

60. ÉVFOLYAM
9. SZÁM

KÖZLEKEDÉSÉPÍTÉSI SZEMLÉ

2010. SZEPTEMBER

FELELŐS KIADÓ:
Völgyesi Zsolt főigazgató

FELELŐS SZERKESZTŐ:
Dr. Koren Csaba

SZERKESZTŐK:
Fischer Szabolcs
Dr. Gulyás András
Dr. Petőcz Mária
Rétháti András

A CÍMLAPON: A magyarországi
forgalmi körzetek

A BORÍTÓ 2. OLDALÁN:
Magyar és külföldi tehergépkocsi
modellezett forgalomnagysága

KÖZLEKEDÉSEPÍTÉSI SZEMLE
Alapította a Közlekedéstudományi
Egyesület.
A közlekedésepítési szakterület
mérnöki és tudományos havi lapja.

HUNGARIAN REVIEW OF
TRANSPORT INFRASTRUCTURE
INDEX: 163/832/1/2008
HU ISSN 2060-6222

KIADJA:
Közlekedésfejlesztési
Koordinációs Központ
1024 Budapest, Lövőház u. 39.

SZERKESZTŐSÉG:
Széchenyi István Egyetem,
UNIVERSITAS-Győr Nonprofit Kft.
9026 Győr, Egyetem tér 1.
Telefon: 96 503 452
Fax: 96 503 451
E-mail: koren@sze.hu, petocz@sze.hu

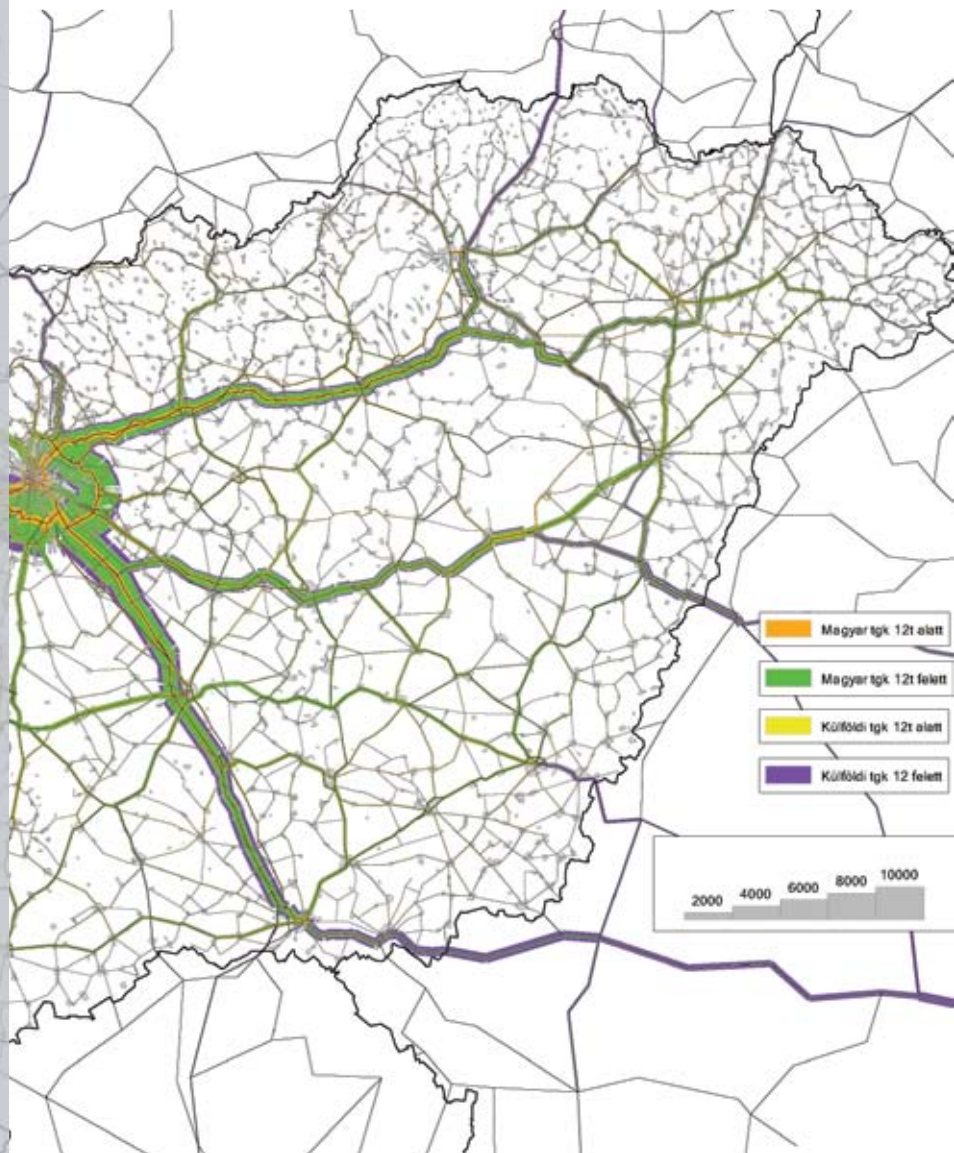
DESIGN, NYOMDAI MUNKA,
HIRDETÉSEK, ELŐFIZETÉS:

Press GT Kft.

1134 Budapest, Üteg u. 49.
Telefon: 349-6135
Fax: 452-0270;
E-mail: info@pressgt.hu
Internet: www.pressgt.hu
Lapigazgató: Hollauer Tibor
Hirdetési igazgató: Mező Gizi

A cikkekben szereplő megállapítások és adatok a szerzők véleményét és ismereteit fejezik ki és nem feltétlenül azonosak a szerkesztők véleményével és ismereteivel.

A lap tartalomjegyzéke és a korábbi lapszámok kereshető formában elérhetők itt: <http://szemle.lrg.hu>



TARTALOM

ALBERT GÁBOR

Az országos célforgalmi mátrix (OCM 2008) kidolgozása és néhány eredménye

1

DR. SISKA MIKLÓS

A személygépkocsi-mátrixok kidolgozása a 2008. évi országos célforgalmi mátrix kidolgozása során

7

KESERŰ IMRE

A magyar tehergépkocsi közlekedési jellemzőinek meghatározása az országos célforgalmi mátrix számára

14

MIKSZTAI PÉTER

Forgalmi modellezés az országos célforgalmi adatfelvétel keretei között

19

DR. SISKA MIKLÓS

Hasonlóságok és különbségek a helyközi utazási módokban Magyarországon

24

ALBERT GÁBOR – DR. SISKA MIKLÓS

A díjfizetéses úthasználat arányának meghatározása

29

SZELE ANDRÁS

A Magyarországot érintő közúti tranzitforgalom fő áramlatai

36

AZ ORSZÁGOS CÉLFORGALMI MÁTRIX (OCM 2008) KIDOLGOZÁSA ÉS NÉHÁNY EREDMÉNYE

ALBERT GÁBOR¹

1. BEVEZETŐ, ELŐZMÉNYEK

A közlekedési hálózatok tervezésének nélkülözhetetlen alapinformációja a célforgalmi mátrix. Ez mutatja meg, hogy a közlekedési tér egyes pontjai, illetve térségei között mekkora forgalom bonyolódik le vagy bonyolódna le, adott feltételek fennállása esetén.

A célforgalmi mátrix a tervezésben rá háruló szerepet csak akkor tudja betölteni, ha megfelelő mértékben naprakész, ami csak rendszeres frissítéssel érhető el. A rendszeresség megfelelő mértéke a változások ütemétől függ. Országos célforgalmi felvétel hazánkban eddig öt alkalommal készült: először 1956-ban, majd 1963-ban, 1973–74-ben, 1987–88-ban, valamint 1995–96-ban.

Ismeretes, hogy a kilencvenes évek első két harmadában igen jelentős változások játszódtak le, amelyek a gazdaságot s azon keresztül az egész társadalmat érintették. Ennek következtében az akkori adatfelvételekből származtatott eredmények hosszú távon nem használhatóak. Ezért szorgalmazta a szakma egyre erőteljesebben egy új célforgalmi mátrix létrehozását.

Többszöri nekifutást követően 2007 végére érett meg a helyzet a munka elkezdésére, amikor a Közlekedési, Hírközlési és Energiaügyi Minisztérium (KHEM) megbízásából első lépésként egy, az adatfelvételeket előkészítő téma indult. Ez az akkor rendelkezésre álló szűkebb anyagi lehetőségekkel is biztosította az elméleti megalapozást s ezzel egyidejűleg azt is, hogy a finanszírozási források megnyílása esetén a megfelelő előkészítettségnek köszönhetően késedelem nélkül megkezdődhessen az adatfelvétel.

Az előkészítés keretében a fentiekben túl a cél- és követelményrendszer felállítása is megtörtént. Kialakításra került a lebonyolítás szakmai felügyeleti rendszere, létrejött az a szakmai testület (a továbbiakban: Bizottság), ami a munkát végigkísérte, biztosítva annak egyenletes színvonalát, az eredmények hasznosíthatóságát.

A 2009 végére elkészült és 2010 első hónapjaiban dokumentált munka a megbízó Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ (KKK) és a KHEM képviselőivel, valamint a Bizottság tagjaival folyamatosan tartott kapcsolat és rendszeres konzultáció mellett folyt. Ki kell emelni dr. Gulyás András szakmai támogatását és a Magyar Közút Nonprofit Zrt. általa vezetett részlegének széles adatszolgáltatását, mely jelentősen segítette a kitűzött cél elérését.

A kutatás végső eredményeit jelentő mátrixokat meghatározott feltételek mellett a KKK bocsátja a szakemberek rendelkezésére. A munka dokumentációja és számos eredménye megtalálható a Közlekedéstudományi Intézet (KTI) honlapján.

2. TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

Hazánkban a korábbi közúti célforgalmi mátrixok többféle eljárással készültek. Az első ilyen célú adatfelvétel 1955–56-ban folyt, a kordonponti megállítós kikérdezések nagy területre terjedtek ki. Ha országosan teljes körűnek nem is tekinthető, a kezdeményezés európai szinten is úttörőnek számított. Ennek tapasztalataira támaszkodva, hasonló eljárással, de lényegesen nagyobb kiterjedtséggel bonyolították le az 1963-as célforgalmi kikérdezést. Ez olyan széles körű, rendezett és nagy tömegű ismerethez juttatta a szakembereket, ami külföldön is csak kevés helyen állt a tervezők, forgalomelemzők és előrebecsléssel foglalkozók rendelkezésére. Mindemellett szembeülni kellett a helyszíni adatfelvételek nehézségeivel, mindenekelőtt a statisztikai reprezentativitás biztosításának problémáival.

A hiányosságok kiküszöbölése és az országos kiterjedtség biztosítása érdekében az 1973–74-es adatfelvétel szervezői, a Kötuki szakemberei újszerű megoldást választottak. A kérdőíveket a gépjárművek időszakos hatósági műszaki felülvizsgálatakor osztották ki, ami az említett előnyök mellett olcsóbb is volt, s alkalmazkodott az akkori gépjármű-nyilvántartási adottságokhoz. Az egy éven át tartó adatgyűjtés során kiosztott 246 ezer kérdőlappól mintegy húszszer érkezett vissza értékelhetően kitöltve. Az akkor kerekén 1,3 milliós járműállományt tekintve ez azt jelenti, hogy az összes jármű 1,5%-ának kétnapi utazásairól álltak rendelkezésre részletes ismeretek.

Az adatok feldolgozásából származó eredmények két csoportot képeztek. Az első csoportba tartoznak a célforgalmi („honnan-hová”) eredmények, amelyek a különböző szintű területegységek közötti forgalomnagyságot mutatják be. A második csoportba sorolták az összes többi, a tulajdonosokra, a járművekre, az utazásokra vonatkozó eredményeket, valamint „utazási szokások” néven a különböző tényezők között feltárt összefüggéseket.

A munka során az országot 317 körzetre osztották. Az elkészült forgalomáramlási mátrixok területi részletességük alapján az alábbiak szerint csoportosíthatók:

- településközi
- körzetközi
- járásközi és
- megyeközi mátrixok.

Az adatgyűjtés egyéves időszaka alatt a kérdőív-visszaküldési arány folyamatos csökkenése volt tapasztalható. Sajátos adottsága volt a felvételnek, hogy csak a három évnél idősebb gépjárművekre és tulajdonosaira terjedt ki. Ez azonban nem torzította, inkább pontosította az eredményeket, figyelmen kívül hagyva az új járművek tulajdonosainak esetenként kevésbé jellemző szokásait (bejáratás, „túlfűtött” autóhasználat).

¹ Tagozatvezető, KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.; e-mail: albert.gabor@kti.hu

Ki kell emelni az eredmények ma is példa értékű, részletes, jól szerkesztett, igényes dokumentálását.

A forgalom növekedése, a változó használati jellemzők, a települések módosult forgalomkeltő és -vonzó hatása következtében a közlekedési szakirányítás 1984-ben érezte elérkezettnek az időt a közúti célforgalmi mátrixok frissítésére. Az akkor 1985-re tervezett adatfelvétel célja a forgalmi áramlatok megismerése, a közlekedési szokások jellemzőinek vizsgálata volt, elsősorban az országos úthálózat fejlesztésének megalapozott tervezése érdekében. A megfelelő megbízhatóság elérése az 1973-as adatbázis többszörösének létrehozását igényelte, az előzetes vizsgálatok alapján a járműállomány 5 százalékának kikérdezését javasolták. Ehhez igazították az adatfelvétel módszerét: a kérdezőbiztosok a közforgalmú és nagyobb közületi üzemanyagöltő állomásokon kérdezték ki a hazai

- magán és közületi személygépkocsikat,
- a rendszámot motorkerékpárokat,
- a közületi autóbuszokat és
- az összes tehergépkocsit.

Nem terjedt ki a vizsgálat a menetrendszerűen közlekedő autóbuszokra, kis helyközi forgalmuk miatt a különleges járművekre, a kerékpárosokra és a segédmotoros kerékpárookra.

A Transinnov Út- és Forgalomvizsgáló Osztály előkészítésével, a BME Útéptévesztési Tanszék szakértői közreműködésével végül 1987–88-ban végrehajtott adatfelvétel során a szerdai és a pénteki napokon a megelőző két nap, hétfőn pedig a megelőző három nap utazásait kérdezték. A hétköznapi adatok így négy, a hétvégiéket hat nap átlagolásával álltak elő. A felvett minta kereken ötszáz ezer járműnapot tett ki.

A következő adatfelvételre 1995–96-ban került sor. A Közlekedéstudományi Intézet szakemberei a kedvező tapasztalatok birtokában a korábbi, üzemanyagöltő állomási kikérdezés módszerét fejlesztették tovább. A kikérdezett járművek között megjelentek a magán autóbuszok, továbbá a tehergépkocsik alulreprezentáltságának elkerülése érdekében kiegészítő telephelyi adatfelvételt is folytattak. Budapest esetében a településnéven túl a kerületet is figyelembe vették az utazások indulási vagy célpontjának meghatározásakor.

A közlekedési folyamatok szezonális ingadozásának feltárása érdekében nyári és őszi–tavaszi kikérdezéseket egyaránt végeztek. A nyári időszakban hétfői és csütörtöki napon a megelőző két nap utazási adatait gyűjtötték össze, míg őszi–tavaszi pénteken, tavasszal szerdán, csütörtökön és pénteken kérdezték a járművezetőket előző két napi utazásairól. A telephelyi adatfelvétel a két időszak három hétköznapijának és három hétvégi napjának menetleveledataira terjedt ki.

Összességében az őszi–tavaszi hétköznapiakon 91 ezer, a nyári hétköznapiakon 56 ezer, a nyári hétvégeken 53 ezer, azaz összesen csaknem kétszáz ezer jármű adata volt kiértékelhető. Ez az akkori kereken hárommillió hazai járműállományt figyelembe véve 6,67%-os mintát jelent, ami nagyobb minden korábbinál. A kereken egymillió regisztrált utazás jó alapot szolgáltatott az utazási törvényszerűségek feltárására.

A területi struktúra változását követve a forgalmi körzeteket 192 városkörzetre váltotta fel. A kikérdezés több olyan részletre is kitért, például a tehergépkocsik által szállított áruk statisztikai besorolására, ami túlmutat az adatfelvétel közvetlen céljain, s további elemzéseket tesz lehetővé.

Az eredmények dokumentálása itt is két részre bomlott. Az első

csoportba – a korábbiakhoz hasonlóan – a különböző szintű területegységek közötti forgalomnagyságot bemutató célforgalmi mátrixok sorolhatók, míg a másodikba az összes többi, a tulajdonosokra, a járművekre, az utazásokra vonatkozó eredmények, valamint az „utazási szokások”, vagyis a különböző tényezők között feltárt összefüggések. Az eredmények közreadása már számítógépes adathordozón történt.

A negyven év alatt lebonyolított öt célforgalmi adatfelvételt tekintve megállapítható, hogy:

- az adatfelvétel módszere folyamatosan változott (az öt felvétel három módszerrel készült), ami megnehezíti összehasonlításukat;
- az első két adatfelvétel még nem terjedt ki az egész országra, de megfelelt az akkori követelményeknek;
- a célforgalmi mátrix mind az öt esetben a minta adatok közvetlen arányos felszorozásával keletkezett, azaz fontos követelmény volt a minta nagyságának folyamatos, a forgalom változásával párhuzamos növelése;
- az utóbbi három adatfelvételtől részletes utazási szokások állnak rendelkezésre, ami lehetőséget ad idősoros vizsgálatokra;
- a kikérdezések általában a megelőző két, egy esetben a megelőző három nap utazásaira terjedtek ki (mint látni fogjuk, ez növeli ugyan a minta nagyságát, de egyúttal rontja annak megbízhatóságát);
- annak érdekében, hogy mintát reprezentatívvá lehessen tenni, mind a kordonponti és benzinkúti, mind a postai kikérdezésnél a minta nagyságát a minimálisan szükségesnél nagyobbra kellett választani.

Kijelenthető, hogy mind az öt alkalommal élenjáró, a kor követelményeinek és lehetőségeinek megfelelő eljárással, a szakmai elvárásokat kielégítve készültek a célforgalmi mátrixok és a hozzájuk kapcsolódó kiegészítő elemzések, köztük az utazási szokásokkal. Ezt a hagyományt kellett követni a 2008-as célforgalmi mátrix kidolgozása során is.

3. MÓDSZERTANI ÁTTEKINTÉS

A munka célja a magyarországi helyközi, közúti közlekedési, őszi–tavaszi hétköznapi célforgalmi (honnan–hová) mátrix létrehozása volt. Mint a korábbiakban említésre került, most hatodízben készült Magyarországon ilyen munka, ezúttal azonban a korábbiaktól eltérő módszerrel. Az alábbiakban áttekintjük az eljárás fontosabb elemeit, rávilágítva az egyes elemek kapcsolódásaira, a módszertani sajátosságokra, a fontosabb adatforrásokra, utalva az elérhető eredményekre, valamint az esetleges buktatókra is. Az egyes elemek, eljárások részletes kifejtését a későbbi cikkek tartalmazzák. Arra törekedtünk, hogy azok önmagukban is teljeseleg legyenek, ami esetenként ismétléseket eredményezhetett. Ezért kérjük az olvasó megértő türelmét!

3.1. A CÉLFORGALMI MÁTRIX ÉRTELMEZÉSE

A célforgalmi mátrix az összes utazást, esetünkben közúti járműmozgást tartalmazza, ami az adott területen az adott járműosztályban egy nap alatt lebonyolódik. Munkánk szempontjából akkor kezdődik az újabb helyváltoztatás, amikor annak indoka (célja) megváltozik. A valóságban egy-egy helyváltoztatás a tér két pontja között bonyolódik le. Ahhoz, hogy a helyváltoztatásokat (utazásokat, szállításokat) közlekedési, területi vagy más fejlesztések során figyelembe tudjuk venni, a lehetséges kiindulási és érkezési pontokat területi egységekhez szokás rendelni. Két területi egység közötti helyváltoztatások összességét tartalmazza a célforgalmi mátrix egy eleme az utazási indoktól rendszerint függetlenül, de általában a használt közlekedési eszköz szerinti bontásban.

Döntő jelentőségű, hogy ez a területi egység mekkora. Minél kisebb, annál pontosabban határozható meg, hogy az adott helyváltoztatás milyen útvonalat használ, ugyanakkor egyre nehezebb az innen kiinduló és az ide érkező utazások számát meghatározni. A célforgalmi mátrix területi alapegységének (a forgalmi körzetnek) méretét tehát a mátrix segítségével megoldani kívánt feladat léptéke határozza meg. Esetünkben országos léptékű feladatokról van szó, ahol a település szintű megközelítés nagy mátrixot eredményezne. Ezért általában ennél nagyobb forgalmi körzetet szokás meghatározni. A korábbi célforgalmi mátrixok esetében az ország területét 300–600 forgalmi körzetre bontották, a jelenlegi munka keretében a KSH által megfigyelt kistérségek tovább-bontásával 951 hazai forgalmi körzetet határoztunk meg. A forgalmi körzetek számának kialakításában a modellezés pontosságának növelése, a mátrix kezelhető méreten tartása, valamint a területi leíró adatok hozzáférhetősége egyaránt szerepet játszott.

Az utazások (helyváltoztatások) egyre nagyobb része lépi át a határokat külföldi úticélok felé (felől). Az így létrejövő forgalom jelentős hányadát teszi ki a tranzit útvonalak és a határ közeli útszakaszok forgalmának. Ahhoz, hogy ezek is megjelenhessenek a célforgalmi mátrixban, 68 külföldi forgalmi körzetet határoztunk meg. Így a helyváltoztatások kiindulási és célpontjait leíró térmodell összesen 1019 forgalmi körzetet tartalmaz. A munka során tehát az ezek között lebonyolódó utazások számát kellett a vizsgált időszak, azaz 2008 egy átlagos őszi napjára meghatározni.

Fontos körülmény, hogy a mátrixban az utazások kiindulási és végpontja egy-egy forgalmi körzet, ennél pontosabb információ már nem áll rendelkezésre. Ez azt is jelenti, hogy a forgalmi körzeten belül lebonyolódó utazásokat ugyan tartalmazhatná a mátrix, azonban ezek lebonyolódásának térbeli eloszlására nincs információ. Azaz a forgalmi körzetek mérete a mátrix adatainak felhasználhatóságát is meghatározza. Látható, hogy kis léptékű, például településen belüli forgalmi vizsgálatokhoz az országos mátrix nem elegendő.

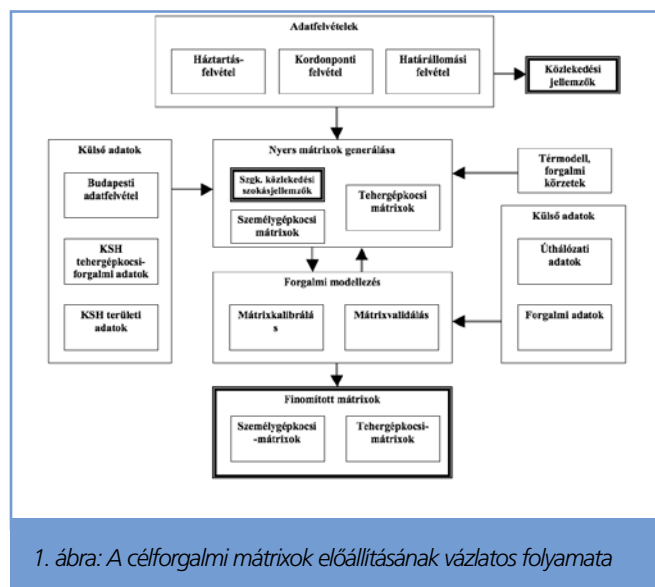
3.2. A MÁTRIXALKOTÁS MÓDSZERE

A korábbi célforgalmi mátrixok felszorzással készültek. Ekkor igen lényeges a minta nagysága, különösen amiatt, hogy az út menti kikérdezések során a reprezentativitás csak nehezen biztosítható. A korábban tapasztalt nehézségek láttán az a döntés született, hogy 2008-ban más módszert, az analitikus-szintetikus eljárást alkalmazzuk. Ennek lényege, hogy a meghatározó forgalmi rétegekből olyan területileg célzott mintát veszünk, amelyikből levezethetőek az adott réteg helyváltoztatásaira érvényes törvényszerűségek. Ezek ismeretében meghatározhatók a réteg egészének és részeinek helyváltoztatásai. A rétegek együttesen alkotják a közlekedők teljes sokaságát, azaz így a teljes forgalmi igény meghatározható.

A módszer alapjaiban változtatja meg a mátrixok előállításának menetét. Az eljárás elvileg szinte minden sajátosságot képes kezelni, a pontosság a rétegek képzés és az azon belüli osztályozás finomságán, a hozzáférhető adatok körén, a számítástechnikai lehetőségeken és a pénzügyi korlátokon múlik. Országos léptékben eddig éppen a számítástechnika korlátai akadályozták alkalmazását, mára azonban az asztali számítógépek korszerű verzióin futó fejlett szoftverek elfogadható idő alatt képesek a hatalmas adatállomány összetett elemzését, majd az erre alapuló számításokat elvégezni.

3.3. A MÁTRIXOK LÉTREHOZÁSÁNAK FONTOSABB ELEMEI

Az eljárás összevont folyamatábráját az 1. ábrán mutatjuk be. Az egyes blokkok önmagukban is igen összetettek, de további elemek részletezése már az áttekinthetőség rovására menne. Fel kell hívni azonban a figyelmet arra, hogy a mátrixalkotás során többszintű visszacsatolással találkozunk. Először a forgalmi modell eredményei alapján válhat indokolttá a visszalépés a nyers mátrixok generálásához (ahogy azt az 1. ábra mutatja), de a nyers mátrixok finomítása során a kalibrálás folyamatában is szükség van visszacsatolásra.



1. ábra: A célforgalmi mátrixok előállításának vázlatos folyamata

3.3.1. A NYERS MÁTRIXOK GENERÁLÁSA

A módszer központi elemét, a „szívét”, a nyers mátrixok generálását végző modul alkotja. A modul feladata az egyes forgalmi rétegekre érvényes helyváltoztatási törvényszerűségek feltárása és kiterjesztése a réteg egészére. Ebben az esetben forgalmi rétegen a közlekedők olyan csoportját értjük, amelyek helyváltoztatásait várhatóan hasonló törvényszerűségek szerint, hasonló körülmények között végzik. Ilyen rétegek pl. a személygépkocsik, a könnyű és a nehéz teherautók.

A rétegek számának meghatározását számos körülmény befolyásolja. A pontosság igénye a rétegek számának növelésére készítené, ennek azonban egyrészt a rendelkezésre álló adatok mennyisége és szerkezete szab határt, másrészt az, hogy a rétegek elaprózása a minta csökkenéséhez vezet, ami éppen a pontosság rovására megy.

Esetünkben az alaprétegek számát az a megbízói igény határozta meg, hogy a célforgalmi mátrixoknak alkalmasnak kell lenniük az útdíj hatásának modellezésére is, azaz meg kell különböztetni a négy (D1, D2, D3, D4) díjosztályt.

Az egyes rétegek tovább bontását eredményezte az, hogy a nyers mátrixok generálása milyen adatigénnyel jár, s ez hogyan elégíthető ki. További szempontot jelent a jó modellezhetőség, ami az eredmények ellenőrzésének elengedhetetlen feltétele. Mindezek együttesen esetünkben 19 réteget eredményeztek.

Ha analitikus-szintetikus eljárást alkalmazunk, akkor a mátrixok generálásához meg kell találni azt a törvényszerűséget, ami az

adott rétegben a helyváltoztatási igényt a réteg és a környezet jellemzőivel összekapcsolja. Ezt a törvényszerűséget nevezzük közlekedési szokásjellemzőnek. Feltárásához a réteg egy kis, de reprezentatív részén (a mintán) elvégzett matematikai-statisztikai vizsgálatok során tárjuk fel a megtörtént helyváltoztatások (utazások, szállítások) kapcsolatát a településszerkezeti, társadalmi, demográfiai jellemzőkkel. Ezzel az eljárással generáltuk a legnagyobb forgalmi igényt jelentő hazai személygépkocsi- és kistehergépkocsi-réteg utazásait. A mintát a hetven gondosan kiválasztott kistérségben kikérdezett, összesen 24 ezer reprezentatív háztartás utazásai jelentették. A munka részleteibe dr. Siska Miklós cikke avatja be az olvasót.

Felmerülhet, hogy ez a mintanagyság hogyan viszonyul a korábbi adatfelvételekhez. Ez az összevetés az eltérő módszertan következtében csak a mintanagysághoz kötődő megbízhatóságon keresztül tehető meg. Ennek tükrében megállapítható, hogy a mátrix létrehozása szempontjából a 95%-os megbízhatóság kistérségi szinten biztosított, vagyis az adatfelvétel legalább olyan jó, mint a korábbiak. Az utazási szokások számításához az előző adatfelvétel nagyobb mintát biztosított, de annak területi reprezentativitása alacsonyabb volt, nem beszélve arról az előnyről, amit a háztartásfelvétel jelent, számos kiegészítő, környezeti adat segítségével sokkal részletesebb elemzést lehetővé téve. Összességében tehát kijelenthető, hogy a számszerűsítést tekintve kisebb minta ugyanolyan megbízhatóságot s összetettebb vizsgálatokat biztosít. Itt kell kitérni a próbafelvétel tapasztalataira, amik igazolták, hogy a kikérdezés előtti második nap utazásainak esetében a válaszadók hiányos emlékezete már 30% veszteséget eredményez, vagyis igazán megbízható adatokat csak az előző napra kérdezve kaphatunk.

Azoknál a rétegeknél, ahol mód van szinte teljes körű adatfelvételre, illetve ahol nehezen köthető az utazáshoz a külső jellemzők jól meghatározott köre, továbbra is felszorzással célszerű a mátrixokat létrehozni. Ide tartoznak a határt átlépő utazások, amiket a határállomásokon lehet hatékonyan regisztrálni, továbbá a hazai tehergépkocsi forgalma, ahol az utazások/szállítások jellemzői nehezen kapcsolhatók pl. a telephelynek otthont adó település sajátosságaihoz. Az előbbiek sajátosságait Szele András, az utóbbiak jellegzetességeit Keserű Imre cikke taglalja.

3.3.2. ADATFORRÁSOK

Mint láthattuk, a nyers mátrixok létrehozásához egyrészt utazási/szállítási adatokra, másrészt az utazások létrejöttének körülményeit leíró külső adatokra van szükség.

Az utazási adatokat a személygépkocsik és kistehergépkocsik esetében a már említett 24 ezer háztartás kikérdezése biztosította. A határt átlépő forgalmak esetében megállítással kikérdezést végeztünk, s hasonlóképp jártunk el 12 város térségében is. Minthogy egy ilyen kikérdezés soha nem terjedhet ki a teljes sokaságra, ezeken a helyszíneken teljes körű forgalomszámlálás is történt a kikérdezéssel egy időben. A magyar rendszámú tehergépkocsik utazásai a KSH adatgyűjtéséből származnak.

A költségek csökkentése érdekében a budapesti lakosok utazási adatait a BKV 2004-es, ötvenezer háztartásra kiterjedő kikérdezéséből vettük át.

A terület szerkezeti, gazdasági, demográfiai, társadalmi adatokat a KSH bocsátotta rendelkezésre. Itt ügyeltünk arra, hogy csak rendszeresen gyűjtött és publikált adatokat használjunk fel az eredmények egyértelmű reprodukálhatósága és az összefüggések későbbi frissíthetősége érdekében.

A forgalmi modell szerepét a későbbiekben tárgyaljuk. Azt már most előre bocsátjuk, hogy nélkülözhetetlen s fontos, hogy minél pontosabban írja le a valós forgalmi folyamatokat.

Ehhez részletes úthálózati modellt kellett felépíteni, amelynek forrása az Országos Közúti Adatbank (OKA) 2008-as állománya volt, s ez tartalmazza az eredmények értékeléséhez szükséges forgalmi mérések adatait is. Az országos úthálózatot több helyen fontos önkormányzati útszakaszok egészítik ki, ezeket helyi modellekből vettük át. Kiemelkedik ezek közül Budapest úthálózatának modellje, amit az Uvatervtől vettünk át.

A határok átjárhatóságának növekedésével a hazai úthálózaton megfigyelhető forgalom eloszlását egyre inkább befolyásolja a határ menti külföldi úthálózat, az ottani közlekedési lehetőségek. Ezért az úthálózati modell szerves részét alkotja a határon kívüli 50–70 km széles sáv főúthálózata, melyeket publikusan elérhető, ellenőrzött, friss térképek alapján állítottunk elő.

3.3.3. A FORGALMI MODELLEZÉS

A célforgalmi mátrix létrehozásának célja, hogy vizsgálni lehessen a gazdasági, társadalmi, illetve infrastrukturális változások közlekedésre és azon keresztül a környezetre és a lakosságra gyakorolt hatásait. Ennek eszköze a forgalmi modellezés, vagyis annak vizsgálata, hogy adott külső körülmények között hogyan oszlik el és milyen jellemzőkkel bonyolódik le a forgalom a közlekedési hálózaton. Ezt a célt a mátrix csak akkor tudja betölteni, ha megfelelően írja le a jelenlegi (a felmérés idején fennálló) forgalmi körülményeket. Ennek ellenőrzésére, megvalósítására szolgál a forgalmi modell.

A modell megfelelő részletességgel tartalmazza az úthálózatot, valamint az adatfelvétel idején rajta lebonyolódott forgalom nagyságát járműosztályonként.

A nyers mátrixokat, valósághűségük ellenőrzése céljából ráterheltük a modell úthálózatra. Az alkalmazott eljárás (esetünkben az EMME/3 szoftvercsomag) azt mutatja meg, hogy a célforgalmi mátrixban rögzített utazások várhatóan milyen útvonalon, milyen jellemzőkkel (pl. sebesség) bonyolódna le a modellben rögzített külső körülmények (pl. sávszám, útburkolat állapota) mellett. Feltételezve, hogy a modell megfelelően működik, ha jó, azaz a valóságnak megfelelő a célforgalmi mátrix, akkor az egyes modell útszakaszokon megjelenő forgalmak jó közelítéssel meg egyeznek a valós úthálózaton mért forgalomnagysággal.

A valós és a modellezett forgalomnagyság összevetésének eredménye határozza meg a következő munkafolyamatokat. Ha az eltérések jelentősek, akkor a nyers mátrixok generálásának módját kell felülvizsgálni és tovább finomítani. Ha az eltérések – esetleg többszöri iterációt, többszöri finomítást követően – már elfogadható mértékűek, akkor végezhető el a mátrixok kalibrálása. Ez a művelet a célforgalmi mátrix elemeit módosítja – növeli vagy csökkenti az adott reláció utazásainak számát – úgy, hogy a ráterhelés során kapott forgalomnagyságok az erre kijelölt helyeken minél jobban megközelítsék a valóságban mért értékeket.

A nyers mátrix valósághűségét az is mutatja, hogy a kalibrálás milyen mértékben változtatja meg a mátrix elemeit. Ha ez túlzott, akkor indokolt lehet ismét a nyers mátrixok generálását finomítani, ha nem, akkor szükség esetén újabb kalibrálás is végezhető. Az eredmény akkor megfelelő, ha a fenti eljárásokkal létrehozott finomított mátrixok ráterheléséből adódó forgalomnagyságok az úthálózat minél nagyobb részén jó egyezést mutatnak a valóságban mért értékekkel. Ha ez a vizsgálat, vagyis a validálás jó ered-

ménnyel zárul, akkor mondhatjuk azt, hogy a kapott finomított mátrixok jól írják le a vizsgált időszak helyközi helyváltoztatási igényeit, azaz a mátrixok a kitűzött célnak megfelelnek. A forgalmi modellezés részleteivel Miksztai Péter cikke ismerteti meg az olvasót.

3.4. A MUNKA EREDMÉNYEI

Noha a munka deklarálta a helyközi közúti közlekedési mátrixok létrehozására irányult, eredmények több fázisban keletkeztek. A teljesség igénye nélkül ezek az alábbiak.

A felmért, összegyűjtött adatokból számos olyan statisztika, elemzés készült (és továbbiak is készíthetők), amelyeknek eredménye a modellezésen túl is felhasználható, valamint összevethető korábbi hasonló értékekkel, ami a közlekedési folyamatok és változások leírását, azok magyarázatát szolgálhatja. Ezek közé tartoznak a korábbi célforgalmi mátrixok kidolgozása során is közreadott „utazási szokások”, amelyek elemzésére a 4. pontban térünk ki.

A mátrixok generálása során feltárt közlekedési szokásjellemzők önmagukban is fontos eredményt jelentenek. (Figyelem! Nem azonos az „utazási szokással”!) Minthogy az utazási igények és a fennálló gazdasági, társadalmi viszonyok közötti kapcsolatot írják le, az utóbbiak megváltozása esetén a várható utazási igény módosulásának becslésére is alkalmasak. Így eszközei lehetnek egy későbbi állapot előrejelzésének. A szokásjellemzők olyan vizsgálatokra is lehetőséget teremtenek, hogy milyen külső körülmények megváltozására reagálnak legérzékenyebben az utazási igények.

A munka végeredményét jelentő célforgalmi mátrixok a hálózat- és területfejlesztések, továbbá forgalomtechnikai és szervezési döntések közlekedési hatásvizsgálatának stabil alapját képezik országos, regionális és megyei léptékben egyaránt.

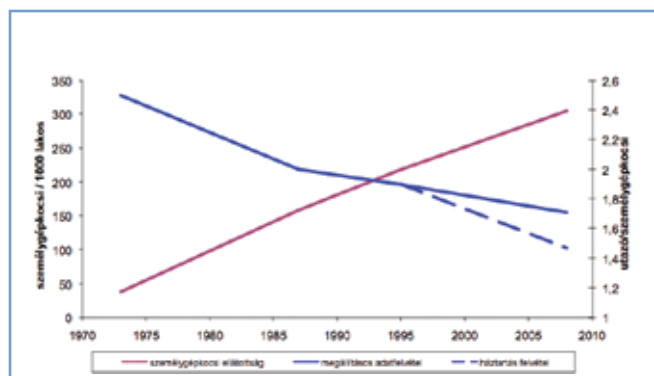
Hangsúlyozni kell az alkalmazás korlátait is. Nem használható a mátrix olyan esetekben, amikor a térmodell, azaz a forgalmi körzetbeosztás nincs összhangban a feladat követelményeivel. Ilyenek pl. a helyi, települési, és forgalmi körzeten belül maradó forgalmi vizsgálatok, ahol a mátrixban le nem képezett helyi forgalmak jelentős szerepet játszanak. Szintén szem előtt tartandó, hogy a mátrix az őszi–tavaszi hétköznapok, tehát egy átlagos munkanap forgalmi igényeit írja le, tehát nem alkalmazható szezonális (nyári, ünnepnap) jelenségek vizsgálatára sem.

4. AZ UTAZÁSI SZOKÁSOK VÁLTOZÁSA

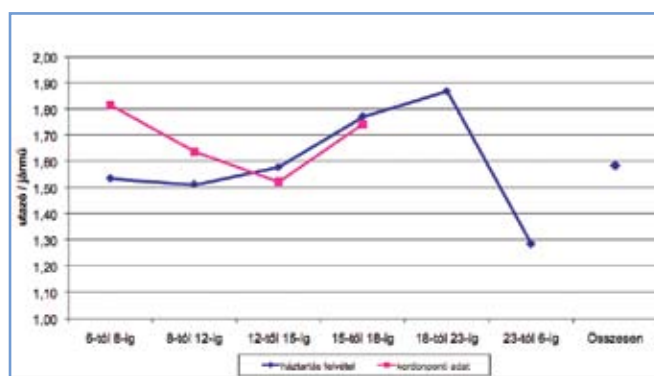
Mint korábban említésre került, az 1973–74-es adatfelvételtől kezdődően rendelkezésre állnak az utazási jellemzők. Noha ezek magukon viselik az adott felmérés sajátosságait, több olyan is található, amely alkalmas az idősoros összehasonlításra. Ezek közül villantunk fel néhányat röviden. Részletes elemzésre a jelen cikk terjedelmi korlátai nem adnak módot, ezért az érdekesebb kérdésekre a későbbiekben visszatérünk.

4.1. SZEMÉLYGÉPKOCSI-FOGLALTSÁG

A személygépkocsik átlagos foglaltsága, vagyis az egy személygépkocsiban utazók átlagos száma az egyik olyan jellemző, ami kapcsolatot teremt az utazási és a forgalmi igények között. Vizsgáljuk meg, hogyan viselkedik ez a tényező a felmérések 35 éves távlatában! A kérdés érdekességét csak növeli az a körülmény, hogy a járművek foglaltságát a háztartásfelvételen túl az ellenőrzési célú megállítási kikérdezéseknél is rögzítettük. Ez az eljárás



2. ábra: Az átlagos személygépkocsi-foglaltság változása



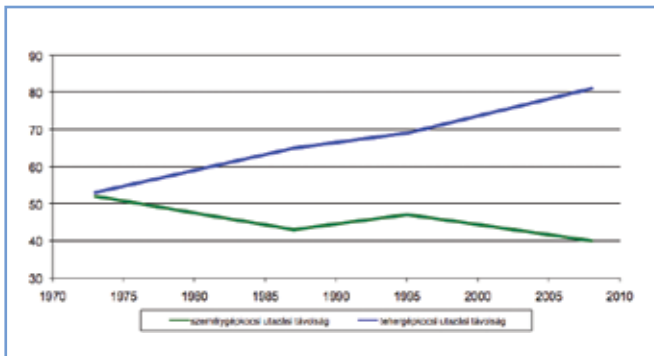
3. ábra: Az átlagos személygépkocsi-telítettség napi ingadozása

azonos a két korábbi felmérésben követettel, így ennél az értéknél a módszer megváltozása nem okozhat torzulást.

Az országos értékeket a 2. ábra mutatja. A megállítási adatfelvétel adatait tekintve látható, hogy a várakozásoknak megfelelően a foglaltság értéke folyamatosan csökken a személygépkocsi-ellátottság növekedésével. Az is egyértelműen azonosítható, hogy 1987-től a csökkenés üteme lényegesen kisebb, kevesebb, mint a fele a korábban tapasztaltak. Ugyanilyen változás a motorizációban nem tapasztalható.

Figyelemre méltó, hogy a háztartásfelvételtől származó foglaltsági érték szignifikánsan, 20%-kal alacsonyabb értéket mutat. Ez az eltérés az adatfelvételi módszer eltéréseiből fakad. Mind a korábbi benzinkúti kikérdezések, mind a 2008-ban lebonyolított kordonponti adatgyűjtések a nappali órákra, jellemzően a 8-tól 18 óráig terjedő időszakra korlátozódtak. Vizsgálataink azt mutatják, hogy a személygépkocsi-telítettség napi ingadozása igen jelentős (3. ábra). Annak érdekében, hogy a területi eltérésekből eredő torzításokat elkerüljük, az elemzést a nyíregyházi adatokra szűkítettük. Látható, hogy a megállítási kikérdezés a reggeli órákban magasabb telítettséget mutat, majd a délutáni és a kora esti időszakban gyakorlatilag azonos értékek adódnak. Érdekes, hogy az esti időszakban ismét igen magas a személygépkocsik utasszáma, s csak az éjszakai órákban esik jelentősen vissza. Felmerül a kérdés, hogy mi okozza a reggeli időszak eltérést.

A háztartásfelvételnél nem szerepelt a kérdések között a jármű telítettsége, azt a kikérdezettek válasza alapján számítottuk. A hat éven aluliakat a biztosok nem kérdezték ki, így az ő utazásai ebből a kikérdezésből kimaradtak, szemben a kordonponti vizsgálatokkal. Ez az eltérés a legnagyobb forgalmú időszakot érinti, így



4. ábra: A helyközi utazások és szállítások átlagos távolsága (km)

jelentős a hatása a telítettség átlagértékére. Mindemellett a későbbi adatfelvételek szervezése, továbbá az adatok felhasználása során az esti órák telítettségéi jellemzőire is tekintettel kell lenni.

4.2. A HELYKÖZI UTAZÁSOK ÁTLAGOS HOSSZA

A helyközi személy- és tehergépkocsi-utazások átlagos hosszát számos, sokszor a közlekedésen kívül álló tényező befolyásolja. A személyközlekedésben szerepet játszik a jólét, de az időegység alatt elérhető munkahelyek száma vagy máshonnan közelítve az utazási sebesség. Ebben pedig fontos tényező az úthálózati kínálat. Az áruszállításban döntő jelentőségű a gazdaság, a termelés szerkezete is, Mindezek következtében az utazások átlagos hosszának időszora igen összetett képet mutat (4. ábra).

Látható, hogy a kezdeti, alacsony motorizációs szint mellett a személygépkocsi- és a tehergépkocsi-utazások távolságai alig tértek el egymástól. Ezt követően azonban az olló folyamatosan nyílik, az áruszállítási távolságok folyamatosan nőnek, míg a személygépkocsi-utazások hossza némi ingadozás mellett stagnálást vagy inkább kismértékű csökkenést mutat. A jelenség teljes körű elemzése meghaladná a jelen cikk kereteit, de néhány közvetlen körülmény hatása egyértelmű.

A személygépkocsi-ellátottság és ezzel az utazási igények gyorsabban növekednek, mint a közúti közlekedési kapacitások. Kutatásaink igazolták, hogy az emberek rendszeres utazásra szánt ideje korlátozott, ennek következtében az ez alatt megtehető úthossz a felső határa a nagytömegű utazásoknak. Ez pedig a nagy forgalmú agglomerációk torlódásos forgalmi viszonyai között egyre rövidül, de semmiképp sem hosszabbodik.

A tehergépkocsi-forgalom növekedésében a gazdaság folyamatos terjeszkedése jelenti az egyik mozgatórugót. A torlódások itt kevésbé játszanak szerepet, mivel ezek a szállítások kevésbé vannak időhöz kötve, illetve ahol igen, ott pontosan tervezettek. Az 1996 és 2008 közötti jelentős növekedésben minden bizonnyal fontos tényező volt hazánk csatlakozása az Európai Unióhoz és a schengeni övezethez, valamint a korábban a nagytávolságú szállítások zömét lebonyolító vasút térszűrése.

Az országos értékek mellett természetesen rendelkezésre áll számos adat kisebb területi egységekre, társadalmi csoportokra, járműosztályokra. Ezek elemzése még a jövő feladata, ami számos érdekes összefüggésre világíthat rá.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

Antal István, dr. Gulyás András, dr. Makula László: Egy új országos közúti célforgalmi felvétel előkészítése, *Közúti és Mélyépítési Szemle*, 53. évfolyam, 6. szám, 2003. június

Az országos közutak forgalma – éves kiadványok, ÁKMI majd Magyar Közút Kht., 1995–2007.

Bíró M. et. al. (szerk): Az 1973–74. évi országos közúti célforgalmi számlálás, Budapest: Közúti Közlekedési Tudományos Kutató Intézet, 1977.

Gulyás A., Dobosi T.: Kistérségek úthálózatának összehasonlító vizsgálata [online] (2009-09-10) http://www.kte.mtesz.hu/05rendezvények/260523nkozi_utugyi_ea0423-25/eloadasok/gulyas-hu.doc

KSH: Megyei statisztikai évkönyvek, 2007. Budapest, KSH, 2008.

KTI: Országos közúti célforgalmi számlálás 1995-1996, Budapest: Közlekedéstudományi Intézet, 1996

Monigl, Ujhelyi, Koren T., Nagy, Berki: Az országos személyforgalmi igények meghatározásának szükségessége és egyes módszertani szempontjai. *Közlekedéstudományi Szemle*, XLIX. évfolyam 11. szám (1999) pp. 401–408.

Richardson, A. et. al.: *Survey Methods for Transport Planning*, Sydney: Eucalyptus Press, 1995.

Stopher, P. R. et. al.: *Standardized Procedures for Personal Travel Surveys*. NCHRP Report 571. Washington D. C.: Transportation Research Board, 2008

SUMMARY

DEVELOPMENT AND SOME RESULTS OF THE NATION-WIDE ORIGIN-DESTINATION MATRIX (OCM 2008)

This paper gives an overview of the development of the Hungarian Nationwide Origin-Destination Matrix spanning from the preparatory phase to the initial results. Following a short historical overview, the methodology and the results of previous national OD matrices are reviewed. Then, the development and the validation of the new methodology for the 2008 matrix are explained. The main chapter of the paper describes the core blocks of the matrix production phase (data collection, building of different matrix layers, traffic modelling), their connections and role in the procedure. A selection of the results are presented in the last part, comparing travel behaviour characteristics (car occupancy, travel distance) to results from previous surveys. It is one of the primary aims of this paper to describe the framework of the production of the OCM whose individual stages are explained by a series of papers presented in this issue.

A SZEMÉLYGÉPKOCSI-MÁTRIXOK KIDOLGOZÁSA A 2008. ÉVI ORSZÁGOS CÉLFORGALMI MÁTRIX KIDOLGOZÁSA SORÁN

DR. SISKA MIKLÓS¹

A 2008. évi Országos Célforgalmi Mátrix kidolgozásának előkészületeiről és a számítások tervezett menetéről 2009 októberében számoltunk be e lap hasábjain. Jelen írásban a menetközben szükségszerűen felmerült változásokat is tükröző, tényleges munkát igyekszünk, a cikk terjedelmi korlátait is figyelembe véve, ismertetni az érdeklődőkkel.

A munka során a háztartási adatfelvételek (2004. évi BKV és 2008. évi KTI) adatai alapján az átlagos őszi-tavaszi hétköznapi helyközi személygépkocsi-mozgások számát határoztuk meg Magyarország kijelölt települései, településcsoportjai (ún. forgalmi körzetei) között. A 2008. évi Országos Célforgalmi Mátrix személygépkocsi-rétegeit a korábbiakban alkalmazott felszorozásos módszer helyett reprezentatív, mintavételes eljárás alapján, matematikai-statisztikai módszerekkel történő modellezéssel állítottuk elő. Ennek során a kiválasztott településeken – a minta megbízhatóságát biztosító mennyiségben – megkérdezett háztartásokban lakók által adott válaszok alapján határoztuk meg az adott település, településcsoport közlekedési szokásjellemezőit. A szokásjellemezők és az egyes települések, településcsoportok egyéb, gazdasági-szociológiai jellemzői közötti sztochasztikus kapcsolatokat modellezve határoztuk meg az egyes településeken, településcsoportokban generálódó forgalmakat.

A következő adatok és információk álltak rendelkezésünkre:

- hetven kistérség, ezen belül tíz kistérség esetében külön a kistérség központjában, területenként 300, azaz összesen 24 162 háztartásban 2008-ban elvégzett kikérdezéses adatfelvétel,
- Budapesten és környékén mintegy 50 ezer háztartásban 2004-ben elvégzett adatfelvétel,
- település, illetve budapesti kerületek szintjén rendelkezésre álló gazdasági, társadalmi statisztikai adatok, zömmel 2008-ra vonatkozóan.

A FORGALMI KÖRZETENKÉNTI EGY FŐRE JUTÓ SZEMÉLYGÉPKOCSI-MOZGÁSOK MEGHATÁROZÁSA

A háztartási adatfelvétel során a kérdezőbiztosok a háztartásban megkérdezett személyek minden egyes helyközi utazását felmérték.

A felmért kistérségekben és háztartásokban végül is 19 410 olyan utazásról rendelkezünk adattal, amelyek már nem személyek, hanem személygépkocsik mozgását írják le. (Ez a szám nemcsak azokat az utazásokat tartalmazza, amelyeket valaki a háztartásában használt járművel bonyolított le, hanem azokat az utazásokat is, amikor a megkérdezett személy valamely másik háztartás

használatában lévő járművel utazott. Ebből következően magasabb, mint – a szintén ebben a lapszámban – az autópálya-választás döntési algoritmusának modellezését bemutató cikkben szereplő személygépkocsis mozgások száma!)

A személygépkocsi-mozgások számát forgalmi körzet szinten aggregáltuk s osztottuk el az adott forgalmi körzetben megkérdezett személyek számával. Ezt a mutatót tekintettük a további számításokban az adott forgalmi körzetben az egy főre jutó forgalmi kibocsátás nyers, súlyozatlan értékének.

Az adatfeldolgozás elején ellenőriznünk kellett, hogy a rendelkezésünkre álló minta hogyan tükrözi a felmérésbe bevont területek (település-forgalmi körzet-kistérség) tényleges demográfiai és jövedelmi szerkezetét. Ennek során kistérség szinten hasonlítottuk össze a minta nemek és életkori csoportok szerinti struktúráját a kistérség teljes lakónépességének összetételével. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a különböző életkorú és nemű emberek utazási szokásai eltérőek. Ezért tehát a felmérésből származó „nyers” adatokat megfelelően súlyozni kellett annak érdekében, hogy azok a teljes lakónépességre vonatkozó utazási szokásokat tükrözzék.

A nemek és életkori csoportok szerint alulreprezentált rétegek utazásait 1-nél nagyobb, a felülreprezentált csoportok utazásait pedig 1-nél kisebb szorzóval vehettük csak figyelembe. A szorzószámokat minden esetben az adott (neme és életkori csoportja által meghatározott) népességkategóriának az egyes kistérségek teljes lakónépességéből való részesedése és az adott népességkategóriának a megkérdezettek körében mért részesedése hányadosaként állítottuk elő. A kistérségen belül a súlyszámokat minden forgalmi körzetre azonosnak tekintettük. A népesség demográfiai jellemzőit figyelembe vevő „súlyozott” egy főre jutó személygépkocsi-mozgás adata minden egyes forgalmi körzetre a megfelelő demográfiai „súlyszám” és a „nyers” egy főre jutó személygépkocsimozgás-szám szorzataként állt elő.

Az utazási szokásokat azonban nem csak az utazó neme és életkori csoportja, hanem jövedelmi helyzete is messzemenően befolyásolja. Éppen ezért vizsgáltuk azt is, hogy mintánk mennyiben tükrözi az adott településcsoport tényleges jövedelmi pozícióját. Ehhez rendelkezésünkre állt majdnem minden háztartásra vonatkozóan valamilyen jövedelmi adat. Ugyan a szokásosnál nagyobb arányban adtak meg a megkérdezettek „pontos” nettó jövedelmi adatot, számottevő volt azok aránya is, akik a háztartás összes nettó jövedelmét csak az általunk megadott sávokon belül helyezték el. Így végül is a megkérdezettek több mint 90%-ára

¹ Tudományos főmunkatárs, KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft; e-mail: siska.miklos@kti.hu

vonatkozóan rendelkezünk valamiféle jövedelmi adattal s számíthattuk a háztartás egy főre jutó nettó jövedelmét.

A háztartások egy része jövedelmére vonatkozóan nem adott meg információt. Azonban közülük is viszonylag sokan voltak hajlandók az általunk összeállított tartós fogyasztási cikkek listájából megadni, hogy egy-egy tartós fogyasztási cikkből a háztartás mennyit használ, illetve mennyivel rendelkezik. Mivel ezt az információt a jövedelmüket megadó háztartásokra esetében is ismertük, így viszonylag jól közelíthettük azoknak a háztartásoknak a jövedelmét is, akik csak arra adtak választ, hogy érzésük szerint hogyan élnek. Ezek után a felmért háztartásoknak csak kevesebb, mint 5%-át nem tudtuk a háztartás jövedelmi pozíciója alapján kategóriába sorolni.

Mivel település, de kistérség szinten sem rendelkezünk a háztartások jövedelmi pozíciójuk szerinti megoszlásaira vonatkozó adatokkal, a teljes lakónépesség és a megkérdezett háztartások összehasonlítását ilyen mélységben nem végezhetjük el. (Bár a KSH rendelkezik ezzel az adattal is, adatvédelmi megfontolásokból település szinten ezt az adatot nem közli.) Rendelkezésünkre állt ugyanakkor az egyes kistérségek és a városok, valamint a települések (falvak és városok együtt) lakosságszám szerinti nagyságcsoportjaira vonatkozóan az egy főre jutó személyi jövedelemadó alapjának összege és az ezer lakosra jutó személyi jövedelemadót fizetők száma. Ennek alapján már becsülhettük az egyes kistérségek falvaiban a személyi jövedelemadót fizetők arányát és az általuk fizetett személyi jövedelemadó alapját. Ezt követően vizsgálhattuk azt is, hogy az egyes forgalmi körzetekben felmért háztartások egy főre jutó nettó jövedelmének eloszlása mennyiben felel meg ugyanazon forgalmi körzetekre vonatkozóan az egy főre jutó személyi jövedelemadó-alapok eloszlásának. A demográfiai megoszlások eltéréseinek kiegyenlítéséhez hasonlóan elvégeztük az utazási adatok jövedelmi eloszlások szerinti kiegyenlítését is.

AZ EGY FŐRE JUTÓ SZEMÉLYGÉPKOCSI- MOZGÁSOKAT LEÍRÓ ÖSSZEFÜGGÉSEK FELTÁRÁSA

Az egyes forgalmi körzetek szintjén (nemcsak a háztartási kikérdezésben érintett, hanem az összes magyarországi települést felölelően) 43 különböző, az adott település gazdasági, szociológiai, infrastrukturális ellátottsági szintjét jellemző mutatóval rendelkezünk. Ezekből az adatokból különböző, alapvetően a forgalmi körzet gazdasági fejlettségét (egy főre jutó személyijövedelemadó-alap, munkanélküliek aránya, 1000 főre jutó vállalkozások száma stb.), illetve infrastrukturális ellátottságát jellemző (víz- és csatornahálózat hosszának aránya, 1000 főre jutó kiskereskedelmi üzletek száma, egy iskolai osztályra jutó tanulók száma stb.) mutatókat képeztünk. Természetesen számítottunk népsűrűség-, vállalatúság-, illetve különböző szociológiai jellegű mutatókat is (nyugdíjas korúak aránya, gyermekkorúak aránya, 60 év alatti nyugdíjasok aránya, halálózási ráta, vándorlási különbözet stb.) A mutatók nagy részét sikerült nemcsak a vidéki, hanem a budapesti forgalmi körzetekre vonatkozóan is kiszámítani. A fővárosra vonatkozóan csak viszonylag kevés adat nem áll rendelkezésre (pl. víz-, gáz- és elektromosenergia-fogyasztás) kerületi részletezettségben.

Természetesen nem akartunk a továbbiakban ilyen sok mutatóval dolgozni, hanem a származtatott adatok alapján, felhasználva az MTA Közgazdaság-tudományi Kutatóközpontjában 2004-ben

végezt kutatás eredményeit, faktoranalízis segítségével határoztuk meg azokat a mutatókat, amelyek alkalmasak egy-egy forgalmi körzet gazdasági fejlettségének jellemzésére. A számítások azt mutatták, hogy a rendelkezésünkre álló adatok alapján, az alábbi mutatók vonhatók össze a gazdasági fejlettség jellemzésére:

- 1 km²-re jutó vállalkozások száma,
- 1000 lakosra jutó ipari vállalkozások száma,
- 1000 lakosra jutó K+F munkahelyen foglalkoztatottak száma,
- 1000 lakosra jutó kereskedelmi vállalkozások száma,
- 1000 lakosra jutó személygépkocsik száma,
- 1000 lakosra jutó személyijövedelemadó-fizetők száma,
- 1000 lakosra jutó szolgáltató vállalkozások száma,
- 1000 lakosra jutó vándorlási különbözet,
- egy lakosra jutó személyijövedelemadó-alap
- eltartott korúak száma a munkaképes korúak számához viszonyítva,
- lakásszámváltozás átlaga 2001–2007 között, 1000 lakosra számítva,
- lakosságból a munkanélküliek aránya,
- nem nyugdíjas korú nyugdíjasok a munkaképes korúak számához viszonyítva,
- népsűrűség.

A mutatók három faktorba rendezhetők, amelyek országosan a mutatók teljes varianciájának 69,8%-át magyarázzák. Az első faktor alapvetően a jövedelemtermelést befolyásoló tényezőket fogja át (adózik aránya, egy főre jutó szja nagysága, szgk-ellátottság stb.), a második a gazdaság koncentrációjára utaló mutatókat tartalmaz (pl. 1 km²-re jutó vállalkozások száma), míg a harmadik az inkább szociológiai jellegű mutatókat (pl. vándorlási különbözet) rendeli egymáshoz. Az első faktor a faktorokkal lefedett variancia 1/3-át, a második 1/5-ét, míg a harmadik az 1/6-át magyarázza.

A továbbiakban az egyes faktorokhoz tartozó faktorsúlyokat átlagoltuk minden egyes forgalmi körzetre és az így kapott átlagokat soroltuk be öt csoportba. Az immár átlagos faktorsúlyok átlaga körüli tartomány $\pm 0,6$ -nyi szórása által lefedett sávba eső forgalmi körzeteket tekintettük a továbbiakban „felzárkózó” forgalmi körzetnek, az átlagnál 1,8–0,6-szeres szórással alacsonyabb átlagos faktorsúlyú forgalmi körzeteket „stagnáló”, az ugyanilyen arányban az átlagot meghaladó forgalmi körzeteket pedig „fejlődő” forgalmi körzeteknek. Az átlagtól még a szórás 1,8-szeresénél is alacsonyabb átlagos faktorsúlyú körzeteket tekintettük „lemaradó”, az átlagot a szórás több mint 1,8-szeresével meghaladó átlagos faktorsúlyú körzeteket pedig „dinamikus” forgalmi körzeteknek. (Az egyes csoportok megnevezésénél követtük az idézett MTA-kutatásban használt terminológiát, hiszen a mutatók nem elsősorban a jelenlegi helyzet, hanem a jövőbeni fejlődési potenciálra bírnak előrejelző erővel.)

A gazdasági fejlettség szerinti besorolásban figyelembe nem vett szociológiai, ellátási mutatókat a továbbiakban már közvetlenül használtuk az egy főre jutó személygépkocsi-mozgások számának meghatározása során.

A lineáris regressziós modelleket – eltérően a mintavétel kijelölésekor követett besorolástól – a következő nagyrégiókra összevontan végeztük el:

- Alföld (az Észak- és Dél-Alföld régió települései, valamint Pest megyéből a ceglédi és a nagykátai kistérségek),
- Dél-Dunántúl (a Dél-Dunántúl régió települései, valamint Fejér

² Faluvégi Albert: *A társadalmi-gazdasági jellemzők területi alakulása és várható hatásai az átmenet időszakában*, Budapest, 2004., MT-DP. 2004/5 Műhelytanulmányok

- megyéből az enyingi és a sárbogárdi kistérségek és Zala megyéből a lenti, letenyei és nagykanizsai kistérségek települései),
- Észak-Dunántúl (a Nyugat-Dunántúl régió települései, a Zala megyéből a Dél-Dunántúl régióhoz sorolt települések nélkül, de Veszprém megye valamennyi és Fejér megye abai és adonyi kistérségeinek településeivel kiegészülve),
 - Észak-Magyarország (az Észak-Magyarország régió települései, valamint Pest megye szobi kistérségének települései),
 - Közép-Magyarország (Budapest, Komárom-Esztergom megye, valamint a Fejér és Pest megyéből máshova nem sorolt kistérségek települései).

A Közép-Magyarországnak nevezett nagyrégió kiválasztására azért volt szükség, mert az adatok azt mutatták, hogy az eredeti felosztáshoz képest így jobban illeszkedő modellekhez jutottunk.

A számításokat a különböző gazdasági fejlettségű forgalmi körzetekre külön-külön végeztük el. Természetesen a mintanagyság miatt szükséges volt bizonyos esetekben egymáshoz viszonylag közelebb álló fejlettségű forgalmi körzeteket együttesen kezelni.

Először is külön vizsgáltuk a viszonylag nagyobb, 20 ezer főt meghaladó lakosú központi településsel rendelkező forgalmi körzeteket. A földrajzi és gazdasági fejlettségbeli különbségek miatt azonban ezen belül megkülönböztettük egymástól a Dunától keletre, illetve nyugatra elhelyezkedő forgalmi körzeteket (a Közép-Magyarországnak nevezett terület ilyen forgalmi körzeteit a Dunától nyugatra található forgalmi körzetekkel együtt vizsgáltuk). A forgalomkeltés nagysága szempontjából ugyanis a nagyobb lélekszámú körzetek – földrajzi elhelyezkedésüktől függetlenül – nagyobb hasonlóságot mutattak egymással, mint a velük egy kistérségben, megyében vagy akár régióban lévő, de kisebb lélekszámú településekkel.

A háztartási kikérdezésbe bevont kistérségek forgalmi körzeteire vonatkozó személygépkocsi-mozgások száma és a forgalmi körzet gazdasági fejlettsége, valamint szociológiai és ellátási mutatói között többváltozós lineáris regressziót számítottunk. A modellt az SPSS programcsomag segítségével futtattuk, s az eredeti, viszonylag nagyszámú magyarázóváltozó halmazból az egyes számítások során kapott szignifikanciaszintek alapján zártuk ki folyamatosan a „feleslegesnek” ítélt magyarázó változókat

mindaddig, amíg a modellben már csak 5%-os szignifikanciaszint alatti magyarázó változók maradtak. A magyarázó változók köréből igyekeztünk olyan sorrendben kizárni a „fölöslegeseket”, hogy a különböző utazási indokokhoz kapcsolható mutatók (ellátottság, szociológiai jellemzők, földrajzi elhelyezkedés stb.) közül az azonos jellegűeket ne egyszerre távolítsuk el a modellből.

A regressziószámítások eredményeit a 1. táblázatban foglaltuk össze.

Ezt követően a regressziós modellel becsült egy főre jutó személygépkocsi-mozgások száma és a lakónépesség szorzatával számítottuk az egyes forgalmi körzetek napi személygépkocsi-kibocsátását egy átlagos, tavaszi-őszi hétköznapon.

A számítást természetesen a háztartási kikérdezésbe bevont forgalmi körzetek adataival is elvégeztük, hiszen lineáris regressziós modellünk „jóságát” éppen azzal kívántuk ellenőrizni, hogy a modellel számított és a mintavételből az egy főre jutó személygépkocsi-mozgások értékét a lakosság számával megszorozva számított személygépkocsi-kibocsátások adatai mennyire fedik egymást. Az esetek igen nagy hányadában az eltérés nem tűnt túlságosan jelentősnek. A legnagyobb eltérések az egyes csoportokban néhány száz járművet jelentettek.

Végül a 951 forgalmi körzetnek csak alig 3%-a esetében került sor további, viszonylag egyszerű átlagoláson alapuló manuális módosításra (a számított forgalmi körzetek 5%-a). A kézi beavatkozást igénylő forgalmi körzetek alapvetően kis lélekszámú, következésképpen viszonylag kis forgalmú körzetek voltak, kivételt egyedül Miskolc képezett. Ez utóbbi esetében a módosításra azért volt szükség, mert a miskolci kistérségre vonatkozóan irreálisan magas kibocsátást eredményezett a lineáris regressziós modell. A helyettesítő határérték meghatározásához a közlekedés-földrajzi szempontból Miskolc adottságaihoz az alföldi nagyvárosokénál inkább hasonlító dunántúli nagyvárosok adatait vettük alapul. A kis lélekszámú forgalmi körzetek esetében a beavatkozásokra elsősorban azért került sor, mert a regressziós modell alapján az adott forgalmi körzetekben az egy lakosra jutó személygépkocsi-kibocsátás értékére negatív szám adódott.

Az összehasonlítás legfontosabb adatai a 2. táblázatban szerepelnek.

1. táblázat: Regressziószámítások eredményei a különböző forgalmi körzetekre

Térség	Összes	Felmért	R ²	Magyarázó változók száma
	forgalmi körzet száma	forgalmi körzet száma		
Alföldi stagnáló és lemaradó forgalmi körzetek	198	79	0,254	7
Alföldi fejlődő és felzárkózó forgalmi körzetek	92	42	0,540	12
Dél-dunántúli stagnáló-lemaradó forgalmi körzetek	90	37	0,809	13
Dél-dunántúli fejlődő-felzárkózó forgalmi körzetek	72	25	0,848	16
Észak-dunántúli stagnáló forgalmi körzetek	22	10	0,840	5
Észak-dunántúli felzárkózó forgalmi körzetek	99	45	0,761	12
Észak-dunántúli fejlődő-dinamikus forgalmi körzetek	25	9	0,979	6
Észak-Magyarországi stagnáló-lemaradó forgalmi körzetek	104	39	0,768	13
Észak-magyarországi fejlődő-felzárkózó forgalmi körzetek	38	17	0,665	6
Közép-magyarországi stagnáló-felzárkózó forgalmi körzetek	71	36	0,567	8
Közép-magyarországi fejlődő forgalmi körzetek	57	16	0,736	7
Közép-magyarországi dinamikus forgalmi körzetek	24	21	0,940	3
Alföld, Észak-Magyarország nagyobb forgalmi körzetek	30	14	0,997	10
Dunántúl, Közép-magyarországi nagyobb forgalmi körzetek	29	12	0,927	3

2. táblázat: A különböző forgalmi körzetek összehasonlítása

Térség	Kibocsátás, db	Eltérés, db	
		min.	max.
Alföldi stagnáló és lemaradó forgalmi körzetek számított kibocsátása	132 458	-1062	580
Alföldi fejlődő és felzárkózó forgalmi körzetek kibocsátása	109 002	-931	850
Dél-dunántúli stagnáló-lemaradó forgalmi körzetek kibocsátása	55 503	-263	232
Dél-dunántúli fejlődő-felzárkózó forgalmi körzetek kibocsátása	94 788	-424	395
Észak-dunántúli stagnáló forgalmi körzetek kibocsátása	10 833	-184	223
Észak-dunántúli felzárkózó forgalmi körzetek kibocsátása	123 359	-651	498
Észak-dunántúli fejlődő-dinamikus forgalmi körzetek kibocsátása	46 377	-205	191
Észak-magyarországi stagnáló-lemaradó forgalmi körzetek kibocsátása	98 188	-576	716
Észak-magyarországi fejlődő-felzárkózó forgalmi körzetek kibocsátása	47 656	-696	700
Közép-magyarországi stagnáló-felzárkózó forgalmi körzetek kibocsátása	114 362	-934	3 534
Közép-magyarországi fejlődő forgalmi körzetek kibocsátása	200 678	-426	6 210
Közép-magyarországi dinamikus forgalmi körzetek kibocsátása	211 227	-4786	3 940
Alföldi és Észak-magyarországi nagyobb forgalmi körzetek kibocsátása	168 132	-399	125
Dunántúli nagyobb városok forgalmi körzetek kibocsátása	221 003	-5163	1 879

Meg kell jegyeznünk, hogy úgy a felmért kistérségekben, mint a fel nem mért kistérségekben esetenként jelentős eltéréseket tapasztaltunk az egymáshoz földrajzilag közel fekvő forgalmi körzetek fajlagos személygépkocsi-kibocsátása között. Ez – véleményünk szerint – egyáltalán nem meglepő, hiszen a forgalom nagysága szempontjából csak egy tényező a terület földrajzi elhelyezkedése, s éppen az egyéb tényezők, mint az adott terület lakosságának vásárlóereje, a terület „úticélok” való ellátottsága (munkahelyek, tanintézmények, kereskedelmi kínálat stb.) is jelentősen befolyásolják a forgalom nagyságát. S éppen ezek azok a tényezők, amelyek még egymáshoz földrajzilag közel fekvő területek esetében is nagyobb eltéréseket mutathatnak.

A további számítások során:

- a felmért forgalmi körzetek személygépkocsi-kibocsátási adatait a nemek, életkorok és jövedelmi helyzet szerinti eloszlással módosított egy főre jutó személygépkocsi-kibocsátás és a forgalmi körzet lakónépességének szorzataként vettük számításba,
- a fel nem mért forgalmi körzetek esetében pedig a regressziós modellből származó becsléssel dolgoztunk,
- Budapestre vonatkozóan minden kerületre, ebből következően azok egyes összevont csoportjaira is rendelkezünk egy főre jutó személygépkocsi-mozgás adatokkal; ráadásul azt is meg tudtuk határozni, hogy az egyes kerületeket (amelyeket néhány kivételtől eltekintve önálló forgalmi körzetnek tekintettünk) elhagyó személygépkocsik a városban belül maradtak-e, vagy azt elhagyták. Ennek megfelelően a Budapesten belüli, illetve azt elhagyó személygépkocsik számát a lakosságszámmal történő felszorzással határoztuk meg. (A feldolgozás során az I. és a XII. kerület, illetve az V., VI., VII., VIII. és IX. kerületet tekintettük azonos forgalmi körzetnek.)

Mindezek eredményeként országosan összesen naponta mintegy 1530 ezer olyan személygépkocsi-mozgást számítottunk, amely nemcsak a település, de az általunk képzett forgalmi körzetek határait is elhagyja. A ráterhelésszámításokhoz ezen felül még további 936 ezer Budapesten belüli, de az adott forgalmi körzetet elhagyó személygépkocsi-mozgást is figyelembe vettünk.

A „HONOS” ÉS „IDEGEN” SZEMÉLYGÉPKOCSI-MOZGÁSOK MEGHATÁROZÁSA

A regressziós egyenletek segítségével arra kaptunk választ, hogy az egyes forgalmi körzetekben mennyi volt a lakónépesség összes személygépkocsi-mozgása. Ennek egy része a lakóhelyről indult. Modellezésünk során a „honos” megnevezéssel különböztettük meg az utazások másik részétől, amely a lakóhelyre történő hazautazásokat tartalmazza. Ez utóbbit „idegen” jelzővel illetjük.

A gravitációs modell alkalmazása során egy-egy forgalmi körzet járműkibocsátására és járműbefogadására egyaránt szükség van. A következő lépésben meg kellett határoznunk forgalmi körzetként a honos és idegen forgalmi körzetben lakók adott forgalmi körzetből induló, illetve oda érkező járműmozgásainak számát.

A háztartási kikérdezések adatainak elemzése alapján tudjuk, hogy az összes utazásnak csak mintegy 5%-a, azaz a statisztikai hibahatárral nagyjából megegyező volt azoknak az utazásoknak az aránya, amelyek nem egyszerű oda-vissza utazások voltak az egyes relációk között, hanem a járművek vagy az érkezési helyen maradtak aznap, vagy pedig további úticélok érintésével tértek vissza a kiinduló forgalmi körzetbe. Ennek alapján úgy gondoltuk, nem követünk el hibát, ha azzal a (modellezésben megszokott) egyszerűsítéssel élünk, hogy egy-egy forgalmi körzetből a honos kiinduló utazások oda még aznap vissza is térnek, s az utazások a honos-idegen relációkban kizárólag egy-egy utazást jelentenek, azaz az adott forgalmi körzetből egy másik adott forgalmi körzetbe irányuló utazások száma megegyezik ezeknek a honos utazásoknak a másik adott forgalmi körzetből való hazautazásainak számával.

A felmért forgalmi körzetek egymás közötti mozgásaira vonatkozóan rendelkezünk egy-egy forgalmi körzetre vonatkozóan a honos kiinduló és az onnan más felmért forgalmi körzetbe visszautazó járművek számával. (Hiszen tudjuk, hogy a felmért honos induló utazások hová mentek, következésképpen azt is tudtuk, hogy honnan jöttek.)

Ezek után a fel nem mért körzetekre vonatkozóan a következő logika szerint számítottuk a személygépkocsi-mozgások számát:

- a regressziós modellekből ismertük minden egyes felmért és fel nem mért forgalmi körzet teljes honos kibocsátását, amit az előbbi megfontolások alapján az adott forgalmi körzet összes, helyi lakosok által lebonyolított személygépkocsi-mozgásai felénekvettünk, hiszen az utazások másik fele – hazautazás miatt – máshol jelentkezik idegen kibocsátásként,
- ugyanakkor a háztartási adatfelvétel révén tudjuk, hogy az összes honos kibocsátásból mennyi utazás indult a többi felmért forgalmi körzetbe, illetve mennyi a fel nem mért forgalmi körzetekbe,
- a felmért forgalmi körzetek egymás közötti személygépkocsi mozgásai alapján meghatározható volt az is, hogy egy-egy felmért forgalmi körzetbe mennyi utazás érkezett idegen és egyben felmért forgalmi körzetből,
- fentiek birtokában meghatározhattuk, hogy mekkora az egyes felmért forgalmi körzetek „vonzereje” a többi felmért forgalmi körzetre vonatkozóan, azaz mennyi jármű indul vissza egy-egy felmért forgalmi körzetbe az adott forgalmi körzetből induló honos utazásokhoz viszonyítva,
- a forgalmi körzetek népességük, földrajzi elhelyezkedésük és viszonylagos fejlettségük alapján viszonylag homogén csoportokba sorolhatók,
- egy-egy homogén csoporton belül joggal feltételezhetjük, hogy a felmért és fel nem mért forgalmi körzetek „vonzereje” azonos,
- ezek után a felmért forgalmi körzetek esetében a többi felmért forgalmi körzetbe irányuló összes személygépkocsi-mozgás és honos személygépkocsi-mozgás hányadosával megszorozva kapjuk az adott forgalmi körzet teljes (honos és nem honos együtt) kibocsátását,
- a fel nem mért forgalmi körzetek esetében a számított összes honos kibocsátást szorozzuk meg az adott forgalmi körzet (előbbieken részletezett módon képzett homogén csoportjára számított) átlagos „vonzerejével”, s megkapjuk teljes, honos és nem honos kibocsátását.

A KÜLÖNBÖZŐ ÚTDÍJ-KATEGÓRIÁK SZERINTI UTAZÁSOK MEGOSZTÁSA

Mielőtt megkezdhetjük volna az egyes forgalmi körzetek közötti személygépkocsi-áramlatok nagyságának becslését, meg kellett határozni azt, hogy az összes személygépkocsi-mozgásból melyek azok, amelyek az ország díjfizetős útszakaszait is igénybe veszik, illetve amelyek csak olyan útvonalakon közlekednek, ahol nincs útdíjfizetési kötelezettség. Ehhez azonban csak a KTI 2008. évi háztartás felvételéből származó információkat tudtuk felhasználni. A számítás módjáról egy – szintén a jelen lapszámban található – külön cikkben adunk tájékoztatást.

AZ UTAZÁSOK ELOSZLÁSA AZ UTAZÁSI TÁVOLSÁG FÜGGVÉNYÉBEN A TAPASZTALATI HONNAN-HOVA MÁTRIXOK ALAPJÁN

Munkánk során az egyik sarkalatos célkitűzés az volt, hogy a modell eredményeként létrejövő honnan-hova utazások mátrixában megjelenő személygépkocsi-mozgásoknak a megtett út hossza szerinti eloszlása és a megtett utazások átlagos hossza a lehető legjobban közelítse meg a háztartások kikérdezése alapján számítható átlagos utazáshosszt és az utazások távolság szerinti eloszlását. Ennek a feltételnek a teljesítéséhez természetesen meg kellett határozni ezeket az értékeket a mintákra vonatkozóan is.

A megkérdezések során arra voltunk kíváncsiak, hogy az egyes elemi utazások, azaz az utazás indokával egyértelműen egymástól különválasztható utak kiinduló és céltelepüléseit mérjük fel. Ennek az információknak a birtokában tudtuk eldönteni azt, hogy

az adott utazás elhagyta-e a számunkra releváns forgalmi körzeteket avagy sem, illetve hogy melyek voltak az utazások kiinduló és végpontjainak tekinthető forgalmi körzetek.

Korábbi modellezések alapján ismertük az egyes forgalmi körzetek közötti legrövidebb eljutási időket is annak feltételezésével, hogy a közúthálózat „üres”, azaz nem kell az utazónak egyetlen úton sem „zavaró” tényezővel számolni. Ezzel az adattal rendelkezünk úgy a díjfizetős útszakaszok igénybevételével lebonyolítható utazásokra, mint a csak díjfizetős útszakaszokat kikerülő utazásokra vonatkozóan. Természetesen a „legrövidebb eljutási időhöz” tartozó kilométerben mért távolságokat is ismertük. A megkérdezett háztartások által lebonyolított utazások átlagos utazási távolságát, illetve az utazások távolság szerinti eloszlását ezeknek az információknak az alapján számítottuk ki.

Elemzésünket nem a nyers, megkérdezésből származó adatokkal, hanem már az adott forgalmi körzet számított (azaz a mért egy főre jutó személygépkocsi-mozgást a lakosság számával felszorozott) adataival végeztük. A mintából ilyen módon számított összes utazást egy-egy forgalmi körzetre vonatkozóan a megkérdezésből származó honnan-hova mátrix arányaiban osztottuk meg a különböző úticélok között. A továbbiakban ennek alapján számítottuk a minta jellemzőit (átlagos és modális utazási távolság, az utazási távolságok tapasztalati sűrűségfüggvényei).

A minta tanúsága szerint a forgalmi körzeteket elhagyó személygépkocsis utazások nagy részét viszonylag kis távolságra teszik meg. A díjfizetős útszakaszt nem használó személygépkocsik legnagyobb része 10–15 kilométerre megy, de az ebben a kategóriában nagyobb távolságra utazókat is figyelembe vevő átlagos utazási távolság is csak 35–40 km (a minta alapján 36,0 km). Az utazásoknak a megtett út függvényében számított empirikus sűrűségfüggvénye jól követi az elméleti munkákban leírt, erősen balra ferdülő és maximumát igen gyorsan elérő görbét. Ugyanakkor az egyre nagyobb távolságok felé haladva (a 75–100 km-t meghaladó utazások) a várt „lecsengés” elmarad, viszonylag egyenletes eloszlást tapasztaltunk a 100–150 km-re és a 150–200 km-re megtett utazások esetében.

Az egymástól jelentősen eltérő rövid és hosszú időtartamra érvényes díjfizetés mellett utazók legjellemzőbb és átlagos utazási távolságainak eltérése miatt a kétféle utazást külön-külön vizsgáltuk. Mindkét utazástípusnál megfigyelhető, hogy bizonyos utazási távolságokra viszonylag többen utaznak, mint ami „természetesnek” lenne tekinthető. Ezt az magyarázza, hogy az autópályák összekötik Magyarországot legtöbb nagyvárosát egymással, s ezek között viszonylag sok utazást bonyolítanak le. A nagyvárosok egymástól mért távolsága magyarázza a nagyobb távolságoknál megfigyelhető lokális csúcsokat. A kisebb távolságokhoz tartozó lokális csúcsok pedig a rendszeresen közlekedők utazási indokaihoz (hivatásforgalom, vásárlás) kapcsolhatók. Ugyanebből a felmérésből tudjuk ugyanis azt is, hogy az ilyen indokokból lebonyolított utazásokra viszonylag kevesebb időt hajlandók szánni az utazók. Az összes díjfizetős útszakaszt használó utazás összevont sűrűségfüggvényén is megfigyelhetők ezek a lokális csúcsok.

Ugyanakkor az is világosan látszik, hogy a díjfizetős útszakaszok a viszonylag hosszabb utazásokat szolgálják, akár rendszeresen igénybe veszik azokat, akár csak alkalmanként. Ez következik abból, hogy személygépkocsi esetében a díjfizetős útszakaszok gyakorlatilag mind Magyarországot gyorsforgalmi úthálózatához tartoznak. Megállapítható az is, hogy a rendszeresen díjfizetős útszakaszt használók jellemzően (a modális utazási távolság 40 km) és átlagosan is (79 km) rövidebb távolságra utaznak, mint az

3. táblázat: A háztartási adatfelvételek alapján a személygépkocsi-mozgások számított legfontosabb jellemzői

Mutató	Összes út	Összes díj-fizetős	Rendszeres autópálya-használó	Alkalmi autópálya-használó	Autópályát nem használó
Maximális utazási távolság, km	543,9	455,3	455,3	378,9	543,9
Minimális utazási távolság, km	3,8	17	17	24,8	3,8
Legjellemzőbb utazási távolság, km	15	40	40	135	15
Átlagos utazási távolság, km	42	109,9	78,9	145,4	36

alkalmi díjfizetés mellett ugyanott közlekedők (módusz 135 km, átlag 145 km). Ez valószínűleg az utazások indoka, gyakorisága, a kiinduló és a céltelepülések földrajzi elhelyezkedésének eltéréseiből következik. A díjfizetős útszakaszt nem használó utazások túlsúlya az összes személygépkocsi-mozgáson belül azonban már „kisimítja” ezeket a „hullámokat”.

A háztartási adatfelvételek alapján a személygépkocsi-mozgások számított legfontosabb jellemzői a 3. táblázatban foglaltak szerint alakultak.

A GRAVITÁCIÓS MODELLBEN ALKALMAZOTT PARAMÉTEREK ÉS INDULÓ ÉRTÉKEI

A számított személygépkocsi-kibocsátásokat a közlekedési modellezésből jól ismert, gravitációs modellel osztottuk meg a különböző úticélok között. A gravitációs modellhez a már ismert módon számított kibocsátások mellett szükségünk volt az egyes forgalmi körzetekbe érkező utazások számára, valamint egy megfelelően paraméterezett ellenállásfüggvényre is.

Mivel országos célforgalmi mátrix összeállítása volt munkánk alapvető célja, ezért az egyes forgalmi körzetekbe érkező utazások számára vonatkozóan, a már említett megfontolások miatt, azzal a feltételezéssel éltünk, hogy az pontosan megegyezik az adott forgalmi körzetből induló utazások számával.

Gravitációs modellünkhöz kiindulásként az egyes forgalmi körzetek közötti legrövidebb eljutási időket vettük alapul. Az eljutási idők igen szoros korrelációt mutatnak az egyes forgalmi körzetek közötti távolságokkal. Emiatt az eljutási időt felfoghatjuk úgy is, mint eljutási költséget, hiszen az utazók a személygépkocsi-használat viszonylag állandó költségeit személygépkocsi utazási döntéseik kapcsán már figyelmen kívül hagyják, azokat az adott utazás során már nem mérlegelik. (Ez természetesen nem zárja ki azt, hogy adott esetben az utazási mód megválasztásánál ne vennék figyelembe.) Az utazási költség pedig ezek után már gyakorlatilag az utazási távolsággal és idővel arányos. Tudjuk azt is, hogy az utazók útvonaluk megválasztása során elsősorban az eljutási időre vannak tekintettel, ezért tehát a modell ellenállásfüggvényében is a költségekkel igen szoros kapcsolatban álló eljutási időket vettük figyelembe független változóként.

A tapasztalati sűrűségfüggvényekhez legjobban illeszthető görbét a következő általános formában írhatjuk fel, amely a modellezési szakirodalomban a gravitációs modellben használható kombinált ellenállásfüggvényként ismert:

$$y_{ij} = c_{ij}^{\alpha} \exp(-\beta * c_{ij}),$$

ahol

y_{ij} – az ellenállásmátrix i, j értéke,

α és β – megfelelően megválasztott konstansok,

c_{ij} – az i és j forgalmi körzetek közötti eljutási idő.

Éppen ezért gravitációs modellünk ellenállásmátrixát is ebben a formában írtuk fel. (Az egyes forgalmi körzetek vonzását a forgalomkeltés fázisában vettük figyelembe!) Kiinduló α értéknek általában -2 -t adtunk meg. A β paraméter kiinduló értékének pedig a különböző utazástípusokra a tapasztalati adatok alapján számított átlagos eljutási időt adtuk meg.

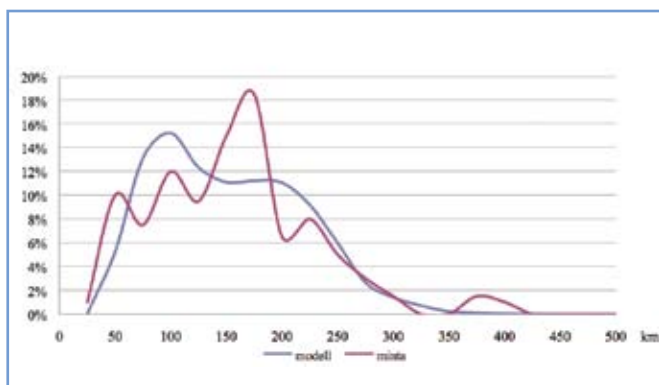
Ezek után a számításokat az elméletből jól ismert módon végeztük el úgy, hogy az eljutási idők mátrixában már nem az „üres” hálózaton mért eljutási időket, hanem az első ráterhelés utáni, a többi réteget is tartalmazó (tehergépkocsik, külföldi rendszámú személygépkocsik) „ráterhelt” hálózaton adódó eljutási időket helyettesítettük vissza.

A kiinduló α és β paramétereket az egyes utazástípusok esetében alkalmanként jelentősen meg kellett változtatnunk annak érdekében, hogy modellünkkel a lehető legjobban megközelítsük a felmérésből származó legfontosabb jellemzőket, azaz a modális és átlagos utazási távolságokat, illetve végül azt a futásteljesítményt, amit a forgalomszámolás adatai alapján becsültünk. Az α és β paraméterek kiinduló és végső értékeire a 4. táblázat szerinti eredmények adódtak.

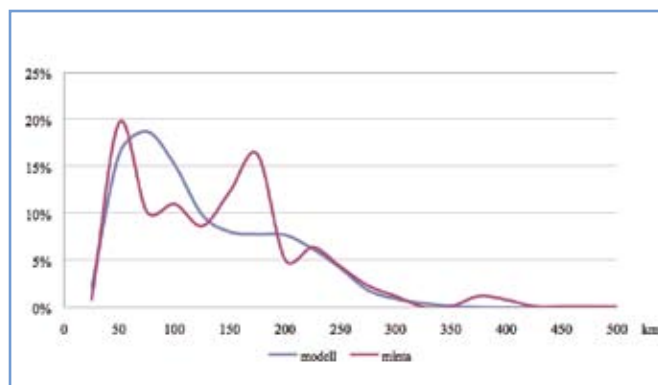
A számítások során a Furness-transzformációt végrehajtva viszonylag gyorsan és jól közelítettük azt az állapotot, amikor az egyes forgalmi körzetekből kiinduló és az oda beérkező utazások adatai már igen jól közelítették egymást, illetve ilyen módon a célértéket. Azaz az eltérés közöttük tíz iterációs lépés után $\pm 5\%$ -nál kevesebb volt. Amennyiben nem konvergált megfelelően a Furness-transzformáció, kénytelenek voltunk a mátrix azonos célpontok közötti utazásait (azaz a mátrix felső és alsó háromszögének adatait) át-

4. táblázat: Az α és β paraméterek kiinduló és végső értékei

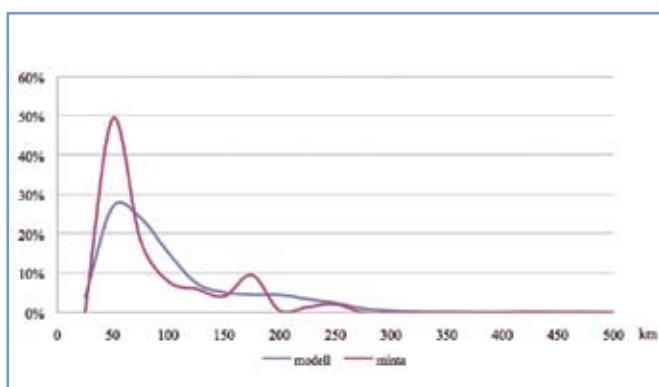
Mutató	Rendszeres autópálya-használó	Alkalmi autópálya-használó	Autópályát nem használó
α paraméter induló értéke	-2	-2	-2
β paraméter induló értéke	0,019	0,011	0,035
α paraméter végső értéke	0	-2	-2
β paraméter végső értéke	0,073	0,015	0,124
Legjellemzőbb utazási távolság, km	45	75	15
Átlagos utazási távolság, km	91,6	155,6	36,3



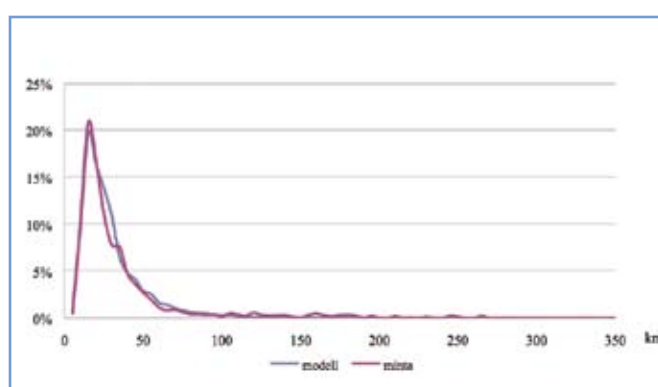
1. ábra: Alkalmi díjfizetős útszakaszt használó személygépkocsi-mozgások tapasztalati és becsült sűrűségfüggvénye



3. ábra: Összes díjfizetős útszakaszt használó személygépkocsi-mozgások tapasztalati és becsült sűrűségfüggvénye



2. ábra: Rendszeres díjfizetős útszakaszt használó személygépkocsi-mozgások tapasztalati és becsült sűrűségfüggvénye



4. ábra: Díjfizetős útszakaszt nem használó személygépkocsi-mozgások tapasztalati és becsült sűrűségfüggvénye

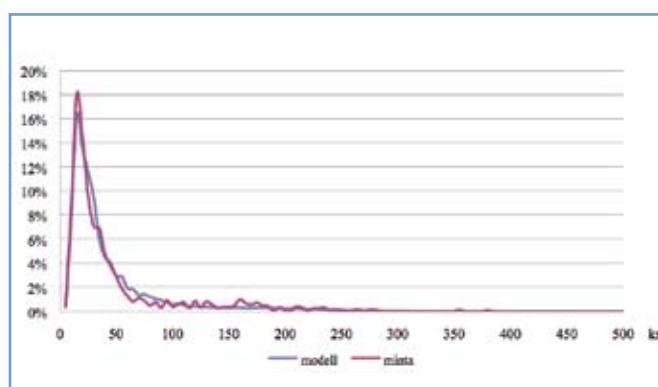
lagolni. Az átlagolás után az eltérések a célértékhez viszonyítva megfelelőek, ugyanakkor így a kiinduló és beérkező utazások száma már minden forgalmi körzetben megegyezett.

A GRAVITÁCIÓS MODELL VÉGEREDMÉNYEKÉNT KAPOTT UTAZÁSELOSZLÁSOK ÉS A TAPASZTALATI ELOSZLÁSOK ELTÉRÉSEI, AZ ELTÉRÉSEK ÉRTÉKELÉSE

A gravitációs modellel számított utazások hosszának modális és átlagos értékei jól közelítették a tapasztalati adatokat. Ráadásul a modellből származó utazási hosszeloszlások is igen jól illeszkednek a háztartási kikérdezésekből származó eloszlásokhoz. Az illeszkedés a rövid időtartamú díjfizetés mellett lebonyolódó utazások esetében a legrosszabb, a háztartási kikérdezésekből származó utazási távolságok és a modellezett utazási távolságok közötti korrelációs együttható értéke csak 91,6%, az összes utazás esetében viszont már 97,1%-os a két adatsor közötti korreláció.

Kifejezetten érdekes, hogy a rövid időtartamú díjfizetés melletti utazások esetében a modell – ha nem is teljesen – képes volt a tapasztalati sűrűségfüggvény több lokális maximumát is „vissza-hozni” (1. ábra).

A modellezés során a hosszabb időtávra érvényes díjfizetés mellett lebonyolódó utazások számára nem sokkal magasabb értéket kaptunk, mint ami a mintavételben szereplő kistérségek adataiból számított utazások száma volt. Ennek az volt az oka, hogy a mintába viszonylag sok olyan település, településcsoport került bele, amelyek a díjfizetési útszakaszok közelében találhatók. Ezzel szemben a rövid időtartamú díjfizetés mellett lebonyolódó utazások esetében modellünk sok olyan utazási relációt is „fel-



5. ábra: Összes személygépkocsi-utazás tapasztalati és becsült sűrűségfüggvénye

tárt”, amelyek a mintavételben nem szerepeltek. Emiatt jóval több utazás jelent meg ilyen kondíciók mellett a modellben, mint amennyi a mintánkban szerepelt.

Ugyanez elmondható a hosszabb időszakra érvényes díjfizetés mellett lebonyolódó utazások modellezésére is, bár ebben az esetben nem annyira markánsan jelenik meg a hosszabb távú utazások (180 km körüli) viszonylag gyakoribb megjelenése. (2. ábra)

A ráterhelés előtt a ráterhelési modellben használt díjfizetési útszakaszon közlekedő személygépkocsi-modell szerinti és a kikérdezésből származó utazások hosszának sűrűségfüggvénye a 3. ábrának megfelelően alakult.

folytatás a 18. oldalon

A MAGYAR TEHERGÉPKOCSIK KÖZLEKEDÉSI JELLEMZŐINEK MEGHATÁROZÁSA AZ ORSZÁGOS CÉLFORGALMI MÁTRIX SZÁMÁRA

KESERŰ IMRE¹

BEVEZETÉS

Az Országos Célforgalmi Mátrix elkészítéséhez szükséges volt a hazai rendszámú tehergépkocsik napi mozgásának felmérése és az ezt tartalmazó utazási mátrix elkészítése D2, D3 és D4 ösztömeg-kategóriákra, autópálya-matricát használó és nem használó rétegekkel. A külföldi tehergépkocsiktól való elkülönített kezelést az indokolja, hogy a hazai tehergépjárművek adatai a KSH-tól, míg a külföldi tehergépjárművek a határállomási mérésekből származnak, így az adatfeldolgozásnál is más módszereket alkalmaztunk.

A hazai tehergépkocsi-mátrix elkészítéséhez a KSH 1654/06 sz. A közúti teherszállítás belföldi és nemzetközi teljesítményei elnevezésű adatgyűjtés 2003–2008. évekre vonatkozó adatállományát használtuk fel, amely tartalmazza a hazai rendszámú, 3,5 tonna raksúly feletti tehergépkocsik utazásaira és egyéb jellemzőire vonatkozó adatokat. Mivel a KSH-adatfelvétel elsődleges célja áruforgalmi statisztikák készítése, az adatokat az országos célforgalmi mátrix követelményeinek megfelelően át kellett alakítani.

Cikkünkben az adatfeldolgozás fontosabb lépéseit, az adatbázis használata során felmerült problémákat és a feldolgozás eredményeit ismertetjük.

AZ ADATBÁZIS JELLEMZŐI

A KSH-megfigyelésben a 3,5 tonna vagy annál nagyobb szállítási kapacitással rendelkező, véletlenszerűen kiválasztott közúti tehergépkocsik, illetve vontatók vesznek részt. A megfigyelés időtartama egy hét, negyedévenként. A mintavétel véletlenszerű, rétegzett, elsődlegesen a négy teherbírás-kategória (3,5–5 tonna, 5–10 tonna, 10 tonna fölötti, illetve vontató) és az üzemeltetői (természetes vagy jogi személy) kategória alapján. A mintába bekerülő járművek üzemeltetőinek egy éven át minden negyedév egy-egy hetének teljesítményéről kell adatot szolgáltatniuk, megjelölve többek között a megtett utak kiindulási és célállomásait, időpontját, típusát (belföldi, nemzetközi). A mintavétel aránya a felmért hat év átlagában 16%-os volt, a valóban értékelhető adatok aránya azonban ennél jelentősen kisebb: 10,6% a teljes sokaságra vonatkoztatva, az értékelhetetlen válaszok vagy forgalomból való kivonás és egyéb okok miatt. Az adatfeldolgozás során az adatbázis következő hiányosságaival szembesültünk:

– Az adatbázis nem tartalmazza a 3,5 tonna raksúly alatti, de 3,5 tonna ösztömeg feletti tehergépkocsik adatait (ez a D2 kategória nagyobb része). A hiányzó járművek, illetve a hozzájuk tartozó utazások meghatározása egyéb adat hiányában a D3 kategória utazásai alapján történt (lásd alább).

– A nagy mennyiségű, kampányszerű fuvarok (pl. autópálya- és vasútépítések) bekerülése a mintába rontja a megbízhatóságot. Ezt az adatbázis 2003-ig visszamenőleg való beszerzésével küszöböltük ki, öt év adatainak összehasonlításával ugyanis ki lehet szűrni az ilyen fuvarokat (lásd alább).

– Az úgynevezett terítő-gyűjtő² fuvaroknál csak a kiindulási és az érkezési hely szerepel, a köztes útvonalról nincs információ.

– Az adatbázisban ezres nagyságrendben találtunk értelmezhetetlen adatokat, amelyeket a rendelkezésre álló információktól függően javítottunk vagy töröltünk.

– Az adatbázis nem tartalmaz információt az autópálya-matrica használatáról. A matricás utazások meghatározása a matrica-eladási adatokból, a közlekedési gyakoriságból és távolságból, valamint a kiindulási és érkezési helyek figyelembevételével iterrációs eljárással történt (lásd alább).

AZ ADATFELDOLGOZÁS FONTOSABB LÉPÉSEI

ADATOK TISZTÍTÁSA ÉS RENDSZEREZÉSE

Az a döntés született, hogy a minél nagyobb reprezentativitás érdekében visszamenőleg 2003-ig dolgozzuk fel az adatokat, és egy éven belül minden negyedévet figyelembe veszünk, mivel csupán egyetlen negyedév vagy év figyelembe vétele esetén több ezer utazási reláció maradt volna ki a mintából, ami az eredmények megbízhatóságát rontotta volna.

Az adatbázis méretét jellemzi, hogy a 2003. 1–2. és 2007. 3–4. negyedévre vonatkozó adatokat nem lehetett felhasználni, mivel az már kimerítette volna a Microsoft Excel 2007 1 048 575 soros kapacitását.

Az adatbázisból kiszűrtük azokat az utazásokat, amelyek vélhetően autópálya- és vasútépítések időszakos forgalmából adódtak: megvizsgáltuk azokat a kibocsátó és céltelepüléseket ahonnan/ahová az előző évhez képest jelentősen nőtt a fuvarok száma. A vizsgálat küszöbértéke az előző évhez képest legalább 300% növekedés/csökkenés volt, illetve csak azokat a településeket vizsgáltuk, ahová/ahonnan legalább 75 fuvar történt. Ilyen korrekciók az M3, M5, M6 és M7 autópálya építése, illetve a Zalaegerszeg és Nagykátai környéki vasútépítések kapcsán adódtak.

HIÁNYZÓ ADATOK PÓTLÁSA

A KSH-adatbázisból hiányoznak a D2 kategóriából a 3,5 tonna ösztömeget meghaladó, de 3,5 tonna raksúlyt meg nem haladó tehergépjárművek. A hiányzó állomány nagyságát az országos

¹ Tagozatvezető-helyettes, KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.; e-mail: keseru.imre@kti.hu

² Olyan rendszeresen ismétlődő fuvar, amely során a kiinduló állomásról induló jármű egy előre meghatározott útvonal ötnél több rakodási pontját érinti, majd visszatér a kiindulási állomásra.

1. táblázat: A minta és a sokaság eloszlása ösztömeg (D2–D3–D4) és teherbírás (KSH) kategóriák alapján 2008-ban (jármű)

Megnevezés	Raksúly, t			Összesen	Országos állomány (KSH-adatok)	Különbség
	3,5–5	5–10	10 felett			
Minta						
Ösztömeg, t	3,5–7,5	170	0	0	170	
	7,5–12	561	565	0	1127	
	12–	103	1303	1920	3326	
Összesen	834	1868	1920	4622		
Teljes állomány (felszorzás után)						
Ösztömeg, t	3,5–7,5	2 397	0	0	2 397	18 011
	7,5–12	7 911	8 913	0	16 824	19 342
	12–	1 452	20 556	13 671	35 679	33 469
Összesen	11 760	29 469	13 671	54 900	70 822	-15 922

gépjármű-nyilvántartás adataiból becsültük meg. A 2008-ra vonatkozó számításokat az 1. táblázat mutatja be.

Jól látható, hogy a D2 állománynak (3,5–7,5 t ösztömeg) a KSH-adatok által le nem fedett része évente mintegy 15 600 járművet, a teljes állomány 87%-át foglalja magában. Mivel a teljes D2 állományt a mintában lévő járművek kevéssé reprezentálják, az a döntés született, hogy a teljes állomány mennyiségét tekintve hasonló nagyságú és valószínűsíthetően útválasztásában is hasonló D3 kategória adatait használjuk fel – kiegészítve azokkal az utazási relációkkal, amelyek a D3 mintában nem, de a D2 mintában szerepelnek. Ez utóbbi döntésünket alátámasztja a mintában szereplő D3 és D2 kategóriájú járművek átlagos napi menetszámának, illetve átlagos utazási távolságának hasonlósága is.

A KSH-adatbázisban a budapesti kiindulású vagy célpontú utak esetében nem szerepel a kerület megnevezése, ezért a Budapesten belüli és Budapest körüli forgalom modellezéséhez ezt a forgalmat szét kellett osztani a kerületek között. A felosztás a D2 és D3 kategória esetében abból indult ki, hogy ezeket a gépkocsikat főleg kisebb volumenű áruszállításra használják, pl. üzletekbe, illetve nagykereskedelmi raktárakból. Ez alapján a KSH következő adatait használtuk fel a felosztáshoz: az egyes kerületekre jutó kiskereskedelmi üzletek száma és Budapesten belüli aránya, a 40 hektárnál nagyobb iparterületek aránya (fele súllyal) és az élelmiszer-kereskedelmi raktárak aránya.

Mivel a modellben a D2 és D3 kategóriájú tehergépkocsik a belvárosba (V., VI., VII., VIII., IX. kerület) nem mehetnek be, a számítások során ezekbe a belső kerületekbe irányuló forgalmat a legközelebbi külső kerületre osztottuk szét.

A D4 kategória esetében feltételeztük, hogy ezek többnyire a főváros ipartelepére(ről) és építkezésekre(ről) szállítanak anyagokat, így ebben az esetben a kerületek társas ipari és építőipari vállalkozásainak száma és a 40 hektárnál nagyobb iparterületek alapján osztottuk szét a fuvarokat. Mivel a D4 kategóriájú járművek a Hungária körúton belül nem közlekedhetnek a modellben, a Hungária-gyűrűn belüli utazásokat a legközelebbi külső kerületbe csoportosítottuk át.

FELSZORZÁS

A KSH-adatok mintavételes jellegéből adódóan a teljes sokaságra való alkalmazhatóság érdekében a mintában lévő adatokat teljes körűvé kellett alakítani. Ez egy szorzószám segítségével történt, amely biztosította a lehető legnagyobb területi és ösztömeg-kategóriára vonatkozó reprezentativitást.

Kiindulva abból, hogy a KSH mintavétele területi szinten nem reprezentatív, a felszorzás KSH által megadott megyei mintavételei arányok alapján történt (ez volt a legkisebb területi egység, amelyre rendelkezésre álltak adatok). Egyéb adat hiányában a területi reprezentativitás megteremtése az adatbázisban szereplő járművek üzemeltetőjének telephelye alapján történt. A KSH-tól megkaptuk, hogy megyénként, teherkategóriánként és negyedévenként hány jármű alkotta a sokaságot (N) és hány került a mintába (n), illetve ebből hány szolgáltatott használható adatot.

A felszorzásnál figyelembe vettük azokat a mintába bekerült járműveket, amelyek az adott héten nem teljesítettek fuvarot. Mivel a modell átlagos munkanapi forgalmat mutat be, nem vettük figyelembe a hétfégi fuvarokat, amelyek aránya egyébként is elenyésző, mintegy 5% volt a teljes mintán belül.

A KSH felmérése egy évben négy héten át történt, ez húsz munkanapot jelent. Így az öt év összevont fuvarszámát $5 \cdot 20 = 100$ -zal kell osztani, hogy megkapjuk az átlagos napi utazásszámot. Ez abban az esetben lenne igaz, ha egy évben mind a négy hét minden munkanapján, tehát húsz napon át felmérésre került volna az adott gépkocsi, ezzel szemben számos esetben a gépkocsit eladták, kivonták a forgalomból vagy nem érkezett értékelhető adat, ezért minden egyes gépjárműnél csak azokat a heteket vettük figyelembe a felmérés szempontjából, amelyekről valamilyen adat származik. Mivel egy adott jármű nem közlekedik az így kiválasztott felmérési hetek minden napján, minden egyes jármű esetében a napi utazásszám számításánál figyelembe vettük a felmért napok száma és a közlekedési napok közötti arányt. Ösztömeg-kategóriánként az átlagos közlekedési szám (felmért napok átlagos száma/év) a következő:

– D2: 8,9 (csak a mintában szereplő D2)

– D3: 7,2

– D4: 8,5

– teljes minta: 8,4

Így az adott fuvarhoz rendelt felszorzott napi menetszám kiszámítása a következő képlet alapján történt:

$$u = m \cdot N / n / 100 \cdot f_n,$$

ahol

u – felszorzott utazásszám,

m – napi menetszám (KSH-adatbázisból),

N – sokaság adott negyedévben, megyében és teherkategóriában,

n – minta nagysága adott negyedévben, megyében és teherkategóriában,

f_n – felmért napok aránya (évente valóban felmért és a potenciálisan felmért napok aránya).

2. táblázat: Matricahasználati szokások összesítése ösztömög-kategória szerint (Alapadatok forrása: ÁAK-adatszolgáltatás, 2009)

Kategória	Teljes járműállomány (2008)	Adott napon úton lévő	Matricát használók aránya az adott napon úton lévők közül	
D2	18 011	10 807	3 837	35,50%
D3	19 342	11 605	3 089	26,60%
D4	33 469	20 081	17 600	87,60%

AUTÓPÁLYAMATRICA-KATEGÓRIÁK HOZZÁRENDELÉSE A TEHERGÉPKOCSI-ADATOKHOZ

A KSH-tól kapott adatbázisban az egyes utazások autópályamatrix-használatáról nem áll rendelkezésre adat, ezért az ÁAK Zrt.-től kapott 2008-as matricaeladási adatok alapján becsültük meg a D2–D3–D4 kategóriába tartozó tehergépkocsik matricahasználatát. Az éves, havi, heti és napi matricaeladások belföldi és külföldi bontásban álltak rendelkezésre. A cél az volt, hogy meghatározzuk az év egy adott napján matricával lebonnyoltott utazások számát. Első lépésben kiszűrtük azokat a matricahasználókat, akik éven belül többször is vásárolnak havi, heti vagy napi matricát. Ehhez a Bauconsult által publikált 2005-ös arányokat használtuk fel³. Ez után megbecsültük az egyes matricatípusok esetében a matricát használó egyedi gépjárművek számát.

Számításaink szerint egy adott napon a D2 és D3 kategória teljes országos állományának 36%-a, a D4 kategóriában 42%-a van úton. Mivel ez utóbbi adatok a KSH mintavételén alapulnak, amelyben feltételezhetően a be nem vallott utazások, járműeladások, forgalomból való kivonás stb. okok miatt az adott napon használt járművek száma alulbecsült, illetve az adatok olyan átlagot mutatnak, amelyek az év minden szakaszát magában foglalják, beleértve a karácsonyi ünnepek környéki időszakot is, tekintettel a modellezett 2008. őszi munkanapra, szakértői becslés alapján a potenciális napi használók 60%-át vettük figyelembe. Napi matricák esetén értelemszerűen minden potenciális napi használót figyelembe vettünk (2. táblázat).

Miután megbecsültük az adott napon matricával közlekedő tehergépkocsik számát, meg kellett határozni, hogy a KSH-mintában mely járművek, illetve utazási relációk jellemezhetőek matricahasználattal.

A 2008-as eladási adatok szerint a D4-es állomány több mint felének éves matricája van, s az összes matricatípust figyelembe véve is legalább 87,6% a matricahasználati arány. Ebben a kategóriában a járművek többségükben távolsági fuvarokat bonyolítanak le. A matrica nélküli fuvarok azért ritkák, mert a díjköteles főutak és autópályák elkerülése hosszabb távolságú fuvaroknál nehéz. A matricával nem rendelkező 12,4%-nyi jármű feltételezésünk szerint olyan útvonalon közlekedik, amelyen nem lehetséges matricás út használata. Ezek döntően kis távolságú rendszeres szállítások például a bánya és a feldolgozóüzemek (pl. Ajka és Halimba) között. Az egyszerűség kedvéért így a D4 kategória esetén feltételeztük, hogy minden közlekedő jármű rendelkezik matricával.

A D3 és D2 kategóriák esetében a honnan–hová mátrixból az EMME3 számítógépes modell segítségével kiválasztottuk azokat a viszonylatokat, amelyek között a leggyorsabb eljutás érdekében

valószínűsíthető a díjköteles szakasz használata, amennyiben a matricahasználatot egyéb körülmény nem korlátozza. Ezt a listát hozzárendeltük az eredeti adatbázisban szereplő gépjárművenkénti adatokhoz. Az EMME3-ban elvégeztük emellett a matricás utak igénybevételével, illetve azok kizárásával lehetséges útvonalak utazási idejének összehasonlítását is. Ezzel kiszűrhetők voltak azok a viszonylatok, ahol 100%-os-nak lehet venni a matricahasználatot, mivel egy adott matricás útszakasz elkerülése nem lehetséges vagy pedig irreálisan magas többlet utazási idővel járna.

Először meg kellett határozni, hogy a mintából hány éves/havi matricát használó van. Az ÁAK adatai szerint a D3 állományból adott napon úton lévő 11 605 jármű 26,6%-a, 3089 jármű használ matricát (2. táblázat). A KSH-adatok szerint naponta 20 780 utazás történik, amelyet ez a 11 605 jármű visz véghez, így az egy járműre jutó utazásszám 1,8.

Ez alapján naponta $1,8 \cdot 3089 = 5560$ utazás történik matricával. A mintában ki kellett jelölni azokat az utazásokat, amelyek matricásak, tehát meg kellett találni azt az 5560 utat, amely adott napon matricát használ.

Első lépésben jármű oldalról közelítettük meg a kérdést és kijelöltük azon járműveket, amelyeknek minden vagy legtöbb utazása matricás, mivel éves vagy havi matricával rendelkeznek.

A KSH-adatokat figyelembe véve 2008-ban 1138 D3 kategóriájú jármű szerepelt a mintában. Ezek közül 721 (63,4%) közlekedik az adott évben legalább egyszer olyan relációban, ahol lehetséges a matricahasználat. Közülük az ÁAK-adatok szerint 26,6% használ matricát. Ez egy évben a mintára vetítve 192, öt évre (teljes minta) 960 jármű.

Így a teljes mintában ki kellett választani 960 olyan járművet, amelyek matricát használnak. A matricatípusok szerinti eloszlás alapján 695 jármű éves matricát használ, 211 havi. Az éves és havi matricahasználat jellege hasonló (sok rendszeres utazás), ezért a két kategóriát összevontuk. Első lépésben az éves matricát használókat választottuk ki, mivel feltételeztük, hogy ezeknek a járműveknek a legnagyobb a futásteljesítménye.

Éves matricát azon járművekhez rendeltünk, amelyek potenciális matricás fuvarjainak aránya magas. Minden járműhöz egy mutatót rendeltünk, amelyet a következő mutatók szorzatából képeztünk:

- a felmérés során matricaköteles úton megtett kilométerek összege⁴;
- azon napok összege, amelyen a jármű közlekedett a felmért hetek során;
- egy a megyékben található autópályák hossza alapján képzett mutató, amelyet a gépjárművek által megtett utazások kiindu-

³ A magyar díjas úthálózati elemek forgalmi terhelésének és díjbevételeinek előbecslése 2008–2013. (Bauconsult, 2007)

⁴ Mivel a KSH-adatbázisban az egyes utazásokhoz megadott utazási hosszak megbízhatatlannak bizonyultak, a modellből származó, az egyes forgalmi körzetek közötti, a legrövidebb utazási időhöz tartozó távolságot vettük figyelembe.

3. táblázat: A napi utazások megoszlása típus szerint

Jellemző	Napi utazás	Arány	Napi megtett távolság (km)	Arány
Belföldi utazások	112 727	95,70%	9 815 109	72,90%
Nemzetközi utazások	4 971	4,30%	3 652 571	27,10%
Összesen	117 698	100%	13 467 680	100%

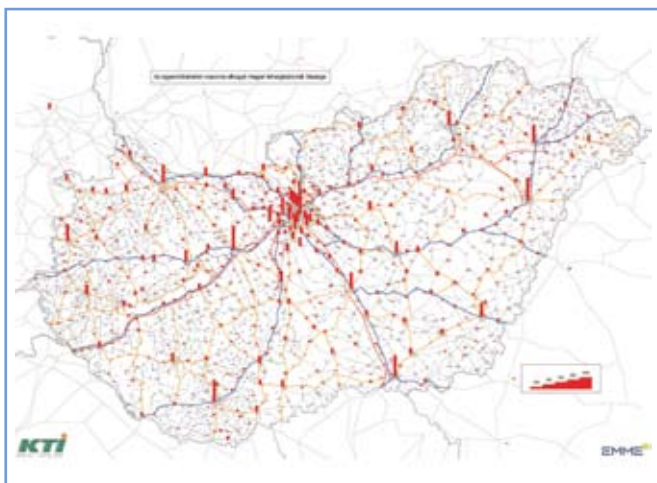
lasi megyéje alapján határoztunk meg. (Budapest és Pest megye súlyozását megdupláztuk, feltételeztük ugyanis, hogy az innen induló utazásoknál gyakoribb a matricahasználat, hiszen Budapest környékén és Pest megyében a fő szállítási irányokban díjköteles autópálya vezet.) Ebben az esetben nem vettük figyelembe a díjköteles főutakat, hiszen ezek a matricás szakaszok az országban szétszórtnak és csak kis hosszban vannak jelen, szerepük pedig a távolsági forgalomban közlekedők matricavásárlásának kikényszerítése. A matricaköteles főutak hatását a matricatípusok elosztásánál vettük figyelembe (lásd alább);

- a kiindulási és érkezési hely közötti útvonal-variációk közötti menetidő-különbség. Az útvonal-variációk a matricás útszakaszok elkerülésével, illetve használatával jöttek létre. Az időkülönbséget az EMME3 modell számolta ki, mindig a legrövidebb eljutási időt előnyben részesítve. Mivel ezt a faktort tekintettük a legnagyobb súlyúnak a matricahasználati mutató számításánál, ezt kétszeres szorzóval vettük figyelembe.

A fent említett módszerrel rangsorolt járművek közül kiválasztottuk a rangsorban az első 960-at, ezekhez éves/havi matricát rendeltünk. A 960 éves matricával rendelkező jármű felszorozva 4095 utat tesz meg naponta. Az ÁAK-adatok alapján becsült napi 5560 matricás utazás és a 4095 éves matricás út különbsége 1465. Ezeket az utazásokat heti vagy napi matricával bonyolítják le.

A 1465 további matricás utazás kijelölésénél a következő olyan utazásokat vettük figyelembe, amelyek matricás útvonalon is lebonyolíthatóak, hiszen a matricás szakasz használata időnyereséget jelent, és az éves matricáknál még nem lettek figyelembe véve:

- olyan szakaszt tartalmazó utazások, amelyeket csak matricával lehet megtenni és nincs alternatív útvonal,
- minden nemzetközi utazás,
- minden olyan utazás, amelynél a matricás szakasz használata legalább 14 perc időnyereséget hoz.



1. ábra: Az egyes körzeteket elhagyó magyar tehergépkocsik összége

4. táblázat: A napi utazások megoszlása ösztömeg-kategóriáinként

Kategória	Utazásszám	Arány
D2	20 405	17%
D3	20 780	18%
D4	76 513	65%
Összesen	117 698	100%

A felsorolás után elkészült a magyar rendszámú tehergépkocsik bel- és külföldi utazásainak mátrixa D2, D3 és D4 kategóriákra, a két előbbi kategóriában matricás és nem matricás rétegekre. Az adatelemzés során elkészült mátrixot az EMME3 szoftver segítségével kalibráltuk (lásd Mikszta Péter *Forgalmi modellezés az Országos Célforgalmi Adatfelvétel keretei között* c. cikkét ugyanabban a lapszámban).

EREDMÉNYEK

Az előbbieken ismertetett módon született adatbázis számos információval szolgál a hazai tehergépkocsik közlekedéséről. Az utazások döntő többsége, 95,7%-a belföldi fuvar, míg a külföldi fuvarok aránya csupán 4,3%. Ha azonban figyelembe vesszük a megtett távolságot is, akkor a belföldi utak 73%-kal, míg a külföldi utak 27%-kal részesednek az egy utazásra jutó nagyobb utazási távolság miatt (3. táblázat).

Az ösztömeg-kategóriák közötti eloszlást tekintve a D4 kategória adja az összes napi utazás 65%-át, míg a fennmaradó utazásokon a D2 és D3 kategóriák közel fele-fele arányban osztoznak (4. táblázat).

Ha az utazások regionális eloszlását tekintjük, a legnagyobb kibocsátó Budapest, emellett a sorrendben első negyven kibocsátó település között található a megyei jogú városok többsége, a budapesti agglomeráció logisztikai központtal rendelkező települései (Budaörs, Dunaharaszti, Vecsés, Alsónémedi, Biatorbágy), kavicsbányával rendelkező települések (Bugyi), illetve Pusztazámor (regionális hulladéklerakó) (1. ábra).

A legforgalmasabb utazási viszonylat a Budapesten belüli utazások után a Budapest–Pusztazámor, mivel Pusztazámorra szállítják a Budapesten összegyűjtött hulladék nagy részét. Ezután a Budapest környéki logisztikai központok és a főváros közötti relációk következnek. Ezt követően lépnek be a megyei jogú városok és Budapest közötti utak.

Ha csak a külföldi relációkat tekintjük, akkor a Budapest/Győr–Bécs relációk emelkednek ki, melyet jórészt a Nyugat-Magyarország és Ausztria közötti egyéb viszonylatok követnek olyan településekkel, ahol osztrák vagy német érdekeltségű üzemek vannak (püspökmolnári kavicsbánya, Jánossomorja; élelmiszeripar és elektronika, Győr, Sopron).

ÖSSZEFOGLALÁS

A magyar rendszámú tehergépkocsik utazásainak elemzéséhez használt KSH-adatbázis a leginkább költségkímélő módszer volt a járműosztály mozgásainak feltérképezésére. Figyelembe kellett azonban venni az adatbázis korlátait is, hiszen az nem erre a célra készült. Az adatok fentiekben ismertetett feldolgozása elsősorban azt szolgálta, hogy eme hiányosságok mellett is megbízható adatokkal rendelkezünk a járműkategória utazásairól. Az adatbázis hiányosságai közül a két legjelentősebb a 3,5 t raksúlynál kisebb járművek adatainak és a díjköteles útszakaszok használatáról szóló információk hiánya volt. Amennyiben a későbbiekben a KSH adatfelvétele minden tehergépkocsi-kategóriára kiterjedne – bár ez magasabb adatgyűjtési költséget jelent – sokkal pontosabb adatokkal lehetne szolgálni a hazai tehergépjárművek utazásairól. Viszonylag egyszerűbben kiküszöbölhető lenne a terítő-gyűjtő fuvarokra vonatkozó információk hiánya a járművek útvonalának kikérdezésével. Ugyancsak az adatbázis jobb használhatóságát szolgálná a területi reprezentativitás biztosítása a minta kiválasztásánál. Miközben a javasolt többlet adatok felvétele meglátásunk szerint nem befolyásolja az adatok használhatóságát a KSH áruforgalmi statisztikai céljaira, azok jelentősen megkönnyítenék az adatok közlekedéstervezési célú felhasználását.

folytatás a 13. oldalról

5. táblázat: A modellezett adatok illeszkedése a háztartási kikérdezésekből származó tapasztalati adatokhoz az egyes útdíjfizetési típusok szerint

Mutató	Összes út	Összes díjfizetős	Díjast nem használó
Modális mért utazási távolság, km	15,0	40,0	15,0
Átlagos mért utazási távolság, km	42,0	109,9	36,0
Modális becsült utazási távolság, km	15,0	55,0	15,0
Átlagos becsült utazási távolság, km	43,7	140,0	36,3
Becsült és felmért adatok korrelációja	97,1%	83,9%	97,1%

A díjfizetős útszakaszt nem használó utazások modellezése esetében pedig arra kell felhívni a figyelmet, hogy modellünk is igen markánsan emeli ki azt, hogy a forgalmi körzeteket elhagyó utazások közel 60%-át 10–25 km közötti távolságra teszik meg (4. ábra).

Mivel a személygépkocsis utazások döntő hányadát nem díjfizetős útszakaszokon bonyolítják le, az összes személygépkocsi-mozgás távolság szerinti tapasztalati és becsült sűrűségfüggvénye is hasonlóan, az 5. ábrának megfelelően alakult.

Természetesen az utazási távolságok modális és átlagos hosszúságai, de akár a háztartási kikérdezésekből származó utazási távolságok tapasztalati eloszlásfüggvényei és a modellből származó utazások távolságok szerinti eloszlásai közötti szoros korreláció még nem jelenti azt, hogy modellünk jól reprezentálja az átlagos őszi-tavaszi személygépkocsi-mozgásokat. Ehhez vizsgáljunk kellett a modellben szereplő utazások területi eloszlását, össze kellett hasonlítanunk azokat a forgalomszámlálásokból származó adatokkal. Ezt a munkát viszont már csak a közúthálózatra történő ráterhelést követően volt célszerű elvégezni, hiszen egyáltalán nem volt biztos, hogy ráterhelési modellünk minden egyes utazást a „zavarmentes” hálózaton leggyorsabbnak tekinthető útvonalra fog terhelni.

SUMMARY

DETERMINATION OF THE CHARACTERISTICS OF THE TRAFFIC OF HUNGARIAN LORRIES FOR THE NATION-WIDE ORIGIN-DESTINATION MATRIX

The Origin-Destination matrix of Hungarian lorries for the Nationwide OD matrix was created using survey results obtained from the National Statistical Office. As the data was originally collected to produce internal trade statistics, it was necessary to convert it for use in the National OD Matrix. One of the greatest shortcomings of the database was that it only included data on trips made by lorries with a loading weight of larger than 3.5 tons and there was no information provided on the usage of toll roads. In order to bridge these gaps several transformations and an estimation procedure were introduced. In order to eliminate the need for these time-consuming processes, it is proposed that additional data (e.g. lorries with a loading weight of 0-3.5 t, exact routing of distribution trips) should be collected and regional representativeness of the sample population should be ensured in the future.

Az egyes útdíjfizetési típusok szerint az 5. táblázatnak megfelelő volt modellezett adataink illeszkedése a háztartási kikérdezésekből származó tapasztalati adatokhoz.

Az adatok alapján úgy gondoljuk, hogy modellünk megfelelően jó eredményt hozott, s – amint az a jelen lapszám egy másik írásából is kitűnik – a kalibrálás elvégzése után – a célkitűzéseknek megfelelően, jól leírta egy átlagos őszi-tavaszi hétköznap országos személygépkocsi-mozgásait.

SUMMARY

THE DEVELOPMENT OF THE PASSENGER CAR MATRICES FOR THE NATIONAL ORIGIN-DESTINATION MATRIX 2008

Average passenger car trip rates for a spring/autumn weekday were determined on the basis of household travel surveys carried out by BKV in Budapest in 2004 and by KTI in other parts of Hungary in 2008. The car matrices were developed using transport modelling based on mathematical-statistical methods. Travel behaviour of residents of settlements and groups of settlements were defined based on the above household survey. Trips were generated by modelling the relationship between travel behaviour and socio-economic characteristics of settlements.

FORGALMI MODELLEZÉS AZ ORSZÁGOS CÉLFORGALMI ADATFELVÉTEL KERETEI KÖZÖTT

MIKSZTAI PÉTER¹

1. MODELLÉPÍTÉS

A 2008–2009-ben elvégzett Országos Célforgalmi Adatfelvétel alapvető célja egy olyan közúti honnan–hová mátrix létrehozása volt, amely egy alkalmas modellező szoftverben felhasználva elegendően jó eredményt szolgáltat a magyarországi országos közúthálózat forgalmi terhelésének vizsgálatához, és ami jó alapot nyújt a jövőbeli országos közúthálózat-fejlesztések által okozandó változások elemzéséhez. Ugyan ezek a forgalmi elemzések nem képezték a feladat célját, de az adatfelvétel végeredményeként előálló forgalmi mátrix helyességét akkor tudjuk megítélni, ha megvizsgáljuk, hogy egy adott úthálózatra, adott forgalom-nagyság–sebesség függvények mellett, megfelelő szoftver segítségével ráterhelve milyen eredményt kapunk. Ebből következően tehát szükséges egy, a teljes országos közúthálózatot tartalmazó modell létrehozása és használata.

Egy számítógépes modell, ráterhelés létrehozásához számos összetevő szükséges. A következőkben a modellépítés lépéseit fogjuk bemutatni.

1.1. HÁLÓZATI MODELL

1.1.1. A HÁLÓZAT FELÉPÍTÉSE

A számítógépes hálózati modell alapját az Országos Közúti Adatbank (OKA) képezi. Az OKA alapján képezett alapadatokat – az adatfelvétel időpontjához igazodva – a 2008. utolsó negyedévi állapot szerint adta át a Magyar Közút Nonprofit Zrt., shape és dBase fájlok formájában.

A számítógépes modellezést az EMME3 nevű modellező szoftverrel végezzük. E szoftverben a hálózat két alapvető elemből áll: pontokból és az azokat összekötő irányított szakaszokból (gráfokból).

Az OKA-állomány rendelkezik egy alapvető részletezettséggel, amelyet csomópontok határoznak meg. Az OKA-ban szereplő és az országos közúthálózat figyelembe vett részhalmazában található szakaszokhoz kapcsolódó adatokból mintegy 9100 csomópont került be a modellbe. Ám ez nem minden esetben felelt meg a modell igényeinek. Az OKA-csomópontok alapvetően a tényleges közúti csomópontokban, elágazásokban találhatóak, ami esetenként túl részletes (pl. összetett csomópontokban), más esetben nem elég részletes (döntésünk alapján egy modellszakaszon belül nem változhat meg a megyekód, a sávszám, sem a szakaszjelleg). Ezért új szakaszokat kellett létrehozni, mellyel igazodni kellett a meglévő OKA-csomópontszámokhoz. Összeségében valamivel több mint kilencezer új pontot kellett felvennünk:

– kül- és belterülethatárok miatt (szakaszjelleg), többnyire az ösz-

szekötő utakon. Ez érthető is, hiszen az összekötő utak azok, amelyek átmennek a településeken, feltárják azokat és hosszban is jelentős arányt képviselnek az országos közúthálózatban;

- sávszámok változása miatt;
- megyehatárok miatt.

Az országos közúthálózatban belül a gyorsforgalmi és a főúthálózatot, valamint az összekötő utakat teljes mértékben szerepeltetjük a modellben, sőt még azon bekötő-, illetve állomáshoz vezető utakat is, amelyeken a 2007. évi² forgalomszámlálási adatok szerint az ÁNF több, mint 2000 E/nap.

Budapest úthálózata nem tartozik az országos közutakhoz, de a modellben mindenképpen benne kell lennie, legalább a fontosabb főutaknak, amelyek az országos forgalom városon átvezetésében, illetve a kerületközi forgalom lebonyolításában fontos szerephez juthatnak. A budapesti úthálózatot az Uvaterv által kifejlesztett modellből, hozzájárulásukkal emeltük át. Hasonlóképpen kiegészítettük a modellhálózatot néhány vidéki település hasonló okokból fontos útszakaszaival, esetenként nemcsak a belterületiekkel.

Mindezek mellett Magyarországon kívüli, a határ mintegy 50–70 km-es körzetében a határ közeli főbb utakat is felvettünk a modellbe.

Összeségében elmondható, hogy a modellhálózat mintegy húsz-ezer pontból és 46 ezer irányított szakaszból épül fel.

1.1.2. A MODELHÁLÓZAT PARAMÉTEREZÉSE

Amint említettük, a modell geometriai felépítéséhez szükséges adatokon kívül másokat is használtunk. Ezek közül néhány (a megyekód, a szakaszjelleg és a sávszám) olyan, amelynek megváltozása új szakasz létrejöttét eredményezi. Más paraméterek pedig olyanok, hogy nem következik belőle új szakasz létrehozása, de a modellben figyelembe kell tudni venni azokat. Ilyen paraméterek:

- sebességkorlátozás,
- súlykorlátozás,
- díjas utak: fizető / ingyenes szakaszok,
- burkolat állapota,
- burkolat szélessége,
- vízszintes vonalvezetés,
- terepjelleg,
- nagyvárosi átkelési szakaszok,
- földutak adatai.

A szakaszparaméterek között szerepeltettük a forgalmi adatokat is, amelyeket a későbbiekben, a kalibrálás során használtunk fel

¹ Tudományos munkatárs, KTI Közlekedéstudományi Intézet nonprofit Kft.; e-mail: miksztai.peter@kti.hu

² A munka ezen fázisában még előzetes forgalomszámlálási adatok sem álltak rendelkezésre a 2008-as évre vonatkozóan, így a 2007-es számlálási adatokat használtuk.

(pl. forgalomnagyság az egyes útkategóriákban, forgalom jellege, számlált napok száma stb.)

A hálózati modell szakaszolása és az OKA-ban az egyes adatok homogenitásának megfelelő rész-szakaszok (olyan útszakaszrész, amelyen belül az adott adat nem változik) nem fedi egymást. Több variáció előfordulhat: egy hálózati modell szakaszhoz több OKA-rész-szakasz tartozik és fordítva, egy OKA-rész-szakaszhoz több hálózati modell szakasz, valamint ezeknek a kombinációi, ezért a hálózati modell szakaszaihoz, illetve azoknak a részeihez kell a megfelelő OKA-adatot megkeresni. Így a megfeleltetés után az adat jellegétől függően többféle módon jártunk el: a minimumot, a maximumot vagy a hosszal súlyozott átlagot vettük.

Az országhatár átlépését szintén figyelembe kellett vennünk. A schengeni határokon nulla ellenállással számoltunk, a forgalom akadálytalanul átléphet a külföldi úthálózatra. A többi határnál tapasztalati alapon megállapított egyedi késleltetési időt alkalmaztunk a határátkelőhely forgalmától és jelentőségétől függően, amely jellemzi a határátlépés időszükségletét.

Mivel a Magyarország határain túli, ahhoz közel eső úthálózatot is kezeljük, azokat is paraméterekkel kellett ellátni. Ezek a következők: hossz, sávszám, útkategória.

1.2. A FORGALMI KÖRZETEK

A forgalmi modell építésének nagyon fontos, meghatározó jellemzője a modell egyik alapvető bemenő adataként szolgáló térségbeosztás kialakítása. Mivel a munka fő célja az országos célforgalmi mátrix létrehozása volt és a modellezés ennek csupán eszköze, így a modell bemenő adatainak a mátrix létrehozásához megfelelőnek kellett lenniük.

Az eddig elkészült forgalmi modellek Magyarországra vonatkozó részeiben többféle megoldási mód is megtalálható. Készültek településszintű modellek, amelyek analitikus módon előállított mátrix, illetve az 1995-ös OCF-mátrix szétbontásával jött létre. Egy ilyen részletességű mátrix felépítését és különösen megbízhatóságát a jelen munka keretében lebonyolított – egyébként páratlanul széles körű – adatfelvételek sem tették lehetővé (de szükségessé sem). Készült olyan modell is, amely kistérségi szintű mátrixot alkalmazott. Magyarországon ma 174 statisztikai kistérség van, köztük olyan kimagaslóan nagy lélekszámúak, mint például Budapest. A KTI megbízása helyközi honnan-hová mátrix létrehozására szólt. Az adatfelvételek során megerősítést nyert az az előtte is sejtett tény, hogy a helyközi utazások mintegy 50%-a az adott kistérségen belül bonyolódik le. Így tehát amennyiben a kistérségi szint lenne a modellezés alapja, úgy az utazások felét a módszerből adódóan elveszítenénk.

A fentiek alapján az a döntés született, hogy a kistérségi szintnél részletesebb, de a települési szintnél magasabb szintű terület-egységnek kell képeznie a forgalmi körzeteket. A statisztikai kistérségeket tehát tovább bontottuk (általában négy-, öt-, hatfelé) úgy, hogy egy nagyobb település vagy egy összefüggő településcsoport alkosson egy forgalmi körzetet. A végleges körzetbeosztás eredményei szerint a körzetek átlagos lakosszáma (a néhány kiemelten nagy lélekszámú településből következően) 10 690, a medián 5300. Összességében a körzetek mintegy 73%-a esik a 2—10 ezer lakos közötti kategóriába.

Budapest esetében lényegében kerületi szinten kezeltük a forgalmi körzeteket, csupán a belvárosi kerületeket vontuk össze. Ezek alapján Magyarország területét 951 forgalmi körzetre osz-

tottuk. Ezt egy olyan felosztásnak gondoljuk, ahol sikerült egyensúlyt találni a túlságosan is elnagyolt és a túlzottan részletes felosztás között. Előbbinek az a problémája, hogy sok utazás marad a körzeten belül, illetve – mivel túl nagy területet jelképez egy-egy körzet – a forgalom a valóságoshoz képest lényegesen eltérő helyeken jelenik meg az úthálózaton. Utóbbinál az lehet a probléma, hogy ha egy pár száz lakosú települést is külön körzetsként kezelünk, akkor arra csak igen nagy szórással, alacsony megbízhatósággal számíthatóak statisztikai alapú jellemzők.

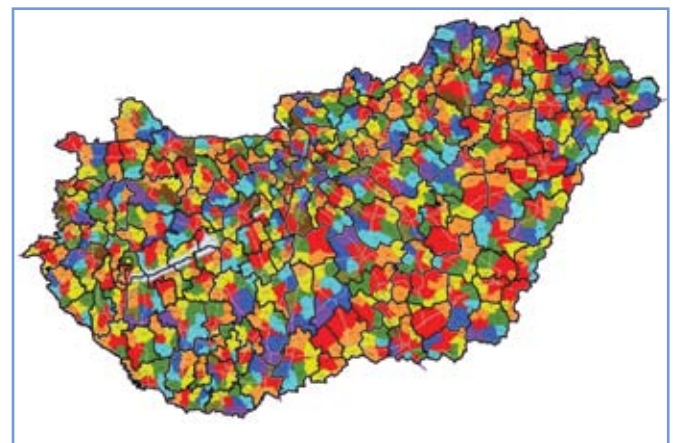
Az eddig elkészült mátrixok, országos modellek a Magyarország határain túl fekvő területeket nem tekintették a modell szerves részének. Többnyire azt a módszert követték, hogy a Magyarországra belépő forgalom eredő pontja valamelyik határátkelő ponton van, így a külföldi úthálózat nem szerepelt a modellben, ott útvonalválasztásról szó sem lehetett.

Ezzel szemben ebben a modellben nemcsak magyarországi, hanem Magyarországon kívüli forgalmi körzeteket is képeztünk. A külföldről érkező forgalom tehát nem egy adott határátkelőhelyen mint kiindulási ponton lép be az országba. Kiindulási körzetsként az adott ország, illetve országrész szerepel és a külföldi úthálózaton keresztül éri el Magyarország határárt. A Magyarországgal szomszédos országokat kisebb egységekre bontottuk, a távoliakat meghagytuk ország szinten, esetenként még össze is vontunk országokat. Így 68 külföldi körzetet képeztünk.

Összesen tehát 1019 forgalmi körzet szerepel az országos célforgalmi mátrixban.

A felvázolt forgalmi körzetbeosztás szakmailag kidolgozott, alapadatokkal jól alátámasztott, egyidejűleg kellően és szokatlanul részletes. Az egyes forgalmi körzetekbe irányuló felmért forgalom módot ad e részletességben rejlő lehetőségek kiaknázására.

A magyarországi körzetbeosztást az 1. ábrán mutatjuk be.



1. ábra: A magyarországi forgalmi körzetek

1.3. ELLENÁLLÁSfüGGVÉNYEK

A számítógépes modellben az útvonalválasztás alapvetően az alapján történik, hogy az egyes elemi szakaszok megtételéhez mennyi idő szükséges. Minden egyéb esetlegesen figyelembe vett tényező is végső soron utazási idővé konvertálva vehető figyelembe. Az egyes szakaszok megtételéhez szükséges időket a modell a forgalomnagyság-idő függvények segítségével állítja elő. Ezen függvényekben szerepel a forgalomnagyság, sávszám,

kapacitás, alapsebesség, sebességkorlátozás és korrekciós tényezők. Az útkategória, szakaszjelleg és sávszám alapján más-más ellenállásfüggvény lehet érvényes az egyes szakaszokra. Kétfajta függvénycsoportot használunk: az egyiket a személygépkocsikhoz, a másikat a tehergépkocsikhoz.

Az alkalmazott ellenállás-függvény általános alakja a következő:

$$T=60 \cdot \frac{l}{a \cdot v_0 \cdot \left[1 - 0,9 \cdot \left(\frac{F}{C}\right)^b\right]}$$

ahol:

- T – a szakasz utazási ideje járműtípusonként (perc),
- l – a szakasz hossza (km),
- a – sebességmódosító tényező,
- v_0 – alapsebesség (km/h),
- F – a szakasz aktuális forgalma (E/h),
- C – a szakasz telítési forgalma (E/h),
- b – karakterisztika.

Ez a forgalomnagyság–sebesség függvény magját meghatározó képlet, azonban az egyes paraméterek jelentősen befolyásolják azt, hogy a függvény mennyire hűen írja le a valós folyamatokat.

A függvény E/óra dimenzióban kezeli a forgalomnagyságokat, míg az országos modellráterhelés során a forgalmakat E/nap dimenzióban kezeljük, tehát a napi forgalmakat át kell számítani óraforgalmakká. Ezt az óraszorzók alkalmazásával tehetjük meg. A mértékadó óraforgalom (MOF) kiszámításához a Törvényszerűségi tényezők³ kiadvány ad útmutatást. Ez alkalmas az úthálózati fejlesztések megítéléséhez, de nem alkalmas egy általános forgalmi állapot megítéléséhez, hiszen a MOF azt a forgalomnagyságot jelenti, amelynél magasabb forgalom egy adott évben csupán ötven órában fordul elő. (Ez a szorzótényező a fent említett kiadvány szerint a forgalom napi, heti, éves lefolyásától függően 8,5–15% közötti érték.)

Szükséges egy olyan óraszorzó alkalmazása, amely egy évben nem csupán 50 órán át, hanem hosszabb időn keresztül jellemzi a hétköznapi napközbeni forgalmat. Ehhez a dr. Gulyás András (Magyar Közút Nzrt.) által kidolgozott szorzókat használjuk fel. Ezek a törvényszerűségi forgalomszámláló állomások 4000 legnagyobb forgalmú órájának elemzéséből származnak, azaz jól jellemzik a hétköznapi nappali órák forgalmi viszonyait. Ezen szorzótényezők 6–7,3% közé esnek.

Az alacsonyabb szorzótényező használatának az a következménye, hogy kisebb óraforgalmat kell összevetnünk az eltérhető forgalomnagysággal, kisebb forgalom pedig magasabb sebességet, magasabb szolgáltatási színvonalat nyújt. (Ez a valósághoz közelebb álló feltételezés, hiszen pl. egy olyan útszakaszon, ahol néha előfordul torlódás, az egy véges számú órára korlátozódik.) Tehát a modellünkben ezt a GOF-nak (gazdasági óraforgalomnak) nevezett szorzót alkalmazzuk, amikor a napi forgalomnagyságokból a függvény által igényelt óras forgalomnagyságokat állítunk elő.

Amennyiben az óras forgalomnagyság meghaladja a telítési forgalmat, a függvény nem a fenti képlet alapján számolt értéket adja vissza, hanem a torlódásos állapotot jelképező fix értéket,

amelyet útkategóriánként állítottunk be. Amennyiben egy adott szakaszon sebességkorlátozás van érvényben, a függvény azt a sebességértéket veszi figyelembe kiindulásként.

Az „a” sebességmódosító tényező számításához használunk fel több, az OKA-ból átvett hálózati paramétert. Ezek a következők: burkolatszélesség, burkolatállapot, terepviszonyok, vízszintes vonalvezetés, nagyvárosi átkelések módosító tényezője, emelt sebességű szakaszok.

Ezen tényezők összességéből alakul ki tehát minden modellszakaszra a jellemző átlagos eljutási sebesség és idő. Ezeket az értékeket a közúthálózaton úgy ellenőrizzük, hogy számos relációban (városok között) a modell által számított eljutási időket összevetjük a valóságban tapasztalható átlagértékekkel. Ezek alapján kijelenthetjük, hogy a kettő között jó egyezés mutatható ki.

2. FORGALMI MODELL, KALIBRÁLÁS

2.1. RÁTERHELÉS, FORGALMAK

A munka folyamán több mátrixréteget hoztunk létre. A ráterhelés és kalibrálás 19 forgalmi rétegben történt. A rétegek több szempont alapján kerültek szétbontásra a következők szerint.

Első szempont volt, hogy külön rétegben (mátrixban) kezeltük azokat a forgalmakat, amelyek rendelkeztek autópálya-matricával, tehát korlátozás nélkül használhatnak díjas szakaszokat (tehergépkocsik esetében ez nem csak autópálya lehet), míg az autópálya-matricával nem rendelkező járművek csak a díjmentes szakaszokat használhatták.

Második szempont a járműkategória szerint szétosztás volt, hogy meg tudjuk feleltetni a modellben használt rétegeket a forgalomszámlálási, illetve a díjszedési kategóriáknak, valamint figyelembe tudjuk venni a súlykorlátozásokat.

Harmadik szempont az adat származási forrása szerinti szétosztás volt.

Ezzel a felosztással elértük, hogy minden jármű csak azt az alhálózatot vehesse igénybe, amelyek számára engedélyezve van mind súlykorlátozás, mind útdíjsítás szempontjából.

A súlykorlátozásra vonatkozó általános tiltások kezeléséből az is következik, hogy a súlykorlátozás miatt esetlegesen azon járművek sem érnek célba, amelyek célforgalomban közlekednek egy adott körzetbe és valójában bemehetnek oda az általános tiltás ellenére. Ennek feloldására kétféle eljárást követtünk: amennyiben olyan tiltásról van szó, amely egy rövid szakaszon érvényes (pl. egy község belső részére), akkor az adott körzet adott járműosztály(ok) által használható centroidbekötését⁴ a település központja helyett annak szélére helyezzük, így az oda tartó tehergépkocsik elérik a céljukat még a tiltás előtt, de az átmenő forgalom továbbra sem tudja használni ezt a szakaszt. Amennyiben nagyobb területről van szó, ez az eljárás nem célszerű, mert érzékelhető torzulásokat eredményezne. Ekkor azt az eljárást követtük, hogy amikor megtörtént a tehergépkocsik ráterhelése, akkor kigyűjtöttük azon relációkat, amelyek között a ráterhelési algoritmus nem tudott eljutási időt számolni a tiltás miatt és ezen relációk forgalmát ismét ráterheltük, most már „enyhébb” súly-

³ Magyar Közút Kht. 2006

⁴ Az egyes körzetek forgalma speciális pontokon, az ún. centroidokon keresztül jelenik meg a fizikai úthálózaton. Egy mátrixelemnek egy centroid felel meg. Egy centroidot a modellhálózathoz több szakasszal is be lehet kötni.

korlátozás mellett. (Pl. ha egy 15 tonnás tehergépkocsi nem tudta elérni az úticélját, mert csak olyan útszakaszokon át vezet az útja, amelyeken súlykorlátozás van, akkor ennek feloldása után már el fogja érni célpontját.) Megjegyezzük, hogy a súlykorlátozás miatt rá nem terhelhető forgalom az összes tehergépkocsi-mozgás kevesebb mint 2%-a.

A ráterhelés elvégzése után az összes részmatrixból minden egyes útszakaszra adódik a forgalomnagyság, melyet akár rétegenként, akár összesítve megjeleníteni, elemezni lehet.

A ráterhelés eredményeképpen az úthálózaton megjelenő forgalomnagyságokat össze kell vetni a mért értékekkel a ráterhelés helyességének megállapítása érdekében. Ezek a mért értékek egyrészt a helyszíni forgalomfelvételek alkalmával mért számlálási adatok, másrészt pedig a Magyar Közút által eddig évente rendszeresen végeztetett országos keresztmetszeti forgalomszámlálásból származó adatok voltak. Mivel a matrixok 2008. októberi hétköznapi állapotra vonatkoznak, ezért az országos számlálásból származó adatokat át kellett számolni éves átlagos ÁNF-ből októberi hétköznapi ÁNF-re. Ezt a Törvényszerűségi ténnyezők című kiadvány alapján végeztük el.

A kalibrálást követően a használt matrrixrétegek összevonásra kerültek, s végeredményként négy olyan matrrixréteget generáltunk, amelyek a későbbi tervezések során jól használhatóak, valamint a távlati gazdasági és társadalmi folyamatoknak megfelelően aktualizálhatóak.

2.2. KALIBRÁLÁS

A ráterhelés során létrejött forgalomnagyságokat igazítani kell a számlálásból adódó értékekhez. Mielőtt ezt megtehetnénk, meg kell bizonyosodni róla, hogy az eltérő forgalomnagyságok nem abból adódnak, hogy a hálózat helytelen paraméterezése, vagy a forgalomnagyság-sebesség függvény hibája miatt egyszerűen más útvonalat választanak a járművek és ebből adódnak az eltérések. Ez a ráterhelési eredmények alapos és hosszadalmas elemzését követeli meg, amely annál több időt igényel, minél nagyobb hálózatról van szó.

Amennyiben erről megbizonyosodtunk, akkor következhet a kalibrálás, amely során a mért keresztmetszeti forgalmak alapján a matrrixértékeket módosítjuk úgy, hogy változatlan hálózatparaméterezés és forgalomnagyság-sebesség függvények figyelembevételével a módosított matrrix újbóli ráterhelése már a megfigyelt értékekkel sokkal jobban egyező eredményt adjon.

A forgalmi adatoknak, amelyekhez a matrrixokat kalibráljuk, olyan részleteknek kell lenniük, mint maguknak a matrrixoknak. Tehát, ha pl. a külföldi személygépkocsik matrrixát akarjuk kalibrálni, akkor azt kell tudnunk megmondani, hogy az adott keresztmetszeten hány darab külföldi személygépkocsi haladt át. Az országos forgalomszámlálás nem nyújt ilyen részletezettségű adatokat, de a 2008. őszi adatfelvételünk során végeztünk ilyen célú számlálásokat, így azokat fel tudtuk használni. Tehát például a külföldi forgalmi rétegeket az országhatárokon (ahol az adatfelvétel történt) tudjuk kalibrálni.

A többi réteget (belföldi személygépkocsik és tehergépkocsik) az országos keresztmetszeti forgalomszámlálás (OKKF) 2008-ra érvényes adatainak felhasználásával lehet kalibrálni.

A matrrixok kalibrálásához olyan keresztmetszetek forgalomszámlálási adatait használjuk fel, amelyek jellemzőek az adott útszakaszra és bizonyos kritériumoknak megfelelnek: lehetőleg olyan keresztmetszet legyen, ahol az adott évben volt tényleges

forgalomszámlálás és nem az előző években mért forgalmat szorozták fel. A nagyobb megbízhatóság érdekében célszerű olyan keresztmetszet kiválasztása, ahol a számlált napok száma lehetőleg minél magasabb. Másik kritérium, hogy lehetőleg külterületi, nagyvárosi agglomerációkon kívül eső vagy esetleg kisebb település belterületi keresztmetszete legyen. Erre azért van szükség, mert egy ilyen országos léptékű modell nem tudja – és nem is feladata – egészen pontosan figyelembe venni a nagyobb városok belső forgalmát. Ezért, ha az ott mért értékekhez kalibrálnánk, akkor hamis eredményeket kapnánk.

Sajnos tapasztalatunk azt mutatja, hogy a fenti szempontoknak maradéktalanul eleget tevő keresztmetszet kevés van, ezért több helyen kompromisszumot kell kötni. Ezen kívül probléma jelentkezik abból is, hogy a keresztmetszeti forgalomszámlálás célja, filozófiája, módszertana egészen más, mint a modellezésnek. A forgalomszámlálás nagyobb figyelmet szentel a nagyobb forgalmú szakaszoknak, illetve a lakott területek forgalomnagyságának (ahol kapacitásproblémák lehetnek), míg a modellezés a teljes úthálózatra kell, hogy elegendően pontos eredményt szolgáltatson.

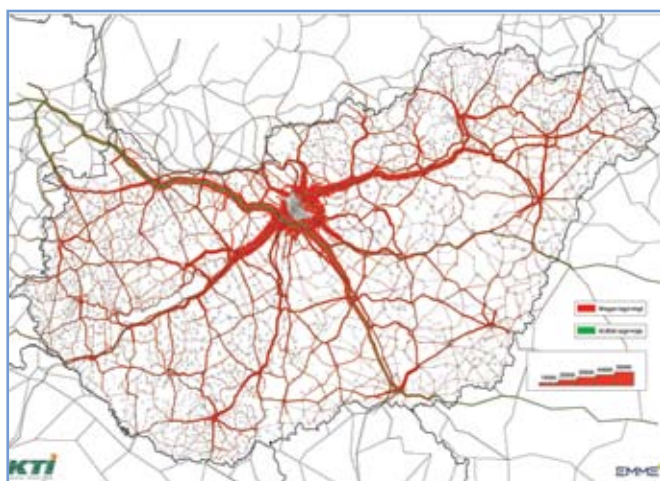
A másik probléma abból adódik, hogy egy adott forgalmi csomópontba beérkező forgalomnagyságok összege közel sem egyezik meg a kimenő forgalomnagyságok összegével, hiszen az egyes bejövő szakaszokon más-más időpontban történt a számlálás és ezek összehangolása nem feladata a keresztmetszeti forgalomszámlálásnak. Ezzel szemben a modell egyetlen összefüggő rendszert alkot, a forgalom szétosztása egy adott időpontban történik. Értelemszerűen a modellben egy adott forgalmi csomópontba beérkező járművek száma meg kell, hogy egyezzen a kilépő járművek számával, miközben a forgalomszámlálás eredménye minden szakaszra egy jellemző éves átlagértéket szolgáltat. Ez még olyan helyen is problémaként jelentkezhet, ahol az év szinte minden napján mérték. Nyilvánvaló, hogy az ilyen értékekhez nem lehet, de nem is szabad kalibrálni.

Egy olyan belföldi útszakaszon, amely nem útdíjas és nincs rajta súlykorlátozás, elvileg a használt 19 forgalmi réteg mindegyike megjelenhet. Nyilvánvaló, hogy az országos forgalomszámlálás ilyen részletességű adatot nem szolgáltat. Így az alábbi módszert követtük.

Mint említettük, az országhatárt átlépő forgalmakat a saját számlálásaink felhasználásával kalibráltuk. Ezen forgalmi áramlatoknak van olyan része, amely a belföldi úthálózaton közlekedik. Így tehát bármely belföldi keresztmetszetben meg tudjuk mondani a külföldi járművek darabszámát. A teljes értékből a külföldit levonva előáll a belföldi járművek száma. A teljes érték a belföldi szakaszok esetében a keresztmetszeti forgalomszámlálási adat, a belföldi érték pedig pont az, amit keresünk, amihez kalibrálni szeretnénk a belföldi matrrixot.

Mivel a díjas szakaszokat használó és nem használó forgalmak értelemszerűen szintén nincsenek megosztva a keresztmetszeti forgalomszámlálási adatok között, ezért ott is hasonló módszert alkalmaztunk. Első körben csak olyan keresztmetszeteken kalibráltuk a forgalmat, ahol csak a díjas út használatát megengedő matrrixból kerülhettek értékek, majd a kalibrált matrrixból a nem díjas szakaszokra is adódó forgalmakat már adottsággént kezelve meghatározható volt az az érték, amelyet egy nem díjas matrrix kalibrálásához mint keresztmetszeti forgalmi adatot figyelembe tudtunk venni.

Még egy problémát kellett megoldanunk, miszerint az országos számlálásban nincsenek megkülönböztetve a 12 t feletti teher-



2. ábra: Magyar és külföldi személy- és kistehergépkocsik modellezett forgalomnagysága 2008-ban (j/nap)

gépkocsik. Ezért a nehéz tehergépkocsi kategóriát ketté kellett osztanunk. Ehhez a belföldi tehergépkocsi-mátrix előállításához használt adatokat vettük figyelembe. Eszerint a nehéz tehergépkocsi kategória mintegy 20%-a tartozik a 12 t alatti, 80%-a a 12 t feletti kategóriába. A kalibrálási forgalmak megosztását eszerint végeztük.

Így végül minden járműkategóriát kalibrálni tudtunk. Azonban azt figyeltük meg, hogy nem volt elegendő egyetlen kalibrálási kör, hanem egyes mátrixokat többszöri iterációs ciklusban kellett kalibrálnunk a minél jobb egyezés érdekében.

A mátrixok kalibrálását is az EMME3 szoftver segítségével végeztük el. Ehhez a Forgalmi igények többlépcsős kiigazítása nevű eljárást, illetve annak továbbfejlesztett változatát alkalmaztuk. A kalibrálás eredményességét ugyanakkor nem csupán önmagában a keresztmetszeti forgalmakhoz hasonlítással értékelhetjük. Kiszámítottuk a futásteljesítményeket az országos közúthálózatra az országos forgalomszámlálási adatok októberi hétköznapra felszorozott értékeiből és ezt hasonlítottuk a ráterhelésből adódó értékekhez.

A gyorsforgalmi utakon a futásteljesítmény eltérése a mért és a modellezett érték között mintegy 1,5%, ami jó egyezésre utal.

Az I. és II. rendű főutak esetében az eltérés 14%. Ez részben abból adódik, hogy nem lehet egyszerre minden keresztmetszetben 100%-os eredményt elérni a kalibrálás során. Az is hozzájárul, hogy a körzetbeosztás miatt – bármennyire is részletes – az utazások egy része körzeten belül marad, így nem jelenik meg az úthálózaton.

Ez utóbbi még inkább tetten érhető az alsórendű utak esetében, ahol a modellezett futásteljesítmény alig több mint fele (56%-a) a mért értéknek. Ennek oka kettős: az alsórendű úthálózaton a forgalomszámlálás megbízhatósága alacsonyabb, szórása magasabb. De a lényegesebb indok az, hogy az alsórendű úthálózaton jelentős a településen illetve a körzeteken belül maradó utazások száma, ami pedig a modell tulajdonságából adódóan nem kerül rá az úthálózatra.



3. ábra: Magyar és külföldi tehergépkocsik modellezett forgalomnagysága 2008-ban (j/nap)

A tehergépkocsik esetében az látható, hogy az autópályákon a modellezett érték mintegy 5%-kal elmarad a számlálttól. Főúton ez az eltérés 20%, mellékutakon közel 50%.

Az eltérések okai hasonlóak a személygépkocsiknál leírtakhoz, azzal a kiegészítéssel, hogy a tehergépkocsi-forgalom több különböző rétegből állt össze, ami a kalibrálás során önmagában is nehézséget okozott. Közrejátszik az is, hogy az egyes járműkategóriák (pl. nehéz tehergépkocsik) tovább bontása a forgalomszámlálásban és a modellben eltérő.

3. A MÁTRIXOK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI

A kalibrálás során használt 19 részmatricot végül összevontuk és az autópályadíj-szedési osztályokkal megfeleltethetően hét mátrix állt elő eredményként. Az elkészült mátrixok az őszi-tavaszi hétköznapos forgalmi igényeket mutatják, azaz a jellemző tervezési alapadatokat tartalmazzák célszerű, az autópályadíj-szedés jelenlegi osztályozása (D1...D4), valamint 951 hazai és 68 külföldi forgalmi körzet szerinti bontásban. Alkalmazhatósága tehát széles körű, ugyanakkor nem tartalmazza azokat a szezonális hatásokat, amelyek pl. a hétvégi vagy nyári forgalmat jellemzik. Az EMME3-ban elkészült forgalmi ráterhelési ábrákat a 2. és 3. ábrán mutatjuk be.

A rétegenkénti és az összegzett forgalmi vizsgálatok és a kalibrálási eredmények azt mutatják, hogy a mátrix megfelelő pontossággal képezi le a forgalmi igényeket az egyes forgalmi körzetek között. A ráterhelési eredmények a legnagyobb forgalmú kapcsolatokban igen jó, 5%-on belüli pontosságot mutatnak, s a kis forgalmú relációban sem tapasztalható jelentős mértékű eltérés. Ezt támasztják alá a futásteljesítmény-adatok is.

Felmerül a kérdés, hogy a mátrixokat más modellezési környezetben alkalmazva hasonlóan kedvező eredményre jutunk-e? A nyers mátrixok létrehozásáig semmi olyan lépés nem történt, amely bármilyen eszközhöz kötődne. A validálás és a kalibrálás során történik ráterhelés, ahol a forgalmi modell összetevői szerepet játszanak, ezek közül is leginkább az útvonalválasztást befolyásoló ellenállásfüggvények. Valószínűsíthető, hogy más ráterhelő

⁴ Spiess, H.: A gradient approach for the O-D matrix adjustment problem, University of Montreal, 1990
Noriega, Y., Florian, M. Multi-class demand matrix adjustment, CIRRELT, Montreal, 2007.

HASONLÓSÁGOK ÉS KÜLÖNBSÉGEK A HELYKÖZI UTAZÁSI MÓDOKBAN MAGYARORSZÁGON

DR. SISKA MIKLÓS¹

A FELHASZNÁLT ADATOK KÖRE

A KTI 2008 őszién hetven magyarországi statisztikai kistérség mintegy 24 ezer háztartásában több mint 50 ezer embert kérdezett ki helyközi utazási szokásairól. Ennek alapján vizsgáltuk – az Országos Célforgalmi Mátrix létrehozásához kapcsolódóan – többek között a lakosság utazásait az utazási módok szerint is.

A háztartási adatfelvétel során megkérdezendő minta kialakításainak szempontjait már egy korábbi, szintén e lap hasábjain megjelent cikkben (Közlekedésépítési Szemle, 2009. 10. szám) ismertettük, így annak megismétlésétől e helyt eltekintünk. A felmérésbe bevont kistérségek az 1. ábrán láthatók.

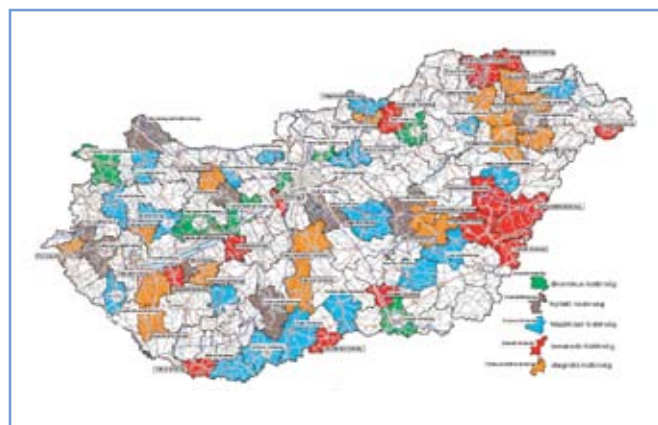
Vizsgálatunkban azokat a nagyrégiókat, amelyekbe az egyes kistérségeket besoroltuk, a hivatalos KSH-besorolástól eltérően alakítottuk ki. Fejér, Komárom-Esztergom, Pest, Veszprém és Zala megyéket részben több részre kellett tagolnunk, részben máshova kellett sorolnunk. A Központi régióba gyakorlatilag Pest megye azon kistérségei tartoznak, amelyek a budapesti agglomerációt alkotják. Fejér megye egyes kistérségeit a Dél-Dunántúlhoz, más kistérségeit az általunk Közép-magyarországi régióknak nevezett térségbe soroltuk be. Ez utóbbiba tartozik még Komárom-Esztergom megye. Pest megye egyes, nem agglomerációs kistérségeit Észak-Magyarországhoz, más kistérségeit az Alföldhöz tartozónak tekintettük. A nyugat-dunántúli megyéket – egyes Zala megyei kistérségek nélkül –, valamint Veszprém megyét neveztük Észak-Dunántúlnak. A Dél-dunántúli régióhoz soroltunk még néhány Fejér megyei, valamint Zala megyei kistérséget is.

A megkérdezések alapján rendelkezésünkre állt kistérségenként az összes utazás utazási módok szerinti megoszlása nemek és életkori csoportok szerinti bontásban is. Ezeket a nyers adatokat súlyoztuk az egyes kistérségek lakónépessége nemek és életkori csoportok szerinti megoszlásának megfelelően annak érdekében, hogy mintánk ezek után már a megkérdezett kistérségek teljes lakosságára vonatkozóan mutassa a helyközi utazások utazási módok szerinti megoszlását. A KSH adatai alapján a mintából becsült, egy hat éven felüli lakosra jutó utazások számával végül további becslést végeztünk Magyarorszag teljes Budapesten kívül

élő, hat éven felüli népességének egy átlagos őszi hétköznapon lebonyolódó helyközi utazásai számára, illetve annak megoszlására a különböző utazási módok (vasút, autóbusz, személygépkocsi és egyéb járművek) között.

Az Országos Célforgalmi Mátrix létrehozásához felhasználtuk a BKV megbízásából Budapesten és az agglomeráció egyes településein 2004-ben, összesen mintegy 50 ezer háztartásban végzett megkérdezés eredményeit is. Rendelkezésünkre állt természetesen az ebben a háztartási megkérdezésben résztvevők nemére és életkorára vonatkozó adat is, így a budapesti lakosokra vonatkozóan is el tudtuk készíteni a helyközi utazások számára és utazási módok szerinti megoszlására vonatkozó becslésünket.

Az Országos Célforgalmi Mátrix kalibrálása során igen jó egyezést mutattak a személygépkocsis utazások becsült és számlált forgalmi adatai nem csak összességében, hanem a fő közlekedési folyosókban is. Ugyanakkor az adatfelvételek alapján számított vasúti és menetrend szerinti helyközi autóbuzsós utazások száma is megfelelően közelíti a 2007–2008 folyamán a MÁV és a Volán-társaságok helyközi járatain – szintén a KTI által – lebonyolított utasszámlálások eredményeit. A kétféle módszerrel végzett

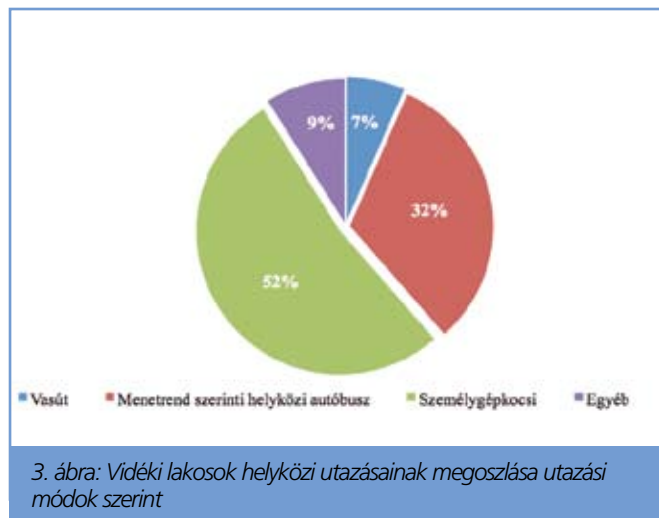
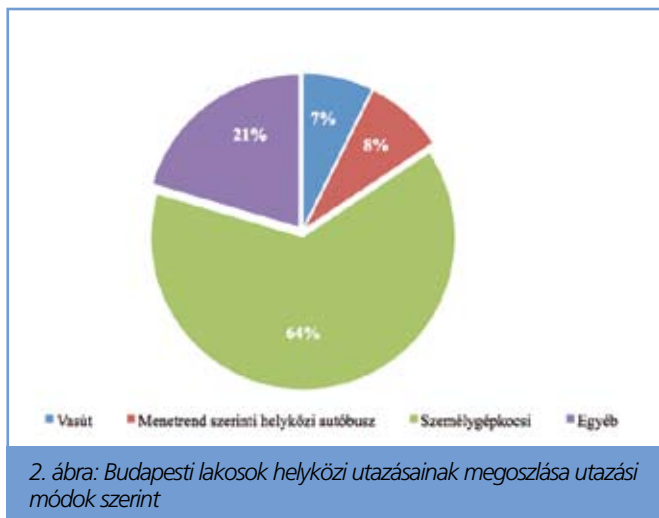


1. ábra: A felmérésbe bevont kistérségek

1. táblázat: A számlálások és a háztartási adatfelvétel alapján számított utazásszám és futásteljesítmény eltérése

Megnevezés	2007–2008. évi utas- és forgalomszámlálás	Háztartási kikérdezés	Index
Vasút (ezer fő)	319	386	82,60%
Menetrend szerinti autóbusz (ezer fő)	1723	1794	96,00%
Személygépkocsi (futásteljesítmény, millió km)	153,1	156,3	98,00%

¹ Tudományos főmunkatárs, KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.; e-mail: siska.miklos@kti.hu



becslések közötti eltérések lényegesen nem befolyásolják tehát az összes utazás megoszlására vonatkozó következtetéseinket. (Tulajdonképpen a forgalomszámlálások is egy adott becslései az átlagos tavaszi-őszi hétköznapi utazások számának és megoszlásának.) A helyközi vasúton, illetve menetrend szerinti autóbuszon utazók kétféle adatfelvétel alapján becsült számát, illetve a személygépkocsik futásteljesítményét az 1. táblázat tartalmazza.

AZ UTAZÁSI MÓDOK HASONLÓSÁGAI ÉS KÜLÖNBÖZŐSÉGEI

A helyközi utazások mód szerinti megoszlása az adatfelvételünk által reprezentált vidéki lakosság körében jelentősen eltér a BKV megbízásából 2004-ben Budapesten elvégzett háztartási kikérdés alapján kirajzolódó képtől. A budapesti lakosok helyközi utazásainak utazási módok szerinti megoszlását a 2. ábra mutatja.

Éppen ezért érdekes annak vizsgálata is, hogy milyen hasonlóságok és eltérések mutatkoznak a Magyarország nagyobb földrajzi térségeiben élők utazásainak utazási módok szerinti megoszlása között. A Budapesten kívüli lakosok helyközi utazásainak utazási módok szerinti megoszlását a 3. ábra szemlélteti.

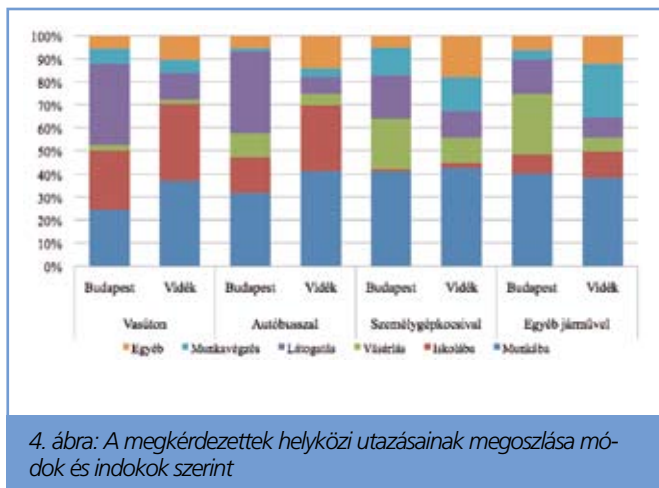
A budapesti és vidéki lakosság helyközi utazásai közötti szembeötlő különbségek több tényezőre vezethetők vissza. Ezek közül két dolgot kell mindenképpen kiemelnünk. Az egyik, hogy a budapesti lakosok helyközi utazásaikhoz sokkal nagyobb arányban

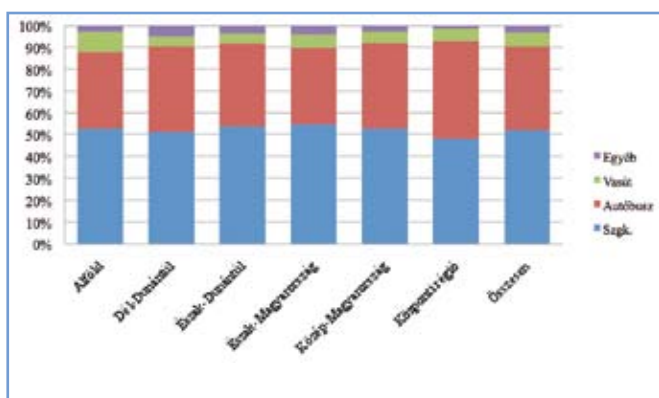
vehetnek igénybe helyi járatnak minősülő közlekedési eszközöket (HÉV, Budapest határán túlra közlekedő BKV-autóbuszok), amelyek – a Budapest környéki agglomeráció lakosait leszámítva – a vidéki lakosság részére nem vagy nem olyan mértékben állnak rendelkezésre. A helyközi autóbusz és a vasút gyakorlatilag azonos súlyát pedig többek között az indokolja, hogy Budapest központi szerepe miatt mindkét közlekedési eszköz jól elérhető, illetve a legtöbb szokásos úti cél mindkét módon megközelítően azonos feltételekkel közelíthető meg.

Talán ennél is lényegesebb különbség, hogy a budapesti lakosok bizonyos indokokból sokkal ritkábban, más okokból pedig sokkal gyakrabban utaznak a lakóhelyükön kívüli településre, mint általában a vidéki lakosság. Iskolába, állampolgári ügyeik intézése miatt vagy egészségügyi okból a budapestiek sokkal ritkábban kényszerülnek lakóhelyüket elhagyni, éppen ezért helyközi utazásaikban sokkal nagyobb arányt képviselnek a vásárlás vagy látogatás céljából lebonyolított utazások, mint a nem budapesti lakosok körében. Ezen belül a vásárlás céljából lebonyolított helyközi utazások érdemelnek kiemelt figyelmet, hiszen Budapest közvetlen közelében számos bevásárlóközpont található, amit a vásárlók döntően személygépkocsival közelít(het)nek meg (Budaörs, Törökbálint, Budakalász, Dunakeszi stb.), s ez magyarázatul szolgálhat arra, hogy miért kiemelkedően magas a budapesti lakosok helyközi utazásain belül a személygépkocsival lebonyolított utazások aránya. Külön érdekesség, hogy munkába járás céljából a budapestiek is ugyanolyan arányban utaznak más településre, mint a vidéki lakosok átlaga, sőt egyes gazdaságilag elmaradottabb régiókkal összehasonlítva a munkába járás inkább még gyakrabban is jelenik meg körükben. Az utazási indokok ilyen mértékű eltérése lehet a magyarázata annak is, hogy az egy lakosra jutó napi helyközi utazások száma a vidéki lakosság esetében naponta és átlagosan 0,71, míg ezzel szemben a budapesti lakosok csak naponta és fejenként 0,19 helyközi utazást bonyolítanak le. A budapesti és vidéki lakosok helyközi utazásainak indokok és módok szerinti megoszlását a 4. ábra mutatja.

A továbbiakban a nem budapesti lakosok utazásmód-választása közötti hasonlóságokat és eltéréseket vizsgáljuk.

A legfontosabb megállapításunk, hogy a nem budapesti lakosság utazásainak módok szerinti megoszlását vizsgálva a nagy régiók között sokkal nagyobb hasonlóságot, mint különbözőséget fedezünk fel. Bár a nem budapesti lakosok körében az egyes utazási módok súlya között szignifikáns eltéréseket tapasztalhatunk, ezek az eltérések azonban sokkal kisebb mértékűek, mint ha az





5. ábra: Vidéki lakosok helyközi utazásainak megoszlása utazási módok szerint, régióként

egyes utazási módok arányát a budapesti lakosok utazásainak megoszlásához hasonlítjuk.

A motorizáció mindenhol azzal jár, hogy a helyközi utazások nagyjából felét egyénileg, személygépkocsival bonyolítják le. Ez az a mód, amelynek arányai között – a budapesti agglomerációt leszámítva – a legkisebb regionális különbségek tapasztalhatók. A legalacsonyabb dél-dunántúli (51,2%) és a legmagasabb észak-magyarországi (55,0%) személygépkocsi arány között koránt sincs akkora eltérés, mint akár az autóbuszon, akár a vasúton megtett helyközi utazások részarányai között. A személygépkocsi utazásokon belül az utakat szinte kizárólag a család rendelkezésére álló személygépkocsival teszik meg. Egyre jelentősebb azonban az a jelenség is, hogy az egy munkahelyen dolgozók egyikük járművel mennek munkába tömegközlekedés vagy akár a munkahelyek által szervezett autóbuszos munkaszállítás igénybevétele helyett.

Országszerte a helyközi utazások mintegy harmadát bonyolítják le menetrend szerint közlekedő helyközi autóbuszsal, a „munkásjáratokkal” lebonyolított utazások aránya 2–6% között mozog. Ez utóbbi súlya szorosan összefügg az egyes régiók foglalkoztatási viszonyaival, hiszen ahol élénkebb a gazdasági tevékenység,

nagyobb szerepe van a dolgozók autóbuszsal történő közvetlen utaztatásának is lakóhelyük és az egyes gazdasági centrumok között. További figyelmet érdemel, hogy a közforgalmú közlekedési kínálat leginkább ellátott Központi régióban a legalacsonyabb a személygépkocsi utazások aránya, s a közforgalmú közlekedésen belül is az átlagot meghaladó a vasúton lebonyolódó utazások részesedése.

Összességében a nem budapesti lakosság helyközi utazásainak 6,4%-át bonyolítja le vasúton. Az arányokban ezen a téren tapasztalható a legnagyobb eltérés az egyes régiók között. Kiemelkedően magas a vasúton lebonyolított utazások aránya az Alföldön kikérdezett lakosság körében (9,4%), míg a Dunántúlon a vasúti utazások aránya az alföldinek a felét sem éri el (Dél-Dunántúl 4,6%, Észak-Dunántúl 4,4%). A vasúton lebonyolított helyközi utazások aránya a Közép-magyarországi régióban is alacsonyabb az országos átlagnál, míg Észak-Magyarországon és a Központi régióban az átlagot megközelítő arányban veszik igénybe a vasút szolgáltatásait.

Az igen jelentős hasonlóságok mellett azonban szignifikáns, habár korántsem olyan súlyú különbségek is fellelhetők az egyes régiók lakosságának helyközi utazásai között. A vidéki lakosság helyközi utazásainak egyes utazási módok szerinti megoszlását az 5. ábra szemlélteti.

A Központi régióban a legnagyobb a közösségi közlekedési eszközökkel megtett helyközi utazások aránya. Az összes helyközi utazásnak közel a felét teszik ki, ezen belül – a többi régióval történő összehasonlításban – különösen a helyi tömegközlekedés részesedése (7,0%) haladja meg jóval a többi régiót, de a vasúton lebonyolított utazások aránya is számottevő (6,0%). Természetesen a Központi régióban is a helyközi autóbuszos közlekedés (menetrend szerinti és szerződéses járatok együtt) a legfontosabb a közösségi közlekedésen belül, az összes helyközi utazás 37,3%-át jelenti. A személygépkocsi utazások részesedése (beleértve a megosztott személygépkocsival történő munkába járást is) csak 48,4%.

Ezzel szemben az Észak-magyarországi, illetve az Észak-dunántúli nagyrégióban a személygépkocsi utazások képezik a legna-

2. táblázat: Helyközi utazások módok szerinti megoszlása és egyes közlekedés-földrajzi jellemzők régióként

Régió	Helyközi utazások megoszlása utazási módok szerint			Útsűrűség, km/1000 km ²	Villamosított vasútvonal, km/1000 km ²	Településsűrűség, db/km ²	Településnagyság, fő/település
	szgk.	autóbusz	vasút				
Alföld	53,1%	34,8%	9,4%	668	22	1,85	4555
Dél-Dunántúl	51,2%	39,5%	4,6%	697	25	5,76	1423
Észak-Dunántúl	54,0%	38,0%	4,4%	840	24	4,70	1685
Észak-Magyarország	55,0%	35,1%	6,1%	851	26	4,65	1999
Közép-Magyarország	52,8%	39,4%	5,2%	901	62	2,20	4435
Központi régió	48,4%	44,3%	6,0%	1 107	90	2,01	7341

3. táblázat: Egyes közlekedés-földrajzi jellemzők és a helyközi utazási módok részarányainak korrelációja

Korrelációs együtthatók	Helyközi utazások megoszlása utazási módok szerint		
	szgk	busz	vasút
Útsűrűséggel	-51,7%	74,5%	-29,7%
Villamosított vasútvonal-sűrűséggel	-74,0%	84,2%	-12,6%
Településsűrűséggel	30,9%	-18,5%	-62,7%
Településnagysággal	-68,7%	57,5%	40,8%

gyobb részarányt az összes helyközi utazáson belül (55,0%, illetve 54,0%), s ezekben a régiókban a legalacsonyabb a közösségi közlekedési eszközökkel lebonyolított helyközi utazások aránya. A „lemaradás” a Dunántúlon teljes egészében a vasúton megvalósuló helyközi utazások alacsony arányában jelentkezik, Észak-Magyarországon pedig az autóbusszos utazások részesedésében. Az Alföldön jelenti a vasút a legnagyobb versenyt az autóbusszal szemben, hiszen a személygépkocsis helyközi utazások aránya az átlag körül alakul. Ezzel együtt még ebben a régióban is több, mint három és félszer több helyközi utazást bonyolítanak le autóbusszal, mint vasúton. Ugyanez az arány a Dunántúlon mintegy nyolcszoros, Észak-Magyarországon pedig közel ötszörös.

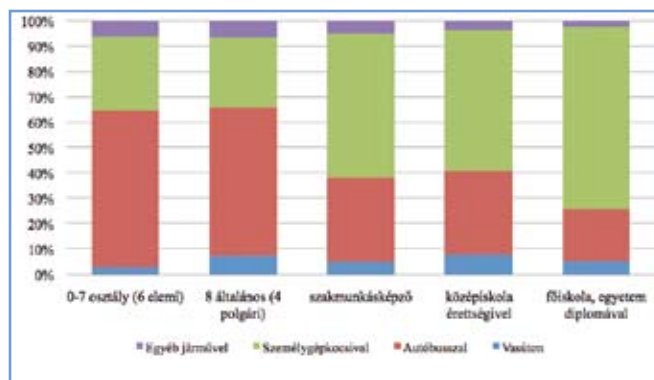
Megvizsgáltuk azt is, hogy a földrajzi elhelyezkedésen túl – ami, mint láttuk, túlságosan nagy magyarázó erővel nem bír a különböző utazásimód-választások eltérésére – milyen tényezők lehetnek a nem túlságosan jelentős arányeltolódások mögött. A sok lehetséges ok közül a jelen fázisban csak az egyes régiók eltérő út- és vasúthálózati sűrűségét, a településsűrűséget, valamint az átlagos településenkénti lakosság számot vizsgáltuk. Az egyes fajlagos értékeket a 2. táblázat tartalmazza.

Az egyes kiválasztott tényezők más-más módon szóródnak az országos átlagérték körül, ebből adódóan joggal vetődhet fel, hogy az utazásimód-választásban eltérő jelenségek magyarázatához szolgálhatnak adalékkul. Mindegyik magyarázó tényező esetében megvizsgáltuk, hogy az átlagérték körüli szóródása hogyan mozog együtt az egyes utazási módok választásának arányával az ország különböző földrajzi régióiban. A korrelációs számítások eredményei igen érdekes képet mutatnak.

A személygépkocsis utazások aránya általában közepes–erős negatív kapcsolatot mutat az adott terület közlekedési infrastruktúrális ellátottságának arányával. Azaz minél sűrűbb a villamosított vasútvonal hálózata, illetve az úthálózat az adott régióban, az utazások annál kisebb hányadát bonyolítják le személygépkocsival. Ennek éppen az ellenkezőjét mutatják az autóbusszal lebonyolított utazások arányai. Tehát: minél sűrűbb a közlekedési infrastruktúra hálózata, annál többen választják helyközi utazásaikhoz az autóbust. Érdekes módon a vasúton lebonyolított utazások aránya gyenge–közepes pozitív kapcsolatot mutatott az egyes települések átlagos lakosság számával, azaz átlagosan minél nagyobbak a települések, annál többen választják a vasutat helyközi utazásaikhoz. S minél nagyobb a településsűrűség, annál kevesebben utaznak vonaton; legalábbis a közepes–erős negatív korrelációból erre következtethetünk. Érdekes módon a közlekedési infrastruktúra (sem a közút, sem a vasút) sűrűsége gyakorlatilag nem mutatott összefüggést a vasúton történő helyközi utazások arányának alakulásával. A korrelációs számítások eredményeit a 3. táblázat tartalmazza.

Az ország különböző régiói között nem találtunk szignifikáns eltéréseket az utazásimód-választásban, ezzel szemben a megkérdezettek iskolai végzettsége, gazdasági aktivitása s e kettővel szorosan összefüggő jövedelmi viszonyai már számottevő különbségekre vezetnek a helyközi utazások kapcsán is.

A legfeljebb hét általános iskolai osztályt végzetek (akiknek döntő többsége természetesen általános iskolás) alapvetően autóbusszal utaznak, s majdnem ilyen fontos ez a közlekedési eszköz a legfeljebb nyolc osztályt végzetek körében is (akik között szintén nagyon nagy létszámban találunk iskolásokat). Az autóbust az összes helyközi utazásuk mintegy 60%-ában veszik igénybe. Körükben a következő legfontosabb közlekedési eszköz a személygépkocsi (közel 30%-os aránnyal), döntően úgy, hogy a szülők viszik a gyermekeiket iskolába.



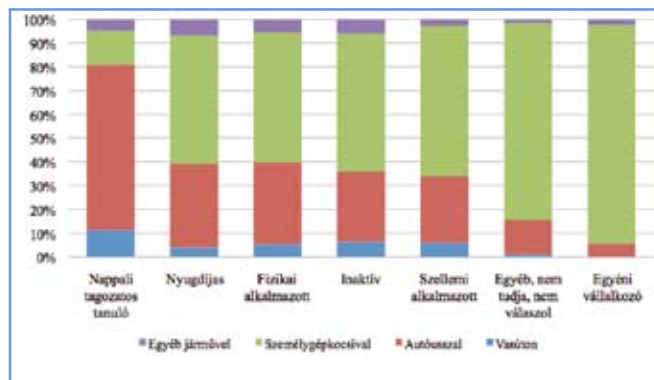
6. ábra: A különböző iskolai végzettségű, nem budapesti megkérdezettek utazásimód-választása

A középfokú végzettségűek utazásaiknak több mint felét személygépkocsival teszik meg, az autóbust összes utazásaiknak mintegy harmadában használják. A személygépkocsi a főiskolát, egyetemet végzetek körében a helyközi utazások meghatározó közlekedési eszköze, összes utazásuk közel háromnegyedét ezzel teszik meg, az autóbusszos utazások aránya alig 20%.

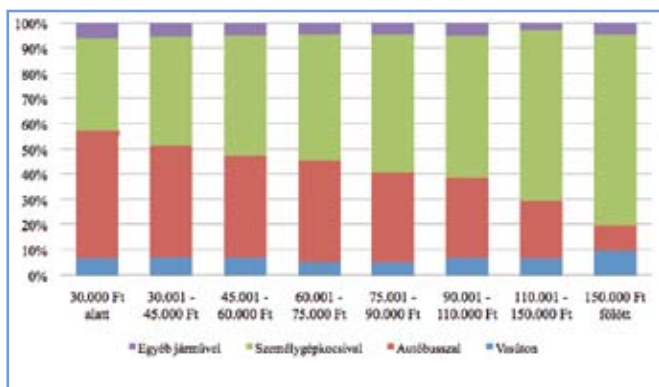
A vasút szerepe a középiskolások és a felsőfokú tanintézményekben tanulók körében nagyobb az átlagosnál, de még így is elenyésző arányt képvisel az összes helyközi utazásaikon belül. A különböző iskolai végzettségű megkérdezettek utazásainak módok szerinti megoszlását a 6. ábra mutatja.

Az iskolai végzettség nagyban meghatározza a megkérdezetteknek a gazdaságban betöltött szerepét, gazdasági aktivitását is.

Ennek megfelelően nappali tagozatos tanulók esetében az alapvető közlekedési eszköz az autóbussz (közel 70%), a személygépkocsi aránya 14%, a vasút pedig 11%. A nyugdíjasok és a fizikai alkalmazottak járműhasználatában között gyakorlatilag nincs különbség. Mindkét csoport esetében a személygépkocsi valamivel több mint az összes helyközi utazásuk felében játszik szerepet, az autóbussz pedig utazásaik mintegy harmadának eszköze. Az inaktívak (gyesen, gyeden lévők, munkanélküliek, táppénzen lévők stb.) és a szellemi alkalmazottak összes helyközi utazásuknak mintegy 60%-át személygépkocsival teszik meg. Az egyéni vállalkozók és az egyéb kategóriába sorolt megkérdezettek, akik között a társas vállalkozások tulajdonosai, illetve vezetői is találhatóak, utazásaikat döntően személygépkocsival teszik meg. Ez érthető is, hiszen ez az a kör, amely számára a mozgékonyt, a menetrendi kötöttségektől mentes, szabadon választható útvonalat biztosító személygépkocsi a munkavégzés nélkülözhetet-



7. ábra: A különböző gazdasági aktivitású, nem budapesti megkérdezettek utazásimód-választása



8. ábra: A különböző jövedelmű, nem budapesti megkérdezettek utazás mód-választása

len feltétele. Választásukban bizonyára szerepet játszik az egyéni közlekedés nyújtotta intimitás is. Érdekes módon – a tanulók kivételével – nem látszanak lényeges különbségek a vasút választása tekintetében a különböző gazdasági aktivitású emberek között. A megkérdezettek gazdasági aktivitása szerinti módválasztásbeli különbségek a 7. ábrán láthatók.

S végül a megkérdezettek jövedelmi viszonyai is visszaköszönek az utazás mód-választás különbségeiben.

A legszegényebb rétegek, ahol a háztartás egy főre jutó nettó jövedelme nem éri el a havi harmincezer forintot, alapvetően (az utazások 51%-ában) autóbuszsal jutnak el más településekre, bár esetükben is a második legfontosabb közlekedési eszköz a személygépkocsi (36,1%), vasutat csak utazásaik 6,7%-ában használnak.

A 30.001–45 000 forint egy főre jutó havi nettó jövedelemmel rendelkező háztartások esetében az autóbusz és a személygépkocsi már közel azonos súlyt képvisel a helyközi utazásokban (44,3%, illetve 42,9%). Az ennél is jobb módban élő családok körében viszont már a személygépkocsi – a jövedelem növekedésével párhuzamosan – egyre inkább meghatározóvá válik. A leginkább jómódban élő háztartások esetében (150 ezer forintot meghaladó egy főre jutó nettó jövedelem fölött) már a helyközi utazások több mint háromnegyedét így teszik meg. Érdekes módon ez utóbbi kör az, amelyik leginkább, az utazások 10,0%-

folytatás a 23. oldalról

eljárást alkalmazva az eltérő ellenállásfüggvény eltérő ráterhelési eredményekre vezet, azonban feltételezhető, hogy amennyiben hasonlóan ellenőrzött ellenállásfüggvényekkel történik a ráterhelés, akkor az eltérések nem lesznek jelentősek, mindenesetre az bizonyosan állítható, hogy más modellkörnyezetben használva a mátrixokat, egy újrakalibrálásra, validálásra szükség lehet.

Összességében kijelenthető, hogy az elkészült, több rétegből álló közötti célforgalmi mátrix megfelelően írja le a 2008. őszi hétköznapi forgalmi (utazási) igényeket, így alkalmas eszköze az elkövetkező évek térségi (országos, regionális, megyei) közlekedési tervezési feladataihoz kötődő forgalmi vizsgálatoknak.

ában használja a vasutat. (Keresztelemzést nem végeztünk, de feltehetően ezeknek a családoknak a lakóhelyüktől távolabb eső közép- és felsőfokú iskolákban tanuló családtagjai utaznak viszonylag többet vasúton.) Az egy főre jutó nettó jövedelem növekedésével párhuzamosan pedig egyre csökken az autóbusz szerepe, bár súlya minden jövedelmi kategóriában jóval meghaladja a vasútét. A megkérdezettek jövedelmi helyzete szerinti módválasztásbeli különbségek a 8. ábrán láthatók.

Összefoglalva megállapítható tehát, hogy alapvetően eltér a budapesti és a nem budapesti lakosok mobilitása s a helyközi utazások indoka és az igénybe vett közlekedési eszközök. A budapestiek viszonylag kevés helyközi utazásukhoz alapvetően személygépkocsit használnak, de a nem budapesti lakosok is elsősorban azzal utaznak.

Nem állapítható meg szignifikáns különbség a nem budapesti lakosok utazás mód-választása között az ország különböző régióit vizsgálva, annak ellenére sem, hogy az egyes régiók eltérő közlekedés-földrajzi jellemzőkkel, illetve közlekedési infrastruktúrával rendelkeznek.

A helyközi közlekedésben a vasút használata nem kötődik különösen sem a megkérdezettek iskolai végzettségéhez, sem azok gazdasági aktivitásához és jövedelmi helyzetéhez, annak ellenére, hogy kisebb különbségek azért megállapíthatók. Ezzel szemben az, hogy valaki személygépkocsival vagy autóbuszsal utazik, szembeszökően függ a megkérdezett személy iskolai végzettségétől, gazdasági aktivitásától és jövedelmi helyzetétől. Minél iskolázottabb és minél gazdagabb valaki, annál inkább személygépkocsival utazik autóbusz helyett, bizonyos réteg esetében szinte kizárólagosan csak azzal.

SUMMARY

SIMILARITIES AND DIFFERENCES IN MODAL CHOICE IN NON-LOCAL PASSENGER TRAVEL

Transport infrastructure development is usually based on extensive preliminary research. One of the most important areas to be studied is travel behaviour and modal choice, in particular. This paper explores the regional similarities and differences of travel mode choice in Hungary.

SUMMARY

TRAFFIC MODELLING IN THE FRAMEWORK OF THE NATIONAL TRAVEL SURVEY (NTS)

The most significant result of the NTS was the seven road traffic matrices, which can be used for nationwide traffic modelling. The matrices were verified and calibrated by the EMME3 software package. The network model was based on the National Road Databank (status: end 2008). All motorways, limited access highways, trunk roads and access roads as well as the most important local public roads were included. The model also contains some motorways and main roads outside Hungary in the proximity of the border. The regional model consists of 951 Hungarian and 68 external zones. Borders of municipalities, weight and speed restrictions and toll-roads were also included. Matrices were calibrated in several rounds based partly on data from the nationwide cross-sectional road traffic survey and partly on our own surveys. After calibration, trip matrices were produced that can be used to set up nationwide traffic models in the future.

A DÍJFIZETÉSES ÚTHASZNÁLAT ARÁNYÁNAK MEGHATÁROZÁSA

ALBERT GÁBOR¹ – DR. SISKA MIKLÓS²

BEVEZETÉS

A társadalom és a gazdaság különböző hálózatokat hoz létre és működtet. Ezek a hálózatok bizonyos esetekben spontán, más esetekben tervszerűen jönnek létre. A modern kor közlekedési hálózatai tervezett hálózatok, amelyek hosszú és sokoldalú előkészítő folyamat után alakulnak ki a társadalom és a gazdaság helyváltoztatási igényeihez idomulva, illetve rendszeresen módosulnak a változó igényekhez alkalmazkodva. A közlekedési hálózat tervezése és továbbfejlesztése során a következő kérdésekre kell választ adni:

- hol és mekkora forgalmi kibocsátás keletkezik (forgalomkeltés);
- ez a forgalom milyen irányokba, milyen végpontokra érkezik (forgalomszétosztás);
- a forgalom milyen közlekedési módok igénybevételével bonyolódik le (forgalommegosztás) és végül;
- a forgalom a közlekedési hálózat egyes elemeit milyen mértékben veszi igénybe (ráterhelés).

A közlekedési hálózat továbbfejlesztéséhez a szakirodalom, illetve a gyakorlat több modellt ismer és alkalmaz. Ezek egy része olyan célforgalmi mátrixokat használ, amelyeket célforgalmi felmérésekre alapozva hoznak létre. Ezek a célforgalmi mátrixok írják le a közlekedési igényeket. Az utazási igények nyilvánvalóan az idők során változnak, éppen a forgalom keltésére, szétosztására és megosztására ható tényezők változása következtében. Emiatt időről időre el kell végezni a célforgalmi felméréseket és létre kell hozni a célforgalmi mátrixokat.

Legutoljára 2008 őszén végzett a Közlekedéstudományi Intézet célforgalmi kikérdezést, és ennek alapján készült el a legújabb Országos Célforgalmi Mátrix. Ennek során szükséges volt annak vizsgálata is, hogy az egyes relációkban milyen tényezők hatására és milyen arányban választják az utazók a díjfizetési utakat. E nélkül ugyanis nem határozható meg az, hogy egy-egy relációban a keletkező forgalom mekkora hányadát kell a modellben díjfizetős útszakaszra, illetve az alternatív megoldásként jelentkező utakra terhelni. A legutóbbi, 1995. évi Országos Célforgalmi Mátrix generálása óta ugyanis jelentősen bővült Magyarország autópálya-hálózata. Nemcsak a gyorsforgalmi utak hossza, hanem földrajzi kiterjedése is szélesedett. Az ország olyan közlekedési folyosói mentén is reális alternatívaként jelent meg az autópálya, amelyeken korábban fel sem merült az a kérdés, hogy egy meghatározott költségtöbblet fejében a közlekedés szereplői távolság- vagy/és időmegtakarítást érhetnek el a díjfizetési útszakasz igénybevételével.

Az egymással „versengő”, alternatív útvonalak közötti választás, azaz a ráterhelés modellezése során azonban problémaként merül fel, hogy Magyarországon a díjfizetés nem igénybevétel-arányos. Ha valaki ugyanis kifizeti az útdíjat, akkor a díjfizetés érvényességi időtartamán belül tetszőleges távolságra és az érvény-

nyességi időn belül tetszőleges alkalommal használhatja a díjfizetési úthálózat bármelyik elemét. Ebből következően az útdíjnak a költségeket tartalmazó, a ráterhelést meghatározó ellenállás-függvényekbe történő beépítése csak igen körülményesen végezhető el.

Az utazási távolság és a választott útvonaltípus (gyorsforgalmi út, országos főút stb.) függvényében a jármű használatához kapcsolódó költségek nagy része (üzemanyag, a futásteljesítménytől függő piaci értékcsökkenés, szervizköltség stb.) proporcionális költségként viselkedik. Így ezek arányosak azzal, hogy az utazást milyen gyakran, illetve milyen távolságra tesszük meg. Ezzel szemben a „matricás” díjfizetés fix költségként viselkedik (hasonlóan a biztosítási díjhoz), ennek megfelelően azt követően, hogy valamilyen megfontolásból már kifizettük valamilyen időtávra az útdíjat, a következő konkrét utazásra vonatkozó döntés esetében a díjfizetés már ún. „elsüllyedt költségként” viselkedik, útvonalválasztásunkat már nem befolyásolja. A modellezési feladatokban jelenleg rendszeresen használt „virtuális költség” sem túlközi ezt a döntési folyamatot, így alkalmazása kérdéseket vet fel.

A továbbiakban egy lehetséges új megoldás csírát ismertetjük, amelynek segítségével a díjfizetési úthasználatot mint közlekedési szokásjellemzőt vehetjük figyelembe modellezésünk során. Ebben a megoldásban tehát a közlekedő autópálya-használati döntését nem a ráterhelési lépésben az ellenállásfüggvény, hanem a célforgalmi mátrix díjfizetős szakaszokat használókra és nem használókra bontása képviseli.

A JAVASOLT SZÁMÍTÁSI MÓDSZERHEZ FELHASZNÁLT ADATOK KÖRE

Az említett célforgalmi kikérdezés két módszerrel bonyolódott le. Az egyiket az ország – Budapesten kívüli – 70 kistérségének mintegy 24 ezer háztartásában végeztük el, a másikat pedig 12 település bevezető főútvonalain. Mindkét fajta kikérdezés tipikusnak tekinthető őszi hétköznapi utazásokra vonatkozott. A kordonponti kikérdezésben részt vevő települések részben egybeestek a háztartási kikérdezéssel is érintett kistérségek központjaival, részben azonban azoktól különböző városok voltak.

A megkérdezettek külön-külön számot adtak minden egyes helyközi utazásuk kiinduló és céltelepüléséről, indulásuk és érkezésük időpontjáról, az utazás indokáról és az adott utazáshoz használt utazási módról. Személygépkocsival vezetőként lebonyolított utazás esetén azt is megkérdeztük, hogy használt-e díjfizetős útszakaszt az adott utazáshoz, s amennyiben igen, akkor milyen időtartamra érvényes „matricát” vásárolt. A két adatfelvétel legfontosabb adatait az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Az Országos Célforgalmi Mátrix összeállítása során – azért, hogy a modellezés követelményeit szem előtt tartsuk – csak a háztartási kikérdezés adataival számítottuk az ország egyes területein a

¹ Tagozatvezető, KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.; e-mail: albert.gabor@kti.hu

² Tudományos főmunkatárs, KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.; e-mail: siska.miklos@kti.hu

1. táblázat: Az adatfelvételek legfontosabb adatai

Megnevezés	Háztartási	Kordonponti	Összesen
	adatfelvétel		
Összes jármű, db	16 759	14 900	31 659
Autópályát nem használhat, db	13 281	12 316	25 597
Potenciális autópálya-használó, db	3 478	2 584	6 062
Nem használt autópályát, db	2 958	1 260	4 218
Használt autópályát, db	524	1 324	1 848
Rendszeres autópálya-használó, db	326	724	1 050
Alkalmi autópálya-használó, db	198	600	798
Potenciális autópálya-használó, %	20,80	17,30	19,10
Rendszeres autópálya-használó, %	1,90	4,90	3,30
Alkalmi autópálya-használó, %	1,20	4,00	2,50

díjfizetéses útszakasz-választási arányokat, illetve osztottuk meg a járműveket autópálya használó és nem használó járművekre. Ez a kisebb – bár így is megfelelő megbízhatóságú – minta is kellő pontossággal lehetővé tette a díjfizetéses útszakaszt használó és nem használó járművek mennyiségének becslését az alábbiakban ismertetendő módszerrel. A jelen cikkben viszont már azoknak a vizsgálatoknak az eredményeit közöljük, amelyek mindkét adatfelvételt, tehát a háztartási és a kordonponti kikérdezés információit tartalmazzák. Az utazók autópálya-választására vonatkozó döntését ugyanis így nagyobb minta alapján, következőképpen megbízhatóbban modellezhetjük, hiszen a nagyobb elemszám egyben magasabb megbízhatósági szintet is jelent.

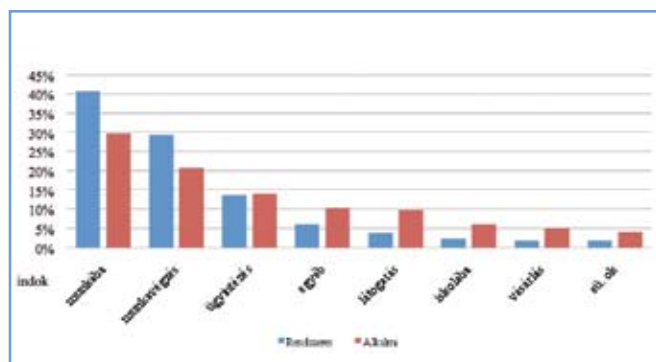
A közel 32 ezer személygépkocsival lebonyolított utazás közül először azokat választottuk ki, amelyek a kiinduló és célállomás között díjfizetéses útszakaszt is igénybe vettek. Az adatok tartalmazzák a Magyarországon belül lebonyolódó utazások mellett azokat is, amelyeknek vagy induló vagy célállomása külföldön volt. A következő lépésben kiszűrtük azokat az utazásokat, amelyeket havi vagy éves „matricával” tettek meg, hiszen ezek esetében a díjfizetéses útszakasz választása nem az adott útra vonatkozó egyedi döntés eredménye, hanem abban a közlekedő egyéb döntései is szerepet játszhatnak.

Feltételezésünk szerint ugyanis havi vagy éves díjfizetés választását az időszakon belül összesen lebonyolítani kívánt utazások határozzák meg. A hosszabb időszakra érvényes (havi, éves) díjfizetés választását akár már az érvényességi időtartamon belül lebonyolítani szándékozott egyedi utazások alkalmával jelentkező viszonylag kisebb idő- és/vagy távolságmegtakarítás, de akár csak a nagyobb biztonság és kényelem is indokolhatja. Ugyanakkor az alkalmankénti díjfizetés választók esetében, feltételezésünk szerint, a díjfizetés választása vagy elutasítása melletti döntésben jelentősebb súlyú lehet a díjfizetéses útszakasz használatával elérhető idő- és/vagy távolságmegtakarítás mértéke. Nyilvánvaló ugyanis, hogy azokban a relációkban, amelyekben az útdíj megfizetése nem jár semmilyen megtakarítással, az utazók csak egészen kivételes indokkal választják a drágább és hosszabb utazást.

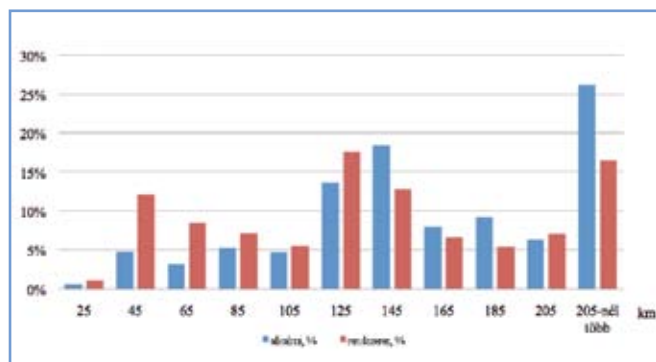
HASONLÓSÁGOK ÉS KÜLÖNBSEGEK A RENDSZERES ÉS ALKALMI AUTÓPÁLYA- HASZNÁLÓK UTAZÁSAI KÖZÖTT

Országosan az autópályát használó személygépkocsik és kisteherautók nagyobbik hányada tekinthető rendszeres autópálya-hasz-

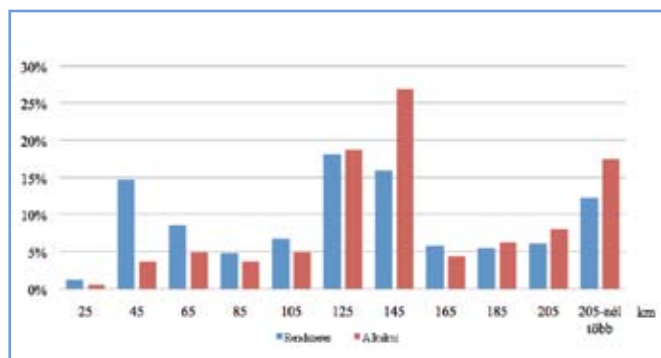
nálónak. A háztartásfelvétel adatai alapján mintegy másfélszer annyian (61,9%) vannak, mint az alkalmi autópálya-használók (38,1%). Ettől ugyan némileg eltérő arányokat (54,7%, illetve 45,3%) mutatnak a kordonponti kikérdezés adatai, azonban ezek az adatfelvételek nem tekinthetők országosan reprezentatívnak. Az eltérésnek számos oka lehet, kezdve azon, hogy bár az ország minden régiójában folyt kordonponti kikérdezés is, de messze nem lehetett a kordonpontok kiválasztásánál annyi szempontot érvényesíteni, mint a háztartási kikérdezéseknél, egészen addig, hogy a kordonponti kikérdezések nem egy teljes nap, hanem csak a reggel 6-7 órától a délután 5-6 óráig terjedő időszakban folytak, s ezért bizonyos típusú utazók kiestek a potenciális



1. ábra: Megkérdezettek utazásainak megoszlása utazási indokok és autópálya-használat gyakorisága szerint



2. ábra: Autópálya-használók utazási távolság szerint, %



3. ábra: Munkába járók megoszlása maximális utazási távolságuk és az autópálya-használat gyakorisága szerint

megkérdezettek köréből. Ugyanakkor ez a tény az alapvető megállapításaink érvényét nem cáfolja.

Az utazási indokokat vizsgálva azt is leszögezhetjük, hogy az autópályán utazók megoszlása utazásuk indoka szerint igen hasonló, függetlenül attól, hogy rendszeres vagy alkalmi autópálya-használók-e. A különbség inkább csak az, hogy a rendszeres autópálya-használók körében jóval magasabb a hivatásforgalmi célból közlekedők aránya (42,4%), mint az alkalmi autópálya-használók között (31,0%). Hasonló arányokat tapasztalhatunk a munkavégzéssel kapcsolatos utazások eltérései között is (29,4%, illetve 20,7%), míg az ügyintézés indoka közel azonos súlyú a rendszeres (13,7%) és az alkalmi (14,2%) autópálya-használók között. Az utazók utazási indokai és az autópálya-használat gyakorisága szerinti megoszlása az 1. ábrán látható.

A másik hasonlóság a rendszeres és alkalmi autópálya-használók között, hogy viszonylag hosszabb utazásokhoz hajtanak fel a díjfizetős útszakaszokra. Mindkét réteg esetében igen jelentős a 205 km-t meghaladó utazások aránya: a rendszeres autópálya-használók körében 16,5%, míg az alkalmi autópálya-használók esetében 26,2%! (Az utazásokat a leíró statisztika szabályai szerint osztottuk a megtett távolság szerinti nagyságkategóriákba. Ennek megfelelően a legrövidebb utazások a 25 km-nél rövidebb utazások csoportjába kerültek. Ezt követően az egyes kategóriák felső határa között a különbség 20 km, a leghosszabb utazások csoportjába kerültek a 205 km-t meghaladó utazások.) A rendszeres autópálya-használók általában rövidebb utakat bonyolítanak le a díjfizetős útszakaszokon, mint az alkalmi autópálya-használók. Az előbbieket esetében az átlagos utazási távolság „csak” 142,6 km, míg az alkalmi autópálya-használók esetében 185,1 km. (Ha az igazán nagy távolságokra történő, sokszor külföldről induló, vagy oda érkező utazásokat figyelmen kívül hagyjuk, a rendszeres autópálya-használók átlagosan akkor is 109,7 km-re, az alkalmi autópálya-használók pedig 127,3 km-re utaznak.) Mindkét réteg esetében az utazási távolságok igen széles sávban szóródnak, a rendszeres autópálya-használók esetében az utazási távolságok relatív szórása 75,4%, az alkalmi autópálya-használók esetében pedig 77,9%. Az utazók megoszlását utazási távolságuk és az autópálya-használat gyakorisága szerint a 2. ábra mutatja.

Az alkalmi utazások kimagasló, 205 km-nél hosszabb aránya alapvetően úgy a hivatásforgalommal, mint a nem hivatásforgalommal összefüggésben jelentkezik, s jellemző a csak belföldön és a külföldet is érintő utazásoknál egyaránt. Ez végül is nem meglepő, hiszen a gyorsforgalmi úthálózat egyik alapvető szerepe az egymástól nagyobb távolságra fekvő területek közötti gyors eljutás biztosítása.

Feltűnő ugyanakkor, hogy a rendszeres autópálya-használók esetében megfigyelhető egy lokális maximum is, viszonylag rövidebb, átlagosan 39 km-es utazásokkal. Ezt a lokális maximumot a belföldi hivatásforgalmi, azon belül is a munkába járással kapcsolatos utazások okozzák. Ez összefügg azzal az urbanizációs jelenséggel, hogy a nagyobb városok megfelelő idő alatt elérhető körzetében telepszik le a vonzáskörzetben lakó népesség egy része. Az átlagos utazási távolság pedig szorosan összefügg azzal, hogy a magyarországi nagyvárosok között általában mintegy 120 km a távolság. A munkába járáshoz autópályát is igénybe vevők megoszlása a maximálisan megtett út és az autópálya-használat gyakorisága szerint a 3. ábrán látható.

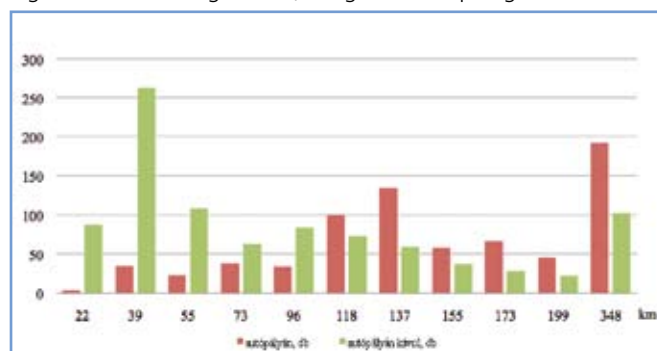
JAVASLAT A DÖNTÉSI ALGORITMUST LEÍRÓ MODELLRE

Felvetődik ezek után az a természetes kérdés, hogy vajon a hasonlóságok vagy a különbségek jelentkeznek-e erőteljesebben az autópálya-használatra vonatkozó döntésben? Ha ugyanis azonos elvek alapján, azonos modellel jól leírható az a döntési folyamat, ami az utazók motivációit mintegy „összegzi”, akkor feltehetően a hasonlóságok dominálnak az egyedi döntések meghozatalakor. Ezzel szemben abban az esetben, ha nem alkalmazható ugyanaz az elvi felépítés – paramétereiben természetesen akár különböző – modell a kétféle autópálya-használati szokásra, akkor pedig feltehetőleg éppen a különbözőségeket kell vizsgálnunk az eltérő „döntési algoritmusok” megértése céljából.

Először tehát vizsgáljuk meg az alkalmi díjfizetéssel lebonyolított utazásokat! Heti, vagy négynapos érvényességi idejű díjfizetés mellett a háztartási adatfelvétel és a kordonponti kikérdezés összesen 31 659 utazásból 798 utazást bonyolítottak le a megkérdezettek.

Ugyanakkor az összes utazásból 6062 utazást lehetett volna díjfizetési útszakasz igénybevételeivel is lebonyolítani. Kiszűrve azokat a relációkat, amelyekben nem áll rendelkezésünkre autópályát is használó utazásra vonatkozó adat, a további számításokat 2704 potenciális autópálya-használó utazó adataival folytattuk. Ez tehát azt jelenti, hogy a minta elemszámát figyelembe véve, becsléseink és következtetéseink megbízhatósága 98,1%. A továbbiakban tehát ezeket az utazásokat kell 100%-nak tekintenünk, s azt kell vizsgálnunk, hogy milyen törvényszerűségek tárhatók fel a díjfizetési útszakaszválasztás arányának alakulásában.

A díjfizetés választásával megtehető utazások közül a legrövidebbeket 13 km, a leghosszabbat 1183 km távolságra tették meg. Az díjfizetős útszakaszt alkalmilag igénybe vevők által megtett legrövidebb távolság 22 km, a leghosszabb pedig 1173 km volt.



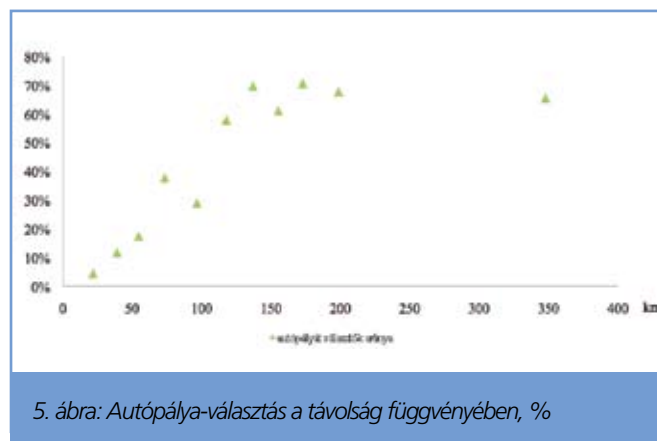
4. ábra: Autópálya-választás a távolság függvényében, db

A díjfizetős útszakaszt alkalmilag igénybe vevők átlagos utazási távolsága 185,1 km, a díjfizetős útszakaszt igénybe nem vevőké pedig 96,5 km (a díjfizetős útszakaszt alkalmilag igénybe vevők fele 140 km-nél többet, a díjfizetős útszakaszt igénybe nem vevők fele pedig 73 km-nél kevesebbet utazott). Bár mindkét sokaság terjedelme közel azonos, az átlag- és mediánértékek jelentős eltérései az eloszlások különbözőségére utalnak.

A díjfizetős útszakaszt nem használó, illetve díjfizetős útszakaszt alkalmilag használó személygépkocsik mintáinkból származó, az utazási távolság szerinti gyakorisága a 4. ábrán látható (a vízszintes tengelyen az egyes osztályközökbe tartozó járművek átlagos utazási távolságát tüntettük fel).

Megállapítható, hogy jelentős különbség tapasztalható az utazási távolság függvényében a díjfizetős útszakaszhasználat relatív gyakoriságában. Ezért az utazási távolság függvényében vizsgáltuk a díjfizetés-választás valószínűségét annak megállapítása érdekében, hogy kimutatható-e valamilyen számszerűsíthető összefüggés az utazási távolság és a díjfizetős útszakasz használata között.

A vizsgálatok során a díjfizetős útszakaszhasználat arányát a megtett út km-ben mért hosszának függvényében elemeztük. Ehhez az Országos Célforgalmi Mátrix előállításához használt úthálózati modellünkben alkalmazott távolságokat vettük figyelembe. Mivel az Országos Célforgalmi Mátrixot nem település szinten, hanem 951 ún. „forgalmi



2. táblázat: Az átlagos utazási távolság, illetve utazási idő és az autópálya-választás gyakorisága alkalmi autópálya-használók esetében

Átlagos utazási távolság, km	Autópálya-választás, %	Átlagos utazási idő, perc	Autópálya-választás, %
21,7	4,30	19,2	23,80
39,1	11,70	35,9	18,90
54,7	17,40	54	15,90
73,3	37,60	76,2	38,50
96,3	28,80	95,8	68,30
117,9	57,80	112,5	60,10
136,9	69,60	135,4	54,00
155,1	61,10	153,6	67,40
172,9	70,50	173,7	55,70
198,5	67,60	193,3	55,60
347,8	65,30	397,1	49,70
Korreláció, r	76,80	Korreláció, r	46,70

3. táblázat: Az átlagos utazási távolság, illetve utazási idő megtakarítása és az autópálya-választás gyakorisága alkalmi autópálya-használók esetében

Átlagos távolság-megtakarítás, km	Autópálya-választás, %	Átlagos időmegtakarítás, perc (útmegtakarítás esetén)	Autópálya-választás, %	Átlagos időmegtakarítás, perc (úttöbblet esetén)	Autópálya-választás, %
7,7	58,40	11,4	100,00	6,4	8,10
12,2	77,40	25,2	41,50	11,4	42,00
18,1	63,30	36,7	71,80	16,8	40,90
20,8	51,30	53,9	67,90	24,8	48,20
27,1	93,30	68,7	78,00	30,9	54,00
32	72,70	82,3	58,80	37,7	84,20
39,4	40,00	99,6	57,10	46,8	59,40
41,9	100,00	107,9	100,00	50,3	70,00
47	100,00	125,3	83,30	58,4	100,00
50,4	100,00	0	0,00	67	50,00
56,5	100,00	153,9	100,00	80,1	87,50
Korreláció, r	58,70	Korreláció, r	56,00	Korreláció, r	74,00

körzet” szintjén végeztük, a továbbiakban elemzésünkben a forgalmi körzetek közötti távolságokat és eljutási időket vettük figyelembe. (Az egyes településeket lakónépességük nagysága és közlekedés-földrajzi adottságaik alapján soroltuk be oly módon, hogy a nagyobb települések önálló forgalmi körzetet képeztek, míg a kisebb településeket az úthálózat adottságai alapján vontuk össze forgalmi körzeté.)

Ezek után képeztük az egyes utazási távolságokra az adott távolságra utazók számából a díjfizetős útszakaszt alkalmilag választók arányát a következő módon:

$$y_i = x_{1i} / (x_{1i} + x_{2i}),$$

ahol:

x_{1i} – az adott távolságra utazókból a díjfizetős útszakaszt választók száma,

x_{2i} – az adott távolságra utazókból a díjfizetős útszakaszt nem választók száma

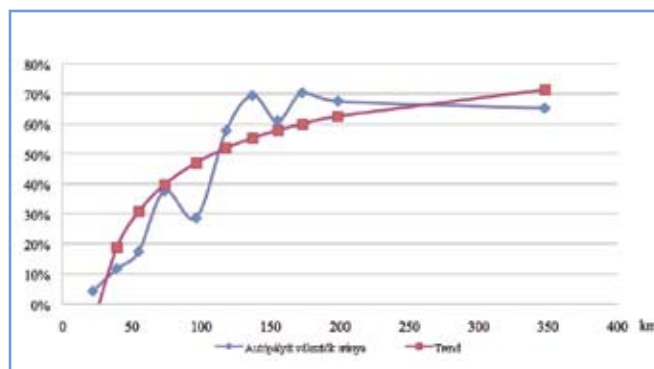
A számítások során csak azokat a relációkat vettük figyelembe, amelyek között díjfizetős útszakaszt használó és nem használó válaszadónk egyaránt volt. A többi relációt azért zártuk ki a vizsgálatból, hogy a díjfizetős útszakasz használatának választását vagy nem választását minél inkább összehasonlítható körülmények között vizsgálhassuk.

Első lépésben azt vizsgáltuk, hogy a díjfizetés-választás gyakoriságát milyen tényező(k) magyarázhatják. Mint már említettük, feltételezésünk szerint a döntésben az idő- és a távolságmegtakarítás mellett még az autópályán történő utazás nagyobb komfortja játszhat szerepet. Ezek közül az idő- és a távolságmegtakarítás számszerűsíthető közvetlenül, a komfortérzetnek matematikai-statisztikai elemzésben való felhasználására külön adatfelvételre lenne szükség. Ezért a továbbiakban csak az idő- és távolságmegtakarítás és az autópályaválasztás gyakorisága között kimutatható kapcsolatot kerestük.

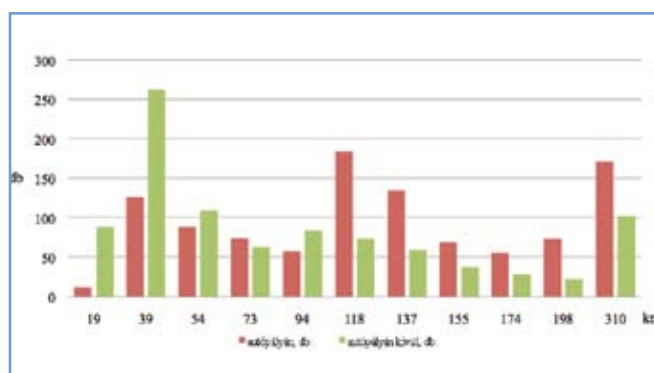
Ennek megfelelően vizsgáltuk a díjfizetős útszakaszválasztás gyakorisága és az ennek révén elérhető idő- és távolságmegtakarítás abszolút értéke, relatív értéke, illetve az idő- és távolságmegtakarítás értékét is. Megállapítható, hogy az összes utazási távolság növekedésével egyre nő az autópályaválasztás gyakorisága, de az autópályaválasztás valószínűsége sokkal inkább a kilométerben megtett úttól, semmint az utazási időtől függ. Ezzel szemben az autópályaválasztás gyakorisága inkább a megtakarítható idővel mutat pozitív korrelációt, nem pedig a megtakarítható távolsággal. A számítási eredményeket a 2–3. táblázatok tartalmazzák.

Figyelembe véve, hogy már az utazási távolság is nagymértékben megmagyarázza a díjfizetős útszakasz választására vonatkozó döntést, kezdetben nem vizsgáltuk az egyéb tényezők (a válaszadó jövedelme, gazdasági aktivitása, iskolai végzettsége, lakóhelyének földrajzi elhelyezkedése stb.) hatását. Nyilvánvaló azonban, hogy lehetnek még más releváns befolyásoló tényezők is. Hiszen a díjfizetős útszakaszok nyújtotta nagyobb komfort is szerepet játszik a döntésben. Ezeknek a pénzben közvetlenül nem jelentkező előnyöknek a döntést befolyásoló hatása inkább kötődhet az utazó társadalmi helyzetéhez. Az autópályát választó utazók arányát az 5. ábra mutatja az átlagos utazási távolság függvényében.

A továbbiakban azt vizsgáltuk, hogy az utazási távolság és a díjfizetős útszakasz használatának gyakorisága közötti kapcsolatot milyen függvénnyel közelíthetjük. Mivel ez egy valószínűséget megadó függvény, végre kellett hajtunk egy olyan transzfor-



6. ábra: Autópályaválasztás gyakorisága az utazási távolság függvényében, %; hiperbola $R^2=91,0$



7. ábra: Autópályaválasztás a távolság függvényében, db

mációt, hogy a megfigyelt adatokra illesztett görbe szigorúan monoton növekvő, 1 határértékű legyen. Ennek megfelelően a díjfizetős útszakasz választásának valószínűségét megadó eloszlásfüggvény a következő:

$$y = b * (-1 / (x + 1)^a) + 1$$

ahol:

y – a díjfizetős útszakasz választásának valószínűsége,

x – az utazási távolság km-ben mért hossza

a és b – a függvény konstans paraméterei;

$$a = 0,483276, b = 4,827133$$

a görbeillesztés R^2 értéke – 0,910.

Ez a függvény eleget tesz annak a követelménynek, hogy maximális értéke aszimptotikusan közelítsen 1-hez. A függvény minimuma $x=25,0$ km-nél azt mutatja, hogy az alatt az utazási távolság alatt az alkalmi autópályaválasztás valószínűsége nulla.

A transzformáció után képezett görbe és az eredeti adatok a 6. ábrán láthatók.

S most vizsgáljuk meg, hogy ugyanezt a gondolatmenetet követve milyen eredményre jutunk a rendszeres autópályahasználók utazásaira vonatkozó adatok alapján!

A háztartási adatfelvétel és a kordonponti kikérdezés összesen 31 659 utazásából 1050 utazást bonyolítottak le a megkérdezettek rendszeres díjfizetés mellett. A díjfizetős útszakaszt rendszeresen igénybe vevők által megtett legrövidebb távolság 13 km, a leghosszabb pedig 1183 km volt. Az autópályát rendszeresen igénybe vevők átlagos utazási távolsága 142,6 km volt. A díjfi-

4. táblázat: Az átlagos utazási távolság, illetve utazási idő és az autópálya-választás gyakorisága rendszeres autópálya-használók esetében

Átlagos utazási távolság, km	Autópálya-választás, %	Átlagos utazási idő, perc	Autópálya-választás, %
18,7	11,10	19,20	33,30
39,2	32,40	35,90	35,50
54,00	44,70	54,00	43,80
73,2	54,00	75,40	49,70
94,5	40,40	94,70	75,90
118,1	71,60	113,10	64,50
136,6	69,40	136,80	50,40
155,3	65,10	152,70	66,70
174,3	66,70	174,40	70,20
197,6	76,80	194,40	40,40
309,7	62,80	337,30	44,70
Korreláció, r	70,30	Korreláció, r	16,70

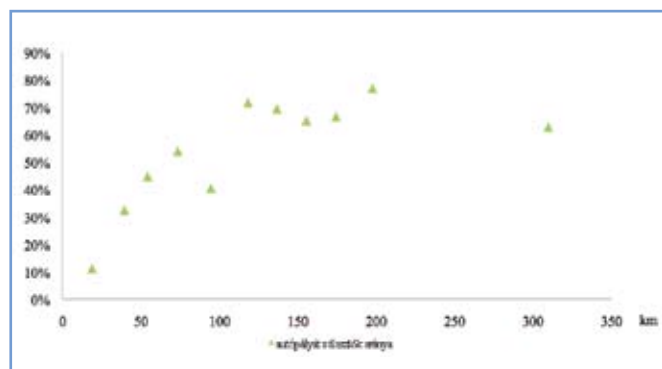
tős útszakaszt rendszeresen igénybe vevők közel fele 125 km-nél többet utazott.

A díjfizető útszakaszt nem használó, illetve díjfizető útszakaszt rendszeresen használó személygépkocsik mintáinkból származó, az utazási távolság szerinti gyakoriságai a 7. ábrán láthatók (a vízszintes tengelyen az egyes osztályközökbe tartozó járművek átlagos utazási távolságát tüntettük fel).

Megállapítható, hogy – az alkalmi autópálya-használókhoz hasonlóan – az utazási távolságtól függően, ebben az esetben is jelentős különbség tapasztalható a díjfizető útszakaszhasználat relatív gyakoriságában. Ezért tehát kedvező eredménnyel kecsegtet a már ismertetett módszer alkalmazása. Vizsgáltuk tehát az utazási távolság függvényében a díjfizetés-választás valószínűségét annak megállapítása érdekében, hogy milyen számszerűsíthető összefüggés mutatható ki az utazási távolság és a díjfizető útszakasz használata között.

A már korábban ismertetett módon a 4. táblázatban látható eredmények adódtak.

A rendszeres autópálya-használók esetében még inkább nyilvánvaló, hogy a döntés alapvetően az utazási távolságtól függ, bár meg kell jegyezni, hogy a korrelációs együttható értéke valamivel alacsonyabb, mint az alkalmi autópálya-használók esetében.



8. ábra: Autópálya-választás a távolság függvényében, %

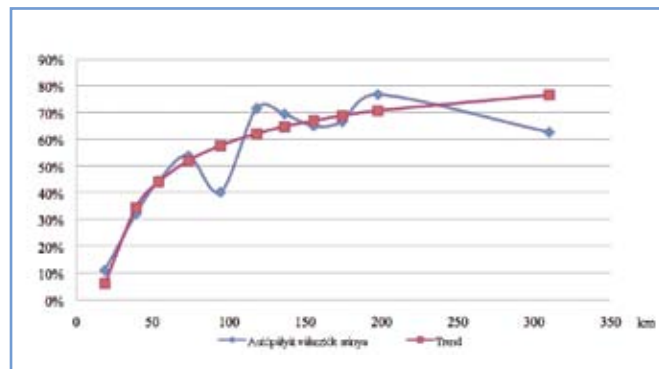
Ráadásul az átlagos utazási távolságok és az autópálya-választás valószínűségei is sokkal inkább „szóródnak” egy elméleti eloszlás függvény körül, amint az a 8. ábrán is látható.

Amint látható, ebben az esetben is transzformációra van szükségünk ahhoz, hogy monoton növekvő, 1-hez közelítő függvénnyel modellezhessük az autópálya-választást, azaz szinte szóról-szóra ugyanazt az eljárást kell folytatnunk, mint az alkalmi díjfizető útszakaszhasználók esetében.

A megfelelő transzformációk elvégzése után, az alkalmi autópálya-használók esetében ismertetett függvénnyel még egy kicsit jobban is illeszkedő ($R^2=91,8$) hiperbolát tudunk a megfigyelési adatokra illeszteni. E függvény paramétereit ($a= 0,505000$ és $b= 4,224003$) is közel állnak az előbbi számítás eredményeként kapott értékekhez. A modell – összhangban a tapasztalati adatokkal – a rendszeres autópálya-használók esetében minimálisan megtett távolságot ($x= 16,3$ km) alacsonyabban határozza meg. A tapasztalati adatok és az illesztett hiperbola a 9. ábrán látható.

KÖVETKEZTETÉSEK

Megállapítható tehát, hogy javasolt számítási módszerünk hasonló eredményre vezetett mind az alkalmi, mind a rendszeres autópálya-használók esetében. Kielégítő eredménnyel képes mo-

9. ábra: Autópálya-választás gyakorisága az utazási távolság függvényében, %; hiperbola $R^2=91,8$

dellezni az autópálya-választásra vonatkozó döntést az utazók átlagos utazási távolsága alapján, következésképpen nem szükséges az utazók egyéb (gazdasági, szociológiai stb.) jellemzőinek vizsgálata annak meghatározására, hogy milyen valószínűséggel használja a jelenlegi, „matricás” rendszerben a díjfizetős útszakaszokat.

S végül ezek után nézzük meg, hogy a görbék milyen viselkedést írnak le, s ez mennyire fogadható el logikusnak!

- a) Az úthossz növekedésével eleinte gyorsan növekszik az útdíjat fizetés valószínűsége. Ez érthető, hiszen egyrészt így az egy km-re jutó útdíj egyre kedvezőbb, másrészt egy hosszabb utazás során a gyorsforgalmi utak előnyei jobban érvényesülnek. Ráadásul a díjfizetős útszakaszok általában a településektől távolabb futnak, vagy legalábbis a rájuk történő felhajtáshoz sokszor kisebb-nagyobb kerülőket kell tenni, tehát egy rövid út megtételéhez sokszor aránytalanul sokat kellene csak a gyorsforgalmi út eléréséig utazni. Emiatt is sokkal valószínűbb, hogy a rövidebb utazásokhoz inkább használják a fő- és mellékútvonalakat.
- b) Az úthossz további növekedésével az útdíjat választás valószínűsége erősen közelít maximumához, a díjfizetős útszakaszt választók arányának növekedési üteme tehát csökken. Ez magyarázható egyrészt azzal, hogy egyre kevesebben vannak azok, akik a hosszabb távolság ellenére sem döntöttek a díjfizetés mellett, így a növekedés üteme matematikai törvényszerűségek következtében is csökken. Másrészt tovább csökkenti a növekedési ütemet az a kikérdezésekből ismert körülmény, hogy néhányan a díj nagyságától függetlenül elzárkóznak annak megfizetésétől.

- c) A rendszeres autópályahasználók körében az autópálya-választás már kisebb távolságnál is megfigyelhető és a „telítődés” is kisebb távolságnál bekövetkezik. Ez tökéletesen megfelel a tapasztalatoknak, ahol a rendszeres (azaz gyakori) autópálya-használat következtében az 1 km-re eső útdíj értéke alacsony. Elmondható tehát, hogy a mért adatokra legjobban illeszkedő görbetípus által leírt viselkedés a díjfizetési készség állapotságára vonatkozó tapasztalatokkal is összhangban van, ami alátámasztja az analitikus úton elért eredményt.

Mindezeket figyelembe véve a módszer alkalmas egy adott útdíjas autópálya-hálózat mellett az ugyancsak adott személygépköcsi célforgalmi mátrix kettébontására díjfizetős útszakaszt használók és nem használók rétegére. Az eljárást az Országos Célforgalmi Mátrix kalibrálása és validálása során sikerrel alkalmaztuk, a ráterhelési és tapasztalati forgalomnagyság-értékek összevetése alátámasztotta, hogy a módszer hűen adja vissza a valós folyamatokat.

SUMMARY

DETERMINATION OF THE PROPORTION OF TOLL ROAD USE

This paper introduces a method to model car drivers' decisions about using toll roads based on the results of the latest national household travel survey carried out in 2008. This information was essential to be able to decide what percentage of trips can be assigned to toll and alternative toll-free roads in the nationwide traffic model.

A TERVEZÉSI ÉS ÉPÍTÉSI KÖRÜLMÉNYEK HATÁSA A HAJLÉKONY BURKOLATOK EGYENETLENSÉGÉNEK VÁLTOZÁSÁRA

EFFECTS OF DESIGN AND SITE FACTORS ON ROUGHNESS DEVELOPMENT IN FLEXIBLE PAVEMENTS

SYED WAQAR HAIDER, KARIM CHATTI

JOURNAL OF TRANSPORTATION ENGINEERING, VOL. 135, 2009. 3, P. 112–120.

A cikk a tervezési és építési körülmények hatásával foglalkozik, a hajlékony burkolatok élettartama során kialakuló egyenetlenségváltozásokra figyelemmel. Az adatok a hosszú távú burkolatviselkedési program méréseiből származnak, melyeket a speciális burkolatállapot-vizsgálat keretében végeztek. Az adatok felhasználásával vizsgálták, hogy az aszfaltbeton felső réteg vastagsága, az alapréteg típusa, az alapréteg vastagsága és a víztelenítés milyen kapcsolatban áll az egyenetlenség növekedésével különböző helyszíni jellemzőkkel bíró hajlékony burkolatok esetén. A helyszíni jellemzők között az altalaj típusa és a klimatikus besorolás szerepelt. A speciális burkolatállapot-vizsgálati kísérleti mérések eredményeinek ez volt az első átfogó felhasználása, ezért egy részletes adatelemzési metodikát készítettek. A kutatási eredmények azt mutatták, hogy a tervezési jellemzők közül az alapréteg típusa gyakorolta a legnagyobb hatást az egyenetlenség

leromlására. Az aszfaltjellegű, bitumennel kezelt alaprétegek esetén mutatkozott a legjobb teljesítmény. A víztelenítés és az alapréteg típusa együttesen szintén fontos szerepet játszott a kezdeti egyenetlenség alakulásában, míg az alapréteg vastagságának hatása csak másodlagos volt. A helyszíni körülmények esetében a klimatikus viszonyok hatását találták jelentősnek. A nedves-fagyos zónában elhelyezkedő szakaszok burkolatán az egyenetlenség növekedése gyorsabbnak bizonyult. Általában a finom szemszerkezetű talajokon épített burkolatok egyenetlenségértékei voltak a legrosszabbak az időbeli elemzés során. A kutatás jelentős kölcsönhatásokat tárt fel a tervezési és az építési körülményeket tekintve, melynek ismerete elősegítheti a hajlékony burkolatok hosszú távú viselkedési teljesítményének növelését.

G. A.

A MAGYARORSZÁGOT ÉRINTŐ KÖZÚTI TRANZITFORGALOM FŐ ÁRAMLATAI

SZELE ANDRÁS¹

BEVEZETÉS

A cikk megírását az Országos Célforgalmi Felmérés keretében elkészített széleskörű és átfogó honnan–hová adatbázisban rejlő lehetőségek ihlették és annak vágya vezérelte, hogy a Magyarországon keresztül lebonyolódó – egyre nagyobb mértékű – tranzitforgalom alapkérdéseire megnyugtató választ kapjunk.

Ebben a cikkben arra keressük a választ, hogy a Magyarországot keresztező közúti tranzitforgalom mely nagyrégiók, országcsoportok között zajlik le, az egyes nagyrégiók között milyen mértékű forgalmi áramlatok jönnek létre, végül pedig sorra vesszük az ezen forgalmi áramlatok által használt magyar közúthálózati elemeket. A Magyarországra irányuló vagy innen induló forgalom nem képezte a vizsgálat tárgyát, erre csak a nagyságrendek összehasonlítása céljából térünk ki.

A vizsgálatot személy- és tehergépkocsikra külön-külön folytattuk le, már csak azért is, hogy az egyes relációkban felmérhessük a közúti személy- és teherforgalom közötti különbségeket.

AZ ADATFELVÉTELEK

Az Országos Célforgalmi Felmérés (OCF) adatfelvételei 2008 őszén kezdődtek, közel egy éves előkészítés után. Az országos közúti mátrix létrehozása érdekében jelentős forgalomszámlálások és kikérdezések zajlottak le ebben az időszakban. A felmérések egyik legfontosabb része a határokon átkelő forgalmakra irányult. Jelen cikk a teherforgalomra megnyitott 31 határátkelőhelyen elvégzett 12 órás forgalomszámlálás és kikérdezés eredményeit használja fel.

A felmért határátkelőhelyeken 3100 külföldi rendszámú személygépkocsi és 1650 tehergépkocsi célforgalmi adatait vettük fel. A legtöbb személygépkocsit (170 db) Hegyeshalomnál, a legtöbb tehergépkocsit (141 db) pedig Nagylaknál kérdeztük ki. A személygépkocsiknál a megkérdezett irányt tekintve a mintavétel aránya 6,5%–72,5%, mindkét irányt tekintve 3,2%–52% között mozgott.

A tehergépkocsiknál a megkérdezett irányban 3,8%–85,1%, a teljes forgalmat tekintve pedig 2,1%–34,4% közötti megkérdezési arányt értünk el. A mintavételi arányt és a mintasokaságot együtt tekintve ezek az értékek az elvárásoknak megfelelnek. A fő cél a külföldi rendszámú járművek adatainak felvétele volt, így a kérdőívek 18 nyelven (angol, bolgár, cseh, észt, francia, horvát, lengyel, lett, litván, német, olasz, orosz, román, szerb, szlovák, szlovén, török, ukrán) álltak rendelkezésre.

A TERÜLETI FELOSZTÁS

A tranzitforgalom eredő- és célpontjait jelentő nagyrégiók első közelítésben viszonylag egyszerűen meghatározhatók. Az összetartozó területeket a hasonló földrajzi és politikai-gazdasági helyzet,

illetve természetesen az elérhetőséget meghatározó közös útvonalak jelölik ki. A legfontosabb áramlatok beazonosítására az OCF határ-átkelőhelyi felmérései alapján készített adatbázis körültekintő tanulmányozása után került sor. A legfőbb, viszonylag pontosan elkülöníthető, a magyarországi tranzitforgalmat meghatározó területi egységeket az 1. táblázatban mutatjuk be.

Mint a táblázatban látható, a térségi besorolás nem teljes. Nem foglalkozunk Szlovéniával és Horvátországgal, és nem esik szó Ukrajnáról sem. Ennek fő oka az, hogy egyik ország sem terhel jelentős tranzitforgalmat Magyarországra. Ukrajna politikai-gazdasági helyzete meglehetősen labilis, a gazdasági mutatók gyengék, így jelenleg nem tud jelentős külkereskedelmet folytatni. Szlovénia és Horvátország számára a közelebbi nyugat-európai piacok az elsődlegesek, ráadásul Szlovénia is sokkal inkább tranzitországgá vált az utóbbi időben.

A forgalmi körzetek voltak az országos célforgalmi mátrix alapvető területi egységei, így ebben a kutatásban is ezeket vontuk össze nagyrégiókká, illetve országcsoportokká (lásd pl. az 1. ábrán).

A VIZSGÁLAT MÓDSZERTANA

Az OCF kapcsán létrehozott adatbázisban minden megkérdezett járműhöz kapcsolódik az indulás, az érkezés és a magyar határ átlépésének helye, továbbá rendelkezésre áll az adott keresztmetszetben megszámlált forgalom is.

A feladat megoldásának első lépéseként az egyes nagyrégiókból más nagyrégiókba tartó járműmozgásokat válogattuk le. A leválogatott elemek száma az adatfelvétel 12 órája (6:00–18:00) alatt megkérdezett járművek számát adta, ezért ezt felszoroztuk a 24 órás forgalomhoz, majd a mintavétel arányával is, hogy a teljes forgalmi áramlatot leképező adatot kapjunk. Az országos célforgalmi mátrix létrehozásának érdekes lépése volt ezen szorzószámok előállítás, ugyanis a mintavétel arányában való felszorozás szorzószámai határátkelőnként különböztek, a 24 órára való felszorozás szorzóit pedig néhány határátkelőhelyen felvett 24 órás számlálás alapján határoztuk meg.

Ezek után tehát készen állt a Magyarországot érintő személygépkocsi- és tehergépkocsi-tranzit honnan–hová mátrix a meghatározott hat nagyrégióra. Ezeket a mátrixokat a 2. és 3. táblázat mutatja be.

Mint látható, a létrehozott mátrixoknak több üres elemük van és vannak olyan elemek, amelyeknek üresnek kellene lenniük és mégsem azok.

A HONNAN–HOVÁ MÁTRIXOK

A mátrixokat vizsgálva számos következtetést levonhatunk. A legfontosabb tény, hogy Magyarországot egy átlagos hétköz-

¹ Tudományos munkatárs, KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.; e-mail: szele.andras@kti.hu

1. táblázat: A vizsgálathoz alkalmazott nagyrégiós területi beosztás fontosabb adatai

Nagyrégió, országcsoport neve	Magyarországhoz vezető út	Politikai-gazdasági helyzet	Földrajzi helyzet	Országok, ország-részek	Magyarországot tranzitban érintő	
					személygépkocsi	tehergépkocsi
Balkán	Románia déli részén keresztül	uniós tagok és az unióhoz erősen kötődő országok	a Balkán félsziget keleti oldala	Románia déli fele, Bulgária, Görögország, Törökország	1200	2800
Erdély	Erdélyből Magyarországra tartó főutak	uniós tagok és az unióhoz erősen kötődő országok	a Kárpát-medence keleti része + Moldova	Erdély, Szatmár, Bihar, Moldova	1200	1600
Északi országok	Magyarország északi határához vezető utak	uniós és schengeni tagországok	Magyarországtól északra fekvő területek	Szlovákia, Csehország, Lengyelország, balti államok	500	2900
Latin országok	Szlovénián keresztül	uniós és eurót használó schengeni tagországok	Délnyugat Európa	Olaszország, Spanyolország, Portugália, Franciaország déli része	1800	2400
Nyugati országok	Magyarország nyugati határához vezető autópályák	uniós és eurót használó schengeni tagországok	Nyugat-Európa	Ausztria, Németország, Hollandia, Nagy-Britannia, Dánia, Franciaország északi része	4800	4400
Szerbia	Szerbián keresztül	nem uniós tag országok	a Balkán-félsziget középső része	Szerbia, Montenegró, Bosznia-Hercegovina, Albánia	700	400

napon mintegy 10 ezer személygépkocsi és csaknem 15 ezer tehergépkocsi szeli keresztül. Ez utóbbiak 83%-a D4 díjfizetési kategóriába tartozó nehéz-tehergépkocsi, azaz naponta mintegy 12,5 ezer kamion halad át Magyarországon.

A tranzitforgalom – többnyire túlbecsült – nagyságrendjét jól mutatja, hogy a 10 ezer tranzit-személygépkocsi mellett mintegy 60 ezerre tehető a személygépkocsival lebonyolított, magyarországi céllal és kiindulási ponttal rendelkező utazások száma. Mindez elsősorban kishatárforgalmat jelent, amelyben meghatározó szerepe van Sopronnak, Komáromnak és Esztergomnak.

A teherforgalomnál más a helyzet, és mások az arányok is: itt a 15 ezer tranzitutazásra mintegy 25 ezer magyarországi célú vagy kiindulási pontú utazás jut, azaz a magyarországi cél- és eredő-forgalom itt is nagyobb, de itt hangsúlyosabb a tranzitforgalom.

Az egyes forgalmi áramlatokat a következő elemzésben az egyes nagyrégiópárok közötti induló forgalmak összegeként értelmezzük, így például az Erdélyből a nyugati országokba tartó 1250 jármű és a nyugati országokból Erdélybe tartó 12 500 jármű összege teszi ki az Erdély–nyugati országok közötti forgalmi áramlatot.

A SZEMÉLYGÉPKOCSI-MÁTRIX JELLEGZETESSÉGEI

A személygépkocsi-mátrixból (2. táblázat) jól látható, hogy az egyik legfontosabb forgalmi áramlat a Balkán és a nyugati országok között bonyolódik le, ez naponta mintegy 2500 személygépkocsit jelent, amely az M1 és M5 autópályát használja. Budapestet az átutazók vagy az M0-on kerülik ki, vagy áthaladnak a városon, ez utóbbi jelenség hétfévente és éjszakánként a budapesti Hegyalja úton jól érzékelhető. A nyugati határszélen ez az áramlat túl-

2. táblázat: Erdély Magyarországot érintő személygépkocsi- és tehergépkocsi-tranzitforgalma

Honnan	Hová						Összesen
	Balkán felé	Erdély felé	Észak felé	Latin országok felé	Nyugati országok felé	Szerbia felé	
Balkán felől	0	0	100	500	1250	0	1 850
Erdély felől	0	0	150	600	1250	0	2 000
Észak felől	100	150	150	0	100	100	600
Latin országok felől	500	600	0	0	0	0	1 100
Nyugati országok felől	1250	1250	100	0	1100	350	4 050
Szerbia felől	0	0	100	0	350	0	450
Összesen:	1850	2000	600	1100	4050	450	10 050

3. táblázat: Magyarország átlagos hétköznapi tehergépkocsi-tranzitmátrixa

Honnan	Hová						Összesen
	Balkán felé	Erdély felé	Észak felé	Latin országok felé	Nyugati országok felé	Szerbia felé	
Balkán felől	0	0	900	650	1800	0	3 350
Erdély felől	0	0	500	500	950	0	1 950
Észak felől	950	450	0	1000	300	200	2 900
Latin országok felől	700	550	1000	0	0	0	2 250
Nyugati országok felől	1800	1000	300	0	0	400	3 500
Szerbia felől	0	0	200	0	400	0	600
Összesen:	3450	2000	2900	2150	3450	600	14 550

nyomó részben Hegyeshalomnál jelenik meg, a keleti határokon pedig Nagylak, esetenként Röske vagy Gyula a határátlépés pontja. A határátkelőhelyekhez vezető – 43., illetve 44. számú – főutak forgalmi terhelésének jelentős részét ez a forgalom teszi ki.

Naponta mintegy 2500 személygépkocsi forgalma figyelhető meg Erdély és a nyugati országok között. Ez az áramlat főként Hegyeshalom és Ártánd között használja a hazai úthálózatot, elsősorban az M1 – M0/Budapest – 4. sz. főút útvonalon, de használatos még a keleti határok közül Nagylak is.

Kiemelhető még a latin országok és Erdély, illetve a Balkán közötti kapcsolat: mindkettő 1000–1200 személygépkocsi/nap forgalmat jelent, és ami közös bennük, hogy a forgalom főként Nagylak/Ártánd és Hegyeshalom között zajlik le, de számos más nyugati határátkelőhely is (Rábafüzes, Tornyszentmiklós, Rédics) fontos és egyre fontosabb szerepet játszik. Itt célszerű kiemelni, hogy az M7, M70 autópályák, illetve ezek szlovén továbbvezetése éppen az adatfelvételek idején készült el, így a feltehetően Tornyszentmiklós irányú igen jelentős átrendeződésnek csak az első jeleit tapasztalhattuk. Ennek a forgalmi áramlatnak túlnyomó része 2010-ben már az M7, M70 autópályákon bonyolódik le.

Valamelyest meglepő, hogy Szerbia (és a mögöttes országok) milyen csekély személygépkocsi-tranzitot jelent az átlagos napokon. Itt természetesen nem a nyugati országokban dolgozó vendégmunkások nyári szabadságolási idejéről beszélünk. A napi mintegy 900 személygépkocsi – amelynek túlnyomó része nyugat-európai irányultságú – eltörpül a Balkán és főként a Románia felől érkező forgalom mellett.

Hasonlóan kicsiny az északi országok személygépkocsi-tranzitja. Ez az áramlat mintegy 1200 járművet tesz ki, és nincsen egyetlen, kiemelkedően markáns irány sem, ráadásul ez a forgalom a nagyon hosszú, tíz határátkelőhellyel rendelkező északi határszakaszon jelentkezik, tehát az egyes átkelőkön alig észrevehető. A nyári időszak feltehetően itt is más képet mutat: az Adriára, illetve az Olasz- és Spanyolországba nyaralni tartó forgalom egyes útjainkon (86. sz. főút, M7) már jelentős terhelést okoz.

A mátrix főátlójának nulla közeli elemeket (elvileg nullákat) kellene tartalmaznia, azonban ez ebben az esetben nem így van: két olyan forgalmi áramlat is van, amely Magyarországon keresztül saját kiindulási területére tart.

Az első az Észak–Észak kapcsolat 150 eleme. A részletes vizsgálatok szerint ezek Szlovákia–Szlovákia utazások, mégpedig főként Komárom–Pozsony és Kassa–Pozsony utazások.

A második ilyen az 1100 elemű nyugati országok–nyugati országok kapcsolat, amely a Kópháza, Sopron, Kőszeg határátkelőhely-hármasra korlátozódik, és lényegében Burgenland különböző területei között lejártszódó, általában rövid utazásokat takar.

Mint az utolsó két példa mutatja, a szomszédos országokban már felfedezték a magyar úthálózat számukra nyújtott előnyeit és tömegesen használják a mindennapokban.

A TEHERGÉPKOCSI-MÁTRIX JELLEGZETESSÉGEI

A tehergépkocsi-mátrix legmarkánsabb eleme a nyugati országok és a Balkán között lebonyolódó 3600 tehergépjármű/nap forgalom. Ezek azok a kamionok, amelyek megtöltik az M5, az M0 és az M1 külső sávjait, és alapjaiban határozzák meg Magyarország teherforgalmát. A keleti határszélen az áramlat fő határátlépési pontja Nagylak (és „menekülőútként” Gyula), a nyugati határszélen pedig Hegyeshalom és jóval kisebb mértékben Rajka. Az M43 autópálya átadása után a gyulai határátkelőhelyen a nemzetközi tranzitforgalom várhatóan jelentősen visszaesik, és hosszú időre a Nagylak–M5–M0–M1–Hegyeshalom útvonalat jelenti majd a balkáni folyosó legfontosabb útvonalát. Ezt a jelenséget erősíti tovább az útvonal leggyengébb láncszemét jelentő M0 déli szektorán jelenleg is zajló kapacitásbővítés.

Jelentősen kisebb, de nagyságrendileg hasonló terhelést jelent az Erdély és a nyugati országok között lebonyolódó teherforgalom, amely mintegy 2000 jármű/nap nagyságú. A meghatározó határátlépési pont a keleti határon Ártánd (és kisebb részben Nagylak), a nyugati határon pedig Hegyeshalom, illetve – megint csak kisebb részben – Rajka. A határátlépés helyszínéből következik, hogy ez a forgalom elsősorban a 4. számú és a 405. számú főutakat használja az M0, majd az M1 elérésére, tehát a 4. számú főút fejlesztéseit (elkerülők, négysávúsítás, burkolatmegerősítések) ez a forgalom kényszeríti ki.

Nagyon fontos az északi országok és a latin országok között húzódo teherforgalmi áramlat, amely naponta mintegy 2000 tehergépjárművet jelent. Ez a forgalom Rajka és Rédics között jórészt az erre teljesen alkalmatlan 86. számú főúton bonyolódik le. Ennek a forgalomnak köszönhető a 86. sz. főút autópályává fejlesztési szándéka, illetve a 30 km/h sebességkorlátozások a Győr–Moson–Sopron megyei, vasi és zalai falvak belterületén.

Meglepően erős a Balkánt és Erdélyt az északi országokhoz kötő közúti teherforgalom. Az északi országok és a Balkán között

1850 tehergépkocsi/nap, az északi országok és Erdély között pedig 950 tehergépkocsi/nap értéket számoltunk. A fő határátlépési pontok az északi határon Rajka, Tornyosnémeti és Sátoraljaúj hely, a keleti határon pedig Ártánd és Nagylak. E kamionok egy része okozza Tokaj forgalmi problémáit.

Napi 1350, illetve 1050 kamion terhel a magyar közúthálózatra az elmúlt évtizedben nagyon megerősödött Balkán–latin országok és az Erdély–latin országok kapcsolat. A keleti határon Nagylak és Ártánd a belépési pont, a nyugati oldalon pedig az M7–M70 útvonalat és Tornyiszentmiklóst használják.

Szerbia és a nyugati országok között mintegy 800 tehergépkocsi közlekedik egy átlagos napon.

A SZEMÉLYGÉPKOCSI- ÉS A TEHERGÉPKOCSI-MÁTRIXOK ÖSSZEVETÉSE

Az előző pontokban külön-külön elemeztük a Magyarországot érintő személygépkocsi- és a tehergépkocsi-tranzitmátrixokat. Ebben a pontban arra teszünk kísérletet, hogy megkeressük a legfontosabb kapcsolatokat, és megvizsgáljuk, hogy ezekben a kapcsolatokban mennyiben más a személygépkocsi és a tehergépkocsi forgalmi áramlatainak iránya, nagysága és útvonalválasztása.

A létrehozott mátrixokból jól látszik, hogy Magyarországon keresztül hat nagyrégió bonyolít le közúti kapcsolatokat. Az is meglehetősen egyértelmű, hogy Szerbia ezek közül a legkevésbé erőteljes résztvevő, a politikában lassan javuló kapcsolatok még nem éreztetik hatásukat a gazdaságban, s így a közutakon sem. Így tehát lényegében öt nagyrégió (Balkán, Erdély, északi országok, nyugati országok és latin országok) egymás közötti közúti kapcsolatait érdemes vizsgálni. A valóban hangsúlyos és érdekes kapcsolatok száma azonban nem túl nagy, a mátrixok tanúsága szerint a következő kapcsolatoknak van valódi súlya:

- a Balkán és az északi, nyugati és latin országok közötti,
- az Erdély és az északi, nyugati és latin országok közötti,
- az északi országok és a latin országok közötti forgalmi kapcsolatok.

Ezeket a kapcsolatokat fölrajzoltuk, hogy a nagyságrendek és az egymáshoz való arányok jobban szembejűnjenek. Egy ábrára kerültek forgalmi kapcsolatonként a személygépkocsi és a tehergépkocsi forgalmi áramlatai, így a szemléltetés mellett lehetővé vált az összehasonlítás is.

Először a Balkánról induló és oda érkező tranzitforgalmakat vizsgáljuk meg. Ehhez lesz segítségünkre az 1. ábra.

Rögtön szembejűnik az ábráról, hogy a teherforgalom minden forgalmi áramlatnál sokkal erősebb, mint a személygépkocsi-forgalom, ami a szoros gazdasági kapcsolatokat bizonyítja.

Különösen szembejűnik ez a tény az északi országokkal való kapcsolatnál, ahol majdnem tízszeres a különbség a teherforgalom javára. A térséget a legerősebb kapcsolat a nyugati országokhoz fűzi. Némileg meglepő, hogy az északi országok felé nagyobb a teherforgalom, mint a latin országokhoz fűződő kapcsolat. A személygépkocsi-forgalom is igen jelentős, a napi szintű tranzit ezres nagyságrendje szoros kapcsolatokról árulkodik.

Az itt vizsgált forgalmak túlnyomó része megjelenik a nagylaki határátkelőn, az M5 autópályán és az M0 autóúton is. Érdemes azonban felhívni a figyelmet arra, hogy az M8, M9 tervezett autótutak megépítése a latin országokkal való kapcsolatban alap-



1. ábra: A Balkán Magyarországot érintő személygépkocsi- és tehergépkocsi-tranzitforgalma



2. ábra: Erdély Magyarországot érintő személygépkocsi- és tehergépkocsi-tranzitforgalma



3. ábra: Az északi országok Magyarországot érintő személygépkocsi- és tehergépkocsi-tranzitforgalma

vető útvonal-módosulást eredményez majd, és felértékeli az új, gyűrűs hálózati elemeket, egyidejűleg az M0 bizonyos mértékig tehermentesülhet.

A Balkán és az északi országok között látható kapcsolat nagyságrendjét tekintve (és Erdély ez irányú kapcsolatát is figyelembe véve) már érdemes volna egy magasabb színvonalú közúti kapcsolat kiépítése az M36–M3–M30 folytatásában Szlovákia felé. (2. ábra)

Erdély európai kapcsolatai valamelyest szerényebbek a Balkánnál, de ha a terület népességét is figyelembe vesszük, akkor akár még intenzívebbnek is mondhatók. A teherforgalmi kapcsolatok sokkal kiegyenlítettebbek, de még ennél is látványosabb, hogy a személygépkocsi-forgalom nagyságrendileg megközelíti a teherforgalmat. Az északi országokkal való kapcsolatban itt is sokkal markánsabb az áruszállítás szerepe (3. ábra).

Ezek a forgalmi áramlatok elsősorban a 4. számú főúton okoznak problémákat, és a jelenlegi helyzetben túl sok változás nem várható, mivel az M31 átadása után is jelentősen hosszabb lesz az M3 felé az Erdély–M0 közötti kapcsolat, így a teherforgalomnak ez nem lesz valódi alternatíva.

Amint az jól látható, az északi országok szempontjából Magyarország elsősorban a teherforgalmi tranzit miatt érdekes. Az ábra többé-kevésbé szimmetrikus: Erdély és a nyugati országok felé nem túl jelentős teherforgalom látható, amit harmad akkora személygépkocsi-forgalom kísér.

A latin országok és a Balkán felé egyaránt mintegy 2000 tehergépkocsi/nap forgalom bonyolódik le, amit lényegében elhanyagolható személygépkocsi-forgalom egészít ki. Az Erdéllyel és a Balkánnal való kapcsolatot az előző bekezdésekben már taglaltuk, itt tehát elsősorban a latin országok felé való túllontúl jelentős teherforgalom kérdése releváns.

Ekkora kamionforgalmat nem ilyen célokra kiépített főútra engedni nem lenne szabad, ugyanakkor a 86. sz. főútnak – Magyarország területén – nincs alternatívája. Így hát két választásunk van: vagy megépítünk tucatnyi települési elkerülőt számos előzési szakasszal és burkolatmegerősítéssel vagy adminisztratív/közgazdasági módszerekkel igyekszünk távol tartani ezt a forgalmat a közúthálózatunktól, s a már nyugatabbra kiépített, párhuzamos gyorsforgalmi úthálózatra terelni.

Magyarország az első variációt választotta, és Vátnál már meg is épült az első gyorsforgalmi útszakasz – a külföldi kamionoknak. A tervek szerint 2010 nyarán adják át a Szelestét elkerülő utat, és az elmúlt időszakban rohamlépésben folytak a többi elkerülő szakasz tervezési munkálatai is. A 86. számú főút gyorsforgalmi úttá való átépítésére fordított összegekből alighanem többször is meg lehetne valósítani az egyébként kötelezően kiépítendő használatarányos útdíj infrastruktúráját.

SUMMARY

THE CHARACTERISTICS OF THE MAIN FLOWS OF ROAD TRANSIT TRAFFIC THROUGH HUNGARY

The latest National Travel Survey contains data on transit trips made by lorries and passenger cars, which renders the examination of the intensity and directions of transit traffic through Hungary possible. This paper presents the analysis of transit traffic between macro-regions and country groups and a detailed study of the most important connections. An attempt to quantify the extent of traffic of passenger cars and lorries was also made.

KÖZÚTI BIZTONSÁG – ÚJ PIARC ÚTMUTATÓK

ROAD SAFETY – A NEW SET OF PIARC GUIDELINES

MICHELLE BARAN

ROUTES / ROADS NO. 342. 2009. 2. P. 46-59. Á:7, T:1, H:1.

Az Útügyi Világszövetség (PIARC) közúti biztonsággal foglalkozó munkabizottsága 2004–2007 között hat útmutatót adott ki, melyek az aktuális közúti közlekedésbiztonsági helyzet javítását szolgálják korszerű eszközökkel és módszerekkel. A cikkben ismertetett útmutatók:

- az emberi tényező figyelembe vétele a biztonságosabb infrastruktúráért,
- a közúti biztonsági audit,
- a közúti biztonsági felülvizsgálat,
- PIARC tervezési megoldások katalógusa – biztonsági problémák és lehetséges intézkedések,
- közúti balesetek elemzése útmérnökök számára,
- az intelligens közlekedési rendszerek (ITS) előnyei a biztonság javítására.

Az emberi tényezőkkel foglalkozó útmutató fő célja a megelőzés az úthasználó barát és önmagát magyarázó utak tervezésével. Az emberi érzékelés sajátosságai miatt a közút használata során megfelelő

idő és látótér álljon rendelkezésre a logikus következtetéshez. A kisebb hibák elkövetése esetén az úgynevezett megbocsátó út tervezése segíthet a balesetek megelőzésében. A közúti biztonsági audit, a közúti biztonsági felülvizsgálat és a jó tervezési megoldások együttesen szolgálják a közúti biztonság javulását. Az audit a tervezés időszakában, a felülvizsgálat az építés után az üzemeltetés alatt szigorú módszertannal elemzi a biztonságot befolyásoló tényezőket. A tervezési megoldások között szereplő intézkedések esetenként 5–10%-kal (jelzések korrekciója, látótávolság biztosítása) de akár 10–50%-kal is (védőkorlátok elhelyezése, szabad kifutó területek építése) csökkenthetik a balesetek számát. Az útmutató az intézkedések várható előnyeit is feltünteti. A közúti balesetek mérnöki szemléletű vizsgálata az ütközési (kollíziós) diagramok alkalmazásával és elemzésével fontos szempontokra hívja fel a figyelmet, emellett lehetővé teszi a megvalósult beavatkozások hatásának értékelését.

G. A.

HIRDETÉS



A BUDAPESTI MŰSZAKI- ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
ÉPÍTŐMÉRNÖKI KAR
ÚT ÉS VASÚTÉPÍTÉSI TANSZÉK

**A BME Építőmérnöki Kar
Vasútervezési és -üzemeltetési szakirányú (MSc)
szakmérnökképzést hirdet
2011. februári kezdéssel**

A jelentkezés feltétele

- **szerkezet-építőmérnöki**
- **infrastuktúra-építőmérnöki mesterképzési szakon vagy**
- **építőmérnöki egyetemi szintű szakon szerzett oklevél**

Képzés időtartama, gyakorisága: **3 féléves, félévenként 90 óra,**

Jellemzők: **félévenként átlagosan 4 vizsga, 30 kreditpont**

Helyszíne: BME

A záróvizsgára bocsátás feltételei

- **a három félév félévközi követelményeinek teljesítése, érdemjegyeinek megszerzése**
- **a szakdolgozat beadása**

A szakképzettség oklevélben szereplő megnevezése:

VASÚTTERVEZÉSI ÉS -ÜZEMELTETÉSI SZAKMÉRNÖK

A képzés indításának feltétele: **a képzés 30 fő jelentkezése esetén indul**

A költségtérítés összege: **200 ezer Ft/félév**

A jelentkezés módja és feltételei

- **A tanszék honlapjáról letölthető „Jelentkezési lap” kitöltése**
- **A végzettséget tanúsító oklevél másolata**

ÉRDEKLŐDNI LEHET:

Kapcsolattartó: **Dr. Fazekasné Németh Franciska**, Cím: 1111 Budapest, Bertalan Lajos 2.

Tel/fax: (1) 463-3801, (1) 463-3802; E-mail: fazekasne@lab.uvt.bme.hu

Szakfelelős: **Dr. Kormos Gyula** (+36-70-22-22-691)

Bővebb információ a honlapunkon: www.epito.bme.hu/uvt/ letöltesek menüpontját választva

JELENTKEZÉSI HATÁRIDŐ: 2010. december 15.

700 Ft