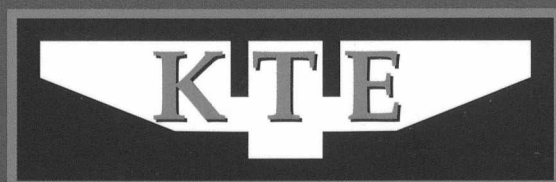


2014. Lx.

LXIV. ÉVFOLYAM 2. SZÁM  
2014. ÁPRILIS

# KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE



A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET SZAKLAPJA  
ALAPÍTVÁ 1951-BEN



HungaroControl Zrt.

# HungaroControl

Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt.

A HungaroControl Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt. világszínvonalú technológiája, élenjáró fejlesztései és szolgáltatásai révén a nemzetközi légiforgalmi irányítás egyik legpontosabb, leghatékonyabb és legmegbízhatóbb szolgáltatója, az Egységes Európai Égbolt keretében zajló uniós integráció aktív regionális kezdeményezője, együttműködő partnere.

Az EUROCONTROL statisztikái és előrejelzései szerint Európa felett évente csaknem tízmillió járat közlekedik, ám ez a szám a következő húsz évben akár meg is duplázódhat. Az elmúlt években a HungaroControl több olyan jelentős beruházást indított el, amelyek légi navigációs szolgáltatásainak fejlesztését célozzák, garantálják a növekvő légi forgalom biztonságos kezelését, és egyben elősegítik a küszöbön álló uniós integráció sikerét.

Hagyományos légiforgalmi irányító szolgáltatásainak, műszaki-technológiai háttérének továbbfejlesztése mellett a HungaroControl egyik stratégiai célkitűzése, hogy az elkövetkező két-három évben partnereivel közösen egy regionális, közép-európai légi navigációs tudásközpontot hozzon létre. Az új irányító központ átadása lehetővé tette, hogy a HungaroControl egy helyre – az ANS felszabaduló épületbe - telepítse innovációs vállalkozásait. A tudásközpont kialakítását a légi navigációt támogató kutatás-fejlesztés, szimuláció és képzés iránti növekvő nemzetközi piaci kereslet alapozza meg, amelyet részben éppen az európai integráció és a funkcionális légtérblokkok létrehozása generál.

A HungaroControl célja valamennyi beruházásával az, hogy a hét közép-európai országot tömörítő regionális együttműködés, a közép-európai funkcionális légtérblokk (FAB CE) kiváló szolgáltatásokat nyújtson és a legmagasabb műszaki-technológiai színvonalon működjön.

A HungaroControl fejlesztéseivel folyamatosan megjelenik a nemzetközi fórumokon, így bemutatta az új magyar fejlesztéseket a madridi légi navigációs expón.

A HungaroControl kutatás-fejlesztési és szimulációs központjának (Centre of Research, Development and Simulation – CRDS) új termékeivel és szolgáltatásaival jelent meg a légiközlekedési szektor rangos szakmai seregszemléjén.

A CRDS segítségével a légiforgalmi irányító szervezetek modellezik és szimulálják az új eljárások és eszközök (CSO, PBN, CPDLC) bevezetését, hogy így a lehető legoptimálisabban használják azokat saját légtérükben.

A CINEMA (CRDS Interactive Stress Management) a HungaroControl által kifejlesztett interaktív stresszkezelő tréning. A háromnapos kurzus célja a légiforgalmi irányítók stressz kezelési készségeinek fejlesztése hozzájárulva ezzel is a repülésbiztonság és a hatékonyság javításához.

A kiállításon a HungaroControl bemutatta a világ egyik legfejlettebb légi navigációs szoftverét, a MATIAS-t (Magyar Automated and Integrated Air Traffic System). További érdekes színfoltja a magyar léginavigációs szolgálat madridi kiállítóterének a HungaroControl mérnökei által kifejlesztett MergeStrip elnevezésű úttörő jellegű forgalomtervezési koncepció és támogató szoftver, amely a repülőterre érkező gépek folyamatos süllyedését, és így optimális üzemanyag-felhasználását segíti elő.



ISO 9001:2000  
Quality System Certificate

HungaroControl Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt. | 1675 Budapest, Pf. 80  
ceo@hungarocontrol.hu | www.hungarocontrol.hu  
E-mail: info@hungarocontrol.hu  
Telefon: (06 1) 293 4444

**KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE**

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

Megjelenik kéthavonta  
 www.ktenet.hu

**ALAPÍTOTTA:**

a Közlekedéstudományi Egyesület

**SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:**

Kövesné Dr. Gilicz Ewa elnök  
 Dr. Katona András főszerkesztő

Dr. Békési István

Berta Tamás

Bretz Gyula

György Tibor

Horváth Lajos

Dr. Ivány Árpád

Mészáros Tibor

Dr. Prileszky István

Szécsey István

Szűcs Lajos

Dr. Tanczos Lászlóné

Dr. Tóth János

Dr. Tóth László

**SZERKESZTŐSÉGI TITKÁR:**

Ráczné dr. Kovács Ágnes

Tel./Fax: 353-2005, 353-0562

E-mail: szemle@ktenet.hu

**SZERKESZTŐSÉG:**

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

**FELELŐS KIADÓ:**

Dr. Tóth János,

a Közlekedéstudományi Egyesület főtítkára

**KIADJA:**

Közlekedéstudományi Egyesület  
 1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. 235.

**MEGBÍZOTT KIADÓ:**

Press GT Kft.

1139 Budapest, Üteg u. 49.

Tel.: 349-6135

E-mail: info@pressgt.hu

**NYOMDAI KIVITELEZÉS:**

Informax Millenium kft.

Felelős nyomdavezető: Bocskay Endre.

**TERJESZTŐ:**

Magyar Posta Zrt. Központi Hírlap Iroda  
 Előfizethető a Közlekedéstudományi Egyesületnél

Egy szám ára: 1380 Ft, Éves előfizetés: 8280 Ft

Egyéni KTE tagnak tagdíjjal: 5140 Ft

Nyugdíjas és diák KTE tagnak tagdíjjal 4640 Ft

ISSN 0023 4362

A Közlekedéstudományi Szemlét vagy annak részleteit a Szerkesztőbizottság írásos engedélye nélkül bármilyen formában reprodukálni és közölni tilos.

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

A lap egyes számai megvásárolhatók  
 a Közlekedéstudományi Egyesület Titkárságán  
 (1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. 235.),

**TARTALOM**

**Iván Gabriella – Dr. Koren Csaba**

Lakott terület vagy külterület?

Hogyan érzékelik az úthasználók az átmeneti zónákat? 4

**Prof. Dr. Zobory István**

A vontatási energetika első főfeladatának megoldása 17

**Dr. Erdősi Ferenc**

Törökország kulcsszereplővé válik-e az eurázsiai tranzitban? 31

**Dr. Csizsár Csaba – Dr. Westsik György**

A közlekedési informatika

kutatása, oktatása a BME

Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági

Tanszékén 44

**Kovács Gergely**

Hozzászólás Polányi Péter:

„Kerékpárutak – tévutak?” c.

Cikkéhez 53

**Melléklet**

**Közlekedésbiztonság – Közlekedési**

**környezetvédelem**

Prof. Dr. Holló Péter – Kiss Diána Sarolta

Fókuszban a súlyos sérülések 57

**Tisztelt Olvasó!**

A Közlekedéstudományi Szemle 2013. évi számai már nem csak nyomtatott, hanem digitális változatban is olvashatók. A [www.dimag.hu](http://www.dimag.hu) portálon kiválasztható az az eszköz – Pc, tablet, „okos telefon” – amire a lapot le szeretné tölteni, előfizetésre pedig bankkártyás fizetéssel van lehetőség. A digitális változat előfizetési díja 8280 Ft helyett csak 6000 Ft évente, KTE egyéni tagnak tagdíjjal 4640 Ft. Az előfizetőknek a portál automatikusan jelzi az új lapszám megjelenését. Valamennyi letöltött lapszám tartalma a továbbiakban egy helyen, az Ön által használt elektronikus eszközzel optimalizálva lesz elérhető az Ön számára! Várjuk Önt is digitális számaink előfizetői között!

**Üdvözlettel:**

*A Szerkesztőbizottság*

# Lakott terület vagy külterület? Hogyan érzékelik az úthasználók az átmeneti zónákat?

A közlekedésbiztonság szempontjából jelentős téma a szakemberek érdeklődésére méltán számot tarthat. A bemutatott és alkalmazott módszerek innovatív jellege különösen értékes.

Az eredmények és a levont következtetések nagymértékben segíthetik mind az elméleti mind a gyakorlati közlekedésbiztonsági munkát. Értékes ábrák és fényképek segítik a jobb megértést.

**Iván Gabriella — Dr. Koren Csaba**  
egyetemi tanársegéd  
Széchenyi István Egyetem  
e-mail: ivang@sze.hu,

egyetemi tanár  
Széchenyi István egyetem  
koren@sze.hu

## 1. BEVEZETÉS

Az utak forgalomszabályozásáról és a közúti jelzések elhelyezéséről szóló rendelet szerint [1] a lakott területre vonatkozó közlekedési szabályok hatályát a „Lakott terület kezdete” jelzőtáblával kell elrendelni és a „Lakott terület vége” jelzőtáblával kell megszüntetni. A lakott területek kijelölésénél figyelemmel kell lenni a közút forgalmának és a szabályozásba bevonandó terület lakóinak biztonságára, a beépítettség jellegére, az útkörnyezet lakott területre jellemző kiépítettségére (például járda, közvilágítás, útsatlakozások és kapubehajtók sűrűsége). Ebből a megfogalmazásból látható, hogy a lakott terület kijelölése, – ami egyben sebességkorlátozást jelent – sok tényező mérlegelését követeli meg és nem mindig egyszerű feladat.

A sebességhatárok szerepe általában az, hogy tájékoztassa a gépjármű vezetőjét az átlagos körülmények közötti biztonságos haladási sebesség mértékéről. Tudjuk azonban azt is, hogy a korlátozás nem vezet automatikusan a kívánt sebesség betartásához. Ha a gépjárművezetők úgy vélik, hogy a megengedett sebesség hiteltelen vagy nem megfelelő az adott útszakaszra, akkor figyelmen kívül hagyják a korlátozást és saját döntést hoznak.

A gépjárművezetők által megválasztott menetsebesség leginkább a közút környezetének kialakításától és a pillanatnyi forgalmi körülményektől függ [2]. Az úthasználók által választott sebesség meghatározása hagyományosan sebességmérésel történik. Az utóbbi időben viszont több külföldi tanulmány alkalmazta azt a módszert, hogy egy-egy útkialakítást (road scene) bemutató fényképek alapján kérdezik meg a vizsgált személyeket a sebességválasztásról [3, 4, 6].

A vezetési hibák elkerülése érdekében az útnak és az út menti környezetnek önmagát magyarázóknak kell lennie. A tipikus külterületi és lakott területi útkialakítás között általában éles különbségek vannak, ezért a járművezetők könnyen meg tudják különböztetni azokat egymástól. A települések be-, illetve kivezető szakaszán, az ún. átmeneti zónában viszont gyakran előfordul olyan útszakasz, amely nem egyértelmű, a járművezetők felé nem küld félreérthetetlen jeleket arról, hogy milyen haladási sebességet kell választaniuk az adott útszakaszon. Ez a bizonytalanság a sebességek szórásában tükröződik, ami önmagában egy rizikófaktor.

A cikk két különböző módszert mutat be az átmeneti zónákban a járművezetők bizonytalanságának számszerűsítésére.

## 2. ONLINE KÉRDŐÍVES FELMÉRÉS A SEBESSÉGVÁLASZTÁSRÓL

Az említett kutatásokhoz hasonlóan a sebességeket és azok szórását online kérdőíves felméré-

réssel tanulmányoztuk. A résztvevők különböző közúti keresztmetszetekben készült fényképeket kaptak, amelyek valódi közúti helyzeteket ábrázoltak a magyar utakon. A képek véletlenszerű sorrendben következtek egymás után, annak érdekében, hogy kizárható legyen a sorrend hatása. Minden egyes kép esetében a résztvevőknek arra a kérdésre kellett választ adniuk, hogy milyen haladási sebességet választanának az adott helyzetben. A résztvevőket természetesen nem tájékoztattuk az adott útszakaszokhoz tartozó megengedett legnagyobb sebesség értékéről. Korábban rámutattunk, hogy mind az átlagsebességek, mind a sebességek szórása tekintetében egyezés van a kérdőíves felmérés és a műszeres sebességmérések között [5].

A teljes kérdőív 45 db fényképet tartalmazott, de a kutatás ezen részéhez a vizsgált kilenc kategóriából csak hármat használtunk fel (15 útkeresztmetszetben készült kép). Ezen három kategóriára mutatnak egy-egy példát az 1-3. ábrák. Az 1. ábra egyértelmű külterületi, míg a 2. ábra egyértelmű lakott területi útszakaszt mutat. A települések be- vagy kivezető szakaszán gyakorta előforduló kialakításra mutat példát a 3. ábra, ahol az egyik oldali útkörnyezet lakott területi, míg a másik oldali útkörnyezet külterületi jellegre utal, így a megengedett sebesség az útkialakításból nem állapítható meg.

A kérdőívet 624 fő töltötte ki. Átlagéletkoruk 31 év volt, a jogosítványuk megszerzésétől átlagosan 11 év telt el. A kitöltők 74%-a férfi, 26%-a nő volt.



Minden kép esetében meghatároztuk a választott sebességek átlagát és a  $v_{85}$  sebesség értékét. Továbbá meghatároztuk minden egyes útkeresztmetszet esetében a szórás és a relatív szó-

1. táblázat: A kérdőíves felmérés eredményei

Egyértelmű külterületi útszakasz (90 km/h megengedett legnagyobb sebesség)						
helyszín sorszáma	1	2	3	4	5	öt helyszín átlaga
átlagsebesség (km/h)	85,9	81,6	88,1	88,2	86,6	86,1
szórás (km/h)	10,2	10,8	8,7	9,3	9,3	9,7
relatív szórás (%)	12%	13%	10%	11%	11%	11,3%
$v_{85}$ (km/h)	96,5	92,8	97,0	97,8	96,3	96,1
Egyértelmű lakott területi útszakasz (50 km/h megengedett legnagyobb sebesség)						
helyszín sorszáma	6	7	8	9	10	öt helyszín átlaga
átlagsebesség (km/h)	52,0	46,3	48,6	52,1	43,4	48,5
szórás (km/h)	5,3	8,1	6,4	12,7	7,8	8,1
relatív szórás (%)	10%	18%	13%	24%	18%	16,6%
$v_{85}$ (km/h)	57,5	54,7	55,2	65,2	51,5	56,8
Átmeneti zóna (? km/h megengedett legnagyobb sebesség)						
helyszín sorszáma	11	12	13	14	15	öt helyszín átlaga
átlagsebesség (km/h)	61,1	71,0	55,3	59,4	68,6	63,1
szórás (km/h)	12,3	15,2	9,2	11,1	16,2	12,8
relatív szórás (%)	20%	21%	17%	19%	24%	20,1%
$v_{85}$ (km/h)	73,9	86,8	64,8	70,9	85,4	76,4

rás értékét is, amely jellemzi az egyes válaszok és az átlag közötti eltérés mértékét. Ezek után csoportba rendeztük az egy kategóriába tartozó képeket, kategóriánként megadtuk az eloszlásgörbét (4. ábra) és valamennyi számított érték átlagát is (1. táblázat).

Az eredmények azt mutatják, hogy a választott sebességek szórása és relatív szórása a nem egyértelmű szakaszokon jóval nagyobb, mint az egyértelmű lakott területi és külterületi szakaszokon. A sebességek az egyértelmű külterületi és lakott területi kategória esetében normális eloszlást követnek, míg az átmeneti zóna eloszlása szokatlan és kisebb ugrások is láthatók benne.

A felmérésben az átmeneti zónákban tapasztalt nagyobb szórás azt mutatja, hogy a járművezetők bizonytalanabbak annak megítélésében,

hogy milyen sebességet kell az adott helyszínen választaniuk. Ez a nagyobb szórás a valóságban pedig nagyobb veszélyt is jelent, hiszen tudjuk, hogy a nagyobb sebességkülönbségek veszélyesebbek.

### 3. KÉPOSZTÁLYOZÁS SZÁMÍTÓGÉPES SZOFTVERREL

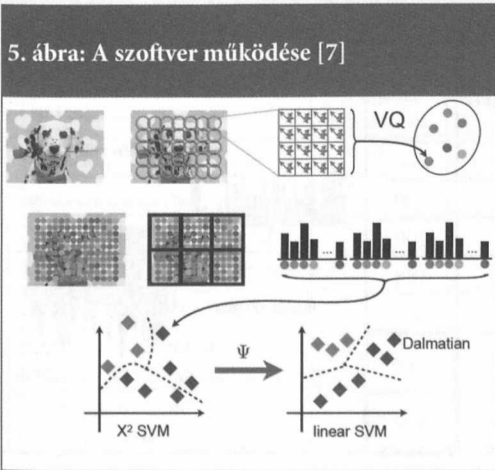
Egy másik módszert alkalmazva, képfelismerő szoftvert használtunk lakott területi és külterületi utak azonosítására. A folyamat két részre osztható, a tanító és az osztályozó fázisra. A tanító fázisban egyértelmű lakott- és külterületi képeket töltünk fel a programba bemenetként. Megfelelő számú tanító kép használatával a program képes lesz további képek lakott- vagy külterületi jellegének meghatározására. Valamennyi kép kap egy osztályzatot, ez az ún. egyértelműségi tényező,

amely az egyik vagy másik kategóriába való tartozás mértékét hivatott jelezni. Ezen értékelési folyamat segítségével a nem egyértelmű útszakaszok azonosíthatók, megelőző intézkedések hajthatók végre a közúti biztonság növelésére.

A vizsgálat célja a fényképek vizuális tartalma alapján megállapítani, hogy a fénykép az adott objektumot tartalmazza vagy sem. Továbbá arra a kérdésre is kerestük a választ, hogy a szoftver működése, az általa végzett felismerés mennyire hasonlít az emberi felismerésre.

A vizsgálathoz nagy mennyiségű fényképre volt szükség, amelyet fedélzeti kamera videofelvételeiből nyertünk. A képek olyan útkeresztmetszeteket ábrázolnak, amelyek a gépjárművezető elé vezetés közben táruló látómezőt ábrázolják. A vizsgálathoz az adatbázis képeit osztályokba kell sorolni, és valamennyi osztályhoz szükség van tanító és tesztképek sorozatára is.

A felismeréshez használt program a VLFeat program, amelyhez a keretprogramot a Matlab szolgáltatja. A használt program, illetve a kidolgozott mintafeladat készítői Zisserman és Vedaldi, az Oxfordi egyetem munkatársai [7, 8]. A program az egyes képeken részletesen feltérképezi a jellemző pontokat szabályos rácsszerkezetben, amelyekből leíró információt képez, majd ezeket a leíró adatokat, ún. „vizuális szavakat” egy szótárban gyűjti össze. A „vizuális szavak” sűrűségéről képenként hisztogramot képez, majd rácsonként újabb, térlakott „i” hisztogramokat készít. Ezt foglalja össze az 5. ábra.



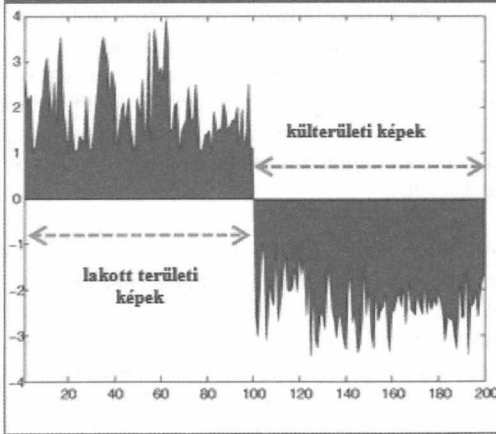
## 3.1. Az osztályozó tanítása a tanító képadatbázissal

Az osztályozó a tanító képek sorozatából a ki-gyűjtött „vizuális szavak” sorozatából olyan szótárt épít fel a hisztogramok segítségével, amely ismerni fogja a felismerni kívánt kategóriára leginkább jellemző „vizuális szavakat” és a legkevésbé jellemzőeket is. Ez alapján elkészül a modell.

A tanító képek két csoportját használjuk, az egyikben a pozitív tanító képek vannak, amelyek a felismerni kívánt kategóriát ábrázolják, míg a másik, a negatív képcsoport, olyan képek sorozatát adja, amely nem a felismerni kívánt kategóriát mutatja. Ez alapján tehát pozitív és negatív modell is készül. A modellhez viszonyítva minden egyes kép kap egy pontszámot, amely annál nagyobb lesz (abszolút értékben), minél közelebb van az adott kép a modellhez. A pontszám tehát negatív lesz, azon képekre, amelyek nem a felismerni kívánt osztályt tartalmazták.

A kísérleteknél a lakott területi útkategóriát vettük pozitívnak, a külterületit pedig negatívnak. 100 db pozitív és 100 db negatív tanító, valamint ugyanennyi tesztképet vittünk be a programba. A tanító képek különböző külterületi utakon, illetve különböző települési utakon készített videofelvételekből vegyesen kerültek a tanító adatbázisba. A tanító adatbázis csak egyértelműen megkülönböztethető lakott- és külterületi keresztmetszetekben készült képeket tartalmaz. A lakott területi képek egy része sűrűn, másik része pedig ritkábban beépített városi vagy falusi útkörnyezetet ábrázol. A külterületi tanító képek között egyaránt található olyan kép, ahol az útkörnyezet sűrű növényzetet ábrázol és olyan is, ahol ritkább a növényzet. A képek között vegyesen található erős, jól látható burkolatjelekkel ellátott szakaszok és kopott vagy burkolati jelek nélküli szakaszok is. A 6. ábra vízszintes tengelyen a 100+100 db tanító kép, a függőleges tengelyen pedig a hozzájuk tartozó osztályzatok láthatók. A pozitív értékek lakott területi, a negatívak külterületi jelleg érzékelésére utalnak.

6. ábra: A tanító adatbázisba tartozó képek osztályzatai



### 3.2. A tesztképek osztályozása

A már betanított osztályozót alkalmazzuk tesztképek osztályozására. A tanító képekhez hasonlóan a tesztképeknek is két csoportját, pozitív és negatív képhalmazt alkalmazunk. Az osztályozó a kép tartalma alapján a modellhez viszonyítva ugyanúgy pontszámokkal értékeli az egyes képeket, mint a tanító képek esetében. A képek két csoportban beküldésére azért van szükség, hogy az eredmény megszületése után az osztályozó értékelni tudja a saját munkáját, tehát azt hogy milyen pontossággal dolgozott. Az első kísérletnél a tesztadatbázis a tanító képekhez hasonlóan vegyesen, több útszakaszon

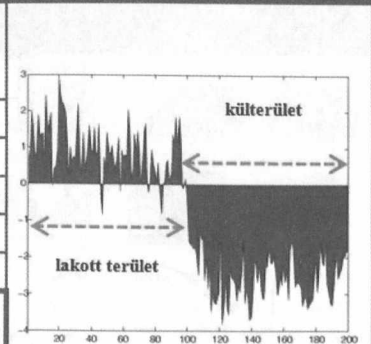
készült képeket tartalmaz, viszont itt is ügyelünk arra, hogy ez a képhalmaz egyértelműen megkülönböztethető lakott- és külterületi képeket tartalmazzon. A tesztből kapott eredmények alapján azt látjuk, hogy a betanított osztályozó viszonylag jól felismeri a két kategória közötti különbséget, csak 12 db olyan kép volt, amely nem a saját kategóriájába, lakott területi helyett külterületibe került. A képek 94%-át sikerült helyesen besorolni (2. táblázat).

Ezután a tanító képadatbázist változatlanul hagytuk, míg a tesztadatbázist teljesen lecseréltük. A tesztképeket egy adott szakaszcsoportról választottuk, Herendről egyértelmű lakott területi képeket és a 8. sz. főúton egy szakaszcsoportról külterületi képeket alkalmaztunk. A vizsgálattól azt reméltük, hogy hasonlóan jó felismerési arány adódik majd, mint az 1. kísérletnél vegyes helyszíneken készült képek esetében. A várakozásunk beigazolódtott, ebben az esetben is magasra adódott a helyesen besorolt képek aránya, a képek 91%-át sikerült helyesen besorolni (3. táblázat).

A továbbiakban a tanító képadatbázist ismét változatlanul hagytuk. A tesztképeket egy újabb szakaszcsoportról választottuk, az 1. sz. főútról, a Komárom és Tata közötti szakaszcsoportról. A lakott területi képek Komárom, Szőny és Almásfüzitő településen készültek. Készültek több olyan útkeresztszomszékben is képek, amelyekről nem lehet egyértelműen eldönteni, hogy lakott-, vagy

2. táblázat: Az 1. kísérlet eredményei

1.	Pozitív	Negatív	Σ
	Lakott területi út	Külterületi út	
Típus			
Tanító kép	100	100	200
Tesztkép	100	100	200
Ide sorolt tesztkép	88	112	200
Helyesen ide sorolt tesztkép	88	100	188
Tévesen ide sorolt tesztkép	0	12	12
Helyesen ide sorolt tesztképek aránya	88%	100%	94%
Tévesen ide sorolt tesztképek aránya	0%	12%	6%





3. táblázat: A 2. kísérlet eredményei

2.	Pozitív	Negatív	$\Sigma$
Típus	Lakott területi út	Külterületi út	
Tanító kép	100	100	200
Tesztkép	100	100	200
Ide sorolt tesztkép	84	116	200
Helyesen ide sorolt tesztkép	83	99	182
Tévesen ide sorolt tesztkép	1	17	18
Helyesen ide sorolt tesztképek aránya	83%	99%	91%
Tévesen ide sorolt tesztképek aránya	1%	17%	9%

külterületen helyezkedik-e el, mivel az egyik oldali útkörnyezet lakott területi, míg a másik oldali útkörnyezet külterületi kialakítást sugall. A felismerési arány jelentősen vissza is esett ez esetben, tehát az osztályozónak nehézségeket okozott a nem egyértelmű képek besorolása, hiszen a tanulási folyamat során csak olyan képekkel találkozott, amelyek egyértelműen egyik vagy másik osztályba sorolhatók voltak. Így már csak a képek 65%-át sikerült helyesen besorolni. A lakott területi képek esetében 42%-ot sikerült felismerni (4. táblázat).

Ezután ismét lecseréltük a tesztadatbázist, ezúttal a lakott területi képek Mórton készültek, a külterü-

letek pedig a 81. sz. főút egy szakaszán. A település beépítési jellegéből adódóan az előző kísérlethez hasonlóan ebben az esetben is előfordultak nem egyértelmű keresztmetszeti képek. A várakozásokat igazolva tehát hasonló eredmények születtek, mint a 3. esetben, tehát itt is nagyon eltorzult a felismerési arány. A képosztályozó mindössze a képek 60%-át volt képes helyesen besorolni. A lakott területi képek esetében, mindössze 20%-ot sikerült felismerni (5. táblázat).

### 3.3. Az eredmények elemzése

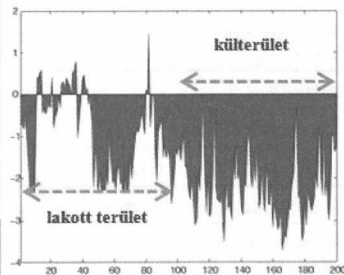
A felismerési folyamatot tehát nagyon megzavarhatja, ha a tesztadatbázis jelentősen eltér a tanuló

4. táblázat: A 3. kísérlet eredményei

3.	Pozitív	Negatív	$\Sigma$
Típus	Lakott területi út	Külterületi út	
Tanító kép	100	100	200
Tesztkép	100	100	200
Ide sorolt tesztkép	54	146	200
Helyesen ide sorolt tesztkép	42	88	130
Tévesen ide sorolt tesztkép	12	58	70
Helyesen ide sorolt tesztképek aránya	42%	88%	65%
Tévesen ide sorolt tesztképek aránya	12%	58%	35%

5. táblázat: A 4. kísérlet eredményei

4.	Pozitív	Negatív	Σ
Típus	Lakott területi út	Külterületi út	
Tanító kép	100	100	200
Tesztkép	100	100	200
Ide sorolt tesztkép	20	180	200
Helyesen ide sorolt tesztkép	20	100	120
Tévesen ide sorolt tesztkép	0	80	80
Helyesen ide sorolt tesztképek aránya	20%	100%	60%
Tévesen ide sorolt tesztképek aránya	0%	80%	40%



adatbázistól, így akár teljesen más irányba is elviheti azt. Hasonló ez az emberi tanulásal is, hiszen az ember is sémákban gondolkodik. Olyan objektumot, amelyhez hasonlót már korábban látott, könnyebben felismer, hiszen azt a sémát elő tudja venni a hosszú távú memóriájából. Viszont ami teljesen ismeretlen, azt a meglévő sémái alapján akár teljesen tévesen is besorolhatja.

Az ismeretlen útkialakítás bizonytalanságot okoz a gépjárművezetőkben. Az egyes járművezetők eltérően érzékelhetnek egy adott útszakaszt, így eltéréseket lehet tapasztalni a sebességválasztásukban is, ezáltal tehát nagyobb lesz a sebességek szórása, a sebességek inhomogén eloszlása pedig növelheti a baleseti kockázatot. Elmondható tehát, hogy esetenként a nem egyértelmű vagy félrevezető útkialakítás közvetve növelheti a baleseti kockázatot.

Ha megnézzük az osztályozó által a képekre kiosztott egyértelműségi tényezőket (6. táblázat), világos, hogy az első két kísérlet esetében a képek több mint 70%-át be lehetett sorolni (egyértelműségi tényező 0,5 vagy 1,0 fölött). A külterületi képek felismerése esetében a pontosság 100%-os volt. Az összes kép nagyjából 11%-a került a bizonytalan zónába (egyértelműségi tényező -0,5 és 0,5 között). A 3. és 4. kísérlet esetében átlagban a képek 23%-a került ebbe a bizonytalan zónába. A lakott területi képek mindössze 20%-a volt biztosan besorolva.

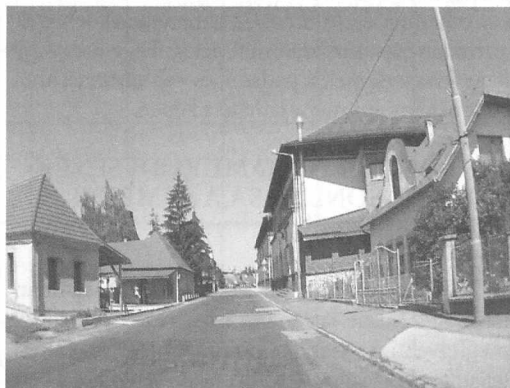
A 7. ábrán a helyesen besorolt képek közül láthatunk néhány példát. A helytelenül besorolt képekre pedig a 8. ábra mutat példákat. A 9. ábrán olyan képeket láthatunk, amelyeknek besorolása bizonytalan volt, vagyis a program által kiosztott egyértelműségi tényező 0 körüli ér-

6. táblázat: A 4 kísérlet során a képekre kapott pontszámok eloszlása

egyértelműségi tényező	1.	2.	3.	4.
1 fölött (egyértelműen lakott terület)	39	67	20	1
0,5 és 1 között (inkább lakott terület)	33	9	14	3
-0,5 és 0,5 között (bizonytalan)	26	17	54	36
-1 és -0,5 között (inkább külterület)	2	7	26	24
-1 alatt (egyértelműen külterület)	100	100	86	136
Σ	200	200	200	200

7. ábra: Néhány példa a helyesen besorolt tesztképekből

## Lakott területi tesztképek



## Külterületi tesztképek



8. ábra: Néhány példa a helytelenül besorolt tesztképekből

## Külterületiként besorolt lakott területi tesztképek



téket adott. A bizonytalan besorolás okait keresve ezeken a képeken felfigyelhetünk a rossz fényviszonyokra, esetenként túl sötétek a képek, ahol az út és az út menti objektumok nem különülnek el kellő mértékben. Más képeken pedig olyan objektumokat vehetünk észre, amelyek ismeretlenek lehetnek az osztályozó számára, mint például egy híd, vagy New Jersey elemek a padkán, és volt olyan is, ahol csak néhány építmény látható a képen.

## 4. AZ OSZTÁLYOZÓ MŰKÖDÉSÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA AZ EMBERI FELISMERÉSEL

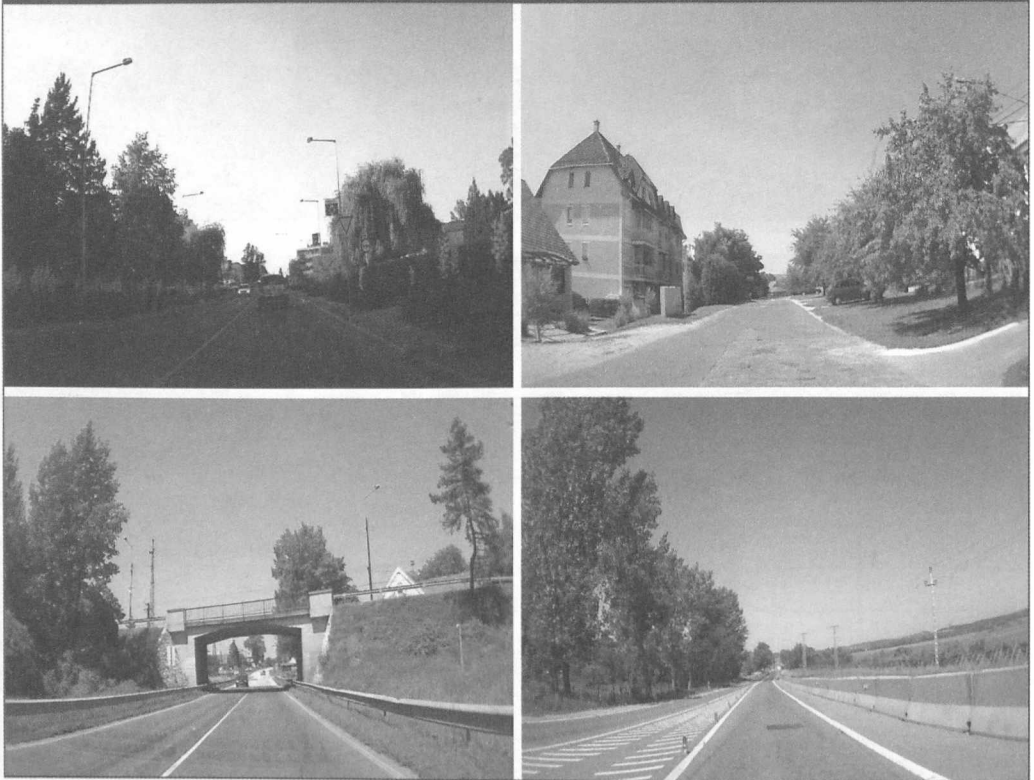
A 2. fejezetben tárgyalt módszerhez hasonlóan itt is egy online kérdőíves felméréssel próbáltuk megfigyelni a szoftver működésének az emberi felismeréssel való hasonlóságát. A kérdőívben használt képeket a négy kísérletben használt képekből válogattuk ki. Mivel a kísérletekben nagy mennyiségű fényképet használtunk fel (200 db

tanító kép, 4x200 db tesztkép), a kérdőíves felmérésben ezen képeknek csak egy részét alkalmaztuk, összesen 50 db képet. A válogatást a szoftver által kiosztott pontszámok alapján végeztük, úgy hogy a pontok egész skálája szakaszosan megjelenjen a választott képek csoportjain, valamint egyaránt legyenek lakott területi és külterületi képek, olyan képek, amelyeket a szoftver helyesen sorolt be és olyanok is, amelyeket helytelenül.

A felméréshez itt egy kisebb mintát használtunk, 86 fő töltötte ki ezt a fényképes kérdőívet. A kitöltők átlagéletkora 28 év, a kitöltők 70%-a férfi, 30%-a nő volt. Valamennyi válaszadó rendelkezett jogosítvánnyal, a jogosítványuk megszerzése óta eltelt idő átlagos időtartama 10 év.

A résztvevők tehát 50 különböző közúti keresztmetszetben készült fényképet kaptak. A képek véletlenszerű sorrendben következtek egymás után, annak érdekében, hogy kizárható legyen

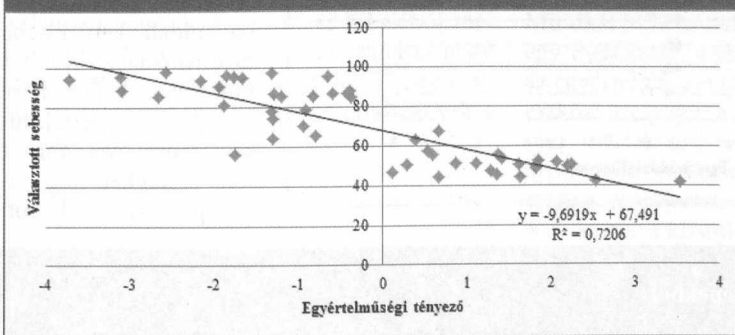
9. ábra: Néhány példa a bizonytalanul besorolt tesztképekből (egyértelműségi tényező  $-0,5$  és  $0,5$  között)



7. táblázat: A felmérés eredményei – egyértelműségi tényező szerint csoportosítva

egyértelműségi tényező	c>-2	-1,5>c>-2	-1>c>-1,5	-0,5>c>-1	0,5>c>0,5	1>c>0,5	1,5>c>1	2>c>1,5	c>2
c <sub>átlag</sub>	-2,9	-1,8	-1,3	-0,8	-0,1	0,7	1,3	1,8	2,5
választott sebesség átlaga	92,6	85,8	81,0	80,4	70,1	55,2	50,5	49,1	47,2
v <sub>85</sub> sebesség átlaga	103,2	97,9	94,7	93,4	81,8	65,5	57,9	57,7	53,9
szórás átlaga	10,2	11,7	13,2	12,5	11,2	10,0	7,2	8,3	6,5
relatív szórás átlaga	11%	15%	17%	16%	16%	18%	14%	17%	14%

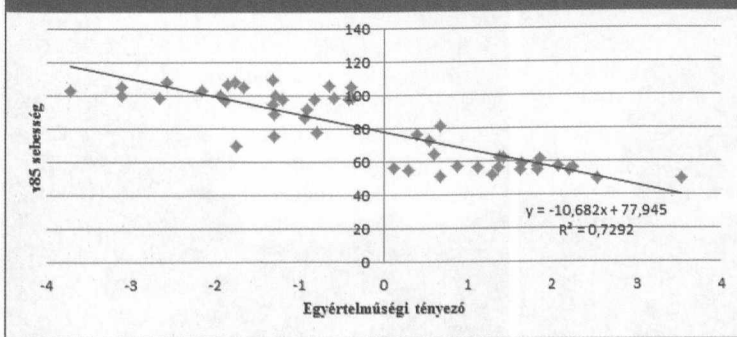
10. ábra: Választott sebesség képenként



a sorrend hatása. A korábbi felméréshez hasonlóan a válaszadóknak haladási sebességet kellett választaniuk minden egyes kép esetében. A válaszadókat nem tájékoztattuk az útszakaszon érvényes megengedett legnagyobb sebességről, sem annak lakott területi vagy külterületi jellegéről.

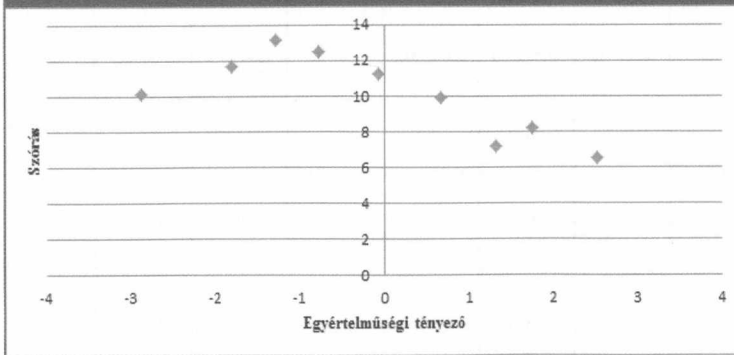
Az eredményeket a 7. táblázat mutatja egyértelműségi tényező szerinti csoportosításban.

11. ábra: v85 sebesség képenként

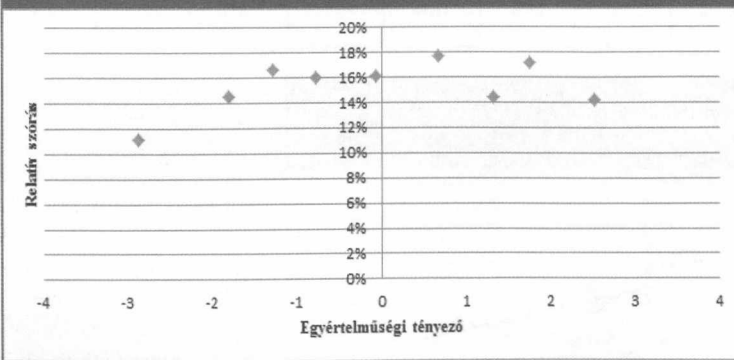


A 10. ábra és a 11. ábra a választott sebességek, illetve a v<sub>85</sub> sebességének átlagát mutatja az egyértelműségi tényező függvényében. Megállapítható, hogy a sebességek és a szoftver által megítélt egyértelműségi tényező kapcsolata lineáris függvényvel írható le.

12. ábra: Sebességek szórása csoportonként



13. ábra: Sebességek relatív szórása csoportonként



A 12. ábra és a 13. ábra a sebességek szórását, illetve relatív szórását mutatja az egyértelműségi tényező függvényében. Elmondható, hogy abszolút értékben nagyobb egyértelműségi tényezőhöz kisebb szórás párosul, vagyis ahol a program biztos volt a besorolásnál, ott a válaszadók is biztosabban választottak sebességet, kisebbek voltak a válaszok közötti különbségek.

A 14. ábrán egy képpárt választottunk ki az elemzéshez. Mindkét kép lakott területen, átmenti zónában készült és mindkét képet tévesen külterületinek sorolt be a szoftver. A bal oldali kép kisebb bizonyossággal került a külterületi képek közé  $c=-0,937$  egyértelműségi tényezővel, míg a jobb oldali kép elég magas pontszámot kapott

14. ábra: Néhány példa a képekből

külterületinek sorolt lakott területi kép,  
 $c=-0,937$   $v_{\text{átlag}}=70,6$  km/h, relatív szórás 22%



külterületinek sorolt lakott területi kép,  
 $c=-2,153$   $v_{\text{átlag}}=93,6$  km/h, relatív szórás 10%



abszolút értékben, ami nagyobb bizonyosságra utal ( $c=-2,153$ ).

A felmérésben a résztvevők által adott válaszok nagyon hasonlóan alakultak a szoftveres eredményekhez. A bal oldali képnél sokkal nagyobb relatív szórás adódott, mint a jobb oldali kép esetében, tehát elmondható, hogy a válaszadók sokkal nagyobb bizonyossággal választottak nagyobb sebességet a jobb oldali képnél, vagyis biztosabbak voltak a szakasz külterületi jellegében. A választott sebességek átlaga is erre utal.

A jobb oldali képet szemlélve érezhetjük, hogy a bal oldali útkörnyezet valóban egyértelműen külterületi jellegre utal, a házakat eltakaró sűrű növényzet a jobb oldalon pedig tovább fokozza a megérzés helyességét, teljesen félrevezetve ezáltal az úthasználót. A bal oldali kép pedig a településre bevezető átmeneti zónák gyakori hibáját hordozza magában, hiszen az egyik oldali útkörnyezet lakott területi, míg a másik oldali útkörnyezet külterületi jellegre sugall.

Láthatóan tehát nem a szoftver hibájából történt a téves besorolás, amelyhez ráadásul nagy egyértelműségi tényező is társult, hiszen az emberi érzékelés is ugyanolyan eredményeket hozott.

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

Régóta ismeretes, hogy a járművezetők sokkal inkább az eléjük táruló út látványa alapján választanak haladási sebességet, mint a megengedett legnagyobb sebességet jelző táblák szerint. Az ismeretlen útkialakítás bizonytalanságot okoz a gépjárművezetőkben. Amennyiben az útkialakításból nem következik, hogy az adott szakasz bel- vagy külterületen helyezkedik el, és az úthasználók felé nem küld egyértelmű utasításokat arról, hogy mekkora itt a megfelelő haladási sebesség, akkor az egyes járművezetők eltérően érzékelhetnek egy adott útszakaszt, így eltéréseket lehet tapasztalni a sebességválasztásukban is. Ezáltal tehát nagyobb lesz a sebességek szórása, a sebességek inhomogén eloszlása pedig növelheti a baleseti kockázatot. Megállapítható tehát, hogy esetenként a nem egyértelmű vagy

félrevezető útkialakítás közvetve növelheti a baleseti kockázatot.

Ez a tanulmány kétféle megközelítésmódot mutat a járművezetők bizonytalanságának feltárására. Az elsőben a különböző útkeresztmetszetekben választott sebességek tanulmányozása rámutatott, hogy a nem egyértelmű kialakítás esetén a sebességek szórása nagyobb, mint az egyértelmű szakaszokon és a sebességek inhomogén eloszlása növelheti a baleseti kockázatot.

A második módszer a járművezetők felismerési folyamatát szimulálja egy képosztályozó szoftver segítségével. Azon útkeresztmetszetek esetén, amelyek egyértelműen besorolhatók bel- vagy külterületi útkörnyezetükből adódóan, az osztályozó elég jól működik. Továbbá, amint az várható volt, a nem egyértelmű helyzeteknél az osztályozó program bizonytalan osztályzatot ad. Ezen módszer alkalmazhatóságát újabb felméréssel, képek alapján történő sebességválasztással támasztjuk alá.

Mindkét itt bemutatott módszer kimenete egy-egy mérőszám, a sebességek relatív szórása és az egyértelműségi tényező. Mindkét mérőszám eszközt szolgáltat a járművezetők bizonytalansági mértékének megállapításához, ezáltal a bizonytalan és kockázatos helyzetekhez vezető útkeresztmetszetek és útelemek azonosíthatók. A módszer a közúti biztonsági felülvizsgálatok elvégzését segítheti.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] 20/1984. (XII. 21.) KM rendelet az utak forgalomszabályozásáról és a közúti jelzések elhelyezéséről [http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=98400020.KMB](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=98400020.KMB)
- [2] Berta Tamás, Török Ádám. Layout effect of roadway on road vehicle speeds, Pollack Periodica, Vol. 4, No. 1, 2009, pp. 115–120.
- [3] Garrick, N. W.: Speeds and Street Design Results UConn and UCD, Highway design class, University lecture, University of Connecticut (Feb. 2011)
- [4] Goldenbeld, CH., v. Schagen, I.: The credibility of speed limits on 80 km/h rural roads: The effects of road and person(ality)

- characteristics, *Accident Analysis and Prevention* 39 (2007), pp. 1121–1130.
- [5] Iván G., Koren Cs.: Önmagukat magyarázó-k-e az emelt sebességű utak? *Közlekedésépítési Szemle* 2011. 5. sz. p. 30-36.
- [6] Lahausse, J. A., v. Nes, N., Fildes, B. N., Keall, M. D.: Attitudes towards current and lowered speed limits in Australia, *Accident Analysis and Prevention* 42 (2010), pp. 2108–2116.
- [7] Vedaldi, A., Zisserman, A.: *Image Classification Practical*, 2011 <http://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/share/practical-image-classification.htm>
- [8] Vedaldi, A., Fulkerson, B.: VLFeat, an Open and Portable Library of Computer Vision Algorithms, *Proceedings of the 18th annual ACM international conference on Multimedia*, Firenze, Italy, 25-29 October 2010, (Winner of the ACM Open Source Software Competition 2010) pp. 1469-1472.



### Built-up or non-built-up? How drivers perceive transition zones?

It is widely known that road users choose their speed based on their visual impression of the road scene, rather than on speed limit signs. Often it does not follow from the road design, whether the given scene is within or outside the posted built-up area. This paper shows two methods to assess the degree of uncertainty of the drivers in these situations. In the first approach, a survey of requested speeds at various road scenes has shown that in unclear situations the standard deviation of chosen speeds is higher than in unambiguous situations. In the second method, the recognition process of drivers was simulated by image classification software. For road scenes which are definitely of built-up or non-built-up nature, the trained classifier works reasonably well. Furthermore, as expected, for unclear situations, the classifier gives an uncertain classification. Each of the two methods produces an output indicator, the standard deviation of speeds and the certainty score, respectively. Both indicators can serve to identify road scenes leading to uncertain and therefore risky situations.

### Bebaut oder nicht bebaut? Wie nehmen Fahrer Übergangszonen wahr?

Es ist bekannt, dass die Fahrer ihre Geschwindigkeit durch den visuellen Eindruck der Straßenszene wählen, anstatt durch Tempolimits. Oft folgt es nicht von dem Straßenausbau, ob die gegebene Szene innerhalb oder außerhalb des angezeichneten bebauten Gebietes liegt. Dieser Beitrag zeigt zwei Methoden, um den Grad der Unsicherheit der Fahrer in solchen Situationen zu beurteilen. Im ersten Ansatz, eine Umfrage der gewünschten Geschwindigkeiten bei verschiedenen Straßenszenen hat gezeigt, dass in unklaren Situationen die Standardabweichung der gewählten Geschwindigkeiten höher liegt als in eindeutigen Situationen. Bei dem zweiten Verfahren wurde der Erkennungsprozess der Fahrer durch eine Bildklassifizierungssoftware simuliert. Für die Straßenszenen, die eindeutig von bebauten oder nicht bebauten Natur sind, funktioniert der eingelernte Klassifizierer recht gut. Weiterhin, wie erwartet, bei unklaren Situationen gibt der Klassifizierer eine unsichere Zuordnung. Jede der beiden Methoden erzeugt ein Ausgangsmerkmal, die Standardabweichung der Geschwindigkeiten und die Gewissheit Punktzahl auf. Diese Indikatoren können dazu dienen, diejenigen Straßenszenen zu identifizieren, die zu unsicheren und daher riskanten Situationen führen.



## A vontatási energetika első főfeladatának megoldása

A vasúti személy- és teherszállítás fejlesztése mind energetikai, mind környezetvédelmi szempontból integráns része a szakmapolitikai törekvéseknek. A közúti motorizáció mindkét tekintetben feszegeti a specifikus hazai határokat, a várható villamosenergia-kapacitásbővítés ennek alternatívája. A komplex költségkímélő alkalmazás lényeges szempont. A legolcsóbb energiaforrás az észszerű tervezéssel, üzemeltetéssel elért megtakarítás. A vasúti üzem energetikai aspektusainak elemzése teljességgel időszerű.

### Prof.Dr. Zobory István

BMGE Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar  
Vasúti Járművek és Járműrendszeranalízis Tanszék  
e-mail: zobory@rave.vjt.bme.hu

#### 1. BEVEZETÉS

A vasúti közlekedés alapja a menetrend. A vonatot adott emelkedési és görbületi viszonyokkal bíró vasúti pályán kell továbbítani az állomásközönként, ill. megállóhelyközönként a pályára előírt sebességkorlátok betartása mellett. A vonat megindításai, ill. megállítási során megvalósítható gyorsulásértékek előírhatók ugyan, de egy ilyen előírásnál már figyelembe kell venni a vonó- és fékezőerő kifejtési viszonyokat, elsődlegesen a maximális megvalósítható vonóerőt és fékezőerőt, ill. a legnagyobb kifejthető vontatási és fékezési teljesítményértéket. Mindez azt jelenti, hogy a vonattovábbítás előírható, pusztán mozgástani feltételei is bizonyos kapcsolatban (függőségben) állnak az alkalmazásra szóba kerülő vontatójármű műszaki paramétereivel. Valamely vontatójármű esetén a vontatási feladat ellátása során megvalósuló energiahasznosítási viszonyokat alapvetően a realizálható sebesség-vonóerő értékpárok, valamint a vonóerőtől és a sebességtől függő hatásfokfüggvény specifikálja. Természetesen bizonyos további adatok is szükségesek a kielégítő folyamatleíráshoz, hiszen ismerni kell a vontatójármű és a mozgatni tervezett kocsisor tömegét és

a forgó tömegeket jellemző arányszámokat mind a mozdonyra, mind a kocsisorra, továbbá a vontatójármű és a kocsisor sebességfüggvényében másodfokú polinommal megadott alapellenállás-erő függvény együtthatóit. A vonattovábbítás során befutandó vasúti pálya jellemzése a pályaivhossz függvényében megadott emelkedési iránytényező és görbület függvényel történik. Ezen adatok birtokában az adott vonalon az adott vonóerőgörbével és hatásfokfüggvénnyel bíró mozdollyal megvalósuló vonatmozgás sebesség =  $f(\text{befutott úthossz})$  menetábrája és ehhez szükséges vonóerőmunka-bevezetés meghatározható a vonatmozgás differenciálegyenletének numerikus megoldásával, illetve a kialakult menetábra, az ismert vonóerőgörbe és a hatásfokfüggvény adta információra támaszkodó utófeldolgozással. A most említett szimulációs eljárással elvileg lehetőség nyílik a rendelkezésre álló vontatójárművek mindegyikével az adott vonatterhelés és pályaviszonyok mellett szimulálni a vonattovábbítás energiafelhasználási folyamatát és a szimuláció eredményeképpen kiválasztani a legkisebb energiafelhasználást biztosító vontatójármű-típust és ezt a típust hozzárendelni az adott vonat továbbítására. A vonóerő-kifejtés természetesen nem csak mozdonyos vontatással, hanem motorvonat esetében is megvalósul. A következőkben, amikor vontatójárművet említünk, akkor az ottani állítások a motorvonatokra is érvényesek. A jelen tanulmányban általánosabb

keretekben vizsgáljuk az energetikai szempontból kedvező vontatójármű hozzárendelését a vonattovábbítási feladathoz. A tervezett vonatmenet menetábrájához első lépésben meghatározásra kerül a szükséges vonóerő ábra, mint a befutott pályahossz függvénye, és kiértékelhető az összetartozó sebesség-vonóerő párok előfordulásának relatív gyakorisága, ill. az ezekre támaszkodva kiadódó sebességtől és a kifejtett vonóerőtől függő kétváltozós terhelésállapot-eloszlásfüggvény. Második lépésben a tervezett vonatmenethez tartozó adatokra és az egyes szóba jött vontatójármű-típusokra jellemző hatásfokfüggvények ismeretében minden egyes eljárás alkalmas feltételes szélsőérték-keresési eljárással meghatározásra kerül az a menetsebességtől és a kifejtett vonóerőtől függő kétváltozós terhelésállapot-eloszlás, amelynek érvényesülése esetén az illető vontatójármű-típus a szerkezeti felépítéséből következően a lehető legkedvezőbb energiahasznosítást mutat. A hozzárendelési feladat megoldását azon vontatójármű-típus kiválasztása jelenti, amelynek saját legkedvezőbb energiahasznosítást adó terhelésállapot-eloszlásfüggvénye a legközelebb esik a legkisebb négyzetes eltérések értelmében a vonattovábbítási feladat során megvalósítani szükséges terhelésállapot-eloszlásfüggvényhez.

## 2. A TERVEZETT VONATMENET JELLEMZÉSE

Az  $L$  össz-hosszúságú vonalra nézve az egyes állomásközpontok alkotta  $L_1, L_2, \dots, L_n$  távolságsorozat ismertnek vehető, ahol  $L = \sum_{i=1}^n L_i$ . A tervezett vonatmenet egyik alapadata a teljes vonal befutásának *tiszta menetideje*. Ez az időérték összetevődik az egyes állomásközpontok befutásához szükséges *tiszta részmenetidőkből*, azok egyszerű összegeként. Ha  $t_1, t_2, \dots, t_n$  jelöli az egyes állomásközpontok befutásához tartozó *tiszta részmenetidőket*, akkor a tervezett teljes *tiszta menetidő*:

$$T = \sum_{i=1}^n t_i$$

Jelölje az egyes állomásközpontokra vonatkozóan megkívánt menetábrákat (sebességprofilokat) a pályahossz függvényében meghatározott  $v_1(s), v_2(s), \dots, v_n(s)$  függvényrendszer. Az itt szereplő minden egyes függvény tartóintervalluma (amelynek csak a végpontjaiban tűnik el,

különböző pozitív értéket vesz fel) az adott indexű állomásközpont intervallum. Valamely sebességprofil saját tartóintervallumán kívül azonosan zérus értéket vesz fel. Ezen előkészület után számíthatóak az egyes állomásközpontok befutásához tartozó időtartamok a

$$t_1 = \int_{L_1} \frac{ds}{v_1(s)}, t_2 = \int_{L_2} \frac{ds}{v_2(s)}, \dots, t_n = \int_{L_n} \frac{ds}{v_n(s)}$$

integrálok kiszámításával. Így az adott sebességprofil kiválasztásához kiadódnak az egyes állomásközpont-befutási idők, és összegezve ezeket a  $T$  teljes *tiszta menetidő* kiadódik. A vizsgálat ezen pontján mód nyílik a  $T$  idő kiválasztás szerinti módosítására, mivel a közlekedési szolgáltatás fejlesztése természetesen igényli a *tiszta menetidő lehetőség szerint minimumra csökkentését*.

A részmenetidőket megadó integrál-kifejezésekkel világos, hogy a sebességprofilok konkrét módosításával érhető el a részmenetidők csökkentése. Ez a menetciklusok során megvalósuló sebességértékek növelésével történhet, ami egyrészt a ciklusra megengedett maximális sebesség növelését, másrészt az indítási és fékezési gyorsulások intenzívebbé tételét kívánja.

Az állomásközpontként megvalósítandó sebességprofilok közelítéssel való meghatározása alapvetően az állandó indítási és fékezési gyorsulásérték felvételével, az állandó sebességszint megválasztásával és a fékezés megkezdése előtti kifuttatás hosszának megadásával történhet. Az ilyen sebességprofil specifikáció a későbbi konkrét vonattovábbítást végző vontatójárművek tulajdonságaitól *függetlennek tűnik*. Mindjárt látszik azonban, hogy az ilyen „független” sebességprofil megválasztás mozgásteret szűkítendő, mivel a vonattovábbításhoz szóba jöhető vontatójárművek által kerékperdülés-mentesen kifejtendő legnagyobb vonóerő és a hajtó gépezet beépített névleges teljesítménye egyaránt korlátos. A kifejtendő vonóerő korlátja felülről behatárolja a vonat legnagyobb tekintetbe vehető indítási gyorsulását, a beépített névleges teljesítmény rögzített értéke miatt az ezen teljesítménykorlát belépéséhez tartozó ún. „átmeneti sebesség” felett a kezdeti gyorsítási szakaszban érvényesülő állandó gyorsulás értéke már nem tartható fenn. Ily módon az adott tömegű és forgótömeg-tényezőjű vonat továbbítá-

sához elvileg rendelkezésre álló vontatójárművek vonóerőgörbéinek sajátosságai már befolyásolják a tervezhető sebességprofilok alakulását. Hasonlóképp befolyással bír a vonat alapellenállás-erőjének alakulása, amely alapellenállás-erőt másodfokú parabola írja le a sebesség függvényében. Elektrodinamikus visszatápláló fékezés megvalósításakor hasonló probléma lép fel a fékezési folyamatszakasz sebességprofiljával kapcsolatosan, tehát az ekkor érvényesülő átmeneti sebesség és a névleges fékezési teljesítmény itt is mértékadó lehet. A fékezési sebességprofil esetén azonban az állandó fékezési lassulás értéke ilyen esetben is megvalósítható a járművön mindig jelenlévő légfék megfelelő alkalmazásával, amellyel a szükséges mértékű kiegészítő fékezőerő kifejezhető, és így a közelítőleg állandó fékezési lassulás a vonat teljes megállítási folyamata során fenntartható.

Rátérünk az állomásközi sebességprofil konkrét esetben való meghatározásának tárgyalására. A következőkben elegendő egyetlen állomásköz esetére vizsgálni a viszonyokat, majd a nyert összefüggéseket az egymás után következő állomásközökre sorozatosan alkalmazva adódik a feladat teljes megoldása.

A sebességprofil adott állomásközre érvényes  $v(s)$  függvényének a gyorsítási szakaszt leíró része két függvényszakasz folytonos kapcsolódásával áll elő. Legyen  $s_0$  a vizsgált sebességciklus tartóintervallumának alsó végpontja. Legyen a kerék/sín kapcsolatban biztonságosan (perdülésmentesen) átvihető vonóerő  $F_0$ , a vontatójármű sajátosságként rögzített átmeneti sebesség  $v_0$ , és legyen a vontatójármű névleges teljesítménye  $P_0$ . Tegyük fel, hogy a vonat teljes  $m$  tömege és eredő  $\gamma$  forgótömeg jellemzője is adott. A sebességprofil kezdő szakasza ezen feltételek mellett konstans  $a > 0$  gyorsulási mozgást ír le, amelynek függvényvonala az  $s_0$  pontban induló gyökös másodfokú parabola lesz. Ennek a parabolának az egyenlete a következő kifejezéssel meghatározott:

$$v(s) = \sqrt{2a_g(s - s_0)}; \\ \text{ha } s_0 \leq s \leq s_1,$$

ahol  $s_1$  a  $v_0$  átmeneti sebesség eléréséhez tartozó pályahossz:  $s_1 = s_0 + v_0^2/2a_g$ . Az átmeneti sebesség meghaladása után a névleges teljesítmény állandó értéke melletti sebességváltozás tovább

már nem állandó, hanem csökkenő gyorsulású, azonban továbbra is növekvő sebességű (pozitív gyorsulású) mozgás alakul ki. Ezen függvényszakasz származtatásához vegyük tekintetbe, hogy a vonatra ható eredő erő az állandó névleges teljesítménykifejtéshez tartozó, a sebesség függvényében hiperbola mentén csökkenő  $F_v$  vonóerő és a vele szembe dolgozó, a sebességtől  $F_{ca} = a v^2 + c$  közelítő alakban négyzetesen függő alapellenállás-erő összegéből adódik. Sík egyenes pályát feltételezve a vonat mozgás-egyenlete (Newton 2. törvénye szerint) most a következő alakot nyeri:

$$m(1 + \gamma) \frac{dv}{dt} = F_v - F_{ca} = \frac{P_0}{v} - (av^2 + c)$$

Figyelembe véve, hogy

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv}{ds} \frac{ds}{dt} = \frac{dv}{ds} v,$$

adódik az

$$m(1 + \gamma) \frac{dv}{ds} v = \frac{P_0}{v} - (av^2 + c),$$

majd rendezve a

$$\frac{dv}{ds} = \frac{1}{m(1 + \gamma)} \left[ \frac{P_0}{v^2} - (av + \frac{c}{v}) \right] = f(v)$$

elsőrendű nemlineáris autonóm differenciálegyenlet adódik. Ezt a differenciálegyenletet az  $s=s_1$  pályahossznál a  $v=v_0$  kezdeti feltétellel numerikusan megoldva adódik a keresett

$$v = v(s); \quad s \in L$$

sebességfelfutási profil. Ha a menetellenállást közelítéssel élve konstansnak tekintenénk, akkor a sebességfelfutási függvényprofilnak az állandó gyorsulású gyökös másodfokú parabolához csatlakozó második szakasza zárt alakban adódó gyökös harmadfokú parabolaként nyerhető. Ez utóbbi esetben azonban a maximális sebességre történő felfutási idő mintegy 10%-kal kisebb lesz a reálisnál, tehát ez a közelítés nem ad megfelelő eredményt. A levezetett differenciálegyenletre vonatkozó kezdeti érték feladatmegoldását a numerikus megoldás lépésközével meghatározott időpontosorozaton ismertnek lehet tekinteni a következő vizsgálatok során, így a sebességfelfutási szakaszra az  $s_0$  pontból zérus sebességről induló  $v_1(s)$  függvény  $s \geq s_0$  ívhossz értékekre meghatározott.

A sebességciklus konstrukciójának második lépéseként kijelölendő a ciklus  $v_{\max}$  legnagyobb megengedett sebessége. Ennek ismeretében a korábbiakban meghatározott  $v_1(s)$  függvényprofil alapján kiadódik azon  $s_2$  ívhossz érték, ahol fennáll a  $v_{\max} = v_1(s_2)$  egyenlőség. Ezen  $s_2$ -től jobbra a  $v_2(s) = v_{\max}$  konstans sebességfüggvény lesz érvényes azon  $s = s_3$  ívhosszig, amelynél bekövetkezik a vonóerő-bevezetés megszüntetése (vasúti szaknyelven: bekövetkezik a „lezárás”), és megkezdődik a csupán az alapellenállás-erő mozgást akadályozni kívánó hatása melletti szabad kifutás üzemállapota. A vizsgálat ezen pontján tehát a pályaellenállásokat (emelkedési és görbületi ellenállás) egyelőre figyelmen kívül hagyjuk. A kifuttatás során kialakuló sebességsökkenés számbavételekor első lépésben azon közelítéssel lehet élni, hogy az alapellenállás-erő értéke közelítőleg a  $v_{\max}$  sebesség mellett adódó értékkel egyenlő, azaz  $F_{ea}^* = a v_{\max}^2 + c$ .

A vonóerőkifejtés-mentes kifuttatási üzemiállapot közelítőleg konstans lassulását az

$$a_k \approx -F_{ea}^* / m(1 + \gamma)$$

képlet szolgáltatja. Mármint a kifuttatás kezdetét jelző  $s_3$  pályaivhossz érték alapján a kifuttatás során érvényesülő közelítő sebességprofil egyenlete már felírható. A közelítőleg állandó lassulású kifutás esetében azon  $s_k$  pályaivhossz, ahol az állandó lassulással kifutó vonat megállna az  $s_k = s_3 - v_{\max}^2 / (2a_k)$  képlet szerint adódik. Figyelembe véve az  $a_k$  negatív előjelét, különösebb magyarázat nélkül felírható a kifutás esetében négyzetgyökös parabolával meghatározott  $v_3(s)$  sebességprofil az  $s \leq s_k$  ívhosszakra:

$$v_3(s) = \sqrt{2a_k(s - s_k)} = \sqrt{2a_k(s - [s_3 - v_{\max}^2 / (2a_k)])}$$

A menetciklus sebességfüggvényének negyedik szakasza a megadott állandó  $a_f < 0$  lassulású fékezési szakasz. Itt feltételezzük, hogy a vonat fékberendezése által megvalósított fékezési teljesítményelvonás mindig biztosítja a konstans fékezési lassulás kialakulását. Ez tisztán pneumatikusan fékezett vonatnál teljesül, elektrodinamikusan fékezett vonatnál pedig (pl. villamos motorvonat) a nagyobb sebességeken megfelelő pneumatikus fékrásegítéssel érhető el. A konstans lassulású fékezés  $v_4(s)$  másodfokú gyökös parabola-függvénye az  $L$

állomástávolsággal meghatározott  $s_4 = s_0 + L$  ívhossznál éri el a zérus értéket. Ezek figyelembevételével a fékezési sebességprofil egyenlete az  $s \geq s_4$  ívhosszakra:

$$v_4(s) = \sqrt{2a_f(s - s_4)}$$

A fentiekben meghatározott  $v_1(s)$ ,  $v_2(s)$ ,  $v_3(s)$  és  $v_4(s)$  nemnegatív sebességfüggvények ismeretében az  $L$  állomástávolság fölötti teljes sebességfelfutás (maga a menetábra) egyszerűen megadható az  $s_0 \geq s \geq s_0 + L$  ívhossz értékekre:

$$v(s) = \min_{s \in [s_0, s_0 + L]} \{v_1(s), v_2(s), v_3(s), v_4(s)\}$$

A most kapott összefüggés lehetőséget ad az állomásközi kívánt menetábra sebességfüggvényének a meghatározására, a következő tíz paraméterként szereplő mennyiség megválasztása mellett:  $s_0$ ,  $s_3$ ,  $L$ ,  $a_f$ ,  $a_k$ ,  $v_{\max}$ ,  $v_0$ ,  $P_0$ ,  $a$ ,  $c$ . A szereplő paraméterek közül csupán az  $s_3$  paraméter olyan, amely a vonat vezetésének konkrét alakulásától függ. Értékét elvi alapon korlátozza a sebességfelfutás befejeződéséhez tartozó  $s_2$  ívhossz és a megállító fékezés szükségszerű megkezdéséhez tartozó  $s_f = s_0 + L - v_{\max}^2 / (2|a_f|)$  ívhossz-koordináta, azaz érvényesülnie kell az  $s_2 \leq s \leq s_f$  korlátozó feltételnek.

Tekintettel arra, hogy a gyakorlati vonatüzem tervezéséhez célszerűbb a kifuttatás  $s_k$  hosszát megadni paraméterként, az  $s_3$  értéket ezen kifuttatási ívhosszal célszerű kifejezni. Ez a tárgyalásmód szükségessé teszi a fékparabola és a kifuttatási parabola metszésponti abszcisszájának meghatározását a

$$\sqrt{2a_k(s - [s_3 - v_{\max}^2 / (2a_k)])} = \sqrt{2a_f(s - s_4)}$$

egyenlet megoldásával. Mindkét oldal négyzetre emelése és rendezés után a metszésponti  $s_m$  ívhossz-abszcissza

$$s_m = -\frac{1}{(a_f - a_k)} [s_3 - v_{\max}^2 / (2a_k)] + \frac{a_f}{(a_f - a_k)} s_4$$

alakban írható fel. Figyelembe véve, hogy másrészt definíció szerint  $s_m = s_3 + s_k$ , továbbá, hogy  $s_4 = s_0 + L$ , adódik az  $s_k$  kifuttatási hossz és a kifutás megkezdéséhez tartozó  $s_3$  ívhossz-koordináta

$$s_3 = \frac{(a_f - a_k)}{1 - (a_f - a_k)} s_k - \frac{v_{\max}^2 / (2a_k) + a_f(s_0 + L)}{1 - (a_f - a_k)} = A s_k - B$$

lineáris függvénykapcsolata. Normális esetben  $a_f \ll a_v$ , ezért a szereplő  $A$  együttható negatív, amiből leolvasható, hogy a kifuttatási hossz növekedése a kifuttatás kezdetéhez tartozó pályapont ívhossz-koordinátájának csökkenésével jár együtt, ami egybevág a várakozásunkkal. A most elmondottak megadják az alapját annak, hogy a gyakorlati számításoknál a tekintett mozgásciklus sebességfüggvénye az  $s_0, s_k, L, a_g, a_f, v_{\max}, v_0, P_0, a, c$  paraméterekkel jellemezhető.

Tekintettel arra, hogy a vizsgált mozgásciklus sebességfüggvényének szakaszai ismertek, a sebességfüggvény megvalósításához biztosítandó gyorsítóerő pályaivhossz menti vagy időbeli lefutása meghatározható. Fennáll ugyanis a

$$\frac{dv(t)}{dt} = \frac{dv(s)}{ds} \frac{ds}{dt} = \frac{dv(s)}{ds} v$$

összefüggés, tehát a mozgásciklus tetszőleges pontjában (bármely  $s$  pályaivhosszhoz tartozóan) meghatározható az ott kifejtetni szükséges  $F_g$  gyorsító erő értéke az

$$F_g(s) = m(1 + \gamma)a(s)$$

képlettel.

Tekintettel arra, hogy a vonatmozgás során a gépezet által kifejtendő  $F_v$  vonóerőt fenti képlet alapján adódó nemnegatív gyorsítóerőkön kívül az alapellenállás-erők és a pálya emelkedési és irányviszonyaival meghatározott járulékos menetellenállás-erők (emelkedési és görbületi ellenállás-erők) lényegesen modulálják, ezen utóbbi erőket is számítani kell a vizsgált mozgásciklus  $L$  hosszát befutó pontsorozaton. Az alapellenállás-erő a *kívánt sebességprofil ismeretében* számítható, a pályaellenállás-erőket pedig a vizsgált vonalszakaszra meg kell adni az emelkedési iránytangens függvény és a pálya-görbület függvény lineáris interpolációval való származtatására alkalmas ívhossz/emelkedő és ívhossz/görbület pontpárok koordinátasorozataival. Képletszerű meghatározást az alábbiak szerint lehet megadni:

$$F_v(s) = \max \{0, m(1 + \gamma)a(s)\} + (av^2(s) + c) + \max \{0, mge(s)\} + mgH(G(s))$$

A fenti képletben szereplő két maximum-operátor jelenlétét a gépezeti vonóerő-szükséglet gyorsítással kapcsolatos erőrszének a pozitív

vonatgyorsulás esetében jelentkező szerepe, továbbá az emelkedési ellenállás-erővel kapcsolatos erőrszének a hegymeneti üzemmódokban kialakuló vonóerő-szükségletet befolyásoló szerepe magyarázza. Az emelkedési iránytangens  $e(s)$  függvényét töröttvonal jellemzi, mivel konstans emelkedésű pályarészek  $e = \text{áll}$ , míg két különböző konstans emelkedésű részeket összekötő lekerekítő köríves szakaszokat másodfokú parabola szakaszokkal közelítve ezek derivált függvényei lineárisak az ívhossz függvényében. A pálya  $G(s)$  görbületi viszonyainak leírása szintén szakaszonként lineáris töröttvonalal lehetséges, mivel a köríves részek görbületei konstansok, az egyenes szakaszon pedig a görbület zérus értékű. Az átmeneti íveket klotoidnak véve itt a görbület a pályaivhossznak definíció szerint lineáris függvénye. Az  $L$  ciklushozon belül tehát az emelkedési viszonyokat az

$$(s_0, e_0), (s_1, e_1), \dots, (s_i, e_i), (s_{i+1}, e_{i+1}), \dots, (L, e_m)$$

értékpár-sorozat, a görbületi viszonyokat pedig a

$$(s_0, G_0), (s_1, G_1), \dots, (s_i, G_i), (s_{i+1}, G_{i+1}), \dots, (L, G_k)$$

értékpár-sorozat jellemzi. A konkrét számításokat az

$$e(s) = e_i + \frac{e_{i+1} - e_i}{s_{i+1} - s_i} (s - s_i) ;$$

$$s_i \leq s \leq s_{i+1} ; i = 0, 1, 2, \dots, m - 1$$

és a

$$G(\sigma) = G_i + \frac{G_{i+1} - G_i}{\sigma_{i+1} - \sigma_i} (\sigma - \sigma_i) ;$$

$$\sigma_i \leq \sigma \leq \sigma_{i+1} ; i = 0, 1, 2, \dots, k - 1$$

interpolációs formulák biztosítják. A görbületi ellenállás kifejezésében szereplő  $H$  függvény a  $G$ -től lineárisan függ, az együttható pedig a futómű tengelytáv lineáris függvénye (Protopadakis formula, [8]).

### 3. A TERVEZETT VONATMENET VONÓERŐ- ÉS TELJESÍTMÉNYSZÜKSÉGLETÉNEK MEGHATÁROZÁSA

A 2. fejezetben tárgyaltak szerint rendelkezésre áll a vizsgált ciklusra vonatkozó számítás minden lépésében a kifejtendő gépezeti vonóerő  $F_v(s)$  és a haladási sebesség  $v(s)$  értéke, így ezek szorzataként a szorzat alakban előálló  $P(s) = F_v(s)v(s)$  gépezeti teljesítmény függvény lefu-

tása is meghatározott a vizsgált ciklusra nézve. A számítások elvégezhetőek a tekintett vasútvonalon szóba jövő összes  $L_1, L_2, \dots, L_n$  állomásközre, amivel a tervezett vonatmenet gépezeti vonóerő és teljesítményigénye teljes mértékben meghatározottá válik.

A vizsgált vonalon megvalósítandó vonatmenet jellemző függvényeket statisztikai kiértékelésnek kell alávetni, annak jellemzése érdekében, hogy az üzemmállapotok milyen valószínűséggel fordulnak elő. A statisztikai elemzésnek ki kell terjednie a menet során megvalósuló maximális vonóerő- és teljesítményszükségleti értékek meghatározására és a sebesség – gépezeti vonóerő- vektorfolyamat kétváltozós eloszlásfüggvényének meghatározására. A maximális vonóerő és teljesítményszükségleti értékek korlátot állítanak, és előszelektálási kritériumot jelentenek a tervezett vonatváltás megvalósítására szóba jöhető vontatójárművek paramétereire nézve. Amennyiben a maximális szükséges vonóerő és teljesítményértékek valamely vontatójármű-típusra a névleges értékeken belül esnek, akkor következhet az energiahasznosítás szempontját figyelembe vevő optimalizálási feladat megoldása.

## 4. A VONTATÓJÁRMŰ TERHELÉSÁLLAPOT-ELOSZLÁSA A TERVEZETT VONATMENET SORÁN – STATISZTIKAI JELLEMZÉS

A vonatmenet statisztikai jellemzése a teljes vonal befutására szimulációval meghatározott  $F_v(t)$  vonóerőfüggvény és  $V(t)$  sebességfüggvény ekvidisztáns időpontosorozaton rendelkezésre álló  $\{F_v(t_i)\}_{i=1}^n$  és  $\{V(t_i)\}_{i=1}^n$  mintasorozatokat használjuk fel. A vonatváltáshoz igényelt teljesítménymaximum meghatározásához képezzük a két sorozat szorzatait a szükséges kerületi teljesítmény  $\{P(t_i)\}_{i=1}^n = \{F_v(t_i) \cdot V(t_i)\}_{i=1}^n$  sorozatát, és meghatározzuk a

$$P_{\max} = \max_i \{P(t_i)\}$$

maximális értéket, és ezt additíve pótlékoljuk a maximális segédüzemi teljesítményszükséglet értékével. Az így kapott érték már mértékadó arra nézve, hogy valamely ismert névleges teljesítményű vontatójármű-típus egyáltalán alkalmas lehet-e a vizsgált vonatváltási feladat adott követelmények szerinti realizálására.

A kétdimenziós terhelésállapot-eloszlásfüggvény becsléséhez a fenti két numerikus sorozatot az együttes szint el nem érési gyakoriságok kiszámításával értékeljük ki. Az eljárás előkészítéséhez tekintsük a lehetséges (előfordult) sebesség értékek  $[0, V^{\max}]$  intervallumának és a lehetséges vonóerőértékek  $[0, F_v^{\max}]$  intervallumának direkt szorzataként adódó  $H = [0, V^{\max}] \times [0, F_v^{\max}]$  zárt téglalattartományt. Ezt a tartományt a két tényező-intervallumban választott ekvidisztáns felosztássorozatok figyelembevételével rácsszerűen felbontjuk, és a kiadódó rácspontok sorozatát mátrixba rendezzük. Így rendelkezésre áll a

$$\{V_s, F_r\}_{s=0, r=0}^{n_s, n_r}$$

osztáspontok rendszere és minden ilyen osztáspont választásra meghatározható annak relatív gyakorisága, hogy a szimulációs eredmények  $\{V(t_i)\}_{i=1}^n$  és  $\{F_v(t_i)\}_{i=1}^n$  mintavételezési sorozataiban a különböző  $i$ -indexekhez rendelt  $V(t_i), F_v(t_i)$ , sebesség- és vonóerő-értékpárok közül hányra teljesül a  $\{V(t_i) < V_s \wedge F_v(t_i) < F_r\}$  esemény. Jelölje ezen események számát  $f_{s,r} = \text{num}\{V(t_i) < V_s \wedge F_v(t_i) < F_r\}$ , akkor ez az általunk vizsgált  $\{V(t_i) < V_s \wedge F_v(t_i) < F_r\}$  esemény gyakoriságát jelenti az  $n$ -elemű teljes realizációs sorozatra nézve. Képezve az  $f_{s,r}/n$  hányadost, akkor az  $\{V(t_i) < V_s \wedge F_v(t_i) < F_r\}$  esemény relatív gyakoriságát kapjuk, ami a nagy számok törvénye szerint – elegendően nagy  $n$  esetén – az  $\{V(t_i) < V_s \wedge F_v(t_i) < F_r\}$  esemény előfordulási valószínűségének jó közelítését adja. Figyelembe véve a terhelésállapot eloszlásfüggvény definícióját, ezzel az

$$F_{\xi_v, \xi_r}(V_s, F_r) = P\{\xi_v < V_s \wedge \xi_r < F_r\} \approx f_{s,r} / n$$

közelítő összefüggést kapjuk, ami most már a  $H$  tartomány összes  $s, r$  indexű rácspontjához megadja a terhelésállapot eloszlásfüggvény becslését. A statisztikai feldolgozás tehát a jelzett  $f_{s,r}/n$  relatív gyakoriságok meghatározását és az  $s, r$  rácsponti indexek szerinti mátrixba rendezését jelenti. A terhelésállapot-eloszlásfüggvény fentiek szerinti diszkrét rácsponti helyettesítési értékei között azután bármely közbenső  $(V, F_v)$  értékpárhoz a legközelebb fekvő négy rácspont-hoz rendelt függvényértékek alapján alkalmas numerikus interpolációval nyerhető.

## 5. ADOTT VONTATÓJÁRMŰ ENERGIAHASZNOSÍTÁSA, A SZÁMÁRA LEGKEDVEZŐB ENERGHASZNOSÍTÁSÚ TERHELÉSI VISZONYOK MEGHATÁROZÁSA

Adott vontatójármű valamely  $F_v$  gépezeti vonóerő-kifejtéshez és  $V$  haladási sebességhez tartozó stacionárius üzemállapotában az energiaátviteli viszonyok meghatározottak az  $\eta(V, F_v)$  kétváltozós hatásfokfüggvénnyel, amely az adott üzemállapotban a gépezeti vonóerő  $P_2(V, F_v) = F_v \cdot V$  teljesítményének és a teljesítmény biztosításához felhasznált  $P_1(V, F_v)$  energiaáramnak (hálózatból való villamosenergia-felvétel vagy a dízelmotor gázolajfogyasztásból adódó energiabevétel) a hányadosa:

$$\eta(V, F_v) = \frac{P_2(V, F_v)}{P_1(V, F_v)}$$

A fenti formulával kapcsolatban hangsúlyozni kell, hogy a hatásfok értéke a számlálóban szereplő  $P_2(V, F_v) = F_v \cdot V$  szorzat kifejezés miatt szükségképp nulla, ha a szorzat legalább egyik tényezője zérus értéket vesz fel. Ez egyben azt is jelenti, hogy a  $V$  vagy az  $F_v$  koordinátatengely közel környezetébe eső üzemállapotokban az energiahasznosítás nagyon rossz lesz. A tényleges üzem energiahasznosítási viszonyai nagyban függnek attól, hogy a tervezett vonat-továbbítás során az egyes üzemállapotok (terhelésállapotok) milyen valószínűséggel esnek alacsony vagy jó hatásfokú tartományokba. A vonatmenet során realizálódott terhelésállapotok valószínűségét az előzőekben statisztikai analízis útján meghatározott:

$$F_{\xi_v, \xi_{F_v}}(V, F_v) = P\{\xi_v < V \wedge \xi_{F_v} < F_v\}$$

kétváltozós valószínűségi eloszlásfüggvény jellemzi. Ennek az eloszlásfüggvénynek az ismeretében azután már lehetővé válik a vonatmenet tényleges energiahasznosításának értékelése, és kialakítható a maximális energiahatékonysághoz vezető stratégia is.

A következőkben felírjuk a vonat-továbbítás során leadott hasznos munkát, valamely  $T_0$  időkeret esetén. A  $T_0$  össz-időnek az a  $\Delta T(V, F_v)$  -vel jelölt része, amelyet a vontatójármű a  $(V, F_v)$  üzemállapot kis környezetében a vizsgált menet során eltölt, a fentebb bevezetett

eloszlásfüggvény  $\Delta F_{\xi_v, \xi_{F_v}}(V, F_v)$  megváltozásával számítható:

$$\Delta T(V, F_v) = T_0 \Delta F_{\xi_v, \xi_{F_v}}(T_v).$$

Mármost a  $\Delta T(V, F_v)$  részdő alatt a  $(V, F_v)$  üzemállapot kis környezetében érvényes hatásfokfüggvény-értékre támaszkodva felírható az ezen üzemállapot kis környezetében leadott hasznos vonóerőmunka kifejezése:

$$\Delta W_v(V, F_v) = \eta(V, F_v) P_1(V, F_v) T_0 \Delta F_{\xi_v, \xi_{F_v}}(V, F_v).$$

A teljes időkeretben leadott össz-vonóerőmunka meghatározása pedig a fenti  $\Delta W_v(V, F_v)$  részmunkák összegzését követő hátrátmenettel a következő *Stieltjes*-integrálra vezet:

$$W_v(T_0) = T_0 \iint_Q \eta(V, F_v) P_1(V, F_v) dF_{\xi_v, \xi_{F_v}}(V, F_v)$$

A kapott kifejezés szerint tehát a lehetséges üzemállapotok  $Q$  tartománya fölött kell integrálni a vonóerőmunka  $\eta(V, F_v) P_1(V, F_v)$  kifejezését a vonatmenethez tartozó eloszlásfüggvényre nézve. Itt a szorzatalakban megjelenő  $\eta(V, F_v) P_1(V, F_v)$  kétváltozós függvényt a vontatójármű műszaki sajátosságaival határoztuk meg, amely sajátosságok függetlenek a ténylegesen előforduló üzemállapot-eloszlás sajátosságaitól. Az így értelmezett szorzatfüggvényre bevezetjük a  $\psi(V, F_v)$  jelölést. A megadott integrálkifejezés rendezi – kombinálja – egységbe a műszaki rendszer sajátosságait az üzemben jelentkező követelményeket tükröző eloszlásfüggvénnyel. Nyilvánvaló, hogy a műszakilag meghatározott jó energiaátviteli tulajdonságok – magas hatásfokértékek – akkor tudnak kedvezően érvényesülni, ha ezek a tulajdonságok összhangban vannak az üzem által megszabott kívánalmakkal, másképp kifejezve: ha a jó hatásfokú üzemállapotok fedésbe kerülnek a nagy valószínűséggel fellépő gyakori üzemállapotokkal.

Az elmondottak szerint adott műszaki paraméterekkel rendelkező vontatójármű akkor valósít meg a vonat-továbbítási feladat ellátása során kedvező energiahasznosítást, ha a vonat-továbbítási feladat által igényelt terhelésállapot-eloszlás teljes összhangban van a vontatójármű felépítésével meghatározott tulajdonságaival, azaz a vonat-továbbítási feladathoz tartozó

$F_{\xi_v \xi_{F_v}}(V, F_v) = P\{\xi_v < V \text{ és } \xi_{F_v} < F_v\}$  eloszlásfüggvény-nyel.

A feladat ilyen megfogalmazása természetessé teszi azt a kérdésfelvetést, hogy adott energiaátviteli jellemző függvénnyel bíró vontatójármű esetén milyen terhelésállapot-eloszlás esetén lehet maximális értékű a lehetséges üzemmállapotok (terhelésállapotok) Q tartományán vett integrál. Az tehát a kérdés, hogy milyen üzemi terhelési viszonyok mellett lenne a legkedvezőbb az adott felépítésű – és ezért adott energiaátviteli jellemző függvénnyel bíró – vontatójármű energiahasznosítása. Így tehát a *vontatójárműhöz legjobban illeszkedő üzemeltetési feladat sajátosságait azonosító kétváltozós terhelésállapot-eloszlásfüggvényt* kell a feladat ismeretlenjének tekintenünk.

A most körvonalazott feladat megoldásához az  $F_{\xi_v \xi_{F_v}}(V, F_v)$  kétváltozós eloszlásfüggvényt véges sok adattal leírható közelítő felírással állítjuk elő. A kétváltozós eloszlásfüggvény ismeretében ugyanis egyértelműen meghatározott a két perem-eloszlásfüggvény az  $F_{\xi_{F_v}}(F_v) = F_{\xi_v \xi_{F_v}}(\infty, F_v)$  és az  $F_{\xi_v}(V) = F_{\xi_v \xi_{F_v}}(V, \infty)$  összefüggésekkel, továbbá minden rögzített  $F_v$  vonóerőértékhez az  $F_{\xi_v | F_v}(V|F_v)$  *feltételes sebesség-eloszlásfüggvény*. Ezek alapján a kétváltozós terhelésállapot-eloszlásfüggvény az F integrációs változó alkalmazásával előállítható a következő alakban:

$$F_{\xi_v \xi_{F_v}}(V, F_v) = P\{\xi_v < V \text{ és } \xi_{F_v} < F_v\} = \int_0^{F_v} F_{\xi_v}(V|F_v) dF_{\xi_{F_v}}(F_v).$$

A fenti összefüggés sorozatos alkalmazásával meghatározzuk a kétváltozós terhelésállapot-eloszlásfüggvény differenciáljának közelítését adó  $\Delta F_{\xi_v \xi_{F_v}}(V, F_v)$  véges növekmény felírássával:

$$\Delta F_{\xi_v \xi_{F_v}}(V, F_v) = \int_{F_v}^{F_v + \Delta F_v} F_{\xi_v | F_v}(V + \Delta V | F_v) dF_{\xi_{F_v}}(F_v) - \int_{F_v}^{F_v} F_{\xi_v | F_v}(V + \Delta V | F_v) dF_{\xi_{F_v}}(F_v) - \int_0^{F_v + \Delta F_v} F_{\xi_v | F_v}(V | F_v) dF_{\xi_{F_v}}(F_v) + \int_0^{F_v} F_{\xi_v | F_v}(V | F_v) dF_{\xi_{F_v}}(F_v)$$

Figyelembe véve, hogy  $\Delta F$  kicsi és az  $(V|F_v)$  feltételes eloszlásfüggvények folytonosak minden  $V > 0$  értékre, a következő közelítő összefüggés adódik:

$$\Delta F_{\xi_v \xi_{F_v}}(V, F_v) = \int_{F_v}^{F_v + \Delta F_v} F_{\xi_v | F_v}(V + \Delta V | F_v) dF_{\xi_{F_v}}(F_v) - \int_{F_v}^{F_v} F_{\xi_v | F_v}(V | F_v) dF_{\xi_{F_v}}(F_v) \approx \int_{F_v}^{F_v + \Delta F_v} [F_{\xi_v | F_v}(V + \Delta V | F_v) - F_{\xi_v | F_v}(V | F_v)] dF_{\xi_{F_v}}(F_v) \approx \Delta F_{\xi_v | F_v}(V | F_v) \Delta F_{\xi_{F_v}}(F_v)$$

A kapott kifejezés mutatja, hogy a kétváltozós eloszlásfüggvény kis növekménye előáll a konstans vonóerő melletti feltételes sebesség-eloszlásfüggvény és a vonóerő-eloszlásfüggvény differenciális növekményei szorzataként:

$$dF_{\xi_v \xi_{F_v}}(V, F_v) = dF_{\xi_v | F_v}(V | F_v) dF_{\xi_{F_v}}(F_v)$$

Az energiahasznosítás értékeléséhez kialakított integrál kifejezésben érvényesítve a most kapott összefüggést az adott  $T_0$  időkeretben le-adott vontatási munkára a:

$$W(T_0) = T_0 \int_0^{F_v^{\max}} \int_0^{v_{\max}} \psi(V, F_v) dF_{\xi_v | F_v}(V | F_v) dF_{\xi_{F_v}}(F_v)$$

kifejezés adódik.

A nyert kifejezésben megjelent Stieltjes-integrálok zárt alakú számítása nehézségbe ütközik, mivel a szereplő  $F_{\xi_v | F_v}(V|F_v)$  feltételes eloszlásfüggvény és az  $F_{\xi_{F_v}}(F_v)$  perem eloszlásfüggvény képletszerű alakja nem ismert. Ugyancsak nem ismert az integrálandó  $\psi(V, F_v)$  kimenő teljesítmény függvény képletszerű felírása. Ezért a feladat numerikus kezelése válik szükségessé.

A tárgyalás ezen pontján érdemes hangsúlyozni, hogy a tekintett vonattovábbítási feladat esetén szóba jöhető N-számú vontatójárműre az azokra érvényes

$$\psi_k(V, F_v); k=1, 2, \dots, N$$

kimenő teljesítmény függvények numerikus adatrendszerrel történő megadása birtokában a vizsgált menetre vonatkozó terhelésállapot-eloszlásfüggvény ismeretében, az utóbbiból származtatott feltételes eloszlásfüggvények és a vonóerő peremeloszlás ismeretében meghatározható a

$$W_k(T_0) = T_0 \int_0^{F_v^{\max}} \int_0^{v_{\max}} \psi_k(V, F_v) dF_{\xi_v | F_v}(V | F_v) dF_{\xi_{F_v}}(F_v); k=1, 2, \dots, N$$

vonóerőmunka érték sorozat. Ennek ismeretében az adott vontatási feladat megvalósítására



azon  $k^*$  index-szel jellemzett vontatójármű alkalmazása célszerű, amelyhez a fenti sorozatban a legnagyobb energiahasznosítási érték tartozik, azaz:

$$W_{k^*}(T_o) = \max!$$

Az elmondottak szerint azt a vontatójárművet kell tehát előnyben részesíteni és hozzárendelni az adott vonatási feladathoz, amely az adott terhelésállapot-eloszlási viszonyok mellett a legnagyobb energiaátviteli hatékonyságot valósítja meg. A követett eljárásunk lényegét tekintve úgy mutatható be, hogy az adott vonatváltási viszonyokhoz tartozó terhelésállapot-eloszlás előzetes szimulációval történt meghatározása után „kipróbáltuk”, hogy melyik vontatójármű illeszkedik legjobban a megkívánt üzemi feltételekhez.

Az üzemeltető vasút járműbeszerzési igény esetén a fent követett eljárást abban a változatban utalhatja az ajánlattevő járműgyár hatáskörébe, hogy a járműgyár szállítson számára olyan vontatójárművet, amely a vasút által előre megadott  $F_{\xi, \xi_{F_v}}(V, F_v)$  terhelésállapot-eloszlásfüggvény mellett maximalizálja a hasznosított vonóerőmunkát. Természetes, hogy az így kialakítandó jármű hajtásrendszere most is jellemezhető egy  $\psi(V, F_v)$  hasznosított teljesítményre jellemző függvénnyel, azonban most a  $\psi$  függvény független változói között fel kell tüntetni egy optimalizálást biztosító  $\mathbf{q}$  akcióparaméter vektort, amelynek megfelelő  $\hat{\mathbf{q}}$  megválasztása megvalósítja a megkívánt

$$W(\hat{\mathbf{q}}) = \int_0^{F_v^{\max}} \int_0^{V_{\max}} \psi_k(V, F_v, \hat{\mathbf{q}}) dF_{\xi, \xi_{F_v}}(V, F_v) = \max!$$

feltétel teljesülését, azaz maximalizálja az integrálkifejezéssel megadott többváltozós skálár célfüggvényt [4].

A következőkben egy általánosabb megközelítésben tárgyaljuk az 1. főfeladat megoldását, természetesen kihasználva az adott vonatváltási feladat keretében a korábbiakban már definiált terhelésállapot-eloszlásfüggvény ismeretét, illetve az abból származtatott – egyelőre ismeretlen – feltételes eloszlásfüggvényeket és perem-eloszlásfüggvényeket.

A gondolatmenet lényege az, hogy a véges számú rögzített  $F_{vi}$  vonóerőszint estében lineáris prog-

ramozással megkeressük azokat az  $F_{\xi, \xi_{F_v}}(V, F_v)$  feltételes sebesség-eloszlásfüggvényeket, amelyek mellett a tekintett  $F_{vi}$  vonóerőszintek esetében a tekintett vontatójárművet jellemző  $\psi(V, F_v)$  függvényből  $F_v = F_{vi}$  helyettesítéssel adódó, már csupán  $V$  –függő, egyváltozós  $\psi(V, F_{vi})$  kimenő teljesítmény függvény esetén a leghatékonyabb energiaátvitel valósulna meg. Az így sorozatosan, tehát különböző  $F_{vi}$  vonóerőszintekhez nyert feltételes sebesség-eloszlásfüggvények ismeretében azután felépíthető a vizsgált jármű energiaátviteli tulajdonságait teljesen jellemző rögzített  $\psi(V, F_v)$  kimenő teljesítmény függvényhez tartozó legkedvezőbb (energiaátvitel szempontjából optimális) terhelésállapot-eloszlásfüggvény, mint a tekintett vontatójármű  $\hat{F}_{\xi, \xi_{F_v}}(V, F_{vi})$  típusjellemzője.

Hangsúlyozzuk, hogy az eddig megtett lépések során még nem vettük figyelembe valamely konkrét vonatváltási feladat során érvényesülő terhelésállapot-eloszlásfüggvényt. Eddig csupán a vontatójármű szerkezeti felépítéséből fakadóan került behatárolásra a hajtásrendszer felépítéshez legjobban illeszkedő azon  $\hat{F}_{\xi, \xi_{F_v}}(V, F_v)$  terhelésállapot-eloszlásfüggvény, amely a leghatékonyabb energiafelhasználást jelenti, másképp: amely  $\hat{F}_{\xi, \xi_{F_v}}(V, F_v)$  terhelésállapot-eloszlásfüggvény mellett az erőátviteli rendszerben (egyébként felépítéséből adódóan szükségszerűen) megvalósuló energiavesztéség a lehető legkisebb.

## 6. AZ ADOTT $F_{vi}$ VONÓERŐHÖZ TARTOZÓ OPTIMÁLIS FELTÉTELES SEBESSÉG-ELOSZLÁS-FÜGGVÉNY MEGHATÁROZÁSA LINEÁRIS PROGRAMOZÁSSAL

A lineáris programozásra alapozott optimalizálási feladat lényegének bemutatásához jelölje a vontatójármű valamely rögzített  $F_{vi}$  vonóerőszinthez tartozó kimenő teljesítmény függvényét  $\psi(V)$ , ahol  $0 \leq V \leq V_{\max}$ .

Tételezzük fel, hogy a sebességtengelyen adott egy ekvidisztáns felosztás, pl. 5 km/h osztásközzel, azaz adott a  $V_0, V_1, V_2, \dots, V_i, \dots, V_n = V_{\max}$  sebességérték-sorozat. A  $V_0$  értéket zérusnak választva, így  $n$ -számú nem zérus, monoton növekvő sorozatba rendezett sebességérték adódik.

Legyen most  $\xi_i = 0,5(V_i + V_{i-1})$ ;  $i=1,2,\dots,n$  a kiindulási sebesség-osztáspontokkal meghatározott  $n$ -számú sebesség-intervallum felezőponti abszcisszáiból képzett sorozat. A bevezetett  $\psi(V)$  kimenő teljesítmény függvényt az utóbi intervallum felezési pontsorozaton felvett helyettesítési értékeivel reprezentálva az  $\psi_1 = \psi(\xi_1), \psi_2 = \psi(\xi_2), \dots, \psi_i = \psi(\xi_i), \dots, \psi_n = \psi(\xi_n)$  sorozat adódik.

Tételezzük fel, hogy az üzemben realizálódó haladási sebességet megjelenítő értékeit a  $0 \leq V \leq V_{\max}$  intervallumból felvevő  $\xi_v$  valószínűségi változó  $F_{\xi_v}(V)$  eloszlásfüggvényének a kiindulási  $V_0=0, V_1, V_2, \dots, V_p, \dots, V_{\max}$  sebességérték-sorozathoz tartozó jellemzői, a  $V_0=0$  helyi  $F_0 = F_{\xi_v}(V_0^+)$  jobb-oldali határérték, és az  $F_1 = F_{\xi_v}(V_1), F_2 = F_{\xi_v}(V_2), \dots, \dots, F_n = F_{\xi_v}(V_n)$  helyettesítési-értékek ismertek.

Ismeretes [1], hogy a vizsgált egyszerűsített esetben (konstans vonóerőszint fennállását feltételezve) a hajtásrendszer által leadott hasznos vontatási energia a  $\xi_v$  sebességjellemző valószínűségi változónak a kimenő teljesítmény függvénybe helyettesítéssel nyert  $\psi(\xi_v)$  valószínűségi változó várható értékével arányos, ezen várható értéket pedig a következő integrál-kifejezés adja:

$$E\psi = \int_0^{V_{\max}} \psi(V) dF_{\xi_v}(V).$$

A kapott *Stieltjes*-integrál közelítő értékének konkrét meghatározását a reprezentáns sebesség osztáspontokra és az ezekhez tartozó eloszlásfüggvény-értékekre alapozva az integrálközelítő összeg kiszámításával végezzük el, azaz:

$$E\psi \approx \sum_{i=1}^n \psi_i (F_i - F_{i-1})$$

véges összegkifejezés adódik. Itt figyelembe vettük, hogy a kimenő teljesítmény függvény a zérus sebességnél zérus értéket vesz fel.

Az adott kialakítású erőátviteli rendszerrel bíró vontatójármű legkedvezőbb – legnagyobb energiahasznosítást biztosító – üzemi viszonyaihoz tartozó sebesség-eloszlásfüggvényt a vontatási üzem sajátosságait figyelembe vevő feltételes szélsőérték számítással határozzuk meg. A kimenő teljesítmény függvény várható értékének fenti közelítő kifejezésére tekintve látható, hogy az a

sebesség-eloszlásfüggvény  $\Delta F_i = F_i - F_{i-1} \geq 0$  nem negatív növekmény értékeinek lineáris kombinációjaként írható fel az alábbi  $n$  tagú összeggel:

$$E\psi \approx \sum_{i=1}^n \psi_i (F_i - F_{i-1}) = \sum_{i=1}^n \psi_i \Delta F_i$$

A képletben a szerepeltetett  $\psi_i$  együtthatók energetikai jelentése az előzőekből nyilvánvaló. A feladat mármost keresni azon  $\Delta F_1, \dots, \Delta F_n$  nemnegatív értékeket, amelyek az adott kimenő teljesítmény függvény helyettesítési értékeivel meghatározott  $\psi_1, \dots, \psi_n$  konstans együtthatók mellett maximalizálják  $E\psi$  várható értéket. A *célfüggvény* tehát:

$$\sum_{i=1}^n \psi_i \Delta F_i = \max!$$

A  $\Delta F_1, \dots, \Delta F_n$  nemnegatív eloszlásfüggvény-növekmény értékekkel – mint *akcióparaméterekkel* – kapcsolatban *korlátozó feltételeket* is ki kell szabni, ugyanis a legkedvezőbb energetikai viszonyokat eredményező eloszlás nem koncentrálódhat egyszerűen a legmagasabb kimenő teljesítményértéket adó sebességnél, mivel a  $[0, V_{\max}]$  sebességtartomány gyengébb teljesítményátviteli értékeket felmutató részhalmazában is – az azokon való áthaladás időhányada mellett (gyorsítások, fékezések, sebesség-előírások) – szükségszerűen tartózkodni kénytelen a rendszer. Az eredeti sebességelosztás minden részintervallumához hozzárendelhető egy  $m_i$  alsó és egy  $M_i$  felső valószínűségi korlát az adott intervallumban megvalósuló üzemre nézve. A feltételrendszer a következő *egyenlőtlenségrendszerrel* fogalmazható meg:

$$\begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ \vdots \\ m_{n-1} \\ m_n \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta F_1 \\ \Delta F_2 \\ \vdots \\ \Delta F_{n-1} \\ \Delta F_n \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} M_1 \\ M_2 \\ \vdots \\ M_{n-1} \\ M_n \end{bmatrix}$$

Az előbb megadott alulról és felülről korlátozó lineáris egyenlőtlenség-rendszeren túl egy további, lineáris összefüggéssel meghatározott korlátozó feltételnek is teljesülnie kell, mivel az eloszlásfüggvény tulajdonság érvényesítése miatt még a

$$\sum_{i=1}^n \Delta F_i = 1 - F_0$$

egyenlőségnek is érvényesülnie kell. Triviális ugyan, de szükséges rögzíteni, hogy az  $n$  számú mindegyike nem negatív, azaz érvényesülnie kell a

$$\Delta F_1 \geq 0, \Delta F_2 \geq 0, \dots, \Delta F_n \geq 0$$

feltételeknek is.

A fenti gondolatmenet alapján világos, hogy itt egy olyan *lineáris programozási feladatról* van szó, amely a  $\Delta F_1, \dots, \Delta F_n$  nem negatív akcióparaméterekre nézve  $n$  számú két oldalról megadott egyenlőtlenséggel és egy határozott egyenlőséggel korlátozott. A korlátozó egyenlőtlenségek az  $R^n$  egy *téglatartományát* jelölik ki, míg a szereplő egyenlőség egy  $n$ -dimenziós *hipersíkot* határoz meg. A feladat megoldása tehát a jelzett hipersíknak a téglatartománnyal adódó közös részeként adódó hipersík rész valamely pontjába esik. Tekintettel arra, hogy a feladatban szereplő egyenlőtlenség rendszer az  $R^n$  „pozitív tér- $2^n$ -edében” fekvő téglatartomány, és mint ilyen egy  $P$ -jelű *konvex poliéderként* azonosítható, ezért a korlátozó feltételként szereplő  $\sum_{i=1}^n \Delta F_i = 1 - F_0$  egyenletű  $S$  hipersíkkal vett közös része egy, ugyanezen korlátozó hipersíkra eső zárt részhalmaz lesz, amelyet a *PNS „hipersíkbeli poligon”* határol. Ezen poligonnak a sarokpontjai adják a lehetséges extrémálisokat. Az a sarokpont lesz *extrémális*, amelynek koordinátáit a

$$\sum_{i=1}^n \psi_i \Delta F_i$$

lineáris célfüggvénybe helyettesítve a kiadódott érték maximális lesz. A véges sok lehetséges sarokpontot egy ciklussal bejárva az egyértelmű megoldás kiadódik, vagy pedig valamely sarokpont-pár összekötő *hiperegyenesének* minden pontja megfelelő, ez utóbbi esetben tehát végtelen sok megoldás létezik.

Tekintettel arra, hogy a vontatójárművek esetében a hatásfok nem csupán egyváltozós, hanem mindenképpen függ még az éppen kifejtett vonóerőtől vagy áttételesen annak vezérlési változójától (hajtásvezérlés) is, a most végigvitt gondolatmenetünket úgy kell tekinteni, hogy az egy adott – rögzített – vonóerőérték mint feltétel mellett érvényes. Tehát ily módon *feltételes kimenő teljesítmény függvény* figyelembevételével dolgoztunk, és ezen feltételes kimenő teljesítmény függvényhez tartozó *optimális feltételes sebesség-eloszlásfüggvényt* nyertük.

## 7. A VONTATÓJÁRMŰ KÉTVALTOZÓS TELJESÍTMÉNYÁTVITELI FÜGGVÉNYÉHEZ TARTOZÓ OPTIMÁLIS KÉTVALTOZÓS TERHELÉS-ÁLLAPOT-ELOSZLÁS MEGHATÁROZÁSA

A tényleges vontatójármű üzemre vonatkozóan szükséges az előforduló vonóerők intervallumában felvett vonóerő felosztás értékei mint feltételei értékek mellett sorozatosan meg kell ismételni az előző gondolatmenet szerinti eljárást, és ezzel adódnak az adott vonóerői értékekhez tartozóan a legkisebb energiaveszteséget biztosító feltételes sebességeloszlás-függvények.

A fentiek alapján tehát rendelkezésre áll a tekintett vontatójármű-típus erőátviteli rendszerének energiahasznosítási szempontból optimális *feltételes sebességeloszlásfüggvény sorozat*, amely a vizsgált vontatójármű *típusjellemző sorozata*.

Mivel a megvalósítandó tényleges vonattovábbítási feladat jellemzőjeként menetdinamikai szimuláció végrehajtása után ismert a menet során alkalmazandó vonóerőértékek előfordulási valószínűségeit jellemző  $F_{\xi, F_v}(F_v)$  eloszlásfüggvény, a kimenő teljesítmény függvényével jellemzett vontatójárműhöz a fentiek szerint meghatározott legkisebb energiaveszteséghez tartozó feltételes sebesség-eloszlásfüggvények ismeretében meghatározható most már az energetikailag legkedvezőbb üzemszempontokat rögzítő  $\hat{F}_{\xi, \xi, F_v}(V, F_v)$  kétváltozós terhelésállapot-eloszlásfüggvény.

Fontos kiemelni, hogy ez a legkedvezőbb  $\hat{F}_{\xi, \xi, F_v}(V, F_v)$  kétváltozós terhelésállapot-eloszlásfüggvény azonban *már nem típusjellemző*, mert a tekintetbe vett vonóerőértékek valószínűség-eloszlása az *adott vontatási feladathoz* (vonattömeg, megkívánt sebesség és gyorsulásviszonyok, pályajellemzők) kapcsolódóan határozható meg.

Tárgyalásunk jelen szakaszában feltételezzük, hogy a vizsgált vontatási feladatra vonatkozó menetdinamikai szimulációval már meghatározásra került a kívánt feltételek melletti vontatási feladat megvalósításához szükséges  $F_v$

vonóerőváltozást jellemző  $\xi_v$  valószínűségi változó szint el nem érési valószínűségeit rögzítő  $F_{\xi_{F_v}}(F_v)$  perem-eloszlásfüggvény.

A vontatási feladat természetéből adódóan a  $\xi_v$  valószínűségi változó kevert eloszlású. A zérus vonóerőérték üzem közbeni előfordulásával már csak a kifuttatások célszerűsége és a fékezési üzemmódok jelenléte miatt is számolni kell. Azaz a zéró vonóerő kifejtés eseményéhez diszkrét *nem zéró* valószínűség tartozik. Így az  $F_{\xi_{F_v}}(F_v)$  eloszlásfüggvénynek az  $F_v = 0$  helyen ugrása van, jelölje ezt az  $F_{v0} > 0$ , az  $F_{\xi_{F_v}}(F_v)$  eloszlásfüggvény zéróhelyi jobb oldali határértéke, azaz  $F_{v0} = F_{\xi_{F_v}}(0^+)$ . A vonóerő eloszlásfüggvénye a  $(0, F_v^{\max}]$  intervallumon már folytonos.

Szerepeltessünk  $m$ -elemű ekvidisztáns felosztást a vonóerő tengelyen, akkor az  $F_{v0} = 0$  és  $F_{v1}, \dots, F_{vm} = F_v^{\max}$  osztáspontok adódnak. Értelmezzük a  $\Delta F_{\xi_{F_v}} = F_{\xi_{F_v}} - F_{\xi_{F_v}(i-1)} \geq 0$  nem negatív perem-eloszlásfüggvény növekményeket, amelyek minden  $i > 0$  -indexre a  $\xi_v$  vonóerőnek az  $(F_{vi}, F_{v(i-1)})$  felosztás-intervallumba esése valószínűségét jelentik.

A fentiek alapján már könnyen nyerhető az adott vontatójármű adott vontatási feltételek részbeni figyelembevételével, nevezetesen a *tekintett vontatójárműhöz tartozóan* a tervezett vonatmenet megvalósításakor érvényesülő vonóerő-eloszláshoz a jármű felépítésével meghatározott viszonyok között legkedvezőbb energetikai viszonyokat megadó  $\hat{F}_{\xi_v, \xi_{F_v}}(V, F_v)$  optimális terhelésállapot-eloszlásfüggvény.

Jelölje a korábbiakkal összhangban  $\hat{F}_{\xi_v}(V|F_{vi})$  az  $F_{vi}$  vonóerő kifejtés feltétele mellett meghatározott *feltételes optimális sebesség-eloszlásfüggvényt*, akkor a tekintett vontatási feladat ellátásához a vizsgált vontatójárműre vonatkozóan

$$\hat{F}_{\xi_v, \xi_{F_v}}(V, F_v) \approx \sum_{i=1}^m \hat{F}_{\xi_v | \xi_{F_v}}(V|F_{vi}) \Delta F_{\xi_{F_v}}(F_{vi})$$

ennek a kétváltozós terhelésállapot-eloszlásfüggvénynek kellene realizálódnia a megvalósítandó vonatmenet során – ekkor lenne ugyanis minimális a hajtásrendszer energiavesztésege.

Ismételten ki kell emelnünk, hogy az így felépített energiahasznosítás szempontjából optimális  $\hat{F}_{\xi_v, \xi_{F_v}}(V, F_v)$  terhelésállapot-eloszlás

egyrészt a jármű felépítésével meghatározott – mivel a  $\psi(V, F_v)$  kimenő teljesítmény függvény a jármű saját alapjellemezője –, másrészt a megvalósítási kívánt, tervezett vonatváltásra vonatkozóan szimulációval meghatározott  $F_{\xi_{F_v}}(F_v)$  vonóerő-eloszlásfüggvény ismeretére támaszkodik.

Természetesen elképzelhető eljárás lenne valamely közelítő érvényességű *a-priori* vonóerő-eloszlásfüggvény felvétele is (amely korábbi speciális esetekre vonatkozó eredmények statisztikai általánosításból adódhat), amely esetben a most megfogalmazott optimális terhelésállapot-eloszlásfüggvény már tisztán közelítő *járműjellemzőként* lenne azonosítható.

Mivel azonban a vontatási energetika *1. főfeladata* megoldásához amúgy is szükséges a kívánt vonatmenet dinamikai szimulációja és az eredmények statisztikai kiértékelése, ezért az adott vonatváltáshoz szükséges kétváltozós „a vonatváltási üzem által igényelt terhelésállapot-eloszlás”-nak a menetdinamikai kiértékelés eredményeként rendelkezésre kell állnia, és ennek peremeloszlásai is ismereteknek tekinthetők. Így az energiahasznosítás szempontjából legkedvezőbb vontatójármű kiválasztáshoz határozottan indokolt egy becslött *a-priori* vonóerő-eloszlás helyett a vizsgált vonatmenetre végrehajtott szimuláció eredményeinek kiértékelésével meghatározott tényleges vonóerőigény  $F_{\xi_{F_v}}(F_v)$  eloszlásfüggvényével dolgozni.

## 8. AZ ENERGIAHASZNOSÍTÁS SZEMPONTJÁBÓL LEGKEDVEZŐBB VONTATÓJÁRMŰ HOZZÁRENDELÉSE AZ ADOTT VONATVÁLTÁSI FELADATHOZ

A vontatási energetika *1. főfeladatának* megoldásához minden rendelkezésre áll. Egyrésztől a tervezett vonatmenet számítógépes dinamikai szimulációjával kapott eredmények kiértékelése alapján rendelkezésre áll a vonatmenethez tartozó  $G(V, F_v)$  kétváltozós terhelésállapot-eloszlásfüggvény. Másrészt a szóba jöhető véges sok ( $k=1, 2, \dots, N$ -számú) „versenyre bocsátott” (konkurrens) vontatójármű-típusra az adott vonatváltási feladat által igényelt  $F_{\xi_{F_v}}(F_v)$

vonóerő-eloszlásfüggvény ismeretében kiértékelésre került (lineáris programozással) a legkedvezőbb energiahasznosítást biztosító terhelésállapot-eloszlásfüggvények  $F_{\xi_v, \xi F_v}^k(V, F_v)$ ,  $k=1, 2, \dots, N$  sorozata.

A *hozzárendelési feladat* megoldásakor azon vontatójármű kiválasztását kell végrehajtunk, amelynek a típushoz rendelt legkedvezőbb energiahasznosítást biztosító terhelésállapot-eloszlásfüggvénye legközelebb esik a tervezett vonatmenethez tartozó  $G(V, F_v)$  kétváltozós terhelésállapot-eloszlásfüggvényhez. A közelséget itt a *függvényértékek eltérése négyzetének minimuma* értelmében tekintjük. A hozzárendelési feladat megoldása most tehát az

$$D_k = \int_0^{F_v^{\max}} \int_0^{V^{\max}} \left( \hat{F}_{\xi_v, \xi F_v}^k(V, F_v) - G(V, F_v) \right)^2 dV dF_v = \text{Min!}$$

*szélsőérték feladatra* vezet. A feladatnak csak numerikus megoldása jöhet szóba (az integrandusban szereplő függvények egy pont rácson felvett numerikus értékeikkel ismeretek), éspedig oly módon, hogy a szóba jött  $k=1, 2, \dots, N$  vontatójármű változatokra meghatározzuk az  $D_1, D_2, \dots, D_N$  számokat, és azon  $k$  indexű vontatójárművet választjuk, amelyre  $D_k = \text{Min!}$  teljesül.

Ezzel a vontatási energetika *1. főfeladatát* megoldottuk. Természetes, hogy a feladat megoldásának a tárgyalt elvek alapján történő tényleges kivitelezéséhez *jelentős adatbázis és szoftverháttér* megléte szükséges.

## 9. ÖSSZEFOGLALÁS

A jelen tanulmány bemutatja a vontatási energetika *1. főfeladatának* megoldását. Ez a feladat az adott vonatváltási feladathoz energetikailag *legkedvezőbb vontatójármű hozzárendelését* fogalmazza meg. A végigvitt gondolatmenet motorvonatok esetében is helytálló. Bemutattuk, hogy miképp lehet a versenyre bocsátott (konkurrens) vontatójármű-típusok vonóerő karakterisztikái és kimenő teljesítmény jellegfelületei ismeretében, valamint az adott vonalon, adott műszaki jellemzőjű járművekből összeállított vonat tervezett menete során meghatározni a menethez tartozó teljesítmény-szükségletet és a kialakuló (realizált) terhelésállapot-eloszlásfüggvényt.

Meghatároztuk, hogy ez a realizált terhelésállapot-eloszlásfüggvény a versengő vontatójármű-típusok közül melyik esetében fekszik legközelebb az illető vontatójárműre nézve a legkedvezőbb energiahasznosítást biztosító „optimális terhelésállapot-eloszláshoz”. A vontatójármű adott vontatási feladathoz rendelése a kidolgozott algoritmus alapján készült programmal végrehajtható. Természetesen a tervezett vonatmenettel kapcsolatos számítások elvégzéséhez rendelkezésre kell állnia számos, a pályára és a járművekre vonatkozó számszerű műszaki jellemzőnek.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A jelen cikk eredményeit adó kutatómunka szakmai tartalma kapcsolódik a „Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen” c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] **Szüle D.:** Összefüggés az üzemállapotok előfordulásának gyakorisága és a motoros jármű üzemi jellemzői között. Közlekedéstudományi szemle, Budapest, No 11, 1967.
- [2] **Zobory I.:** Motoros járművek üzeme során a gépi berendezésben fellépő terhelésállapotok elméleti vizsgálata statisztikai módszerrel. Járművek és Mezőgazdasági Gépek, 20, 1973, p.77-79.
- [3] **Zobory, I.:** On real-time simulation of the longitudinal dynamics of trains on a specified railway line. Proceedings of VSDIA '94. (Ed by Prof. I. Zobory). BME, Department of Railway Vehicles, Budapest, 1995, p. 88-100.
- [4] **Zobory I.:** Sztochasztikus terhelési viszonyok között dolgozó hidrodinamikusan hajtásrendszer hatások optimalizálásáról. Járművek Építőipari és Mezőgazdasági Gépek 41, 1996 (11), p. 215-219.
- [5] **Zobory I. – Békefi E.:** Longitudinal dynamics of vehicle systems and traffic flows. Proceedings of VSDIA '96, (Ed. by

- Prof. I. Zobory), BME, Department of Railway Vehicles, Budapest, 1996. p. 81-93.
- [6] **Kósa A.:** Optimumszámítási modellek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.
- [7] **Zobory I.:** A vonattovábbítás energetikájának három főfeladata. Vasútgépészet, Budapest, 2010, p.25-27.
- [8] **Megyeri J.:** Vasútépítéstan. Közlekedési Dokumentációs Vállalat. Budapest. 1991.



## Solving of the first main task of railway energy management

Energy costs constitute a large percentage of the total cost of traction of trains. The costs that can be connected to the engines' energy consumption (like electric energy or fuel costs) can amount to approximately 30-35 per cent of the total LCC (Life Cycle Costs) of some railway traction vehicles. Consequently, railway companies strive to acquire and operate engines with a high efficiency and a specific power that makes the establishment of a traction with a low energy consumption possible.

The author of this paper has previously conducted an extensive analysis focusing on railway energy management and based on this previous research, he has now attempted to solve the so-called first main objective: to assign an energetically optimal engine type to the proposed traction task. Likewise, a successful and well thought-out application of methods of probability theory can be derived from the author's previous works. Taking all this into consideration, the focus of the examination is the description, using stochastic indicators, of the tracks and the locomotive engine types which can be considered for them.

## Die Lösung der ersten Hauptaufgabe der Traktionsenergetik

Unter den Kosten der Fortbewegung von den Zügen haben die Energiekosten einen wesentlichen Anteil. Ungefähr 30-35% der Gesamtkosten für die volle Lebensdauer eines Triebfahrzeugs (LCC= Life Cycle Costs) machen die Kosten der zur Realisierung der Traktion notwendigen Energiekosten (Elektrizität, Dieselöl) aus. Deshalb ist es eine natürliche Bestrebung der Eisenbahngesellschaften, solche Triebfahrzeuge zu beschaffen und betreiben, deren Wirkungsgrad und gewichtsbezogene Leistung eine energieeffiziente Fortbewegung der Züge ermöglicht.

Der Autor hat früher eine umfassende energetische Analyse des Bahnverkehrs durchgeführt. Auf diesem Grund hat er in dieser Arbeit unternommen, die erste Hauptaufgabe, nämlich die optimale Zuordnung eines aus energetischer Hinsicht optimalen Triebfahrzeugs zum Traktionsanspruch zu lösen. Auch die durchdachte und erfolgreiche Anwendung der Methoden der Wahrscheinlichkeitstheorie kann auf seine frühere Arbeiten zurückgeführt werden. Mit deren Einbeziehung wird die Beschreibung der Bahn und der in Frage kommenden Triebfahrzeugtypen mit stochastischen Kennwerten in den Mittelpunkt der Untersuchungen gestellt.

## E számunk lektorai

Dr. Gulyás András  
 Prof.Dr.habil. Kolonits Ferenc  
 prof. Dr. Nemes György  
 Dr. Tiner Tibor

## Törökország kulcsszereplővé válik-e az eurázsiai tranzitban?

A közlekedésföldrajzi kutatások egyik legtekintélyesebb hazai szakembere hosszú ideje behatóan foglalkozik az Európa és Ázsia közötti közlekedési kapcsolatok alakításában érvényesülő, nagy jelentőségű közút- és vasúthálózat-fejlesztések eredményeivel és távlati terveivel. Jelen tanulmány a közlekedési stratégiai helyzetét illetően kulcspozíciót betöltő Törökország fokozatos fölértékelődését veszi górcső alá, részletesen elemezve a folyamat előzményeit, okait és az eddig megvalósult fejlesztések eredményeit és hiányosságait.

**Dr. Erdősi Ferenc DSc**

emeritus kutató professzor

MTA KRTK Regionális Kutatások Intézete

Dunántúli Tudományos Osztály

e-mail: frickd@rkk.hu

### 1. BEVEZETÉS

Kedvező földrajzi fekvése Törökországot eleve a szomszédos világrészek, nagyrégiók közötti kapcsolatszerepre predesztinálja:

- az európai és az ázsiai országrészt elválasztó tengerszorosok a mindenkor Orosz Birodalom (valamint az időnként vazallus státusú országai) által uralt zárt beltenger, a Fekete-tenger és a Mediterráneum (illetve végső soron a világóceán) között teremtenek É-D irányú természetes hajóutat, továbbá
- a három oldalról tenger által határolt kicsiny Isztrandsza és a hatalmas Anatóliai-félsziget az Európa és Ázsia közötti Ny-K irányú kereskedelmi forgalomhoz kínálkozik szárazföldi tranzitúterületként.
- Az utóbbi időkben esély mutatkozik arra, hogy Anatólia (a későbbiekben ismertetett tényezők hatására) az É-D irányú nemzetközi szárazföldi, illetve kombinált szállítás számára is tranzitúterületté váljon.

megfelelő infrastruktúra-kapcsolatok megteremtése után a különböző irányú forgalomáramlások kereszteződéséből adódó előnyöket kihasználva az ország távlatilag nemzetközi fordítókoronggá váljon [27].

E cikkben arra keresünk választ, hogy korunkban és a belátható jövőben Törökország miként képes gazdálkodni az interkontinentális viszonylatokban kivételesen kedvező tranzitszállítási potenciáljával, hogyan alkalmazkodik a szomszédos országokban gyakorta előálló krízishelyzetek teremtette kihívásokhoz, valamint hogy hogyan találja meg a saját nemzeti érdekei és külföldi partnerei számára egyaránt elfogadható modus vivendit?

### 2. TÖRTÉNELMI ELŐZMÉNYEK

A mai Törökországon és a Kelet-Balkánon kívül Nyugat-Ázsia nagy részére (Levantére, az Arab-félsziget partvidékeire, Mezopotámiára stb.) kiterjedő Oszmán Birodalmon belüli kohéziót (a gyakorlatilag az Isztambulból történő központi irányítást, a hadsereg mozgatását, illetve az államvallás gyakorlását) szolgáló nagy távolságú vasutak közül stratégiai jelentőségét tekintve kiemelkedett a birodalom déli és délkeleti periferiái felé tartó Hedzsász vasút és a Bagdad vasút.

A török nemzeti közlekedésfejlesztési stratégia egyik fő célja, hogy a határon átvívelő – a zökkenőmentes, megbízható tranzitot is lehetővé tevő –,

A Damaszkuszról (a mai Izraelen és Jordánián keresztül) az arabiai Medináig tartó keskeny nyomtávú Hedzsász vasút hivatalosan a Mek-

kába tartó zarándoklatot volt hivatva elősegíteni. Ezen túlmenően a török hadsereg is használta a Vörös-tenger mellékén lázongó arab törzsek elleni harcok során, majd az első világháború alatt a Szezi-csatorna térségében állomásozó brit hadereő elleni felvonuláshoz (1. ábra).

Az előzőeknél még nagyobb stratégiai jelentőséget tulajdonítottak a Bagdad vasútnak a finanszírozásában és az építésében egymást váltó nyugati nagyhatalmak, Nagy-Britannia, majd Németország. Az Isztambulból Törökország délkeleti régióiba vezető (Konya-ig tartó, a német Anatóliai Vasúttársaság által már az 1890-es évekig megépített) Anatóliai vasút folytatásában a (mai) Szírián keresztül Mezopotámiába vezető, Bagdadig tartó vasutat valamennyi szereplője az olajbeszerzés lehetséges eszközeként tekintette. A gazdaságinál azonban jóval jelentősebb lett volna a stratégiai szerepe. Németország irányítói részben a Szezi-csatorna forgalmát csökkenteni képes eszközként preferálták, de a hadvezetés Perzsa-öbölbeli támaszpont építését, ezzel az Indiához való közelebbi jutás igényét is megfogalmazták.

Végső soron az egykori Oszmán Birodalom a tartományai közötti híres vasútjaival és néhány távolsági útjával már megteremtette az Európa és a Közel-Kelet közötti szárazföldi közlekedési alap-infrastruktúrát. Az első világháború egyik veszteseként a birodalom szétesett, a közel-keleti térségei számos (egy ideig angol és francia ellenőrzés alatt álló) entitásra szegmentálódtak [1]. A törzsterületén 1923-ban kialakított Török Köztársaság és az önállósodott korábbi tartozékterületek között gyakran barátságtalan viszony alakult ki, ami nem kedvezett az Anatóliai-félszigeten keresztül vezető, nemzetközi tranzitközlekedésnek. A német és török politikusok által megálmodott Berlin–Bagdad vasút nem tölthette be az eredeti interkontinentális stratégiai tengely, illetve a gazdasági folyosó szerepét, mint ahogyan a Hedzsász vasút sem, amelyen ugyancsak több ország osztozkodott. Az egyes vonalszakaszokat a nemzeti vasúttársaságok nagyon különböző módon kezelték; rossz esetben korlátozták, helyivé degradálták, esetleg teljesen megszüntették rajta a forgalmat [25].

A második világháború után a külpolitikájában erősen az Egyesült Államok felé orientálódott

Törökország importhelyettesítő, azaz az önelátásra törekvő gazdaságpolitikája következtében meglehetősen elhanyagolta a szárazföldi közlekedési infrastruktúra fejlesztését, és mint a NATO legkeletibb országa a szomszédos (potenciális ellenfél) országokkal összekötő infrastruktúrákat többnyire csupán korlátozott szinten működtette. A politikai enyhülés, a külpolitikában a többirányú kapcsolatokra törekvés és az exportorientált gazdaságpolitikára áttérés egyaránt felértékelte a közlekedést. Századunk elején a tempós fejlesztések már nem csupán a légi és közúti, hanem a vasúti közlekedési infrastruktúrában is megkezdődtek, így javultak a tranzitközlekedés feltételei is [5].

Valamennyi szempont (nemzetközi jelentősége, a forgalom fizikai tömege és értéke) alapján a tranzitútvonalak közül korunkban a tengerszorosok messze megelőzik a szárazföldi (vasúti és közúti) pályákat.

### 3. A TENGERSZOROSOK MINT SZUBGLOBÁLIS JELENTŐSÉGŰ HAJÓZÁSI TRANZITVONALAK

#### 3.1. A tengerszorosok átmenő forgalmának sokszorozódása és összetétele

A Fekete- és az Égei-tenger közötti vízi út északon a 31 km hosszú, a bejáratánál még 3,5 km széles, viszont Isztambulban helyenként 700 méterre elkeskenyedő, a középvonalon 36 és 124 méter között váltakozó mélységű Boszporusszal kezdődik, majd a közbeiktató Márvány-tengertől délre a 70 km hosszú, 1200–3200 méter széles Dardanellákban folytatódik. A szorosok irányvonala gyakran megtörik, a számos kiugró fok, víz alatti sziklazátony és apró sziget nemcsak nehezíti, hanem veszélyessé is teszi a hajózást – kiváltképpen a Dardanellákban [3]. A kedvezőtlen természeti (vízrajzi és morfológiai) nautikai tényezők jelentőségét hatványozta a forgalom sokszorozódásával előállt gyakori torlódás.

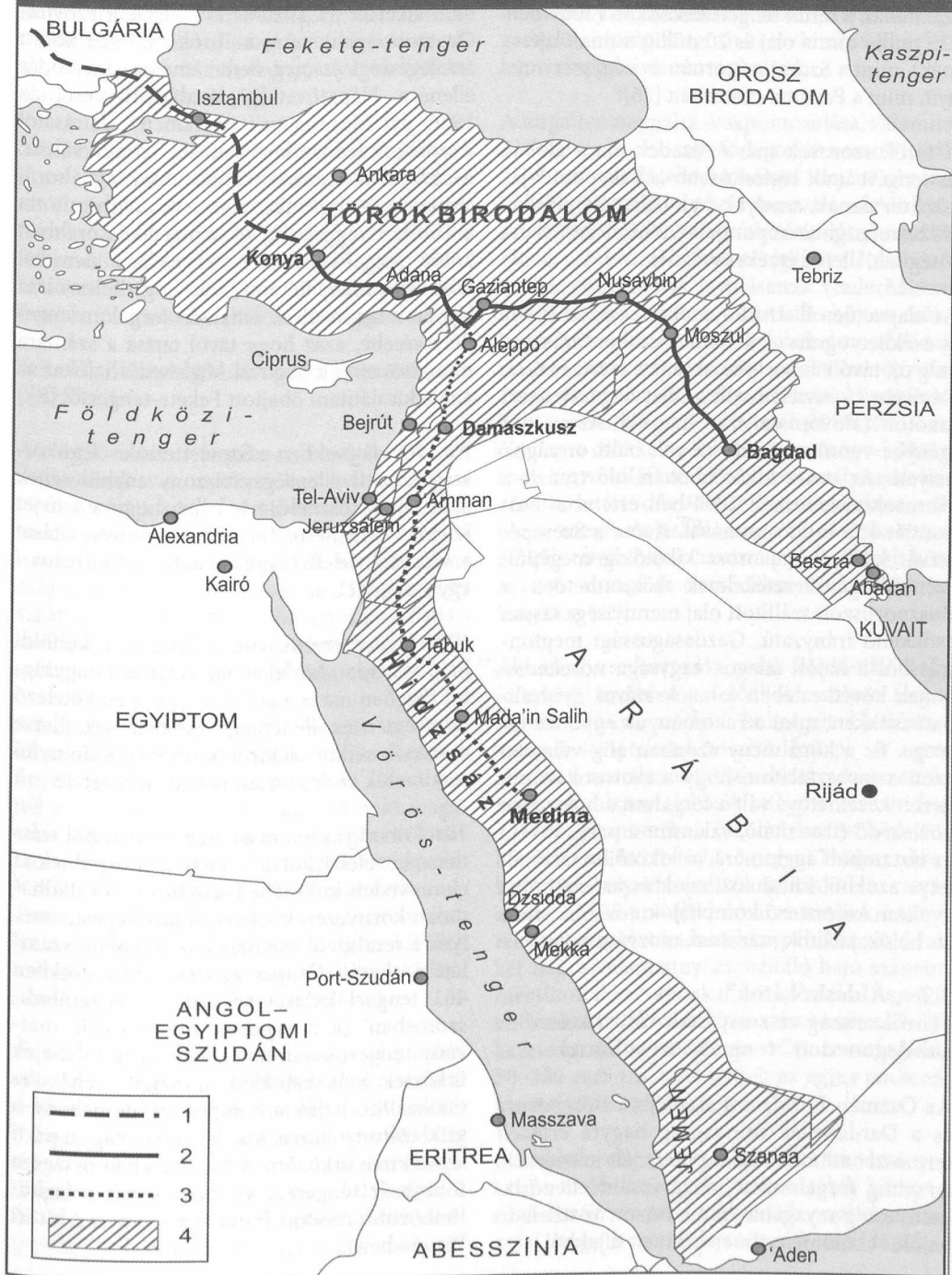
A Boszporuszon 1936-ban 4400 (a maiaknál átlagosan jóval kisebb) hajó haladt át, amelyek száma 2011-ben elérte a 48 ezret. A közel tizenkétszeres forgalomnövekedés következtében ma már naponta átlagosan 123 hajó tranzitál – a Malakka-szoros után – a világ második legfor-



1. ábra: A Hedzsász és a Bagdad vasút fővonalai az Oszmán Birodalomban

Jelmagyarázat: 1 – Orient és Anatóliai vasút; 2 – Bagdad vasút; 3 – Hedzsász vasút; 4 – az Oszmán Birodalom területe a 20. század elején

Forrás: [29]



galmasabb tengerszorosán [15]. Északi vonzás-körzetének gazdasági szerkezetéből következően az átkelő hajóknak csupán mintegy 15%-a az olajat, olajterméket, gázt és vegyi anyagot szállító tartályhajó. Azonban így is csaknem annyi olajat szállítanak a török tengerszorosokon (2009-ben 125 millió tonna olaj és 20 millió tonna olajtermék), mint a Szezi-csatornán és négyszer annyit, mint a Panama-csatornán [26]!

A török szorosok már évtizedek óta a globális tengeri utak legfontosabb „chokepoint”-jai közé tartoznak, amelyek a globális energiaellátás biztonsága szempontjából különleges jelentőségűek, illetve érzékenységgűek.

Az alapvetően É–D irányú olajtranzit az 1990-es években ugrásszerűen nőtt, amikor Oroszország új, távoli exportpiacokra tett szert, és ezek eléréséhez kénytelen volt a saját fekete-tengeri kikötőit (Novorosszijszk, Tuapsze, Azov stb.) igénybe venni az önállóvá vált balti országok helyett. Az orosz kikötőkből induló tranzit a szorosokon keresztül 2004-ben érte el a tetőpontját 155 millió tonnával. Azóta a Szentpétervár környéki új orosz kikötőkig megépült szénhidrogén-vezetékeknek köszönhetően a Boszporuszon szállított olaj mennyisége lassan csökkenő irányzatú. Gazdaságossági megfontolásból a hajók átlagos nagysága növekedik, ennek következtében a hajók száma gyorsabban csökken, mint a rakományuk együttes tömege. Ez a körülmény azonban alig változtat azon a tapasztalaton, hogy a szorosokon nehezen kezelhetővé vált a forgalom a hosszában közlekedő (tranzitáló, valamint a parti, főként az isztambuli agglomeráció kikötőibe tartó, illetve azokból kiinduló) hajók és az ezek útját gyakran keresztező komphajók, továbbá vitorlás hajók, jachtok százainak mozgása miatt.

### 3.2. „Áldásból átok” (Törökország viszonyának változása az „elidegenedett” tengerszorosokhoz)

Az Oszmán Birodalom számára a Boszporusz és a Dardanellák mindaddig nagyra értékelt természet adta stratégiai potenciált jelentettek, ameddig forgalmukat felségvízként ellenőrizhette, amíg anyagi hasznot is húzott az áthaladó hajóktól különféle címen szerzett díjakból.

A krími háború következményeként a győztes Anglia és Franciaország ellenőrzése alá vonta a tengerszorosokat. Bár a cári Oroszország ebbe nem nyugodott bele, de képtelen volt a helyzetet a saját javára megváltoztatni, mint ahogy ez nem sikerült az 1920-as évek elejéig Szovjet-Oroszországnak sem, a Törökországgal kötött semlegességi és meg nem támadási szerződés ellenére. Népszövetségi kezdeményezésre az 1936. évi Montreaux-i egyezmény aláírásától a szorosok nemzetközi státusú vízi úttá váltak. Még be sem fejeződött a második világháború, amikor a Szovjetunió semmisnek nyilvánította a Törökországgal alig két évtizeddel korábban kötött megállapodást, és követelte a nemzetközi egyezmény felmondását, hogy beleszólása legyen a szorosokon áthaladó forgalom engedélyezésébe, azaz hogy távol tartsa a számára nemkívánatos lobogóval közlekedő hajókat az általa kisajátítani óhajtott Fekete-tengertől [8].

Az 1960-as években a Szovjetunió és Törökország közötti ellenséges viszony enyhülésének akár egyik fokmérője is lehet, hogy a szovjet kormány elismerte Törökország szuverenitását a szorosok felett (vagy inkább a Montreaux-i egyezményt?).

1936 óta a szorosokon valamennyi külföldi hajó szabadon közlekedhet. Azonban nagyságtól függően ma is ajánlott vagy éppen kötelező (költségtérítés ellenében) a révkalauzok, illetve a vezeték nélküli elektronikus forgalomirányító rendszerek szolgáltatásainak igénybevétele.

Törökország számára a tengeri tranzitból származó bevételek korunkban már eltörpülnek az elszennvedett különféle károkhöz és a vállalhatatlan környezeti kockázatokhoz képest, amelyek a rendkívül intenzív hajóforgalom számlájára írhatók. Csupán az 1953–2002. években 461 tengeri baleset történt az „isztambuliszorosban” (a Boszporuszon) és a déli, márvány-tengeri bejáratánál. Főként tartályhajók ütköztek más hajókkal, tranzitáló teher- és utasszállító hajók a kompokkal, de néhány, a sziklazátonyokon is megfeneklett, vagy a parti szikláknak ütközött. A balesetekben összesen több száz tengerész vesztette életét a legkülönbözőbb módon (nem egy esetben a kitört tűzveszben).

Számszerűen a balesetek 95%-át ugyan a felelőtlenül navigált kis hajók, valamint az erősen elhasználódott, előregedett kisebb és közepes méretű kereskedelmi hajók okozzák, azonban a környezeti és az emberi közösségi (életvédelmi) szempontból bekövetkezett katasztrófák többsége a tartályhajókból kiömlő és/vagy tüzet fogó veszélyes folyékony anyagok (főként olaj) miatt keletkezik [15].

Mindezeket a jövőre kivetítve feltételezhető, hogy a közel 20 milliós isztambuli agglomeráció partközeli negyedének lakosságát és (részben a világörökség részének nyilvánított) felbecsülhetetlen értékű műemlék-együtteseket teheti tönkre a veszélyes szállítmányokat hordozó hajók haváriája (különösen kigyulladás).

### 3.3. Törökország restriktív Boszporusz-politikája

A megnövekedett forgalmat lényegében változatlan mederviszonyok mellett kell kezelnie a török hatóságoknak, ezért több korlátozó intézkedést vezettek be. Bár a nemzetközi konvenció ma is érvényben van, ennek ellenére Törökország 1982-ben kinyilvánította azt a jogát, hogy szükség esetén még békeidőkben is lezárhatja a szorosokat, illetve időben korlátozhatja forgalmukat, sőt az áthaladó hajók nagyságát is.

Azt a régi általános szabályt, hogy a mederviszonyokra és a hidak víz feletti magasságára figyelemmel a Boszporuszon csak a 300 méternél nem hosszabb és 58 méternél nem magasabb hajók közlekedhetnek, ma is be kell tartani. Ez viszont azt jelenti, hogy a legnagyobb VLCC kategóriájú óceánjáró tankerek még akkor sem vehetik igénybe e tengerszorosot, ha a Fekete-tenger partján levő egyes kikötők mélységük és tágasságuk révén alkalmasak lennének a fogadásukra, illetve feltöltésükre.

Azonban a korábban előírt maximális méret adta lehetőségeket sem lehet az utóbbi évtizedekben minden esetben kimeríteni. A baleseti kockázat csökkentésére hivatkozva 2008-ig még csupán a 250 méternél hosszabb hajók számára volt tilos az éjszakai közlekedés. A 2008. évi kormányzati forgalomszabályozási intézkedések értelmében már a 200 méternél

hosszabb veszélyes árut szállító hajók is csak a nappali órákban közlekedhetnek a szorosokon (a veszélyes rakományú hajók kategóriájába sorolták a tartályhajókon kívül a konténerszállító és a RoRo hajókat is), továbbá a 150 méternél hosszabb vízi járművek – rakományuktól függetlenül – (még világosban is) kizárólag révkalauz irányításával mozoghatnak.

A forgalom nappalra összpontosulása, valamint a veszélyes rakományú kategóriába sorolt hajók 75–90 perces kötelező követési idejének betartása főként télen (a rövid nappalok idején) vezetett torlódásokhoz, az átkelési idő növekedéséhez, várakozási idővesztésekhez. Részben a közlekedésirányítás javulásának (radarhálózat kiépítésének), részben a tranzitvolumen csökkenésének betudhatóan a késések/torlódások miatti „extra” napok száma az októbertől márciusig tartó téli időszakban a tranzitforgalomban a 2006/2007. évi 10,1-ről 2010/2011-ben 6,4 napra csökkent. További lehetőség adódna a tranzit gyorsítására, ha az üres tartályhajók közötti követési időt 30–40 percre csökkentenék olyan megfontolásból, hogy az olajrakomány nélküli tartályhajók haváriája jóval kisebb környezeti, anyagi és életvédelmi kockázatot rejt magában [19].

Az elért eredmények nem feleltetik, hogy időnként továbbra is előállnak súlyos forgalomtorlódások, amelyek költségeit a hajótársaságok kénytelenek viselni. Így pl. az extra átmeneti restriktív intézkedések oda vezettek, hogy az olajtartályhajók átlagos tranzitideje 2011 szeptemberében (az intézkedést követő 2 héten belül) az eredeti 1-2 napról 7 napra növekedett. A helyzet azonban igazán 2011. szeptember 27–28-án vált drámaivá, amikor a török tengerszorosok történetében példátlan módon két napra valamennyi tranzitáló hajó számára megtiltották az éjszakai közlekedést. Rendkívüli időjárási helyzetekben a szorosokat következetesen zárva tartják, ami naponta átlagosan 50–100 ezer USD-vel terheli az egyes tankerek üzemelési költségét.

A hajótársaságok tiltakozásának eredményeként a török hatóságok 2011. október közepén enyhítették a tranzitfeltételek szabályozását azzal, hogy a nem kifejezetten veszélyes rako-

mányt szállító hajóknak (egyedi elbírálás alapján) lehetővé tették az éjszakai átkelést. Ezzel az intézkedéssel sikerült elérni, hogy a (várakozó) hajók késése 4-5 napra, az átkelési idő pedig magán a Boszporuszon max. 48 órára csökkenjen. Vitatott kérdés maradt, hogy a különféle szállítmányokat milyen veszélyességi fokú kategóriába sorolják, és hogy meg lehet-e tagadni az átkelést a rendkívül veszélyes anyagokat (pl. orosz nukleáris hulladékot) fuvarozóktól [3]?

### 3.4. A tranzitforgalom jövőbeni alakulása a tengerszorosokban (A tranzitszállítás forrásainak, illetve irányainak lehetséges változásai)

A szorosok átmenő forgalmának alakulása a jövőben alapvetően kétféle döntéstől függ:

- Mindenekelőtt az olajtermelő országok (Oroszország, Azerbajdzsán, Kazahsztán, Türkmenisztán stb.) gazdaságpolitikájától (hogy az adott gazdaság szerkezet és a belső fogyasztás figyelembevételével mennyi szénhidrogént exportálnak), valamint az exportútvonalaik irányát meghatározó külpolitikájától függ. Gyakorlatilag tehát a szállítatók arra irányuló döntéseiről van szó, hogy milyen mennyiséget kívánnak vagy tudnak eljuttatni a fekete-tengeri kikötőkhöz, és azokból az exportszállítmányok a szorosokon keresztül vagy esetleg a beltenger egy másik (szemközti) kikötőjéből szárazföldön folytatják-e útjukat.
- Ezenkívül a tranzit hajóforgalmat az is befolyásolja, hogy Törökországnak mennyire sikerül a szorosok szénhidrogén-forgalmát a főként általa kezdeményezett elkerülő csövezetekbe áterelni.

A Fekete-tenger (és ezzel a szorosok) felé tartó forgalmat csökkentő tényezők között meghatározó szerepe lehet az orosz export irányok szerinti radikális átalakulásának, ami egyes előrejelzések szerint oda vezethet, hogy a szorosokon szállított olaj mennyisége egy-másfél évtizeden belül akár a mai érték 5%-ára is csökkenhet. Ugyanakkor más szénhidrogén-termelők a jelenleginél nagyobb jelenléte terveznek exporttevékenységük során a Fekete-tenger kikötőiben. Így pl. Kazahsztán a Tengiz-Novorosszjszk (CPC) vezeték kapacitását lé-

nyegesen (2015-re 67 millió tonnára) akarja növelni, Azerbajdzsán a földgáz-, illetve az LNG-kiviteléhez alternatívaként a Fekete-tenger keleti partján keres termináltelephelyet. (Az onnan tengeren továbbinduló szállítmányoknak azonban csak a kisebb része irányulna a szorosok felé, nagyobb részét román, bolgár és ukrán kikötőkben szivattyúznák ki a hajókból.)

A hagyományos É–D irányúval ellentétben D–É irányú forgalmat kelhetnek a szorosokban a más kontinensekről érkező szénhidrogének. (Bulgária Katarból szándékozik LNG-t importálni, de a Márvány-tenger melletti török kikötőbe, Izmitbe is a Dardanellákon keresztül érkehetnek meg a Katarban LNG-vel töltött tartályhajók; Ukrajna – az Oroszországtól való függés lazítása érdekében – többek között Venezuelából importál olajat [13].)

Bár a szorosok jövőbeni teljes forgalmáról számszerű mérleget nem lehet vonni, minden bizonnyal lassú csökkenésre kell számítani. Ennek ellenére Törökország minden erővel azon van, hogy a szorosok forgalmát, különösen pedig a tartályhajók tranzitját a lehető legkisebbre csökkentse. Ennek érdekében a szorosokat elkerülő csövezetéseket épít és tervez a saját területén. Így már 2006 óta működik az azeri olajat Grúzián és Törökország keleti régióin keresztül a földközi-tengeri Ceyhanba szállító (évi 46 millió tonna kapacitású) megavezeték [20]. Kivitelezésre vár az északi Samsun kikötőből induló és a déli Ceyhan kikötőig tartó Trans-Anatolia Pipeline is, amely a Fekete-tengeren áthozott orosz olajat juttatná el a Földközi-tenger partjára, ahonnan tankezekben folytatná útját a távoli piacok felé. Az európai oldalon részben török területen (Trans Thrace), részben bolgár és görög (illetve albán, sőt horvát) kikötők közötti külföldi vezetéseket (Trans-Balkan, AMBO, PEOR) terveznek a szorosok kiváltására [9]. Mi több, Törökország Isztambultól nyugatra tengeri hajózácsatornát szándékozik 2023-ra megépíteni, hogy e „mesterséges Boszporusz”-ba terelődjen át a teljes tranzitforgalom [26].

A tervezett előbbi csövezetek építése azonban (2013-ban) még meg sem kezdődött a szorosok térségében. Kérdés, hogy a mind műszaki,

mind finanszírozási szempontból különleges méretű, monstre beruházás, a hajózással szembe fordított megvalósítása sikerül-e, és ehhez milyen nemzetközi támogatásra számíthat Törökország? Megítélésünk szerint öt éven belül a legjobb esetben is inkább csak 1-2 trákiai csővezeték építésére lehet számítani, ezért ezekkel a szorosok forgalma radikálisan aligha csökkenthető. (A csővezetékek kizárólag a folyékony/légnemű rakományok szállítását segíthetik, viszont a tranzitáló vízi járművek oroszánrészre nem tartályhajó.)

## 4. A JELENTŐS TERMÉSZETES NY-K IRÁNYÚ SZÁRAZFÖLDI TRANZITPOTENCIÁL KIHASZNÁLATLANSÁGÁNAK OKAI

Az Európa és Közel-Kelet, illetve Közép-Ázsia közötti szárazföldi teherszállításhoz Törökország a köztes fekvése révén, a legrövidebb útvonalával földrajzi szempontból ideális tranzitterület, ennek ellenére e szerepet egyelőre csak meglehetősen szerény teljesítménnyel gyakorolja. (Az évente mintegy 4 millió tonna tömegű vasúti nemzetközi forgalomból csupán néhány százezer tonnát tesz ki a tranzit [23].) Az interkontinentális forgalom gyengesége az

alábbi okoknak és körülményeknek tulajdonítható:

– K–Ny irányban a közel másfélszer km hosszúságú országban még nem áll rendelkezésre a bolgár/görög határtól az iráni/szír/kaukázusi határokig folyamatosan kiépített, megfelelő (a nagy távolságokra tekintettel a gyors közlekedést lehetővé tevő) infrastruktúra. E feltörekvő országban ugyan az utóbbi 10-15 évben elismerésre méltó infrastruktúra-fejlesztések történtek, azonban még ma is csak a bolgár határtól Isztambulon át Ankaráig lehet számítani folyamatos 2x2 sávú (túlnyomóan autópálya-minősítésű) gyorsforgalmi útra, de a kizárólag személyszállításra tervezett (kétsős talán éjszakai gyorsított teherforgalmat is hordozó) nagysebességű vasút is csupán a fővárosig tart (a konyai kiágazása is csak az Antalya térségi üdülőövezet megközelítését teszi könnyebbé – 2. és 3. ábra). A Kelet-Anatólián át a szomszédos országok felé vezető fő- és egyéb utak változó minőségűek, és a hosszú hegyvidéki szakaszukon az erősen kanyargós vonalvezetésük, meredekségük miatt csak nagyon lassan járhatók. A jövőben a nagysebességű hálózat kelet felé terjeszkedésével a tranzitközlekedés infrastruktúra-feltételei javulhatnak. (A nagysebességű vasút

### 2. ábra: A törökországi autópálya-hálózat

Jelmagyarázat: 1 – a 2013-ban működő, 2 – a távlati tervekben szereplő, 2023-ig megépítendő pályák

Forrás: [17] ábrája a szerző által kiegészítve



3. ábra: A törökországi nagysebességű hálózat  
 Jelmagyarázat: 1 – 2012-ben üzemelő; 2 – épülőben lévő; 3 – középtávon megvalósuló; 4 –  
 hosszú távon tervezett n.s. vonalak; 5 – üzemelő hagyományos vasutak.  
 Forrás: „Törökország nagysebességű vasúti közlekedése” ... wikipedia [12] alapján  
 a szerző szerkesztése.



hálózat kiterjesztése azon a merész feltételezésen alapszik, hogy Bulgáriában és Szíriában is fejlesztik a kapcsolódó vonalakat.)

- A transeurázsiai szárazföldi tranzitforgalom [12] gyengeségének fő oka azonban a szomszédos országokkal való gazdasági, közlekedési kapcsolatokat is erősen terhelő (időnként fegyveres konfliktusokban is megnyilatkozó), barátságtalan vagy éppen ellenséges politikai viszony, ami valamilyen mértékben a határátkelőhelyek számában, és főként működésében is megjelenik (1. táblázat).

A vasúti határármenetek túlnyomó része még az Oszmán Birodalom idején létrejött vasútvonalak tartozéka. Iránnal épült ki legkésőbb, 1971-ben a vasúti kapcsolat (azonos nyomtávval). A közúti határármenetek számát a közös határ hossza is érzékelhetően befolyásolja (legegyszerűbben a török-szír határ esetében), de a határ két oldalán levő térségek népsűrűsége, gazdasági vonzereje, városiasodása és a lakosság vallása szintén nem közömbös az átjárók száma szempontjából. Az európai oldalon a nemzetközi közlekedési kapcsolatok a régi keletű etnikai ellentétek ellenére korrektek. A délkeleti szomszédos arab országokkal ugyan főként a vallási szekták (siita,

szunnita) közötti feszültségek ellenére békeidőben működnek az átkelőhelyek. Az utóbbi évtizedekben lezárásukra átmenetileg az Irakban, majd Szíriában előállt háborús helyzet miatt többször is sor került. (Jelenleg nem működik a Törökországot Szírián át Irakkal összekötő Bagdad vasút, de a kamionforgalom is időről időre leáll e viszonylatban.)

Legbonyolultabb a Kaukázus térségével a közlekedési kapcsolat alakulása, amelyben azonban az utóbbi időben kedvező fordulat állt be.

## 5. A KAUKÁZUSI VASÚTI KAPCSOLAT HELYREÁLLÍTÁSÁNAK POLITIKAI HÁTTERE

A vasúti tranzitszerep gyakorlását a kaukázusi országok felé (valamint a vasúti kompokkal ellátott Ukrajna és Oroszország felé) körülményesség és költségesebbé teszi a nyomtávkülönbség, ami forgószámolycterére, de főként átrakásra készíti az illetékes vasúttársaságot.

Törökországnak 1899-től volt Örményországon keresztül Grúzia felé vasúti kapcsolata (Karstól Gümri/Gjumri érintésével Tbilisziig). A török

1. táblázat: Törökország határátkelőhelyeinek megoszlása

Szomszédos ország	Vasúti határátmenetek		Közúti határátkelőhelyek	
	száma	határállomás-párok	száma	határátkelőhely-párok a határ két oldalán
Görögország	1	Uzunköprü/Pythio	2	Pazarkule/Kastanies Ipsala/Kipoi
Bulgária	1	Kapikule/Szvilengrad	3	Kapikule/K. Andreevo, Hamzabejli/ Lesovo, Dereköy/Malko Tarnovo
Grúzia	1	Kars–Ahalkalaki	3	Posof-Türkgürü/Vole, Çildir Aktaş/ Kartsakhi*, Sarp/Sarpi
Örményország	1	Dogukapi–Gjumri	1	Akyaka–Gyumri
Szíria	3	Islahije/Ekbez Çobanbey/ Akhtarain, Nusajbin/ Qamishli	10	Karkamiş/Jarabolus, Jajladağı/Kesab, Cilvegözü/Babal-Hawa, Öncüpinar/ Azaz, Çobenbey/Akhtarain, Nusajbin/ Qamishli, Şenyart/Al-Darbasijah, Akçakale/Tell Abjad, Ceylangınar/Ras al-Ajn, Mürstipinar/Ajnal-Arab
Irán	1	Kapiköj/Razi		Gürbulak/Bazargan, Razi/?
Irak	–	–	4	Semdinli–Derecik/? * Cukurca–Üzümlü/? * Habur/Zakho, Gülyazi/? *

államhatár némi módosulása után a Szovjetunió is fenntartotta (meglehetősen gyenge forgalom mellett) a vasúti kapcsolatot.

Az Örményország és Azerbajdzsán közötti háború idején Törökország (etnikai motivációból adódóan) Azerbajdzsán mellé állva és Örményország elszigetelésére törekedve 1993 nyarán megszüntette a forgalmat Kars és Dogukapi határállomás között. E helyzet nem csupán a háború befejezése okán vált tarthatatlanná, hanem azért is, mert Törökország felismerte az Európa–Közép-Ázsia–Távol-Kelet viszonylatú transzeurázsiai TRACECA (Transport Corridor Europe – Caucasus – Asia) közlekedési korridorhoz való csatlakozásban rejlő lehetőségeket. A török diplomácia eredményesen lobbizott azért, hogy e korridor déli szekciója a Transzkaukázusból országa felé irányuljon. Az ehhez (gyakorlatilag a nemzetközi tranzit magához vonzásához) fűződő masszív nemzeti érdekektől vezérelve két feladatot kellett mielőbb megoldani:

- a Baku–Tbiliszi–Poti transzkaukázusi fővonal elérését, továbbá
- a Boszporusz alatti nagy áteresztőképességű alagúttal az európai infrastrukturális kapcsolat

magas szintre emelését. (Ez a Marmary projekt keretében – a 2013. októberi megnyitásával – megtörtént.)

A kaukázusi kapcsolat megteremtéséhez kézenfekvőnek kínálkozott az említett üzemen kívül helyezett vasút rekonstrukciója. Törökország azonban nem élt ezzel a lehetőséggel; mindenáron el akarta kerülni Örményországot, ezért inkább a közvetlenül Grúziába átmenő új (105 km hosszú Kars–Ahalkalaki) vasútvonal költséges megépítése mellett döntött. Ehhez ambiciózus partnerre talált Azerbajdzsánban, amely vállalta a saját területén már meglévő vasút korszerűsítését. Az új háromoldalú BTK (Baku–Tbiliszi–Kars) vasúti egyezmény alapján 2013 elejére elkészült a Törökországot a Kaszpi-parti Bakuval összekötő vonallánc, amely a Baku–Türkmenbasi vasúti kompartimentálásával a TRACECA részeként lehetőséget teremt Közép-Ázsia, sőt Kína elérésére. Bár a török–grúz határon a nyomtávkülönbségből adódó szállítási költségdifferenciával is számolni kell, Azerbajdzsánon kívül Közép-Ázsia számára is hasznot hajthat (Kazahsztán pl. a mediterrán térségbe irányuló gabonaexportjához kívánja igénybe venni – [7]).

Örményország a BTK projekt aláírásától a történelem áldozatának tartotta magát és diplomáciai offenzívát kezdett a TRACECA-hoz csatlakozás érdekében – eredménnyel. Ugyanis az USA és az EU nyomására Törökország 2012 októberében „kibékülési” szerződést kötött Örményországgal, amelynek értelmében megkezdődött a kereskedelmet, az áruszállítást hordozó közlekedési infrastruktúra újjászervezése [16]. Bár a korábbi vasúti kapcsolat rekonstrukciójához is megtörténtek az első lépések, az új keletű áru- és személyszállítás a felek szerint a jövőben is szinte kizárólag a határon átmenő utakat veszi igénybe, a vasút mellőzésével [21]. Nagyon valószínű tehát, hogy Örményország irányában nem alakul ki Törökország által keltett jelentős vasúti tranzitforgalom.

Törökország és a kaukázusi, a levantei, sőt az európai szomszédjai között is a közhasználatú személyközlekedésben a vasút szerepe marginalizálódott. Vasúti tranzit személyforgalomról nem beszélhetünk. Az Irán és Isztambul között ritkán, az Isztambultól Európába gyakrabban közlekedő személyszállító vonatok ugyan rendelkezésre állnak, de a többnapos menetidőt és az autóbusz-járatokhoz képest a nagyobb menetjegyárat csak kevesek vállalják. A nemzetközi távolsági (esetenként Törökországot átszelő) személyszállítás feladatát általában autóbusz-társaságok látják el, amelyek nem csak a jóval rövidebb menetidővel versenyképesek, hanem azzal is, hogy olyan fontos relációkban teremtenek átszállás nélküli utazási lehetőséget, ahol nincs vasúti kapcsolat. Így pl. Grúzia partvidéke és a fekete-tengeri török kikötővárosok (Samsun, Trabzon), továbbá a metropoliszok (Ankara, Isztambul) között közvetlen járatok közlekednek, sőt Törökországon keresztül Athént és Szalonikit is eléri néhány Tbiliszből indított járat [4]. Hasonló a helyzet Törökország európai régiói és Görögország között [10]. A nemzetközi távolsági személyforgalomban mind nagyobb szerepet játszik a légi közlekedés.

## 6. A TRANZITSZÁLLÍTÁST IS ELLÁTÓ KOMBINÁLT SZÁLLÍTÁS

Konténer-irányvonatok Isztambultól a Balkánon keresztül Németországig, ellenkező irány-

ban pedig Iránon keresztül Pakisztánig, továbbá Türkmenisztánig és Kazahsztánig látnak el szolgáltatásokat, de egyelőre az ország teljes hosszában tranzitáló nemzetközi tehervonatok nem közlekednek. Isztambuli átrakással viszont (elvileg, részben ténylegesen) lehetőség van az Európa–Törökország–Közép-Kelet viszonylatú (további átrakással a Kaukázus, illetve Közép-Ázsia felé tartó) konténerszállításra.

Ugyancsak „kvázi tranzit területnek” minősíthető Törökország az észak–dél irányú nemzetközi kombinált teherforgalomban. A Fekete-tenger ukrainai és oroszországi kikötőiből (Odessza, Kavkaz, Iljicsevszk) a törökországi Samsunba, Zonguldakba rendszeresen közlekednek vasúti kompok, amelyek főként a török külkereskedelmet szolgálják túlnyomóan konténerizált áru rakományokkal [28]. A TCDD (Török Államvasutak) azonban arra törekszik, hogy lehetőség nyíljon a Kelet-Európából érkező rakományoknak Anatólián keresztül a török földközi-tengeri kikötőkbe való továbbszállítására, majd tengeren Észak-Afrika eljuttatására. Ezt a célt szolgálja a Mersin és Port Szaid között 2012-től üzemelő vasúti komp [18]. Mivel az egyiptomi és török vasutak egyaránt normálnyomtávúak, csupán a fekete-tengeri kikötőben van szükség a szállítmányok átrakására. Mindamellet nem hagyható figyelmen kívül, hogy a vasúti kompokkal történő szállítás költségét növeli a konténereket hordozó vasúti kocsik tömege.

Az ÉNy–DK irányú nemzetközi kombinált tranzitközlekedés elvi alapjait az érintett vasutak közötti szerződés biztosítja. E szerint a balti-tengeri (litvániai) Klaipéda kikötőből induló „Viking” irányvonal Fehéroroszországon és Ukrajnán keresztül Odesszába szállítja a konténereket, amik onnan a vasúti kompokon Samsunba jutnak el, majd a TCDD irányvonatai viszik tovább Iránba, békés időben Szíriába, illetve azon keresztül Irakba [11].

## 7. ÖSSZEFOGLALÓ KÖVETKEZTETÉSEK

Földrajzi fekvése révén Törökország összekötő kapocs Európa és Ázsia, valamint a Fekete-tenger térsége és a Mediterráneum között. Az



É–D irányú forgalomban kiemelkedő tengerszorosok ellenőrzése sokáig nem csupán stratégiai szempontból volt különleges fontosságú, hanem gazdasági hasznot is hozott az Oszmán Birodalomnak. Az utóbbi időkben azonban az Isztambult kettéválasztó Boszporuszon átkelő veszélyes árut szállító hajók és a szinte kezelhetetlen sűrűségűvé vált többirányú forgalom ökológiai, műemlékvédelmi és főként életvédelmi szempontból akkora környezeti kockázat, hogy a szorosokon átkelés szabadságáról szóló nemzetközi egyezményt is sértve a török kormány restriktív intézkedésekkel korlátozza a forgalmat, illetve elkerülő csővezetékekkel, sőt mesterséges hajózácsatornával szándékozik kiváltani a szorosok forgalmát.

A tengerszorosokhoz képest tömegében egyelőre eltöprel az ÉNy–DK és Ny–K irányú szárazföldi (a Kaukázus felé még nyomtávkülönbséggel is küszködő vasúti) tranzit. Ugyan a határtól határig terjedő korszerű infrastruktúrák kiépítése is várat magára, de elsősorban a szomszédos országok többségével kialakult barátságatlan viszony miatt, illetve a polgárháborúk is felelősek a forgalom akadozásáért, illetve gyengeségéért. (Ahol pedig még közúton átjárható a határ, ott a hivatalos szervek pacakázásainak a következménye, hogy időnként a 15 km hosszúságot is eléri az átkelőhely előtt várakozó kocsisor.)

Törökország az Ázsia és Európa közötti csővezeték szénhidrogén-szállítás terén sem tekinthető még igazi tranzitterületnek, mert a Kaszpi-tenger környékéről, továbbá az Észak-Irakkól és Iránból induló vezetékeket csak a Szíriához közeli exportkikötőig építették meg.

A gyors közlekedést lehetővé tevő közlekedési infrastruktúra kiépítése Törökországban önmagában nem elég a transz-eurázsiai tranzit-hoz, ha a szomszédos országok nem lesznek elkötelezett partnerek a TRACECA folyosó területükre jutó szakaszainak létesítéséhez és békés viszonyok mellett az átmenő forgalom különösebb kockázatok nélküli biztosításához. Törökország, mint középhatalom pozíciója töretlenül növekszik a tágabb régiójában (Irán hasonló törekvései ellenére), és 2023-ra a világ 10. legnagyobb gazdasága lesz, amely befolyá-

sát egyre erősebben érvényesítheti a Közel-Kéleten, a Kaukázus térségében és Közép-Ázsiában. A gazdasági expanzió azonban nagy teljesítményű nemzetközi közlekedési kapcsolatok nélkül elképzelhetetlen. Ugyan a kínai–török együttműködés eredményeként bő évtized múlva megvalósulhat a (35 milliárd USD-ba kerülő) Kars–Isztambul–Edirne [–Bulgária] nagysebességű vonal, de ez csak a személyszállítást szolgálja. Kérdés, hogy lenne-e végigutazó utasa, miután a légi közlekedés versenyképesebbnek ígérkezik. Még inkább elgondolkodtató a Kína–Közép-Ázsia–Törökország–Európa nagysebességű vasút Kína által kezdeményezett terve [6]. Ezért feltételezhető, hogy az Európát Ázsiával összekötő „Új Selyemút” vezet infrastruktúrája a határokon át a 2020-as évek elejére több irányban is kiépülő autópálya/autóúthálózat lesz. Az interoperábilis (azonos nyomtávú) transz-eurázsiai vasutak létrehozására (a kemény anyagi feltételeket figyelembe véve) csak később lehet számítani. A Boszporusz alatti alagút 2013. évi megnyitásának a transzkontinentális (törökországi tranzit) közlekedés szempontjából egyelőre csak szimbolikus jelentősége van (igazán a belföldi összeköttetést javítja).

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] A Short History of Turkish Railways. Train of Turkey – History/History overview browse 2012. – <http://www.trainsofturkey.com/w/pmwiki.php/History/History>
- [2] ATPRD s-120 Hochgeschwindigkeitszug in der Türkei, 2011. – <http://www.hochgeschwindigkeitszuege.com/tuerkei/tuerkei.php.hochgeschwindigkeitszuege.com>
- [3] Bosphorus Strait Turkey, 2006. – <http://www.britannica.com>
- [4] Crossing from Georgia into Turkey (public transport – Crossing from Georgia into Turkey – Travel Stack 2013. – <http://travel.stackexchange.com/questions/6948/crossing-from-geor...>)
- [5] Development in Turkish State Railways and the new Horizons. – TCDD. Ankara, 2012
- [6] Engdahl, E. W. 2012: Eurasischer Wirtschaftsboom und Geopolitik:

- Chinas Landbrücke nach Europa – Der China-Türkei-Hochgeschwindigkeitszug. – Global Research 27. April. – [http://abundanthope.net/pages/German\\_49/Eurasischer-Wirtschafts...](http://abundanthope.net/pages/German_49/Eurasischer-Wirtschafts...)
- [7] Erdősi F. 2013: A közeledő Távolság-Kelet. Publikon, Pécs
- [8] Gükay, B. 2006: Soviet Eastern Policy and Turkey, 1920–1991. Soviet Foreign Policy, Turkey and Communication. – Routledge, New York, 56–62. p.
- [9] Harvey, B. – Nightingale, A. 2011: Turkey's \$ 12 Billion Bosphorus Bypass Speeds Oil Tankers: Freight Markets. – <http://www.bloomberg.com/news/2011-05-12/erdogan-to-free-tank...>
- [10] Interrail border crossing: Greece - Turkey (Interrail border crossing: Greece – Turkey – Interrail – Eurail 2013. – <http://www.raildude.com/train/interrail-border-crossing-greece-tur...>)
- [11] Işık, İ. 2012: Intermodal Transport in Turkey. 29 March 2012, Ankara. – Republic of Turkey Ministry of Transport, Maritime Affairs and Communications.
- [12] Kaygisiz, N. 2010: Rail Freight Traffic in Euro-Asian Links. – UNECE Group of Experts on Unified Railway Law, Geneva, 16 September. Freight Department of TCDD.
- [13] Krauer-Pacheco, K. 2011: Turkey as a Transit country and Energy Hub. – [www.forschungsstelle.uni-bremen.de](http://www.forschungsstelle.uni-bremen.de)
- [14] Land border crossings of Turkey, 2013. – [http://en.wikipedia.org/wiki/Land\\_border\\_crossings\\_of\\_Turkey](http://en.wikipedia.org/wiki/Land_border_crossings_of_Turkey)
- [15] List of maritime incidents in the Turkish Straits, 2013 – [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)
- [16] Luică, P. 2012: Armenia's new projects aim at integration into international transport corridors. – Policies & Strategies. – <http://www.railwaypro.com/wp/?p=10952>
- [17] Motorway Development Program of Turkey. Heep Area V Annual Meeting, Suceava, Romania, 13/18-06-2011. [Republic of Turkey Ministry of Transport General Directorate of Turkish Highway]
- [18] New ferry lines between Mersin and Port Said launched, 2012 – [ferrylines.com](http://ferrylines.com)
- [19] New Realities in Oil Transit Through the Turkish Straits. – Special Study, Eurasian Transportation Forum. CERA 2011
- [20] Operations of the BTC pipeline, 2012. – <http://www.bp.com/genericarticle.do?categoryId=9006669&contentId=7014361>
- [21] Patsuria, N. 2013: Georgia: Armenian-Turkish rapprochement could have significant impact on Tbilisi. – European Dialogue. – <http://www.euromdialogue.org/eastern-partnership/Georgia-Armenia...>
- [22] Railway border crossings of Turkey 2013. – [http://en.wikipedia.org/wiki/Rail\\_border\\_crossings\\_of\\_Turkey](http://en.wikipedia.org/wiki/Rail_border_crossings_of_Turkey)
- [23] Railway Sector Fact – Finding Mission To Turkey. – UK Trade & Investmet, May 2011
- [24] Szigetvári T. 2013: Törökország, új regionális hatalom a Közel-Keleten. In: Grünhut Z. – Vörös Z. (szerk.): Az átalakuló világrend küszöbén. 131–152. p.
- [25] TCDD History – Trains of Turkey – History/TCDD browse 2011. – <http://www.trainsofturkey.com/w/pmwiki.php/History/TCDD>
- [26] Turkey-Analysis O.S. Energy Information Administration (E/A) February 1. 2013.
- [27] Turkish Railways. In: Railway Reform in South East Europe and Turkey: On the Right Track? 2011. – [web.worldbank.org](http://web.worldbank.org)
- [28] Turkish State Railway 2013. – [http://en.wikipedia.org/wiki/Turkish\\_State\\_Railways](http://en.wikipedia.org/wiki/Turkish_State_Railways)
- [29] Türkische Eisenbahngeschichte in aller Kürze. RAILHOO Report 2000. – [http://www.railhoo.de/reports/main.html?E7-/tuerkei\\_history.html](http://www.railhoo.de/reports/main.html?E7-/tuerkei_history.html)
- Forrás: [17] ábrája a szerző által kiegészítve



## Is Turkey becoming a key player in the Euro-Asian transit?

Turkey, a country that strives to become a member of the EU, has a position of great importance thanks to its straits like the Bosphorus or the Dardanelles, which serve as shipping transit lines of sub-global importance. The first part of this paper offers a necessary overview of the history of transport in the area, and subsequently establishes that the significant expansion of the international cargo ship traffic of the Bosphorus strait is primarily the result of the rapid growth in the traffic of the Russian harbours of the Black Sea. The spectacular expansion of the shipping traffic passing through the Bosphorus strait offers economic benefits, however, it also poses a greater risk of accidents as well as a more and more threatening environmental danger for Istanbul, the biggest city of Turkey. It is also established that the expansion of shipping traffic has led to stricter and stricter regulations of the passing of large vessels, and to the introduction of an increasing number of traffic controlling measures.

## Wird die Türkei eine Schlüsselposition im eurasischen Transitverkehr haben?

Das EU-Kandidatenland aus Kleinasien verdankt seine aufgewertete Position vor allem seinen Meerengen (dem Bosphorus und den Dardanellen), die den Schwarzen Meer mit dem Mittelmeer verbinden und als „subglobale Schiffstransitrouten“ dienen. Im ersten Teil der Studie wird es nach einem verkehrshistorischen Überblick erläutert, daß das der mächtige Anstieg des internationalen Schiffsverkehrs durch den Bosphorus vor allem eine Folge von dem sprunghaftigen Zuwachs des Verkehrs in den russischen Schwarzmeerhäfen ist. Das spektakuläre Wachstum des Schiffsverkehrs durch den Bosphorus bedeutet aber neben dem wirtschaftlichen Nutzen auch ein erhöhtes Unfallrisiko und dadurch eine immer höhere Bedrohung der Umwelt für Istanbul, die größte Stadt der Türkei. Weiterhin es wird beschrieben, wie der zunehmende Schiffsverkehr die immer strengere regulatorische Kontrolle des Transits von großen Wasserfahrzeugen ausgelöst, und zur Einleitung von stets häufigeren Verkehrsbegrenzungen geführt hat.

K T E

# A közlekedési informatika kutatása, oktatása a BME Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszékén

A közlekedési informatikával kapcsolatos írás beszámol az e tudományterületen folyó, évekre visszatekintő munkáról és annak eredményéről a BME-vel kapcsolatban. Jelentős értéke a beszámolónak az a tartalmas irodalomjegyzék, amely mintegy tárgyi bizonyítéka a kiemelkedő értékű tudományos tevékenységnek.

**Dr. Csiszár Csaba – Dr. Westsik György**  
 egyetemi docens MTA doktora  
 BMGE Közlekedésüzemi  
 és Közlekedésgazdasági Tanszék  
 e-mail: csiszar@kku.bme.hu

## 1. ÚJ TECHNIKAI ÉS ISMERETI ESZKÖZÖK

Az elektronikus elemekből felépített számítógép 1946-ban három tonna tömegű volt, térfogata pedig  $10^*17^*4$  méter. A laptopokkal összevetve a paraméterek viharos javulása jól szemlélteti a technikai fejlődést. Ezzel párhuzamosan a technikai és tudományos ismeretek fejlődése is felgyorsult és egyre szélesebb körűvé vált. Új diszciplínák jelentek meg. Operációkutatás, optimalizálás, rendszertechnika, rendszerelmélet, információelmélet, irányítástechnika, szabályozáselmélet, stb. Az új diszciplínák visszahatottak a technika felgyorsult fejlődésére. Például a távadatfeldolgozó rendszerekre, számítógép-hálózatokra [7, 8] stb. A vázolt fejlődési folyamat kísérő jelensége az ún. információrobbanás volt. Hamar kiderült, hogy az említett ismeretek, illetve a számítógépek alkalmazásának legnagyobb területe és feladata a szervezeti rendszerek – így a közlekedés – működéséhez szükséges információellátás korszerűsítése. Az információs rendszerek kialakításában, működésében szerzett ismeretek vezettek el egy újabb ismeretkörnek, az informatikának a kialakulásához [3, 4, 5, 6, 12].

A vázolt általános fejlődés az akkori Közlekedésüzemi Tanszéken folyó kutatásokra is hatást

gyakorolt. E tevékenység tanulmányok készítésében, majd publikációk megjelenésében vált közhasznúvá [15, 17, 18, 22, 23]. Ezek közül kiemelhető a [2] sorszámú módszertani jellegű publikáció, amelyet a washingtoni Kongresszusi Könyvtár is megkért. Ez az anyag a végzendő kutatásaink irányát jelölte ki, amelynek helyesét az említett érdeklődés is alátámasztotta.

## 2. A SZÁMÍTÓGÉPEK KÖZLEKEDÉSI ALKALMAZÁSA KUTATÁSÁNAK KEZDETE

A szisztematikus kutatás az 1963-as évtől kezdődött a Tanszéken. Vezetője Dr. Turányi István professzor ekkor védte meg a „Lépcsőzetesen megvalósítható terv az automatikus, operatív forgalomtervezés és vonatirányítás megvalósítására” c. akadémiai doktori disszertációját. Ez az általa gondozott és fejlesztett közlekedési üzemszervezési tantárgyból kiindulva az automatika és számítástechnika felhasználására koncentrált [1]. Az MTA támogatta tudományos terveinek a megoldását, személyi és tárgyi erőforrásokat biztosítottak a kutatómunkához. Még a jelzett évben kérte magához a MÁV Vasútervező Vállalat Automatikai Irodájához tartozó, fejlesztéssel foglalkozó Westsik György laboratóriumi mérnököt a célirányos kutatás megkezdésére, aki a BME Mérnöktoábbképző Intézet keretében 1965-ben „Gurítódombok vezérlő rendszerei” címmel számolt be a kutatások eredményéről. Még ugyanebben az évben jelent meg az említett két szerző által írt „Bevezetés a közlekedési kibernetikába” c. egyetemi jegyzet. Az automatizálás elnevezést azért követte a kibernetika foga-

lom használata, mert nemzetközi és hazai használatban is szélesebb fogalomkört jelölt meg. Az 1967-ben megjelent [12] publikáció már az információanalízissel foglalkozott. Ekkorra vált világossá ugyanis, hogy a számítógépek közlekedési felhasználása érdekében a közlekedés irányítási rendszerét és az ahhoz szükséges információellátást kell kutatni. Az elért kutatási eredményeket Westsik György „A vasút irányítását végző információrendszer komplex feltárása” címmel kandidátusi disszertációként foglalta össze. Ennek központjában egy általános, a közlekedési kiterjedt rendszerekben jól alkalmazható irányítási és információs rendszeri modell volt, amelyet elemzésnél és tervezésnél egyaránt fel lehetett használni [5].

A vázoltakból kitűnik, hogy a Tanszéken a kezdetben automatizálás irányában folytatott kutatás a közlekedési informatika felé fordult, bár fogalmilag ez az új tudományterület még csak később határolódott körül. Az 1968-ban megjelent „Automatizálás a vasúti üzemben” c. könyv [4] még a korábbi terminológiát alkalmazta címében; tartalmában azonban azon túlmutatott. Ebben az is közrejátszott, hogy a rendszerelmélet és rendszertechnika tovább bővítette a kutatás horizontját. A személyi erőforrás ekkor további két fővel bővült. A Tanszék a rendelkezésére álló szerény személyi és tárgyi erőforrások ellenére lépést tudott tartani a nemzetközi és a hazai fejlesztések eredményeinek megismerésében, adaptálásában.

Az eredményeket tekintve, azok két fő pillérre támaszkodtak. Egyrészt a vázolt témakörökben megrendezett nemzetközi és hazai konferenciákon publikált anyagokra, másrészt a közlekedési és hírközlési hazai szervezetek felkérésére végzett kutatásokra. Ezek tárgyi alapot szolgáltatottak a kialakított módszerek gyakorlati felhasználhatóságának megítélésére, valamint a hazai közlekedési szervezetek szakemberei részére a továbbképzések megkezdésére szakmérnöki tanfolyamok keretében.

Az 1960-as évek kutatásai a nemzetközi helyzet felmérésével teltek el. A hetvenes években megkezdődött a kutatási eredmények összegzése, rendszerezése, valamint közhasznúvá tétele. Ennek elősegítésére a Tanszék szakmérnöki

kurzusokat szervezett és tartott, amelyek elnevezései a következők voltak:

- közlekedéskibernetikai és automatikai,
- közlekedési rendszertechnikai,
- szállításiirányítási informatikai.

Egy-egy kurzus négy féléves volt és közel 600 órát tett ki, a tantárgyak száma pedig 15-20 között volt. Az utolsó kurzus címében már megjelenik a közlekedési informatika. Az elnevezésekből jól követhető, hogy a kutatások a számítógépek közlekedési alkalmazását tekintve az automatizálás, kibernetika, rendszertechnika, informatika vonalon folytak. Ez megegyezik a nemzetközi konferenciák, szimpóziumok tartalmi sorrendjével. A szakmérnöki kurzusokat együttvéve közel százan végezték el, alapvetően közlekedésmérnöki első diplomával. A tárgyak címeiben [9, 10, 11, 13] is tükröződik, hogy a számítógépek közlekedési alkalmazásával összefüggő kutatások egyre inkább az információrendszerek felé fordultak.

### 3. AZ ÚJ DISZCIPLÍNÁK ÉS A TECHNIKA FELSŐFOKÚ OKTATÁSÁNAK NEMZETKÖZI ÁTTEKINTÉSE

A kutatás során folyamatosan ellenőrizni kellett, hogy az mennyire felel meg a nemzetközi trendeknek. Erre a nemzetközi konferenciák alkalmazásával volt lehetőség. A konferenciák azonban főleg csak közlekedési vállalati fejlesztéseket vettek figyelembe. A Tanszék oktatási profilját is tekintve szükséges volt felmérni, hogy hol tartottak a külföldi oktatási intézmények az informatika oktatásában. Egy jellemző amerikai és európai oktatási intézmény helyzetét mutatjuk be.

V. Slamecka: Graduate programs in information science and engineering 1968/69-es tanévre kiadott tájékoztatója az alábbiakat tartalmazza:

A Georgia Institute of Technology 1963-ban indította meg az „information science” elnevezésű képzést. E képzés az információk természetével, valamint előállításuk, szervezésük, átvitelük, átalakításuk és felhasználásuk irányításával foglalkozott MSc és PhD szinten is. Három képzési irány között lehetett választani:

- információfeldolgozás, feldolgozó gépek elmélete,
- információfeldolgozás alkalmazása,
- számítógép-rendszer-mérnök.

Mindhárom irány előtt egy általános képzési panel volt. Az első irány elméleti, a második gyakorlati, a harmadik pedig technikai informatikának tekintendő. A képzés célkitűzéseiben implicit benne volt a szabályozóköri felépítés. Ez azért fontos, mert a közlekedés lényege a helyváltoztatási folyamat, amelyet fejletlen csak szabályozási elven lehet irányítani.

Az európai felsőfokú informatikai képzés helyzetéről a németországi adatok áttekintésével tájékozódhatunk.

W. Brauer, W. Haacke, S. Müne által szerkesztett, 1973-ban a Springer kiadó által megjelentetett „Studien- und Forschungsführer Informatik” c. anyag 26 egyetem és 28 főiskola informatikai oktatásának a lényegét tartalmazza. H.-I. Appelrath, R. Zimmerling pedig a „Studien- und Forschungsführer Informatik der neuen Bundesländer” c. füzetében 12 volt NDK-beli felsőfokú képzési intézményben folyó képzésbe enged betekintni. A kiadványok alapján kiemelhető:

- a felsőfokú informatikai képzés 1965-től indul meg,
- a drezdai műszaki egyetemen 1969-ben „Informationsverarbeitung” címmel indul képzés,
- a rostocki egyetemen 1965-ben tartottak hasonló címmel előadásokat,
- a legkoncentráltabb felsőfokú informatikai képzés a karlsruhei egyetemen folyt,
- a németországi felsőfokú intézetekben ugyanazok a képzési irányok léteztek, mint amelyet a georgiai képzésben olvashattunk.

A képzésekben többnyire matematikusok vettek részt; ezáltal az általános képzési felfogás az uralkodó. Pl. Karlsruheban csak 1990-ben indult meg az ún. „Hauptstudien und Ergänzungsfach”. Ezek között szerepelt a „Verkehr” szak is.

Kelet-Európában az informatikai képzés lényegesen elmaradt az említettekhez mérten. A

meglévők vagy számítógép-orientáltak, vagy elméletiek voltak. Ennek az volt az alapja, hogy itt alapvetően kisebb kapacitású és nem adatfeldolgozásra orientált gépekhez lehetett csak hozzájutni. Az egyre korszerűbb gépek megjelenése azonban kikényszerítette az információs rendszerek szervezésére hivatott ún. rendszer-szervezők felsőfokú képzését.

Franciaországban, Angliában és más államokban is megindultak az informatikai képzések. Liverpoolban 1984-ben négy fő témakörre osztják a képzést:

- számítógéprendszerek (beleértve a működtező programokat),
- szoftverfejlesztés,
- információs rendszer-elmélet és -tervezés,
- üzleti tanulmányok.

Nemzetközi téren az informatikai képzésről megállapítható, hogy a felsőoktatásban hosszú ideig az elméleti tárgyak voltak az elsődlegesek. Csak a nyolcvanas évek elején kezd előtérbe kerülni az informatika alkalmazott tárgyköre.

#### 4. AZ INFORMATIKÁRA SPECIALIZÁLÓDOTT RENDSZERSZERVEZŐ KÖZLEKEDÉSMÉRNÖK-KÉPZÉS MEGINDÍTÁSA, TANTERVKÉSZÍTÉS

A számítógép felhasználásával kapcsolatban fennálló hazai elmaradás miatt a művelődésügyi miniszter 1970. decemberben irányelveket adott ki a számítástechnikai oktatás továbbfejlesztésére. Ebben kap először hangsúlyt, hogy a számítógépekhez és a programok készítéséhez értő szakemberek mellett rendszerszervezőkre is szükség van. Elő is írták számszerűen, hogy a BME egyes karain, hány „rendszerszervező” mérnököt kell képezni. E képzés annyira sürgető volt, hogy az 1971/1972-es tanévtől a tantervek átalakításával és a hallgatók átírányításával el is kellett kezdeni e képzést. A dékáni intézkedés szerint 10-10 fő másodéves hallgatót kellett átírányítani a vasúti, ill. autóközlekedési szakirányról erre az új képzésre.

A rendszertervező közlekedésmérnöki ágazat tantervének összeállítása 1971. február és szeptember között történt a szakmérnöki kurzusok tanterve alapján. Először fel kellett mér-

ni az új képzéshez szükséges ismereteket, majd meg kellett állapítani a szükséges órakeretet. Az a döntés született, hogy a szükséges újszerű ismeretek nagy részét a már oktatott tantárgyakba kell beilleszteni. Az oda nem illeszthető ismeretek négy új tárgykörbe kerültek:

- helyi üzemű számítógépek,
- közlekedési technológia,
- közlekedési információs rendszerek,
- közlekedési rendszertervezés c. tárgykörök.

Az utolsó tárgykör az információs rendszerek fejlesztési metodológiájával foglalkozott. Az új képzés tantervének összeállítása rávilágított arra, hogy a számos, már megoldott kutatási feladaton túl milyen további teendőket kell elvégezni. A tantárgyi programok elkészítése során nagy körültekintést igényelt a beiktatandó újszerű tárgykörök megválasztása, valamint azoknak logikai és didaktikai szempontok alapján a sorrendbe állítása. A kutatások során hamar kiderült, hogy a számítógépek közlekedési alkalmazásának területeit alapvetően deduktív eljárással lehet csak lehatárolni. Az újszerű diszciplínák figyelembevétele is megkívánta, hogy a közlekedési szervezetek egészét mint a „legkisebb közös többszöröst” vegyük figyelembe. A rendszertervező közlekedésmérnök-képzés négy új kialakított tantárgyi programját a Közlekedésmérnöki Kar Kari Tanácsa 1972 januárjában hagyta jóvá, változtatás nélkül [19].

## 5. A KÖZLEKEDÉSI INFORMATIKA ÉS RENDSZERTERVEZÉS TANTÁRGYAK BELSŐ SZERKEZETÉNEK KIALAKÍTÁSA

A négy tárgykörön belül a Tanszékünkre eső oktató területet két tárgyba soroltuk. Az első tárgy a közlekedési szervezetek információs rendszerének a leírását, a második pedig a rendszerek tervezésének a módszertanát mutatta be a hallgatóknak. A közlekedési informatika eleinte két féléves tárgy volt. Az első félév azokat az ismereteket fedte le, amelyek lényegesek voltak a közlekedési információs rendszerekben, és más tárgyakba nem lehetett besorolni. A felkutatott ismeretanyagot a belső sorrendiségét az egyszerűbbtől a bonyolultabb felé haladva állapítottuk meg. A célkitűzés az

volt, hogy a hallgatóság megértse az információ fontosságát a közlekedési szervezetek működtetése során, másrészt sajátítsa el a rendszerszintű gondolkodásmódot és problémakezelést.

Az első félévbéli tananyag a közlekedési informatika fogalomkörének meghatározásával kezdődött, szabályozókör felépítést figyelembe véve. Megkülönböztettük a mikro-, mezo- és makroinformatikát.

- A mikroinformatika a járművek irányításával kapcsolatos információk kezelését tartalmazza (automatizálás).
- A mezoinformatika a szállítási folyamatok irányításához szükséges információkezelés (üzemi folyamatirányítás).
- A makroinformatika egy-egy közlekedési szervezet egészének irányításához szükséges információkezelés területe (gazdasági, vezetési informatika).

A tananyag második részében a rendszerteknikai fogalmakat foglaltuk össze. Erre azért volt szükség, mert a közlekedési szervezetek a térben kiterjedt, bonyolult rendszerek közé tartoznak. A harmadik rész az információ fogalmát pontosítja, és világossá teszi annak fontosságát a közlekedési szervezetekben. A negyedik és ötödik fejezet egy általános analitikus és funkcionális modellt tárgyal, amely valamilyen közlekedési szervezetben alkalmazható. Az analitikus modell az elemzési és a tervezési fázisban is használható. A hatodik fejezet a szükséges adatrendszer általános modellezését, valamint az adatbázis-kezelést tartalmazta. Az utolsó fejezet a különféle számítógépeket és a térbeli közlekedési szervezetekben nélkülözhetetlen távadatfeldolgozási technikát ismertette.

A második félévben a vasúti, közúti, vízi, légi közlekedési szervezetekben már alkalmazott megoldásokat foglaltuk rendszerbe. Ez a félév ugyanis az alkalmazott informatikát tárgyalta az első félévi ún. általános közlekedési informatika folytatásaként. Didaktikai szempontok miatt és területi korlátokat is figyelembe véve a megismert alkalmazásokat csak megfelelő csoportosításban lehetett összefoglalni. A kihívást az időtálló absztrakciós szint meghatározása, az egyes csoportok kijelölése és a rendszerek besorolása jelentette. A tárgyhöz tartozó jegy-

zet anyaga már kétharmad részben elkészült, amikor azt el kellett dobni, mert jobb, tartóssabb csoportosítási elvre lehetett rátalálni. Az egyik rendszerező elv a közlekedési szervezetekben folyó tevékenységek időrendje volt. Ez mind makro-, mind pedig mezoinformaticai szinten alkalmazható volt. Ez utóbbinál a szállítási folyamatok tervezési fázisainak (kapacitástervezés, menetrendi időszakokra vonatkozó és operatív tervezés) a sorrendjében lehetett az alkalmazott megoldásokat ismertetni. Ezt követte a szállítási folyamatok operatív irányításának (lebonyolítás) informatikája, majd az elszámolás csoportjába sorolt alkalmazott rendszerek következtek. Hasonlóan lehetett eljárni a mellék- és kiegészítő tevékenységhez tartozó alkalmazott informatikai rendszerek ismertetése során is.

A tantárgy anyagának előállításakor arra törekedtünk, hogy a készített jegyzet [14, 21, 24] egyrészt időtálló legyen, ami az egyetemi szintű oktatás alapkövetelménye. Másrészt meg kellett ehhez találni azt az absztrakciós szintet, ami ezt biztosítja. Ezt nem volt könnyű megoldani, ugyanis akkor már a hazai közlekedésben is voltak számítástechnikai szakemberek. Ők egy-egy konkrét megoldás részletes ismertetését javasolták. Ez érthető volt részükről, hiszen ez volt a napi feladatuk. Ha az igen magas absztrakciós szintet választottuk volna, akkor pedig az oktatás tekintélyét nem tudtuk volna biztosítani. A kétféle követelmény úgy volt teljesíthető, hogy a rendszerek ismertetésének előadásokba sorolása mellett a gyakorlatokon konkrét megoldásokat készítettek a hallgatók.

A harmadik félévben a közlekedésinformatikai rendszerek tervezésének a módszertanát ismerték meg a hallgatók. Kezdetben hazai módszertani forrást nem lehetett találni. Később nyilvánossá váltak az ügyviteli, ill. gazdasági-pénzügyi informatikai rendszerek fejlesztésére vonatkozó módszertanok. Az Országos Tervhivatal és a Központi Statisztikai Hivatal 1977-ben jelentette meg a „Módszertani útmutató a számítógépes irányítási és információs rendszerek létesítésének tervezéséhez” című kiadványát. Ennek felhasználását azonban korlátozta, hogy a telekommunikációt, amely a térbeli

közlekedési szervezetekben olyan fontos, nem tartalmazta. Akkoriban még a nemzetközi irodalomban sem jelent meg használható anyag. Ezért a módszert is ki kellett dolgozni [16]. Ennek során követtük a

- javaslatkészítés,
- rendszerkoncepció készítés,
- rendszerterv készítés,
- egyes alrendszerek részletes tervezése, felszerelése, üzembe helyezése logikai rendjét [20].

Az új egyetemi oktatásba beiktatott tárgyakból csak legalább kétszeri előadás után lehet időtálló jegyzetet kiadni. Az írott anyag összeállítása még további széles körű kutatást igényelt. Ennek következtében a Közlekedési Informatika jegyzetei [14, 20, 21] 1975 és 1983 között jelentek meg. A belőlük miniszteri rendeletre írt egyetemi tankönyv pedig 1989-ben került kiadásra [25]. Együttes terjedelmük eléri az 1500 oldalt.

## 6. A KÉTCIKLUSÚ KÉPZÉS BEVEZETÉSÉNEK HATÁSA AZ OKTATÁSRA, AZ AZT MEGALAPOZÓ KUTATÁS LEGÚJABB IRÁNYAI

Az új típusú képzés célkitűzéseinek megfelelően az évtizedek alatt kiforrott, „hagyományosnak” nevezhető közlekedési informatika és közlekedési rendszertervezés c. tárgyak ismeretanyagának tagolását is át kellett alakítani a 2000-es évek elején.

Ennek következményeként az alapképzésben (BSc) az alkalmazott közlekedési informatikai és a korábbi módszertani ismeretanyagokat a közlekedési információs rendszerek I. és II. c. tárgyak fedik le. A tárgyak tartalmába folyamatosan beépülnek az ismereti és technikai fejlődés legújabb eredményei, miközben az időtálló absztrakciós szinteket és csoportosítási elveket is követjük [35]. A szakirányok választását követően a hallgatók külön tárgyak keretében továbbra is megismerik az adott alágazat informatikai sajátosságait és az alkalmazott rendszereket.

A mesterképzés (MSc) első félévében a közlekedési informatika c. tárgy keretében sajátítják el a hallgatók az általános, az információs rend-



szerek felépítését és működését leíró modelleket, amelyek alkalmazását konkrét rendszerek elemzésén és tervezésén keresztül mélyítik el. A következő félévben az intelligens közlekedési rendszerek c. tárgy keretében további, a gyakorlatban jól alkalmazható ismereteket szereznek a hallgatók. A tárgyak gyakorlati foglalkozásainál szintén időtállóan és a visszajelzések alapján igen hasznosnak bizonyult az évtizedek alatt kialakított, az adatbázis-kezeléssel összefüggő tananyag, amelyben Munkácsiné Lengyel Erzsébetnek meghatározó szerepe volt. A felsorolt tárgyakat Juhász János, Tóth János, Mándoki Péter és Csizsár Csaba oktatja. A Tanszéken oktatott informatikai tárgyak tartalma a logisztikai szak különválásával inkább a személyközlekedéssel összefüggő irányokba tolódik el [30, 31, 38].

A leghatékosabb hallgatókat igyekszünk önálló feladatokon keresztül felkészíteni a tudományos igényességű kutatásra. Ennek eredményeként minden évben több közlekedésinformatikai témájú dolgozat is készül a Tudományos Diákköri Konferenciákra, amelyek a kari helyezések mellett az országos konferenciákon is kiemelkedő eredményeket érnek el.

A doktori (PhD) képzésre jelentkező hallgatók körében is népszerű a közlekedési informatikai terület. Az ösztöndíjas évek alatt magukévá teszik a Tanszékre jellemző rendszer- és folyamatszempontokat, és ezt alkalmazva publikálják eredményeiket a hazai és a nemzetközi tudományos és szakmai közösségek részére [41, 42, 43, 44, 45]. Ez az időszak lehetővé teszi azt is, hogy rövidebb-hosszabb ideig külföldi egyetemeken vagy kutatóintézeteknél ismerjék meg az ottani kutatási gyakorlatot, majd a szerzett tapasztalatokat itthon kamatoztassák.

A témakör folyamatos és kiterjedt kutatását – az oktatás korszerűsítésének igénye mellett – a kutatási pályázatok és a megbízások fejlesztési munkák is motiválják. Jól megfigyelhető a közlekedési rendszerek és folyamatok szervezésében és működtetésében az infokommunikációs eszköztár és az azzal összefüggő ismeretkörök egyre gyorsuló ütemű alkalmazása [32, 34]. Mivel az életünk szinte valamennyi tevékenységével, így a helyváltoztatásainkkal összefüggés-

ben is hihetetlen méretű és gyakran valósídejű adathalmaz keletkezik, ezért az adatok kezelésével összefüggő technikai, szervezési, együttműködési, felhasználási stb. feladatok egyre nagyobb kihívást jelentenek [37]. Ez ugyanakkor egyre több, gyakran még nem vagy kevésbé ismert lehetőséget is magában rejt. Ilyen, mélyebb felfedezésre váró terület pl. a különböző adatforrások feldolgozásával leírt mozgásminták szerint a mobilitási igények meghatározása, előbebecslése és ez alapján a „statikusnak” tekinthető közlekedési rendszerünknek az aktuális utazási igényekhez és a változó környezeti feltételekhez való igazítása (pl. ún. igényvezérelt, dinamikusan változó, adaptív tömegközlekedési menetrendek).

A képződő adatok különböző adatbázisokban, különböző szervezeteknél (vagy maguknál az utazóknál, vagy a járműben), eltérő formátumban, eltérő megbízhatósággal és időbeli érvényességgel stb. állnak rendelkezésre. Így a megoldandó feladat lényegében a szervezéshez, az irányításhoz és az elszámoláshoz szükséges megfelelő minőségű adatokhoz való gyors hozzáférés és a különböző optimalizálási szempontok szerint feldolgozott adatoknak a felhasználási helyre való eljuttatása, egyesített információ formájában. Ezen célok elérését az adatintegrációs és adatbányászati módszerek is segítik [28, 33, 36].

A helyváltoztatásaink során már nem csak egy-egy szakasz szervezése és lebonyolítása, hanem a teljes utazási lánc, sőt tágabb értelemben a mobilitási igények felmerülésétől a realizációig terjedő valamennyi információkezelési művelet támogatása a cél. Ennek megfelelően, az utóbbi másfél évtizedben folyamatosan áttekintettük, értékeltük a személyközlekedési információs rendszereket. Ez alapján dolgoztuk ki és publikáltuk – az általános közlekedési informatikai vázszerkezeti és funkcionális modellek alkalmazásával – az egyes személyközlekedési módok (ideértve az ún. átmeneti formákat is) információs rendszereinek modelljeit [29, 39, 40], különös tekintettel az alágazatok (utazási módok) összekapcsolására, az út- és eszközválasztás, valamint az átszállási műveletek és a parkolás személyre szabott támogatására.

Az ún. intelligens közlekedési rendszerekben az egyes összetevők egyre inkább rendelkeznek a korszerű információkezelés tulajdonságaival és a változó körülményekhez igazodó adaptív és gyakran már öntanuló tulajdonságokkal is. A folyamatosan fejlődő, tökéletesedő intelligens jármű és intelligens infrastruktúra mellett az igazi kihívást egyre inkább az „intelligens utazó” információkezelési és döntési folyamatainak modellezése, befolyásolása jelenti. Ezzel is összefüggésben, az ember-gép rendszerekben az információkezelési műveletek egyre nagyobb arányban a gépek irányába tolódnak, ugyanis a humán képességek korlátozottak. Ez nemcsak az utazókat (utasokat, járművezetőket) érinti, hanem pl. a forgalomirányítók munkájának részleges automatizálását is jelenti. Többek között ezek a tények is az ún. mesterséges intelligencia kutatások eredményeinek közlekedési adaptációját támasztják alá.

Ezen rövid történeti áttekintés és összefoglalás alapján is látható, hogy a közlekedési kutatások egyik legígéretesebb területe a jövőben is a közlekedési informatika.

A Tanszéken végzett közlekedésinformatikai kutatás és oktatás eredményességét az alábbiak is igazolják:

- a Tanszéki tananyagok oktatása több főiskolán és egyetemen,
- az előadási anyagok németországi kiadása [26],
- a közlekedési informatika bevezetésére történt vendégprofesszori felkérés német egyetemen [27],
- a teljes, új közlekedésinformatikai tudományterület behatárolásáról készített akadémiai doktori disszertáció megvédése.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Turányi I.: *Vasútiüzemi folyamatok lebonyolításának fokozatos automatizálása*. Közlekedéstudományi Szemle, Budapest, 1963. 2. sz. p. 87-98.
- [2] Westsik Gy.: *Közlekedési információanalízis általános metodológiai alapjai*. BME Közlekedésüzemi Tanszék közleményei 30. Budapest, 1967. p. 72.
- [3] Westsik Gy.: *Kibernetikai módszerek a közlekedésben*. Közlekedéstudományi Szemle,

Budapest, 1967. 1. sz. p. 9-17.

- [4] Turányi I.-Westsik Gy.-Lukácskó S.: *Automatizálás a vasúti üzemben*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968. p. 326.
- [5] Westsik Gy.: *General model of an information system for controlling complex organisations*. Periodica Polytechnica (Electrical Eng.) Budapest, 1969. 1-2. sz. p. 47-72.
- [6] Westsik Gy.: *Közlekedési információs rendszerek és fejlesztésük*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1969. p. 111.
- [7] Westsik Gy.: *Számítógép-rendszerek a közlekedésben*. Közlekedéstudományi Szemle, Budapest, 1970. 10. sz. p. 441-449.
- [8] Westsik Gy.: *Távadatfeldolgozó számítógép-rendszerek a közlekedésben*. Közlekedéstudományi Szemle, Budapest, 1970. 11. sz. p. 489-497.
- [9] Westsik Gy.: *Információ a közlekedésben, magasabb szintű információs rendszerek automatizálása*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1970. p. 184.
- [10] Westsik Gy.: *Komplex közlekedési információs rendszerek*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1970. p. 115.
- [11] Gál Gy. – Westsik Gy.: *Rendező-pályaudvari folyamatok számítógépes automatizálása*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1970. p. 163.
- [12] Westsik Gy.: *Számítógépek vasúti alkalmazásának rendszertechnikája*. Automatizálás, Budapest, 1974. 6. sz. p. 2-18.
- [13] Pap Á. – Westsik Gy. – Gál Gy.: *Hálózati számítógépes forgalomkövető rendszerek*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1975. p. 137.
- [14] Westsik Gy.: *Közlekedési információs rendszerek (Általános közlekedési informatika)*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1975. p. 323.
- [15] Westsik Gy.: *A vasúti üzem irányítása elektronikus számítógépek felhasználásával*. Vasúti technika kézikönyve (szerk. Czére Béla), 2. kötet, 9. Fejezete. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977. p. 985-1070.
- [16] Westsik Gy.: *Számítógépes irányítási rendszerek műszaki tervezése*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977. p. 244.
- [17] Westsik Gy.: *A közúti közlekedés információs rendszere*. A közúti közlekedés kézikönyve (szerk. Ábrahám Kálmán), 2. kötet, 5.3. fejezete. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979. p. 197-222.
- [18] Westsik Gy.: *A számítógépes adatfeldolgozás*

- és irányítás fejlesztésének helyzete a közlekedésben és hírközlésben. Közlekedéstudományi Szemle, Budapest, 1980. 9. sz. p. 385-396.
- [19] Westsik Gy.: *A rendszerszervező közlekedésmérnök-képzés és tapasztalatai*. Közlekedéstudományi Szemle, Budapest, 1981. 11. sz. p. 481-487.
- [20] Westsik Gy.: *Közlekedési rendszertervezés*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1982. p. 159.
- [21] Westsik Gy.: *Közlekedési informatika II*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1983. p. 354.
- [22] Westsik Gy.: *A közlekedés informatikai fejlesztése*. Közlekedéstudományi Szemle, Budapest, 1986. 7. sz. p. 294-300.
- [23] Westsik Gy.: *Analytic system model for the analysis and design of distributed information system*. Periodica Polytechnica, Budapest, 1987. p. 15-27.
- [24] Westsik Gy.: *Közlekedési informatika I*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1988. p. 340.
- [25] Westsik Gy.: *Közlekedési informatika*. Miniszteri rendeletre kiadott egyetemi tankönyv. Tankönyvkiadó, Budapest, 1989. p. 316.
- [26] Westsik Gy.: *Verkehrsinformatik*. Transpress, Berlin, 1989.  
Westsik Gy.: *Telematik und Computer Integrated Transport* (Deutsche Verkehrswissenschaftliche Tage) Leipzig, 1997.
- [27] Csiszár Cs. - Westsik Gy.: *Modelling of Computer Integrated Transportation*. Periodica Polytechnica. Vol.27. No. 1-2. pp. 43-59. Budapest, 1999.
- [28] Csiszár Cs.: *Városi közlekedésmenedzsment integrált, telematikai rendszerrel*. Városi Közlekedés. XL.évf. 4. szám p. 224-238. Budapest, 2000.
- [29] Tóth J. - Csiszár Cs.: *Korszerű utasinformációs rendszerek*. Városi Közlekedés. XL.évf. 6. szám p. 345-347. Budapest, 2000.
- [30] Csiszár Cs.: *Az integrált intelligens utasinformatikai rendszer modellje*. PhD értekezés. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2001.
- [31] Tóth J.: *Basic examination of electronic data interchange in road, rail and combined transport of goods*. Periodica Polytechnica. Vol.29. No. 1. pp. 35-45. Budapest, 2002.
- [32] Csiszár Cs.: *Model of Integrated Intelligent Passenger Information Systems*. Periodica Polytechnica. Vol.31. No. 1-2. pp. 17-44. Budapest, 2003.
- [33] Tóth J.: *Szárazföldi áruszállítási folyamatok kísérése az elektronikus adatcsere alkalmazásával*. PhD értekezés: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2003.
- [34] Munkácsiné Lengyel E. - Tóth J. - Csiszár Cs. - Juhász J.: *Közlekedési informatika*. Egyetemi jegyzet. Budapest, 2004.
- [35] Csiszár Cs.: *Telematikailag integrált személyközlekedés*. Közlekedéstudományi Szemle LVI.évf. 12. szám p. 447-457. Budapest, 2006.
- [36] Juhász J. - Munkácsiné Lengyel E.: *Útvonalválasztás az aktuális közlekedési információk felhasználásával*. Városi Közlekedés, 2008/3. p. 137-141.
- [37] Csiszár Cs.: *Tömegközlekedési minőségjavító intézkedések telematikai eszközökkel*. Városi Közlekedés. XLVIII.évf. 2. szám p. 78-84. Budapest, 2008.
- [38] Csiszár Cs. - Gyűrűs M. - Prácser A.: *Telematikai alapokon működő car pooling rendszer*. Városi Közlekedés. XLVIII.évf. 5.szám p. 258.-266. Budapest, 2008.
- [39] Csiszár Cs.: *Telematikai alapokon működő car sharing rendszer*. Városi Közlekedés. XLIX.évf. 4.szám p. 213-220. Budapest, 2009.
- [40] Soltész T.- Kózel M. - Csiszár Cs. - Centgráf T. - Benyó B.: *Information System for Road Infrastructure Booking*. Periodica Polytechnica. Vol.39. No. 2. pp. 55-62. Budapest, 2011.
- [41] Válóczy D. - Csiszár Cs.: *Telematikai rendszerekkel támogatott intermodális csomópontok*. Városi Közlekedés. LI.évf. 3-4.szám p. 207-214. Budapest, 2011.
- [42] Esztergár-Kiss D. - Csiszár Cs.: *Analysis of Multimodal Journey Planners using a Multi-criteria Evaluation Method*. 19th ITS World Congress Vienna, Austria, 22-26 October 2012. Conference proceedings. Paper ID: EU-00662
- [43] Sándor Zs. - Csiszár Cs.: *Development Stages of Intelligent Parking Information Systems for Trucks*. Acta Polytechnica Hungarica Vol. 10(4) pp. 161-174. (2013).
- [44] Nagy E. - Csiszár Cs.: *Research on Automation of Operative Scheduling in Urban Public Transportation*. Acta Technica Jaurinensis (in print).



The research and tuition of Transport Informatics at the Department of Transport Technology and Economics of the Budapest University of Technology and Economics

Transport organisations are spatially expanded and complex systems, in which ever larger information sets are to be managed in order to achieve several aims. Term and subject of transport informatics have been used since second half of the last century and it is still in an uninterrupted and ever accelerating progress since then. Expansion of technical and scientific knowledge requires the widespread national research of the theme and the thematic introduction of theoretical and practical results into the education. Department of Transport Technology and Economics at Budapest University of Technology and Economics is one of the effective “workshops” in this regard.

Forschung und Unterricht der Verkehrs-Informatik auf dem Lehrstuhl Verkehrsbetrieb und Verkehrswirtschaft von TU Budapest

Die Verkehrsorganisationen sind räumlich ausge dehnte, komplexe Systeme, in denen immer zunehmende Informationsmengen behandelt werden um die vielfältigen Absichten verwirklichen zu können. Der Begriff und das Fachgebiet der Verkehrsinformatik wurden von der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ausgestaltet und seitdem entwickelt es sich ununterbrochen und mit immer beschleunigendem Tempo. Die Erweiterung von technischen und wissenschaftlichen Kenntnissen erfordert die umfassende heimatische Recherche des Themas und die thematische Einarbeitung der theoretischen und praktischen Ergebnisse in die Ausbildung. Der Lehrstuhl von Verkehrsbetrieb und Verkehrswirtschaft an der Budapester Technischen und Wirtschaftswissenschaftlichen Universität ist ein erfolgreicher „Denkfabrik“ dieser Tätigkeit.

## Megrendelőszelvény<sup>1</sup>

Alulírott.....

**megrendelem a Közlekedéstudományi Szemlét a következő hónaptól az alábbiak szerint:**

A megrendelő neve:

.....

címe (ahová a lapot kéri):.....

.....

telefonszám:.....

fax:.....

e-mail:.....

Az előfizetési díjat az alábbiak szerint fizetheti be\*:

Rózsaszín postai átutalási csekken az alábbi címre:

Közlekedéstudományi Egyesület,  
1066 Budapest, Teréz krt. 38.

Banki átutalással (név és cím feltüntetésével)  
az alábbi bankszámlaszámra.

Számlaszám: 10200823-22212474

A megrendelés időtartama\*:

2014. évre előfizetési díj: 8280 Ft  példányban  
egyéni KTE tagoknak tagdíjjal:

5140 Ft  példányban

nyugdíjas és diák KTE tagnak tagdíjjal:

4640 Ft  példányban

Az előfizetési díjról számlát kérek\*:

Igen  Nem

\*A megfelelőt kérjük beikszelni!

Számlázási név:

.....

Számlázási cím:

.....

Tudomásul veszem, hogy az első lapszám kézbesítésére az előfizetési díj befizetését követően kerül sor.

.....  
aláírás

<sup>1</sup> Visszaküldhető e-mailben a szemle@ktenet.hu címre, faxon a 06-1-353-2005 számra, vagy a 1066 Budapest Teréz krt. 38. II. em. 235. postacímre

# Hozzászólás Polányi Péter: „Kerékpárutak – tévutak?” c. cikkéhez

**Kovács Gergely**

okl. közlekedésmérnök, tanácsadó  
TRENECON COWI Tanácsadó és Tervező Kft.  
e-mail: grg@trenecon.hu

A Közlekedéstudományi Szemle 2013. decemberi számában „Kerékpárutak – tévutak?” című cikkben foglaltakkal nagy részben egyetértek a cikk végén felvetett körforgalmi kialakítással kapcsolatban azonban szeretném megosztani véleményemet a Szemle olvasóival:

A leírt körforgalmi kialakítás (a kerékpáros közvetlenül a körpálya szélén, „kerékpársáv-szerűen” vezetett) a következő problémákat veti fel:

1. A körforgalmat járművezetőként a következő sémával használjuk: a körforgalomhoz érkező elsőbbséget kell adnunk a nekünk balról érkezőnek, ezért lassítunk, balra nézünk, majd ha behajtottunk, nekünk van elsőbbségünk, és bármely kijáraton elhagyhatjuk azt. Ez a séma nem tartalmazza, hogy nekünk a kilépéskor bárkinek is elsőbbséget kellene adnunk, vagy hogy figyeljünk azokra a járművekre, amelyek adott esetben előtűnk vagy tőlünk jobbra haladnak, illetve amelyeket a körforgalomban megelőzünk. A korai többsávos koncentrikus körforgalmaknak pont az volt a hibája, hogy a körív belső ívén mozgó, kihajtani szándékozók rendszeresen konfliktusba kerültek a külső íven közlekedő, a körforgalomban továbbhaladókkal. Erre végül a spirális, ill. turbó körforgalom hozott megoldást.

2. A legfőbb probléma, amit az előző gyakorlat csak fokoz, a holtter veszélye. A nagyobb gépjárműveknek nagyobb a holttere, amit az utóbbi években kötelezővé tett kiegészítő tükrök sem tudtak teljes mértékben felszámolni. A vizsgált helyzetben, amikor a körpálya szélén mozgó kerékpáros a gépjármű jobbán halad, a kerékpáros a jobbra kanyarodó gépjármű holtterébe kerülhet, a vezető nem észleli, és a kikanyarodáskor ütköznek. Ez a helyzet minden ütközésszerűségben előfordulhat, ahol az egyenesen

haladó kerékpáros mellett gépjármű kanyarodik jobbra, ezért aztán a korszerű tervezési gyakorlat a kerékpársávoknál igyekszik megelőzni ezt a szituációt azzal, hogy a kereszteződés előtt hosszabb szakaszon fonódtatja a két irányt, a jobbra kanyarodó gépjármű és az egyenesen haladó kerékpáros helycseréjének elősegítése céljából. Jelzőlámpás forgalomirányítás esetén a kerékpársáv előnyitást, ill. előrehúzott felállóhelyet kap stb.

3. Az előzőeken kívül ez a kialakítás kedvez annak a káros, itthon egyelőre még létező gyakorlatnak, amikor a jobbra kanyarodni szándékozó gépjárművezető – a kerékpáros sebességét alá-, a sajátját túlbecsülve – nem fékez, esetleg direkt rágyorsít, hogy a kerékpárost még megelőzve, elé bevágva forduljon jobbra, kedvező esetben fékezésre kényszerítve, rosszabb esetben elsodorva őt.

A fejlett kerékpáros tervezői gyakorlattal rendelkező országokban éppen ezért ezt a kialakítást újabban nem is alkalmazzák, egyedül Hollandiában találkoztam vele, de ott a jóval nagyobb számú kerékpáros miatt a gépjárművezetők magatartása is egész más.

A javasolt megoldás ezért az egyszerűbb, egysávos körforgalmak esetében a kerékpárost a körforgalomba kerékpárosnyom segítségével a forgalmi sáv közepére vezeti be, ekkor ugyanis a kerékpáros végig „szem előtt van”, nem lehet megelőzni, így nem kerülhet holtterbe. Egy megfelelően kialakított körforgalomban a megállás és a kanyarodás miatt a gépjárműveknek lassítaniuk kell, ebből kifolyólag a gépjárművek és a kerékpárosok közötti sebességkülönbség minimálisra csökken, ezért a körforgalomban közlekedő kerékpáros nem okoz elviselhetetlen akadályoztatást a gépjárművek számára.

A többsávos, külterületi körforgalmak, ill. kétirányú kerékpárút esetében továbbra is a körpályán kívüli vezetés a célszerű, ennek hátrányai ismertek, de ezek feloldására még nem született megfelelő megoldás.

# A Közúti Szakemberekért Alapítvány idén 15 éves

Az alapítás 1999-ben történt ünnepélyes keretek között a Közlekedési Múzeum közúti jármű gyűjteményének nagytermében, ahol a szakmánkat több mint 150 szakember képviselte. Az alapító két célt tűzött ki:

- a közúti szakmáért egész életük során sokat tett, példaképpül állítható – 70 év fölötti – szakemberek életútjának elismerését „Életmű-díj”-jal, valamint
- a 35 évnél fiatalabb szakemberek fejlődését, haladását segítő célok (tudományos kutatás, tanulmányok készítése stb.) és személyükhöz kötődő egyéni teljesítményük elismerését „Az év fiatal mérnöke” kitüntető cím adományozásával.

Mindkét elismeréssel pénzbeli támogatás is jár, az Alapítvány pénzügyi lehetőségének függvényében.

A közúti szakmában ez az egyetlen olyan alapítvány, amely közhasznú, valamint tevékenységével a közúti szakma teljes keresztmetszetét szolgálja (kutatók, egyetemi oktatók, tervezők, közútkezelők, kivitelezők, állami alkalmazottak stb.). Az elismerések (díszoklevél és pénz) átadása nyilvános, ünnepélyes keretek között történt és történik ma is (szakmai rendezvényeken, bálokon, konferenciákon).

Az Alapítványt vállalkozások, társaságok, intézmények és magánemberek támogatták. Eddig 95 társaság és 76 magánszemély adományozott 2000 és 1 000 000 Ft közötti egyszeres összegeket. A 15 év alatt több mint 40 millió forint összértékű támogatás érkezett a magánszemélyek 1%-os adójának odaítélésével együtt.

Az Alapítvány kuratóriuma 8 főből áll: elnök, titkár és 6 tag, köztük az alapító is. A kuratórium tagjai semmilyen anyagi ellenszolgáltatást nem élveznek, díjat, költségtérítést nem kapnak.

Az Alapítvány működése átlátható, valamennyi bevétel, kiadás, valamint a támogatók és az elismertek nevei is láthatók az Alapítvány honlapján: [www.kozutialapitvany.hu](http://www.kozutialapitvany.hu).

A jelenlegi hazai gazdasági állapotok, a közöny, valamint az alapítványokkal szembeni bizalmatlanság sajnos az Alapítványunk működési bevételeiben is

tükröződnek. Az évenkénti korábbi 3-4 millió forintos bevétel az utóbbi négy évben nem érte el az évenkénti 1 millió forintot sem. Az utolsó négy évben a bevétele nem egészen 2,5 millió forint volt. Ezt az összeget egészítette ki a bankban lekötött mindenkori tőke kamata.

Hátrányosan érinti az Alapítványt a 2011. évi CLXXV sz. törvény is, amely a közhasznúság feltételeiben előírja az évenkénti legalább 1 millió forint bevételt. A törvény ez évi hatályaba lépésével tehát sajnos megszűnhet az Alapítványunk közhasznúvá minősítése, amennyiben a továbbiakban sem érjük el az évi 1 millió forint bevételt.

Az Alapítvány működése során 92 fő közismert és 70 év feletti, munkájával egész élete során elismerést kivívott szakembert részesített Életmű-díjban és pénzügyi támogatásban (kezdetben ez 300 ezer forint, majd az utóbbi években már 400 ezer forint).

A 35 évnél fiatalabb mérnökök közül eddig 47-en részesültek különböző elismerésben, illetve kapták meg „Az év fiatal mérnöke” címet, amellyel 150 ezer forint jár.

Ha a szakmánk képviselőinek és a gazdasági élet szereplőinek hozzáállása nem változik hamarosan, valamint az állami, társadalmi közeg változatlan marad, akkor várható, hogy az Alapítványnak két-három év múlva be kell fejeznie működését.

Mindezekért segélykiáltással fordulunk szakmánk valamennyi képviselőjéhez: Ne hagyják elveszni azt az értéket, amely civil kezdeményezéssel eddig sikeresen működött!

Ezúton kérjük minden Kollegánkat, hogy - az Alapítvány céljával és működésével való egyetértése esetén - anyagi támogatásával járuljon hozzá tevékenységünk folytatásához, valamint kérje fel erre munkatársait is.

Budapest, 2014. április

*Pallai Tibor elnök  
dr. Rósa Dezső titkár  
dr. Töröcsik Frigyes alapító*

Melléklet

Közlekedésbiztonság – Közlekedési környezetvédelem



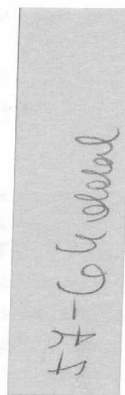


## Prof. Dr. Holló Péter

az MTA doktora, kutató professzor  
Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.  
egyetemi tanár, Széchenyi István Egyetem,  
Közlekedési Tanszék

## Kiss Diána Sarolta

PhD hallgató, Széchenyi István Egyetem,  
Közlekedési Tanszék



# Fókuszban a súlyos sérülések

A közúti balesetek száma és a súlyos esetek gyakorisága megköveteli a folyamatos kutatást, a kutatási, statisztikai eredmények feldolgozását, amelyek alapján megfogalmazhatók a konkrét tennivalók.

## 1. BEVEZETÉS

2011-ben több mint 250 000 ember szenvedett súlyos sérüléseket, 28 000 pedig életét veszítette közúti baleset következtében az EU közútjain [1].

Az adatok szerint minden egyes közúti halálesetre átlagosan 44 sérülés jut, ezek közül 10 súlyos sérülésnek számít.

A 45 évesek és az ennél fiatalabbak korcsoportjában a közúti baleset elsősorú halálozási ok az Európai Unióban. Ugyancsak a közúti baleset az oka a legtöbb kórházi felvételnek.

A sérülések az emberi szenvedésen túl jelentős nemzetgazdasági veszteséget is okoznak. Ezt az Európai Unióban a GDP 2%-ára becsülik. Ez az összeg 2012-ben 250 milliárd euró volt. Világméretű megközelítésben ez évente körülbelül 580 millió dollárt jelent a WHO adatai szerint [2].

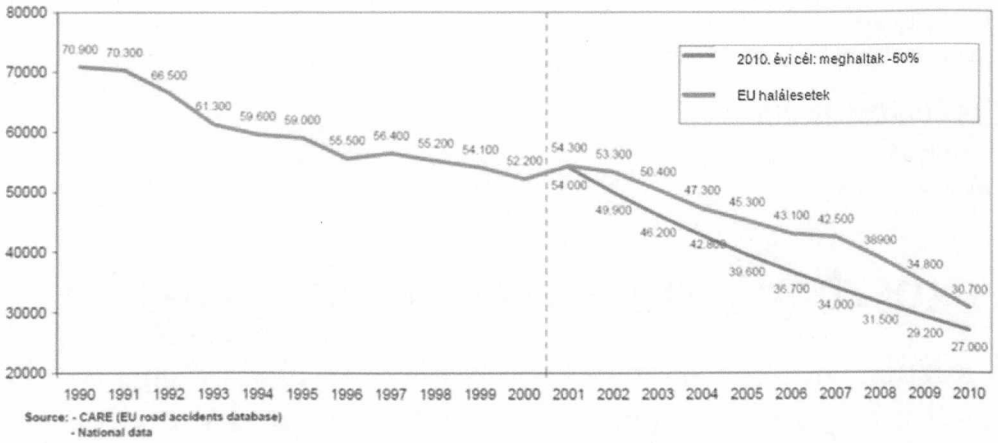
A leggyakoribb súlyos sérülések a fej- és agykárosodások, ezeket az alsó végtag- és gerinctráumák követik. Az ilyen sérülések főként az ún. védtelen közlekedőket (gyalogosok, kerékpárosok, motorkerékpárosok), illetve a legvédtelenebb korcsoportokat (időseket, gyermekeket) fenyegetik.

Ezek a sérülések valamennyi útkategória esetén előfordulhatnak, a legtöbb mégis lakott területen, védtelen közlekedőknél következik be. Lakott területen kívül a sérülések még súlyosabb kimenetelűek, elsősorban a nagyobb sebességek miatt.

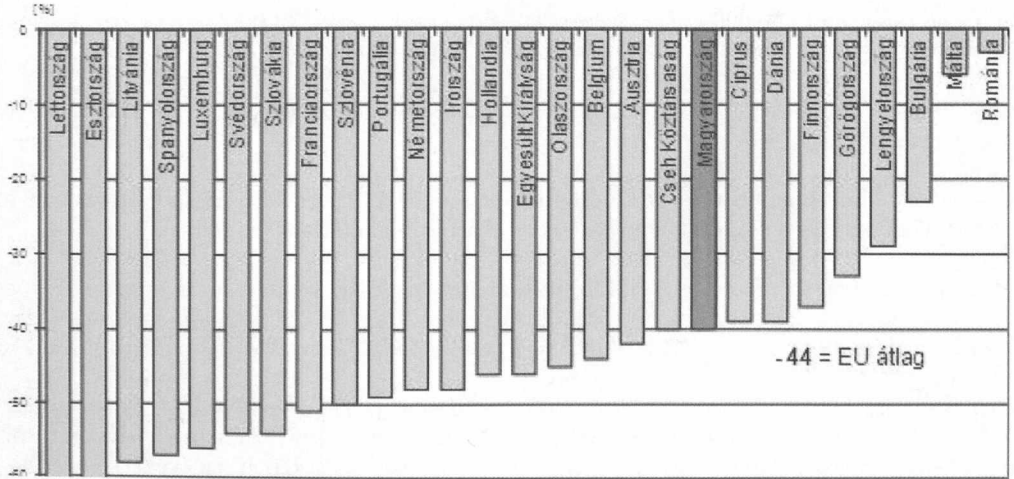
Az elmúlt időszakban (2001 és 2011 között) a közúti baleset következtében életüket veszítettek száma átlagosan 43%-kal csökkent az EU tagállamok átlagában, míg a súlyos sérülteké – az egyes országok saját, egymástól eltérő definíciója szerint – 36%-kal.

A meghaltak számának változása jól látható a következő két ábrán.

1. ábra: Közúti baleset következtében meghaltak száma az EU-ban 1990 és 2010 között



2. ábra: A közúti közlekedési baleset következtében meghaltak számának 2001 és 2010 közötti változása az EU tagállamaiban



A két adatot összehasonlítva többen megjegyzik, hogy míg a halálos áldozatok száma az említett időszakban 43%-kal mérséklődött az EU átlagában, addig a súlyos sérülteké „csak” 36%-kal.

A „csak” véleményünk szerint indokolatlan, hisz nem szabad elfelejtenünk, hogy több passzív biztonsági berendezés (pl. biztonsági öv, légszák stb.) úgy menti meg a balesetben résztvevők életét, hogy közben azért különböző kimenetelű sérüléseket szenvednek.

Másképpen fogalmazva: a túlélés „ára” többnyire valamilyen kimenetelű sérülés elszívása.

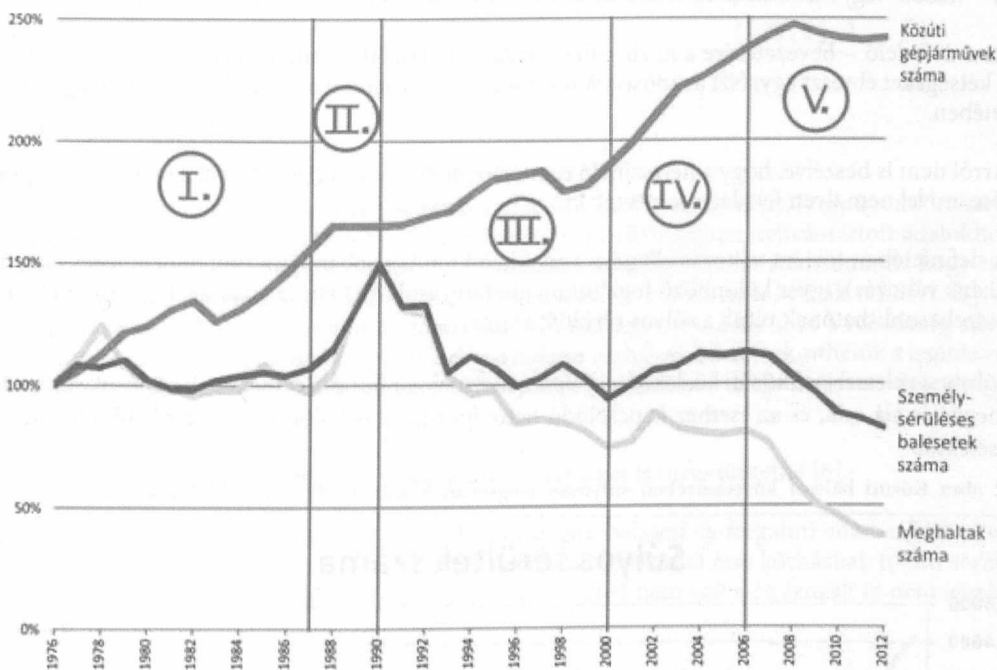
Sokkal realitásabbnak tűnik a súlyos sérültek számának mérséklésére egy cél kitűzése.

Kétségtelenül fontosak azok az aktív biztonsági berendezések is, amelyek – akár a gépjárművezető tudta nélkül – segítik elkerülni a balesetet, így a súlyos sérüléseket is. Ilyen aktív biztonsági eszköz például az elektronikus menetstabilizáló rendszer (ESP: Electronic Stability Program), amelynek feladata, hogy kritikus helyzetekben korrigálja a jármű stabilitásvesztését (alul- vagy túlkormányzottságát) a meghatározott kerekek külön fékezésével.

A legtöbb – fejlett motorizációval rendelkező – országban megfigyelhető a baleseti halottak számának drámai csökkenése, vagyis elsősorban a túlélés valószínűsége nőtt meg, nem pedig a személyi sérüléssel járó közúti balesetek bekövetkezésének valószínűsége csökkent. Másképpen fogalmazva: a passzív biztonság fejlesztése eredményesebbnek tűnik, mint az aktív biztonságé. (Ebben valószínűleg szerepet játszhat az ún. „kockázatkiegyenlítőds”, ami azt jelenti, hogy az aktív biztonságot növelő műszaki berendezések – hamis biztonságérzetet kelteve a gépjárművezetőben – kedvőzöten irányba befolyásolják a magatartást, vagyis magasabb szintű kockázatvállaláshoz vezetnek.)

Ilyen trendek figyelhetők meg Magyarországon is.

3. ábra: A közúti gépjárművek, a személysérüléssel járó balesetek és az ezek következtében meghaltak száma 1976 és 2012 között. (A közúti biztonság fő szakaszai)



## 2. A HAZAI DEFINÍCIÓ

Az EU felismerte a súlyos sérülések jelentőségét, a közös számszerű cél kitűzését azonban lehetlenné tette az egységes EU definíció hiánya.

Mielőtt az ezen a területen végbement fejlődést ismertetjük, tekintsük át röviden a hazai helyzetet.

A hazai közúti baleseti statisztikákban 2011-ig a 8 napon túl gyógyuló sérülteket tekintették súlyos sérülteknek.

A balesetelemzéssel foglalkozó szakértők már korábban is megállapították, hogy ez a háromfokú skála (halálos, súlyos, könnyű sérülés) teljességgel alkalmatlan a baleseti sérülések szakszerű osztályozására, hiszen pl. a 9. napon már egészséges ember épp úgy súlyos sérültnek számított, mint az, aki élete végéig kerekes székbe kényszerült.

Az egészségügy területén már régóta alkalmazták a sokkal árnyaltabb és szakszerűbb összehasonlítást lehetővé tevő AIS (Abbreviated Injury Scale – Rövidített Sérülési Skála) [3] skálát, ennek alkalmazása azonban magas szintű egészségügyi ismereteket követel.

Mielőtt ezzel foglalkozunk, lássuk, hogy változott a baleseti statisztika eszköztára.

2011-től a KSH az alábbi definíciót vezette be [4]:

**Súlyos sérülés:** olyan sérülés, amit valaki baleset során szenved el, és amely

- a) a sérüléstől számított hét napon belül 48 órát meghaladó kórházi ápolást tesz szükségessé, vagy
- b) csonttörést okoz, kivéve az ujj-, lábujj- és orrtörést, vagy
- c) olyan vágott sebekkel jár, amelyek súlyos vérzést vagy ideg-, izom-, illetve ínsérülést okoznak, vagy
- d) belső szervek sérülését okozza, vagy
- e) másod- vagy harmadfokú égési sérüléseket vagy a testfelület több mint 5%-át érintő égési sérülést okoz.

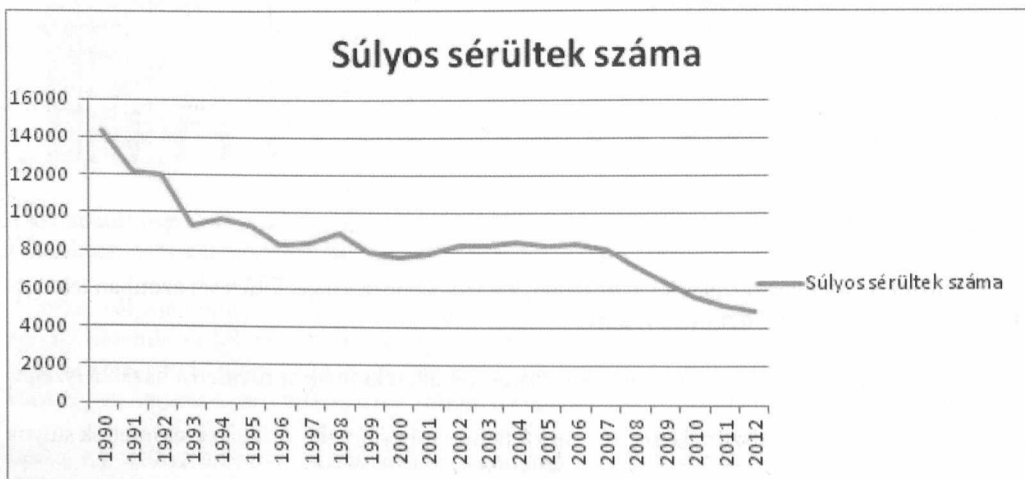
Ez a definíció – bevezetésére a közlekedési alágazatok közötti harmonizáció jegyében került sor – kétségeket ébreszt egyrészt az idősorok homogenitása, másrészt az adatok ellenőrzöttsége tekintetében.

Arról nem is beszélve, hogy a helyszínelő rendőrtől nem várható el a kimenetel szakszerű megítélése, mivel nem ilyen feladatra képezték ki.

A definícióban történt változás ellenére a csökkenő tendenciában nem mutatkozik törés (szignifikáns változás), így a különböző fogalom meghatározások mellett, korrekciós tényezők nélkül is összehasonlíthatónak tűnik a súlyos sérültek száma.

Súlyos sérüléssel járó közúti közlekedési baleset okozása már bűncselekménynek minősül, súlyosabb megítélés alá esik, és az esethez kapcsolódó hatósági eljárás is különböző az enyhébb kimenetelű esetektől.

4. ábra Közúti baleset következtében súlyosan megsérültek száma 1990 és 2012 között [4]



### 3. MÁS ORSZÁGOK DEFINÍCIÓI

A súlyos sérültek adatainak nemzetközi összehasonlítását, számszerű EU célkitűzés megfogalmazását jelenleg épp az egységes definíció hiánya nehezíti.

Ezért is korlátozódik a közúti biztonság nemzetközi összehasonlítása még mindig a közúti baleset következtében meghaltak adataira, a halálos sérültek definíciója (ún. 30 napos definíció) ugyanis széles körben egységes. Az ezt nem alkalmazó néhány ország esetében hiánya ún. korrekciós tényezővel áthidalható.

Néhány példa a súlyos sérültek eltérő definíciójára:

#### A kórházi tartózkodás időtartama:

A legtöbb országban 24 óra

Lengyelországban: 7 nap

#### A sérülés típusa:

Svédország: olyan személy, aki törést, zúzódást, szakadást, súlyos vágást, sokkot vagy belső sérülést szenvedett.

#### Munkaképtelenség:

Ausztria, Svájc.

#### Gyógyulás időtartama:

Japán: több mint 30 nap.

További, az egyes országok adatainak összehasonlítását nehezítő körülmény, hogy a rendőri helyszínelésen alapuló statisztikai adatok – az egészségügyi adatbankokban nyilvántartott adatokhoz képest – jelentős hiányt mutatnak. Ez az ún. **UNDERREPORTING**, ami abból adódik, hogy súlyos vagy könnyű sérülések esetén a résztvevők bizonyos esetekben nem hívnak rendőrt. Egyes tanulmányok szerint a súlyos sérülések adatainak csak mintegy 70%-a kerül be a rendőrség adatállományába [5]. Az adathiány szempontjából is a halálos sérülések adatai tekinthetők a leginkább teljesnek és megbízhatónak. Arról nem is beszélve, hogy ezek jelentik a közúti balesetek legtragikusabb következményeit.

Az egységes definíció az adathiányban mutatkozó eltéréseket is megszüntetné [6].

Az erre irányuló első lépést az IRTAD (OECD országok baleseti és forgalmi adatbankja) tette, amikor bevezette a „hospitalized person” definíciót. Ez a legalább 24 órát kórházban töltött sérülteket jelentette [7]. (Ma már tudni lehet, hogy előnyei mellett nem volt elég árnyalt és nem igazán terjedt el.)

Egyre inkább látszik, hogy a közúti balesetek sérültjeinek adatairól csak egy megbízható, szakszerű országos egészségügyi adatbank adhat teljes képet.

### 4. NÉHÁNY SZÓ AZ AIS SKÁLÁRÓL

A 2008-ban frissített AIS 2005 [3] az alábbi kódokat alkalmazza a sérülések súlyosságának kódolására:

#### AIS kód:

1

2

#### leírás:

Minor (enyhe, jelentéktelen)

Moderate (mérsékelt)

3	Serious (súlyos)
4	Severe (igen súlyos)
5	Critical (válságos, életveszélyes)
6	Maximal (halálos, étellel összeegyeztethetetlen) (currently untreatable) (jelenleg kezelhetetlen, menthetetlen)

Az eddig valamennyi szervezet (EU High Level Group, IRTAD, ETSC, stb.) által elfogadott közös, EU szintű definíció az

MAIS3+,

vagyis, valamennyi 3-as vagy azt meghaladó érték a Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS) szerint.

Megítélésünk szerint ez a definíció nem elég pontos.

Egyrészt magába foglalja az AIS6 értéket is, ami gyakorlatilag a helyszínen meghaltakat jelenti. Így fennáll a veszély, hogy a halálos áldozatokat kétszer veszik figyelembe.

Másrészt, mérnökként, nem tartjuk pontosnak azt a definíciót, ami a szóban forgó intervallumot csak egy oldalon határolja le, a másik oldalon pedig nyitva hagyja.

Véleményünk szerint MAIS3-tól MAIS5-ig terjedhet a súlyos sérültek pontos definíciója.

A fentiek alapján az EU az alábbi feladatokat határozta meg:

- 2014-ben a tagállamoknak fel kell készülniük az új definíció használatára,
- 2015-ben a tagállamoknak rendelkezésre kell bocsátaniuk az első, súlyos sérülésekre vonatkozó adatokat.

Ezt követően az EU számszerű célt tűz ki és stratégiát határoz meg a súlyos sérültek számának 2015 és 2020 közötti csökkentésére.

A FERSI (Forum of European Road Safety Research Institutes) felismerve a feladatokban rejlő kihívásokat, a kutatás területén meglévő hiányokat, munkacsoportot hozott létre „Severly injured road users in crash statistics” címmel, amelynek Dr.Holló Péter tagja .

Jelenleg folyik annak a „position paper”-nek a véglegesítése, amely javaslatokat ad az EU-nak a meglévő nehézségek megoldására.

Mindenképpen említést érdemel az a jelenleg folyó EU projekt, amelynek célja épp egy egységes európai rendszer létrehozása a sérültek adatainak szakszerű és megbízható nyilvántartására [8]. Ez az ún. JAMIE (Joint action on monitoring injuries in Europe) projekt, ami 2014 közepén fejeződik be. Információink szerint a javasolt teljes adattartalom (FDS) sem foglalja magába majd a sérülés súlyosságát leíró adatokat. A konzorciumban Magyarországot a Nemzeti Egészségfejlesztési Intézet képviseli.

Az EU High Level Group az alábbi megoldásokat tartja elképzelhetőnek a vázolt feladatok megoldására:

- A rendőri adatok további gyűjtése, korrekciós tényezők alkalmazása a sérültek valós számának becslésére,
- Kórházak adatainak gyűjtése a MAIS kódok használatával.
- A két adatforrás (rendőrség és kórházak) összekapcsolása.

Véleményünk szerint az első megoldás csak átmeneti lehet és a korrekciós tényezők meghatározásának reprezentatív mintán kell alapulnia. Az nem kérdés, hogy a rendőri adatfelvételre továbbra is nagy szükség van, majdnem minden országban ez képezi sok tevékenység alapját. (Korlátok: underreporting, baleseti okok nem mindig pontos meghatározása, stb.) Ez lehet a közeljövő realitása.

A második megoldás országos egészségügyi adatgyűjtő rendszert igényel és az AIS kódok szakszerű alkalmazását. Ismereteink szerint nem várható a közeljövőben. A korábbi rendőri adatgyűjtés nélkül ez sem elégséges.

A harmadik lehetőség adja a hosszabb távon optimális megoldást, nyújtja a legteljesebb képet a súlyos sérültekről. A két adatállomány összekapcsolása a legtöbb országban nem történhet a sérült nevének felhasználásával (személyiségi jogok védelme), ami megnehezíti ezt a folyamatot.

A rendőrség és a kórházak (sőt, rendelőintézetek, családorvosok) szoros együttműködése és közös munkája elengedhetetlen a pontos statisztika elkészítéséhez.

A rendőrtől nem várható el „orvosi” teljesítmény, hogy a helyszínre érkezve, a látottak alapján megállapítsa a sérülés súlyosságát. Az orvos munkaideje és nagyfokú leterheltsége sem engedi meg, hogy a rendőrséggel szinte folyamatosan kapcsolatban állva, a sérülések számát és súlyosságát egyeztesse. A két munkaterület együttműködéséhez feltétlenül szükséges olyan informatikai háttér kidolgozása, amely lehetővé tenné az egyszerű, gyors, ám annál pontosabb nyilvántartást.

Jelenleg csak néhány EU tagállam rendelkezik olyan adatokkal, amelyek megfelelnek minden elvárásnak. (Svédország, Hollandia, stb.)

Néhány országban az ICD kódokat egy arra alkalmas algoritmus segítségével AIS vagy MAIS kódokká transzformálják, ami szintén lehetséges megoldás [9].

## 5. KIHÍVÁSOK

Az EU 2014-re vonatkozó elvárásai, mint ahogy az új egységes definíció is, kissé elszigetettnek tűnnek. Néhány - már most körvonalazható - kihívás:

- A definíció pontosításra szorul.
- Az országos - súlyossági adatokat is tartalmazó - egészségügyi adatbázis kialakítása rendkívül idő- és ráfordítás igényes. Az egészségügyi és belügyi tárca fokozott együttműködését igényli.
- Nem eldöntött, hogy az amúgy is túlterhelt egészségügyi dolgozók végzik-e majd a kódolást, vagy van-e más elképzelés is erre? (Alkalmazása magas szintű szaktudást igényel.) Szóba jöhetnek egyetemek, kutatóintézetek is.
- A súlyos sérültek számának csökkentésére vonatkozó számszerű célkitűzés csak akkor alakítható ki, ha már tudjuk, hogy egyáltalán hány súlyos sérülés is történik valójában.

Összességében elmondható, hogy összehangolt intézkedésekre van szükség, amelyeknek ki kell terjedniük a felelősségmegosztásra, együttműködésre, jogalkotásra, végrehajtásra és még számos területre.

## Felhasznált irodalom

- [1] ETSC Response to the European Commission Staff Working Document „First Milestone towards a Serious Injury Strategy”, Brussels, 2013.
- [2] <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2004/pr24/en/>
- [3] AIS 2005, Abbreviated Injury Scale 2005, Update 2008, Association for the Advancement of Automotive Medicine, 2008.
- [4] Központi Statisztikai Hivatal: Közlekedési balesetek 2012., Budapest, 2013.
- [5] [http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-13-232\\_hu.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-13-232_hu.htm)
- [6] Broughton, J., Keigan, M., Yannis, G., Evgenikos, P., Chaziris, A., Papadimitriou, E., Bos, N.M., Hoeglinger, S., Pérez, K., Amoros, E., Holló, P., Tecl, J.: Estimation of the real number of road casualties in Europe, Safety Science, 48 (2010) 365-371
- [7] Derriks, H.M., Mak, P.M.: IRTAD special report: underreporting of road traffic casualties, June 2007.
- [8] W.H.J.Rogmans: Joint action on monitoring injuries in Europe (JAMIE), Rogmans Archives of Public Health 2012, 70:19
- [9] Niels Bos: Injury coding systems and conversations between them: AIS, ICD. Better safety data for better road safety outcomes, Buenos Aires, Argentina, 13-14 November 2013. <http://www.oisevi-irtad.com.ar/presentaciones-en.php>

**Kérjük olvasóinkat,  
hogy a személyi jövedelemadójuk 1%-ával  
támogassák a Közlekedéstudományi Egyesületet**

A kedvezményezett adószáma:  
**1 9 8 1 5 7 0 9 - 2 - 4 1**

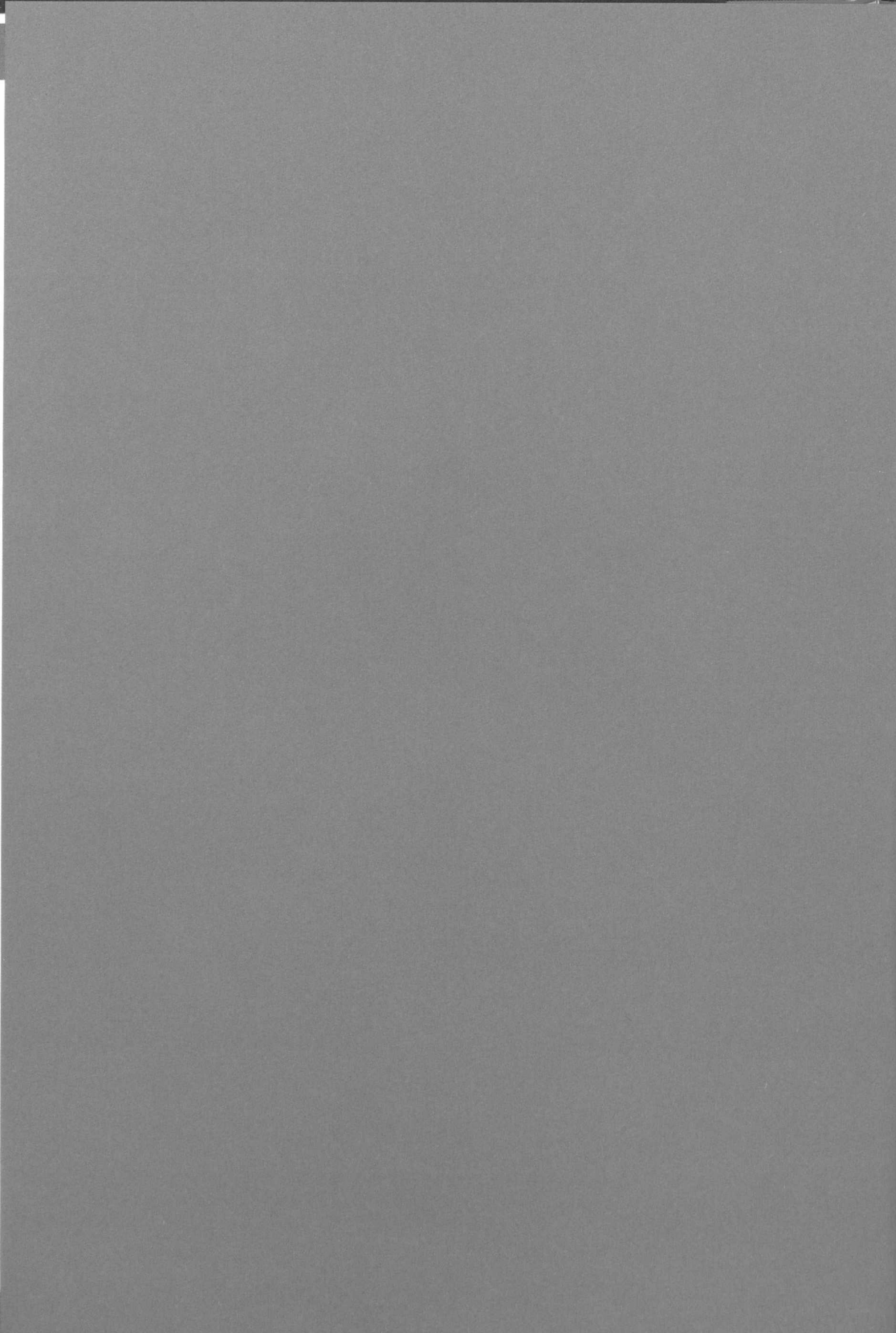
A kedvezményezett neve : **Közlekedéstudományi Egyesület**

**Hogyan lehet az 1 százalékról rendelkezni?**

A rendelkező nyilatkozat a bevallási nyomtatvány részét képezi, így az a magánszemély, aki adóbevallást vagy egyszerűsített bevallást ad, a nyomtatvány megfelelő lapjának kitöltésével rendelkezhet.







# Támogatóink

# SIEMENS



Alapítva - Since 1938



# STADLER

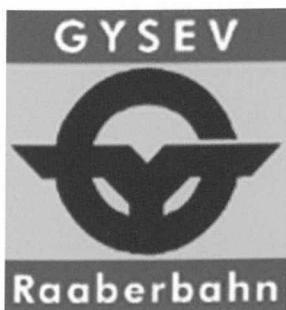
Stadler Trains Magyarország Kft.



Nemzeti Fejlesztési  
Minisztérium

# HungaroControl

Magyar Légiforgalmi Szolgálat



ÁLLAMI AUTÓPÁLYA KEZELŐ ZRT.



- Agria Volán Zrt. • Bács Volán Zrt. • Bakony Volán Zrt. • Balaton Volán Zrt. • Borsod Volán Zrt. • Gemenc Volán Zrt. • Hajdú Volán Zrt. • Hatvani Volán Zrt. • Jászkun Volán Zrt. • Kapos Volán Zrt. • Kisalföld Volán Zrt. • Körös Volán Zrt. • Kunság Volán Zrt. • Mátra Volán Zrt. • Nógrád Volán Zrt. • Pannon Volán Zrt. • Somló Volán Zrt. • Tisza Volán Zrt. • Vasi Volán Zrt. • Vértes Volán Zrt. • Zala Volán Zrt.

