfejlődési tényezőit javasoljuk alkalmazni.

A „Módszertani útmutató egyes közlekedési projektek költség-haszon elemzéséhez” (TRENÉCON, 2016) az első közreadása óta eltelt időben számos frissítésen esett át. Ennek következtében csak akkor szorul aktualizálásra, ha elfogadottá válik a kistehergépkocsik forgalmának elkülönített kezelése. Erre ugyanis az eljárás nincs felkészítve, s egy ilyen módszertani módosítás nem csak a kistehergépkocsikra vonatkozó értékek megadását jelentené, hanem az eddigi ezekkel közösen kezelt személygépkocsikra vonatkozó értékeket is felül kell vizsgálni. Erre egy célzott kutatási munka keretében nyílhatna lehetőség.

4. ÖSSZEGZÉS

A mátrixok kidolgozása során felhasználtunk csaknem minden rendelkezésre álló adatot, információt, ami pontosíthatta, illetve megbízhatóbbá tehetette a végeredményt. A kistehergépkocsik elkülönített kezelése megnehezíti ugyan az összevetést a korábbi célforgalmi eredményekkel, ugyanakkor szintén a pontosság növelésének irányába gyakorol hatást, mind a személygépkocsi, mind a tehergépkocsi mozgások meghatározása terén. A nagytehergépkocsik mátrixának új módszertana és a minta drasztikus növekedése együttesen jelentősen javította a mátrix megbízhatóságát. Minden bizonynal növekedett a közforgalmú közlekedési mátrix megbízhatósága is, annak ellenére, hogy az adatfelvételt számos helyen sújtotta a heterogenitás.

Fontos kiemelni, hogy ezen a téren a technológiai fejlődés igen gyors, így várható, hogy a következő mátrixfrissítésnél a személyek helyváltoztatásának regisztrálására gyökeresen új, valószínűleg a mobiltelefon-mozgások megfigyelésére, valamint az integrált elektronikus jegyrendszer adataira támaszkodó módszert alkalmaznak majd.

Hangsúlyozni szeretnénk, hogy a munka során egy megújított eszköztárat hoztunk létre, amely önmagában nem ad választ a közlekedési fejlesztések kapcsán rendszeresen megfogalmazott kérdésekre. Módot ad viszont



The New National Origin-Destination Matrices (OCM-2016) as the cornerstones of transport planning

In 2016-2017, the seventh generation of nationwide OD matrices was completed with the contribution of the staff of KTI Institute for Transport Sciences. During a work more complex than ever before, for the first time OD matrices were generated for all four transport sub-sectors as well as public transportation and many important innovations were made in their methodology. This was accompanied by using several, hitherto unavailable, advanced databases. The article reviews the entire project, pointing out innovative aspects and highlighting connections to articles in the special edition discussing technical details.

arra, hogy ezekre az adatokra támaszkodva a szakemberek megadják a helyes választ vagy a lehetséges válaszokat a döntéshozók számára. Bízunk benne, hogy az elkészült, s itt bemutatott munka eredménye megbízhatóan szolgálja majd a következő 8–10 év közlekedési fejlesztéseihez kötődő döntéshozókat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Szalkai Gábor (2008): A közúti forgalom változása Magyarországon (1869-2006). Doktori értekezés, Budapest
- [2] Robert Emmanuel Barkley (1951): Origin-destination surveys and traffic volume studies. Highway Research Board, Bibliography No.11, December 1951
- [3] Albert Gábor (2010): Az országos célforgalmi mátrix (OCM 2008) kidolgozása és néhány eredménye. Közlekedésépítési Szemle 60. évf. 9. sz.: 1–6.
- [4] Nemzeti Közlekedési Infrastruktúra-fejlesztési Stratégia. <http://www.kormany.hu/download/b/84/10000/Nemzeti%20K%C3%B6zleked%C3%A9si%20Infrastrukt%C3%BAra-fejleszt%C3%A9si%20Strat%C3%A9gia.pdf>
- [5] Czirfusz Márton, Hoyk Edit és Suvák Andrea (szerk., 2015): Klímaváltozás – társadalom – gazdaság. Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon. Publiikon Kiadó



Die neue Quelle-Ziel-Matrizen (OCM-2016) als Grundsteine der Transportplanung

In den Jahren 2016-2017 wurde die siebente Generation der nationalen QZ-Matrizen unter der Mitwirkung der Mitarbeiter des Instituts für Verkehrswissenschaften erstellt. Im Rahmen dieser Arbeit, die komplexer war als je zuvor, wurden zum ersten Mal für alle vier Verkehrssektoren sowie für ÖPNV die QZ-Matrizen erstellt und es wurden eine Reihe von bedeutenden Innovationen in der Methodik der Matrixerzeugung durchgeführt. Dies brachte die Verwendung einer Reihe von zeitgemäßen Dateien mit, die bisher nicht verfügbar waren. Dieser Artikel bietet einen Überblick über das gesamte Projekt. Er verweist auf die innovativen Elemente und markiert die Anknüpfungspunkte zu den anderen, die beruflichen Einzelheiten darstellenden Artikeln dieser Sonderausgabe.

Utastforgalmi vizsgálatok a helyközi autóbusz-közlekedésben

A 2016-2017-ben végrehajtott országos célforgalmi adatfelvétel a közforgalmú közlekedési utazások vizsgálatát immár elektronikusan előállított adatokra alapozta, amelyet „hagyományos” felmérési módszerek egészítettek ki. A szerzők az autóbusz-közlekedés utastforgalmának feltárását szolgáló költséghatékony adatfelvételi és -feldolgozási eljárásokat ismertetik.

DOI 10.24228/KTSZ.2017.5.2

Munkácsy András – Vass Lajos

e-mail: munkacsy.andras@kti.hu

1. BEVEZETÉS

A közszolgáltatásként végzett személyszállítás forgalmi vizsgálatai, az adatfelvételen alapuló helyzetkép és a társadalmi-gazdasági folyamatokra épülő előrebecslés a közlekedési stratégiaalkotás, a szolgáltatás- és menetrendtervezés nélkülözhetetlen megalapozója. Időről időre szükség van az utastforgalmi adatállomány aktualizálására és a változások nyomon követésére, hogy észszerű gyakorisággal „naprakész” információ álljon rendelkezésre a személyszállításról, legyen szó akár konkrét áramlatairól, akár a közlekedési munkamegosztásbeli szerepéről.

Jelen cikkben a helyközi autóbusz-közlekedés utastainak települések közötti célforgalmát becslő adatfelvételi és -feldolgozási eljárásokat tekintjük át, a vasúti személyszállítással külön cikk foglalkozik. Részletesebben a vonali célforgalom becslésének és az átszállások számításának módszerét ismertetjük, majd röviden bemutatjuk a végeredményeket. Előrebocsátjuk, hogy bár a helyközi járatok közötti átszállások országos léptékben csak az utastások töredékénél figyelhetők meg (a legutóbbi, 2007-2008-ban végrehajtott országos felmérésben kb. 3% volt az átszállások aránya a helyközi autóbuszjáratokon), egyes települések (megállók) vagy autóbuszvonalak (-járatok) esetében az arányuk

jelentősnek tekinthető, így az ezzel kapcsolatos ismeretek feltárása – a 2007-2008-as vizsgálat-hoz hasonlóan – a munka része volt.

2. ELŐZMÉNYEK

A célforgalmi vizsgálat évtizedek óta témája a tervezéssel, modellezéssel kapcsolatos közlekedési kutatásoknak. A probléma kezdetektől fogva ugyanaz: hogyan lehet a lehető legkevesebb ráfordítással megbízható utastforgalmi mátrixokat előállítani, amelyek a (hálózat-, menetrend-, szolgáltatás-, stb.) tervezés alapját képezhetik. Kezdetben, különösen az 1980–1990-es években a kevés, eltérő tartalmú vagy kevésbé megbízható adatokra épülő felmérést vizsgálták (ld. L. G. Willumsen, E. Cascetta, S. Nguyen, H. Yang munkássága). A kilencvenes évek végétől egyre inkább az automatizált adatgyűjtés (pl. [1–2]), majd – ezzel szoros összefüggésben – az egyre terjedő elektronikus jegyrendszerek adatállománya került a kutatások középpontjába (pl. [3–7]).

A legújabb hazai kutatások közül kiemelhetők a Széchenyi István Egyetem műhelyében a személyszállítás forgalmi mátrixai kapcsán készült tanulmányok [8–10]. Ezekben a célforgalmi mátrixok becslésének új iteratív módszerét teljes körű keresztmetszeti utasszámlálásra és mintavételes célforgalmi kikérdezésre alapoz-

zák. Ezek a dolgozatok rövid felsorolást közölnek a statikus (maximum entrópia módszer, legkisebb négyzetek módszere, Bayes-módszer, illetve ezek továbbgondolása) és a dinamikus becslési lehetőségekről. A legújabb kutatások [11–12] az e-ticketing rendszerek adatai (big data) elemzésével vizsgálják az utasmozgásokat a városi tömegközlekedésben. A budapesti egysegű forgalmi modell készítéséről – felépítéséről, kínálati és igénymodelljéről, a forgalmi előrebecslésről – átfogó képet ad Berki Zsolt és munkatársai [13] cikke.

A Közlekedéstudományi Intézet közlekedésszervezéssel foglalkozó egysége évtizedek óta a helyközi és helyi autóbusz-közlekedés (és tágabb értelemben a közforgalmú közlekedés) utasforgalmi vizsgálatainak műhelye. A primer adatfelvételen alapuló szolgáltatásfejlesztési és menetrend-optimalizálási javaslatokat ismertető tanulmányok (pl. [14]) mellett a vonatkozó módszertani kérdésekkel is több cikk foglalkozott ([15–18]).

3. ADATFELVÉTELEK

A helyközi autóbusz-közlekedési utazások 2007–2008-ban elvégzett országos célforgalmi vizsgálata a hálózat valamennyi járatára kiterjedő teljes körű keresztmetszeti utasszámlálással és mintavételes célforgalmi kikérdezéssel történt; mindkét adatfelvételt járművön utazó számláló- és kérdezőbiztosok végezték. Ilyen adatfelvételre a 2016-2017-ben lebonyolított projektben nem nyílt lehetőség, és az informatikai fejlesztések nyomán a kijelölt cél elérésére nem is volt szükség. A számlálóbiztosok által végzett utasszámlálás helyébe a gépkocsivezetők által készített bővített jegystatisztika lépett¹, a kikérdezések pedig alapvetően az átszállások feltárására irányultak, így főként átszállócsomópontokban (elsősorban autóbusz-állomásokon) zajlottak. Az adatfelvétel közlekedési központként egy őszi vagy tavaszi iskolai tanítási napon történt. A lebonyolítást elősegítette, hogy a Közlekedéstudományi Intézet egy térségi léptékű projektben² már

alkalmazta a mintavételes célforgalmi kikérdezéssel kiegészített bővített jegystatisztikát a célforgalmi mátrix készítéséhez.

3.1. Teljes körű bővített jegystatisztika

A módszer alkalmazásának alapja, hogy a helyközi autóbuszokon alkalmazott jegykiadó készülékek többsége a szokásos jegykiadás mellett további utazási jogosultság tényének a rögzítésére is alkalmas. Az adatfelvételt e módszer esetében a gépkocsivezető végzi, aki a szokásos jegykiadás mellett a bérlettel vagy díjmentesen utazó utasoktól az utazási igazolvány ellenőrzése vagy a jogosultság megállapítása után az úti céljukat is megkérdezi, és az információt számlálójegyként rögzíti a jegykiadó gépen. A számlálójegy-kiadás e projektben – az alább részletezett kivételekkel – az autóbusszal közszolgáltatásként végzett helyközi személyszállítás valamennyi járatán, teljes üzemidőben zajlott.

3.2. Utasszámlálás

Azokon az autóbuszjáratokon, amelyeken az utasforgalom vagy más ok nem tette lehetővé a bővített jegystatisztika készítését (pl. az utasforgalom volumene miatt nem volt kivitelezhető indokolatlan menetrend-elverődés nélkül vagy nem elsőajtós felszállási rendszert alkalmaznak) keresztmetszeti utasszámlálást kellett végezni. Az utazó számlálóbiztosok minden megállóban feljegyezték a járatra fel- és leszálló utasok számát.

3.3. Célforgalmi kikérdezés

A helyközi autóbusz-közlekedésben alkalmazott vonali menetjegykiadás miatt az átszállással járó utazások elemei külön utazásként jelennek meg (szemben pl. a vasúttal), ezért a jegystatisztika önmagában nem alkalmas a pontos célforgalmi mátrix felállítására. E probléma feloldására olyan módszert kellett alkalmazni az adatfelvétel során, amely lehetővé teszi a jegykiadó készülékekkel rögzí-

¹ Megjegyezzük, hogy egy autóbusz-társaság 2007-2008-ban is ezzel az eljárással szolgáltatott adatot a célforgalmi vizsgálathoz.

² A Balaton kötőpályás körüljárási és megközelítési fejlesztése keretében elvégezni szükséges munkák meghatározása, megvalósíthatósági tanulmány készítése. Kutatási jelentés. Témafelelős: Albert Gábor. KTI, 2011–2012

tett adatállomány pontosítását, az átszállások megállapítását.

Mindezek alapján a gépkocsivezetők által végzett adatrögzítés napján mintavételes célforgalmi kikérdezés zajlott 94 átszállócsomópontban szerte az országban (a 2007-2008-as adatfelvétel eredményei alapján kiválasztott autóbusz-állomásokon, valamint a közlekedési központok javaslatára néhány további helyszínen), elsősorban a járatra várakozó utasok körében, helyszínenként 12 óra időtartamban. Néhány jellemző rá- és elhordó autóbuszjáraton és a kapcsolódó vonatokon is zajlott kikérdezés.

4. CÉLFORGALMI VIZSGÁLATOK

4.1. Az adatállományok előkészítése

Az alapadatokat (vonalszám, járatszám, utazási igazolvány típusa, fel- és leszállás helye, autóbusz-rendszáma) a gépkocsivezetők rögzítették³, majd a közlekedési központok és a közszolgáltatásban érintett más vállalatok informatikai munkatársai a bevételek elszámolásához rendszeresített eljárás során megjelenítették azokat az információk rendszerükben. Ezután az adatállományt a szoftver lehetőségeivel összhangban a feldolgozáshoz szükséges struktúrában továbbították⁴. A teljes körű bővített jegystatisztika ellenőrzése a KTI országos menetrendi adatbázisa (a vonalak és a járatok menetrendi adatai, a megálló adatai stb.) felhasználásával történt. Ez alapján megállapítható, ha valamely járaton nem volt számlálójegy-kiadás vagy valamely járatról egyáltalán nem érkezett adat. A hibajegyzék alapján a közlekedési központ helyesbítette az adatszolgáltatást: hiányos jegystatisztika esetén (mivel ezek száma elenyésző volt) pótfelmérést rendelt el, a vonali adatok alapján arányosítással pótolta a hiányzó adatokat, vagy korrigálta a hibát (pl. téves vonal-/járatszám, amely elütés miatt került az adatbázisba; nem a megjelölt vonalhoz/járatához tartozó megál-

lók és települések; stb.). Egyéb esetben a közlekedési központ közölte a járat adatszolgáltatás elmaradásának okát, pl. nem volt utas a járaton, rezsijárat, megszünt járat stb.

Az ellenőrzés a szokásos menetrendben nem szereplő járatokra is felhívta a figyelmet, amelynek indokát a jelzésünk alapján a szolgáltató tisztázta, pl. részviszonylaton közlekedő másodrészt, ideiglenes menetrend alapján közlekedő járat. Ezek a vizsgálatok vetették fel a csatolt járat (az autóbusz által teljesített következő járatra is érvényes) jegykiadás lehetőségét, ha a szolgáltató korábbi tájékoztatásában ez nem szerepelt.

Az utaskikérdezésből származó adatok tisztítása is a menetrendi adatbázissal összevetve történt. Az alábbi fő hibaforrások emelhetők ki:

- az utas válasza félreértésre adott okot (pl. a településrész neve vagy a település közhasználatú beceneve megegyezik egy létező településsel: pl. Szilvás, község Baranya megyében, illetve Komló városrésze),
- a kikérdező hibázott (pl. a kiinduló és céltelepülést helyesen vette fel, de az átszállás tényét nem rögzítette),
- az adatrögzítő hibázott (pl. hibás településnevet rögzített: pl. Mánfa helyett Márfa, mindkettő község Baranya megyében),
- a menetrend – a célforgalmi mátrix szempontjából – félrevezető (pl. a települési bejáratú útnál lévő megálló nem ahhoz a településhez tartozik, amelyet a nevében visel, pl. a Bányászóvati elágazás autóbusz-megállóhely Barbacshoz, Bányászóvati megállóhely Dörhöz tartozik; mindhárom említett település község Győr-Moson-Sopron megyében).

4.2. A vonali célforgalom becslése

A „nyers” – átszállásokat nem tartalmazó – célforgalmi mátrixok előállításának alapja a közlekedési központok által készített teljes

³ Eseti jelleggel, pl. a jegykiadó készülék hibája esetén a gépkocsivezető kézi adatfelvételt is végezhetett. A néhány járatot üzemeltető szolgáltatóknál előfordult, hogy a jegystatisztikát saját személyzettel végrehajtott utasszámlálásra és -kikérdezésre alapozták.

⁴ Egy szolgáltató esetében egyes jegykiadó gépek és/vagy a támogató szoftver nem volt alkalmas a szokásos jegykiadás mellett számlálójegyek rögzítésére, és ebben az esetben a projekt korlátai miatt nem volt lehetőség a teljes körű utasszámlálásra sem. Ezért a közlekedési központ a jegystatisztika és a korábbi saját felmérési eredményei alapján számította az utasforgalmat az egyes relációkban, amelyet a KTI által meghatározott struktúrában továbbított.

körü bővített jegystatisztika. Ebből a fenti ellenőrzések és kiegészítések után – elvben – pusztán adatbázis-kezelési eszközökkel felépíthetők a regionális OD-mátrixok. Azonban egy közlekedési központ csúcsidőszaki járatainak egy részén, kb. 600 járaton előre tervezetten nem volt számlálójegy-kiadás. Ezt a járaton végzett utasszámlálás helyettesítette, amely viszont önmagában csak a keresztmetszeti utasterhelés megállapítására alkalmas, ezekből az adatokból a célforgalmi információk megszerzéséhez további számítások szükségesek. Ehhez a KTI által hasonló adatfelvételekhez kidolgozott *konverzió* módszerét alkalmaztuk, részletesen ld. [16].

A konverzió során a keresztmetszeti számlálás adataiból (a megállóban megfigyelt mozgásokból: a fel- és leszállások számából) a vonalon szóba jöhető utazási relációk közötti utazásokat, tehát az ún. vonali célforgalmat becsüljük a megálló közötti átmeneti valószínűségek alapján. Lényege, hogy mivel a keresztmetszeti számlálásból az utazási eseményt csak részben ismerjük (nem tudjuk, hogy hol szálltak fel, akik leszállnak, és fordítva), az utazásokat valószínűségi alapon becsüljük meg egy valószínűségi változó várható értékének becsléséhez hasonlóan. Feltételezve, hogy valamely megállóban felszálló utas leszállása véletlen esemény – hacsak a keresztmetszeti értékekből a leszállók felszállási helye egyértelműen nem következik –, a módszer a leszállások szimulációjával (Monte Carlo-módszerrel) véletlenszerűen addig szállít le utast egy járat esetében, ameddig a keresztmetszeti számlálásból adódóan szükséges. Értelemszerűen minél nagyobb célforgalmi mintából számoljuk az átmeneti valószínűségeket, annál nagyobb az eredmény statisztikai megbízhatósága.

A módszer a keresztmetszeti számlálásokhoz minden járaton mintavételes célforgalmi felmérést feltételez, ám ez esetben erre nem volt lehetőség. Ezért az átmeneti valószínűségeket 1) a fő átszállócsomópontokban egyidejűleg zajló utaskikérdezésekből; 2) a bővített jegystatisztikából; 3) a vizsgált járat utasmozgásaiból; 4) a legutóbbi, 2007-2008-ban készített országos célforgalmi felmérés adataiból számoltuk. Elsősorban az aktuális felmérési adatokat vettük figyelembe, a korábbi adatok csak a hiányzó való-

szerűségek pótlására szolgáltak. Mivel valamely konkrét járatra az utaskikérdezésből származó minta általában kicsi, a járatra vonatkozó átmeneti valószínűségeket a vonal hasonlóan közlekedő járataira összevont mintán alapján számoltuk. És mivel valamely járatra nem lehet minden esetben más járatok relációit *megállói* szinten megfeleltetni, az átmeneti valószínűségeket *települési* szinten számoltuk, majd ezt alakítottuk vissza a konkrét járat megállói szintű átmeneti valószínűségévé.

Az átalakításokra a valószínűségszámítás szabályait használtuk fel, és esetenként bizonyos feltevésekkel éltünk. Az alábbiakban csak a megállói szintű átmeneti valószínűségek számítását vezetjük le a *települési* értékekből (a *megállói* szintű valószínűség települési szintűvé alakítása is hasonlóan történik). A következő jelöléseket alkalmazzuk: az $\{A \mid B\}$ esemény azt jelenti, hogy az utas A-ban száll fel és B-ben száll le, ennek valószínűsége pedig $P(A \mid B)$. A $\{B \mid A\}$ alatt azt a feltételes eseményt értjük, hogy ha az utas A-ban szállt fel, akkor B-ben száll le, és ennek valószínűsége $P(B \mid A)$.

A települési szintű átmeneti valószínűségekre – amelyeket a fenti négy forrás valamelyikéből származó adatokból számítottunk egy-egy járatra – az (1) összefüggés áll fenn. Az összegzésnek nincs akadálya, hiszen a leszállás a különböző megállóban egymást kizáró események:

$$P(T_F \mid T_L) = \sum_j P(T_F \mid L_j) \quad (1)$$

ahol $P(T_F \mid T_L)$ az átmeneti valószínűség, T_F a felszálló település, T_L a leszálló település, L_j a T_L település j -dik megállója.

Feltesszük, hogy ugyanazon település megállóiban a leszállás valószínűsége megegyezik a leszállók arányával, vagyis:

$$P(T_F \mid L_j) = \frac{l_j}{\sum_j l_j} \times P(T_F \mid T_L) \quad (2)$$

ahol l_j az L_j -ben leszálló utasok száma a keresztmetszeti számlálásból.

Mivel valamely L_j -ben leszálló utas esetében a felszállás a T_F különböző megállóiban szintén egymást kizáró események, valamint a feltételes valószínűség tétele értelmében felírható a (3) egyenlet.

$$P(T_F | L_j) = \sum_i P(F_i | L_j) = \sum_i P(L_j | F_i) \times P(F_i) \quad (3)$$

ahol F_i a T_F település i -edik megállója.

Feltéve, hogy egy település bármelyik megállójából ugyanolyan aránnyal szállnak le egy másik település valamely megállójában⁵, a $P(L_j | F_i)$ valószínűséget kiemelve a szumma alól, az egyenlőséget átrendezve a (4) egyenlet adódik.

$$P(L_j | F_i) = \frac{P(T_F | L_j)}{\sum_i P(F_i)} = \frac{U}{\sum_i f_i} \times \frac{l_j}{\sum_r l_r} \times P(T_F | T_i) \quad (4)$$

ahol U az összes utas száma a járaton, f_i az F_i -ben felszállók száma a keresztmetszeti számolásból.

A második egyenlőségénél felhasználtuk a (2) egyenletet, továbbá azt, hogy $\sum_i f_i$ aránya U -hoz viszonyítva annak a valószínűsége, hogy az utas a T_F településen száll fel.

A $P(L_j | F_i)$ a keresett megálló szintű átmeneti valószínűség valamely felszállóhelyre vonatkoztatva. Ez tehát az egyenlet jobb oldalán álló kifejezés értelmében a keresztmetszeti adatokból, valamint a valamely járat utasaira vonatkozó, már megállapított települési szintű átmeneti valószínűségekből számítható. Ezek ismeretében elvégezhető a leszállások szimulációja, azaz az utasok vonali, (vagyis az átszállásokat még figyelmen kívül hagyó) települések közötti célforgalmának becslése.

4.3. Az átszállások számítása

A közvetlen utazási mátrixokban az átszállások nem jelennek meg: az átszálló utas utazásának egyes elemei önálló utazásokként szerepelnek benne. A valóságot jobban tükröző célforgalmi eredmények előállításához az

átszállásokról (relációiról, volumenéről) is ismeretekkel kell rendelkezünk, amelyet jelen kutatás során mintavételes adatfelvételtől végzett becslés tett lehetővé. A mintavétel – kifejezetten az összetett utazások feltárása érdekében – elsősorban az átszállócsomópontokban (különösen autóbusz-állomásokon), valamint egyes autóbuszjáratokon történt. A számításokat csak kételemű utazásokra végeztük, mert a többelemű (egynél több átszállással járó) helyközi utazások aránya elenyésző (0,05% az autóbusz-hálózaton kikérdezett mintegy 67 ezer fő körében) és esetlegesnek tekinthetők (ötből négy ilyen utazás nem napi gyakoriságú helyváltoztatás és háromból kettő nem hivatásforgalmi célú), így a jellemző munkanapi utazások meghatározásában a szerepük elhanyagolható.

Az autóbusz-állomási minta az egész országot lefedi, és előzetesen az adatfelvétel elfogadható színvonalúnak bizonyult. A becslés során a *kikérdezési mintára* támaszkodtunk, és törekedtünk az önkényes, különösen a matematikai statisztika keretein kívül eső feltevések elkerülésére. A kikérdezési mintát is ennek szellemében ellenőriztük és javítottuk. A megbízhatóságot erősíti, hogy a kétséges (nem egyértelmű vagy nem valósnak tűnő) kikérdezéseket elvettük, ugyanakkor az egyértelműen azonosítható hibákat korrigáltuk, és a javított mintaelemeket a további számításnál figyelembe vettük. Ez különösen azokban az esetekben hangsúlyos, amelyekben az eredeti minta közvetlen utazást tartalmazott (az átszálló utas az utazásának csak kiinduló és célállomását közölte, vagy a kérdezőbiztos csak ezeket rögzítette), de a menetrend alapján egyértelműen átszállás volt azonosítható.

A számítás alapját a mintán kívül a *járatpárok* azonosítása képezi (a járatpár jelentése ez esetben: két autóbuszjárat, amelyről az utas átszállása során le-, majd amelyre felszáll). Ezek ténylegesen megvalósuló átszállásokat szolgálnak ki, esetükben az utazás és egyes elemei tehát egyértelműen azonosíthatók. A járat azonosítá-

⁵ Ez megkérdőjelezhető feltételezés, hiszen valamely település különböző megállóiban felszálló utasok közül egy másik település adott megállójában leszállók aránya általában nem azonos. Mivel a települési szintű utasforgalmat keressük, és a megálló szintű mozgásokra csak a konverzióhoz van szükség, a feltevésekből adódó átmeneti pontatlanság a végeredményt nem befolyásolja.

sához szükség volt a feljegyzett (legalább hozzávetőleges) indulási időre, ennek hiányában a kikérdezés időpontjára, valamint a leszállás településére; a menetrend alapján az első időben megfelelő járatot választottuk ki. Az átszállással érintett másik járat meghatározása – az átszállás helyének megállapítása után – hasonlóképpen történt, feltételezve, hogy az utas az átszállás során legfeljebb 60 percig várakozik.

Az alapsokaságot, – amelyre valamely járatpárnál a mintát értelmezni lehet – kétféleképp határoztuk meg: 1) a járat kikérdezés esetén a kikérdezett járat utasainak a száma; 2) megállóhelyi kikérdezés esetén az induló járatra felszállók száma (tehát csak azok a kikérdezések kerülhettek a számításba, amelyeknél a felszálló utast kérdezték meg, kivéve, ha az utas átszáll és valamely induló járat hozzárendelhető az utazásához).

Figyelembe kellett venni, hogy mind a megállóhelyi, mind a járat kikérdezésben kevés a helyközi járatok közti átszállást magában foglaló utazás, a kis minta pedig nem tartalmazza az összes megvalósulható relációt. Ebből következően a valósnál kevesebb átszállás becslése volt várható, a valósnál kevesebb településpár között. A kikérdezésből adódó átszállási arány általános alkalmazása felnagyítaná a fenti problémák hatását (pl. ha valamely relációra nincs minta, az átszállások száma biztosan nulla lenne), ezért a becslési módszer megválasztásával a hibák kiküszöbölésére és a hibaarány mérséklésére törekedtünk.

Az átszállások alapsokaságon belüli arányának számítása a KTI-ben korábban kidolgozott módszerek [17–18] alapján történt. Ennek lényege, hogy a becsült átszállási arány meg egyezik az átszállási arányok (a 0–1 intervallum bizonyos számú diszkrét választott értékei) súlyozott átlagával, amelyet a mintában megvalósult átszállásoknak az átszállási arány választott értékei mellett számolt valószínűségével súlyozva számítottunk. Jelen esetben az alkalmazott mintavételi modell egyszerű mintavétel, amelynél a valószínűségi változó, azaz az átszállás gyakorisága hipergeometrikus eloszlást követ. A mintavételi alapsokaság a megállóhelyi kikérdezésnél az induló járatra

felszállók száma, a járat kikérdezés esetén a járat megállóközi menetidejével súlyozott átlagos utasszáma. Az alapsokaságot a bővített jegystatisztikából és a keresztmetszeti utasszámlálásból lehetett számolni.

Minden olyan relációra becslés készült, amelynek legalább egyik eleme, vagyis a fel- vagy a leszálló-megállóhely szerepel a mintában. Az eljárás során további esetekre is becslést végeztünk. Egyfelől, ha a megkérdezett utas által közölt átszállás nem volt egyértelműen megfeleltethető valamely valós járatpárnak, azaz csak az egyik járat volt ismert, úgy jártunk el, mintha járatpárról lenne szó, de a szóba jöhető relációknál csak a mintaelem járatához hozzá nem rendelt települése lett figyelembe véve. Olyan település esetében is becsültünk átszállást, amely a kikérdezett mintában nem, de a kikérdezett mintában szereplő valamely járat menetrendjében szerepelt. Ez esetben az átszállást a felmérésben érintett autóbusz-állomásnak az átszállás helyére irányuló forgalmához viszonyítva becsültük. Ha egyáltalán nem volt lehetőség járat azonosítására (tehát a járatpár egyik eleme sem volt meghatározható), csak a kikérdezésben érintett mintaelemet vettük figyelembe az adott relációra, és az átszállásokra becsült érték a kikérdezés helyére megállapított egy átszálló-mintaelemre eső átszállások átlagos száma lett.

Másfelől a felmérésbe vont átszállócsomópontok esetében az összes átszállás számításánál azokat a járatokat is figyelembe vettük, amelyekre nem történt mintavétel. Ezekre az eredmény az adott kikérdezési helyről induló járatok becsült átszállási arányából adódik, amelyekhez nem rendeltünk relációkat.

Az állomány rekordjaiban szereplő átszállásoknak az adott sokasághoz viszonyított arányát járatpárookra számítottuk, a mintavétel során az átszállásokat magukban foglaló mintaelemek hipergeometrikus eloszlását feltételezve. Az átszállások számításához szükséges eloszlásfüggvényt az (5) egyenlet írja le:

$$H(k; N, M, n) = \binom{M}{k} \frac{\binom{N-M}{n-k}}{\binom{N}{n}} \quad (5)$$

ahol:

k – az átszállások száma a mintában,

n – a minta nagysága,

N – a sokaság nagysága, azaz járáti kikérdezésnél a járatra számolt átlagos utasszám, megállóhelyi felmérésnél a felmért induló járatra felszállók száma,

M – az átszállások száma (a becslés tárgya), járáti kikérdezésnél $M=p \times N$, megállóhelyi kikérdezésnél $M=p \times U$, ahol U a viszonyításhoz figyelembe vett utasszám (a céltelepülésre utazók száma, ha a kikérdezés egyben az átszállás helye is; az átszállóhelyen leszállók száma, ha a kikérdezés az első járatra felszállás előtt történt), illetve p az átszállási arány.

A p becslése (\hat{p}) egy súlyozott átlag:

$$\hat{p}^{T_0 T_D} = \sum_i p_i \times H(k_0^{T_0 T_D}; N, M_i, n) \quad (6)$$

ahol a becslés T_0 (az első járat valamely települése) és T_D (a második járat valamely települése) közötti érték, $k_0^{T_0 T_D}$ a mintában kapott átszállások száma T_0 és T_D települések között, p_i az átszállási arányra figyelembe vett érték (a 0–1 intervallum diszkrét értékei) és M_i a fenti M érték $p=p_i$ mellett.

Minden ($T_0 T_D$) relációra történt számítás, amelynél vagy T_0 , vagy T_D , vagy mindkettő szerepel az átszállást tartalmazó mintaelemek között. Ha mindkettő szerepel e mintaelemek között, akkor $k_0 > 0$, egyébként $k_0 = 0$.

E becslést felhasználva megállapítható az átszállások száma az egyes relációkban.

5. EREDMÉNYEK ÉS ÖSSZEGZŐ GONDOLATOK

Az ismertetett adatfelvételi és -feldolgozási eljárások révén elkészültek a helyközi autóbusz-közlekedés utasforgalmi mátrixai. A szolgáltatók a jegykiadó készülékekkel rögzített adatok alapján, azok tisztítása, pontosítása és kiegészítése után összegezték, majd továbbították a megközelítőleg 1 millió 130 ezer utazásra vonatkozó információt. A számlálóbiztosok további mintegy 34 ezer utas fel- és leszállását jegyezték fel. Esetükben a

célforgalmi mátrix előállításához és országosan az átszállások számításához az autóbusz-állomásokon és -járatokon megkérdezett körülbelül 67 ezer utas utazásának a jellemzőit használtuk fel. S bár közöttük a helyközi utazásuk során átszállók aránya 7,9%, és egyes helyszíneken az ott közlekedő járatok összes utasának arányában ez a szám eléri akár a 12%-ot is (lévén a kikérdezések átszálló-csomópontokban zajlottak), az egyes közlekedési központok szintjén az átszállás becsült aránya az összes utazásban 1–5%. A projekt részeként elkészült a vonatok és autóbuszjáratok együttes utasforgalmát tükröző országos közforgalmú közlekedési mátrix is, amelyhez a módközi átszállásokat a fent részletezett eljárást követve számítottuk.

Az alkalmazott adatfelvételi módszerek a szolgáltatók, a számlálást és kikérdezést végzők, valamint a feldolgozásért felelős személyek és szervezetek hatékony együttműködését feltételezik. Éppen ezért a felmérésekre két lépésben került sor: először kísérleti jelleggel egy közlekedési központra koncentrálni, majd ennek tapasztalatai alapján a (fennmaradó) teljes országos hálózatra. Minthogy a közreműködő autóbusz-közlekedési szolgáltatók különböző jegykiadó készülékeken rögzített és eltérő informatikai rendszerben feldolgozott adatállományai heterogének maradtak, valamint az utaskikérdezések rögzített állományaiban is számos kétséges mintaelem szerepelt, az adatok ellenőrzése és javítása a korábbi tapasztalatok alapján kidolgozott számítógépes programok alkalmazása ellenére is időigényes folyamat volt. Többek között az elektronikus jegyrendszer bevezetése, az automatizált utasszámlálási technológiák alkalmazása vagy a számítógéppel (táblagéppel, okostelefonnal stb.) támogatott környezetben végzett utaskikérdezés jelentős előrelépést jelenthetne. Ezáltal csökkennének vagy megszűnnének a gépkocsivezetőkre háruló többletfeladatok, valamint gyorsabbá és egyszerűbbé válna az adatok felvétele és rögzítése.

Az adatfeldolgozás fenti módszerei közül a konverzió alkalmasnak bizonyult a bővített jegystatisztikát csak a hálózat egy részén kiegészítő vonali (járáti) célforgalmi becslések elvégzésére. Korlátot jelenthet azonban, ha csak néhány járaton van számlálás, mert ez esetben az átmeneti valószínűségeket nehéz kellő megbízhatósággal meghatározni. Az átszállás számításánál használt eljárás fontos eleme a járat-

párna számítás. Mivel az utasforgalmi vizsgálatok adatfelvételei eltérőek lehetnek – a teljes forgalmat felölölő felméréstől a csak részterületre vagy néhány vonalra (járatra) kiterjedő felvételig –, a járatpár alkalmazása jelentősen csökkentheti az esetleges ad hoc eljárásokat kísérő feltevések szükségességét, hiszen a valós átszállásokat modellezi. Az átszálló-csomópontokban végzett kikérdezés az átszállásokat az országos átlagnál nagyobb arányban tárta fel, amely lehetővé tette, hogy – az ismertett megfontolásokkal – a fél nem tárt relációkban is meg lehessen határozni az átszállásokat, vagy valamely relációban pontosítani lehessen a kikérdezési mintából következő átszállások számát.

Összességében megállapítható, hogy bár a végeredmény megbízhatósága bizonyos szempontból elmarad a 2007-2008-ban lebonyolított vizsgálat során tapasztaltaktól (pl. a bővített jegystatisztikában vélhetőleg a valósnál valamivel kevesebb utas szerepel), más szempontból az eljárás sokkal pontosabb (pl. a vonali célforgalom megállapítása immár nagyrészt nem becslésen, hanem tényadatokon alapul), ráadásul a módszereknek a korábbinál korszerűbb és takarékosabb kombinációjáról van szó. Ez különösen az adatfelvételekre igaz, amelyeket országosan mindössze hét munkanap alatt (közlekedési központként egy nap alatt) le lehetett bonyolítani, és amelyek szervezési és költségigénye töredéke volt a tíz évvel korábbinak. A projekt hasznos eredményei közé sorolható, hogy azok a szolgáltatók is tapasztalatot szereztek a teljes körű bővített jegystatisztika készítésében, amelyek az eljárást korábban nem alkalmazták, és így a későbbiekben is használni tudják majd az utasaik célforgalmának feltárására és más utasforgalommal kapcsolatos kérdések tisztázására.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Nanne Van der Zijpp (1997): Dynamic OD-Matrix Estimation from Traffic Counts and Automated Vehicle Identification Data. *Transportation Research Record* 1607: 1–18.
DOI: <https://doi.org/10.3141/1607-13>
- [2] Alex Cui (2006): Bus passenger origin-destination matrix estimation using automated data collection systems. Massachusetts Institute of Technology. <http://hdl.handle.net/1721.1/37970> (utolsó látogatás: 2017. augusztus 14.)
- [3] Azalden Alser, Behrang Assemi, Mahmoud Mesbah, Luis Ferreira (2016). Validating and improving public transport origin–destination estimation algorithm using smart card fare data. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 68: 490–506.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.05.004>
- [4] Janine Farzin (2008): Constructing an automated bus origin-destination matrix using farecard and global positioning system data in Sao Paulo, Brazil. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2072: 30–37.
DOI: <https://doi.org/10.3141/2072-04>
- [5] Marcela A. Munizaga és Carolina Palma (2012): Estimation of a disaggregate multimodal public transport Origin–Destination matrix from passive smartcard data from Santiago, Chile. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 24: 9–18.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2012.01.007>
- [6] Martin Trépanier, Nicolas Tranchant, Robert Chapleau (2007). Individual trip destination estimation in a transit smart card automated fare collection system. *Journal of Intelligent Transportation Systems* 11.1: 1–14.
- [7] Wei Wang, John P. Attanucci, Nigel H.M. Wilson (2011): Bus passenger origin-destination estimation and related analyses using automated data collection systems. *Journal of Public Transportation* 14.4: 131–150.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5038/2375-0901.14.4.7>
- [8] Horváth Balázs (2012): A Simple Method to Forecast Travel Demand in Urban Public Transport. *Acta Polytechnica Hungarica* 9.4: 165–176.
- [9] Horváth Balázs, Horváth Richárd, Gaál Bertalan (2013): Estimation of Passenger Demand in Urban Public Transport. *Acta Technica Jaurinensis* 6.3: 64–73.
- [10] Horváth Balázs, Horváth Richárd, Gaál Bertalan (2014): A new iterative method to estimate origin-destination matrix in urban public transport. *Transport Research Arena (TRA)*, Párizs

- [11] Nagy Viktor és Horváth Balázs (2016): Bigdata a közforgalmú közlekedésben a megállóhelyi utasforgalmak példáján. Közlekedéstudományi Konferencia, Győr: 308–317.
- [12] Nagy Viktor és Horváth Balázs (2017): Hálózati modellek pontosítása utasforgalmi adatok elemzésével. Városi Közlekedés 2017/1: 26–29.
- [13] Berki Zsolt, Monigl János, Kaderják Péter (2016): Budapest és agglomerációjának egységes forgalmi modellje – fókuszban a változó generációk. Közlekedéstudományi Konferencia, Győr: 233–242.
- [14] Keserű Imre és Munkácsy András (2009): Vasúti ráhordó autóbusz-hálózat kialakítása a Budaörsi kistérségben és a Zsámbéki-mendéceben. KTI Évkönyv 2008: 138–144.
- [15] Albert Gábor, Vass Lajos (2009): Országos utas-célforgalmi mátrix kialakításának módszertana. KTI Évkönyv 2008: 29–35.
- [16] Vass Lajos (2001): A helyi és helyközi tömegközlekedési forgalom keresztmetszeti felmérésének konverziója valószínűségi módszerrel. Közlekedéstudományi Szemle 51.1: 8–18.
- [17] Vass Lajos (2013): Másféle megközelítés utazási jellemzők gyakoriságának becslésében a célforgalmi felmérésben. KTI Évkönyv 2011-2012: 197–203.
- [18] Vass Lajos (é. n.): Egyfajta valószínűségi módszer utazási jellemzők becsléséhez utasfelmérésből. Alkalmazott Matematikai Lapok (megjelenés alatt)



Study of passenger traffic in interurban bus transport

Although technical solutions supporting the identification of passengers' travel destinations – especially e-ticketing – are still not common in domestic public transport, the national passenger OD estimation carried out in 2016-2017 could be effectively based on electronically generated data. These were complemented by "traditional" surveys exploring missing data and travel habits, particularly those focusing on transfers. KTI Institute for Transport Sciences has not done these investigations for the first time, but they have never before served as the basis for OD matrices in this combination, especially on a national scale. This article describes the research on passenger traffic in interurban bus transport.



Untersuchungen des Personenverkehrs im Regionalbusverkehr

Obwohl jene technische Lösungen - insbesondere das elektronische Fahrscheinsystem -, die die Identifizierung der Verkehrszielen der Fahrgäste unterstützen, im ÖPNV Ungarns noch immer nicht üblich sind, konnten die in 2016-2017 durchgeführten landesweite Zielverkehrsforschungen nun relevant auf elektronisch erzeugten Dateien basiert werden. Sie wurden durch "traditionelle" Befragungen ergänzt, die die fehlenden Daten und Reisegewohnheiten erforschen, vor allem solche, die sich auf Umstiege konzentrieren. Das Institut für Verkehrswissenschaften hat diese Befragungen nicht zum ersten Mal durchgeführt, doch nicht in dieser Kombination wurden sie nie als Basis für landesweite Zielverkehrsmatrix verwendet. Dieser Artikel verlautet die Untersuchungen, die sich auf den Regionalbusverkehr beziehen.

Célforgalmi vizsgálatok a magyar vasúti hálózaton

Az informatika rohamtempójú fejlődése és ennek széles körű felhasználói elterjedése az elmúlt években nagymértékben megkönnyítette a közlekedési folyamatok megismerését. Ez igaz a vasúti közlekedés rendszerében lezajló valóságos folyamatokra, eseményekre is, mind a személy-, mind az áruforgalom vagy a hálózaton lebonyolódó vonatforgalom esetére. A cikk bemutatja, hogyan lehetett a sokféle meglévő elektronikus adatbázis felhasználásával és az erre illesztett kiegészítő kikérdezéses felvételekkel célforgalmi vizsgálatokat végezni.

DOI 10.24228/KTSZ.2017.5.3

Dr. Berényi János – Oszter Vilmos

e-mail: berenyi.janos@kti.hu, oszter.vilmos@kti.hu

1. BEVEZETÉS

A vasúti személyforgalomban ma már szinte teljes körű az elektronikus adatbázison alapuló menetjegy vagy bérlet, ami a honnan–hová történő utazások számára és térbeli-időbeli eloszlására pontos információt ad. Ugyanakkor a jegyfajtából és menetdíjkezdvezményből csak nagyon elnagyoltan következtethető ki az utas társadalmi-gazdasági státusza. Mivel az adatbázis időhorizontja a jegyváltás, és nem az utazás megkezdésének időpontja, ezért ebből az adatbázisból csak nagy idő-keresztmetszetű adattömeg átlagolásával (pl. a mértékadó legnagyobb forgalmú őszi hónapok munkanapi adatainak átlagolásával) lehet megbízható eredményekhez jutni. Mindezekon túlmenően a menetjegy vagy bérlet váltására nem kötelezett utasok számbavétele érdekében szükség volt egy kiegészítő, reprezentatív, vonaton és állomáson történő utaskikérdezésre is, ahol a hiányzó, díjmentesen utazók számbavétele mellett további fontos adatokat lehetett nyerni az utazás indokára, gyakoriságára, az utas szociális státuszára és a közlekedési alágazatok közötti eszközváltásokra is.

A vasúti áruszállítás területén ma már szinte kizárólagos a vonatok, vagonok, áruk (fuvarok) mozgásának teljes körű elektronikus rögzítése, feldolgozása és eltárolása; mindezek a nagy mennyiségű adathalmazok alkalmat adnak a honnan–hová mozgások pontos megismerésére. Három olyan adatforrás áll rendelkezésre, amelyek alkalmasak voltak szinte teljes körűen a mozgások feltérképezésére: a Vasúti Pályacapacitás-elosztó Kft. a kiadott/megvalósult menetvonalokról, a MÁV és a GySEV adatrendszere a beszedett pályadíjakról, valamint a MÁV Szállítá irányítási Információs Rendszere (SZIR) a teherkocsik/vonatok mozgásáról. Hiányoztak azonban az információk a határt átlépő forgalomról. Ezért hasonlóan a személyforgalomhoz, itt is egy kiegészítő interjús megoldást kellett alkalmazni annak érdekében, hogy a jelentős forgalmat lebonyolító vasúti operátorok export-import-tranzit forgalmához – a saját érdekvédelmi szervezetének, a Hungrail Magyar Vasúti Egyesülésnek a közreműködésével – adatokhoz jussunk, és folytatni lehessen a vonatok virtuális útját a határokon túlra is.

2. A VASÚTI SZEMÉLYFORGALOM FELMÉRÉSÉNEK ADATRENDSZERE

Az általános módszertani megállapításokból következik, hogy rendelkezésre állt egyrészt a viszonylati jegyek teljes körű adatállománya, másrészt az utaskikérdezések állománya, és ezek együttesen képezték a célforgalmi vizsgálat alapját.

A MÁV-START által rendelkezésünkre bocsátott 2016. évi jegy- és bérletadási adatokból a havi lefolyások elemzésével kiválasztásra került a célforgalmi szempontból mértékadónak tekinthető két őszi hónap, október és november; majd a kéthavi adatok leválogatásával meghatározhatóvá váltak megfelelő megbízhatósággal az átlagos munkanapi állomások/megállóhelyek közötti honnan–hová utazások. Feltételeztük, hogy a havi bérlettel 26 oda és 26 visszautazás történik havonta, a félhavival ennek fele; a menettérti jegy egy oda és egy visszautazást jelent.

A vonaton és állomásokon a kikérdezés egy erre a célra kidolgozott célforgalmi felméréslappal történt, ami hasonló volt ahhoz, amit az autóbusz-közlekedésnél alkalmaztak (ld. külön cikkben). Így lehetővé vált nemcsak alágazatokra, hanem az egész helyközi közforgalmi közlekedésre vonatkozó célforgalmi mátrix létrehozása is. A vasúti célforgalmi felvétel során több mint 33 ezer fő kikérdezés és adatainak feldolgozása történt meg, amiből mintegy 11 ezer fő a budapesti agglomerációra jutott. Ez a mennyiség megközelítőleg 8%-os munkanapi mintavételnek felel meg hálózati átlagban, amely jelentős szórásokat mutatott; a kisforgalmú vonatokon szinte teljes körű volt a mintavétel, míg a nagy forgalmú budapesti elővárosi vonalakon ez az érték 2–4% volt. A távolsági forgalomban 1124 vonaton történt kikérdezés, összesen 1945 munkaóra alatt, míg a budapesti elővárosi forgalomban 418 vonaton 941 munkaóra alatt.

2.1. Módszerek, adattisztítás

Az országos személyszállítási vasúti mátrix előállítására kapcsán a TEN-T hálózatok utasforgalmi nyomon kísérése kiemelt jelentőség-

gel bírt. A mátrix eredménye egy jellemző őszi hétköznap honnan–hová utasáramlatának utasfőben történő kifejezése az egyes hazai települések között. A korábbi felmérésekből tudjuk, hogy az éves utasforgalom szezonális eltéréseket rejt magában, de kisebb mértékben ugyancsak létezik hónapon belüli ingadozás, akárcsak időjárásfüggő módváltási eltérés is. A héten belüli forgalomban az egyes munkanapok között is megfigyelhető eltérés, ezért törekedtünk a hosszabb távú tömeges utazásokat nem tartalmazó kedd-szerda-csütörtöki napokon történő célforgalmi adatfelvételre, amelyet néhány eseti jelleggel hétfői pótfelméréssel is kiegészítettünk. A szolgáltatatóktól kapott viszonylati jegystatisztikai adatokból pedig megfelelő adattisztítási és -szűrési feltételekkel állítottuk elő a mértékadó őszi munkanapi forgalmat.

A díjmentesen utazók adatainak becsléséhez támpontot nyújtott a MÁV-START 2011. évi regisztrációs jegykiadásának viszonylati összesítése, ami megfelelő alapnak bizonyult az egyes vonalakon és viszonylaton utazók között az ingyenesen utazók számának becsléséhez az erre a célra kifejlesztett algoritmus alapján. A díjmentesen utazók aránya hálózatilag megközelítőleg 7-8%-ra volt tehető a 2011-es évre teljes egészében kötelező regisztrációs jegyek alapján. A KTI által elvégzett 2016. október-novemberi célforgalmi számlálás alkalmával a kikérdezett utasok 15%-a volt 65 éven felüli. Ez a jelentős eltérés elsősorban a kikérdezési minta szórásával magyarázható, mivel a főként az ingázó dolgozók és diákok által igénybe vett elővárosi vonalakon alacsonyabb az idősek aránya, viszont a főleg vidékies, előregedő térségeket feltáró kisforgalmú mellékvonalakon gyakorlatilag teljes körű kikérdezés valósult meg a vonaton utazó, az átlagnál idősebb utazóközönség körében.

A szolgáltatók által átadott jegystatisztikai adatbázisból a 2016. október-november hónapokban értékesített összes munkanapi viszonylati jegyből, valamint a havibérletekből az érvényes statisztikai elszámolás szerint 26 irányonkénti (26 oda-vissza vagy 52 utazás) irat képeztünk. A 2008-as felvételnél volt vasárnapi utaskikérdezés is [1][2], ezért az akkori eredm-

nyeket alapul véve és a KTI Személyközlekedési Igazgatóságával (SZI) egyeztetve a bérletes utasokhoz tartozó utazásokat 90%-ban a munkanapok utazásainál vettük figyelembe.

2.2. Eredmények

A végeredményként létrejött munkanapi bel-földi településközi vasúti utasforgalmi mátrix az összesen 45 030 legalább évi egy utasfővel rendelkező viszonylat közül 28 118 viszonylatra tartalmaz értelmezhető (>0,1) utasfő értéket. Ez az elméletileg lehetséges településközi vasúti utazási relációk ($n=858$ település, $n(n-1)/2$) mintegy 7,65 százaléka (évi legalább 1 utas esetén 12,25%).

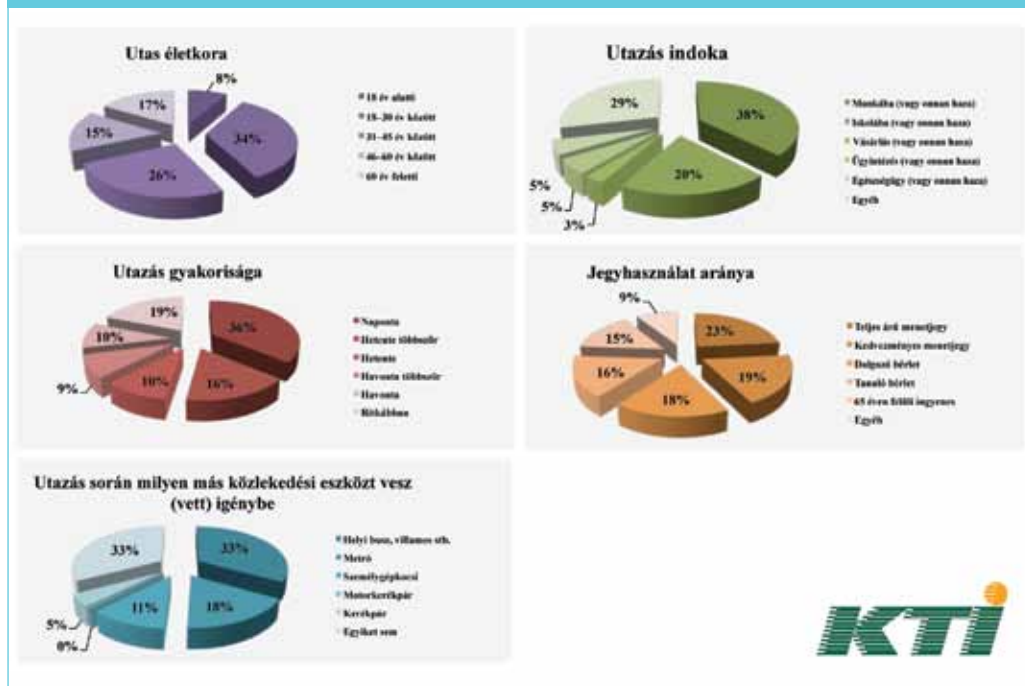
A felmérés során, a vonatszerelvényeken összesen 33 733 fő kikérdezett utas (a teljes napi utasforgalom közel 8%-a) utazási szokásjellemzőiről kaphatunk információt, amelyből 25 593 fő utazott a TEN-T hálózat valamelyik elemén. A különböző szempontú elemzések eredményeit az 1. ábra szemlélteti.

A TEN-T hálózati vizsgált mintában a nők aránya 53%. Minden harmadik utas a 18–30 év közötti korosztályba tartozik, a 60 év felettiek az utazóközönség 17%-át alkotják.

Az utazás indokára vonatkozó kérdésben a válaszadók több mint fele munkába, illetve iskolába vagy onnan hazautazás céljából veszi igénybe a vasutat. Az ügyintézésrel és egészségügyi ellátással kapcsolatos utazók száma megegyezik (5-5 % az arányuk). Az egyéb célú utazások aránya 29%, ebbe a kategóriába sorolhatók a látogatás célú, valamint a szabadidő és turizmus célú utazások.

Az utazás gyakoriságára vonatkozó kérdésben az utazások több mint fele rendszeresnek tekinthető. A hetente, havonta többször és a havonta ismétlődő utazások aránya közel azonos arányt mutat. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a kikérdezettek többsége rendszeres, jellemzően hivatásforgalmi célból és utazási célját közvetlenül elérve utazik a vasúthálózaton. A jegyhasználati kérdésekből

1. ábra: A 2016. évi vasúti utaskikérdezések főbb eredményei



kiderült, hogy minden harmadik kikérdezett rendszeresen hivatásforgalmi célból utazik, bérlettel veszi igénybe a szolgáltatást. A teljes árú menetjeggyel utazók aránya 23%, míg minden ötödik kikérdezett utas kedvezményes menetjegyet vált, és a 65 év felett ingyen utazók aránya eléri a 15%-ot.

A mintegy 15%-os részesedéssel rendelkező helyközi átszállásos utazások tekintetében jellemzőek a vasút–vasút kapcsolatok (ennek oka a közvetlen vasúti kapcsolatok hiánya egyes relációkban), míg az átszállásokon belül 15,6%-os arányban módváltás történik, azaz az utas a helyközi közforgalmú autóbusz-közlekedés menetrend szerint közlekedő járatát is igénybe veszi utazási céljának elérése érdekében. Kettőnél több átszállás a helyközi forgalomban 1% alatti részesedéssel bír a vizsgált mintában.

Az utasok fele helyi közlekedést is igénybe vesz a vasútállomás eléréséhez: közülük minden harmadik a budapesti metrót (is) igénybe veszi az utazása során. A kikérdezettek 33%-a egyéb módon (pl. gyalog) jut el a vasútállomásra. Minden tizedik utas a teljes utazását tekintve személygépkocsit, minden huszadik kerékpárt is igénybe vesz utazása során. Ezek az arányok felhívják a figyelmet a P+R és B+R parkolók jelentőségére. A motorkerékpárral (is) utazók száma elenyésző.

A közforgalmú közlekedési adatfelvételek nyomán kifejezetten az átszállásos utazásokat tekintve a főbb vasút és helyközi autóbusz közötti átszállási helyek (zárójelben a ráhordó autóbuszjáratok által érintett fontosabb települések felsorolása) jellemzően Budapesten, valamint Békéscsabán (Gyula), Győrben, Nyíregyházán, Baracsán (Kajászó, Vál), Martonvásáron (Gyúró, Tardos, Ráckeresztúr), Monoron (Bénye, Gomba, Pánd), Tápíószecon (Tápíóság, Tóalmás) azonosíthatók.

Az adatfelvétel alapján a vasút–vasút közötti nagyobb átszálláspontok – amelyek jellemzően a regionális vasúti átszálláspontok szerepét töltik be – a következők: Budapest, Békéscsaba, Debrecen, Dombóvár, Füzesabony, Győr, Hatvan, Kaposvár, Miskolc, Nyíregyháza, Székesfehérvár, Szolnok, Szombathely és Tataháza.

A külföldről érkező vagy oda tartó, nemzetközi közvetlen vasúti utazások céljai jellemzően szomszédos országok városai Bécs (A), Salzburg (A), Linz (A), de München (D) is jelentős úti célja például a Railjet nemzetközi vonatszerelvényeknek, ugyanakkor Csap (UA) és Kassa (SK) települések esetében is van – jelentősnek nem mondható, – de mérhető utasforgalom a vasúton.

3. ÁRUSZÁLLÍTÁS

A célforgalmi adatfelvételek (OCF) közé tartozó adatgyűjtések és felmérések köre a jelenlegi felmérésig nem terjedt ki a vasúti áruszállításra. Ebből kifolyólag a korábbi felmérésektől eltérően, jelen esetben egy teljesen új szakmai kihívásként kellett a feladatot kidolgozni. A korábbi hazai szakirodalomban azonban több forrás is foglalkozott a témakörrel, amelyek közül megemlíthetők Krajcok Gyula gazdaságkörtetéséhez kapcsolatos munkái az ötvenes évektől kezdődően [3]. Az ezredfordulót követően a vasúti áruszállítás helyzetével foglalkozó több munka közül kiemelhető Berényi János átfogó kutatási jelentése [4], amely közlekedési módokként, megyei bontásban nyújt információt a főbb áruszállítási relációkról. A korábban egységesen kezelt adatállomány megismerése azonban az uniós kívánalmakból következő vasúti pályauzemeltetés, áru- és személyszállítás különválasztása, illetve az újonnan megjelenő magántulajdonú, piaci alapú áru fuvarozó vasúttársaságok üzleti érdekei miatt lényegesen megnehezült. A gyakran egymással nem kompatibilis adatállományokból a vasúti áruszállítás üzemi szempontjait is figyelembe kellett venni, ami gyakran egy-egy rendező pályaudvar elosztó-rendező szerepében nyilvánult meg, mint a mátrixokban megjelenő főbb árukibocsátó és -fogadó pont. A Magyarországon működő két pályavasúttal (GYSEV, MÁV), valamint a pályakapacitás-elosztóval (VPE) folytatott egyeztetések nyomán létrejött nyers hazai vasúti áruforgalmi adatokat az országhatáron túli célpontok pontosabb megismerése érdekében – a Hungrail Magyar Vasúti Egyesülést külső szakértőként megbízva – a tíz legjelentősebb áruszállító társaság anonim kérdőíves kikérdezésével pontosítottuk.

3.1. Adatok

A vonatforgalmi mátrixok elkészítése kapcsán a KTI képviselői személyes egyeztetést folytattak az érintett hazai pályavasutakkal, és ennek eredményeként kaptak adatokat a vonatforgalommal kapcsolatosan. Fontos tényező, hogy az egyes adatforrások eredetileg mind más és más célokat szolgáló adatbázisokból kerültek leválogatásra, ezért jelentős további tisztítási, harmonizálási munka hárult a KTI munkatársaira. Az adattisztítás és elemzés azt eredményezte, hogy a MÁV pályavasúttól érkezett elegyáramlati statisztika alkalmas a további feldolgozásra. Ez tartalmazza ugyanis az adott szolgálati helyek közötti kocsimennyiséget, elegytonnát, árutömeget, illetve a rakott vagy üres állapotot. Szükséges felhívni a figyelmet arra, hogy ezek az adatok azonban vonatszámokhoz kapcsolódó igényenkénti bontásban állnak csak rendelkezésre és nem vonatonkéntiben. Emiatt az áruforgalmi mátrix előállításához jól használható, azonban a vonatonkénti bontás hiánya miatt a pályakapacitás lekötésének mértékét nem mutatja. E hiányosság kiküszöbölése érdekében a KTI a vasúti pályakapacitás-elosztótól kért és kapott megfelelő további adatforrást.

A VPE-től érkezett nyers adatforrásból származó adattáblák havi bontásban, vonatszinten tartalmaztak adatot, igényelt menetvonalanként, amelynek közel 17%-át – túlnyomó többségükben üzemi- és tehervonatokként – mondták le. Összességében a kért és leközlekedtetett menetvonalak mintegy 20%-a volt nemzetközi vagy belföldi tehervonathoz köthető. Az adattáblában szereplő egyéb nem releváns adatok leválogatásra kerültek. Ezt követően a relációnkénti aggregálás történt meg és településekhez, valamint forgalmi körzetekhez rendelve állt elő a vonatforgalmi mátrix, amely az egy hónap alatt leközlekedett vonatokat tartalmazta. A vasúti áruszállítás sajátosságai miatt számos rakodási pontot csak havi 1-2 (tolató) vonattal szolgált ki, ezen adatoknak a napi szintű értelmezése nem biztosítható. A másik hazai illetőségű pályavasúti társaság, a GYSEV nyilvántartása a MÁV-val szemben vonalankénti, ami megnehezíti a valós relációk „összszeláncolását”, viszont vonatonkénti adatot

tartalmaz az egyes szerelvények tömegéről és a szállított áruk mennyiségéről.

A fent leírt adatszolgáltatás alapján előállt országos vasúti célforgalmi mátrixot a tíz legnagyobb árufuvarozó kérdőíves kikérdezésen alapuló adataival egészítettük ki a nemzetközi viszonylatok tekintetében.

Fontos kiemelni, hogy a két pályavasút adatbázisa egyöntetűen nem tartalmaz arra vonatkozó információt, hogy az adott vonatot melyik árufuvarozó vasúti társaság közlekedtette, azonban ez a honnan–hová mátrixok szempontjából nem is lényeges, így sikerült üzleti érdeket nem sértve előállítani a célforgalmi mátrixot.

3.2. Módszerek, adattisztítás

A módszertan kialakítása kapcsán számos nemzetközi szakirodalmi forrás figyelembevételével nyilvánvaló volt, hogy a hivatalos statisztikai szervezetek, elsősorban az Eurostat által jórészt aggregáltan kezelt áruszállítással kapcsolatos adatokra nincs egységesen alkalmazható adat-szabvány és specifikáció a honnan–hová adatok kezelésére [5]. További fontos tényező, hogy az adatgazda, adatkezelő és a felhasználási feltételek, valamint gyakran az adathoz hozzáférhetőséget biztosító szabályozás sincs egyértelműen lehatárolva [6].

A VPE menetvonal-igénylési statisztikái alapján egyértelműen az október hónap lett a mértékadó áruszállítási szempontból, ezért 2015 októberére kértünk adatszolgáltatást.

A KSH hivatalos adatai szerint [7] 2015-ben a magyar vasúthálózaton a vasúti árutonnaforgalom 71%-a, míg az árutonna-kilométer teljesítmény 82%-a tekinthető nemzetközi forgalomnak. A Hungrail közreműködésével készült kérdőíves felmérés adattömege a teljes nemzetközi forgalom mintegy 76%-át fedte le. A cégek egy része üzleti titokra hivatkozva vagy teljes egészében megtagadta az adatszolgáltatást, vagy szóbeli ígérete és többszöri sürgetés ellenére sem küldte meg adatait. Ez alapján az összesített táblázatban szereplő vonatforgalmi adatok a teljes vasúti áruforgalom 69,9%-át reprezentálják.

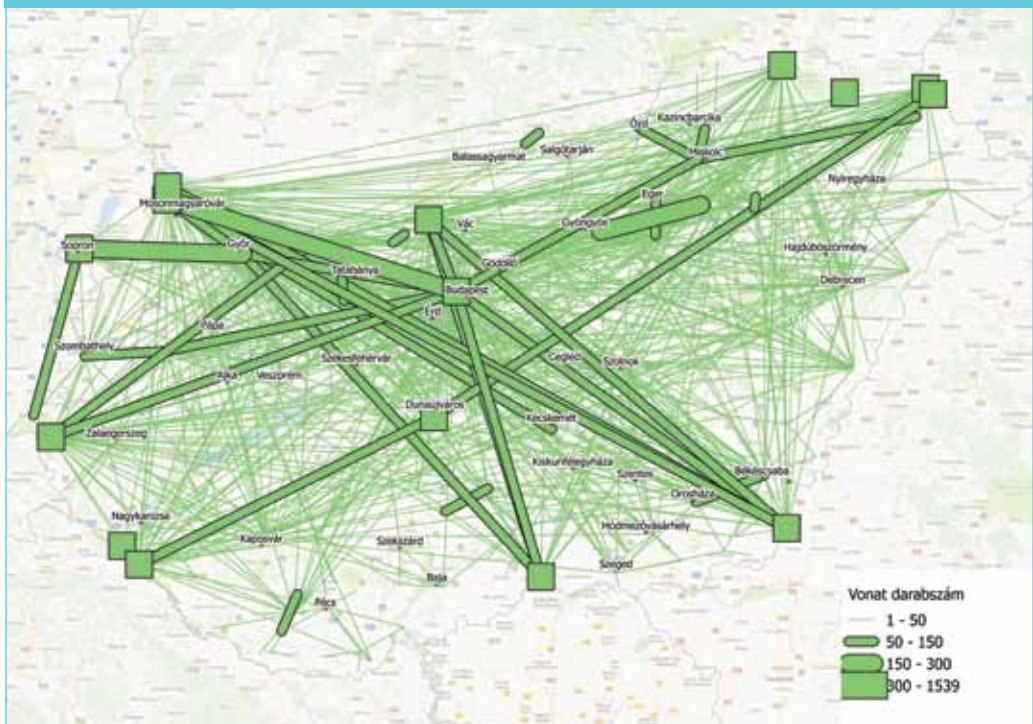
3.3. Eredmények

A vasúti áruszállítás mintegy 85%-ban halad a hazai TEN-T törzs- és átfogó hálózat valamely szakaszán. Néhány nagy forgalmú árufeladási hely pedig közvetlen szárnyvonalakkal kapcsolódik ezekre (például Visonta, Kalocsa-Foktő). A KSH szerint a vasúti áruforgalom 71%-a tekinthető nemzetközi szállításnak, ami lényegesen magasabb érték a közúti alágazathoz képest [7]. A helyzetet jól jellemzi, hogy a nemzetközi forgalom 77%-a uniós országok felé irányult. Ezen belül a tranzitforgalom is jelentős: árutonnában 20%, árutonna-kilométerben 30% volt 2015-ben. A legjelentősebb uniós célországok Ausztria, Németország, Szlovákia, Románia, Olaszország, Horvátország, Csehország, Szlovénia, az EU-n kívül pedig Oroszország és Ukrajna (főleg nyersanyag-behozatal miatt). Tranzitforgalomban jelentős még a román–len-

gyel irány, az osztrák, a német és a görög (pireuszi kikötő) szerbiai útirányon lebonyolított forgalma mellett. Ez belföldön a Lőkösháza–Hegyeshalom/Sopron, Lőkösháza–Szob, illetve Kelebia–Hegyeshalom/Sopron és Kelebia–Szob tranzitforgalmakban jelenik meg legerőteljesebben. Emellett egyre jelentősebb a 25–20–30-as TEN-T törzshálózatot igénybe vevő (nagy részét a koperi kikötőből induló) szlovén átmenet (Őrihodos) BILK/Szabadkikötő irányú forgalma mellett a 11-es áruforgalmi korridor használó szlovák tranzit komáromi és növekvő rajkai kilépéssel.

Következésképpen a legforgalmasabb vasúti határátmeneteink áruszállítás szempontjából szintén a TEN-T hálózat elemeinek határpontjai: Hegyeshalom, Lőkösháza, Szob, Őrihodos, Sopron, Komárom, Rajka, Hidasnémeti (2. ábra).

2. ábra: A magyar vasúthálózaton közlekedő tehervonat-forgalom honnan–hová viszonylatainak száma 2015 októberében



A térképen a határállomásokat a közeli nagyvárosok reprezentálják, úgymint Hegyeshalom esetében Mosonmagyaróvár, Őrihodos esetében Zalaegerszeg, Lőkösháza esetén Békéscsaba, Szob esetében pedig Vác. A térképen feltűnik több rövidebb, ám jelentős vonatforgalmat lebonyolító viszonylat, amelyek közül Gyöngyös és Eger közelében a 80-as Budapest–Miskolc TEN-T vasútvonal Nagyút és Mezőkeresztes–Mezőnyárád közötti szakaszát igénybe vevő bükkábrányi lignitbánya és a visontai hőerőmű közötti nyersanyagszállítás jelenik meg. Hasonlóan rövid, de jelentős forgalmú szakaszok találhatóak más nyersanyag-kitermelő helyek és a koncentrált feldolgozóüzemek, illetve a nagyobb rendező pályaudvarok között. Ilyenek Pécs mellett (Bükkösd–Királyszentistván cementgyár), valamint Kalocsa és Kiskőrös között (Foktői növényolajgyár) található. Nógrád megyében (a térképen Salgótarján és Balassagyarmat között) az Ipolytarnóc–Nógrádszalkál átmeneten megjelenő nagykürtösi szlovák tranzit jelentős még. A dunaujvárosi vasmű (Dunaferr) nyersanyag beszállításai Záhony felől, illetve a késztermék-kiszállítás Horvátország irányában, Gyékényesen keresztül is hagyományosan számottevő. Az 1-es fővonalon, illetve a 100, 140-es vonalat igénybe vevő kecskeméti, esztergomi (4-es vonalon kapcsolódik az 1-es TEN-T vonalra Almásfüzitőnél) és győri autógyárak Hegyeshalom/Sopron irányú nyugati forgalma is kiemelkedő. A fentiekén kívül a borsodi ipari üzemek Borsodchem, TVK záhonyi kapcsolata a 80-as TEN-T vasútvonalon emelhető még ki a Budapesten keresztüli nyugati irányú kiszállítás és a bánrévei (Ózd közelében) szlovák export reláció mellett. A Debrecenről délkeletre fekvő TEN-T átfogó hálózat részét képező jelentősebb biharkeresztesi belépőforgalom célállomásai sokrétűek, akárcsak a hidasnémeti átmeneté, amelyik Miskolc mellett Felsőzsolcánál kapcsolódik a TEN-T hálózatra.

4. JAVASLATOK

Az elvégzett munka során – amit már többször is jeleztük – nehézséget jelentett az amúgy különféle okok miatt rögzített adat-

halmazokhoz történő hozzáférés, valamint a jobbára szigetszerűen működő adatrendszerek közötti kapcsolat megtalálása és szükség esetén ezek összekapcsolása. Jelen feladat rávilágított arra, hogy a folyamatos adatszerzés érdekében és az általános jellegű, a KSH által gyűjtött közlekedési és szállítási adatokon túlmenően lehetőség van egy részletesebb helyközi vasúti személy- és áruszállítási adatbázis létrehozására, amely alkalmas a közlekedési szolgáltatások folyamatos figyelésére és alapos elemzésére.

Ennek megvalósításához javasolható, hogy a KTI szakmai bázisára támaszkodva jöjjön létre egy olyan forgalmi adatbank, amely a titkosítási és anonimitási eljárásokkal folyamatosan rögzítené a keletkező forgalmi adatokat, és a közúti gépjárműforgalmi adatok feldolgozásához hasonlóan a döntéshozók, tervezők és a közlekedési operátorok számára megfelelő információkat ad munkájuk jobb megalapozása érdekében.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Albert Gábor, Siska Miklós, Mártonné Fülöp Zsuzsanna, Tóth Árpád: Utasforgalmi felmérés a Közép-Magyarországi Régió közforgalmú közlekedésében. KTI Évkönyv 2008. Budapest, 2009: 24–28.
- [2] Albert Gábor, Tóth Árpád, Zsirai István: Utasforgalmi számlálás és kikérdezés a Nyugat-Dunán túli és a Dél-Alföldi Régió autóbusz és vasúti hálózatán. KTI Évkönyv 2007. Budapest, 2008: 28–35.
- [3] Erdősi Ferenc: A régiók közötti közlekedés fejlesztésének főbb irányai. Közlekedéstudományi Szemle 2006/8: 282–291.
- [4] Berényi János: Az áruszállítás regionális vonatkozásai. Közlekedéstudományi Szemle 2006/7: 256–262.
- [5] Hilde Meersman, Verena Charlotte Ehrler, Dirk Bruckmann, Ming Chen, Jan Francke, Peter Hill, Clare Jackson, Jens Klauenberg, Martin Kurowski, Saskia Seidel, Inge Vierth: Challenges and future research needs towards international freight transport modelling: Case Studies on Transport Policy 4 (2016) 3–8.

- [6] Gerard de Jong, Lori Tavasszy, John Bates, Stein Erik Grønland, Stefan Huber, Oskar Kleven, Peter Lange, Ole Ottemöller, Nora Schmorak: The issues in modelling freight transport at the

national level. Case Studies on Transport Policy 4 (2016) 13–21.

DOI:<https://doi.org/10.1016/j.cstp.2015.08.002>

- [7] A szállítási ágazat helyzete, 2015. KSH, (2016. december) 1-31.



Traffic destination surveys on the Hungarian rail network

Rapid development of information technology and its widespread use over the past few years have greatly facilitated the understanding of transport flows. This applies for the understanding of actual processes and events occurring in the rail transport system: for passenger traffic, for freight traffic, and for the train traffic on the network. In passenger traffic, the issuing of train tickets based on electronic databases, and in freight traffic, a nearly full range of electronic recording, processing and storing of the movements of trains, wagons, and goods (freights), create databases which offer a relatively precise definition of movements. In order to reveal all missing data that could not be extracted from these databases (or not with the necessary precision), a number of additional representative surveys had to be carried out. Through these, the most significant quantities and characteristics of rail transport have been identified.



Zielverkehrsforschungen auf dem ungarischen Eisenbahnnetz

Die rasante Entwicklung der Informationstechnologie und ihre weit verbreitete Nutzung in den vergangenen Jahren haben die Kenntnis der Verkehrsprozesse erheblich erleichtert. Dies gilt auch für das Verständnis der tatsächlichen Prozesse und Ereignisse des Schienentransportsystems: für den Fall des Personenverkehrs, des Güterverkehrs und des Zugverkehrs auf dem Netz. Die auf elektronischen Datenbanken basierende Fahrkartenverkauf im Personenverkehr und eine nahezu vollständige Datenerfassung, Datenverarbeitung und Speicherung von Bewegungen der Züge, Waggons und Gütern (Frachten) im Güterverkehr erstellen solche Datenbanken, die eine verhältnismäßig genaue Bestimmung von Quelle-Ziel-Bewegungen ermöglichen. Um diejenige fehlenden Daten kennen zu lernen, die aus diesen Datenbanken nicht oder nicht mit der notwendigen Genauigkeit entnommen werden konnten, mussten noch einige weitere repräsentative Datenerhebungen durchgeführt werden, mit deren Hilfe wurden die bedeutendsten Mengen und Merkmale des Schienenverkehrs identifiziert.

E számunk lektorai

Dr. Fleischer Tamás
Dr. Gulyás András
Dr. Katona András
Dr. Koren Csaba

Köller László
Dr. Mocsári Tibor
Dr. Prileszky István
Dr. Vörös Attila

Dr. Zsirai István

A közlekedési szokásjellemzők alakulása, hatásuk a személygépkocsi-forgalomra

Az új Országos Célforgalmi Mátrix (OCM-2016) személygépkocsi-rétegének megalapozását szolgáló háztartási megkérdezések alapján megállapítható, hogy a lakosság közlekedési szokásai számos aspektusból figyelemre méltóan megváltoztak a 2008-as hasonló felmérés óta eltelt időben. Nőtt a személygépkocsival megtett helyközi utazások átlagos hossza, csökkent ugyanakkor a személygépkocsik telítettsége. Az utazók közlekedési eszköz választásában, illetve a helyközi utazások indokaiban nem tapasztaltunk jelentős átrendeződést, s a helyközi utazások gyakorisága sem változott szignifikánsan.

DOI 10.24228/KTSZ.2017.5.4

Dr. Siska Miklós – Szűcs Hajnalka

e-mail: siska.miklos@kti.hu

1. BEVEZETÉS

A közlekedési szokásjellemzők – mint ahogyan az emberek szokásai általában – változnak az idők folyamán. Ugyanakkor a szokások átalakulása általában lassabb, mint pl. a divatirányzatok akár évenkénti módosulásai. A szokások az idő előrehaladtával egyenesen tradícióvá „merevedhetnek”.

A közlekedési szokások egy része, mint például a még elfogadott napi ingázási idő kimondva-kimondatlanul tradíciónak tekinthető. Megfigyelhető, hogy térben és időben is – akár egymástól távol fekvő területeken is – érvényes az a megfigyelés, hogy a napi hivatásforgalomban eltöltött idő az esetek döntő hányadában nem haladja meg egy-egy irányban az egyórás időtartamot. A régi korok embere sem tudott több időt szánni munkahelye megközelítésé-

re egy óránál, s a mai megapoliszok lakosai is legfeljebb ennyi időt fordítanak a munkába járásra [1–2].

Természetesen igaz ez Magyarországon is a fővárosban, a falvakban, közforgalmú közlekedési eszközt vagy egyéni közlekedési módot választva, az utazók általában legfeljebb hatvanpercnyi távolságból közelítik meg munkahelyüket, iskolájukat¹. A nap régen is és ma is csak huszonnégy órából áll mindenkinek, ha ebből két óránál többet töltenének utazással, akkor vagy a munkára, vagy a pihenésre nem maradna elegendő idő. Ugyanakkor az átlagos utazási sebesség emelkedése sokszorosára növelheti egy-egy vonzásközpont körül az ingázó öv kiterjedését.

A közlekedési szokások egy másik része viszont egyénenként és nagy tömegben is vi-

¹ Az Országos Célforgalmi Adatfelvétel lebonyolítása, a célforgalmi mátrix létrehozása. Kutatási jelentés. Témafelelős: Albert Gábor. KTI, 2010

szonylag gyorsan módosulhat. Ilyen lehet például az ügyintézésre, vásárlásra fordított idő. Az internetes alkalmazások térhódításával egyre több dolgot lehet a számítógéppel intézni: banki és állampolgári ügyek, adózás, vásárlás stb. S ezekkel az alkalmazásokkal nem csak a hivatali sorban állás ideje, de az iroda elérésének ideje is megtakarítható. S ami ezzel együtt jár, az adott célú utazások aránya csökkenhet az összes helyváltoztatáson belül [3].

Nemcsak az utazások indoka, de az összes utazáson belül a közlekedési módok egymáshoz viszonyított aránya is átalakuláson megy át az idők folyamán. Gondoljunk csak arra, hogy az európai légtér liberalizációja nyomán megjelenő ún. „fapados” légitársaságok hogyan alakították át az utazási szokásokat [4]. Milyen dinamikusan megnőtt például a néhány napos városlátogatások iránti kereslet, vagy mennyivel többen utaznak repülőgéppel nyaralni személygépkocsi helyett. (S persze személygépkocsit bérelnék úti céljukon.) Ugyanígy a nagysebességű vasúti hálózat kiépülése is jelentős befolyással van a közlekedési mód megválasztására, versenyképessé téve a kötöttpályás közlekedést a személygépkocsival, illetve a rövid (500–800 km-nél rövidebb) repülőutakkal szemben is.

A közlekedési szokásjellemzők fontos elemei a közlekedési áramlások modellezésének és előrejelzésének. Éppen ezért szükséges nyomon követni alakulásukat, hiszen ha nem vesszük figyelembe ezeket a változásokat, akkor könnyen téves következtetésekre juthatunk sokmilliárdos infrastruktúra-beruházások előkészítése során.

Az ismertetés a következő módon épül fel: bemutatjuk az alkalmazott módszertant, a felmért járások népességének jellemzőit, közlekedési szokásait, valamint a 2008. és 2016. évi háztartási megkérdezések alapján a közlekedők helyközi mobilitásának, módválasztásának, utazásai indokainak és gyakoriságának alakulását, változásait. Az írást a tanulságok összefoglalása zárja.

2. MÓDSZERTAN

2008-ban, a Bevezetésben hivatkozott munkához átfogóbb vizsgálatot végeztünk. Akkor az ország – Budapesten kívüli területének – közel felét be tudtuk vonni felmérésünkbe. Mintegy 24 ezer háztartásban több mint 52 ezer személyt kerestek fel a kérdezőbiztosok. 2016-ban a rendelkezésünkre álló források ennél jóval kisebb arányú kikérdezést tettek csak lehetővé, így mindössze 16 olyan járásban végeztünk háztartási kikérdezést, amelyekben 2008-ban is felmértük – többek között – a lakosság közlekedési szokásait. Ennek megfelelően a felkeresett háztartások és személyek száma is jóval kevesebb volt, mindössze 4707 háztartás 9281 tagját kérdeztük meg. A felmérésbe bevont járásokat és településeket azonban ezúttal is úgy választottuk meg, hogy mintánk változatlanul tükrözze az ország egészére jellemző arányokat.

A háztartási kikérdezések során megkérdezettek – a kikérdezendő háztartások véletlenszerű kiválasztásából következően – nem minden szociológiai jellemzőjük szerint tükrözik pontosan a felmért járások teljes lakosságát. Éppen ezért az egyes válaszadók neme, kora stb. alapján súlyozni kellett a kapott válaszokat. Az így kialakított adatbázisunk alapján képeztük a különböző viszonyszámokat. Így a súlyozott adatok már nem, kor és a lakóhely típusa szerint is pontosan adják vissza a megkérdezett járások lakosságára jellemző arányokat.

A felkeresett háztartások tagjainak csak a kérdezést megelőző napon lebonyolított utazásaira voltunk kíváncsiak. Korábbi adatfelvételeinkből tudjuk ugyanis, hogy az emberek általában még az előző napi utazásaikra sem emlékeznek mindig pontosan, s ahhoz képest még további kb. 30%-os adatvesztéssel kellene számolnunk akkor, ha a kérdezést két nappal megelőző utazásaikat is kérdeztük volna. A válaszadóknak többek között az utazás kiinduló és céltelepülését, utazásuk kezdetének óráját, az utazás indokát, a használt közlekedési eszközt, személygépkocsi esetén a díjfizetés útszakasz igénybevételét és a használt „matricát” kellett megadniuk a szokásos személyes adatokon felül (nem, életkor, gazdasági aktivitás, iskolai végzettség stb.)

A súlyozott válaszok alapján számítottuk mintánkban az egyes közlekedési szokásjellemzőket. Az egy főre jutó mobilitási adatokat, illetve az utazások közlekedési módok szerinti megoszlását hasonlítottuk össze egyes járásokban a 2008. évi, hasonló tartalommal elvégzett felmérésünk eredményeivel. Emellett vizsgáltuk a kapott adatok átlagos értékeit és az egyes jellemzők szórását.

Mivel korábbi és mostani felmérésünkben a háztartások és a megkérdezett személyek kiválasztásának módszere és az alkalmazott kérdőív is majdnem azonos volt, az eredményeket a jól ismert statisztikai próbákkal hasonlíthatjuk össze. Ennek során H_0 hipotézisünk minden esetben az volt, hogy a két különböző időpontból származó felmérés átlagos értéke és szórása nem tér el egymástól szignifikánsan, alternatív H_1 hipotézisünk pedig az volt, hogy a két minta (hiszen a felmérések eredménye minden esetben az egyes járások lakosságára vonatkozóan csak mintának tekinthető) átlaga és szórása is szignifikánsan eltér egymástól. A hipotézisek ellenőrzésére a statisztikában jól ismert t-próbát és F-próbát alkalmaztuk.

Mivel az eredményeket befolyásoló tényezőkre is kíváncsiak voltunk, a hipotézisellenőrzést a válaszadók többféle szociológiai szempont szerinti szegmentálása után is elvégeztük. Azt kerestük ugyanis, hogy a különböző időpontokban végzett felmérések alapján számított közlekedési szokásjellemzők azonosságára, illetve különbözőségére hatással van-e a népesség demográfiai, aktivitási stb. összetételének változása. Más szavakkal: mik azok a tényezők, amelyek indokolják/magyarazzák a két különböző időpontban végzett felmérés alapján levonható következtetések eltérését, avagy egyezőségét.

3. A MINTÁKBAN SZEREPLŐ LAKOSSÁG JELLEMZŐI

Terjedelmi okokból a következőkben csak a 2016. évi megkérdezésekben szereplő háztartások és lakosság jellemzőit vizsgáljuk, a 2008. évi felmérés adatait korábbi írásokban mutattuk be (pl. [5]). Mivel az egyes járásokban mindkét időpontban csak a kikérdezendő

háztartások számát rögzítettük előre, a ténylegesen kapott válaszok száma természetesen némileg eltér egymástól az egyes járásokban. Tekintve, hogy mindegyik járásban elegendően nagy volt az átlagos háztartásnagyság (összességében 2,49 fő/háztartás, amely 2,13 fő/háztartás és 2,72 fő/háztartás között szóródott), mintánk megbízhatósága 95,1%–95,5% közötti.

1. táblázat: A 2008-ban és 2016-ban is felmért térségekben megkérdezettek megoszlása nemek szerint

Kistérség (2008) / Járás (2016)	Nő		Férfi	
	2008	2016	2008	2016
Ceglédi	53%	52%	47%	48%
Csornai	50%	50%	50%	50%
Gyáli	53%	51%	47%	49%
Hajdúszoboszlói	52%	53%	48%	47%
Hatvani	53%	50%	47%	50%
Kisbéri	54%	50%	46%	50%
Kunszentmiklósi	51%	49%	49%	51%
Marcali	52%	51%	48%	49%
Soproni	52%	51%	48%	49%
Sümegei	53%	50%	47%	50%
Szeged város	59%	53%	41%	47%
Szegedi	52%	50%	48%	50%
Székesfehérvár város	52%	58%	48%	42%
Székesfehérvári	53%	53%	47%	47%
Szekszárdi	52%	51%	48%	49%
Szerencsi	54%	51%	46%	49%
Összesen	53%	51%	47%	49%

Felmérésünket összehasonlítva a 2008. évi adatokkal azt állapítottuk meg, hogy a mintánkban szereplő járásokban kismértékben nőtt a férfiak (1. táblázat), illetve a fiatalabb (30 éves alatti) korosztályok aránya (2. táblázat). Ez utóbbi módosulás alapvetően az idősebb, 60 év fölöttiek terhére következett be. A változások – néhány járástól és korosztálytól eltekintve – azonban nem tekinthetők szignifikánsnak, általában a minták statisztikai hibahatárain belül maradnak.

2. táblázat: A 2008-ban és 2016-ban is felmért térségekben megkérdezettek megoszlása életkori csoportok szerint

Kistérség (2008) / Járás (2016)	6 – 18 éves		19 – 30 éves		31 – 45 éves		46 – 60 éves	
	2008	2016	2008	2016	2008	2016	2008	2016
Ceglédi	13%	17%	14%	14%	22%	21%	22%	20%
Csornai	10%	16%	12%	15%	21%	22%	24%	20%
Gyáli	9%	17%	16%	15%	22%	23%	24%	21%
Hajdúszoboszlói	10%	12%	17%	18%	21%	22%	18%	23%
Hatvani	8%	15%	15%	13%	20%	20%	22%	22%
Kisbéri	4%	11%	22%	20%	15%	24%	29%	21%
Kunszentmiklósi	13%	17%	13%	13%	21%	23%	20%	19%
Marcali	14%	11%	16%	15%	17%	22%	24%	22%
Soproni	10%	11%	16%	16%	22%	25%	21%	23%
Sümegei	13%	11%	14%	16%	20%	23%	20%	25%
Szeged város	12%	13%	11%	22%	21%	20%	16%	21%
Szegedi	8%	19%	12%	12%	31%	25%	19%	20%
Székesfehérvár város	9%	16%	11%	14%	27%	25%	28%	19%
Székesfehérvári	11%	14%	12%	16%	20%	22%	24%	24%
Szekszárdi	12%	14%	13%	15%	20%	22%	23%	23%
Szerencsi	15%	16%	12%	18%	22%	21%	19%	19%
Összesen	11%	14%	14%	16%	21%	22%	22%	21%

Össességében feltételezhetjük, hogy a minták eltérő nemek és életkorok szerinti összetételének változása nincs statisztikailag értékelhető hatással a közlekedési szokásjellemzők későbbiekben leírt, a minták alapján feltételezhető

módosulásaira. (Ne feledkezzünk meg közben természetesen arról, hogy mintáink mindkét időszakban – a súlyozás révén – hűen tükrözik a szóban forgó járasok teljes lakosságának jellemzőit!)

3. táblázat: A 2008-ban és 2016-ban is felmért térségekben megkérdezettek megoszlása iskolai végzettségük szerint

Kistérség (2008) / Járás (2016)	Általános iskola		Szakmunkás képző		Középfokú iskola		Felsőfokú iskola	
	2008	2016	2008	2016	2008	2016	2008	2016
Ceglédi	35%	35%	31%	35%	25%	25%	9%	5%
Csornai	36%	31%	33%	34%	23%	23%	8%	12%
Gyáli	28%	39%	33%	33%	36%	21%	2%	6%
Hajdúszoboszlói	38%	45%	30%	31%	24%	17%	8%	7%
Hatvani	38%	39%	28%	26%	25%	26%	9%	9%
Kisbéri	33%	37%	26%	33%	29%	23%	12%	7%
Kunszentmiklósi	46%	54%	31%	30%	18%	12%	5%	4%
Marcali	51%	49%	25%	23%	18%	21%	7%	6%
Soproni	31%	35%	27%	29%	28%	27%	15%	9%
Sümegei	41%	41%	34%	25%	19%	27%	6%	7%
Szeged város	25%	26%	28%	22%	35%	42%	12%	10%
Szegedi	24%	34%	43%	28%	27%	31%	6%	7%
Székesfehérvár város	16%	25%	18%	21%	43%	37%	23%	18%
Székesfehérvári	40%	40%	31%	38%	20%	19%	10%	4%
Szekszárdi	33%	40%	26%	33%	27%	17%	14%	10%
Szerencsi	47%	46%	20%	30%	23%	20%	11%	5%
Összesen	35%	39%	29%	29%	26%	24%	10%	8%

Ellentétben a nemek és életkori csoportok szerinti megoszlással a vizsgált járásokban (legálábbis a megkérdezéseink alapján) a lakosság iskolai végzettség szerinti megoszlása egyes esetekben olyan jelentős mértékben megváltozott (3. táblázat), hogy feltételezhetjük azt is, hogy a közlekedési szokásjellemzők nyolc év alatt bekövetkezett módosulása részben ezzel is magyarázható. A 16 járásból csak 5 olyan, ahol a megkérdezettek iskolai végzettség szerinti megoszlásában bekövetkezett módosulás egyik kategóriában sem éri el a szignifikanciaszintet. A legnagyobb változások a legfeljebb általános iskolai végzettségűek arányának növekedésében és a középfokú végzettségűek arányának csökkenésében figyelhetők meg.

Az életkori csoportok és a különböző iskolai végzettségű szegmensek közötti átrendeződések természetesen megmutatkoznak a megkérdezettek gazdasági aktivitás szerinti megoszlásában bekövetkező módosulásokban is. Mintáinkban jelentősen megnőtt a tanulók és a fizikai foglalkoztatottak aránya, míg a nyugdíjasok részesedése figyelemre méltó mértékben csökkent. Egyes járásokban számottevő mértékben csökkent a szellemi foglalkozásuk

hányada (4. táblázat). Tekintve, hogy jelen felmérésünk igazolta az eltérő gazdasági aktivitású csoportok mobilitásának eltérését egymástól, a megkérdezettek körében ezen a téren bekövetkező változások is magyarázhatják az átlagos mobilitás változásait.

4. A KÖZLEKEDÉSI SZOKÁSJELLEMZŐK VÁLTOZÁSAI 2008 ÉS 2016 KÖZÖTT

Az első és legfontosabb megállapításunk az, hogy a helyközi mobilitás a megkérdezett járások lakosságának körében jelentősen megváltozott 2008. évi kikérdezésünkkel összehasonlítva. A megkérdezések alapján azok aránya, akik egyáltalán nem utaztak el lakóhelyükről másik településre (2008-ban: 54% – 76% között) növekedett az elmúlt években (2016-ban: 55% – 82% között). Természetesen ezzel párhuzamosan mérséklődött a más településekre elutazók aránya, közöttük az ingázásra is jellemző napi kétszeri helyközi utazást lebonyolítóké csökkent leginkább. Ebben élen járnak a Sümegi, a Soproni, a Szerencsi, a Hatvani és a Csornai járások lakói, valamint Székesfehérvár városának polgárai.

4. táblázat: A 2008-ban és 2016-ban is felmért térségekben megkérdezettek megoszlása gazdasági aktivitásuk szerint

Kistérség (2008) / Járás (2016)	Tanuló		Szellemi fogl.		Fizikai fogl.		Inaktív		Nyugdíjas	
	2008	2016	2008	2016	2008	2016	2008	2016	2008	2016
Ceglédi	16%	27%	12%	6%	25%	31%	10%	7%	38%	29%
Csornai	13%	24%	9%	10%	31%	30%	7%	6%	39%	29%
Gyáli	11%	25%	28%	10%	20%	31%	7%	12%	35%	23%
Hajdúszoboszlói	15%	23%	8%	10%	22%	29%	13%	14%	43%	24%
Hatvani	12%	22%	7%	9%	27%	31%	10%	6%	45%	32%
Kisbéri	13%	19%	15%	12%	29%	31%	7%	10%	36%	27%
Kunszentmiklósi	17%	22%	7%	5%	27%	32%	10%	13%	40%	28%
Marcali	16%	19%	9%	11%	23%	23%	13%	15%	38%	32%
Soproni	13%	20%	15%	12%	26%	31%	6%	11%	39%	26%
Sümegi	16%	24%	8%	14%	25%	25%	10%	11%	41%	26%
Szeged város	17%	26%	15%	15%	17%	24%	5%	9%	46%	26%
Szegedi	11%	28%	19%	14%	29%	25%	3%	8%	38%	25%
Székesfehérvár város	12%	21%	25%	24%	28%	20%	4%	6%	31%	29%
Székesfehérvári	12%	23%	12%	7%	31%	36%	7%	11%	38%	23%
Szekszárdi	14%	21%	15%	10%	22%	29%	7%	10%	42%	31%
Szerencsi	18%	26%	12%	7%	19%	24%	14%	15%	38%	29%
Összesen	14%	23%	14%	11%	25%	28%	8%	10%	39%	27%

A felmért járásokban az egy főre jutó helyközi utazások száma 2016 őszén 0,10–0,93 utazás/fő/nap között szóródott (átlag: 0,52 utazás/fő/nap), míg 2008 őszén még 0,16–0,95 utazás/nap/fő (átlag: 0,66 utazás/nap/fő) volt ez az érték. A csökkenés vagy legalábbis a stagnálás – a Gyáli és a Kunszentmiklósi járások kivételével – mindenhol megfigyelhető. A helyközi mobilitás leginkább a Sümegi járásban esett vissza (0,89 → 0,45 utazás/fő/nap), amit a Soproni járás (0,61 → 0,32 utazás/fő/nap) és Székesfehérvár városa (0,52 → 0,26 utazás/fő/nap) követ. A felmért járások közül egyébként is kiemelkedő mobilitású Gyáli járásban a napi utazásszám 0,88 utazás/főről emelkedett 0,93-ra, míg a Kunszentmiklósi járásban 0,37 utazás/fő/nap értékről emelkedett a mobilitás a még mindig átlag alatti 0,47-re.

A két időpontban elvégzett felmérések alapján megállapítható, hogy a helyközi közforgalmú közlekedés szervezése terén végrehajtott változtatások hatásai megmutatkoznak az utazók módváltásában. Így például a megszüntetett autóbuszos kínálat helyét részben átvette a vasút, de az utazók egy másik része a személygépkocsi használatát preferálja inkább. Ezért jelentősen változott – nőtt – a vasúti mobilitás a Gyáli járásban, miközben a helyközi autóbusz használata drasztikusan visszaesett, de nagyon megugrott a személygépkocsi mobilitás is. Például Szeged városának lakói, vagy a Soproni és a Marcali járások lakosai – anélkül, hogy nagyobb arányban használnák a vasutat – inkább személygépkocsival utaznak újabban az autóbusz helyett.

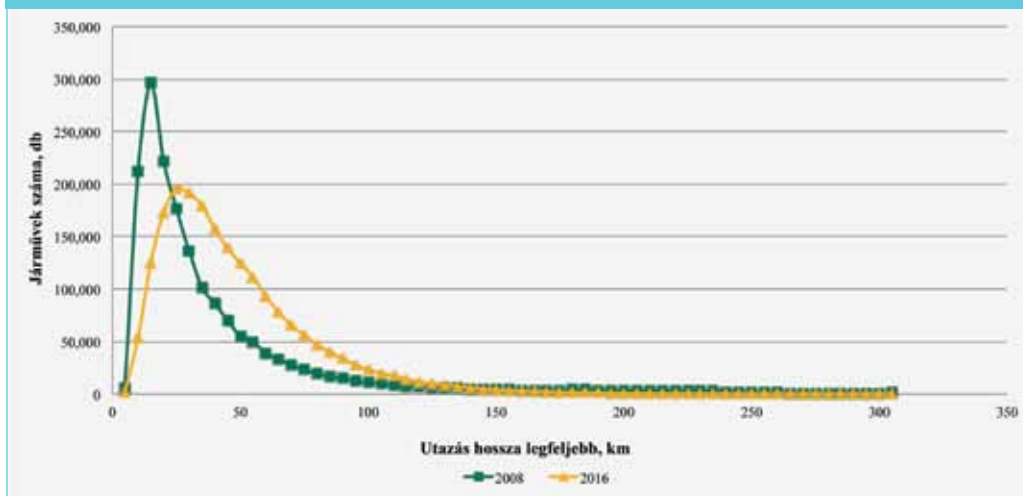
A felmérésekből származó adatok messzemenően összecsengenek a háztartási kikérdezésekkel párhuzamosan a helyközi közforgalmú közlekedési eszközökön végzett utasszámlálásaink eredményeivel. Ezek is visszaigazolják a közszolgáltatási szerződések keretében helyközi utasforgalmat lebonyolító vasúti és közúti személyszállító vállalatok éves beszámolóiban rendre megjelenő problémát²: a népesség demográfiai szerkezetének átalakulásával, az

előregedéssel párhuzamosan egyre csökken az utasok száma (de legalábbis az eladott menetjegyek és bérletek száma). A mérséklődés alapvetően az autóbuszos személyszállításban jelentkezik, ahol – az időközben végrehajtott tarifaváltoztatások ellenére – éves szinten az összes szolgáltatónál összesen alig 1,8%-kal volt több a közlekedési bevétel 2016-ban, mint 2008-ban. A háztartási megkérdezésekből származó információk szerint a mobilitás visszaesése a személygépkocsi mobilitás általános csökkenése mellett a helyközi autóbuszos közlekedést is érintette.

Mindazonáltal a legnagyobb mérséklődést a személygépkocsi mobilitás terén tapasztaljuk 2008 és 2016 között. Nemcsak az a feltűnő, hogy ebben a közlekedési módban a legerőteljesebb a napi egy főre jutó helyközi utazások számának csökkenése (a felmért járásokban átlagosan 0,37 utazás/nap/fő szintről 0,29 utazás/nap/fő szintre), hanem az is, hogy ez a csökkenés gyakorlatilag az ország minden táját és mindenféle településtípust érintett. (A személygépkocsi-mozgások száma, azaz a forgalom azért nem csökkent észrevehetően a két vizsgált időpont között, mert – legalábbis a mindkét évben felmért 16 járásban – az átlagos személygépkocsi-telítettség csökkenése ellensúlyozta a mobilitás visszaesését.) A személygépkocsi Országos Célforgalmi Matrikszal modellezett futásteljesítményének növekedéséhez hozzájárult az is, hogy az elmúlt évek során nőtt a személygépkocsi utazások átlagos hossza. Mindez annak ellenére következett be, hogy a jelenlegi modellben kisebb területű forgalmi körzetek alakítottunk ki. A 2008. évi modellben a forgalmi körzeten belüli utazások egy része így megjelent a 2016. évi modellben rövid, de mégis forgalmi körzetek közötti utazásként. Ezzel együtt az átlagos utazási távolság 2016-ban 45,8 km volt, 5,3 km-rel több, mint 2008. évi felmérésünk idején (1. ábra). Figyelemre méltó, hogy ugyanakkor – a forgalmi körzetek területének csökkenésével együtt – mérséklődött az utazások hosszának szórása (44,5 km-ről 30,5 km-re). Az átlagos utazási távolság 2016-ban mintegy 45,8 perces személygépkocsi helyközi utazást jelentett.

² A közforgalmú helyközi autóbuszos személyszállítás 2015. évi indokolt költségeinek vizsgálata és a bevételekkel nem fedezett indokolt költségek és az iparági átlagos bevétel arányos nyereség meghatározása. Kutatási jelentés. Témafelelős: dr. Siska Miklós. KTI, 2016

1. ábra: A helyközi személygépkocsis utazások hosszúsága 2008-ban és 2016-ban



A 2016. évi felmérésünkben vizsgált járásokban a férfiak helyközi személygépkocsis mobilitása (és úgy általában is helyközi mobilitása) nagyobb volt, mint az ugyanott lakó nőké. Ebben nincs változás 2008-cal összehasonlítva. Ugyanakkor a mobilitás számszerű értéke (férfiak: 0,23–1,06 szgk.-mozgás/nap/fő, nők: 0,06–0,54 szgk.-mozgás/nap/fő) már összességében szignifikánsan alacsonyabb volt 2016-ban, mint a korábbi kikerdezés során az ugyanezekben a járásokban tapasztalt értékek. Az egyes vizsgált járások ebből a szempontból sem mutatnak egységes képet. Vannak, ahol mindkét nem esetében jelentősek az eltérések a két időpont adatai között, s van, ahol csak a nők, s van, ahol csak a férfiak esetében tapasztalunk érdemi változást. Ugyanilyen eredményre jutunk akkor is, ha szegmentálást nem a nemek, hanem az életkori csoportok, iskolai végzettség, gazdasági aktivitás, a család jövedelmi helyzete, vagy akár a személygépkocsihoz hozzáférés alapján végezzük.

A szemléltetés kedvéért az 5. táblázatban összefoglaltuk az összes személygépkocsis mobilitás, illetve a nemek szerinti mobilitás átlagos adatait. A zölddel jelölt járásokban nem változott szignifikánsan az összes személygépkocsis mobilitás, a sárgával jelzett járásokban nem dönthető el egyértelműen,

hogy a változás szignifikáns-e, míg a pirossal jelzett járásokban a két időszakban szignifikánsan eltérnek a személygépkocsis mobilitásra vonatkozó becsléseink a háztartási megkérdezésekből származó minták alapján. Ugyanezekkel a színekkel jelöltük a nemek szerinti egyezőséget és eltérést is. (Mivel a hipotézist, hogy az egy főre eső személygépkocsi-mozgások száma nem változott 2008 és 2016 között, az egyes járásokban végzett felmérésekből származó minták segítségével vizsgáltuk, így sem a vizsgált járások összességére, sem pedig országos összesenre nem generáltunk adatot. A válaszokat ugyanis csak járási szinten súlyoztuk nemek, életkor és gazdasági aktivitás szerint, országosan már nem. Ez persze nem befolyásolja azt a következtetésünket, hogy a vizsgált járásokban tapasztaltak az azokhoz hasonló járásokban feltételezhetően érvényesek.)

Amint látható, csak a Szekszárdi járásban tekinthető mindkét nem szempontjából stabilnak az egy főre jutó személygépkocsi-mozgások száma, míg a Gyáli járásban nem beszélhetünk stabilitásról. Érdekes, hogy összességében stabil az átlagosan egy főre jutó személygépkocsi-mozgások száma a Szegedi járásban, de mindez annak az eredője, hogy a nemek szerint külön-külön vizsgálva már teljesen eltérő adatokat kapunk.

5. táblázat: Személygépkocsi mobilitás hosszabb időszak alatti stabilitása/instabilitása járárok és nemek szerint 2008–2016 között

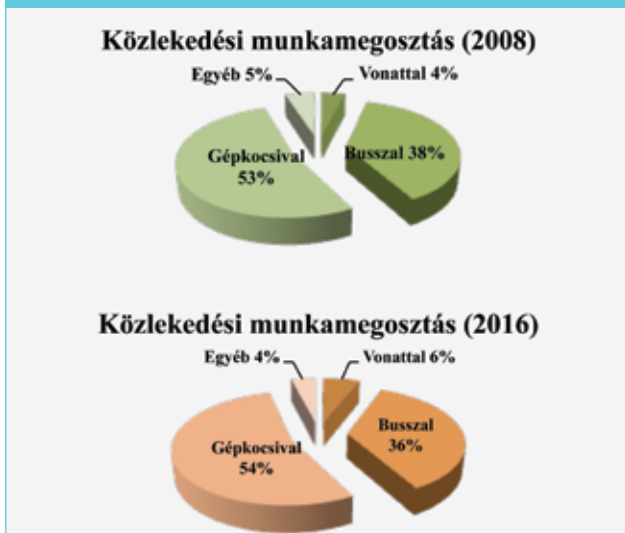
Kistérség (2008) / Járárok (2016)	összesen db/fő		nők db/fő		férfiak db/fő	
	2008	2016	2008	2016	2008	2016
Székesfehérvári	0,42	0,43	0,27	0,26	0,53	0,61
Szegedi	0,42	0,41	0,38	0,21	0,44	0,62
Szekszárdi	0,38	0,40	0,23	0,24	0,54	0,57
Szerencsi	0,35	0,33	0,25	0,22	0,43	0,46
Ceglédi	0,25	0,24	0,16	0,12	0,33	0,36
Hajdúszoboszlói	0,19	0,17	0,12	0,06	0,27	0,30
Kisbéri	0,51	0,58	0,32	0,18	0,53	0,59
Csornai	0,52	0,47	0,39	0,25	0,60	0,68
Hatvani	0,42	0,37	0,40	0,42	0,57	0,76
Soproni	0,30	0,25	0,08	0,05	0,13	0,23
Szeged város	0,10	0,14	0,18	0,12	0,41	0,38
Gyáli	0,42	0,78	0,12	0,17	0,31	0,39
Sümei	0,46	0,32	0,31	0,17	0,37	0,32
Kunszentmiklósi	0,18	0,29	0,34	0,23	0,53	0,43
Marcali	0,21	0,28	0,13	0,17	0,23	0,45
Székesfehérvár város	0,35	0,24	0,22	0,54	0,58	1,06

Tekintve, hogy a vizsgálatot mindig csak két-változós modellben végeztük, amelynek során a magyarázó változó mindig a korábban említett szegmentálásnak csak egy tényezője volt, szükséges lenne az elemzés megismétlése többváltozós modellek segítségével is. Azonban a jelenleg rendelkezésünkre álló adatállomány (kevesebb, mint 30 járás adata) nem biztosít kellő mennyiségű információt ehhez. Az ilyen módszerek alkalmazásával készült elemzéseket ezért a jövőben célszerű elvégezni.

Az utazási mód megválasztásában sem egyértelmű, hogy milyen irányú módosulások játszódtak le a mindkét időszakban vizsgált járárok lakossága körében. 2016-ban továbbra is a személygépkocsi vezeti a sort a helyközi utazásokhoz használt közlekedési eszközök között, részaránya az összes utazásból 54%. Ezt követi az autóbusz-használat az összes utazás 36%-ával. Mivel nem mindenhol érhető el az autóbusszal versenyképes vasút (pl. a vasútállomás a településen kívül helyezkedik el, vagy ha van egyáltalán, nincs közvetlen összeköttetése a céltelepüléssel stb.),

ezért az ezt a közlekedési módot használók aránya jóval elmarad az előző kettőtől (az utazások 6%-a), ahogyan azt a 2. ábra mutatja. Továbbra is szignifikáns arányt képviselnek a szerződéses/vállalati autóbusszal lebonyolított utazások, amelyek az összes autóbusszos utazás 16,0%-át teszik ki.

2. ábra: A közlekedési munkamegosztás változása a vizsgált járárok lakosságának körében 2008–2016 között



Az összképet azonban árnyalja, hogy – összhangban a mobilitás változásaival – az egyes megyékben eltérően alakult az egyes utazási módok részesedése az összes helyközi utazásban (6. táblázat). Így például amiatt, hogy a Ceglédi járásban összességében csökkent a helyközi mobilitás, miközben a vasúti mobilitás szintje nem változott érdemben, ennek a közlekedési módnak a súlya az összes helyközi utazáson belül jelentősen megnőtt. A Székesfehérvári járásban pedig az autóbuszos helyközi utazások részaránya úgy nőtt viszonylag jelentősen, hogy összességében az egy főre jutó napi autóbuszos utazások száma csökkent, csak ez a mérséklődés korántsem volt olyan mértékű, mint a személygépkocsis utazások visszaesése.

A helyközi utazási indokok között 2016-ban messze a legnagyobb értéket a hivatásforgalmi célú utazások teszik ki (az összes utazás 62%-a). Ezt követik a vásárlási célú (az utazások 11%-a) és a munkavégzés céljából lebonyolított helyközi utazások (az összes utazás 8%-a). Fontosak még természetesen az egészségügyi okból és látogatás céljából lebonyolított (az utazások 7-7%-a) és ügyintézés miatt szükségessé váló utazások (az összes utazás 5%-a) is.

Az utazások indokok szerinti megoszlásában jelentős változások zajlottak le összességében és az egyes járásokban is külön-külön (7. táblázat). Ezek a módosulások – hasonlóan a többi közlekedési szokásjellemzőhöz – eltérő irányúak és mértékűek voltak az egyes járásokban. Változatlanul a hivatásforgalmi, a munkavégzéssel és állampolgári ügyek intézésével kapcsolatos utazások teszik ki összességében az összes helyközi utazás mintegy $\frac{3}{4}$ -ét, azonban egyes körzetekben ezek súlya a korábbi felmérésünkkel összehasonlítva jelentősen megnőtt (pl. Szeged és Székesfehérvár városának lakói körében, elsősorban a munkába járás miatt). Máshol pedig éppen ellenkezőleg, számottevően visszaesett az egészségügyi okból vagy éppen vásárlás céljából lebonyolított helyközi utazások súlyának növekedése miatt (pl.: a Szekszárdi vagy a Gyáli járásban). A látogatás céljából lebonyolított helyközi utazások aránya viszont általában jelentősen csökkent a korábbi adatfelvétellel összehasonlítva.

A helyközi utazások döntő hányadát (2016-ban 71%-át) – szoros összefüggésben az utazás indokával – változatlanul nagy rendszerességgel bonyolítják le. A helyközi uta-

6. táblázat: A közlekedési munkamegosztás változása az egyes járások lakosságának körében 2008–2016 között

Kistérség (2008) / Járási (2016)	Vonattal		Busszal		Gépkocsival	
	2008	2016	2008	2016	2008	2016
Ceglédi	18%	25%	30%	26%	48%	40%
Csornai	2%	1%	39%	45%	51%	52%
Gyáli	4%	19%	46%	16%	48%	56%
Hajdúszoboszlói	9%	6%	34%	43%	52%	48%
Hatvani	2%	3%	34%	39%	62%	56%
Kisbéri	1%	0%	41%	43%	51%	54%
Kunszentmiklósi	4%	7%	41%	34%	53%	58%
Marcali	1%	2%	42%	34%	51%	62%
Soproni	4%	3%	40%	32%	49%	58%
Sümei	1%	1%	41%	40%	56%	56%
Szeged város	0%	5%	42%	14%	57%	75%
Szegedi	0%	0%	41%	47%	59%	52%
Székesfehérvár város	7%	5%	13%	21%	78%	72%
Székesfehérvári	2%	1%	47%	53%	46%	41%
Szekszárdi	3%	2%	37%	38%	56%	59%
Szerencsi	21%	9%	18%	26%	54%	58%

7. táblázat: A helyközi utazások megoszlása az egyes járásokban az utazás indoka szerint, 2008–2016

Kistérség (2008) / Járás (2016)	Hivatásforgalom, munka, ügyintézés		Vásárlás		Egészségügyi ok		Látogatás	
	2008	2016	2008	2016	2008	2016	2008	2016
Ceglédi	77%	82%	6%	11%	5%	5%	13%	1%
Csornai	79%	84%	6%	8%	7%	3%	8%	4%
Gyáli	82%	71%	5%	12%	5%	9%	8%	7%
Hajdúszoboszlói	75%	88%	13%	5%	4%	3%	9%	5%
Hatvani	75%	72%	8%	16%	2%	6%	15%	6%
Kisbéri	74%	75%	9%	10%	7%	11%	11%	4%
Kunszentmiklósi	73%	58%	5%	14%	10%	15%	12%	13%
Marcali	70%	68%	10%	8%	11%	9%	9%	15%
Soproni	76%	74%	9%	10%	6%	6%	9%	10%
Sümei	62%	71%	9%	14%	11%	7%	18%	7%
Szeged város	68%	86%	3%	4%	5%	7%	24%	4%
Szegedi	72%	86%	21%	8%	5%	5%	2%	1%
Székesfehérvár város	56%	69%	1%	5%	3%	0%	41%	26%
Székesfehérvári	79%	78%	9%	16%	8%	2%	5%	4%
Szekszárdi	70%	58%	11%	13%	7%	18%	11%	11%
Szerencsi	69%	75%	10%	14%	8%	5%	14%	6%

zások legnagyobb részét (67%-át) 2008-ban is majdnem napi rendszerességgel tették meg. A heti, havi rendszerességű utazásokat (2008-ban az összes utazás 20%-át, 2016-ban 18%-át) inkább az egyéb utazási indokokkal összefüggésben teszik meg. Szorosan az utazások rendszerességéhez kapcsolódik, hogy a helyközi személygépkocsis utazások jelentős hányadát valamilyen éves megyei matricával tették meg a felmért járásokban (a napi rendszerességgel utazók 21%-a használt ilyet). Felmérésünk is azt igazolja vissza, hogy a megyei matrica bevezetésével a matricahasználat még inkább elterjedt vált 2008-cal összehasonlítva.

5. ÖSSZEGZÉS

A helyközi mobilitás jelentősen megváltozott 2008-cal összehasonlítva. Nőtt azok aránya, akik egyáltalán nem utaztak másik településre. A helyközi közlekedés szervezése terén végrehajtott változtatások hatásai megmutatkoznak az utazók módválasztásában. A megszüntetett autóbuzsos kínálat helyét részben átvette a vasút, az utazók egy másik része a személygépkocsit részesíti előnyben. A leg-

nagyobb mérséklődést a személygépkocsival történő utazás terén tapasztaltuk: 0,37 utazás/nap/fő szintről 0,29 utazás/nap/fő szintre. A járműben utazók számának csökkenése, továbbá az utazások hosszának növekedése miatt azonban ez a mérséklődés nem mutatkozik meg a személygépkocsik forgalmában. 2016-ban személygépkocsit használtak leginkább a helyközi utazásokhoz (54%), ezt követi az autóbusz (36%). A vasút elmarad az előző kettőtől (6%). Az utazási indokok között 2016-ban a legnagyobb részt a hivatásforgalmi célú helyközi utazások teszik ki (62%). Ezt követik a vásárlási célú (11%) és a munkavégzés céljából lebonyolított (8%) helyközi utazások. A helyközi utazások döntő hányadát igen nagy rendszerességgel bonyolítják le. A helyközi személygépkocsis utazások jelentős hányadát valamilyen éves megyei matricával tették meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Szalai Sándor (szerk.) (1972): The use of time: Daily Activities of Urban and Suburban Populations in Twelve Countries. Mouton & Co., Hága-Párizs

- [2] Haggett, Peter (2001): Geography: A Global Synthesis. Pearson Education Limited, Harlow
- [3] Siska Miklós (2016): Are travel behaviours stable in space and time? WCTR 2016 – Shanghai, 10-15 July, 2016
- [4] An Outlook for Europe's Airports.

- Facing the Challenges of the 21st Century: ACI-EUROPE, 2010
- [5] Siska Miklós és Szabó Tamás (2015): Preferenciák a közlekedési mód megválasztásában Magyarországon. TÉRGAZDASÁG-EMBER III. évf. 3. szám: 81–101.



Evolution of travel habits and their impact on passenger car traffic

Interurban mobility has changed considerably compared to 2008. The proportion of those who did not travel to another settlement at all has increased. The effects of changes in the organization of interurban transport are reflected in passengers' mode choice. Recently cancelled bus services have partially been taken over by rail, while another group of passengers have preferred travelling by car. In spite of this, the most significant reduction was seen in the use of passenger cars: it decreased from 0.37 trips/day/person to 0.29 trips/day/ person. However, due to the decrease in the number of travellers in each vehicle and the increase in distances travelled, this decline is not reflected in the total passenger car traffic.

In 2016, passenger cars were used most for interurban journeys (54 per cent), followed by bus transport (36 per cent). The railroad accounted for less than the previous two (6 per cent). Considering trip purposes, the most important part of interurban trips in 2016 (62 per cent) was commuting travel. This was followed by shopping-related (11 per cent) and work-related (8 per cent) interurban journeys. The large majority of interurban trips are carried out with considerable regularity. A significant part of the interurban car trips were made using a county-level annual e-vignette.



Die Entwicklung der Verkehrsgewohnheiten und ihre Auswirkungen auf den Pkw-Verkehr

Die regionale Mobilität hat sich gegenüber 2008 bemerkenswert verändert. Der Anteil derjenigen, die gar nicht in eine andere Siedlung führen, zunahm. Die Auswirkungen der Änderungen in der Organisation des regionalen Personenverkehrs spiegeln sich in der Wahl des Verkehrsmittels der Fahrgäste wider. Die Rolle der abgestellten Buslinien wurde teilweise von der Eisenbahn übernommen, während eine andere Gruppe von Passagieren das Reisen mit dem Auto bevorzugt hat. Trotzdem wurde bei der Benutzung von Personenkraftwagen die bedeutendste Reduktion beobachtet: sie sank von 0,37 Fahrten/Tag/Person auf 0,29 Fahrten/Tag/Person. Allerdings spiegelt sich diese Verringerung aufgrund der sinkenden Zahl der Reisenden in den einzelnen Fahrzeugen und der Zunahme der zurückgelegten Strecken nicht im gesamten Pkw-Verkehr wider.

In 2016 wurden für Regionalfahrten meistens Pkw (54 Prozent) benutzt, gefolgt von Bus (36 Prozent). Die Eisenbahn stand nach diesen beiden zurück (6 Prozent). Der wichtigste Teil der Reisegründe fiel im Jahre 2016 auf den zwischenörtlichen Berufsverkehr (62 Prozent). Darauf folgten einkaufsbezogene (11 Prozent) und arbeitsbezogene (8 Prozent) Fahrten. Die große Mehrheit des Regionalverkehrs wird mit erheblicher Regelmäßigkeit durchgeführt. Ein bedeutender Teil der zwischenörtlichen Pkw-Fahrten wurde mit einer Jahresvignette für bestimmten Komitaten durchgeführt.

Módszertani áttörés – a nagytehergépkocsi-mátrixok kidolgozása

A tehergépkocsik a közúti közlekedés meghatározó elemei méretüknél, tömegüknel, útvonalválasztásuknál, menetdinamikai tulajdonságaiknál fogva hatással vannak az infrastruktúra elhasználódására, kapacitására, de a közlekedésbiztonságra is. Forgalmuk nagyságának, útvonalválasztásuknak megismerése ezért kritikus a jövőbeli tervezési folyamatok során. A korábbi hagyományokkal szakítva – kihasználva a technika adta lehetőségeket – a flottakövetésből származó, járműpozíció alapú módszertannal határoztuk meg a célforgalmi mátrixaikat.

DOI 10.24228/KTSZ.2017.5.5

Pusztai Ádám – Kiss István

e-mail: pusztai.adam@live.com, kiss.istvan@kti.hu

1. BEVEZETÉS – A MÓDSZERTAN EVOLÚCIÓJA

A nagytehergépkocsi kategória (3,5–7,5 tonna közötti közepes tehergépkocsik, 7,5 tonna fölötti nehéz tehergépkocsik, szerelvények, speciális nehéz járművek) célforgalmi mátrixainak meghatározása fél évszázados múltra tekint vissza, ami alatt a módszertan alapvető változásokon ment át. Rendkívül sokáig, az 1950-es évektől egészen az 1990-es évek végéig a személygépkocsikkal együtt vizsgálva, megállítós kikerdezéseket végeztek, olykor – az alulreprezentáltságot elkerülve – telephelyi kérdőívvel kiegészítve [1], [2], [3]. A módszertan a 2008-2009-ben készült teherforgalmi mátrixnál változott meg először; a kikerdezést felváltotta a KSH adatgyűjtésére alapuló mintavételes eljárás, ezzel szétválasztva a személygépkocsi- és a tehergépkocsi-mátrix előállításának módszertanát [4]. Habár a mintanagyság ezzel

lényegesen megnőtt, az adatforrás feldolgozása számos problémát eredményezett. A módszertani áttörést a 2010-es évek közepére bekövetkező változások indukálták, mind a technológiai fejlődés, mind az áruszállítás terén. Egyre elterjedtebbé vált a járművek GPS nyomkövetése, amit tovább serkentett a tehergépkocsi úthasználat arányos elektronikus útdíjfizetésének bevezetése 2015-ben. Ennek köszönhetően az infokommunikációs technikák lehetővé tették a sokkal részletesebb és gyakoribb adatközlést, amely során a járművek mozgását leíró nagyméretű adatbázisok jönnek létre, lehetővé adva azok mélyelemzésére. Ezek az adatbázisok tartalmazzák azokat az információkat, amelyekből a keresett célforgalmi mátrix felépül. E cikk az adatforrások felkutatásából, az utazások meghatározásának módszertanából, a mátrix létrehozásából, valamint a jövőbeli állapot extrapolálásából álló teljes folyamatot mutatja be.

2. ADATFORRÁSOK ÉS ADATGYŰJTÉS

A rendelkezésre álló releváns adatforrások feltérképezése és megismerése után egyértelművé vált, hogy önmagában egyik adatforrás sem felel meg a kívánt cél eléréséhez, ezért az adatforrások racionálisan elérhető legszélesebb körét igyekeztünk beszerezni. Az adatok összehasonlíthatósága miatt azok időbelisége szempontjából egységességre törekedtünk, kritérium volt tehát, hogy az adatok két egymást követő őszi hónapban keletkezett utazásokat tartalmazzanak. A potenciális adatforrások az Elektronikus Közútiáru-forgalom-ellenőrző Rendszer (EKÁER), a KSH 1654/06 „A közúti teherszállítás belöldi és nemzetközi teljesítményei” c. adatgyűjtése, a Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató (NÚSZ) Zrt. által működtetett Elektronikus Útdíjszedési Rendszer (HU-GO), valamint a bevallási közreműködőként szereplő flotta-követők adatbázisai voltak. Az előnyöket és a hátrányokat mérlegelve a NÚSZ és a bevallási közreműködők által rögzített adatállomány felhasználása bizonyult célravezetőnek.

A módszertannak mindazonáltal korlátai is vannak. A fizetős úthálózatot nem érintő járművek nem kerülnek a NÚSZ adatbázisába, így – még ha a GPS pozícióikkal a flottakövetők adatszolgáltatása nyomán rendelkezünk is – járműkategóriájuk ismeretlen marad. Az egyes elemi fuvarok meghatározásának módszertana nem tud minden egyedi helyzetet kezelni, a fuvarok szétválasztásában eseti jelleggel előfordulhatnak hibák. Ezek a hibák nem befolyásolják az úthálózat terhelését, csupán az adott körzet induló és érkező forgalmát.

2.1. NÚSZ HU-GO

A HU-GO rendszer kizárólag a 3,5 tonnát meghaladó össztömegű járművekre vonatkozik, azonban a fizetendő díj mértékét számos egyéb tényező határozza meg. Ezek a tényezők a járműkategória, a környezetvédelmi kategória vagy a főúton, autópályán megtett távolság. Az igényelt adatok egyfelől a viszonylati jegyekből származó utazásokat, másfelől pedig a fedélzeti egység (On Board Unit – OBU) által rögzített, az adott jármű által érintett fizetős szakaszokat tartalmazzák. Az OBU-val felszerelt, valamint a viszonylati jegyes járművek úthasználati adatain kívül az ellenőrző kapuk által végzett keresztmetszeti forgalmi értékeket is rendelkezésünkre bocsátották. Az adatállomány tulajdonságait az 1. táblázatban foglaltuk össze.

2.2. Bevallási közreműködők

Magyarországon kizárólag auditált bevallási közreműködők által működtetett fedélzeti eszközökkel lehetséges az útdíj bevallása a NÚSZ felé; ezek az eszközök flottakövetési szolgáltatás nyújtására is alkalmasak. E két tulajdonság miatt gyakorlatilag az országban közlekedő összes, 3,5 tonnánál nehezebb jármű pozícióadatai megtalálhatók a 22 bevallási közreműködő által követett flotta valamelyikében vagy viszonylati jegyes utazás formájában a NÚSZ adatbázisában. A bevallási közreműködők közül 4 cég a NÚSZ által kibocsátott OBU-k 61%-a felett diszponál, ezek közül 3 cég adataival rendelkezünk. Az iCell Kft. 24 ezer, a Webeye Kft. 31 ezer, az I-Data Kft. pedig 20 ezer jármű adatát szolgáltatta. Az egyes bevallási közreműködők által átadott álló-

1. táblázat: A NÚSZ által szolgáltatott adatok mérlegelése

Előnyök	Hátrányok
A fizetős úthálózaton közlekedő jármű honnan-hová adatain kívül annak útvonala is elérhető, így validáláshoz, kalibrálásához is felhasználható.	Csak az utazás fizetős szakaszainak a honnan-hová mátrixa készíthető el belőle, azaz csak azt tudjuk, hogy hol jelent meg a fizetős hálózaton a jármű, és hol hagyta azt el.
Teljes körű, a 3,5 tonna össztömeg feletti teherautókra kivétel nélkül vonatkozik, a kategóriák meghatározhatók.	A fizetős utakat igénybe nem vevő járművekről a rendszer nem tárol információt. Ezek a járművek jellemzően rövid távú és/vagy körzeten belüli utakat tesznek meg.
Import-, export- és tranzitfuvarokat is tartalmaz, amit esetleg a flottakövetők nem.	A járműkategóriák más felosztásban szerepelnek, mint amire szükségünk van.

mányok adatszerkezete közel egységes, a 75 ezer egyedi, anonim jármű két hónap (2015. október-november) alatt rögzített, mintegy 2,5 milliárd pozícióadatát tartalmazza. Az adatállomány tulajdonosságait a 2. táblázatban foglaltuk össze.

2.3. Adatfelvételek

A nagytehergépkocsik belföldi célforgalmi mátrixának elkészítéséhez a bevallási közreműködők és a NÚSZ által biztosított adatok elegendőnek bizonyultak, kiegészítő adatfelvételre nem volt szükség. Ezzel ellentétben a határt átlépő nagytehergépkocsik célforgalmi mátrixának bemenő adatszükséglete megkövetelte a közúti felméréseket. A célforgalmi kikérdezések és forgalomszámlálások a schengeni külső határokon, a teherforgalom számára megnyitott átkelőhelyeken valósultak meg. A célforgalmi kikérdezések során az útvonalra, honosságra, kategóriára és a díjfizetés módjára vonatkozó kérdéseket tettünk fel a járművezetőknek. Ahol nem állt rendelkezésre saját mérés, a személyforgalmi módszerhez hasonlóan a korábbi években megvalósult KÖZOP projektek vonatkozó adatait, valamint a 2008-2009-es célforgalmi eredményeket használtuk fel.

3. Az adatbázisok feldolgozása

Az adatbázisok feldolgozásának módszertana jelentős részben megegyezik mind a belföldi, mind a határt átlépő nagytehergépkocsi-forgalom esetében; utóbbi egyéb sajátosságok miatt bizonyos pontokon eltér, amit a fejezet végén részletezünk. A módszertan az alábbi négy lépésre bontható: 1) GPS adatok feldolgozása,

2) megfeleltetésük a díjköteles úthálózatra fellépő járművek (NÚSZ által nyilvántartott) adatbázisának, 3) a járművek szakaszjegyeknek NÚSZ adatállománybeli megfeleltetése, 4) a viszonylati jegyes utazások beillesztése.

3.1. GPS adatok feldolgozása

A nyers adatállományok feldolgozásának első lépése az adattisztítás, valamint az adathalmazokból egy azonos struktúrájú adatbázis létrehozása. A GPS jel minősége nagyban befolyásolja a rögzített útvonal pontosságát, az így keletkező hibás mozgásmintákat egy erre a célra megfelelő algoritmussal szűrtük. A közös attribútumok mind a három adatforrás esetében a hosszúsági és szélességi koordináták, a GPS időbélyeg, valamint a járműazonosító, amely a megfigyelt időszak időtartama alatt változatlan maradt.

Ahhoz, hogy több milliárd pontból kezelhető, elemi szakaszokból álló útvonalakat kapjunk, az egyes járművekhez tartozó érdemi megállásokat definiálni szükséges. Ez alatt olyan megállásokat értünk, ahol hosszabb idő alatt lényegesen nem változott meg a jármű pozíciója. Két érdemi megállás közötti pozícióváltozás definiál egy elemi szakaszt.

Fontos, hogy egy-egy elemi szakasz közti pont nem feltétlenül egy fuvar kezdő- vagy végpontját jelöli ki, hiszen forgalmi okokból, üzemanyagtöltő állomásokon, pihenőkben stb. is történhet megállás. A cél, hogy az egyes járműveknek az elemi szakaszokból felépülő ténylegesen lebonyolított fuvarjainak kiinduló és célállomása (körzete) meghatározható le-

2. táblázat: A bevallási közreműködőktől származó adatok mérlegelése

Előnyök	Hátrányok
Nagy és reprezentatív mintavétel (46%)	Mérete miatt nehézkes feldolgozás
Ajtótól ajtóig tartó nyomon követés	Eltérő adatstruktúra
Körzeten belül is pontosan meghatározható a cél, például egy ipari park	Az egyes fuvarok nincsenek elkülönítve
Külföldi és belföldi járműveket egyaránt tartalmaz	Járműkategóriák nincsenek megadva, vagy nem megfelelő felosztásúak
Területileg nem csak Magyarországra korlátozódik	

gyen. Két elemi szakasz közötti pont milyensége döntötte el tehát a szakaszok összevonhatóságának kérdését. Az összevonások nem tervezett megállások (pl. pihenőkben, benzinkutakon, határállomás közelében), valamint azonosítható indok nélküli rövid (pl. út menti) megállások esetében történtek. Egyéb esetben nem történt összevonás, valós induló és célállomásként definiáltuk a szakasz végpontjait, amelyek összessége kirajzolja az egyes járművek honnan-hova forgalmát a két hónapos időtartam alatt (1. ábra). A kidolgozott algoritmus eszerint a terítő- és gyűjtőjáratokat, továbbá a csillagtúrákat is képes kezelni.

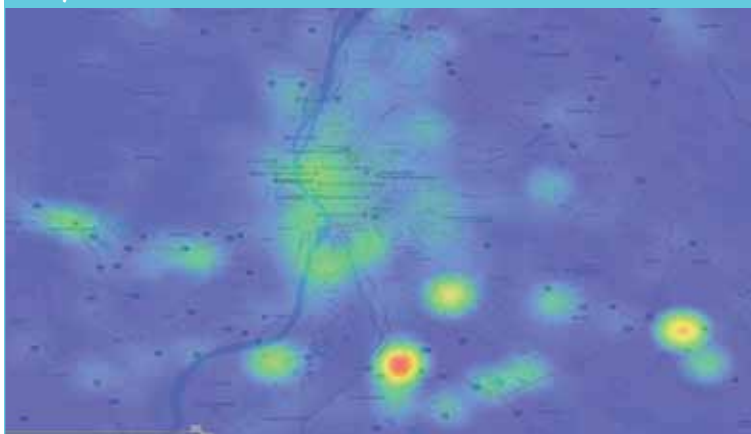
Az eredményként kapott szakaszok kiinduló- és célpontjait reprezentáló pontok validálásával kirajzóldtak a nagyobb városok, ipari-kereskedelmi létesítmények. Ezek az eredmények alátámasztották a módszertan helyességét. A 2. ábra tanúsága alapján a pon-

tokból képzett hőtérkép sűrűsödése megmutatják a jelentősebb célpontokat, azaz az áruszállítási vonzaspontokat.

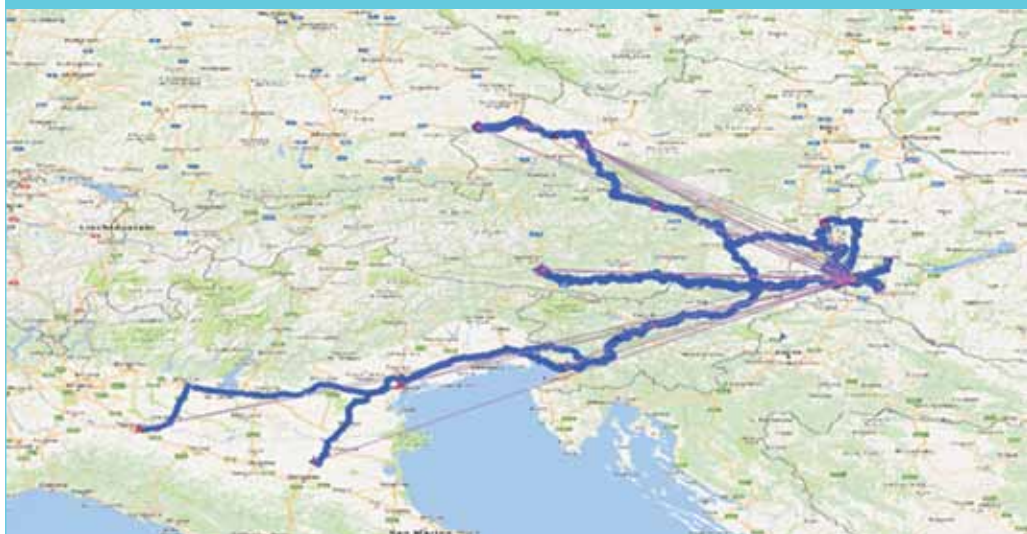
3.2. GPS adatok megfeleltetése a NÚSZ adatbázisának

A feladat részét képezte a célforgalmi mátrix járműkategóriánkénti szétbontása, e szerint 3,5–7,5 tonna (kat=1), 7,5–12 tonna (kat=2), valamint >12 tonna (kat=3) típusú kategóri-

2. ábra: Nagytehergépkocsik úti céljai hőtérképen - kiemelkednek nagyobb ipari parkok, fontosabb ipari-kereskedelmi létesítmények



1. ábra: Egy jármű két hónap alatt bejárt útvonala, és a hozzá tartozó elemi szakaszokból összevont honnan-hová vektorok (fuvarok)



ákat különböztettünk meg. A bevallási közreműködőktől kapott adatállomány nem tartalmazott járműkategóriára vonatkozó attribútumot, azonban a NÜSZ által szolgáltatott HU-GO adatbázis jellemzően igen. A feladat tehát a NÜSZ adataiban tárolt össztömegadatok hozzárendelése volt a bevallási közreműködőktől kapott adatokhoz. A legnagyobb kihívást a NÜSZ és a bevallási közreműködők által adott járműazonosítók – mint elsődleges kulcsok – közötti különbség jelentette,

ezért a járművek egymásnak való megfeleltetésének érdekében egy algoritmus készítése volt szükséges. A legcélravezetőbb megoldásnak a bevallási közreműködők adataiból a NÜSZ adatbázis struktúrájának megfelelő adatbázis készítése bizonyult a fizetős szakaszok szűkített¹ halmazának segítségével (3. táblázat). A NÜSZ adatstruktúrájának (4. táblázat) a lényege, hogy elemi fizetős szakaszokat definiál, egy járművel megtett útvonal pedig ezen egyedi szakaszok láncolatából tevődik össze.

3. táblázat: GPS nyomvonalból készített adatstruktúra

JARMU_ID	SZAKASZ_ID	GPS_IDO	X	Y	SZAKASZ_IRANY
231538	M1u43k271m	15.10.01 8:25	18.445221	47.574695	2
231538	M1u38k609m	15.10.01 8:35	18.561899	47.497407	2
231538	M1u26k112m	15.10.01 8:38	18.606295	47.506729	2
231538	M1u21k695m	15.10.01 8:46	18.765508	47.505711	2
231538	M1u15k701m	15.10.01 8:50	18.826829	47.491109	2
231538	M5u22k58m	15.10.01 9:16	19.208673	47.346654	1
231538	M5u30k132m	15.10.01 9:22	19.291389	47.297967	1

4. táblázat: A NÜSZ által szolgáltatott adatok struktúrája

ÜTHASZN_ID	JARMU_ID_MD5	REGISZTRAIT_JDB	REGISZTRAIT_EURO	REGISZTRAIT_OSZTOMEG	REGISZTRAIT_TENGELYSZULY	FELSEGJEL	SZAKASZ	SZAKASZ_HASZNALAT_SORSZ	SZAKASZ_HASZNALAT_IDEJE
FUXHYIKCL1	5a987c399f7bc6b6f433243822c4f60e4	J4	E6	0	0	SK	8U186K606M	1	15.09.30 23:59
FUXHYXBYYA	8961035c053866cef816e149d400ff04	J2	E2	0	0	RO	M6U17K81M	1	15.09.30 23:59
FUXI06GFVB	2c427aecdad189705834d2c088f4f036	J4	E5	0	0	H	8U104K321M	1	15.09.30 23:58
FUXI06GFVB	2c427aecdad189705834d2c088f4f036	J4	E5	0	0	H	8U104K35M	2	15.09.30 23:59
FUXI0HF428	2707b2fcd8b75f0528e3d90ce7011970	J4	E4	40	8	H	4U323K400M	19	15.10.01 23:26
FUXI0HF428	2707b2fcd8b75f0528e3d90ce7011970	J4	E4	40	8	H	4U321K201M	20	15.10.01 23:29
FUXI0HF428	2707b2fcd8b75f0528e3d90ce7011970	J4	E4	40	8	H	4U319K471M	21	15.10.01 23:31
FUXI0HF428	2707b2fcd8b75f0528e3d90ce7011970	J4	E4	40	8	H	4U313K10M	22	15.10.01 23:32

¹ Az adatbázist azokra a szelvényekre szűkítettük, ahol fixen található kamera és legalább 1 km hosszúságúak, így nagy biztonsággal állapítható meg, milyen járművek közlekedtek az adott szakaszon.

3.3. Szakaszjegyek NÚSZ adatállománybeli megfeleltetése

A fentiek mentén kerültek tehát a két adathalmaz (a NÚSZ és a bevallási közreműködők adataiból készített, NÚSZ-hoz hasonló adatállomány) járművei összehasonlításra. A párosítást végző függvény statisztikai alapon mutatja meg, milyen arányban egyeznek az egyes járművek. Ezt az alapján végzi, hogy az adott időintervallumokban van-e olyan jármű a két adatbázisban, amely ugyanabban a sorrendben ugyanazokat a választott szakaszokat érintette (vagyis a HU-GO rendszerben a virtuális „szakaszjegy-tépés” ugyanabban a sorrendben történt-e). A rögzítésnél minden esetben legalább 60%-os eséllyel egyeznie kell a két jármű útvonalának. A tapasztaltak szerint a vizsgált két hónapos időtartam alatt keveset vagy sokszor ugyanazon az útvonalon mozgó, illetve a jellemzően külföldi fuvarokat teljesítő járműveket általában rossz hatékonysággal lehetett azonosítani. A megfeleltetés eredményét a 3. ábra mutatja be. A NÚSZ-tól kapott állomány összesen 98 420 egyedi járműazonosítót tartalmazott.

3.4. Viszonylati jegyes utazások beillesztése

A NÚSZ által kínált másik díjfizetési lehetőség az OBU fedélzeti eszköz mellett az ún. viszonylati jegy váltása. Ez egy egyszeri, meghatározott út-

vonlra vonatkozó jegy, egyedi díjmegállapítással. Jellemzően eseti utazások során használják, az így lebonyolított utazások száma lényegesen kevesebb, mint a fedélzeti eszközzel lebonyolított utazásoké. A viszonylati jegyek feldolgozása egyszerűbb feladatnak bizonyult, mivel a két adattáblában a járműazonosítók megegyeztek. Ennek és a pontos indulási és érkezési hely megletének köszönhetően egyértelműen meghatározhatóvá váltak a viszonylati jeggyel közlekedő nagytehergépkocsik, járműkategóriánként szétbontva. Ez a halmaz tartalmazza a díjköteles szakaszokon a teljes sokaságot, felszorzására nincs szükség. A két hónapban az ország területén viszonylati jeggyel utazó összes jármű adata rendelkezésre állt.

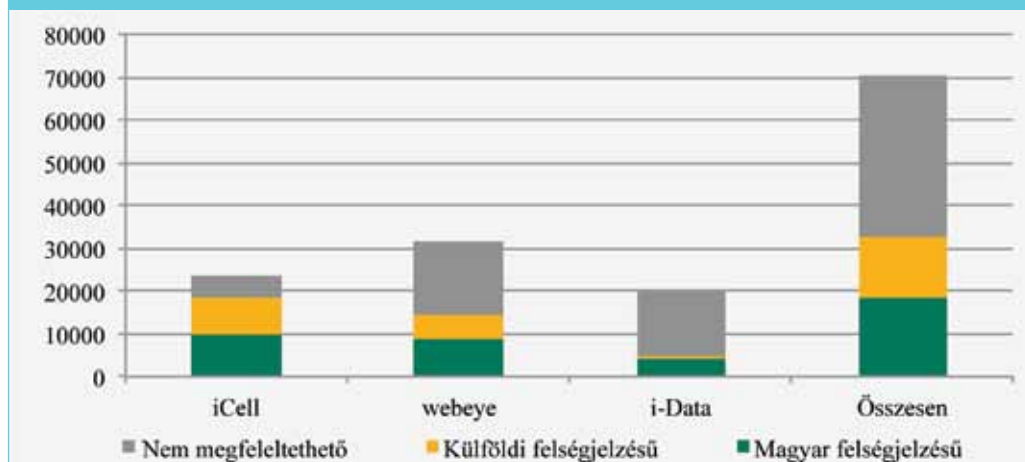
3.5. Határt átlépő utazások

A határon átlépő forgalom alapjának leképezése a belföldivel egyező módon történt. Ebbe a kategóriába egyfelől a GPS adatok alapján Magyarország határát átlépő utazások, másfelől pedig a viszonylati jegyekből következtethető határtátlépő utazások kerültek.

4. A NYERS MÁTRIXOK LÉTREHOZÁSA

Az előző fejezetben bemutatott eljárás alapján készültek az egyes elemi honnan-hová utazások, fuvarok, amelyek egy adott

3. ábra: A vizsgálatba vont bevallási közreműködők adatállományának összetétele és a megfeleltetés eredménye



járműhöz – és ezáltal egy megadott járműkategorióhoz – tartoznak. Ezen utazások körzetek közötti utazásokba sorolása szükségessé tette a körzetbeosztás finomhangolását a nagytehergépkocsi szempontjából. Négy különböző réteg került felhasználásra (ipari/kereskedelmi, belterületi, belföldi, külföldi), ezek bizonyos esetekben fedték egymást (az ipari/kereskedelmi és a belterületi körzetek kiegészítőek, azaz nem fedik egymást). A prioritást az ipari/kereskedelmi és belterületi rétegek élvezték, így az algoritmus először azt vizsgálta, hogy az utazás valamelyik végpontja ilyen körzetbe esik-e. Ha igen, akkor az algoritmus befejezte a vizsgálatot, ha nem, akkor pedig az utazás belföldi (külföldi) körzetazonosítót kapott.

A körzetek hozzárendelését követően, az így létrejött elemi utazásokat mátrixokba aggregáltuk. Az utazások kiindulási és célpontjához tartozó GPS pozícióhoz társítottuk annak a körzetnek az azonosítóját, amelybe belesik. Minden egyes fuvarhoz meghatározásra került:

- „honnan”: körzetazonosító (az utazás kezdő koordinátája alapján)
- „hova”: körzetazonosító (az utazás utolsó koordinátája alapján)
- „hetvege”: munkanap esetén értéke 0, egyébként 1
- „kat”: 1, 2, 3-as kategória², ha sikerült a NÚSZ adatoknak a megfeleltetés vagy a rásúlyozás; ha nem sikerült, akkor üres
- „hu”: magyar felségjel esetén 1, külföldi felségjel esetén 0, ha sikerült a NÚSZ adatoknak a megfeleltetés; ha nem sikerült, akkor üres.

Az elemi fuvarokat ezen attribútumok alapján aggregáltuk, így létrehozva egy oszlop-mátrixot, amelynek részletét mutatja be az 5. táblázat.

A valós példa is rámutat, hogy jelentős számban található olyan utazások, ahol nincs feltüntetve a kategória és/vagy a felségjelzés. Ez azokban az esetekben fordulhatott elő, ahol vagy nem sikerült a NÚSZ adatsornak megfeleltetni, vagy a NÚSZ adatbázisában nem volt felhasználható összetömegadat.

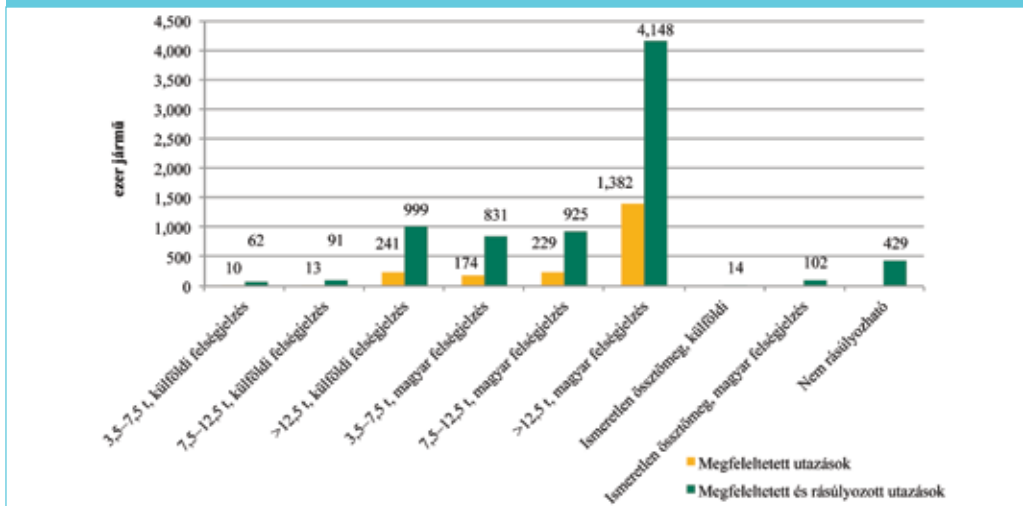
Megállapítható, hogy a teljes minta több mint 70%-áról ugyan pontosan tudjuk az útvonalát, illetve az általa lebonyolított fuvarokat, azonban összetömegadat hiányában nem tudjuk azokat kategóriába sorolni. Hatalmas adatvesztés lenne figyelmen kívül hagyni ezeket a fuvarokat, ezért úgy döntöttünk, statisztikai alapon soroljuk kategóriába. Minden egyes körzetek közötti relációra – a megfeleltetett járművek alapján – meghatározható a járműkategoriók közötti megoszlás, ami alapját adja az adott relációban lezajlott, de kategória nélküli utazások besorolásának. Természetesen akadtak olyan relációk, ahol nem rendelkezünk kategóriamegoszlással, ugyanis nem volt megfelelő számú utazás a két körzet között, ám ezek aránya csupán 5,8%. A 4. ábra mutatja a megfeleltetett, illetve a megfeleltetett és rásúlyozott utazások arányát. Ezen adatok alapján készült el a végleges oszlop-mátrix, illetve annak kategóriabesorolása.

5. táblázat: A fuvarok aggregálásából képzett oszlop-mátrix részlete

honnan	hova	hetvege	kat	hu	cnt
20101	20101	0	1	1	39
20101	20101	0	2	1	5
20101	20101	0	3	1	45
20101	20101	0		1	39
20101	20101	0			1055

¹ Az itt felállított kategóriák nem egyeznek meg a NÚSZ által használt J2, J3, J4 járműkategoriókkal, mert ez utóbbiak tengelyszámra vonatkoznak és nem összetömegre. Ezért volt szükséges egyedileg elvégezni a hozzárendelést.

4. ábra: A megfeleltetett és rásúlyozott utazások számának aránya

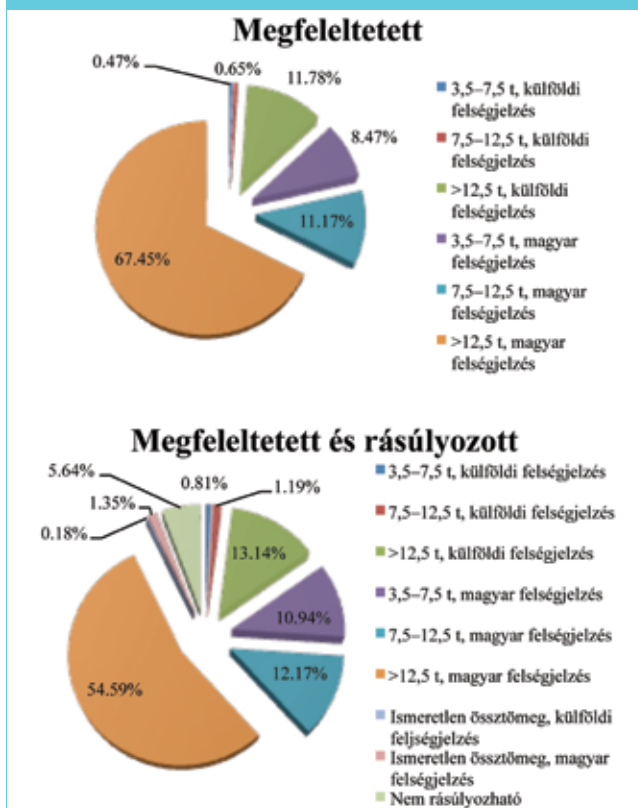


A megfeleltetett, illetve megfeleltetett és rásúlyozott utazások abszolút és egymáshoz képesti viszonyát mutatja be az 5. ábra.

A viszonylati jegyes utazásokat tartalmazó mátrix hasonló módon készült el, azzal a különbséggel, hogy minden esetben rendelkezésre állt a kategóriára vonatkozó adat, nem volt szükség rásúlyozásra. A két mátrix nyers formájában nem összeadható, ugyanis míg az OBU adatokból képzett mátrix csak egy minta, – amely további felszorzás alapját képezi – addig a viszonylati jegyes mátrix a teljes sokaságot tartalmazza. Összeadni azokat tehát csak az OBU adatokat tartalmazó mátrix felszorzása után lehet.

A határátlépő viszonylati jegyes mátrixnál további lépések elvégzése is szükségessé vált. Mivel a mátrixok első formájukban még csak a határátkelőhelytől a belső úti célig vagy egy másik határátkelőhelyig szóltak, ezekből nemzetközi utazásokat gene-

5. ábra: A megfeleltetett, illetve megfeleltetett és rásúlyozott utazások aránya



ráltunk. A nemzetközi utazások előállítására a határátkelőhelyen véget érő vagy onnan induló utak külföldi végének a meghatározásával történt. A konverziót az adott határátkelőhely vonatkozásában rendelkezésre álló felmért adatok arányosításával sikerült végrehajtani.

5. A VÉGLEGES MÁTRIXOK KIÁLAKÍTÁSA

5.1. A mátrixok felszorzása

Az elkészült nyers mátrix nem tükrözi hűen a valóságot, hiszen egy mintavétel alapján készült el, és kéthavi adatot tartalmaz. Az átlagos hétköznapi forgalomhoz a munkanapokon keletkezett értékeknek a munkanapok számával történő leosztásával jutottunk hozzá. Ahhoz, hogy a teljes sokaságra meg lehessen határozni a mátrix egyes elemeit, aránypárt kellett találnunk a minta nagyságára az egyes járműkategóriák esetében. A terhelendő hálózat keresztmetszetein a Magyar Közúttól (MK) származó átlagos napi forgalmi adatok rendelkezésre álltak, tehát a 7,5 tonna alatti és a 7,5 tonnánál nehezebb járművek száma is. Az átlagos napi forgalomból a törvényszerűségi tényezők segítségével októberi hétköznapi forgalmat generáltunk. A nyers mátrixot a hálózatra terhelve adódott a számolt keresztmetszeti forgalomnagyság az úthálózaton, így a vizsgálatra kiválasztott keresztmetszetekre is. Az 1. járműkategória esetében az MK-tól származó 7,5 tonna alatti keresztmetszeti járműszám és az ebben a kategóriában a mátrixból számolt járműszám aránya adja a felszorzás mértékét. A 2. és 3. járműkategória esetében azonban a MK adatait meg kellett osztani 20-80% arányban, ugyanis a 7,5 tonna feletti járműveket mind egy kategóriába sorolják. A fenti arány a két járműkategória futásteljesítményeiből adódott, a 2008-2009-es célforgalmi felmérés tapasztalatai alapján. A megosztás után szintén a ráterhelésből adódó számolt és mért értékekből adódó arányok képezték a felszorzás mértékét. Minthogy erre vonatkozóan nem voltak mélyebb ismereteink, ezért területi különbségeket nem tettünk a felszorzás során. Ez alapján az 1. kategória 3,9-es, a 2. kategória 4,1-es, a 3. kategória pedig 1,9-es szorzótényezőt kapott. Súlyozott átlaguk 2,2, ami a

már korábban ismertett 46%-os mintavétel figyelembe véve elfogadható értéknek tűnik. A felszorzott mátrixokhoz immár hozzá lehetett adni a viszonylati jegyes mátrixokat, ezzel elkészültek a még kalibrálatlan, de már felszorzott, teljes sokaságra vonatkozó jelen mátrixok.

5.2. A távlati mátrixok létrehozása

A jelen (2015) mellett két időtávra adtunk meg nagytehergépkocsi-mátrixokat: 2020-ra és 2030-ra. A előrebecslés során egységes módszertannal dolgoztunk mind a kistehergépkocsikat, mind a nagytehergépkocsikat tekintve, a közúti zajló átrendeződés miatt. A teherforgalom előrebecslésénél csak az előrejelezhető változásokat vettük figyelembe; olykor egyes események jelentősen megváltoztathatják a forgalom áramlásának mind az irányát, mind a volumenét. Ilyen események közé sorolhatók az egyedi nagyberuházások, politikai és gazdasági környezet megváltozása, amelyeknek egyébként fontos hatásait a forgalom mértékére és módjára, azok kiszámíthatatlan megvalósulása és hatása miatt nem vettük figyelembe. Így egy konzervatív, ugrásoktól mentes előrebecslést készítettünk. Nem állt módunkban figyelembe venni a szállítási módok közötti átrendeződést, sem a határon átlépő, sem a belföldi teherforgalom esetében. Az előrebecsléssel érintett időszak alatt hosszabb távon egészében nem látszik ok a szállítás jelentős átrendeződésére. Ezek alapján azt feltételeztük, hogy ezek a faktorok nem gyakorolnak hatást a közúti fuvarozás volumenére és irányultságára a vizsgált periódusban.

Jelen projektben az előrebecslésnél végül kétféle változással számoltunk. Az első a forgalmi körzetek GDP változása által mozgatott szállítási igényváltozás, a másik pedig a fent említett, járműkategóriák közötti átrendeződés a közúti szállítási piacon. Az elmúlt hat évtized tapasztalata azt mutatja, hogy a GDP és a szállítási teljesítmény árutonnakm-ben mért változása hosszabb időszakokat vizsgálva együtt mozog.

A várható demográfiai folyamatokat bemutató, munkánkhoz felhasznált akadémiai kutatás [5] kitér a GDP alakulására az egyes megyék szint-

jén is, amit forgalmi körzetek szerinti felbontásában annak arányosításával határoztunk meg. A külföldi körzetek esetében az EUROSTAT által közölt statisztikákra támaszkodtunk. A jelen állapot mátrixelemeit – mind a belföldi, mind a határt átlépő teherforgalom esetében – először az egyes forgalmi körzetek közötti GDP változás átlagából képzett szorzókkal módosítottuk. Az előrebecslésnél nem vettük figyelembe a forgalmi körzetek méretét és lakosságát, mivel ezeket a tényezőket a jelen állapot forgalmi már figyelembe vettük.

A másik tényező a szállítási piac átrendeződése a járműkategóriák között, amely a nemzetközi szakirodalommal [6] összhangban hazánkban is tetten érhető. Jól látható a kistehergépkocsik gyorsan növekvő száma, ahogyan a nagytehergépkocsik számának lassú csökkenése is: a KSH adatai szerint a 2000–2015 közötti időintervallumban a nagytehergépkocsik száma közel 14%-kal csökkent. A vizsgált időpontokra ezt a tendenciát extrapoláltuk, ami alapján a ma tapasztalható mátrixbeli értékek 2020-ra 0,991-es, 2030-ra pedig 0,908-as szorzóval módosultak. Ebben az esetben is egészségesen, mivel területspecifikus körülményeket adat hiányában nem tudtunk figyelembe venni. Ezekkel a módosításokkal előálltak a kalibrált jelenmátrixok becsült jövőbeli értékei.



A methodological breakthrough – developing OD matrices of large good vehicles

It has become timely to establish the domestic and cross-border OD matrices of large good vehicles (LGVs), based on a new methodology, and the technical background for this has been provided. Processing of available data sources – data cleansing, the definition of elemental sections and, based on them, the definition of freights – has been carried out using an entirely self-developed algorithm. One of the most considerable challenges was the definition of the vehicle category, i.e. the matching of two databases only accessible by GIS tools. During multiplying up the matrix created using the sample stock to the full population, the calculated and measured proportions of the sample cross-sections were compared. This operation resulted in the multiplied matrix, which was calibrated and then estimated for 2020 and 2030 by predicting the GDP and the number of LGVs in circulation. The methodology has been constantly evolved and improved during the process, in order to determine freights and vehicle categories as precisely as possible. There is further potential in the methodology: its exploitation and development can offer results with unprecedented precision in other similar projects.



Ein methodischer Durchbruch - die Erstellung großer Lkw-Matrizen

Da der technische Hintergrund sichergestellt ist, ist ein zeitgemäßes Erfordernis die Erstellung der QZ-Matrizen des inländischen und grenzüberschreitenden LKW-Verkehrs auf neue Methodik zu basieren. Die vorhandenen Dateien - die Datenbereinigung, die Bestimmung der elementaren Strecken und davon die Bestimmung der Frachten – sind mit einem vollständig selbst entwickelten Algorithmus verarbeitet worden. Eine der bedeutendsten Herausforderungen war die Bestimmung der Fahrzeugkategorie, nämlich die Anpassung zweier Datenbanken, die nur mit Hilfe geographischer Informatikverfahren zugänglich sind. Beim Multiplizieren der aus den Musterdateien erzeugten Matrix zur Grundgesamtheit wurden die berechneten und gemessenen Proportionen der Musterdurchschnitte verglichen. Bei dieser Operation wurde die multiplizierte Matrix erstellt, deren prognostizierte Variante für das Jahr 2020 und 2030 nach Kalibrierung und mit Hilfe der vorgesehenen Zahl von BIP und schweren Lkws hergestellt wurde. Die Methodik wurde während des Prozesses ständig weiterentwickelt und verfeinert, um die Fracht- und Fahrzeugklassen so genau wie möglich zu bestimmen. Es gibt weiteres ernsthaftes Potenzial in der Methodik, dessen Ausbeutung und Weiterentwicklung Ergebnisse von beispielloser Präzision in anderen ähnlichen Projekten liefern können.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Koren Csaba és Wellner Péterné (1977): Az 1973-74. évi országos közúti célforgalmi számlálás. Közúti Közlekedési Tudományos Kutató Intézet
- [2] Albert Gábor (2010): Az országos célforgalmi mátrix (OCM 2008) kidolgozása és néhány eredménye. Közlekedéscél Szemle 60. évf. 9. sz.: 1–6.
- [3] KTI (1996): Országos közúti célforgalmi számlálás 1995-1996. Közlekedéstudományi Intézet
- [4] KTI (2010): Az Országos Célforgalmi Adatfelvételt lebonyolítása, a célforgalmi mátrix létrehozása. KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.
- [5] Czirfusz Márton, Hoyk Edit és Suvák Andrea (szerk., 2015): Klímaváltozás – társadalom – gazdaság. Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon. Publikon Kiadó
- [6] Michael Browne, Julian Allen, Allan Woodburn és Marzena Piotrowska (2007): Light Good Vehicles in Urban Areas. Literature Review WM9. Transport Studies Group, University of Westminster

A leggyorsabban fejlődő járműkategória, a kistehergépkocsik mátrixa

A cikk a kistehergépkocsi-mátrix készítésének egy lehetséges módszertanát ismerteti. Hangsúlyosan bemutatásra kerülnek az önálló kistehergépkocsi-mátrixok szükségességét alátámasztó indokok, a felhasznált adatok, a használt paraméterek, mindezek mellett jelzik a munka nehézségeit, zsákutcait is. Javaslat készült a módszertan továbbfejlesztésére.

DOI 10.24228/KTSZ.2017.5.6

Szele András

e-mail: szele.andras@kti.hu

Kistehergépkocsinak nevezzük a 3,5 tonna megengedett össztömeget meg nem haladó tehergépkocsikat¹. A 2016. évi Országos Célforgalmi Mátrixok előkészítése során, főként szakmai indokokból, részben pedig a pályázati kiírás újdonságokat preferáló szellemének való megfelelés céljából, úgy döntöttünk, hogy önálló helyközi kistehergépkocsi-mátrixot készítünk. Ez az első hazai és talán nemzetközi kísérlet is, amely ezt a célt tűzte zászlajára. A cikkben a munka tapasztalatai alapján a legfontosabb kérdésekre keressük a választ: miért szükséges önálló kistehergépkocsi-mátrixot készíteni, ez miért nagyon nehéz, és végül mégis hogyan lehetséges?

1. MIÉRT SZÜKSÉGES ÖNÁLLÓ KISTEHERGÉPKOCSI-MÁTRIXOT KÉSZÍTENI?

A forgalmi modellezésben rendszerint a személygépkocsi-mátrix részeként kezelik a kistehergépkocsikat, ami jelentős hibák forrása lehet, különösen a mátrixok előrebecslése során. Az egyik legdinamikusabban fejlődő járműkategóriáról van szó, így önálló kisteher-

gépkocsi-mátrixok készítése régi szakmai igény. Becslésünk szerint jelenleg mintegy 360 000 db kistehergépkocsi van Magyarországon. A közúti forgalomban a hivatalos forgalomszámlálások alapján mintegy 15% a részesedésük, a munka keretében elvégzett számlálások során azonban átlagosan 18,9%-os arányt tapasztaltunk. A kistehergépkocsik elsődleges funkciója az áruszállítás, így sok szempontból a tehergépkocsikhoz állnak közelebb (például átlagos úthossz, utazási láncokban való szállítás), ugyanakkor méretük, mozgékonyaságuk, díjfizetési kötelezettségük, illetve a magánhasználatban betöltött nem elhanyagolható szerepük miatt a személygépkocsikra is sokban hasonlítanak. A járműkategória súlya és különlegessége miatt néhány éven belül nem lehet majd érdemi modellezési munkát végezni önálló kistehergépkocsi-mátrix nélkül, már csak a fuvarozási piac folyamatos átrendeződése miatt sem. A szállítási piac ugyanis folyamatosan alkalmazkodik, átalakul. A trendek szerint a nagytehergépkocsik száma lassan csökken, egyidejűleg a kistehergépkocsik száma gyorsan nő. A szállítási módok közötti átrendeződést legjobban a kis- és nagytehergépkocsik számának változása írja le (1. ábra). A diagra-

¹ A 3,5 t megengedett össztömegnél nagyobb tehergépkocsikat nagytehergépkocsinak nevezzük a cikkben.

mon jól látható, hogy csak a 2008-ban kirobbant gazdasági válság néhány éve alatt nem nőtt a kistehergépkocsik száma, egyébként töretlen és folyamatos a növekedés. A 2000–2015 közötti változások ütemét előrevetítve a kistehergépkocsik száma 2030-ra meghaladja majd az 500 000-et, ami a maihoz képest több mint 40%-os növekedést jelent. Ez a mátrix előrebecslésénél már semmiképpen sem teszi lehetővé a személygépkocsikkal való együtt kezelést.

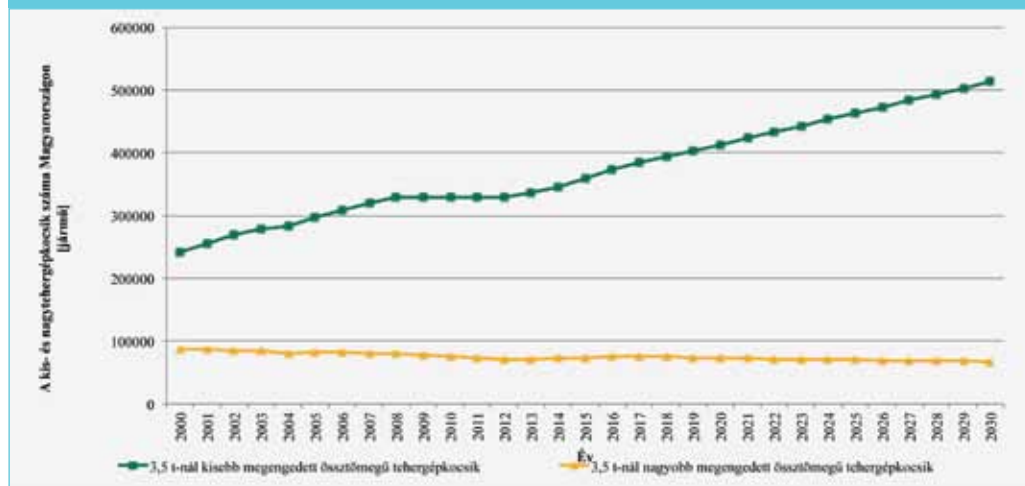
A kistehergépkocsi-mátrixok létének szükségességét támasztja alá az a forgalomszámlálásokból következő tény is, hogy a kistehergépkocsik a legnagyobb számban éppen a legterheltebb közötti szakaszokon jelennek meg. A jelentős növekedés is ezekre a szakaszokra fog koncentrálni, így sok helyen a kapacitáshatár átlépésének egyik nagyon fontos összetevője lehet a kistehergépkocsik számának változása.

2. MIT TUDUNK A KISTEHERGÉPKOCSIKRÓL?

Browne és Allen összefoglaló tanulmánya [1] alapján a szakirodalom legfontosabb megállapítása a kistehergépkocsikkal kapcsolatban az általános információhiány. Browne és munkatársai [2] szerint kevés tanulmány vizsgálja a kistehergépkocsik aktivitását, és a kistehergépkocsi-utazásokat általában nem veszik figyelembe a teherforgalmi

adatgyűjtéseknél és a modellezések során sem. Nagy-Britanniában 1987-től kezdődően készültek felmérések a kistehergépkocsik aktivitásáról [3], azonban a részletes adatok nem publikusak. Clark és munkatársai [4] felmérései és azok elemzése során különös hangsúlyt fektettek a vállalkozási célú és a magánhasználat különbségeinek feltárására. Az eredmények szerint a vállalati tulajdonú kistehergépkocsiknál az utazások 32%-a, magántulajdonúaknál pedig 39%-a munkába járási céllal történik. A céges kistehergépkocsiknál az utazások 34%-a, a magántulajdonúaknál pedig 19%-a árügyintézés/terítés. Az átlagos utazási hossz nagyobb a vállalati tulajdonú, mint a magántulajdonú kistehergépkocsiknál, és a magáncélú utazások hossza jellemzően kisebb, mint az üzleti utaknál mindkét tulajdonforma esetén. A felmérések alapján a kistehergépkocsi-forgalom csúcsórái 7–9 és 16–18 óra közé esnek. Ekkor a vállalati kistehergépkocsik 30%-a, a magántulajdonú kistehergépkocsiknak pedig 20–25%-a használatban van. A szállítások 70%-a 14 óra előtt, 5%-a pedig éjszaka történik. A céges járművek megtett járműkilométereit vizsgálva iparág szerint az építőipar részesedése a legnagyobb. Jelentős még a nagy- és kiskereskedelem, a javítás, az idegenforgalom, az ipar és a bányászat, amelyek együttesen az összes megtett járműkilométer kétharmadáért felelnek. A magántulajdonú kistehergépkocsiknál még jobban kiemelkedik az építőipar és viszonylag jelentős mértékben megjelenik a magánhasz-

1. ábra: A kis- és nagytehergépkocsik számának változása Magyarországon



nát, valamint az egyéb szolgáltatás is. Az üres fuvarok a céges járművek között 14%-ot, a magántulajdonú járművek között pedig 28%-ot tettek ki. A nagyszámú adat és a részletes elemzések ellenére a szakirodalomból csak kevés olyan adat volt leszűrhető, amely érdemben segíthette volna a mátrix elkészítését.

3. MIÉRT NAGYON NEHÉZ KISTEHERGÉPKOCSI-MÁTRIXOT KÉSZÍTENI?

A szakirodalom és az elvégzett munka tapasztalatai egyaránt megerősítik, hogy a kistehergépkocsik utazásainak tekintetében általános az adathiány. Nincsenek adataink a kistehergépkocsik mozgásairól, és a széles spektrumú használat mögött ismeretlen tulajdonlasi viszonyok vannak, így a kistehergépkocsi-tulajdonosok és -vezetők a jelenleg Magyarországon megvalósítható mintavételes megoldásokkal és a rendelkezésre álló erőforrásokkal nem voltak elérhetőek.

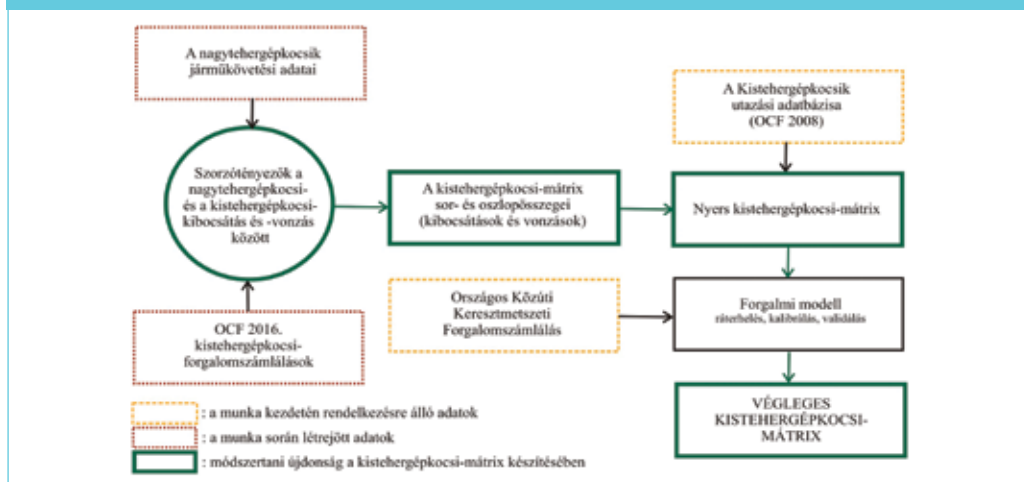
A mátrix készítésénél az adatok általános hiánya nem jelentett teljes információhiányt, számos különböző adatforráshoz fértünk hozzá. Ugyanakkor több fontosnak tartott adatbázis nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket. Terveztük a Magyarországon széles körben gyűjtött járműkövetési adatok közvetlen felhasználását. Azonban a Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató (NÚSZ) Zrt. csak a 3,5 t megengedett össztömeg feletti

járművek adatait gyűjti, mivel ezek fizetnek használati utdíjat, a járműkövetést végző bevallási közreműködő cégek pedig egyáltalán nem gyűjtnek járműkategória-adatot, így ez közvetlenül nem nyújtott segítséget a kistehergépkocsi-mátrix készítésében. Szintén terveztük telephelyi kikérdezések végrehajtását, de ezek felvételéhez nem álltak rendelkezésre adatok a kistehergépkocsik tulajdonosairól, és nem volt elég erőforrás ennek pótlására. Végül szándékunkban állt a projekt keretein belül végrehajtott széles körű háztartásfelvétel adatainak felhasználása is. Azonban a kikérdezett 9281 fő közül mindössze 52 fő számolt be arról, hogy előző nap kistehergépkocsit vezetett, tehát az eredményül kapott minta túl kicsinek bizonyult. Módszer-tanilag végül egy sokparaméteres rendszer megoldásaként tekintettünk a mátrix elkészítésére. Célunk az volt, hogy a megoldás jól közelítse a valós forgalmi viszonyokat.

4. HOGYAN LEHET MÉGIS KISTEHERGÉPKOCSI-MÁTRIXOT KÉSZÍTENI?

Az elvégzett munka talán legnagyobb eredménye, hogy kialakítottunk egy működő módszertant és a hozzá tartozó paraméterrendszert. A paraméterek értékeit a munka során többnyire becsültük, így a későbbi modellezési munkákra vár a pontos értékek meghatározása. A mátrix készítésének módszerét a 2. ábra mutatja be.

2. ábra: A kistehergépkocsi-mátrix készítésének folyamata



A járműkategória egyik funkciójából következő, egyben a személygépkocsik használatától gyökeresen különböző jellemző, hogy az áruszállítást végző kistehergépkocsik napi rutinjuk során egyik címről a másikra mennek, naponta akár több tucat helyszínt felkeresve. Ezek túlnyomó része helyi utazás, de a települések között is nagyszámú utazás történik. A kistehergépkocsik jelentős része tehát utazási láncokban közlekedik, azaz a helyközi utazásokat tekintve egyik településről a másodikra, majd a harmadikra stb. tart. Az egyes kiinduló- és céltelepülések közötti, le- és felrakodások által megszakított utazásokat tekintettük elemi utazásnak. A mátrixok készítésénél megszokott oda-vissza utazás mellett ez is jellemző utazási forma, ezt pedig figyelembe kellett venni a mátrix készítése során is.

A munka során használt legfontosabb paraméterek a következők voltak:

- a települések által vonzott és kibocsátott kistehergépkocsik száma,
- a kistehergépkocsik száma településenként,
- a településekről naponta elinduló kistehergépkocsi-utazások száma,
- a helyközi kistehergépkocsi-utazások aránya az összes kistehergépkocsi-utazásban,
- a kistehergépkocsik által megtett napi helyközi utazások száma,
- a kistehergépkocsik utazási célpontjai (településméret és távolság alapján).

A következőkben egyenként ismertetjük a paramétereket és a becslésükhöz felhasznált adatokat. A módszertan értelmezéséhez hasznos tudni, hogy alapvetően kétféle forgalmi körzettel dolgoztunk a mátrixok készítése során: többségük települések halmazát, egy települést vagy egy nagyobb település egy részét tartalmazza. Más részük speciális forgalomvonzó létesítményeket takar, mint amilyenek a nagy gyárak vagy a nagy bevásárlóközpontok.

4.1. A települések által vonzott és kibocsátott kistehergépkocsik száma

Rendelkezésre állt a NÚSZ Zrt.-nek a Magyarországon közlekedő, fizetős útszakaszt használó nagytehergépkocsik mintegy 46%-ának 2 hónapi utazásait tartalmazó adatbázisa. Így minden

település nagytehergépkocsi vonzása és kibocsátása jól becsülhető volt. Az első módszertani újítás, hogy kapcsolatot kerestük a települések és a forgalomvonzó létesítmények nagytehergépkocsi- és kistehergépkocsi-vonzása és -kibocsátása között. E kapcsolat leírását, a megfelelő szorzótényezők meghatározását a munka során végrehajtott széles körű forgalomszámlálások tették lehetővé, amelyek során 31 településen és 11 forgalomvonzó létesítménynél számláltuk az összes be- és kilépő forgalmat. Az egyes települések kistehergépkocsi-vonzásának és -kibocsátásának számításához típus-településeket határoztunk meg a települések fekvése (földrajzi régiók), komplex fejlettségi besorolása [5] és lakosság száma alapján. A mérések során a kiválasztott települések és forgalomvonzó létesítmények bevezető útjain megszámláltuk az összes ki- és belépő nagy- és kistehergépkocsit. A szorzótényezőket úgy határoztuk meg, hogy a településre érkező és onnan távozó összes számlált kistehergépkocsi számát elosztottuk a településre érkező és onnan távozó összes számlált nagytehergépkocsi számával. A szorzótényező így tartalmazta az átmenő forgalmat is, amely azonban nem része a vonzásnak és a kibocsátásnak, ezt a problémát később kezeltük.

A 31 felmért településen a szorzótényezők átlaga 5,9 lett, a szorzók meghatározó része pedig 3,07–8,24 közé esett. A nagyon magas (8 feletti) szorzótényezők a zsáktelepüléseknél és a gazdaságilag fejletlen településeknél fordultak elő, ahol az ipar hiánya miatt nagyon kicsi a nagytehergépkocsi-forgalom. Magas (5–8 közötti) értékeket főként a budapesti agglomeráció településeinél, illetve a fejlett településeknél (mint Fertőrákos vagy Sárvár) találtunk. Itt a nevező alacsony értékét feltehetőleg a nagytehergépkocsik behajtásának korlátozása és a szállításiigényes ipar hiánya, a számláló magas értékét pedig a kistehergépkocsikat vonzó fejlett ipar és szolgáltatások magyarázzák. A nagyon alacsony értékeket (3,1 alatt) olyan településeken mértük (például Cegléd és Medgyesegyháza), ahol jelentős az átmenő nagytehergépkocsi-forgalom, így a nevező értéke magas lett. A 31 vizsgált településből 15 esetben adódott 3,1–5 közötti eredmény. Ezek a településeken nem volt számottevő az átmenő forgalom, ezért feltételeztük, hogy a kis- és nagyteherforgalom természetes aránya is ezen értéktartományon belül lesz. A települések esetében az általános szorzó végül 4,00 lett.

A fejletlen községek (a komplex fejlettségi mutató 40 alatt) szorzószáma 4,67, a fejlett községeké (a komplex fejlettségi mutató 40 felett) 3,84 lett. A bevásárlóközpontoknál 10,40, az ipari létesítményeknél 1,55, végül a logisztikai központoknál 1,20 lett a szorzótényező értéke. A szorzótényező segítségével a települések nagytehergépkocsi-vonzását és -kibocsátását átalakítottuk kistehergépkocsi-vonzássá és -kibocsátássá, ezzel pedig a kistehergépkocsi-mátrix sor- és oszlopösszegeit számítottuk ki a településekre és a forgalomvonzó létesítményekre vonatkozóan. A mátrix készítéséhez azonban azt is tudni kellett, hogy az egyes településekről hány kistehergépkocsi indul útjára.

4.2. A kistehergépkocsik száma településenként

A feladatnak külön pikantériát adott az a tény, hogy a szükséges adatok egy része a 2013 előtt használt kistérségi bontásban állt rendelkezésre, és a kistérségek járásá alakulása sok esetben a határok változásával járt együtt. Ezeket a változásokat figyelembe vettük a munka során. Az egyes településeken található kistehergépkocsik számát két KSH-adatbázis alapján becsültük. Az első a „Magyarországon nyilvántartott áruszállító tehergépjármű-állomány (2008–2015)” című KSH adatbázis, amelyből az egyes kistérségekben fellelhető kistehergépkocsik száma volt becsülhető. Az adatbázis raksúly alapján kategorizálja a tehergépkocsikat. A kategóriák közül a 999 kg-ig terjedő és az 1000–1499 kg közötti egyértelműen kistehergépkocsi, azonban az 1500–3499 kg közötti kategória már közepes nehéz tehergépkocsit is takarhat. Szerencsére ez a kategória a teljes minta mindössze 20%-át teszi ki. Végül ez utóbbi kategóriába tartozó járművek 50%-át tekintettük kistehergépkocsinak, hogy a kistehergépkocsik számát kistérségenként meghatározzuk. Az „Éves településstatistikai adatok 2014-es településszerkezetben” című KSH-adat-

bázis tette lehetővé, hogy a kistérségi adatokat, alkalmazkodva az időközben lezajlott járási átalakításhoz, települési szintre bontsuk tovább, mivel ebben az adatbázisban 2014-ig rendelkezésre áll a tehergépkocsik száma településenként. A kistérségben található kistehergépkocsikat a településeken fellelhető tehergépkocsik arányában osztottuk szét a települések között. Az egyes településeken fellelhető kistehergépkocsik számának meghatározása után azt kellett megbecsülni, hogy közülük hány kistehergépkocsi indul el helyközi utazásra.

4.3. A településekről naponta elinduló kistehergépkocsik száma, a helyközi utazást végző kistehergépkocsik aránya és a kistehergépkocsik által megtett napi helyközi utazások száma

A három paraméter értékeit adatok híján becsültük, mégpedig egy lépésben. A becslést meghatározó paraméterrendszer értékeit az 1. táblázat mutatja be. A mátrix létrehozásában az alábbi kistehergépkocsi-kategóriáknak jutott szerep:

- Az adott napon nem mozgó kistehergépkocsik (arányuk egységesen 5% minden településkategóriában).
- A csak helyi utazást végző kistehergépkocsik (arányuk a kistelepeüléseken 5% és a településméret növekedésével növekszik).
- A napi két helyközi utazást végző kistehergépkocsik (a legszámosabb kategória, arányuk csökken a településméret növekedésével). Ide soroltuk a magánhasználatú kistehergépkocsikat, a bevásárlóközpontokba tartó kistehergépkocsikat és jelentős részben az ipari parkokat és a településeket célzó kistehergépkocsi-forgalmat is.
- A napi három helyközi utazást végző kistehergépkocsik. Ez a kategória volt hivatott a kistehergépkocsik szállításban meglévő szerepét reprezentálni.

1. táblázat: A helyközi utazások számát meghatározó paraméterrendszer és értékei

	kistelepeülés	agglomerációs település	kis- és közep-város	nagyváros	Budapest
Nem mozgó kistehergépkocsik	5%	5%	5%	5%	5%
Csak helyi utazást végző kistehergépkocsik	5%	5%	10%	40%	60%
Napi két helyközi utazást végző kistehergépkocsik	75%	75%	70%	40%	20%
Napi három helyközi utazást végző kistehergépkocsik	15%	15%	15%	15%	15%

Az egyes településekről elinduló tényleges napi, helyközi kistehergépkocsi-forgalmat a fenti értékek alapján határoztuk meg. Ekkorra tehát rendelkezésre álltak a kistehergépkocsi-mátrix sor- és oszlopösszegei, valamint az egyes településekről naponta helyközi utazásra elinduló kistehergépkocsik száma. A következő lépés a fenti kiindulási értékek mellett a mátrix egyes cellaértékeinek meghatározása volt. Ehhez feltétlenül szükséges volt egy olyan adatbázis, amely leírta a kistehergépkocsik utazásainak távolságra vonatkozó jellemzőit.

4.4. A kistehergépkocsik utazási célpontjai

A 2008-ban lezajlott országos célforgalmi felmérés során 12 településen végeztünk kordonponti kikérdezést a kistehergépkocsik körében. A kiválasztott települések (Balatonalmádi, Füzesabony, Győr, Hódmezővásárhely, Nyíregyháza, Paks, Püspökladány, Salgótarján, Szentendre, Szigetvár, Szombathely, Tapolca) képviselték a magyar településeket népességük, gazdasági fejlettségük és területi elhelyezkedésük alapján. A nyers adatbázisból a hibák kiszűrése után 2737 db kistehergépkocsi-utazási rekord maradt. A külföldi utazások aránya 0,18% volt, ezeket a további vizsgálatokban nem vettük figyelembe. Az adatbázis (a kistehergépkocsik utazási adatbázisa) tartalmazta a megkérdezett kistehergépkocsik személyzetének válaszát arra vonatkozóan, hogy mi az éppen folyamatban lévő utazásuk kiindulási és érkező települése. Az adatbázis szerint a kistehergépkocsi utazások 17,5%-a a kistérségen belül marad, további 32,7% a megyén belül marad, de másik kistérségbe tart, és végül az utazások 49,8%-a átlépi a megyehatárt. A megyéből kilépő utazások általában a szomszédos megyébe irányulnak, kivétel ez alól a Budapestről induló és az oda tartó utazások és a kistelepülés–kistelepülés, illetve a kisváros–község relációk, mivel ezek gyakorlatilag az ország bármelyik megyéjébe irányulhatnak.

Az adatbázis segítségével készítettünk egy programot, amely a települési kibocsátás alapján az adatbázisban leírt utazási min-

tákat érvényesítette. Bemenő adatként a településekről helyközi utazásra induló kistehergépkocsik száma szolgált, eredményül pedig egy mátrixot kaptunk. A létrejött mátrix utazásai jól tükrözték az adatbázis utazási mintáit, az egyes céltelepüléseket viszont véletlen módon választotta ki a program a megfelelő települések közül. A program lehetővé tette, hogy a különböző számú helyközi utazást végző kistehergépkocsi-kategóriákhoz külön részmatrixokat készítsünk. Fontos és kihasznált lehetőség volt, hogy a program segítségével kvázi utazási láncokat tudtunk létrehozni. Ennek módja az volt, hogy a településenkénti kiinduló kistehergépkocsik száma („Honnan” oszlop) alapján létrejött mátrix oszlopösszegeit („Hová” sor) – mentés után – visszamásoltuk a „Honnan” oszlopba, majd újra futtatuk a programot. Ezt a lépéssort többször megismételve eredményül lényegében utazási láncokat kaptunk, bár az egyes utazási láncok nem a kiindulási pontjukon értek véget. Így hoztuk létre a napi három helyközi utazást végző kistehergépkocsik utazásait. A kistehergépkocsik utazásainak többségét a klasszikus módon, egy oda- és egy visszautként vettük figyelembe. Ekkor a program futtatásának eredményét transzponáltuk a visszautak létrehozásához.

5. A FORGALMI MODELLEZÉS

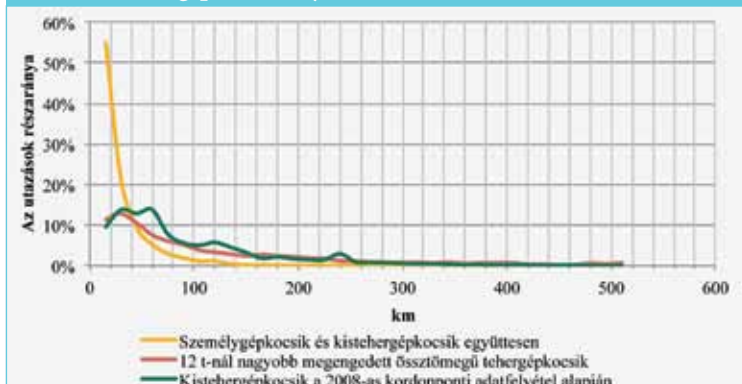
A települési szinten megalkotott mátrixot a forgalmi körzeteknek megfelelően átalakítottuk. Ettől kezdve forgalmi körzet szinten folyt tovább a munka. A települések között lebonyolódó forgalom mellett további kistehergépkocsi-mozgások is vannak, mint például a határt átlépő utazások vagy a forgalomvonzó létesítményekbe tartó forgalom. Ezeket a felmérések eredményei alapján egyenként határoztuk meg minden forgalomvonzó és minden külföldi forgalmi körzet esetében. A további lépések a klasszikus forgalmi modellezés lépéseit követték, úgymint ráterhelés, kalibrálás és validálás. A validáláshoz nagyon fontos segítségnek bizonyult a kistehergépkocsik utazási adatbázisából kinyert utazási hosszeloszlás és az átlagos utazási hossz (3. ábra).

A felvétel kordonponti jellege miatt az eredmények nem tartalmazzák a helyi utazásokat, azonban a helyközi mátrix létrehozásához ezek nem is voltak szükségesek. Az összehasonlítás kedvéért a 2008-ban készült mátrixokból kinyertük a személygépkocsik és a kistehergépkocsik együttes helyközi hosszeloszlását és a 12 t-nál nagyobb megengedett össztömegű tehergépkocsik helyközi hossz-

eloszlását is. Az ábrán jól látható, hogy a kistehergépkocsik utazásainak hosszeloszlása mennyire hasonlít a főként kamionokat tartalmazó, 12 t-nál nagyobb megengedett össztömegű tehergépkocsik hosszeloszlására: itt is kevés a rövid utazás, viszonylag sok a nagyon hosszú, akár több száz kilométeres utazás, és a 20–150 km közötti utazások vannak a legnagyobb számban. A kistehergépkocsik átlagos utazási hossza 93 km.

A mátrixok véglegesítéséhez hétszer került sor kalibrálásra és validálásra. A végleges mátrixban az utazások száma 295 862. A kalibrálások során az átlagos utazási hossz folyamatosan nőtt, a végleges mátrixban az értéke 70,1 km, ami azonban jelentősen kisebb, mint a 2008-

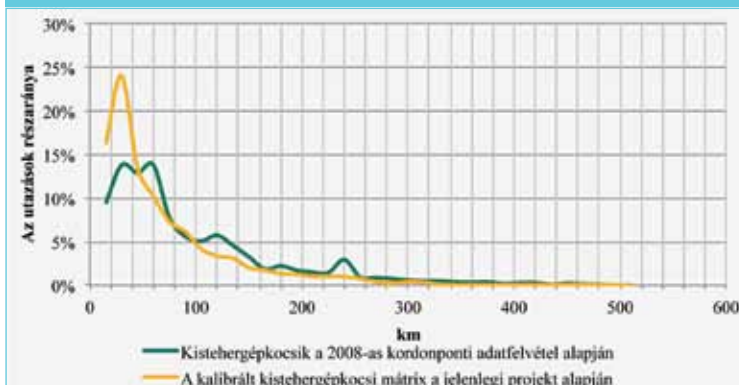
3. ábra: A személygépkocsik és a kistehergépkocsik együttes helyközi hosszeloszlása, a 12 t-nál nagyobb megengedett össztömegű tehergépkocsik és a kistehergépkocsik helyközi utazásainak hosszeloszlása 2008-ban



as 93 km. A kalibrált kistehergépkocsi-mátrix hosszeloszlását és a kistehergépkocsik 2008. évi utazási adatbázis szerinti hosszeloszlását a 4. ábra mutatja be.

A településekre kiszámított vonzások és kibocsátások igen jelentősen, 588 000-ről 300 000 alá csökkentek a kalibrálások során. E csökkenés mögött kis számban jelentős növekedés (Budapesten, a külföldi utazásoknál és a forgalomvonzó létesítmények forgalmainál), kis számban egyezés (főleg a Budapest környéki településeknél) és általánosan jelentős csökkenés áll. Nagyon sok települési forgalmi körzet vonzása és kibocsátása (azaz a mátrix sor- és oszlopösszege) harmadolódott-negyedelődött, miközben Budapest vonzása és kibocsátása 44%-kal nőtt.

4. ábra: A kalibrált kistehergépkocsi-mátrix és a kistehergépkocsik utazási adatbázisának hosszeloszlása



A jelentős csökkenés mögött véleményünk szerint két fő ok állt. Az egyik ok, hogy más széles körű adatbázis híján az Országos Közúti Keresztmetszeti Forgalomszámlálás (OKKF) kistehergépkocsi forgalmi adatait használtuk fel a kalibráláshoz. Ez okozott problémákat, mivel az OKKF eredményei és az általunk 123 keresztmetszetben, 4–20 óra között elvégzett

forgalomszámlálások kistehergépkocsi-forgalmi adatai között jelentős különbségek mutatkoztak: az OKKF adatai általában jelentősen kisebbek voltak, néhány helyen egyeztek és néhány helyen meghaladták a saját számlálásaink eredményeit. Az OKKF kistehergépkocsi-forgalmi adatai átlagosan a saját számlálások forgalmainak 78,2%-át tették ki. A különbséget talán magyarázza, hogy a kistehergépkocsi járműkategória a forgalomszámlálások során általánosan elég nehezen megkülönböztethető. Az automata számlálóállomások a kistehergépkocsik jelentős részét nem tudják megkülönböztetni a személygépkocsiktól, így általában a nap egy részére kiterjedő számlálások arányait érvényesítik az egész napos forgalomra, ami tekintettel a kistehergépkocsik működési módjára nem feltétlenül ad helyes eredményt. Mindenesetre tény, hogy az OKKF eredményei alapján a hazai gyorsforgalmi és a főúthálózaton a jelenlegi kalibrált mátrix ráterhelési eredményeinél nem lehetséges nagyobb kistehergépkocsi-forgalom, ez pedig a teljes hálózaton mintegy 20%-os forgalomcsökkenést jelent a valósághoz képest.

A másik, valószínűleg fontosabb ok a használt módszertanban keresendő és egyben a használt módszertan kritikája is. A mátrix készítése során lényegében települési szintű vonzás és kibocsátás értékeket hoztunk létre, kevesebb figyelmet szentelve a vonzás és a kibocsátás irányainak, különösen a vonzaskörzetekből a városokba tartó kistehergépkocsi-forgalom megfelelőségének. A módszertan a jellemzően nagy átlagos utazási távolság miatt inkább a távolsági jellegű forgalomra koncentrált. Az ilyen utazások főként a gyorsforgalmi hálózaton bonyolódnak le és a gyorsforgalmi hálózatot a településekkel összekötő útszakaszon jelennek meg. A kalibráló keresztmetszetek főként a gyorsforgalmi hálózaton és a főúton lettek kijelölve, így a kalibrálás is főként a távolsági forgalmat érintette, és ez az OKKF eredményei szerint jóval kisebb, mint amit a számításban feltételeztünk. Az elővárosi jellegű kistehergépkocsi-forgalom által használt útvonalakon jellemzően nem voltak kalibráló keresztmetszetek sem, ezért ez a forgalom kicsiny maradt. Nagyobb részben ez vezethetett a települési vonzások és kibocsátások jelentős csökkenéséhez.

Véleményünk szerint mind a mátrix készítése során követett módszertan, mind az OKKF számlálási alapvetően megfelelőek. A követett módszertan alapján létrehozott mátrix a kalibrálás során az OKKF számlálásaihoz idomult, így országos szintű célok eléréséhez megfelelő eredményeket kaptunk. A kisebb térségekre is megfelelő eredmények eléréséhez azonban még további erőfeszítéseket kell tenni.

6. KÖVETKEZTETÉSEK

Az eredmények szerint részletes adatbázis nélkül is létrehozható kistehergépkocsi-mátrix. A módszertanban azonban sok a becsült paraméter, amelyeket pontosítani kellene. A munka tapasztalataival felvértezve érdemes lenne felülvizsgálni a paraméterrendszer választott értékeit például a három helyközi utazást végrehajtó kistehergépkocsik aránya esetében. Jó volna elérni, hogy a forgalmi modellezés eredményeként a tényadatokon alapuló hossz-eloszláshoz és átlagos utazási hosszhoz jobban hasonló eredményeket kapjunk. Fontos a forgalomvonzó létesítmények és a külföldi körzetek bevonása a háromutas utazási láncokba, és el kellene gondolkodni akár a négyutas utazási láncok létrehozásán is. Jelentős előrelépés lenne, ha az utazási láncok a kiindulási pontjukon végződnének. A következő modellezési munkák során javasolt figyelembe venni, hogy az OKKF mérései tapasztalataink szerint jelentősen, mintegy 20%-kal kisebb kistehergépkocsi-forgalmat mutatnak, mint ami a valóságban lebonnyolódik. Ennek okait érdemes külön megvizsgálni. A legfontosabb fejlesztési igény azonban az elővárosi jellegű és a távolsági kistehergépkocsi-forgalom helyes arányának megtalálása a vonzásban és a kibocsátásban, mert meggyőződésünk, hogy a módszertan által meghatározott vonzás- és kibocsátásértékek alapvetően helyesek.

A kistehergépkocsik jelentős forgalma egy adott térségben véleményünk szerint a térség gazdaságának erejét és a terület lakosságának gazdagságát is jelzi, ebből következően a gyorsan fejlődő térségekben és az azokat összekötő hálózati elemeken nagyon gyors növekedés prognosztizálható.

Egészében továbbra is csak nagyon keveset tudunk a kistehergépkocsikról. Adatfelvételekre és ezek alapján alapadatbázis kiépítése szükséges. A járműkategória súlya és gyors fejlődése miatt néhány éven belül nem lehet majd érdemi modellezési munkát végezni önálló kistehergépkocsi-mátrix nélkül. Reméljük, módszertani kísérletünkkel bátorítjuk a további vizsgálatokat, fejlesztéseket.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Michael Browne és Julian Allen (2006): Best Practice in data collection, modelling approaches and application fields for urban commercial transport models. Urban freight data collection - synthesis report. Deliverable 3.1, BESTUFS (Best Urban Freight Solutions) II project, TREN/04/FP6TR/S07.31723/506384
- [2] Michael Browne, Julian Allen, Allan Woodburn és Marzena Piotrowska (2007): Light Good Vehicles in Urban Areas. Literature Review WM9. Transport Studies Group, University of Westminster
- [3] Department of Transport (2009): Van Activity Baseline Survey 2008. <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110503210608/http://www.dft.gov.uk/pgr/statistics/datatablespublications/freight/vanactivitybaseline08/> (utolsó hozzáférés: 2017. június 30.)
- [4] Geoff Clark, Anne Johnson, James Nankivell és Matthew Turpin (2014): Van travel trends in Great Britain. RAC Foundation, London
- [5] 290/2014. (XI. 26.) Korm. rendelet a kedvezményezett járások besorolásáról



The fastest growing vehicle category, the matrix of light commercial vehicle (LCV)

LCVs are the most dynamically developing vehicle category. However, in traffic modelling practice the LCVs are treated as automobiles and included in the passenger car OD matrix. A justified professional requirement is to create separate LCV matrices, but so far it has not been done. The paper presents the reasons behind the need to build separate LCV matrix and outlines a possible way to create it, detailing the data and the parameters used. The dead ends of the work are described along with the most important methodological development needs based on the experiences of this project.



Die Matrix der Kleintransporter, der am schnellsten wachsenden Fahrzeugkategorie

Die Kleintransporter bilden die Fahrzeugkategorie, die sich am dynamischsten wächst, doch sie sind als ein Teil der Pkw-Quelle-Ziel-Matrix in den Modellbildungsarbeiten behandelt. Es ist eine alte Anforderung Verkehrssektors eine einzelne Matrix der Kleintransporter zu erzeugen. Bisher es ist nicht getan worden. Im Artikel werden die Gründe des Bedürfnis für die Erzeugung der Matrix der Kleintransporter dargestellt und eine mögliche Methode vorgestellt, mit detaillierter Beschreibung der notwendigen Daten und der verwendeten Parameter. Es werden auch die Sackgassen der Arbeit und auf Grund der Erfahrungen die wichtigsten Entwicklungsbedürfnisse der Methodik dargestellt.

A hazai közúti közlekedési hálózatot terhelő forgalom elemzése

Az OCM-2016 projekt keretében elkészült forgalmi modell lehetőséget biztosít arra, hogy a közúthálózat forgalmát ne csak az adott keresztmetszeten áthaladó forgalom nagysága, hanem annak célja és eredete alapján is elemezzük.

DOI 10.24228/KTSZ.2017.5.7

Miksztai Péter – Virág Álmos – Bozó András

E-mail: miksztai.peter@kti.hu, virag.almos@kti.hu, bozo.andras@kti.hu

1. BEVEZETŐ

A közúti közlekedési hálózat forgalmi terhelését egyik oldalról megítélhetjük a többé-kevésbé rendszeresen elvégzett keresztmetszeti forgalomszámlálások eredményei alapján, amelyek a teljes országra adnak valamilyen (mért vagy számított) értéket. Másik oldalról viszont önmagában a keresztmetszeti forgalomnagyságok semmilyen információt nem adnak arról, hogy az adott helyen áthaladó forgalom honnan jön és hová tart, milyen mélyebb rétegzettségű, márpedig a járművek viselkedésének megértéséhez, valamint a jövőbeli fejlesztések, illetve forgalomnagyság-változások hatásainak elemzéséhez ez mindenképpen szükséges. Ezt a célt a honnan-hová forgalomáramlási mátrixok létrehozásával, majd számítógépes modellben történő hálózati ráterheléssel érhetjük el. Az OCM-2016 projekt keretében elkészült forgalmi modell célja a nyers mátrixok helyességének ellenőrzése, kalibrálása volt. Az így elkészült modell lehetőséget adott az adatok széles körű elemzésére is.

2. MÓDSZERTAN

A területi modell 1722 forgalmi körzetből állt, amely elsősorban a járások területének tovább-bontásából épült fel, de kialakítottunk lakosszámmal nem rendelkező, valamint külföldi körzeteket is. A kisebb településeket egy csoportba vontuk, és ezek együtt képeznek egy

forgalmi körzetet, a közepes méretű települések (jellemzően kisvárosi kategória) önállóan alkotnak egy-egy forgalmi körzetet, míg a nagyobb városok (jellemzően a megyeszékhelyek és nagyvárosok) pedig több forgalmi körzetre lettek bontva. Ilyen körzetekből összesen 1556 szerepel a modellben. Ezekon kívül létrehoztunk olyan, lakosszámmal nem rendelkező, mégis koncentrált forgalomvonzó vagy -ki-bocsátó tulajdonságokkal rendelkező zónákat, amelyeket ipari-kereskedelmi-logisztikai körzeteknek nevezhetünk. E körzettípusból 86-ot definiáltunk az országban. Mivel a Magyarország közútjait terhelő forgalom egy része külföldről származik, külföldi forgalmi körzeteket is kialakítottunk, amelyeknek mérete az országhatár közelében viszonylag kicsi volt, de az országtól távolodva azokat egyre nagyobb méretűnek határoztuk meg, hiszen minél távolabbról érkezik a forgalom, annál kevésbé kell az elemzések szempontjából a helyváltoztatás kiinduló és végpontjának földrajzilag pontosnak lennie. Külföldi körzetből 80-at definiáltunk a modellben.

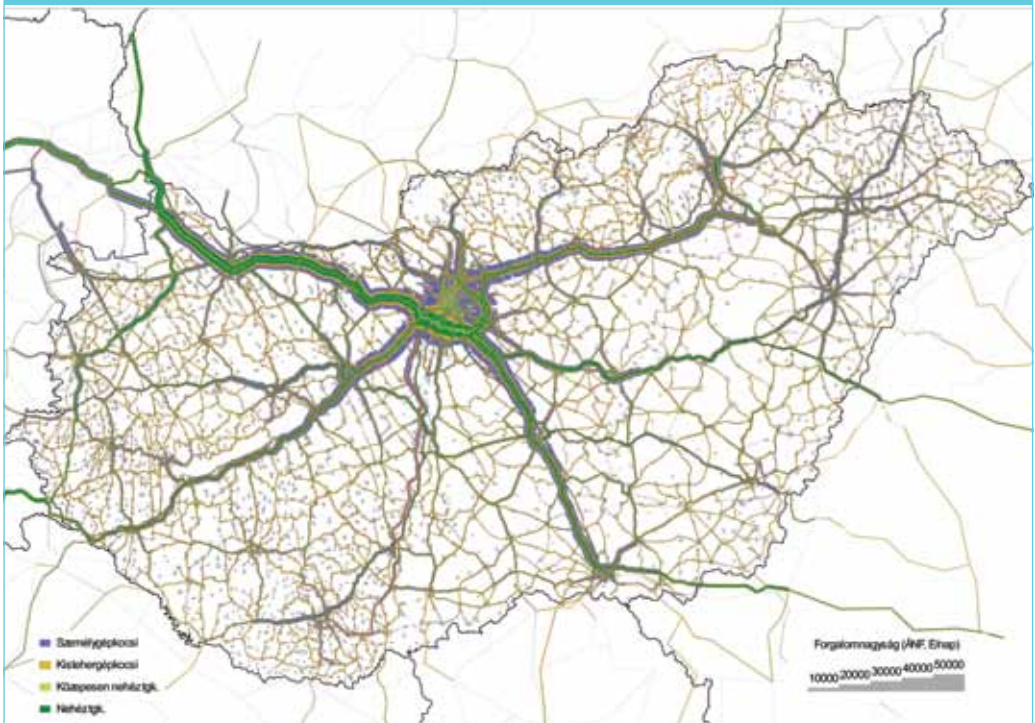
A belföldi közúthálózati modell alapját az Országos Közúti Adatbank (OKA) képezte. Az OKA állományából a modellezési feladatunknak megfelelő mezők kerültek leválogatásra a teljes országra vonatkozóan. A főbb jellemzők a következők voltak: útszám, útkategória, sávszám, szakaszjelleg (kül-/belterület), szakasz-hossz, terepjelleg, súlykorlátozás, sebességkor-

látozás, útdíj van/nincs. Az OKA által tárolt térképi állományból generáltunk egy szakadásmentes, modellezhető hálózatot, amelynek létrehozása, konvertálása, ellenőrzése számottevő kézi munkát is szükségessé tett. A külföldi úthálózatot publikusan elérhető térinformatikai térképi állományokból generáltuk, azonban ez esetben csak az útkategória és a sávszám volt a modellezéshez fontos paraméter.

A modellezést az EMME szoftver segítségével végeztük. A modellhálózat csomópontokból és az azokat összekötő, irányított szakaszokból áll. Fontos körülmény, hogy a szoftver képes kezelni az útgeometriát, tehát a hálózat alakhelyes lesz, nem csupán egyenesekkel lehet összekötni a modell-csomópontokat. A felépített hálózat így mintegy 18500 csomópontból és 45000 élből (szakaszból) áll. Ebben beleértendők azok a hálózatrészek is, amelyeket az OKA nem tartalmaz, de a modellezéshez szükségesek, mint pl. Budapest úthálózata, egyéb települések hálózati jelentőségű, helyi útjai, illetve a külföldi úthálózat legfontosabb elemei.

A forgalom ráterhelése során a járművek megengedett össztelege alapján megkülönböztetett öt mátrixot használtunk. Ezek az alábbiak: személygépkocsik, kistehergépkocsik 3,5 tonnáig, majd a 3,5–7,5 t közötti tehergépkocsik, a 7,5–12 t közötti tehergépkocsik, végül a 12 t feletti tehergépkocsik. A ráterhelés során a különböző járműkategóriákat külön rétegként terheljük rá, mégpedig olyan sorrendben, hogy elsőként a 12 t engedélyezett összteleg feletti tehergépkocsikat, azután a 7,5–12 t közöttieket, majd a 7,5 t alattiakat. Ezt követte a kistehergépkocsik mátrixa, végül a személygépkocsik mátrixa került ráterhelésre. Ez azt jelenti, hogy mindegyik réteg az előtte levőt már mint „alapterhelés” érzékelt, és annak tudatában választott útvonalat, hogy azok már ott közlekednek. Az elsőként használt nyers mátrixok a közúthálózatra terhelve még nem adják vissza kellő pontossággal és megbízhatósággal a mért forgalom nagyságokat, így szükség volt kalibrálásra, azaz a mátrixoknak a mért értékekhez való igazítására. Ehhez az

1. ábra: A kalibrált mátrixok ráterhelési ábrája



országos közúthálózat külsőségi szakaszain 324 keresztmetszetet jelöltünk ki. A kalibráló forgalomnagyságok többsége a Magyar Közút (MK) Zrt. adataiból, kisebb része pedig a Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató (NÚSZ) Zrt. adatfelvételeiből származott. A kalibrált mátrixok hálózatra való ráterhelésének eredményeit mutatja be az 1. ábra.

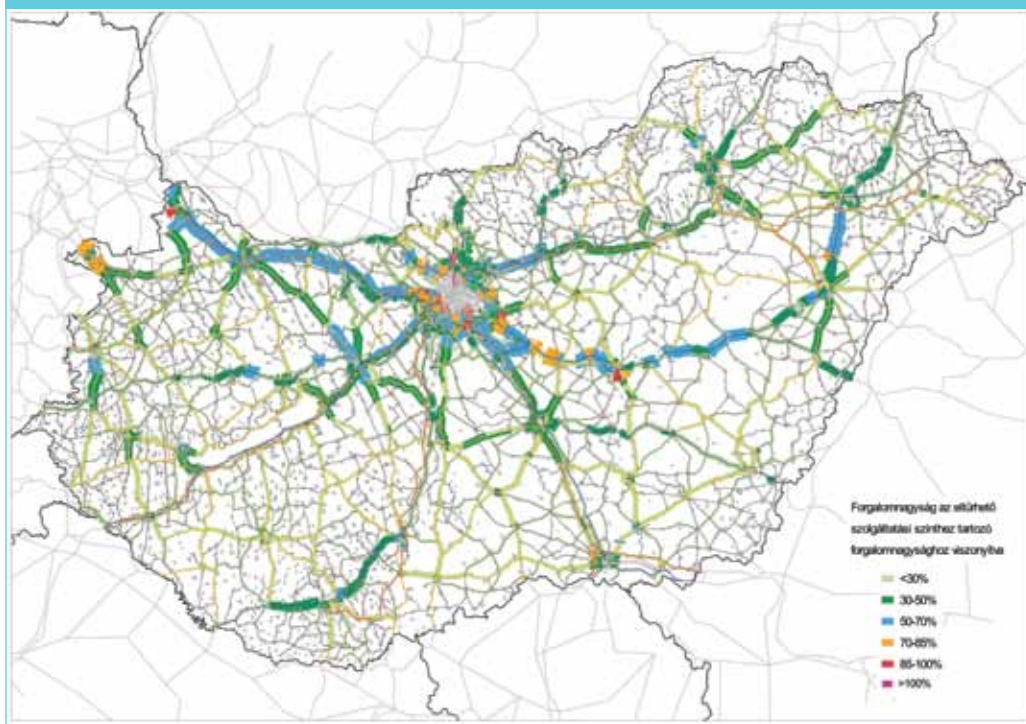
3. A KÖZÚTHÁLÓZAT KAPACITÁSKIHASZNÁLTSÁGA

A közúti forgalmi ráterhelések kettős célt szolgáltak. Egyrészt a jelen állapotban ezzel az eszközzel élve végeztük el a mátrixok kalibrálását, másrészt a távlati állapotokban ezekre támaszkodva vizsgáltuk a hálózaton, illetve a Magyarországot átszelő folyosókban megjelenő forgalom nagyságát és ennek viszonyát az ott rendelkezésre álló kapacitáshoz, illetve az eltűrhető forgalomnagyság elméleti értékéhez. Az ÚT 2-1.201 számú Útügyi Műszaki Előírás (KTSZ) rendelkezik a forgalmi tervezés során

alkalmazandó, az eltűrhető szolgáltatási szinthez tartozó forgalomnagyságokról. Tekintettel arra, hogy az OCM-2016 mátrixaiban helyközi forgalmak szerepelnek, tehát nem tartalmazza a településeken belül lebonyolódó helyi forgalmakat (amelyek a település méretének növekedésével egyre jelentősebbek), a vizsgálataink során nem elemezzük a belterületi szakaszok kapacitáskihasználtságát, hanem csak a külterületi szakaszok forgalomnagyságait vetjük össze az eltűrhető szolgáltatási szinthez tartozó forgalomnagyságokkal, melyet a 2. ábra mutat be. A szemléletesebb ábrázolás érdekében az egyes kategóriák színnel és szélességgel is meg vannak különböztetve egymástól.

Látható, hogy a legterheltebb utak jellemzően Budapest közvetlen közelében vannak. Az M0 autópálya forgalma a déli szektorban, a Duna-híd magasságában eléri, kissé meg is haladja az eltűrhető szintet. Az M0 több csomópontjának közelében is hasonló a helyzet. Az M1-M7 autópályák bevezető szakaszának, illetve a 11. sz. főútnak az

2. ábra: Forgalomnagyság az eltűrhető szolgáltatási szinthez tartozó értékhez viszonyítva



M0 környékén mérhető forgalma bőven az eltűrhető szint felett van. Távolabb haladva a fővárostól már nemigen találunk olyan utat, ahol a forgalomnagyság meghaladná az eltűrhető szintet, de például a 4. sz. főút szolnoki elkerülő szakasza megközelíti azt.

Több olyan szakaszt is találhatunk, ahol a forgalomnagyság az eltűrhető szint 85%-a (tehát nagyjából a „még megfelelő” szint) környékén, vagy kissé alatta van. Ilyen pl. a 84. sz. főút Sopron közelében, a 10. sz. főút Budapest és Piliscsaba között, az M1 autópálya Herceghalom és Biatorbágy térségében, de az M0 autótűt több szakasza is ide sorolható. A 4. sz. főút hosszabb szakaszon minősíthető terheltnak, Űllő és Monor térségében, valamint Albertirsa és Cegléd között (a négysávos szakaszok kivételével) az eltűrhető szint 75–80%-án állnak. (Ez is alátámasztja az épülő M4 gyorsforgalmi út szükségességét.)

A 70%-os szint alatt több utat is találhatunk. Ez még mindig jelentős forgalomra utal, még ha nem is igényel azonnali beavatkozást. Az autópályák közül ide sorolható az M1 Herceghalomtól az M15-ig, az M7 Érdtől Székesfehérvárig (csak ebben az irányban, hiszen Budapest felé 3 sáv van), az M5 az M0-tól nagyjából Újhartyán, Örkény magasságáig, valamint az M3 Gödöllőtől Hatvanig terjedő szakasza. Ugyanakkor megjegyezhető, hogy az M7 autópálya a szezonális ingadozásból adódóan a nyári hónapokban rendkívül terhelt, meghaladja az eltűrhető szintet, az itt vizsgált érték az éves átlagra érvényes. A 10. sz. főút és a 4. sz. főút már említésre került a zsúfoltabb utak között. Amely szakaszuk oda nem tartozik, azok itt szerepelhetnek (pl. a 4. sz. főút jelentős része Cegléd és Püspökladány vagy Debrecen és Nyíregyháza között). A 405. sz. főút szinte teljes hosszában ide sorolható, az 51. sz. főút az M0-tól Majosháza, Délegyháza vonaláig szintén, sőt itt egy rövid szakaszon 90% fölé szökik a szóban forgó mutató.

50 és 60% között találhatunk még néhány főúti szakaszt, mint pl. a 81. sz. főút Székesfehérvár és Mór között vagy a 63. sz. főút Székesfehérvár közelében egy rövid szakaszon, de a 86. sz. főút Szombathely térségében, nagyjából Kisnyomig szintén ide sorolható. De nemcsak főúton

találkozhatunk ilyen számokkal, mert például a 8102. j. út Budakeszi és az M1 autópálya között 60% körüli értéket mutat. Az M0 déli szektorában több, az autótűtra rávezető négy számjegyű út is hasonló arányokkal rendelkezik.

4. SZEMÉLYGÉPJÁRMŰ-FORGALOM

Amennyiben kizárólag a személygépkocsi-forgalom nagyságát vizsgáljuk, az 1. ábrára tekintve azonnal feltűnhet Budapest gazdasági és társadalmi túlsúlya az ország térszerkezetében. Ennek köszönhetően a gyorsforgalmi utak zöme a fővárosból indul (vagy, ha úgy tetszik, oda érkezik) és a személygépkocsi-forgalom az agglomerációhoz közeledve folyamatosan növekszik. Ezt a következtetést lehet levonni akkor is, ha megvizsgáljuk azokat a belföldi utazási relációkat, amelyeket a legnagyobb személygépkocsi-forgalom jellemez. Budapest és az agglomeráció települései között lényegesen nagyobb forgalom generálódik, mint az ország más települései között.

Az ország úthálózatán a belföldi forgalom mellett természetesen a tranzitforgalom is megjelenik. A határt kétszer átlépő autók elsősorban a gyorsforgalmi utakon közlekednek. A 2008-as adatfelvételünk óta eltelt közel 10 év gyorsforgalmi úthálózatot érintő infrastruktúra-fejlesztései elsősorban a tranzitforgalmat érintették. 2008. augusztusban adták át az M70 autótűt, amellyel az akkori modell csak korlátozottan tudott számolni, valamint 2015. júliusban az M43 autópályát is teljes hosszban használatba lehetett venni. A 2008-as adatfelvétel konklúziói között megállapítást nyert, hogy a Románia–Németország és Románia–Olaszország relációban figyelhető meg a legnagyobb tranzitforgalom, valamint jelentős, kétszeres határátlépő forgalom jellemzi az osztrák határszakaszt a Burgenland–Sopron–Kópháza–Burgenland viszonylatban.

A legfrissebb adatokra épülő ráterhelés azt mutatja, hogy ezek az áramlási irányok az elmúlt évtizedben nem változtak. Továbbra is jelentős a belépő, átutazó forgalom Arad irányából, amely most Csanádpalotánál lépi át a határt, és az M43 autópályán halad tovább az M5 irányába. Az itt közlekedő, mintegy 1000 személygépkocsi 40%-a hagyja el hazánkat Hegyeshalom-

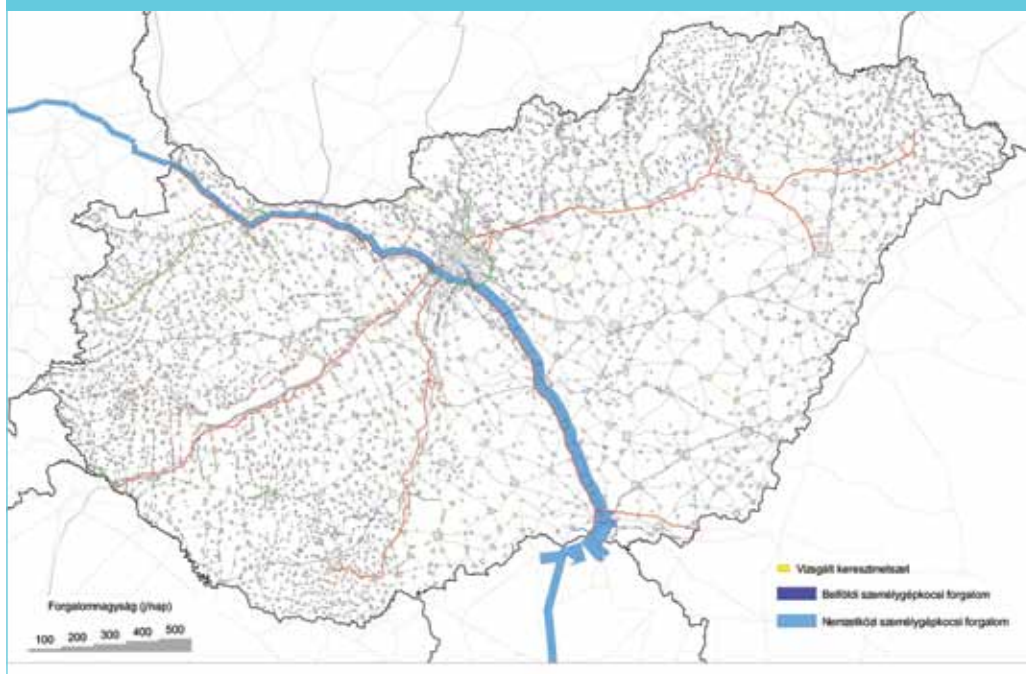
nál és Tornyiszentmiklósnál az M5–M0–M1 gyorsforgalmi utakon Ausztria, Németország (Nyugat-Európa), valamint az M5–M0–M7–M70 gyorsforgalmi utakon, elsősorban Olaszország irányában átszelve az országot, illetve ezekből az irányokból tart Románia felé. Az is megállapítható, hogy a nagylaki határátkelő 2008-as forgalmának másfélszerese mérhető együttesen a 43. sz. főúton és az M43 autópályán, aminek kétharmada az autópályán közlekedik. Ekkora forgalom terelődött át tehát a két éve átadott autópályára. Az M1–M0–M5 közlekedési folyosó tranzitforgalmának másik jelentős részét az országba Rószkénél belépő és Hegyeshalomnál kilépő személygépkocsik adják (3. ábra). Ennek a forgalomnak a nagyságát jelentősen befolyásolják a Nyugat-Európában dolgozó vendégmunkások szezonális utazásai. Ennek alátámasztására 2016. augusztus 28-án, szombaton kiegészítő forgalomszámlálást (és célforgalmi kikérdezést) végeztünk a rószkei átkelőnél. A felmérés eredménye rámutatott arra, hogy az átlagos őszi hétköznapi forgalom

nagyságát több mint 70%-kal meghaladja az augusztus végén mért forgalom nagysága, melynek 85%-át a tranzitforgalom tette ki.¹

A 2008-ban megfigyelt burgenlandi/bécsi kiindulópontú és végcélú utazások továbbra is markánsan – napi mintegy 500–600 személygépkocsis nagyságrendben – megjelennek a hazánkat érintő tranzitforgalomban. Ezen utazások jellemzően Bécsben kezdődnek, és a soproni, majd a kópházai határátkelőhelyen keresztül Burgenlandban végződnek, vagy a Soprontól délre elhelyezkedő és a Fertő tótól keletre található burgenlandi települések között generálódnak. További apró érdekesség, hogy a tornyosnémeti határátkelő esetében megjelenik egy kismértékű, mintegy 7% arányú tranzitforgalom, amely Komárom és Tornyosnémeti között használja a magyar közutakat a Kelet-Szlovákiából Nyugat-Szlovákiába történő eljutás érdekében.

A tranzitforgalom mellett érdemes szót ejteni a szomszédos országokba irányuló személygép-

3. ábra: A rószkei határátkelőhelyen áthaladó személygépkocsis-forgalom nagysága és iránya



¹ A kikérdezett autósok 75%-a Törökországból, Szerbiából és Bulgáriából indult, és 44%-uk Németországba, 14%-uk Ausztriába tartott.

kocsi-forgalomról is. Legfontosabb és legforgalmasabb határátkelőnk, Hegyeshalom bonyolítja az úti cél szempontjából legheterogénebb forgalmat. A forgalmi rangsorban Hegyeshalomot követő Komárom, Sopron és Esztergom elsősorban szomszédos forgalmat bonyolít, a tranzitutasok száma ezeken a határátkelőkön elenyésző. Összességében a magyar–osztrák határszakaszon lényegesen több személygépkocsi kel át egy nap, mint a többi határszakaszon.

5. TEHERGÉPJÁRMŰ-FORGALOM

A Magyarországot érintő teherforgalmi elemzés során a 3,5–7,5 t, valamint a 7,5 t engedélyezett össztömeg fölötti járműkategóriák mind belföldi, mind nemzetközi és tranzitútjait tekintettük át, és ezeket egységesen tehergépkocsi-forgalom néven vizsgáltuk. Bár az egyes kategóriákat itt összevontan kezeltük, a teljes képhez hozzátartozik, hogy a nemzetközi közúti áruszállítás mintegy 90%-ban 12 t feletti engedélyezett össztömegű nehéz tehergépkocsikkal történik.

A Magyarország határát átlépő közúti áruszállítás – azaz a nemzetközi forgalom –, valamint a Magyarország határain belül lebonyolódó közúti áruszállítás – azaz a belföldi forgalom – eltérő mértékben terheli a hazai közúthálózatot. Egyes szakaszokon a nemzetközi fuvarok alkotják a forgalom döntő többségét, míg máshol a belföldi forgalom dominál, de előfordulnak olyan szakaszok is, ahol a két halmaz elemei közel azonos arányban vannak jelen. A fenti csoportosítás nem kifejezetten utakra, hanem útszakaszokra vonatkozik, mivel egy-egy út különböző szakaszai különböző csoportokba tartozhatnak.

A nemzetközi forgalom két domináns iránya közül az egyik a kelet–nyugati áramlás, amely Románia és a nyugati országok között zajlik, a másik pedig az észak–déli, amely Lengyelország, Csehország, Szlovákia és Szlovénia, Olaszország között áramlik. A 4. ábrán is jól kivehető, hogy míg Románia felől elsősorban az M43/43. sz. és 42. sz., kisebb mértékben a 44. sz.

4. ábra: A Magyarországot érintő nemzetközi közúti teherforgalom nagysága



főúton áramlik a forgalom, a nyugati határszélen már az M1 és M15, illetve délnyugaton az M70 gyorsforgalmi út jelenti a kapcsolódási vonalakat. Az észak-déli áramlást illetően a nyugati határszélen az M15 és a M86/86. sz. utak biztosítják az osztrák A2-es autópályát elkerülő „menekülőutat” Szlovénia és Olaszország felé.

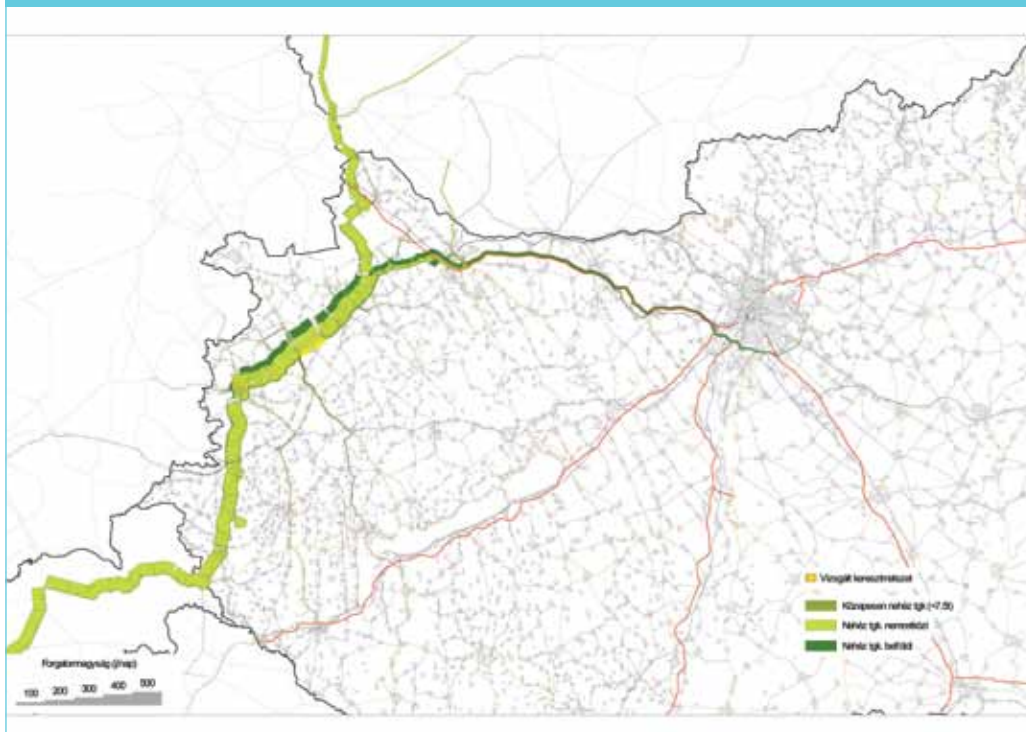
Ezt támasztja alá az a tény is, hogy a NÚSZ által eladott viszonylati jegyek közül a Rajka–Rédics útvonal az egyik legnagyobb számban értékesített tranzitutazásra jogosító viszonylati jegy.

Az első csoport elemeire, azaz ahol a nemzetközi forgalom van túlsúlyban, remek példa többek között az M86 autópályát Répcelaknál (5. ábra), ahol a nemzetközi tehergépkocsi-forgalom az összes tehergépkocsi-forgalomnak a 2/3-a. Az itt áthaladó nemzetközi szállítások kapcsolódó határátkelőhelyei Rajka és Rédics. Persze sok más útszakaszon is előfordul, hogy a nemzetközi fuvarok a belföldihez képest többségben vannak (például az M7 Fonyód-

nál, vagy az M1 Tatabányánál), a fenti példa a kifejezetten nemzetközi utazások kiszolgálását hivatott TEN-T hálózat elemein gyakori.

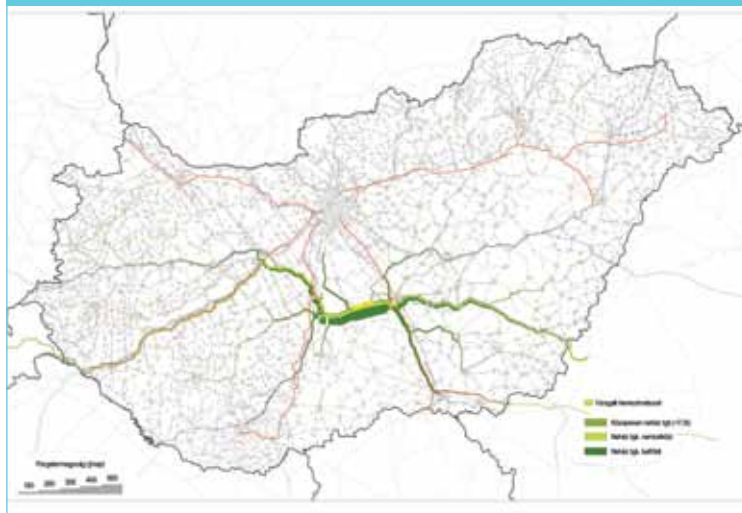
A második körbe tartozó útszakaszoknál jellemzően a belföldi forgalom van túlsúlyban. Ilyen például a 4. sz. főút Hajdúszoboszlónál és Ceglédnél, az M3 Hatvannál, illetve Mezőkövesdnél és az M5 Kiskunfélegyházánál. Az ebbe a csoportba tartozó útszakaszok között az egyik érdekesség, hogy a TEN-T átfogó hálózat részét képező majdani M8 gyorsforgalmi utat jelenleg helyettesítő 8. sz. főúton Herendnél, illetve az 52. sz. főúton Fülöpházánál (6. ábra) a belföldi forgalom az összes tehergépkocsi forgalom 2/3-a. A másik érdekesség a napi 19500 tehergépkocsi forgalmát lebonyolító M0 déli szektora, ahol a rendkívül erős nemzetközi forgalmat is felül tudja múlni a Budapest miatt pezsgő belföldi forgalom. Elsősorban nagyvárosok közelében jellemző az a tendencia, hogy a belföldi fuvarok aránya megnő az adott úton.

5. ábra: Az M86 autópályán Répcelaknál áthaladó teherforgalom aránya és iránya



A harmadik halmazba végül olyan útszakaszok kerültek, ahol a nemzetközi és a belföldi forgalom közel azonos mértékben van jelen. Ilyen például a 405. sz. főút (7. ábra), ahol nagyságrendileg napi 3000 tehergépkocsi halad át, amelynek fele nemzetközi viszonylatban közlekedik. Az itt bonyolódó nemzetközi utazások kapcsolódási pontjai nyugaton Rajka, Hegyeshalom és Tornyiszentmiklós, míg keleten Ártánd határátkelője.

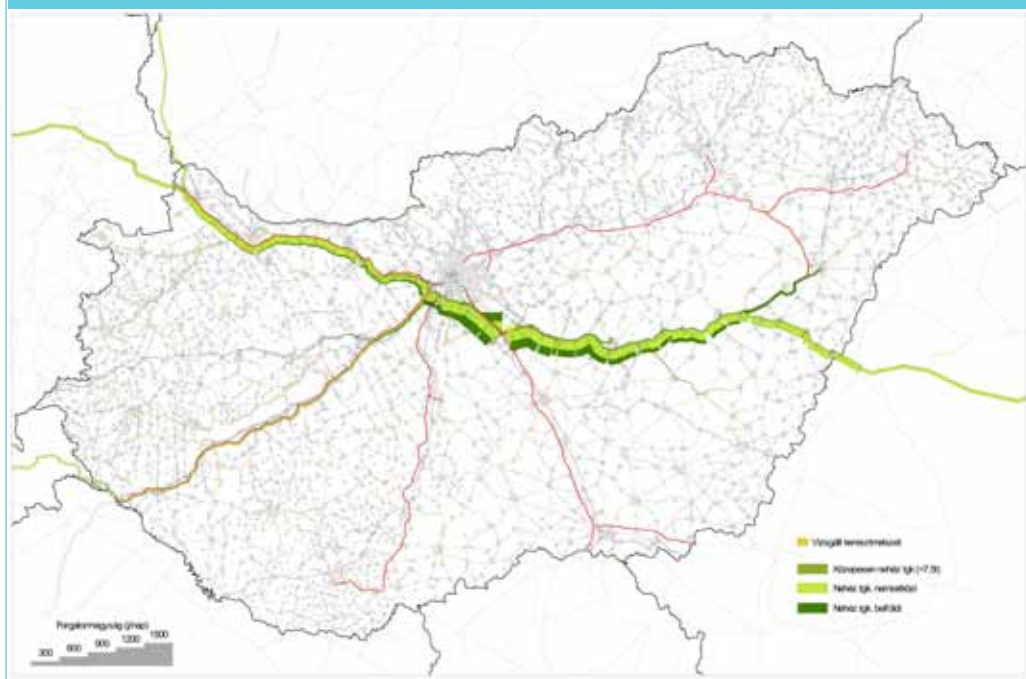
6. ábra: Az 52-es sz. főúton Fülöpházánál áthaladó teherforgalom aránya és iránya



A korábban már részletezett, az utak terhelését leíró százalékos telítettségi mutatók értelmezéséhez fontos azt is szem előtt tartani, hogy

a jelenleg 2x1 sávú útszakaszok közül némelyiken kiemelkedően magas a tehergépkocsi-forgalom mértéke. Ilyenek a 4. sz. és 42. sz.,

7. ábra: A 405. sz. főúton áthaladó közúti teherforgalom aránya és iránya



valamint a 44. sz. főutak, amelyek a Románia és Németország, illetve Olaszország között áramló forgalom egy részét vezetik le, továbbá az M15 és a 86. sz. főút 2x1 sávós szakaszai, amelyeken az északi országok és Szlovénia, illetve Olaszország közötti forgalom zajlik, továbbá az M70 autópályát terhelésének döntő többsége, ahol még 2x1 sávon halad a forgalom.

6. ÖSSZEFOGLALÓ

A forgalmi modell lehetőséget biztosít arra, hogy a közúthálózat forgalmát ne csak az adott keresztmetszeten áthaladó forgalom nagysága, hanem annak célja és eredete



Traffic analysis of the domestic road transport network

The purpose of the traffic model in the OCM-2016 project was to verify and calibrate the correctness of raw matrices, and the model thus prepared gave an opportunity to analyse data in a broader way. Considering the capacity utilization of the road network, it can be stated that the most congested roads are typically close to Budapest. The traffic of the M0 motorway is up to or even slightly over the tolerable level at the Danube Bridge in the southern sector. Similarly, the analysis of passenger car traffic has shown that the traffic between Budapest and its suburbs is significantly higher than between other settlements of the country. The most significant transit traffic can be observed on the M43, M5 and M1 motorways, where the rate of transit traffic increases towards the border crossings. International and domestic road freight traffic burdens the domestic road network differently. In some sections, international freight is the major part of traffic, whereas domestic traffic dominates elsewhere, but there are also sections where the elements of the two sets are in balance.

alapján elemezzük. A forgalom nagysága Budapest agglomerációjában a legnagyobb, azonban a kihasználtság alapján országszer-
te több egyéb út is a jelentős forgalmi terhelést viselők közé tartozik. A személygépkocsi-forgalomról hasonlóak mondhatóak el. Ha a nemzetközi személygépkocsi-forgalom értékeit nézzük, akkor megállapíthatjuk, hogy azok elsősorban a gyorsforgalmi utakra koncentrálódnak, azok közül is kiemelkedik az M1–M0–M5 útvonal. Tehergépkocsi tekintetében több főútvonal is jelentős tranzitforgalmat bonyolít le, miközben más autópályákon alig tapasztalható nemzetközi forgalom.



Analyse des einheimischen Straßennetz belastenden Verkehrs

Der Zweck des im Rahmen des OCM-2016-Projektes erstellten Verkehrsmodells war es, die Richtigkeit der Rohmatrizen zu überprüfen und zu kalibrieren, und das so vorbereitete Modell gab eine Möglichkeit für den umfassenden Analyse der Daten. Bei der Untersuchung der Kapazitätsauslastung des Straßennetzes kann festgestellt worden, dass die meist belastete Straßen in der Regel in der unmittelbaren Nähe von Budapest liegen. Die Verkehrsbelastung der Autobahn M0 liegt bis zu oder sogar etwas über dem erträglichen Niveau bei der Donaubrücke im südlichen Sektor. Ebenso bestätigte die Analyse des Pkw-Verkehrs, dass es ein wesentlicher höherer Verkehr zwischen Budapest und der Agglomeration generiert wurde, als es zwischen den anderen Siedlungen des Landes gab. Der bedeutendste Transitverkehr kann auf den Autobahnen M43, M5 und M1 beobachtet werden, wo die Transitverkehrsrate in Richtung der Grenzübergänge zunimmt. Der internationale und der inländische Straßengüterverkehr belastet das inländische Straßennetz unterschiedlich. In einigen Abschnitten nimmt die internationale Fracht der Hauptteil des Verkehrs, während an anderen Stellen der Inlandsverkehr dominiert, aber es gibt auch Abschnitte, in denen die Elemente der beiden Sätze im Gleichgewicht sind.

Melléklet: Közlekedésbiztonság - Közlekedési környezetvédelem

Prof Dr. Holló Péter

kutató professzor

KTI Közlekedéstudományi Intézet Non-profit Kft., Közlekedésbiztonsági Központ

Közlekedésbiztonság az Európai Unióban – szakmai beszámoló egy konferenciáról

Hasznos, ha közvetlenül kapunk információt a nemzetközi tapasztalatokról! A megállapítások és a tendenciák segítenek a hazai törekvések megalapozásában, de fontos az európai jövőkép folyamatos figyelemmel kísérése is.

DOI 10.24228/KTSZ.2017.5.8

1. NÉHÁNY SZÓ A RENDEZVÉNYRŐL

2017. június 15. és 17. között az olaszországi Bresciában rendezték meg a „Város és infrastruktúra tervezés a biztonság és a városi élet jobb minősége érdekében” című, XXIII. Nemzetközi Konferenciát, amelynek alcíme „Élet és gyaloglás a városokban” volt.

A kétévente megrendezésre kerülő nemzetközi konferenciára a helyi egyetem (Università degli Studi di Brescia) épületeiben került sor.

Dr. Maurizio Tira professzor, a konferencia elnökének meghívására a KTI Közlekedéstudományi Intézet képviselőjeként vettem részt a tudományos bizottság munkájában, szekcióelnökként, illetve vitaindító előadás felkért előadójaként.

Az első plenáris ülés előtt két köszöntő hangzott el, amit Maurizio Tira professzor és Roberto Busi, – aki a konferencia örökös elnöke – tartott.

A plenáris ülésen két vitaindító előadást hallhattunk. Rodney Tolley (Egyesült Királyság) a gyaloglás szerepét méltatta minden szempontból. Élhető, gyalogosbarát, a védtelen közlekedők számára biztonságos városokról beszélt. Kiemelte a gépkocsik megosztásának („car sharing”) fontosságát. A gyaloglás méltatása közben bizonyos fókig persze a kerékpárosokkal szemben foglalt állást („Ne használjuk a kerékpárt a gyalogosok ellen!”). Elmondta, hogy a kerékpárosoknak világszerte erős szervezeteik vannak, míg a gyalogosok esetén ez távolról sincs így. Megemlítette, hogy pl. a kerékpár vonaton történő szállítása sok helyet foglal el a többi utas rovására. Részletezte a gyaloglás egészségügyi és gazdasági előnyeit, kiemelve, hogy az fellendítheti a helyi kereskedelmet. Tolley hangsúlyozta a gyalogosforgalom mérésének jelentőségét is.

Ezt követően Graham Parkhurst (Egyesült Királyság) tartotta meg előadását. Először a globális felmelegedés témájával foglalkozott. Elmondta, hogy az EU-ban a közlekedésből eredő üvegházhatású gázok 23%-a lakott területekről származik. Ismertette az EU vonatkozó, 35 évre szóló stratégiáját, amelynek két fontos területe a járművek hatásfokának javítása, illetve a dekarbonizáció.

Jelenleg az EU gépjárműállományának csupán 1%-a (mintegy 200 ezer gépjármű) működik alternatív üzemanyaggal (elektromos, gáz, stb.). Bemutatta a 28 EU tagállam levegőtisztasági térképét. Elmondta, hogy az Egyesült Királyságban szót emeltek az utcán történő parkolás ellen, mert véleményük szerint az a „közterület egyfajta privatizálása”. A National Travel Survey (Nemzeti Utazási Felmérés) szerint az utazók a rövidebb útszakaszokat általában gyalog teszik meg. A legnagyobb forgalmat és a legnagyobb károsanyag-kibocsátást a középtávú (25-30 mérföld) utak generálják. Ide tartozik a tipikus „ingázás”. A kerékpáron és gyalog megtett távolságok Hollandiában a legnagyobbak, az USA-ban a legkisebbek, ez a helyzet azonban változik, mert pl. Bristolban 2000 és 2014 között 93%-kal nőttek. Az előadó véleménye szerint az önjáró gépjárművek elterjedése csak akkor hoz majd kedvező változást a forgalom összetételében, ha többen utaznak egy-egy ilyen gépjárműben.

I. ábra: A konferencia tudományos bizottsága. Középen Maurizio Tira professor, mellette balra szerzőnk



Az első nap délutánján a *Védetelen közlekedők szekció* elnöke voltam. A vitavezető szerepét *Rob Eenink* (Hollandia) vállalta. A szekcióban öt előadás hangzott el. A két izraeli előadás közül az egyik a vegyes használatú városi utak biztonságát elemezte, különös tekintettel a tervezés korai szakaszára, míg a másik az idős gyalogosok közlekedésbiztonsági nehézségeire koncentrált. Egy előadás az autizmussal élők közlekedési problémáira keresett és javasolt megoldást, egy további pedig Strasbourg példáján szemléltette a fenntartható mobilitás lehetséges kockázatait. A szekció utolsó előadása a lakott területek nyilvános tereinek biztonsága és az átmenő forgalom mérteke közötti optimális egyensúly megtalálására törekedett.

2. PLENÁRIS ÜLÉS A KÖZÚTI KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGRÓL

A második nap délutánján került sor a Fejlődés a közúti biztonság területén (Advancement in Road Safety) c. plenáris ülésre, melynek elnöke Michela Tiboni, a rendező intézmény képviselője volt. Ebben a blokkban négy előadás hangzott el.

Elsőként Antonio Avenoso, az Európai Közúti Közlekedésbiztonsági Tanács (ETSC) igazgatója beszélt arról, hogyan tehető biztonságosabbá Európa közútjain a kerékpározás és gyaloglás. A védtelen közlekedők biztonságának növeléséhez minden területen (emberi tényező, infrastruktúra, járműtervezés) intézkedéseket sürgetett. Kiemelte a 30 km/h-s övezetek szükségességét azokon a területeken, ahol sok a kerékpáros és a gyalogos. A következő előadó Richard Allsop, a londoni UCL Egyetem örökös professzora volt. Előadásában a biztonságos rendszer (safe system) jellemzőit ismertette, majd hosszan fejtegette a reális célok kitűzésének fontosságát. Szót ejtett a „zéró vízióról”, arról, vajon reális célkitűzés lehet-e az, hogy senki se veszítse életét vagy szenvedjen súlyos sérülést a közúti közlekedésben. Véleménye szerint nem célszerű ilyen szélsőséges számszerűsített célt megfogalmazni, mert ezek teljesülésének gyakorlatilag minimális a valószínűsége. Példaként a vasúti közlekedést és a repülést említette. Ezeken a területeken az ellenőrzés sokkal magasabb szintű, mint a közúton, mégis bekövetkeznek tragédiák.

2. ábra: Ajtónyitás – csak biztonságosan



Ezután következett előadásom: „Some general considerations and examples in the field of road safety” (Néhány általános megfontolás és példa a közúti biztonság területén) címmel. Az alábbiakban ennek néhány részletét ismertetem. Először a számszerű közlekedésbiztonsági célok és víziók különbségével foglalkoztam.

3. SZÁMSZERŰ CÉLOK ÉS VÍZIÓK

Sajnos a számszerű közúti közlekedésbiztonsági célokat (target) és a víziókat (vision) gyakran még a témával hivatásszerűen foglalkozó szakemberek is összekeverik. A számszerű célok kitűzése (target setting) olyan tudományos tevékenység, amelynek véleményem szerint idősorok elemzésén kell(ene) alapulnia.

Az EU és más nemzetközi szervezetek (ETSC, WHO, stb.) számszerű és „nagyra törő” célkitűzései nem többek jó szándékú kívánságoknál, csupán politikai célok, és nem alapulnak semmilyen tudományos vagy szakszerű elemzésen.

4. MITŐL „REÁLIS” EGY CÉLKITŰZÉS?

Reális számszerű célok kitűzését csak kétféleképpen tudom elképzelni:

a./Előrejelzés készítése a korábbi idősorok elemzése, törvényszerűségei alapján

Az elmúlt időszak hosszú idősorainak elemzése alapján a közúti balesetek halálos áldozatainak száma egy egyszerű becslésnél sokkal megbízhatóbban előre jelezhető. Számos matematikai modell áll rendelkezésre erre a feladatra.

b./A tervezett intézkedések ismert hatásainak összegzése

Nagy tömegű, rendszerezett információ áll rendelkezésre a különböző közúti közlekedésbiztonsági intézkedések hatékonyságáról. Ha tudjuk, milyen intézkedések kerülnek bevezetésre a jövőben, viszonylag megbízhatóan megbecsülhetjük az ezekkel megmentett emberéletek számát. Néhány példa: 10%-os átlagsebesség-csökkenés esetén jól becsülhető az így megmentett életek száma, de ugyanez igaz a biztonságiöv-viselési arány 10%-os növelésére is [1], stb. Összegezve a megmenthető emberéletek számát az egyszerű becslésnél sokkal realitásabb számszerű cél határozható meg.

A gyakorlat azt mutatja, hogy azok az országok gyorsabb fejlődést érnek el a közúti biztonság javításában, amelyek rendelkeznek számszerű céllal, mint azok, amelyek nem. (Ma már gyakorlatilag minden fejlett országnak van számszerű közúti közlekedésbiztonsági célkitűzése.) A számszerű célok egyfajta „húzó erővel” rendelkeznek. Ennek ellenére, meggyőződésem, hogy az ilyen céloknak **realisaknak** és tudományosan **megalapozottnak** kell lenniük.

Még a híres „zéró vízió” feltalálói, a svédek is azt mondják, hogy ez a vízió nem számszerű célkitűzés, hanem egyfajta etikai platform. Semmi kétség, a legnagyobb motivációt az a közelítés adhatja, ha megkíséreljük valamennyi haláleset és súlyos sérülés megelőzését a közutakon. Annak ellenére, hogy manapság gyakran esik szó paradigmaváltásról a közúti közlekedésbiztonságban [2], a halálos és súlyos közúti baleseti sérülések számának nullára való csökkentéséről, tény, hogy még úrhajókat is érnek tragédiák, pedig az azokban ülők biztonságát tudósok százai próbálják garantálni.

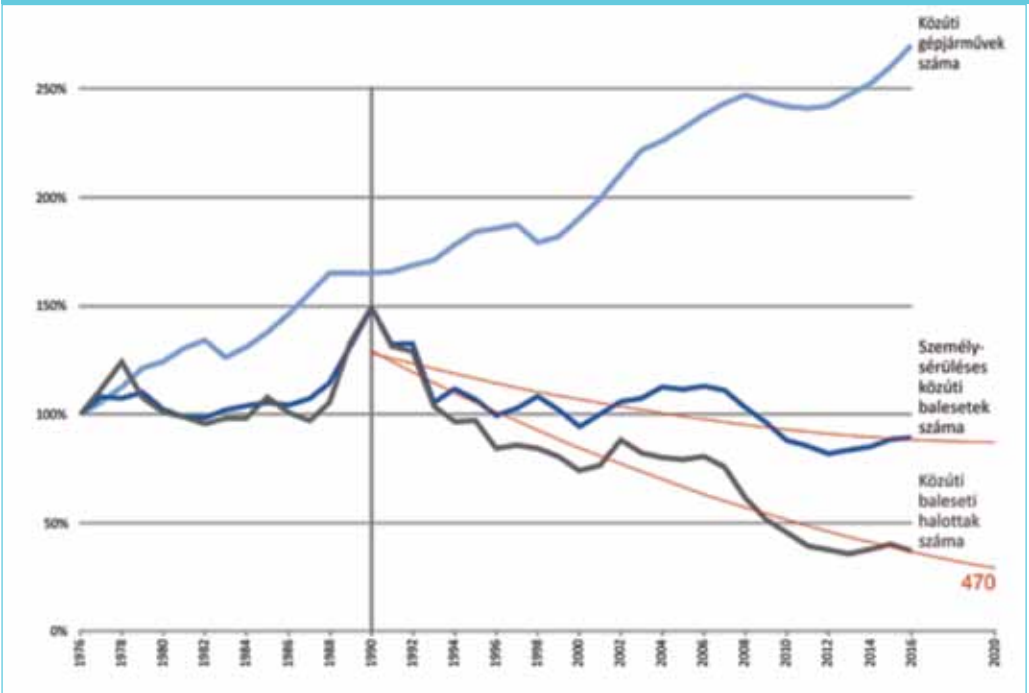
Hatalmas eredmény, hogy a közúti balesetek halálos áldozatainak számát az utóbbi években nagymértékben sikerült csökkenteni, azonban féltő, hogy a nulla halálozás és súlyos sérülés túlzott, irreális elvárásokat táplál.

Ebből a szempontból például a „-50% súlyos sérülés” politikai célkitűzés legalább is vitatható. Elvileg elképzelhető ugyan ennek megvalósulása, de csak abban az esetben, ha az aktív és passz-

szív közötti közlekedésbiztonsági intézkedések egyformán hatékonyak lennének. Vizsgáljuk meg a hazai adatokat.

A 3. ábra a hazai idősorok alakulását szemlélteti.

3. ábra: Hazai közúti baleseti idősorok



Az ábrán a halálos baleseti áldozatok és a személyi sérüléssel járó közúti balesetek trendjét is szemléltetem. Jól látható, hogy elsősorban a halálos áldozatok számát (vagyis a sérülések kimenetelét) sikerült drámaian csökkenteni, nem pedig a személysérüléssel járó közúti baleseteket. A balesetszámok trendje is csökkenő, de messze nem olyan mértékben, mint a halálos áldozatoké. Ez azt jelenti, hogy a személysérüléssel járó közúti balesetek megelőzése, elkerülése nem olyan eredményes Magyarországon, mint kimenetelük csökkentése. Vagyis a passzív közúti biztonsági intézkedések az utóbbi években sokkal sikeresebbek tűnnek, mint az aktívak. A jelenség magyarázata további kutatásokat igényel. Egyik oka az úgynevezett kockázatkiegyenlítődés lehet, vagyis az a jelenség, amikor a műszaki eszközökkel elért biztonságnövekedést az ember (a gépjárművezető) nagyobb kockázat vállalásával hatástalanná teszi, sőt, túl is kompenzálhatja, azaz ronthatja.

Az ábrából más érdekesség is kiderül. A halálos baleseti áldozatok trendvonalát tovább húztuk 2020-ig, ahol a trendből adódó érték 470. Természetesen ennek elérésére sincs semmilyen garancia, ez csupán azt jelenti, ha folytatódik a korábbi évek trendje, e szám elérése remélhető. Az EU számszerű célkitűzése 2011 és 2020 között a meghaltak számának 50%-os csökkenését várja el. Mivel 2011-ben Magyarországon 638 ember vesztette életét közúti balesetben, 2020-

ban - ha az EU célkitűzése teljesül - nem lehetne nagyobb ez a szám 319-nél. Véleményem szerint a 470 elérése is megkérdőjelezhető, nem is beszélve a 319-ről. A Központi Statisztikai Hivatal 2017. 09. 01-jén frissített adatai szerint [3] 2017 első hat hónapjában gyakorlatilag ugyanannyian veszítették életüket közúti balesetek következtében Magyarországon, mint a megelőző év azonos időszakában. Jelenleg tehát nem közeledünk az EU cél felé.

5. A SÚLYOS SÉRÜLTEKRŐL

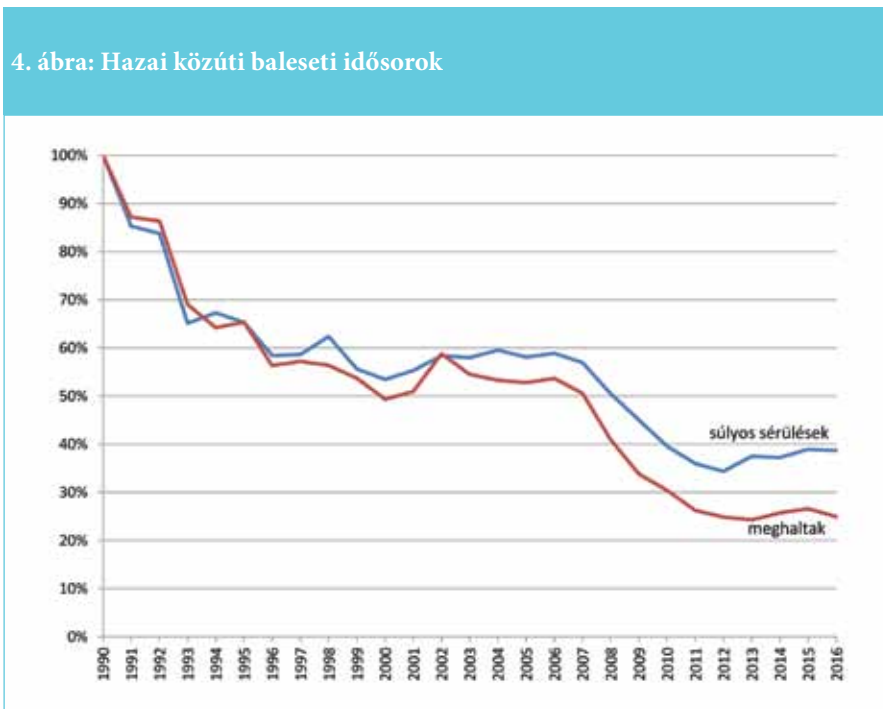
Visszatérve a súlyos baleseti sérültek számára vonatkozó, már említett számszerű célkitűzésre (ETSC: „-50% súlyos sérülés 10 év alatt”).

Egyrészt a tapasztalat azt mutatja, hogy a haláltól megmentett közlekedők többnyire súlyos sérülést szenvednek. Ahhoz tehát, hogy a súlyos sérültek számában is ugyanolyan mértékű csökkenés következzen be, mint a halálos áldozatokéban, arra lenne szükség, hogy a balesetek megelőzése, elkerülése (aktív biztonság növelése) is ugyanolyan eredményes legyen, mint a sérülések súlyosságának mérséklése.

Említésre méltó, hogy még az EU nem minden tagállamában van adat a súlyos sérültek EU definíciónak (MAIS3+) megfelelő számáról. Jelenleg ez a helyzet Magyarországon is. Az EU viszonylatban publikált adat pedig még mindig csupán becslés. Számomra logikusabbnak tűnne számszerű cél meghatározása a pontos adatok ismeretében, és akkor is csak valamilyen elemzés alapján. Felelősséggel csak a pontos adatok idősorának ismeretében, annak elemzésével határozható meg reális számszerű célkitűzés.

Érdeemes összehasonlítani a közúti baleset következtében meghaltak és súlyosan megsérültek hazai számának változását (4. ábra).

4. ábra: Hazai közúti baleseti idősorok



Az ábrával kapcsolatban két dolgot hangsúlyozni kell. Egyrészt a súlyos sérültek hazai definíciója eltér az EU által javasolt közös (MAIS3+) definíciótól. Másrészt, nehezíti az értékelést, hogy ez a definíció 2011-ben változott meg, így az ábrázolt idősor nem mondható homogénnek. (Ennek ellenére feltételezhető, hogy a rendőri helyszínelési gyakorlatban nem történt akkora változás, ami értékelhetetlenné tenné az ábrát.)

Megjegyzem, hogy a szakmában nem ismert olyan közúti közlekedésbiztonsági intézkedés, amely kizárólag a súlyos sérülések megelőzésére, következményeik csökkentésére szolgál.

Az ábrát szemlélve egyet lehet érteni azzal a megállapítással, hogy a két görbe – különösen a kezdeti szakaszban – tőkéletesen együtt változik [4]. Fel kell figyelni azonban arra, hogy a görbék az utóbbi években távolodnak egymástól. A meghaltak görbéje meredekebben csökkent, mint a súlyos sérülteké. 2012-től a súlyos sérültek száma egyértelműen nő, míg a halálos áldozatoké hol nő, hol csökken, vagyis inkább egy állandó érték körül ingadozik. Úgy tűnik, hogy a két görbe különbsége 2016-ban volt a legnagyobb. Míg a meghaltak száma a kezdeti (1990=100%) érték 25%-ára csökkent, addig a súlyos sérülteké annak mintegy 38%-ára.

Előadásom további részében röviden ismertettem a hazai közúti közlekedésbiztonsági helyzet alakulását, kiemelve a „VÉDA” intelligens kamerahálózat telepítését, annak jelenlegi és jövőbeli lehetőségeit. Bemutattam és elemeztem a közúti balesetek következtében életüket veszítettek számának megoszlását a forgalomban való részvétel módja szerint. Megállapítottam, hogy 2016-ban a védtelen közlekedőként (gyalogosok, kerékpárosok, motorkerékpárosok, segéd-motorkerékpárosok) meghaltak összegezett részaránya (47,7%) kismértékben meghaladta a személygépkocsiban gépjárművezetőként vagy utasként elhalálozottakat (47,3%).

Végül hangsúlyoztam, hogy a reális közúti közlekedésbiztonsági céloknak a baleseti adatok elemzésén és korszerű előrejelzések eredményein kell alapulniuk, nem lehetnek csupán minden szakmai alapot nélkülöző kívánságok. (Ezt a megállapításomat a konferencia zárszavában Dr. Maurizio Tira professzor is kiemelte).

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Rune Elvik, Alena Hoye, Truls Vaa & Michael Sorensen: The Handbook of Road Safety Measures, Second Edition, Emerald, 2009., ISBN: 978-1-84855-250-0
DOI: <https://doi.org/10.1108/9781848552517>
- [2] ITF (2016), Zero Road Deaths and Serious Injuries: Leading a Paradigm Shift to a Safe System, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789282108055-en>
- [3] http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_ods001.html
- [4] PhD Jankó Domonkos, Dr. Bogosi Tibor: A közúti baleseti sérülések minősítése. (A hazai gyakorlat és az EU ajánlásai), Közlekedésbiztonság, 2016/3. sz., p. 58-63.



ROAD SAFETY IN THE EUROPEAN UNION – SPECIAL REPORT ON A CONFERENCE



VERKEHRSSICHERHEIT IN DER EUROPÄISCHEN UNION – FACHBERICHT ÜBER EINE KONFERENZ

Támogatóink



**KÖZÚTI
KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI
AKCIÓPROGRAM**



FÜMTERV KTI
Alapítva - Since 1938

STADLER

Stadler Trains Magyarország Kft.



**Nemzeti Fejlesztési
Minisztérium**



HungaroControl

Magyar Légiforgalmi Szolgálat

EUROASZFALT
ÉPÍTŐ ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT.

KÖZLEKEDÉS
FŐVÁROSI TERVEZŐ IRODA KFT.



**NEMZETI
ÚTDÍJFIZETÉSI
SZOLGÁLTATÓ ZRT.**



