



60. ÉVFOLYAM
2. SZÁM

KÖZLEKEDÉSÉPÍTÉSI SZEMLE

2010. FEBRUÁR

FELELŐS KIADÓ:
Kerékgyártó Attila főigazgató

FELELŐS SZERKESZTŐ:
Dr. Koren Csaba

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

A CÍMLAPON:
Pihenő délbén. Dr. Makula László
felvétele. A 2009. évi Közutas
Fotópályázaton a Közutas minden-
napok kategóriában I. díjat kapott
felvétel

A BORÍTÓ 2. OLDALÁN:
Békaperspektíva. Rostás János
felvétele. A 2009. évi Közutas
Fotópályázaton a Közutas minden-
napok kategóriában II. díjat kapott
felvétel

KÖZLEKEDÉSEPÍTÉSI SZEMLE
Alapította a Közlekedéstudományi
Egyesület.

A közlekedésépítési szakterület
mérnöki és tudományos havi lapja.

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

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

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

DESIGN, NYOMDAI MUNKA,
HIRDETÉSEK, ELŐFIZETÉS:

Press GT Kft.

1134 Budapest, Üteg u. 49.

Telefon: 349-6135

Fax: 452-0270;

E-mail: info@pressgt.hu

Internet: www.pressgt.hu

Lapigazgató: Hollauer Tibor

Hirdetési igazgató: Mező Gizi

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

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

TARTALOM

DR. JANKÓ DOMOKOS

A baleseti helyzet alakulása az országos közutak külsőségi szakaszain **1**

BITE PÁLNÉ DR. – DOMBI ISTVÁN – BALI IBOLYA – BITE PÁL

Útburkolatok zajkibocsátás-vizsgálati módszerei **8**

TÓTH CSABA

Aszfaltkeverékek mestergörbájének meghatározása **14**

DR. PALLÓS IMRE – PUCHARD ZOLTÁN

Változások az aszfaltok termékelőírásaiban **20**

BENCZE ZSOLT – ÉZSIÁS LÁSZLÓ – DR. GÁSPÁR LÁSZLÓ

A SPENS-projekt: fenntartható burkolatok az új európai
tagországok számára **29**

MARKOVITS-SOMOGYI RITA – TÖRÖK ÁDÁM – SIPOSS ÁRPÁD

A multimodális közlekedési tervezés jelentősége, felépítése
és adaptációjának lehetőségei **36**

A BALESETI HELYZET ALAKULÁSA AZ ORSZÁGOS KÖZUTAK KÜLSŐSÉGI SZAKASZAIN

DR. JANKÓ DOMOKOS¹

BEVEZETÉS

2008-ban és 2009 első kilenc hónapjában a személysérüléses közúti közlekedési balesetek száma Magyarországon, a korábbi évek adataihoz képest, jelentősen csökkent [10]. A cikkben azt vizsgálom, hogy az országos közutak külsőségi szakaszain milyen mértékű csökkenés figyelhető meg és milyen reális magyarázata lehet a baleseti helyzet kedvező változásának.

Az [1] előadás rövid értékelést adott az országos közutak baleseti helyzetéről. Ezt az értékelést szeretném kiegészíteni és pontosítani, a rendelkezésre álló baleseti adatok felhasználásával.

A SZEMÉLYSÉRÜLÉSEK KÖZLEKEDÉSI BALESETEK SZÁMA

Az elemzés során a továbbiakban kizárólag az országos közutak külsőségi (lakott területen kívüli) szakaszain történt balesetek adataival foglalkozom.

Az országos közutak hossza 31 ezer 240 km. Ezen az úthálózaton folyik az ország teljes közúti forgalmának mintegy 75%-a

1. táblázat: A személysérüléses balesetek száma az országos közúthálózat külsőségi szakaszain

Év	Kimenetel			Összes
	halálos	súlyos	könnyű	
2001	574	2168	2419	5161
2002	744	2282	2687	5713
2003	647	2335	2897	5879
2004	675	2495	3218	6388
2005	626	2366	3306	6298
2006	657	2373	3416	6446
2007	589	2294	3435	6318
2008	465	2017	3157	5639
2009*	430	1870	3060	5360

2. táblázat: A baleseti adatsorok néhány statisztikai jellemzője

2001–2008. évek adatai alapján (8 év)	Balesetek kimenetele				Összes személysérüléses baleset
	halálos	súlyos	könnyű	halálos+súlyos	
Átlag (baleset/év)	622	2291	3067	2913	5980
Szórás (baleset/év)	82	145	366	214	458
Átlagos eltérés	60	102	299	158	382
Relatív szórás (szórás/átlag)	13%	6%	12%	7%	8%

[2]. Az országos közúthálózat külsőségi szakaszainak hossza, a teljes úthálózat 78%-a: 22 493 km. A továbbiakban – néhány baleseti alapadat segítségével – röviden bemutatom, hogyan alakult a baleseti helyzet a külsőségi útszakaszokon a 2001 utáni időszakban, az EU-célkitűzés (és a magyar közlekedéspolitika) bázisidőszakától, 2001-től számítva, 2008-ig.

Az alapadatokat az 1. táblázat tartalmazza [3]. A 2009. évi adatok saját becsléseim, az ún. előzetes tényadatok alapján. Az 1. táblázat adataiból számítható, hogy 2001–2008 közötti nyolc évben az országos közutak külsőségi szakaszain az átlagos balesetszám egy évre 5980 volt. Az átlagos balesetsűrűség: $5980/22\,494 = 26,5$ baleset/100 km/év. (A teljes országos közúthálózaton az átlagos balesetsűrűség: 31 baleset/100 km/év.)

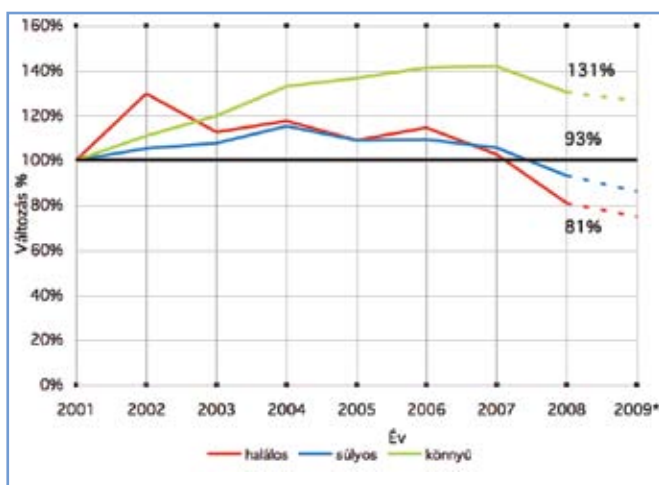
NÉHÁNY STATISZTIKAI JELLEMZŐ

Az 1. táblázat adataival kiszámoltunk néhány statisztikai jellemzőt. (2. táblázat). Látható, hogy a relatív szórás értéke a halálos kimenetelű balesetek esetén a legnagyobb, a súlyos kimenetelű eseteknél pedig a legkisebb. Ez leegyszerűsítve azt jelenti, hogy az egyes évek halálos baleseti adatai 13%-kal térnek el a teljes időszak átlagától, míg ez az eltérés a súlyos kimenetelű baleseteknél csak 6%.

TRENDEK

Az 1. ábrán az évi adatok változásait ábrázoltuk a 2001. évi bázisadatokhoz képest. A piros színű vonal a halálos kimenetelű balesetek számának alakulását mutatja. Megállapítható, hogy a 2002. évi „kiugrást” nem tekintve, a halálos balesetek száma 2004-ig folyamatosan növekedett és ezután figyelhető meg a mérsékeltebb csökkenés 2006-ig, majd meredekebb csökkenés 2008-ig. (–19%) A 2009. évi becslést az azt mutatja, hogy a korábbi csökkenés üteme megtört ugyan, de 25%-os csökkenés így is valószínűsíthető. A halálos balesetek 2008-ban tapasztalt – bázishoz viszonyított – 19%-os csökkenése figyelemre méltóan nagy, és ezt az eredményt joggal méltatják a különböző hazai szakmai fórumokon, konferenciákon.

¹ Ügyvezető, Biztonságkutató Mérnöki Iroda; e-mail: roadsafety@chello.hu



1. ábra: Az országos közutak külsőségi szakaszain történt balesetek számának változása. (Bázis= 2001. évi adatok)

A súlyos kimenetelű balesetek száma is csökken 2004 óta és 2008-ban 7%-os, 2009-ben – a bázishoz képest – 14%-os csökkenés prognosztizálható.

Kevesebb szó esik a könnyű sérüléssel balesetek számának trendjéről. Az 1. ábra mutatja, hogy – a bázishoz képest – 2008-ban 31%-kal több könnyű kimenetelű baleset fordult elő az országos közutak külsőségi szakaszain. Előrejelzés szerint 2009-ben +26% lesz a könnyű kimenetelű balesetek száma a bázishoz viszonyítva.

Hosszabb elemzést igényel a trendek értékelése, mindenesetre annyi megállapítható, hogy a súlyos esetek számának csökkenése és a könnyű kimenetelű balesetek számának növekedése azt valószínűsíti, hogy a konfliktusok száma a forgalomban jelentősen nem csökkent, az ütközések mozgási energiája azonban kisebb lett, ami a sebességmegválasztással függ össze. (Említhető a passzív védelem javulása, az övhasználat növekedése is, ezekkel a kérdésekkel azonban most nem foglalkozunk.)

Ha bázisnak a 2004. évi adatokat választjuk – Magyarország ekkor csatlakozott az EU-hoz – akkor lényegesen kedvezőbb képet kapunk. (Bár kétséges, hogy ennek az egyébként fontos mozzanatnak közvetlenül köze lett volna a baleseti helyzet változásához). Az országos közúthálózat külsőségi szakaszain történt, különböző kimenetelű balesetek adatainak változása ez esetben (2004–2008 között):

- halálos kimenetelű balesetek: – 32%
- súlyos kimenetelű balesetek: – 5%
- könnyű kimenetelű balesetek – 5%
- összes személyi sérüléssel baleset: – 16%

AY ÖSSZES BALESET HAVONTA, AZ ORSZÁGOS KÖZUTAK KÜLSŐSÉGI SZAKASZAIN

Továbbra is az országos közutak külsőségi szakaszainak baleseteivel foglalkozom. A baleseti adatok változásait, a trendeket jobban meg tudjuk figyelni, ha a havi adatokat elemezzük. A dolgozat írásakor a 2009. I–III. negyedévi előzetes KSH baleseti adatok álltak rendelkezésre, így a 2008 utáni helyzetet is szemügyre tudjuk venni.

A 2. ábrán a 2004. január és 2009. szeptember között hónapokban (69 hónap) az országos közutak külsőségi szakaszain történt összes személyi sérüléssel baleset adatát ábrázoltuk. (Vékony kék vonal). A 2. ábrán piros vastag vonallal rajzoltuk fel a 12 havi köz-



2. ábra: Az összes baleset száma havonta és a mozgó átlag

pontosított mozgó átlagot is. [4] A mozgó átlag simítja a havi adatok görbét és a trendet mutatja. A 12 havi központosított mozgó átlag esetén – a számítási módszerből következően – az idősor első és utolsó hat havi értékei elvesznek. A központosított mozgó átlagot mutató görbe:

- első pontja: a 2004. év (január–december) 12 havi adatainak átlaga: 536 baleset/hó
- utolsó pontja: a 2008. szeptember–2009. szeptember közötti 12 havi átlag: 458 baleset/hó

A trend egyértelműen mutatja, hogy 2004–2007 között – kis ingadozással – azonosak voltak a 12 havi átlagok és csak egy jól meghatározható időpont után figyelhető meg a folyamatos csökkenés. Ez az időpont 2007. április hónap, ekkor a mozgó átlag értéke: 535 baleset/hó (gyakorlatilag azonos a 2004. évi átlaggal.)

Az éves összesített adatokból (1. táblázat) nem látszik, de a havi adatok pontosan mutatják, hogy az országos közutak külsőségi szakaszain az összes személyi sérüléssel balesetek számának csökkenése 2007 áprilisában kezdődött.

A 2007 elején elkezdődött csökkenés 2009 első 9 hónapjában is tartott, de a csökkenés üteme „megtört”, a 2. ábrán látható mozgó átlag görbéje közel vízszintes lett.

HALÁLOS BALESETEK 12 HAVI ÖSSZEGZETT ADATAI

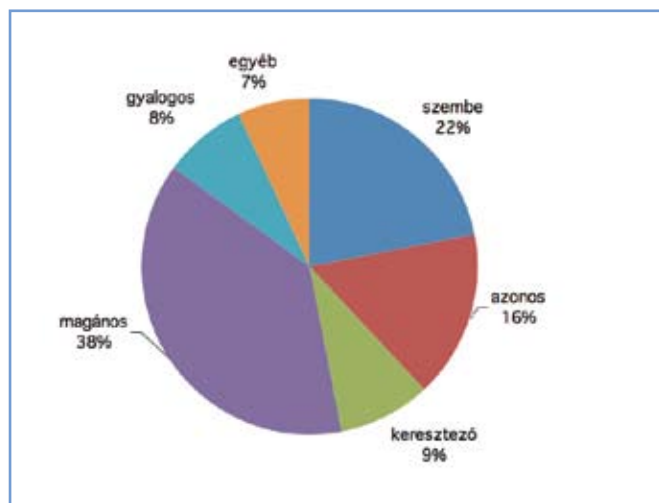
A 3. ábrán a halálos kimenetelű balesetek 12 havi összegzett adatait ábrázoltuk. A 2004. decemberi pont a 2004. év 1–12.



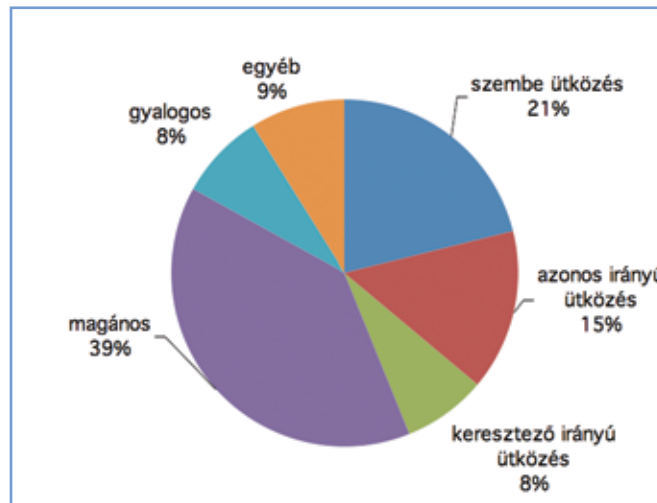
3. ábra: A halálos kimenetelű balesetek 12 havi összegzett adatai

3. táblázat: Az országos közutak külsőségi szakaszain történt halálos+súlyos kimenetelű balesetek természete

	(H+S) balesetek természete	2005–2007. évek átlaga		2008.		Elmaradt balesetek száma 2008-ban	Csökkenés %
		Esetszám	Arány	Esetszám	Arány		
1.	Szembe haladó járművek összeütközése	662	22%	530	21%	132	20%
2.	Azonos irányba haladó járművek összeütközése	461	16%	383	15%	78	17%
3.	Keresztező irányba haladó járművek összeütközése	262	9%	204	8%	58	22%
4.	Egyjárműves balesetek	1115	38%	978	39%	137	12%
5.	Gyalogos elütések	235	8%	196	8%	39	17%
6.	Egyéb balesetek	233	7%	191	9%	42	18%
		2968	100%	2482	100%	486	16%



4. ábra: A (H+S) balesetek természet szerinti megoszlása (2005–2007)



5. ábra: A (H+S) balesetek természet szerinti megoszlása (2008)

havi összegzett értékét mutatja. A görbe utolsó pontja a 2008. október–2009. szeptember közötti 12 hónap adatainak összegzett értékét jelenti. Három jól elkülöníthető szakaszt látunk a 3. ábrán:

- 2004–2007 között 600 és 700 halálos baleset/12 hónap között ingadozik a görbe.
- 2007–2008 között jelentős csökkenés történt, 450 halálos baleset/12 hó értékre.
- 2009. szeptemberig gyakorlatilag állandó a halálos baleset/hó-nap érték.

A 3. ábra mutatja, hogy a 2008. év előtti másfél évben tapasztalt csökkenés gyakorlatilag megszűnt és 2009-ben lényegében állandó értéken maradt a halálos balesetek 12 havi összegzett értéke, sőt minimális növekedés figyelhető meg.

A HALÁLÓS ÉS A SÚLYOS BALESETEK TERMÉSZETE

A halálos kimenetelű balesetek számának csökkenése mellett a súlyos kimenetelű esetek száma is csökkent, különösen 2008-ban (1. ábra). Szakmai, megelőzési szempontból fontos lenne pontosan azonosítani azokat az okokat és körülményeket, amelyek a jelentős és bizonyos szempontból váratlan mértékű javulást előidézték. Ebben a tanulmányban nem végeztünk átfogó elemzést, csak egy rövid, a halálos és súlyos balesetek adataival végzett vizsgálatot ismertetünk. Megnéztük, hogy milyen termé-

szetű balesetek száma csökkent és található-e valamilyen eltérés az „előtte” és „utána” időszak halálos és súlyos baleseteinek természetében. A 3. táblázatban a 2005–2007. évek átlagát és a 2008. év adatát hasonlítjuk össze.

2008-ban az országos közutak külsőségi szakaszain összesen 2482 halálos és súlyos (H+S) kimenetelű baleset történt. A megelőző három évben az évi átlag 16%-kal több: 2968 volt. A különböző természetű balesetek mindegyike csökkent 2008-ban, különböző mértékben. Legnagyobb csökkenés a „keresztező irányba haladó járművek összeütközése” természetű baleseteknél tapasztalható (22%), a legkisebb mértékű csökkenés pedig az „egyjárműves (magános)” baleseteknél (12%).

A 3. táblázat adatait ábráztuk két kördiagramban (4. és 5. ábra). Látható, hogy a 2005–2007. években a jellemző baleseti csoportok aránya gyakorlatilag ugyanaz volt, mint a kisebb esetszámú 2008. évben. Például a „szembe haladó járművek összeütközése” természetű balesetek száma 20%-kal csökkent a kiválasztott két időszak adatait összehasonlítva, ugyanakkor mindkét időszakban az esetek 21–22%-a volt ilyen természetű baleset. Csökkent a „gyalogos elütések” száma 17%-kal, de a gyalogos elütések számaránya mindkét időszakban azonosan 8% volt. Ez az összehasonlítás azt mutatja, hogy a vizsgált úthálózaton közlekedőket nem érte olyan specifikus hatás, aminek következtében valamelyik baleseti csoport számaránya kimutathatóan

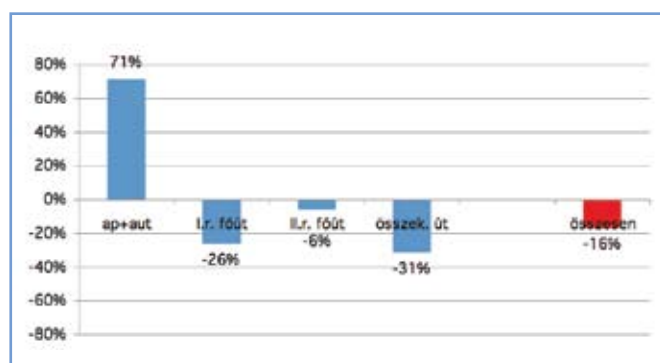
csökkentet. Nyilvánvalóan valamilyen lényeges hatás érte a közlekedést, hiszen a vizsgált balesetszámok jelentősen (összeségében 16%-kal) csökkentek, egyes csoportok nagyobb, mások kisebb mértékben, az összes esetszámon belül azonban az arányok nem változtak, ami – véleményem szerint – azt jelenti, hogy a csökkentő hatás jelentős volt ugyan, de inkább általános, mint specifikus jellegű. A hatás akkor lett volna specifikus, ha csak egy közlekedő csoportot vagy csak egy-két meghatározott befolyásoló tényezőt, pl. sebesség, elsőbbség, gyalogosközlekedés stb. érintett volna. A feltételezett általános hatás – szerintem – elsősorban a forgalom csökkenését jelenti, de feltétlenül említendő a rendőrségi ellenőrzések, jogszabályi szigorítások is. Nem hagyható figyelmen kívül továbbá az ezekről szóló erőteljes médiaaktivitás sem. A közúti szakterület közlekedésbiztonsági tevékenysége részben specifikus: körforgalmak építése, baleseti góchelyek megszüntetése, részben általános: úthálózat-fejlesztés, korszerűbb forgalomtechnika alkalmazása stb.

A SÉRÜLTEK SZÁMA AZ ORSZÁGOS KÖZUTAK KÜLSŐSÉGI SZAKASZAIN

A baleseti helyzet általános értékeléséhez többféle baleseti és forgalmi adatot használhatunk, a legfontosabb mutató mégis csak az, hogy a közlekedés – valamilyen úthálózaton, időegység alatt – hány sérülést okoz, hány áldozatot követel.

Meghaltak számának változása

A 6. ábrán az országos közúthálózat külsőségi szakaszain történt közlekedési balesetek során meghalt személyek számának változásait ábrázoltuk, útkategóriák szerint. (Bázis= 2001. évi adat). Az egyes útkategóriák hossza lényegesen nem változott, az autópályák hossza azonban 2001. után jelentősen megnőtt (gyakorlatilag megkétszereződött), így a 71%-os növekedést az úthossz változásának figyelembevételével kell értékelni. A vizsgált országos közúthálózat külsőségi szakaszain 2008-ban 16%-kal kevesebb volt a közlekedési áldozatok száma, mint 2001-ben. A legnagyobb csökkenés az összekötő utakon tapasztalható (–31%), míg a legkisebb a másodrendű főutakon (–6%).

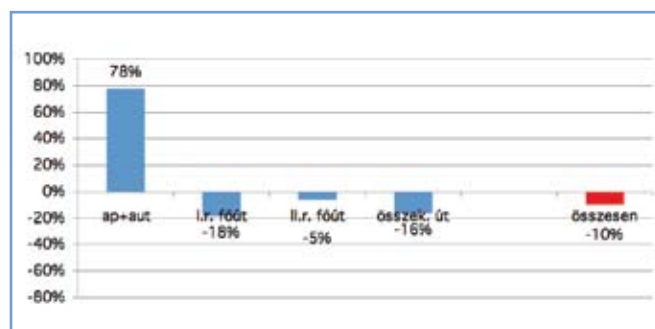


6. ábra: Az országos közúthálózaton, lakott területen kívül meghaltak számának változása, útkategóriák szerint (2001–2008, bázis = 2001. évi adatok)

Meghalt+súlyosan sérült személyek számának változása

Áldozatoknak nevezzük a balesetet követő 30 napon belül meghaltakat, de áldozatnak tekinthetők a súlyosan, életveszélyesen megsérültek, vagy akik tartós egészségkárosodást szenvedtek a baleset következtében. Ez utóbbiak számát nem ismerteti a KSH-statisztika, csak az ún. súlyos sérültek számát adják közre, akik között szerepelnek a nagyon súlyos és a kevésbé súlyos sérültek. Ez utóbbiak azok, akik pl. kéz- vagy lábtörést szenvedtek, de –

szerencsés esetben – néhány hét alatt problémamentesen meggyógyulnak. A sérülés táján értelmezett definíciója miatt számos elemző a statisztikai vizsgálataikhoz nem csak a meghalt, hanem a meghalt és súlyosan sérült személyek számát együtt vizsgálja. (M+S). A 7. ábrán az (M+S) balesetek számának változását látjuk, útkategóriák szerint. A legnagyobb csökkenés az elsőrendű, a legkisebb a másodrendű főutakon következett be, az összes esetszám csökkenése 10%.



7. ábra: Az országos közúthálózaton, lakott területen kívül meghalt+súlyosan sérült személyek számának változása, útkategóriák szerint (2001–2008, bázis = 2001. évi adatok)

Könnyen sérültek számának változása

A 8. ábra adatai szerint az országos közutak külsőségi szakaszain történt balesetek következtében könnyen megsérültek száma 21%-kal volt több 2008-ban, mint a bázisévben, 2001-ben. Ez egyértelműen arra mutat, hogy a baleseti helyzet javulása nem a közlekedési konfliktusok számának csökkenését jelenti, hanem azt, hogy a konfliktusok összességében kevésbé súlyos kimenetelűek. Az autópályát nem tekintve, gyakorlatilag azonos mértékben (+16%), minden útkategórián nőtt a könnyen megsérült személyek száma.



8. ábra: Az országos közúthálózaton, lakott területen kívül könnyen megsérültek számának változása, útkategóriák szerint (2008, bázis= 2001. évi adatok)

Az eredmények összefoglalását mutatja a 4. táblázat.

MINEK KÖSZÖNHETŐ A KÖZLEKEDÉSI BALESETEK ÉS ÁLDOZATOK SZÁMÁNAK CSÖKKENÉSE?

Idézzünk néhány előzetes értékelést.

A „2008. év során eredményes jogszabály-változtatások és a rendőri ellenőrzés hatékonyságának növelése kapcsán a közlekedésbiztonsági mutatók jelentős mértékben javultak” [1].

„A hazai közlekedésbiztonsággal foglalkozó szakemberek jogosan sikerként élik meg a 2008. évben elért 19,2%-os halálosbalesetszám-csökkenést” [5].

„Egy 2007-es uniós jelentés még Európa legveszélyesebb útjai közé sorolta a magyarországiakat, ráadásul abban az évben még

4. táblázat: Az országos közúthálózat külsőségi szakaszain megsérültek számának változása a 2001. évi bázishoz viszonyítva

Útkategória	Változás %-a 2001–2008 között (Bázis= 2001. évi adatok)		
	Meghaltak száma	Meghaltak+súlyosan sérültek száma	Könnyen sérültek száma
Elsőrendű+másodrendű+összekötő utakon	-21%	-13%	+16%
Egyéb útkategórián	+26%	+21%	+58%
Összesen	-16%	-10%	+21%

tovább romlott a helyzet. Azóta azonban olyan javulás tapasztalható, hogy a halálos áldozatot követelő balesetek szempontjából a legrosszabbak közül a legjobbak közé került az ország az unióban. Bencze József országos rendőrfőkapitány szerint elsősorban a szabályváltozásoknak, így például az objektív felelősség bevezetésének köszönhető a közlekedésbiztonság gyors javulása, de a zéró toleranciának, valamint a büntetőpontrendszer szigorításának is szerepe van benne" [6].

A hivatkozott jogszabályi változások:

- a gépjárművek üzemben tartójának objektív felelősségét kimondó rendelet megjelenése
- a közlekedési előéleti pontrendszer módosulása
- a helyszíni bírság alsó és felső határának megnövelése
- a „nulla tolerancia” bevezetése és alkalmazása

A közúti biztonsági helyzet javítását célozták az infrastruktúra fenntartása és fejlesztése területén végzett erőfeszítések is [7]. Néhányat érdemes említeni:

- közúti biztonsági auditok szervezése, felülvizsgálatok végzése
- lakott területen kívüli balesetveszélyes csomópontok megszüntetése és kisköltségű beavatkozások végrehajtása
- modern, jobban észlelhető, hatásosabb forgalombiztonsági eszközök alkalmazása
- változtatható jelzésképű táblák telepítése
- körforgalmak építése.

Kérdés, hogy ezek az intézkedések előidézheték-e a halálos és súlyos kimenetelű balesetek számának 2008-ban tapasztalt nagymértékű csökkenését. Láttuk az 5. és 6. ábrán, hogy a csökkenés nem volt specifikus – vagyis valamelyik baleseti csoportra jellemző – hanem általános, gyakorlatilag a balesetek összességére érvényes. Ez az intenzív változás azért is érdekes, mert a korábbi években is ellenőrzött a rendőrség, fejlesztették az infrastruktúrát, építettek kerékpárutakat stb., ennek ellenére nem tapasztaltunk hasonló mértékű tartós csökkenést.

Magyarázatot – véleményem szerint - a társadalmi-gazdasági folyamatok tágabb összefüggésében kell keresni. A közúti közlekedés teljesítménye nagymértékben függ a gazdasági folyamatoktól, azokkal összefüggésben alakulnak a közlekedés teljesítményi mutatói. „A hosszú ideje folyó megfigyeléseken alapuló statisztikai adatok szerint viszonylag szoros korreláció mutatható ki a gazdasági teljesítményt jellemző ... és a közlekedési teljesítményt jellemző ... értékek között” [8]. Részletesebb kifejtés nélkül is kézenfekvő, hogy az ország gazdasági teljesítményének csökkenése a közúti közlekedési teljesítmények csökkenését vonja maga után, ami egyszerűen azt jelenti, hogy kisebb gazdasági teljesítmény esetén kisebb a közlekedési teljesítmény is, ez pedig kisebb közúti forgalmat jelent. Ha pedig csökken a forgalom, akkor kevesebb lesz a konfliktusok, egyúttal a balesetek száma. Ha ezt a forgalomcsökkenést nem kíséri az átlagsebességek növekedése és megfelelő intézkedésekkel, folyamatos ellenőrzéssel „kézen lehet tartani” a forgalmat, akkor a balesetek átlagos súlyossága is csökkenni fog. Ennek a folyamatnak lehattunk (és lehetünk) tanúi. Nyilvánvalóan a közúti és rendőri szakterület nagyra értékelhető erőfeszítései is hozzájárultak a kedvező közlekedésbiztonsági eredményekhez, kizárólag ezekkel az intézkedésekkel azonban – véleményem szerint – nem magyarázható a baleseti helyzet 2007-ben, ill. 2008-ban tapasztalt példátlan javulása.

Még nem állnak rendelkezésre a 2008. évi forgalmi adatok és nem tudjuk ellenőrizni, hogy a forgalmi teljesítmény csökkenésére vonatkozó feltételezés megfelel-e a valóságnak, mindenesetre vannak olyan jelzések és tapasztalatok, amelyek arra mutatnak, hogy az úthálózatot összességében kisebb forgalom terheli 2008-ban és 2009-ben, mint a korábbi években. Az átlagos napi forgalom és a forgalmi teljesítmény alakulásáról részletes adatok találhatóak a [9]-ben, de az utolsó adat ebben az elemzésben 2007-ből való. 2001-ben az országos közúthálózaton a forgalmi teljesítmény $0,8 \cdot 10^8$ járműkm/nap, ezt követően folyamatosan növekszik 2007-ig $1,03 \cdot 10^8$ járműkm/nap értékre. Ezek szerint minden évben gyakorlatilag 3,2 millió járműkilométer/nap érték-

5. táblázat: A hazai GDP és a baleseti adatok láncviszonyoszámai (indexei). (Előző év adata=100%, forrás: KSH)

Év	Bruttó hazai termék (GDP) milliárd Ft	GDP éves index (előző év adata=100%)	Halálos kimenetelű balesetek éves indexe (1. táblázat alapján)	(H+S) balesetek éves indexe	Összes személysérüléses balesetek éves indexe (1. táblázat alapján)
2001	15 288				
2002	17 219	113%	130%	110%	111%
2003	18 814	109%	87%	99%	103%
2004	20 803	111%	104%	106%	109%
2005	21 988	106%	93%	94%	99%
2006	23 755	108%	105%	101%	102%
2007	25 408	107%	90%	95%	98%
2008	26 543	104%	79%	86%	89%
2009+	24 950	94%	94%	93%	95%

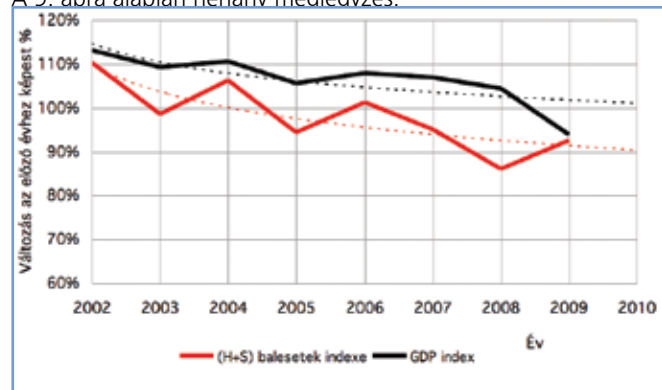
+ becslés

kel lett nagyobb a forgalmi teljesítmény a teljes országos közúthálózaton. (Erősen leegyszerűsítve ez azt jelenti, hogy minden évben a forgalom kb. 100 járműkm/nap értékkel volt nagyobb, a teljes országos közúthálózaton. A külsőségi szakaszok forgalmi teljesítménye ennek csak egy része, a növekedés azonban valószínűleg itt is hasonló). Valószínű, hogy 2008-ban és 2009-ben nem növekedett a hazai forgalmi teljesítmény, ilyen mértékben pedig bizonyosan nem.

A gazdaság teljesítménye és a balesetek száma közötti kapcsolat igazolására az 5. táblázatban a számos lehetőség közül a GDP és a baleseti adatok láncviszonyait (indexeit) foglalom össze, KSH-forrásból [10]. A táblázat utolsó sorában található adatok becslések, az eddigi rendelkezésre álló adatok alapján.

A 9. ábrában a GDP és a (H+S) adatait ábrázoltam.

A 9. ábra alapján néhány megfigyelés:



9. ábra: A GDP és a (H+S) balesetek indexei és a trendek

- A (H+S) balesetek görbéje összességében csökkenő tendenciát mutat 2001–2008 közötti hétéves időszak alatt, ugyanakkor nagyobb ütemű csökkenő és növekvő szakaszok váltják egymást. A 7 év alatt három esetben volt növekedés: két esetben 7%, 2008-2009 között pedig 8%. Három esetben pedig – közel azonos mértékű – csökkenés figyelhető meg. A 2009. évi adat saját becslés eredménye, természetesen elképzelhető, hogy a tényadatok alapján számított index kisebb, vagyis a becslétnél nagyobb lesz a csökkenés, (egyébként a GDP becslést értékéből ez következne), ami a korábbi – GDP és a balesetek közötti – összefüggés meglétét igazolná.
- A GDP index görbéje is csökkenő tendenciájú, de csökkenő és növekvő szakaszok figyelhetők meg a 2002-2006 évek között, a változások üteme azonban kisebb, mint a baleseti görbe esetén.
- A két görbe ingadozásai hasonlóak, kivéve a 2009. évet, amikor is a GDP indexe csökkenést, a (H+S) hasonló módon számított indexe pedig növekedést mutat, vagyis a változások 2009-ben már nem az „elvárt” módon „működnek”. (Hangsúlyozom, a 2009. évi adat saját becslés!) Ilyen jellegű ellentmondások lehetségesek, a kapcsolat nem determinisztikus, de valószínű, hogy a tendenciák meghatározottak.

KORRELÁCIÓK

A gazdasági és baleseti mutatók közötti kapcsolat szorosságát tanulmányoztuk. A gazdasági mutatók közül a GDP, valamint az ipari termelés és az építőipar adatait gyűjtöttük össze. Szempontunkból legjobb mutatónak a GDP-t találtuk, így csak a GDP és a baleseti mutatók évi láncviszonyainak kapcsolatát vizsgáltuk. Az eredményeket a 6. táblázat mutatja. Korábban is láttuk,

6. táblázat: Korrelációs együtthatók a GDP és a baleseti adatok indexei között (országos közutak külsőségi szakasza)

Megnevezés	2001–2008 évek	2001–2009 évek
A GDP és a halálos balesetek éves indexei közötti korreláció	0,85	0,51
A GDP és a (H+S) balesetek éves indexei közötti korreláció	0,96	0,83
A GDP és a összes baleset éves indexei közötti korreláció	0,95	0,71

hogy a feltételezett összefüggés 2001 és 2008 között (tényadatok alapján), szorosnak tűnik, a 2009-es becslést azonban a korábbtól eltérő jellegűek. (Természetesen elképzelhető, hogy a becslés hibás, a csökkenés lényegesen nagyobb, ez esetben viszont a korreláció is jobb.) Kiszámoltuk a korrelációs együtthatókat először nyolc, majd 2009-el együtt kilenc év adataival. A nyolc év tényadatai szoros korrelációt mutatnak, ha azonban a 2009-es becslést is figyelembe vesszük, akkor romlik a kapcsolat szorossága.

MI VÁRHATÓ A JÖVŐBEN?

Az elemzés időpontjában a 2009. év első kilenc hónapjának előzetes adatai álltak rendelkezésre. Ezek alapján becslést adtunk az egész 2009-es év várható adataira (csak az országos közúthálózat külsőségi szakaszain történt balesetekről van szó). Ezek szerint az országos közúthálózat külsőségi szakaszain 2009-ben a személyesérüléses balesetek száma várhatóan: 5%-kal lesz kevesebb, mint 2008-ban. Ezen belül a

- a halálos balesetek száma 8%-kal,
- a súlyos balesetek esetek száma 7%-kal,
- a könnyű kimenetelű balesetek száma pedig: 3%-kal lesz kisebb.

Ami a 2010-es évre vonatkozó előrejelzést illeti, a gazdasági élet mutatói – prognózisok szerint – javulni fognak 2010-ben. Ezek szerint: „Magyarország már túl van a legnehezebb időszakon, 2010 elején (negyedév/negyedév alapon) már megindulhat a gazdasági növekedés, amely 2010-ben és 2011-ben folyamatosan gyorsulni fog” [11].

A Merrill Lynch prognózisa (GDP-növekedés, év/év, %):

- 2009-ben: –6,6%
- 2010-ben: 0,2%
- 2011-ben: 4,5%

7. táblázat: A GDP és a balesetek számának prognózisa 2010-re

Mutató	Növekedés	Az országos közúthálózat külsőségi szakaszain történő balesetek számának prognózisa 2010-re
		logaritmus trend alapján
GDP	0,2%	
Összes baleset száma	–6%	5062
Halálos + súlyos balesetek száma	–9%	2113
Halálos balesetek száma	–15%	389

Ha a 9. ábrán látható görbékre trendvonalat fektetünk, akkor előrebecsülhetjük a 2010. évi adatokat. Logaritmus trendeket használva a 7. táblázatban közölt növekedési adatokat kapjuk. Ezzel a módszerrel egyébként ugyanaz a prognózis adódik a GDP-re, mint amit a Merrill Lynch adott közre (0,2%, 2010-re)

A trendekkel végzett előrebecslés viszonylag jelentős csökkenést jelez 2010-re a halálos kimenetelű balesetek számában. Természetesen ezt a „statisztikai” számítást a tényleges helyzet felülírhatja. Láttuk az 1. ábrán, hogy egyik évről a másikra jelentős csökkenések illetve növekedések mutatkoztak a halálos kimenetelű balesetek számában, emiatt is nehéz egy-két évre előre becsléseket adni, az általános tendencia azonban egyértelműen csökkenő, így a becslés is csökkenést mutat.

Valószínűsíthetjük, hogy a gazdasági növekedéssel párhuzamosan növekedni fognak a közúti közlekedési teljesítmények, ennek hatására pedig növekedhet a balesetek száma is. Ennek a tendenciának csak az vethet gátat, ha sikerül a korábban idézett intézkedésekkel a baleseti helyzetet stabilizálni.

A 2009. évi előrejelzés azt mutatta, hogy a gazdaság további gyengülése mellett a balesetek száma is csökkent ugyan, de nem a korábbi két évre jellemző ütemben, hanem lényegesen kisebb mértékben. (A megállapítás az országos közutak külsőségi szakaszaira vonatkozik, de feltételezhetően igaz a teljes magyar közúthálózatra is.) Ennek az okait (ha valóban ez lesz a helyzet a tényadatok alapján), további elemzésekkel kellene tisztázni, az azonban valószínű, hogy kisebb-nagyobb ingadozások mellett a korábbi tendenciák fognak érvényesülni középtávon is.

A gazdasági prognózisok alapján valószínűsíthető, hogy az országos közutak külsőségi szakaszain 2010-ben a forgalom csekély mértékben növekedni fog és ennek következtében a közúti balesetek száma azonos szinten marad vagy legfeljebb kis mértékben csökken. 2011-ben azonban csak úgy akadályozható meg a közúti biztonsági helyzet romlása, hogy további jelentős erőfeszítések történnek, részben a rendőrség részéről (pl. az automatikus sebességmérés kiterjesztése, az ellenőrzéssel foglalkozó állomány növelése), részben a közúti szakterület részéről (pl. az infrastruktúra-menedzsment széleskörű alkalmazása, közúti jelzések fejlesztése.) Fontos lenne továbbá a baleset-megelőzési munka pénzügyi és szakmai kereteinek megteremtése, egy közzétávtú nemzeti közlekedésbiztonsági program megtervezése és elfogadása.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Lányi P.: Az országos közúthálózat legfontosabb biztonsági kérdései. „Erős pillérek – javuló közlekedésbiztonság”. Közlekedésbiztonsági szakmai nap. Közlekedési, Hírközlési és Energiaügyi Minisztérium, Közlekedéstudományi Intézet, ORFK Országos Baleset-megelőzési Bizottság, Budapest, 2009. október 20.
- [2] www.kozut.hu (2009. november)
- [3] KSH adatbázis (WIN-BAL 4.3 program – Magyar Közút)
- [4] Spiegel, M. R.: Statisztika. Elmélet és gyakorlat, Panem–McGraw-Hill, 1988.
- [5] Ruppert L.: Megnyitó előadás „Erős pillérek – javuló közlekedésbiztonság”. Közlekedésbiztonsági szakmai nap, Budapest, 2009. október 20.
- [6] www.origo.hu (2009.10.12)
- [7] Mocsári T.: Útgazdálkodás, hálózatfejlesztés biztonsági kérdései – a KKK szerepe a közúti közlekedésbiztonság területén. „Erős pillérek – javuló közlekedésbiztonság”. Közlekedésbiztonsági szakmai nap, Budapest, 2009. október 20.
- [8] Timár A.: A magyar úthálózatot igénybe vevő nemzetközi forgalom előrebecslése, Közlekedéspértési Szemle. 2009. december. pp. 1–9.
- [9] A közúti forgalom elemzése (a 2007. évi forgalmi adatok alapján) 2009. február. Készítette: Közlekedés Fővárosi Tervező Iroda Kft. (Antal István), Megrendelő: Magyar Közút Nonprofit Zrt.
- [10] www.ksh.hu
- [11] www.ecoline.hu/20091130/Merril_Lynch_prognosis

SUMMARY

CHANGES IN FATAL AND SERIOUS ACCIDENTS ON RURAL SECTIONS OF NATIONAL ROADS

In Hungary the number of road accidents causing personal injuries significantly decreased in 2008 and during the first 9 months of 2009 as compared to the data of earlier years. The article analyses what extent of decrease can be observed on the rural sections of national roads and how the favourable change in the accident situation can be explained. It can be stated that, ignoring the data of 2002, the number of fatal accidents continuously increased until 2004, followed by a moderate decrease until 2006-ig and then a steep fall until 2008. The 19% decrease of fatal accidents in 2008, as compared to the base, is remarkably considerable and this result is appreciated on the Hungarian professional forums and conferences. The number of serious accidents has also shown a decreasing tendency since 2004. The trend of accidents resulting light injuries is different, showing that 31% more light accidents happened on the rural sections of national roads in 2008 than in 2001. The article evaluates the possible causes of the changes in accident-related data and analyses the correlation between the economic performance (GDP) and the number of fatal accidents.

ÚTBURKOLATOK ZAJKIBOCSÁTÁS-VIZSGÁLATI MÓDSZEREI

BITE PÁLNÉ DR.¹ – DOMBI ISTVÁN² – BALI IBOLYA³ – BITE PÁL⁴

1. BEVEZETÉS

Az útburkolatok zaj szempontú minősítésére 2003 óta van érvényes előírás. Ennek ellenére az útburkolatok zajkibocsátás-vizsgálata rendkívül esetleges. Az elmúlt évben jelent meg először olyan tenderkiírás, ahol az útburkolat-felújítás követelményértéke volt az utóméréssel igazolt SPBI index. A fentiekén kívül a közelmúltban Magyarország több közútján végeztek utánfutós zajvizsgálatot. Az ISO munkabizottságai viszont már a helyszíni hangelnyelés mérésének előírásán dolgoznak.

A fentiek alapján szükségesnek tartottuk egy olyan átfogó ismeretanyag közreadását, amely a különböző vizsgálati módszerekkel, azok eredményeivel, ill. az alkalmazási feltételekről ad tájékoztatást. A különböző vizsgálati módszereket elsősorban abból a szempontból értékeljük, hogy a nyert adatokkal a zajvédelmi számítások pontossága hogyan javítható.

Az útburkolatok minősítésére az alábbi módszereket alkalmazzák:

1. SPB (Statistical Pass-By) módszer (MSZ EN ISO 11819-1:2003 Akusztika. Az útburkolatok közlekedési zajra gyakorolt hatásának mérése)
2. CPX (Close-proximity) mérés (ISO 11 819-2) Közeltéri mérés utánfutóval
3. Helyszíni hangelnyelés mérése (ISO 13 472-1)
4. Felületi textúra mérése (ISO 13 473-2, -3)

A fentiekén kívül megemlíthető még a laboratóriumi Kundt-csőves hangelnyelésmérés is, amely nem utómérésre, hanem a fejlesztési szakaszban a megfelelő hangelnyelő-képességű burkolat anyagának kiválasztásához nyújt ismereteket.

2. A „PASS BY” MÓDSZER LÉNYEGE

A statisztikus elhaladásos (Pass by vagy SPB) módszerben a statisztikailag jellemző számú egyedi járműáthaladások legnagyobb A-hangnyomásszintjeit kell mérni a járműsebességekkel együtt, az út meghatározott helyén. Minden egyes mért járművet az alábbi három járműkategória egyikébe kell sorolni:

- személygépkocsi,
- kéttengelyű nehézjármű és
- többtengelyű nehézjármű.

Más járműkategóriákat ehhez a kiértékeléshez nem kell használni, mivel nem adnak további információt az útburkolat hatásával kapcsolatban. Minden jármű elhaladásakor meg kell mérni a legnagyobb A-hangnyomásszintet „F” (gyors) időállandóval a hozzá tartozó jármű-elhaladási sebességgel együtt.

A mérés során az alábbi adatokat is meg kell mérni:

- a levegő hőmérséklete
- az útburkolat hőmérséklete
- (tercsávós) frekvenciaspektrum (maximum zajhoz tartozó spektrum).

A definiált három sebességtartományban a három járműkategória mindegyikére vonatkozóan adott egy referencia sebesség. Minden egyes elhaladási zajsint, a hozzá tartozó járműsebességgel együtt rögzítendő, és minden járműkategóriára számítással meghatározandó a legnagyobb A-hangnyomásszintnek a sebesség logaritmusára vonatkozó regressziós görbéje. Ebből a görbéből a referencia sebességhez tartozó átlagos legnagyobb A-hangnyomásszint meghatározható. Ezt a szintet hívják járműzajsintnek (L_{veh}).

A személygépkocsikra, kéttengelyű nehézjárművekre és a kétfőnél több tengelyű nehézjárművekre vonatkozó járműzajsinteket a három járműkategória meghatározott arányának feltételezésével energetikailag össze kell adni, és az útburkolatok akusztikus viselkedéséről szóló jelentésben ezt a végeredményt kell közölni. Ezt az értéket hívjuk statisztikus elhaladási indexnek (SPBI). Ezt használjuk az útburkolatok összehasonlítására úgy, hogy a feltételezett összetételű forgalom zajsintjére a hatás meghatározható. Ez az érték azonban a tényleges közlekedési zajsint meghatározásához nem megfelelő.

Ezután a személygépkocsikra, a kétfő tengelyű nehézjárművekre és a többtengelyű nehézjárművekre vonatkozó járműzajsinteket energia alapon össze kell adni, e három járműkategóriára egy bizonyos arányt feltételezve. Ez az érték a statisztikus elhaladási index (SPBI). Ezt az értéket használjuk az útburkolatok összehasonlítására. Ez az érték nem keverendő össze az aktuális forgalomból eredő zajterhelési szinttel, annak meghatározásához ez a mennyiség nem alkalmazható! Az 1. ábrán a Pass by mérés sebesség és a meteorológiai mérések esetét, míg a 2. ábrán a zajvizsgálatot láthatjuk.

Regresszióanalízis

A legnagyobb A-hangnyomásszintekből és a km/h-ban mért sebességek tízes alapú logaritmusából képzett adatpárookra a legki-



1. ábra: Pass by mérés – sebességmérés, meteorológiai mérés

¹ Vibrocomp Kft.; e-mail: info@vibrocomp.hu

² Vibrocomp Kft.

³ Magyar Közút Nonprofit Zrt.

⁴ Vibrocomp Kft.



2. ábra: Pass by mérés – zajvizsgálat

sebb négyzetek módszerét alkalmazva minden járműkategóriára regressziós analízist kell végezni.

A statisztikus elhaladási index (SPBI) meghatározása

A mérési adatokból a statisztikus elhaladási indexet a következőképpen kell számítani:

$$SPBI = 10 \lg [W_1 \times 10^{L_1/10} + W_{2a} (v_1/v_{2a}) \times 10^{L_{2a}/10} + W_{2b} (v_1/v_{2b}) \times 10^{L_{2b}/10}] \text{ dB}$$

ahol

- SPBI – statisztikus elhaladási index
 L_1 , L_{2a} és L_{2b} – járműzajszintek az 1., 2. és 3. járműkategóriákra
 W_1 , W_{2a} és W_{2b} – az 1. táblázat szerinti súlyozó tényezők, melyek egyenértékűek a forgalomban lévő járműkategóriák feltételezett arányaival
 v_1 , v_{2a} és v_{2b} – az egyes járműkategóriák vonatkoztatási sebességei, az 1. táblázat szerint.

A W_x (W_1 , W_{2a} és W_{2b}) súlyozó tényezők jellemző értékei más-más helyen, más-más országban és a napszaktól függően jelentősen eltérhetnek egymástól. Az 1. táblázat szerinti értékek az egész világra kiterjedően a leginkább jellegzetes esetet kell, hogy ábrázolják, amely lehetővé teszi az útburkolatok egyszerű összehasonlítását. Mindazonáltal nyilvánvaló, hogy számos esetben egy másik, talán nemzeti szinten alkalmazott tényezők alkalmazhatók pótlásként. Az összes L_{veh} -érték kötelező jegyzőkönyvezése lehetővé teszi az ilyen SPBI-számítások elvégzését, de az ilyen szabadon választható számítások jegyzőkönyvezése során az alkalmazott nem szabványos súlyozó tényezőket mindig megfelelően meg kell adni.

Az SPBI nem egy közlekedésizaj-egyenértékű szint (L_{eq}), de felhasználható az útburkolatnak az ilyen szintekre gyakorolt viszonylagos hatása leírására. Az SPBI-index az L_{veh} -értékek összeadásával állítható elő úgy, hogy minden egyes L_{veh} -értéket a kérdéses járműkategória várható jellemző arányának megfelelően kell súlyozni. Az index értéke számszakilag közel lesz a fő L_{veh} -szintekhez. Az SPBI a szgk és a nehézjárművek 1. táblázat szerinti sebességeire érvényes. A statisztikai elhaladási indexet nem lehet a sebesség hatásainak becslésére használni.

Míg az SPBI-érték egy maximális zajszintértékből származtatott mennyiség, addig az egyenértékű zajterhelés energia szerinti egyenérték. Ezért nem lehet az SPBI-értékek különbségét azonosnak venni az egyenértékű szintek különbségével.

A módszert alapvetően három fő célra lehet használni:

- jellegzetes és jó állapotban levő burkolatok típus szerinti osztályozására,
- a különböző útburkolatok közlekedési zajra gyakorolt hatásának értékelésére, tekintet nélkül azok korára és állapotára,
- a zajkibocsátás értékelésére referencia útburkolathoz való hasonlítással.

3. CPX (CLOSE-PROXIMITY) MÉRÉS (ISO 11 819-2)

Közelítési mérés utánfutóval

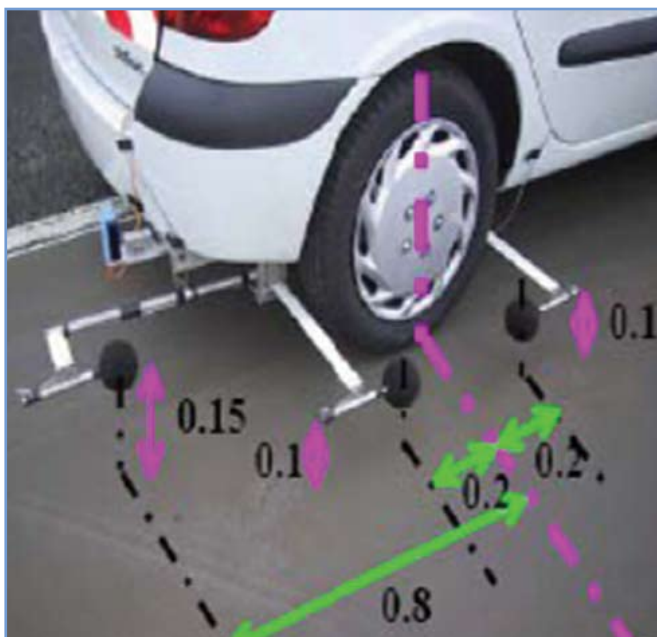
A közelítési módszer (CPX) lényege (3. és 4. ábra), hogy egy járműre vagy egy utánfutóra a gumibroncstól meghatározott távolságokra elhelyezett, legalább öt mikrofon által mért jeleket vizsgálja, amely lehetővé teszi a gördülési zaj és a kopórétteg homogenitásának a környezeti körülményektől független mérését.



3. ábra: Közelítési mérőrendszer

1. táblázat: Vonatkoztatási sebességek és súlyok (W_x) a különböző közúti sebességi kategóriákban

Járműkategória		Közúti sebességi kategória					
		kicsi		közepes		nagy	
Név	Szám	Vonatk. sebesség km/h	W_x	Vonatk. sebesség km/h	W_x	Vonatk. sebesség km/h	W_x
Személygépkocsi	1	50	0,9	80	0,8	110	0,7
Kéttengelyű nehézjármű	2a	50	0,075	70	0,1	85	0,075
Többtengelyű nehézjármű	2b	50	0,025	70	0,1	85	0,225

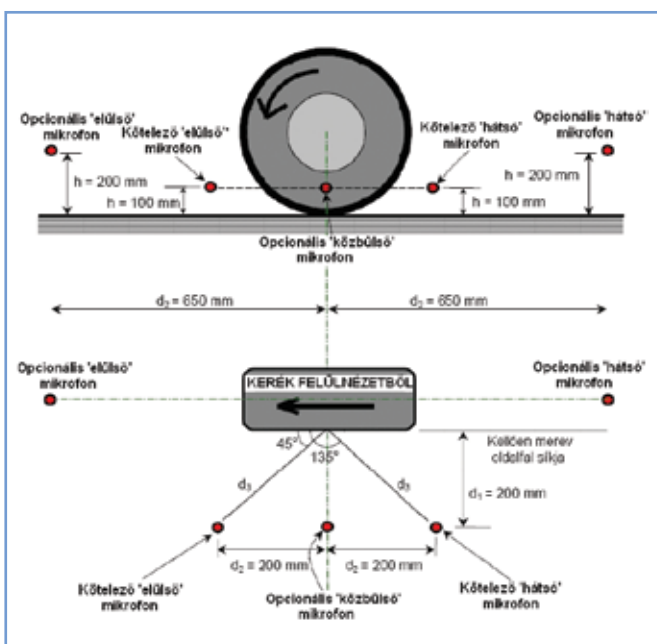


4. ábra: Közeltéri mérőrendszer

A fő zajforrás (gumizaj) közelsége miatt ez az eljárás szinte teljesen kiküszöböli a környezeti zajt.

A mérést az ISO 11 819-2 Az útburkolatok közlekedési zajra gyakorolt hatásának mérése, a közeltéri mérés módszerével szabvány szerint kell végrehajtani. Ez tartalmazza a mérőrendszerre vonatkozó előírást is. A mérés helyazonosítása GPS-koordináták alapján, 10 m-es gyakorisággal történik. A 10 m-es átlagok kerülnek eltárolásra.

Az elsők között fejlesztett közeltéri CPX zajmérő rendszert a Gdanski Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kara 1979-ben. A jelenleg Magyarországon is használt Tiresonic Mk4 készülék a



5. ábra: Tiresonic Mk4 mérőrendszer



6. ábra: Tiresonic Mk4 mérőrendszer



7. ábra: Tiresonic Mk4 mérőrendszer

negyedik generációs Tiresonic utánfutó, melyet 2006 őszén helyeztek forgalomba.

Az 5. ábrán látható a mikrofonok vázlatos elrendezése, valamint az utánfutó és a mérőkerék, az utánfutó elején a két hordozókerékkel. A mérőkeréket megfelelő hanggátlású és elnyelőképeségű védőburkolat veszi körül.

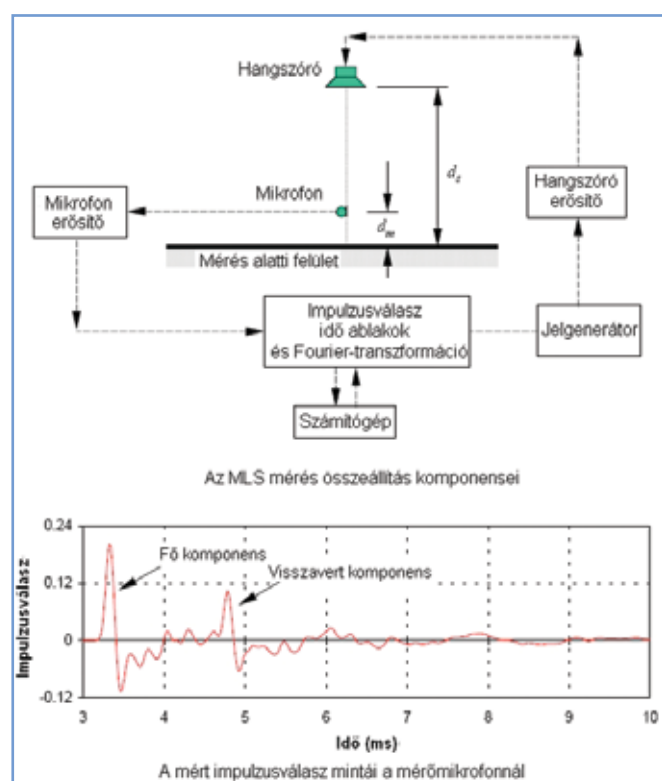
A rendszer kialakítása lehetővé teszi a mérések elvégzését 140 km/h sebességig. A beépített sebesség-, valamint burkolat- és levegőhőmérséklet-mérő rendszer a GPS-koordinátákkal és egy automatikus kioldóval van kapcsolatban. A Tiresonic Mk4 (6. és 7. ábra) az ISO/CD 11 819-2 es szabványnak megfelel.

Az utánfutó össztömege kb. 400 kg. Az utánfutó hossza 4,05 m, szélessége 1,5 m, magassága 1,08 m. A Tiresonic teljesen automatizált mérő- és adatgyűjtő rendszert használ, mely egy hordozható többcsatornás B&K Pulse berendezésen alapul. A rendszer tartozéka egy kijelző, mely a gépkocsivezető számára a mérésről aktuális

információkat mutat. A módszer egyik előnye, hogy teljesen automatizált valós idejű mérést végez. A mérési eredmény a mérés végzésekor folyamatosan látható és azonnal ellenőrizhető.

Az elvégzett mérések eredményei tabulátorokkal elválasztott szövegfájlba kerülnek elmentésre, amely az Excel adatbázis-kezelővel kompatibilis, így azzal a későbbi elemzések már elvégezhetők. A mérésellenőrző, és az adatgyűjtést végző szoftver a Gdanski Műszaki Egyetem fejlesztése. A szoftver folyamatosan frissül és új alkalmazások kerülnek bele. A szerkezet súlyának, valamint kialakításának köszönhetően nem csak a zárt pályákon, hanem sűrű forgalomban is jól használható.

Az utánfutóval végzett vizsgálatokat elsősorban gumibroncs-minősítésre fejlesztették ki. A mérés eredménye a gördülési zajjal van kapcsolatban, a városi körülmények között jellemző motorzajra nem ad információt. Így a közlekedési zaj előrebecslésével sem hozható kapcsolatba.



8. ábra: MLS mérőrendszer

4. HELYSZÍNI HANGELNYELÉSMÉRÉS

Az útburkolatok akusztikai jellemzője, a hangelnyelési tulajdonság megállapítására az alábbi módszert dolgozták ki:

A hangforrás által keltett hang, a 8. ábra szerint, a mikrofont is érintve a vizsgálandó burkolathoz jut és arról visszaverődik. A mikrofon így mind a hangforrásból érkező direkt hangot, mind a burkolatról visszavert hangot érzékeli. A direkt és a visszavert hanghullámok, a két hanghullám útkülönbségével korrigált hangteljesítmény spektruma az alapja a hang-visszaverődési mutató számításának.

A rendszert az ábra szemlélteti. A hangforrást és a mikrofont a mérendő útburkolat elé kell helyezni, meg kell mérni a teljes impulzusválaszt. A teljes impulzusválasz tartalmazza a közvetlen hangot, a visszavert hangot és a nemkívánatos visszaverődéseket. A további feldolgozáshoz a közvetlen és a visszavert hangot kell elkülöníteni egymástól. Ez egy aránylag bonyolultabb mérési program, pl. MLS segítségével lehetséges.

Ezzel a módszerrel a burkolat hangelnyelési jellemzője áll rendelkezésre, amely alapján a burkolat akusztikai elnyelő képessége egyértelműen jellemezhető. Ez az érték áll a legközelebb az akusztikai gondolkodásmódhoz, de egyértelmű kapcsolat nincs kidolgozva az elnyelési tényező és a 7,5 m-re mért zajemisszió között. Nem áll rendelkezésre olyan adat sem, amely alapján az elnyelési tényezők változásából lehetne következtetni a zajemisszió változásának mértékére.

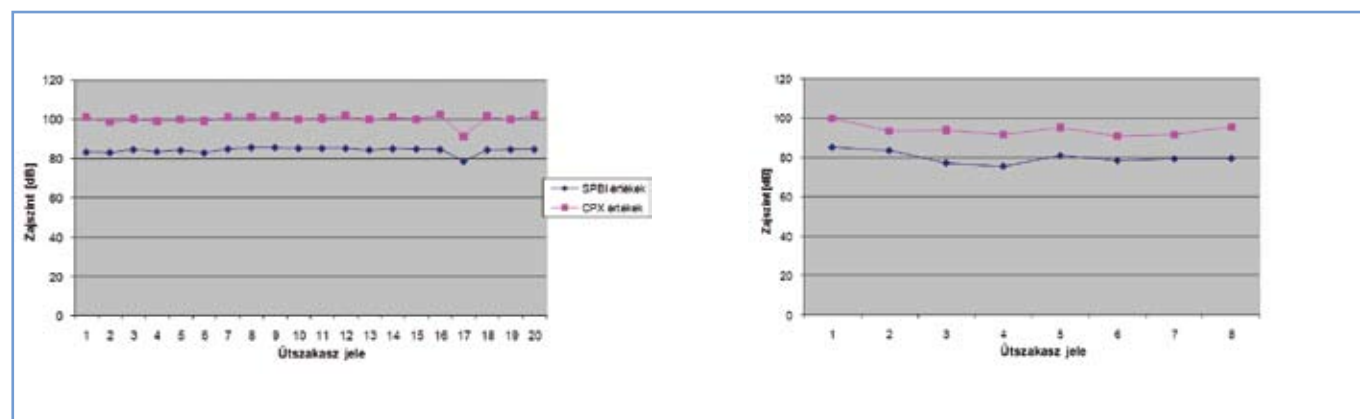
5. ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATOK

Autópálya-sebességek mellett, ahol a gördülési zaj a meghatározó, ugyanabban a keresztmetszetben került sor a két módszer által szolgáltatott eredmények összehasonlítására. A CPX-értékeket a Gdanski Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kara végezte, míg az SPB-értékeket a Vibrocomp Kft. Mérté, ill. határozta meg.

Az adatokból látható (9a. és 9b. ábra), hogy autópálya-sebességek esetén, ahol a gördülési zaj a meghatározó, a CPX-értékek változása és az SPB-értékek változása jó összhangban van. Ugyanez városi körülmények között nem állna fenn.

5. AZ SPBI- ÉS A CPX-MÓDSZER ÖSSZEHASONLÍTÁSA [1]

A 2. táblázat a két gyakrabban alkalmazott módszer előnyeit, korlátait, alkalmazási területeit foglalja össze.



9a és 9b ábra: A Pass by és a köztéri méréssel kapott eredmények összehasonlítása autópálya -sebességek mellett

2. táblázat: A két gyakrabban alkalmazott módszer előnyei, korlátai, alkalmazási területei

	SPB módszer	CPX módszer
Előnyök	Az aktuális közlekedési zajkibocsátást jól reprezentálja. Az útburkolat hatására jó becslést eredményez. A forgalom összetételét jól reprezentálja. Jól jellemzi a forrás és terjedés hatását.	A legtöbb esetben könnyen alkalmazható. Ha a magas költségű eszközpark rendelkezésre áll, olcsó és gyors a használata. A mérések a kijelölt út teljes hosszán elvégezhetők. Az adott feltételek mellett széles tartományában alkalmazható (ellenben a száraz útfelület követelmény). Abszolút értéket ad a gördülési zajra.
Hátrányok és korlátok	Időigényes. Csak egyetlen keresztmetszetben méri az útburkolat tulajdonságait. Csak szigorú feltételek mellett használható (nem túl forgalmas területen, mikrofon közelében nincs visszaverő tárgy, valamint átlagos vezetési stílus mellett). A megfelelése attól függ, hogy a mért járművek zaj jellemzői hogyan képviselik az átlagot.	Közepesen jellemzi a személygépkocsik zaját. Kismértékben jellemzi a nehéz tehergépjárművek zaját. Terjedésre vonatkozó hatásokat nem tartalmaz. A vizsgálati eredmények kizárólag a kerék/út (gördülési) zajra korlátozódnak. Szigorú alapzaj- és akusztikai feltételek az utánfutóra.
Alkalmazási területek	Pontos és reprezentatív becslést ad az útburkolatok akusztikai tulajdonságairól, pl. a megfelelő burkolat kiválasztására. Kutatási, fejlesztési célok.	Útburkolatok akusztikai tulajdonságainak megközelítő becslése és összehasonlítása. Útburkolatok homogenitásvizsgálata. A vizsgált utak hosszú távú viselkedésének ellenőrzése. Gumiabroncs-vizsgálatok. Az SPB módszer hosszú távú stabilitásának ellenőrzése. Kutatási, fejlesztési célok.

3. táblázat: L_{Aeq} SPBI, összes forgalom összetartozó értékei

L_{Aeq} [dB]	SPBI [dB]	Összes forgalom [db]
79,4	83,3	1885
79	83,1	2266
79,8	84,6	2234
78,6	83,6	1782
77,7	84,2	1909
78	83	1674
79,2	84,9	1678
80,8	85,6	2215
81	85,6	2484
80,5	85,2	2813
81,6	85,2	3826
78,5	85,2	1684
77,8	84,4	1174
77,7	85	1166
77,4	84,9	1086
76	84,6	1096
72,8	78,6	1128
76,2	84,4	992
76,3	84,6	990

6. AZ SPBI-INDEX KAPCSOLATA A ZAJEMISSZIÓVAL

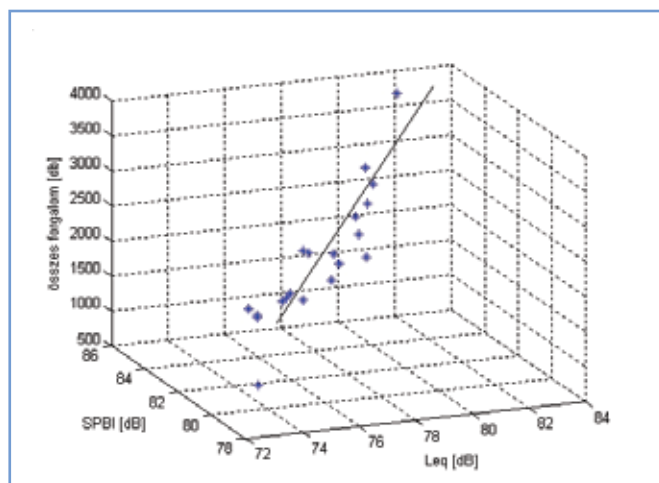
Nem áll rendelkezésre sem irodalmi, sem hazai vizsgálat arra vonatkozólag, hogy mi a kapcsolat az SPBI-index, ill. a 7,5 m-re mért zajemisszió között. Mivel a régi és az új burkolat SPBI-indexeinek eltérése 5 dB-nél nagyobb, a zajemissziós számításoknál is szükséges a különböző burkolatok hatásának figyelembe vétele. A fentiek miatt ugyanazon burkolat esetén megmértük az SPBI-indexet, ill. 7,5 m-re a zajemissziót. Ezen vizsgálatok alapján kerestünk kapcsolatot az SPBI-index ill. a zajemisszió változása között.

A burkolatméréseket a fenti szabvány, míg a zajemisszió mérését a 93/2007. (XII. 18.) KvVM rendelet alapján végeztük. A mérési adatok a 3. táblázatban láthatók és ezeket a 10. és a 11. ábrán szemléltettjük.

A 10. ábrán a mérési eredményeinket jelenítettük meg, a mérés alatt számolt forgalom és a burkolatra jellemző SPBI-értékek függvényében. Jól látható, hogy a pontok igen jól illeszkednek egy egyenesre, ami azt jelenti számunkra, hogy az út burkolatát jellemző SPBI-érték és a forgalom együtt jól meghatározza az emisszió nagyságát. A pontokra nem egyenest, hanem síkot illesztve, a 11. ábrát kapjuk. A sík egyenlete:

$$L_{Aeq} = 0,777 \cdot SPBI + 0,001848 \cdot \text{összes_forgalom} + 9,577$$

A viszonylag kis számú (20 db) mintára elmondható, hogy a forgalom (egy óra alatt elhaladó gépjárművek száma) és az SPBI



10. ábra: L_{aeq} – az összes forgalom és az SPBI függvényében

nagyságának ismeretében mintegy 1,5 dB pontossággal meg lehet mondani a 7,5 m-es emisszió nagyságát.

Az egyenlet pontosságát tovább lehetne javítani a forgalmi adatok akusztikai járműkategóriánként való figyelembevételével, ill. a burkolatra jellemző különböző tulajdonságok felhasználásával. Mivel igen nagy pontossággal kapható meg az emisszió értéke a SPBI-értékből és a forgalmi adatokból, ezért megállapítható, hogy az emisszió ettől a két változótól függ leginkább.

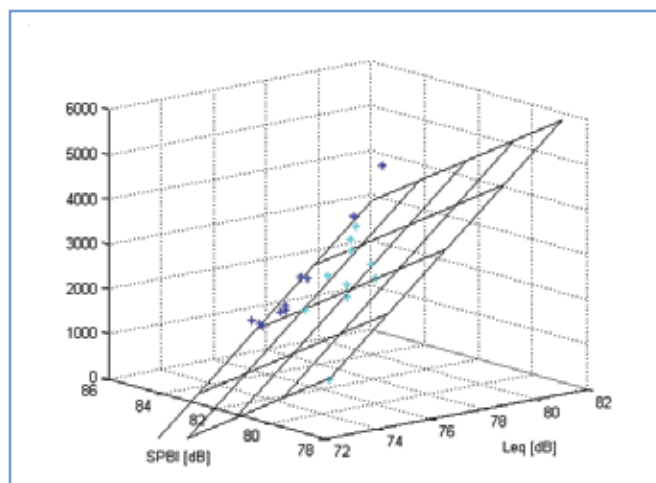
Az SPBI-érték egy maximális zajszintértékből származtatott mennyiség, az egyenértékű zajterhelés pedig energia szerinti egyenérték. Ezért nem lehet az SPBI-értékek különbségét azonosnak venni az egyenértékű szintek különbségével.

Az eddig elvégzett vizsgálatok alapján a következők állapíthatók meg. Ahol az SPBI-érték a többi méréshez képest 5-6 dB-lel alacsonyabb, ott a mértékadó forgalommal számolt 7,5 m-es emisszió 3-4 dB-lel ad kisebb értéket, mint a hasonló forgalomnagysággal rendelkező szelvényeknél.

Az átlagos aszfaltkorrekció a 93/2007. (XII. 18.) KvVM rendeletben 0 dB, az ehhez tartozó SPBI 83-85 dB-re tehető. Egy hangelnyelő tulajdonsággal rendelkező burkolat SPBI-indexe ettől általában 4-5 dB-lel kisebb, ez zajemisszióban 2-3 dB csökkenést jelent. Megállapítható, hogy az SPBI-index és a zajemisszió között szoros kapcsolat van, de a pontos összefüggés kidolgozásához további mérésre és pontosabb analízisre van szükség.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

- Az útburkolatok minősítése a zaj szempontjából nem megoldott, esetleges.
- A bemutatott honosított SPB vizsgálati módszer alkalmas az útburkolatok zaj szempontú összehasonlítására, minősítésére a megállapított zajhatás időszakos ellenőrzésére stb.
- Javasoljuk az új közutak használatbavételi eljárásai közé az ismertetett SPB-módszerrel történő zajvizsgálati eljárást felvenni.
- Az SPBI-index alkalmas tenderfeltételek előírására és ellenőrzésére.
- A zajvédelmi tervezéshez nélkülözhetetlen adat az útburkolatok zajszintre gyakorolt hatásának ismerete.



11. ábra: L_{aeq} , SPBI, összes forgalom által meghatározott pontokra illesztett sík

FELHASZNÁLT IRODALOM:

- [1] Sandberg, U., Ejsmont, J. A.: Tyre/Road Noise Reference Book, Informex, 2002.
- [2] Bite Pálné dr., Bali I., Dombi I., Bite Pál: A különböző zajvizsgálati módszerek eredményeinek összehasonlító értékelése az autópálya-zajkibocsátás vizsgálatánál, Útügyi Napok, 2009. Sopron
- [3] Dombi I., Bite Pálné dr., Bite Pál: Útburkolatok zajkibocsátás-vizsgálata, Útügyi Napok 2007. Debrecen
- [4] Morgan, P. A., Watts G. R., Phillips S. M.: Trials of a mobile MLS technique for characterising road surface absorption, The 2001 International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering, the Hague, 2001 August 27–30.
- [5] Bendtsen, H., Haberl, J., Sandberg, U., Watts, G., Pucher, E.: Traffic management and noise reducing pavements – Recommendations on additional noise reducing measures. SILVIA Project Report SILVIA-DTF-DRI-08-11-WP5-020205. (2005.)
- [6] Bite Pálné dr., Dombi I., Bite Pál: Zajvédelmi tanulmány. Vibrocomp Kft., témaszám: 164/2008.

SUMMARY

INVESTIGATION METHODS OF NOISE EMISSION OF ROAD PAVEMENTS

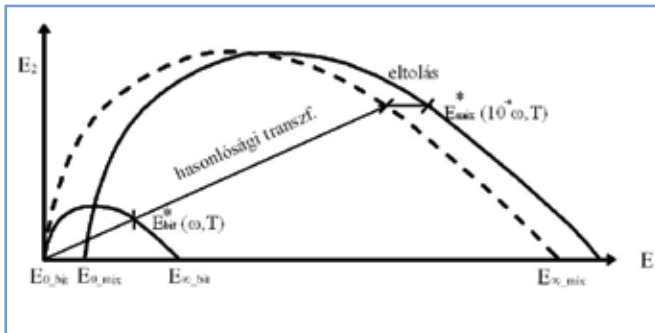
The classification of road pavements from the point of view of noise emission is regulated in Hungary since 2003, but the investigations are in fact very occasional. The article presents a comprehensive overview and comparison of the different investigation methods, including Statistical Pass-By (SPB) method, Close Proximity Measurement (CPX), on-site acoustic absorption measurement and surface texture measurement. After comparison of SPB and CPX methods it can be concluded that the SPB investigation method is suitable for the comparison and classification of road pavements regarding noise emission, thus may well be used in tendering specifications, and is recommended to be included in the list of procedures during handover of new road sections.

ASZFALTKEVERÉKEK MESTERGÖRBÉJÉNEK MEGHATÁROZÁSA

TÓTH CSABA¹

1. ELŐZMÉNYEK

A szemle egy korábbi számában (Tóth Cs., 2009) szó esett arról, hogy az aszfaltkeverékek viselkedésének pontosabb megismerése érdekében szükség lehet az anyag komplex modulusának a teljes hőmérsékleti skálán történő rögzítésére is. A cikk ismertetette az ún. „Huet–Sayegh” anyagmodellt, amely segítségével a komplex modulus a tárolási és a veszteségi modulusok függvényében megadható. Az aszfaltkeverékekre így módon vonatkoztatott Cole–Cole-diagram meghatározásának elvi alapja az 1. ábrán látható.



1. ábra: A kötőanyag és az aszfaltkeverék közötti elvi kapcsolat szemléltetése (Forrás: Olard, 2003)

Ezen elméleti megközelítés azzal a feltételezéssel él, hogy az aszfaltkeverék viszkoelasztikus viselkedése jellemzően a kötőanyagnak köszönhető és ezáltal ez a kapcsolat egy ún. hasonlósági transzformációval leírható, a keverék kövázának szerkezeti ellenállását figyelembe vevő eltolási tényező alkalmazásával kiegészítve. Ezen összefüggés elvi leírását tartalmazza az (1) egyenlet.

$$E_{mix}^*(\omega, T) = E_{0_mix} + \left[E_{bit}^*(10^\alpha \omega, T) - E_{0_bit} \right] \frac{E_{\infty_mix} - E_{0_mix}}{E_{\infty_bit} - E_{0_bit}} \quad (1)$$

Figyelembe véve, hogy az $E_{0_mix} \ll E_{\infty_bit}$ és az $E_{0_mix} \ll E_{\infty_mix}$, ezért az összefüggés az alábbi egyenletre (2) egyszerűsíthető:

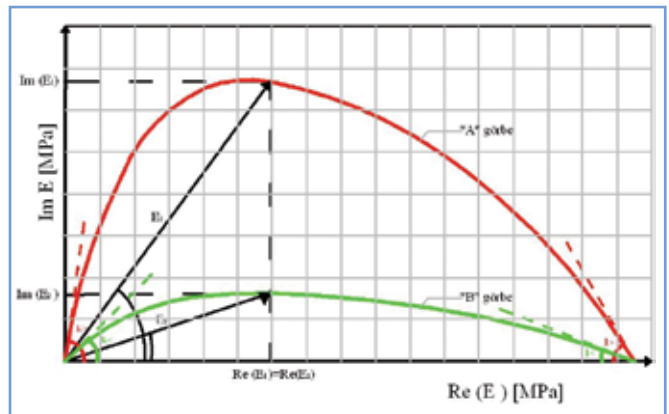
$$E_{mix}^*(\omega, T) = E_{0_mix} + E_{bit}^*(10^\alpha \omega, T) \frac{E_{\infty_mix}}{E_{\infty_bit}} \quad (2)$$

Ahol:

- ω – körfrekvencia
- T – hőmérséklet
- E_{bit}^* – a kötőanyag komplex modulusa
- E_{∞_bit} – a kötőanyag komplex modulus felső határértéke, ha $\omega\tau \rightarrow \infty$
- E_{mix}^* – az aszfaltkeverék komplex modulusa
- E_{0_mix} – az aszfaltkeverék komplex modulusának alsó határértéke, ha $\omega\tau \rightarrow 0$
- E_{∞_mix} – az aszfaltkeverék komplex modulusának felső határértéke, ha $\omega\tau \rightarrow \infty$
- α – aszfaltkeverék jellemző
- τ – időtényező

Az aszfaltkeverékek Cole–Cole-diagramja tehát akár mérési eredmények alapján megszerkesztve – pl. a Huet–Sayegh-moddal – megkapható és segítségével elemezhetők a keverékek. A fent hivatkozott cikk között ugyan egy hazai keverékre meghatározott Cole–Cole-diagramot, de az érdemi elemzéssel adós maradt.

A 2. ábrán két elméleti Cole–Cole-diagram látható, amelyek két olyan szélső esetet szimbolizálnak, amelyek közé várható az aszfaltkeverék valós viselkedése. A modellgörbék baloldali növekvő ágán a magas hőmérsékletre, a jobb oldali, csökkenő ágán alacsony hőmérsékletre tartozó anyagviselkedés figyelhető meg.



2. ábra: A Cole–Cole-diagram sematikus ábrázolása (Forrás: Hofko, 2008)

A Cole–Cole-diagram nullpontból kiinduló vektorhossza bármely pontra vonatkozóan megadja a komplex modulus nagyságát és ez által a keverék merevségét, mint ahogy az a 2. ábrán látható (lásd E_1 , E_2). A vektorok x tengellyel bezárt szöge adja meg a δ veszteségi szöget. Minél távolabb van egy pont a diagram nullpontjától, annál nagyobb a merevség a hozzátartozó vizsgálati helyzetben és minél meredekebb egy vektor, annál nagyobb a veszteség.

Ha egy keverék úgy viselkedik, mint a 2. ábrán látható A görbe, akkor magas hőmérsékleti tartományban erősen viszkózus – nyomvályúsodási szempontból kedvezőtlen – viselkedést mutat, míg az alacsony hőmérsékleti tartományban még viszonylag nagy – hidegviselkedési szempontból kedvező – rugalmassági tartalékok állnak rendelkezésre. A B görbe olyan aszfaltkeveréket ábrázol, amely ugyan magas hőmérsékleten is csak kissé viszkózus és ezáltal kisebb maradó alakváltozást valószínűsít, azonban emiatt egy ilyen anyag esetén alacsonyabb hőmérsékleti tartományban ridegebb viselkedéssel kell számolni. Amennyiben a jobb oldali metszéspont az x tengellyel, azaz az E_{∞} -érték balra tolódik, a keverék alacsony hőmérséklet esetén lágyabb lesz, ha jobbra tolódik el, merevebb. Látható tehát, hogy kielégítően rugalmas viselkedésre alacsony hőmérsékleten, ami csökkenti a repedés-

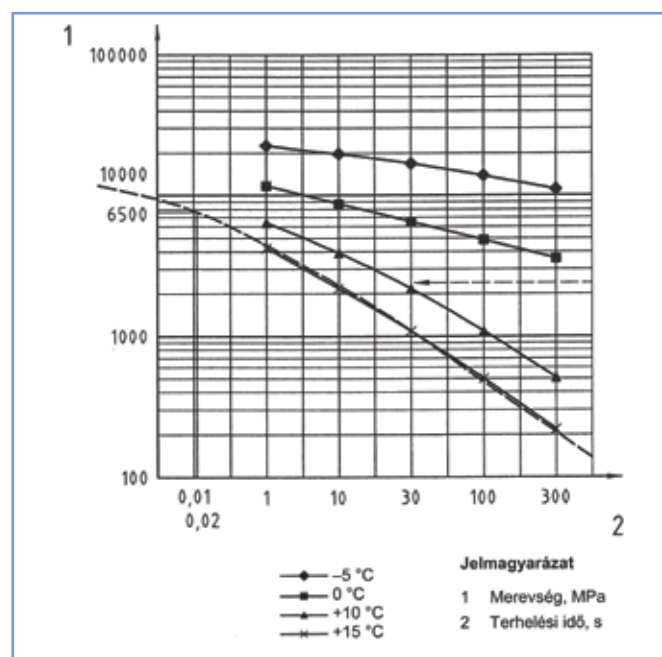
¹ Oki. építőmérnök, MBA,

képződésre és más károkra vonatkozó hajlamot, az A görbe modellviselkedése a kedvező. A deformációs hajlam azonban magasabb hőmérséklet esetén, 25 °C feletti tartományban növekszik ennél a modellenél, ami negatívan hat a használati viselkedésre. Ezért alkalmasabb ebben a hőmérsékleti tartományban a B modellgörbe, mivel a maradó alakváltozások magasabb hőmérséklet esetén csekélyebbek, mint az A görbe esetén. Lefordítva: az ábrán feltüntetett paraméterekre ez annyit jelent, hogy alacsony hőmérsékleten a nagyobb k - és l -értékek, magas hőmérsékleten pedig ezen paraméterek kisebb értéke kedvező.

A fentiek alapján egyszerűen belátható, hogy olyan ideális anyag, ami minden követelménynek megfelel, a háromfázisú aszfaltkeverék esetén nem adható meg. Ebben nincs is semmi meglepő, régóta közismert, hogy a keveréktervezés egyfajta kompromisszumkeresés és az összetétel-változatok ellentétes irányban is módosíthatják a hidegviselkedési, a fáradási és a plasztikusdeformáció-ellenállási tulajdonságokat. Ezen fejtegetés aktualitását azonban néhány előadáson elhangzó, az „*optimális bitumentartalom egyszerű meghatározhatósága*” ígéretének csábítása adja. Lássuk be azonban, hogy bizonyos peremfeltételek mellett megadható ugyan valamilyen lokális optimum, azonban a teljes hőmérsékleti tartományra vonatkoztatva történő egzakt megadás meglehetősen kérdéses.

A komplex modulus meghatározása azonban a szó valódi és átvitt – matematikai – értelmében is komplex feladat, így a gyakorlat számára sok esetben csupán a terhelés–merevség-összefüggés tanulmányozása is hasznos információt tartogathat. A merevségnek mint a keverék komplex modulus abszolút értékének meghatározása kevésbé eszközigényes, egyszerűbben meghatározható, de vizsgálatával mégis értékes információk nyerhetők az aszfaltkeverékekről.

Az Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei. 26. rész: Merevség. MSZ EN 12697-26 című szabvány melléklete külön kitér erre a kérdésre, miszerint: „A merevségi modulus meghatározása a kívánt terhelési időben a kívánt hőmérsékletre érvényes mestergörbe alapján lehetséges.” A szabvány nagyvo-



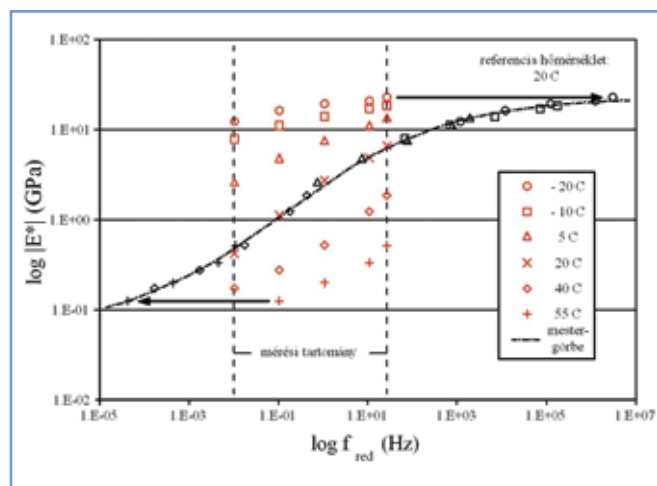
3. ábra: A merevségi modulus becslése 0,02 s terhelési idő és 15 °C hőmérséklet esetén (Forrás: MSZ EN 12 697-26)

nalakban ismerteti ugyan a mestergörbe meghatározásának elvét és közöl egy példát, amely a 3. ábrán látható, azonban a meghatározáshoz szükséges konkrét eljárást nem tartalmazza.

Jelen cikk az alábbiakban áttekinti a mestergörbe-szerkesztés több lehetséges módját, továbbá ismertet egy holland elméletet, amely a mestergörbe segítségével az aszfaltkeverék fáradási tulajdonságát az időigényes fáradásvizsgálatok nélkül – természetesen csak tájékoztató jelleggel – becsli.

2. IDŐ-HŐMÉRSÉKLET SZUPERPOZÍCIÓ

Az először Boltzmann által megfogalmazott „*idő-hőmérséklet szuperpozíciós elv*” kimondja, hogy a „*thermoreológiai*” szempontból egyszerű anyagok relaxációs időállandói a hőmérséklet-változás hatására azonos mértékben változnak. Azaz a terhelési időtől függő mennyiségek, mint például a komplex modulus az időtengely mentén a hőmérséklettől függő mértékben eltolható, így a különböző hőmérsékleten mért anyagi jellemzők egyetlen diagramon ábrázolhatók, amit mestergörbének – *master curve* – neveznek.



4. ábra: Aszfaltkeverékre kidolgozott mestergörbe sematikus ábrázolása

Az idő-hőmérséklet szuperpozíciós alapelv lehetővé teszi, hogy a különböző hőmérsékleti értékek és frekvenciák mellett begyűjtött adatokat egy referencia hőmérsékletre vagy frekvenciához viszonyítva vízszintes irányban elmozdítsuk, s ezzel a különböző izotermákat összehangolva egyetlen mestergörbét alakítsunk ki. A 4. ábra aszfaltkeverék mestergörbéjének tipikus példáját ábrázolja. A szuperpozíció matematikailag az ún. redukált frekvencia (f_r) bevezetésével valósítható meg. Az a_T eltolási tényező határozza meg a vízszintes tengely mentén kívánt elmozdulást az adott hőmérsékleten. A tényleges frekvenciát ezzel az eltolási tényezővel kell elosztani, hogy megkapjuk a mestergörbe redukált frekvencia (f_r) értékét. A referencia hőmérsékleten az elmozdulási tényező természetesen:

$$a_T = 1.$$

$$(f_r) = \frac{f}{a_T(T)} \quad (3)$$

Természetesen ezzel egyenértékű, ha a frekvencia helyett a terhelési idővel számolunk, ekkor értelemszerűen a redukált terhelési időt (t_r) kell megadni az eltolási tényező segítségével az alábbiak szerint:

$$(t_r) = \frac{t}{a_T(T)} \quad (4)$$

3. AZ ELTOLÁSI TÉNYEZŐK KLASSZIKUS MEGHATÁROZÁSA

Az MSZ EN 12 697-26 szabvány pusztán általánosságban ismerteti a mestergörbe meghatározásának elvét. Ennek értelmében adott hőmérsékleten mestergörbét úgy kell meghatározni, hogy a más hőmérsékleteken felrajzolt izotermákat – szigorúan csak a terhelési időtartam tengelyével párhuzamosan – eltoljuk. Az eltolási tényező értékeinek meghatározását azonban a szabvány nem közli.

A reológiaiában a két leggyakrabban alkalmazott összefüggés az eltolási tényező meghatározására az Arrhenius-féle illetve a Williams–Landel–Ferry (WLF) egyenlet. Az alábbiakban csak a két egyenletet közöljük, azok elméleti levezetése azonban a hazai szakirodalomban is megtalálható (Tóth S., 2000.) illetve alkalmazhatóságuk elvi háttere aszfaltkeverékek vonatkozásában is számos nemzetközi publikációban (pl. Medani–Huurman, 2003.) fellelhető.

3.1. AZ ARRHENIUS-FÉLE EGYENLET

$$\log[a(T)] = \log e^{\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right)} = C \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \quad (5)$$

Ahol:

- $a^{(m)}$ – eltolási tényező
- T – kísérleti hőmérséklet, K
- T_{ref} – referencia hőmérséklet, K
- C – konstans, K
- ΔH – aktiválási energia, J/mol
- R – egyetemes gázállandó: 8,314 J/mol K

Aszfaltkeverékek esetén használható néhány konstans érték, a nemzetközi irodalomban közölt adatok közül (tájékoztató jelleggel):

- $C = 10\,920$ K (Francken et al, 1988)
- $C = 13\,030$ K, (Lytton et al, 1993)
- $C = 7680$ K (Jacobs, 1995)

3.2. WILLIAMS–LANDEL–FERRY (WLF) EGYENLET

$$\log[a(T)] = \frac{C_1 \cdot (T - T_{ref})}{C_2 + T - T_{ref}} \quad (6)$$

ahol:

- $a^{(m)}$ – eltolási tényező
- T – kísérleti hőmérséklet, K
- T_{ref} – referencia hőmérséklet, K
- C_1, C_2 – konstans, K

Aszfaltkeverékek esetén használható néhány konstans érték, a nemzetközi irodalomban közölt adatok közül (tájékoztató jelleggel):

- $C_1 = 9,5$ és $C_2 = 95$ (Sayegh, 1967)
- $C_1 = 19$ és $C_2 = 92$ (Lytton et al, 1993)

4. AZ MEDPG MODELL

A korábban ismertetett ún. klasszikus eltolási tényezők, noha bitumenek és aszfaltkeverékek vizsgálata során is felhasználásra kerültek, jellemzően polimerekre lettek kidolgozva. Az elmúlt évek során az aszfalttechnológia fejlődése következtében azonban több, aszfaltkeverékre kidolgozott modell is napvilágot látott.

Egy újabb nagyszabású amerikai program (NCHRP, 2004.) eredményeként megszületett eltolási tényező értéke a kötőanyag hő-

mérésektől függő viszkozitásértékeitől függ, amely értelmében az alábbi összefüggés javasolt az eltolási tényező megadására:

$$\log(t_r) = \log(t) - c \cdot (\log(\eta) - \log(\eta_{Tr})) \quad (7)$$

Ahol:

- t_r – redukált terhelési idő, s
- t – terhelési idő, s
- c – konstans
- η – kötőanyag viszkozitása, cPoise
- η_{Tr} – kötőanyag viszkozitása referencia hőmérsékleten, cPoise

A kötőanyag alapos ismerete, a viszkozitás meghatározása gyakorlati szempontból tehát kiemelkedően fontos, azonban alacsonyabb hőmérsékleteken nehezen mérhető. A mérés mellett alkalmazhatók becslő modellek is, mint például a Mirza és munkatársai által alapbitumenekre kidolgozott modell (Bíró Sz., 2005.), amely segítségével gyorsan, csak a penetráció felhasználásával becsülhető a viszkozitás, alacsony hőmérsékleti tartományban is:

$$\log \eta = m_1 - m_2 \cdot \log p_{en} + m_3 \cdot \log p_{en}^2 \quad (8)$$

Ahol:

- η – viszkozitás, mPas ($T = 25^\circ\text{C}$)
- p_{en} – a 25°C -on mért penetráció
- Alapbitumenek esetén:
 - $m_1 = 10,5012$
 - $m_2 = 2,2601$
 - $m_3 = 0,00389$

5. MESTERGÖRBE MEGHATÁROZÁSA SZIGMOID MODELLLEL

Az újabb kutatások (NCHRP, 2004.) fényében aszfaltkeverék esetén a mestergörbe egy folytonos, nem csökkenő és szükségképpen alul-felül korlátos függvény, ennek figyelembevételével így egy nemlineáris „s” alakú, ún. szigmoid függvénnyel leírható. A függvény alkalmazhatósága egyébként a keverék viselkedésének fizikai megfigyelésével is igazolható. Általános képlete az alábbi:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{(-a \cdot x)}} \quad (9)$$

A mérési eredmények rendelkezésre állását követően tehát megszerkeszthető a keverék mestergörbéje, amelyet a fent hivatkozott kutatási eredmények alapján aszfaltkeverékek esetén az alábbi képlettel írható le:

$$\log|E^*| = \delta + \frac{\alpha}{1 + e^{\beta + \gamma \cdot (\log(t_r))}} \quad (10)$$

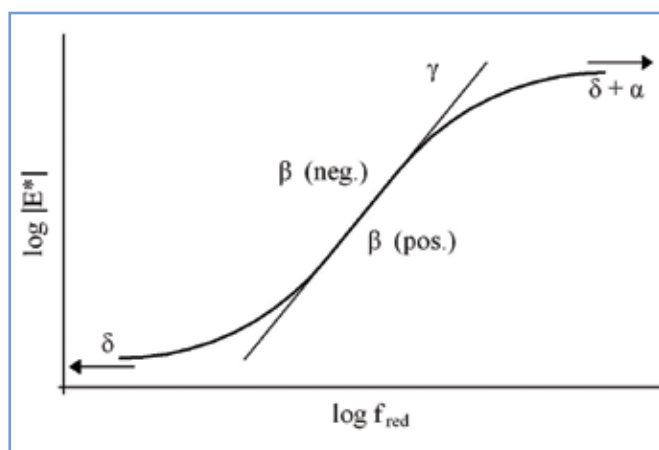
Ha a mestergörbét nem a terhelési idő, hanem a frekvencia függvényében adjuk meg, az összefüggés az alábbira módosul:

$$\log|E^*| = \delta + \frac{\alpha}{1 + e^{\beta - \gamma \cdot (\log(f_r))}} \quad (11)$$

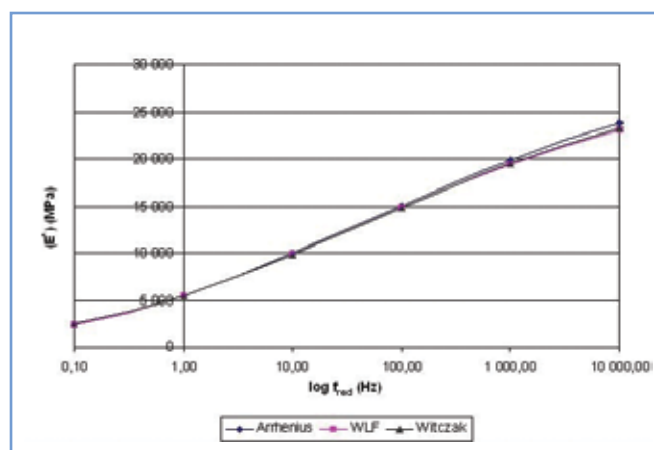
ahol:

- $|E^*|$ – merevség, MPa
- $\delta, \gamma, \beta, \alpha$ – konstans paraméterek
- t_r – redukált terhelési idő, s
- f_r – redukált frekvencia, Hz

A (10) és (11) egyenletekben, δ az $|E^*|$ minimumértéke, a $\delta + \alpha$ az $|E^*|$ maximum értéke, β és γ pedig a szigmoidális függvény paraméterei. Az 5. ábra a paraméterek grafikus értelmezését mu-



5. ábra: A szigmoid függvény parametrizálása



6. ábra: mK-22/F keverék szigmoid függvénnyel közelített 20 °C-os mestergörbéje

tatja. Ez esetben azonban már nem célszerű valamilyen klasszikus eltolási tényezőt használni, hiszen a mérési eredményekre legjobban illeszkedő összefüggés paramétereinek valamilyen iterációs technika segítségével történő meghatározása során az eltolási tényezőt is célszerű független változóként kezelni. Az optimalás elvégzésekor az eltolási tényezőt a nemzetközi szakirodalom jellemzően másodfokú függvénnyel javasolja megadni, például:

$$\log a(T) = a \cdot T^2 + b \cdot T + c \quad (12) \quad (\text{Witczak, 2007.})$$

ahol:

a_m – eltolási tényező
 T – kísérleti hőmérséklet, K
 a, b, c – konstans, K

6. HAZAI ASZFALTKEVERÉK MESTERGÖRBÉJÉNEK MEGSZERKESZTÉSE

A mestergörbe-szerkesztés menetének egyszerű demonstrálására egy hazai – korábban járatos – mK22/F típusú keverék reológiai tulajdonságainak vizsgálata, amelyet a francia LCPC Angers-i laboratóriumában végeztek, teremtett lehetőséget.

A merevségi modult leíró függvény paramétereinek meghatározása az Excel Solver moduljának segítségével viszonylag egyszerűen elvégezhető. Az eljárás lényege, hogy az eltolási tényező és az α , β , γ , δ paraméterek együttes változtatása mellett keressük a mérési pontokra legjobban illeszkedő függvényt. A vizsgált keverékre vonatkozóan – különböző eltolási tényezők alkalmazása mellett – elvégezve a szigmoid függvényillesztést, a kapott paraméterértékeket az 1. táblázat, az illesztett mestergörbékét a 6. ábra tartalmazza.

Megállapítható, hogy ugyan az eltolási tényezők három különböző elven lettek meghatározva, a mestergörbék alakjában érdemi különbség nem figyelhető meg. Ez egyébként a nemzetközi gya-

korlattal is egybevág, hiszen a mestergörbe meghatározása során napjainkban is mindhárom eltolási tényező alkalmazására található példa. Érdekes lett volna a (7) egyenletben ismertetett MEPDG modell eltolási tényezőjének alkalmazása, erre azonban a bitumenviszkozitás ismerete nélkül nem volt lehetőség. A szimuláció során meghatározott paraméterek alapján adódnak a merevség minimális és maximális értékei, amelveket a 2. táblázat tartalmaz.

2. táblázat: A merevségek szélsőértékei különböző eltolási tényezők esetén

Eltolási tényező	E_0 (MPa)	E_∞ (MPa)
„Arrhenius”	4,2	32 681
„WLF”	2,9	30 669
„Witczak”	2,7	31 412

A kapott értékek szintén megfelelnek az elméleti várakozásnak, megítélésük más keverékekkel összevetve lenne igazán érdekes, ilyen hazai adatbázissal azonban jelenleg még nem rendelkezünk. Jelenleg folyik egy, a BME Út és Vasútépítési Tanszékkel közös kutatás, amelynek eredményei a Szemle egy későbbi számában jelenhetnek meg és remélhetőleg alátámasztják az aszfaltkeverék-mestergörbék gazdag információtartalmával kapcsolatos előzetes várakozásokat. Ezért a mestergörbe részletesebb elemzésétől most eltekintve, az alábbiakban annak csak egyetlen paraméterét vizsgáljuk: a merevedségét.

7. FÁRADÁSI TULAJDONSÁGOK MEGADÁSÁNAK EGYSZERŰSÍTETT MÓDSZERE

A mestergörbék nem csupán a keverék merevségéről adnak a terhelési idő és a hőmérséklet függvényében információt, de az aszfaltkeverékek fáradási viselkedéséről is. Az alábbiakban egy, az aszfaltkeverékek fáradási tulajdonságainak megítésére szolgáló egyszerűsített gyakorlati eljárást (Medani-Molenaar, 2000) vázolunk fel.

Az eljáráshoz a mestergörbén kívül csak a keverék összetétele szükséges, amely információkhoz megbízható módon hozzájuthatunk olyan egyszerű vizsgálatok segítségével, amelyeket átlagos felszereltségű laboratóriumban is el lehet végezni.

7.1. A FÁRADÁS JELLEMZÉSE A WÖHLER-MEGKÖZELÍTÉS ALKALMAZÁSÁVAL

A Wöhler-összefüggésben a tönkremenetelt előidéző alakválto-

1. táblázat: Az optimalás eredménytáblája

Eltolási tényező	α	β	γ	δ
„Arrhenius”	3,89	-1,4	0,48	0,62
„WLF”	4,03	-1,48	0,49	0,46
„Witczak”	4,07	-1,47	0,49	0,43

zások száma az aszfaltréteg alján fellépő megnyúláshoz kötődik, a következőképpen:

$$N_f = k_1 \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^n \quad (13)$$

ahol:

- N_f – a tönkremenetelt előidéző terhelések száma
 ε – az aszfaltréteg alján fellépő alakváltozás,
 k_1, n – az aszfaltkeverék összetételétől és tulajdonságaitól függő tényezők

Jelenlegi gyakorlatunk szerint a fáradási összefüggés meredekségére (n) állandó értéket vesz fel. Ez a feltételezés azonban nem teljes mértékben helytálló, hiszen azt tételezi fel, hogy alacsony hőmérsékleteken és rövid terhelési időnél, amikor az anyag merev, kvázi üvegszerű állapotban van, ugyanazon érték lenne érvényes, mint magasabb hőmérsékleteken és hosszú terhelési időnél, amikor az anyag sokkal rugalmasabb. A valóság az, hogy a merevebb állapotot magas n érték kellene, hogy jellemezzen, míg a rugalmasabb viselkedéshez alacsony n érték kell, hogy tartozzon. Ahhoz, hogy egy adott keverék esetén, adott hőmérsékleten és meghatározott terhelési időnél megállapítsuk a fáradási összefüggést, a következő többlépcsős eljárást javasolják a szerzők.

7.2. AZ n MEGHATÁROZÁSA

A fáradási összefüggés meredeksége függ a $\log(|E^*|)$ és $\log(t)$ közötti összefüggés meredekségétől. A keverék merevsége és a terhelési idő közötti összefüggés adott referencia-hőmérsékleten a következő log-log egyenlettel adható meg:

$$\log |E^*| = f(\log(t)) \quad (14)$$

ahol:

- $|E^*|$ – merevségi modulus, referencia-hőmérsékleten
 t – terhelési idő

A mestergörbe „ m ” meredeksége adott terhelési időnél a következőképpen határozható meg:

$$m = \frac{d(\log |E^*|)}{d(\log(t))} \quad (15)$$

Schapery a következő elméleti összefüggést fejlesztette ki n és m között:

$$n_{master} = \frac{2}{m} \quad (16)$$

Ahol:

- n_{master} – a mestergörbéből meghatározott n értéke.
 m – a mestergörbe meredeksége adott terhelésnél, referencia-hőmérsékleten

Schapery elmélete ideális, viskoelasztikus anyagra épül, ennek kiküszöbölésére Medaniék korrekciós tényezőt (CF) határoztak meg, amely egyenlete:

$$CF = 0,541 + 0,173 \cdot n_{master} - 0,0352 \cdot V_a \quad (17)$$

így

$$n = \frac{n_{master}}{CF} \quad (18)$$

Miután az n_{master} -t meghatároztuk a mestergörbe alapján, az n érték közvetlenül meghatározható:

$$n = \frac{2}{m \cdot (0,541 + \frac{0,346}{m} - 0,03524 \cdot V_a)} \quad (19)$$

ahol:

- m – a mestergörbe meredeksége adott terhelésnél, referencia-hőmérsékleten
 V_a – a szabadhézag térfogatszázaléka

7.3. A „LOG(k_1)” PARAMÉTER MEGHATÁROZÁSA

Az aszfaltkeverék fáradási viselkedésének jellemzéséhez szükséges a Wöhler-megközelítésben szereplő másik paraméter, a „ k_1 ”. A 108 elmozdulásvezérelt fáradási vizsgálat eredményeinek regresszióanalízise adta meg a következő összefüggést:

$$\log k_1 = 6,589 - 3,762 \cdot n + \frac{3209}{|E^*|} + 2,332 \cdot \log V_b + 0,149 \cdot \frac{V_b}{V'} + 0,928 \cdot PI - 0,0721 \cdot T_{R\&B} \quad (20)$$

Ahol:

- $n, \log k_1$ – a Wöhler-összefüggés paraméterei
 V_b – a bitumentartalom térfogatszázaléka
 V_a – a szabadhézag térfogatszázaléka
 PI – a bitumen penetrációs indexe
 $|E^*|$ – a keverék merevsége
 $T_{R\&B}$ – a bitumen lágyulási pontja

A korábban hivatkozott mK-22/F keverékre az LCPC laboratórium által elvégzett fáradástólvizsgálat eredménye az $N=10^6$ áthaladáshoz $\varepsilon_6=156$ μ strain volt. Alkalmazva a fenti összefüggéseket és a számításokat elvégezve, a mestergörbe meredeksége, az összetétel illetve a merevségi adatok alapján a becsült érték $\varepsilon_6=165$ μ strainre adódott. Az eltérés csupán mintegy 5%, ezért az egyezés meglepően jónak mondható.

8. ÖSSZEZÉS

A fentiekben ismertetésre került az aszfaltkeverék mestergörbe meghatározásának egy lehetséges módszere és nemzetközi kutatási eredmények alapján rekonstruáltuk a szigmoid függvénnyel leírható mestergörbét, külön vizsgálva néhány eltolási tényező hatását. A hőmérséklet-idő ekvivalencia segítségével megteremtődik annak a lehetősége, hogy olyan idő-, illetve frekvenciatartományokat is tanulmányozzunk, amelyek kísérletileg nem vagy csak nehezen valósíthatók meg. Az aszfaltkeverékek mestergörbájének meghatározása lehetővé teszi tehát az összehasonlítást a különböző frekvencián és hőmérsékleten végzett vizsgálatok között, továbbá az aszfaltkeverékek a merevségvizsgálatok során a teljes hőmérsékleti skálán megfigyelt fizikai viselkedése is rögzíthetővé válik.

A mestergörbék elemzési lehetőségei közül egy holland eljárást kiragadva, azt vizsgáltuk, hogy a mestergörbe meredeksége és a keverék összetétele alapján, milyen pontosságú becslés adható a keverék fáradási tulajdonságaira. Az eredmények alapján valószínűsíthető, hogy a vizsgált egyszerűsített eljárás alapján az aszfaltkeverékek fáradási tulajdonságairól előzetes információ szerezhető már a keveréktervezés során. Természetesen ezen elméleti várakozás igazolása további összehasonlító vizsgálatok elvégzésének szükségességét alapozza meg.

HIVATKOZÁSOK

Bíró Sz. (2005): Kémiaiailag stabilizált gumibitumenek előállítása és vizsgálata. PhD-értekezés. Veszprémi Egyetem Ásványolaj- és Széntechnológiai Tanszék, Veszprém

Hofko, B. (2008): Rheologische Modelle zur Beschreibung des Verformungsverhaltens von Asphalten. Strasse und Autobahn 5.

Medani, T. O., Molenaar, A. A. A. (2000): A Simplified Practical Procedure for Estimation of Fatigue and Crack Growth Characteristics of Asphaltic Mixes. International Journal of Road Materials and Pavement Design

Medani, T. O., Huurman, M. (2003): Constructing the Stiffness Master Curves for Asphaltic Mixes. Report 7-01-127-3 ISSN 0169-9288. Delft University of Technology.

MSZ EN 12 697-26: Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei. 26. rész: Merevség

NCHRP (2004): National Cooperative Highway Research Program: Guide for Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures. NCHRP 1-37-A.

Olard, F. (2003): Comportement thermomécanique des enrobés bitumineux á basses températures. PhD-disszertáció, Lyon.

Tóth Cs. (2009): Aszfaltkeverékek viszkoelasztikus viselkedésének jellemzése Huet–Sayegh-moddal. Közlekedésepítési Szemle, 59. évf. 8. szám.

Tóth S. (2000): Reológia, reometria. Veszprémi Egyetemi Kiadó

Witczak (2007): Issues Dealing with the Interaction of Fatigue Damage, Environment & AC Thickness in the ME-PDG Procedure. FHWA ETG Meeting 7 February 2007 Phoenix, Arizona

SUMMARY

DETERMINATION OF ASPHALT MIXTURES' MASTER CURVES

In the first part of this paper a specific determination of the master curve the so-called sigmoid model is given. The master curve is an appropriate tool to describe the behaviour of the different asphalt mixtures. Different shift coefficients were used in this calculation. According to a Dutch method, the slope of the master curve determines the fatigue characteristic of the asphalt mixture; this analysis is given in the second part of the present paper.

A KÖZÚTI VAGYONGAZDÁLKODÁS GYAKORLATA

ROAD ASSET MANAGEMENT PRACTICE

T. GILCHRIST

ROUTES / ROADS NO. 340. 2008. 4. P. 38–45. Á:2, T:–, H:1.

A közúti szakirányítás egyik feladata a vagyongazdálkodás, melynek elemei több országban fellelhetők, de általában nem alkotnak egységes egészet. A PIARC TC 4.1 munkabizottsága 2004–2008 között foglalkozott a témával. A vagyongazdálkodás nem egyszerűen egy számítástechnikai eszközökkel támogatott rendszer, hanem egy széles körű megközelítés, amely átfogja a közúti infrastruktúrával kapcsolatos tevékenységeket. A fő feladat az úthálózat értékének és használati funkcióinak megőrzése érdekében egy folyamatos, átfogó és rendszeres értékelés, valamint a szükséges beavatkozások optimális meghatározása és végrehajtása. Fontos a különböző szereplők közötti információcsera, a tulajdonosi igények és az úthasználói elvárások megismerése, az úthálózat teljesítménymutatóinak publikálása. A teljesítménymutatók felhasználásával célok tűzhetők ki és ellenőrizhetők azok teljesülése. A közúthálózat fenntartási és fejlesztési stratégiái alapján a prioritások megállapítása a vagyongazdálkodás szerves részét képezi. A vagyongazdálkodás sikeres bevezetése csak

lépésenként javasolható. Elsőként az úthálózat állapotának megismerése indokolt, ezt követi a teljesítménymutatók meghatározása, majd a beavatkozási stratégiák kimunkálása. Egy jól működő vagyongazdálkodás a hagyományostól eltérő döntéshozatali igényel, ami esetenként a bevezetés akadálya lehet. A vagyongazdálkodás eszköztárában szereplő teljesítméntartamköltség-elemzés, az állami és magán szektor között a kockázatok megosztása és a szerződések kezelése újszerű szemléletet tesz szükségessé. A beavatkozások előnyeinek kimutatása nem könnyű feladat, mert az úthasználói költségmegtakarítások csak közvetetten jelentkeznek. A vagyongazdálkodás gyakorlati kialakítását az elérhető műszaki és gazdasági előnyök hangsúlyozása segítheti. A teljes elemzés szabadon letölthető a PIARC honlapjáról: http://publications.piarc.org/ressources/publications_files/5/2956,2008R11WEB.pdf

G. A.

VÁLTOZÁSOK AZ ASZFALTOK TERMÉKELŐÍRÁSAIBAN*

DR. PALLÓS IMRE¹ – PUCHARD ZOLTÁN²

1. AZ ASZFALTOKRA VONATKOZÓ ELŐÍRÁSOK KORSZERŰSÍTÉSÉNEK FŐBB OKAI

A melegaszfalt keverékekre vonatkozó útügyi műszaki előírás-sorozat (mint az EN-szabványok nemzeti alkalmazási dokumentumai), valamint az ezen előírásokhoz szervesen illeszkedő, az út-pályaszerkezeti rétegekre vonatkozó külön előírás 2007. év végére készültek el, 2008. május 15-én váltak hatályossá.

Annak ellenére, hogy az új előírások hazai alkalmazásának még nem volt meg a hosszú távon alapuló próbája, a Magyar Útügyi Társaság (MAÚT) Aszfaltutak szakbizottsága³ 2009. első felében megkezdte az előírások korszerűsítési munkáit, a következő okok miatt:

- Az EN keretszabványok szabta kötetmek, a sajátos szabályozási elemek újszerűek, bizonyos értelemben szokatlanok voltak, ezeket mintegy kötelezően át kellett venni nemzeti mellékletként. Ez a hazai gyakorlat számára okozhatott problémákat, értelmezési nehézségeket. Ebből következően a visszajelzések értékelésével folyamatosan foglalkozni kellett, illetve arra eleve számítani lehetett, hogy nem a szokásos, hanem most jóval rövidebb időn belül kell az előírásokat finomítani, korrigálni, átdolgozni.
- Felülvizsgálandónak tartottuk, hogy továbbra is feltétlenül szükséges-e az EN-szabványoknak való tökéletes megfeleltetés, vagy lehet-e egyes szabályozási elemek vonatkozásában kissé „rugalmasabb” felfogású nemzeti alkalmazási dokumentumot kialakítani. (Erre példa, hogy az AC termékcsalád esetére valóban kötelező-e az a műszaki érzületünk szerint szinte zavaró $B_{\min} \geq 3,0$ tömeg% feltétel kötelező előírása, vagy nem lehetne-e a szemmegoszlási határfeltételeket az előírtnál több ponton megkövetelni stb.)
- Várható volt, hogy az ún. támogató szabványok (elsősorban a vizsgálati szabványok) folyamatosan módosulnak, amire figyelemmel kell lenni. Erre jó példa az MSZ EN 12 697-12 szerinti vízerzékenységi vizsgálat, amely esetében a vizsgálatokat korábban kétszer 25 ütéssel, ma már kétszer 35 ütéssel készített Marshall-próbatesttel és a korábbtól eltérő hőmérsékleten kell elvégezni. Felvetődik a kérdés, hogy más vizsgálati peremfeltétellel ugyanúgy teljesíthetők-e a termék-előírások követelményei?
- Más országokban is velünk egy időben folytak a nemzeti alkalmazási dokumentumok kidolgozási munkái, azaz 2007-ben a külföldi előírásokba nem lehetett betekintésünk, így azok elemzésére még nem volt lehetőségünk. 2009.-ben azonban már ismertük a hasonló földrajzi szélességi fokon elhelyezkedő országok – Ausztria, Németország, Franciaország és mellettük a nem EU-tag Svájc – új előírásait, amely több szempontból is fontos számunkra.

Alapvető célkitűzésünk az volt, hogy a 2008. évi kiadású előírásainkat úgy korrigáljuk, oly módon fejlesszük tovább, hogy azok minél pontosabb, egyértelmű szabályzatokká váljanak.

A fejlődést segítő változtatásokat, kiegészítéseket is természetesen szükségesnek tartottunk. Ilyen változtatás például az, hogy a szabványok, műszaki előírások hivatkozásainál – eltérve az általánosan megszokott gyakorlattól – évszámot is tüntessünk fel. Ennek egyik oka, hogy útügyi műszaki előírásaink kiadásai mostanában gyakrabban változnak. Ez akár zavart is okozhat a kiírásokban vagy egy nagy volumenű, többéves projekt egyes munkafázisaiban. A fentiekben már említett vizsgálati szabványok, sőt termékszabványok (például az útépitési bitumenekre vonatkozó szabvány) is változnak. Úgy véljük, hogy valamely követelmény előírásakor az aktuális műszaki szabályzatokhoz való pontos hozzárendelése nemhogy felesleges, hanem segítő szabályozási elem.

A (normál) útépitési bitumenekkel, illetve a modifikált bitumen-nel (vagy modifikálószerrel) gyártható aszfaltok külön-külön termékként való specifikálását ugyancsak szükségesnek tartottuk. Ezzel segíteni kívántuk egyrészt a megrendelői-tervezői munkát, így az egyes termékekhez az elvárt teljesítmények egyértelműen hozzárendelhetők, illetve a modifikáció elvtelen használata ily módon talán jobban elkerülhető.

A következőkben először az aszfaltkeveréket érintő kisebb módosításokat, majd az aszfaltretegre vonatkozó előírások változásait mutatjuk be, megjegyezve azt, hogy az utóbbi előírásban található a korábbiakhoz képest több változtatás. Az új előírások 2010. elején jelennek meg.

2. AZ ASZFALTKEVERÉKEKET ÉRINTŐ MÓDOSÍTÁSOK

2.1. AZ ASZFALT TÍPUSOKAT ÉRINTŐ MÓDOSULÁSOK, VÁLTOZÁSOK

Az előző pontban már említetteknek megfelelően a modifikált bitumenes változatok megjelenésével az AC, az SMA és MA termékcsoportok esetében módosul az aszfalt típusok (aszfalttermékek) köre. E termékcsoportok eseteire a változásokat az 1.a. táblázatban a 2008. évi előírás szerinti termékek és az új előírás szerinti termékek együttes bemutatásával adjuk meg. Látható, hogy az aszfalt típusok köre általában bővül, csökkenés egyedül az SMA termékcsoport esetében látható, mert ezt a nagy használati értékű terméket csak modifikált változatban és csak 8 és 11 mm névleges szem nagysággal tartottuk műszakilag helyesnek, a gazdaságosságot tekintve értelmesnek tervezni, gyártani.

A BBTM jelű, vékony rétegvastagságban építhető kopórét termékcsoportja ugyancsak bővült, annak ellenére, hogy korábban is és most is ezeket az aszfalt típusokat csak modifikált bitumennel lehetett és lehet gyártani. A bővülés oka az, hogy a korábban specifikált félfolytonos szemmegoszlású „A” típus mellett az új előírásban – összhangban a vonatkozó EN-szabvánnyal – már szerepel a „B” jelű kihagyásos szemmegoszlású változat is. (1.b. táblázat) A kihagyásos változat segíti a hézagtartalom korábbiak-

* A cikk a Soproni Útügyi Napokon elhangzott előadás anyaga

¹ Okl. vegyészmérnök, címzetes egyetemi docens, BME Út és Vasútépitési Tanszék

² Okl. mérnök, igazgató, Colas Hungária Technológiai Igazgatóság

³ A MAÚT Aszfaltutak szakbizottságának tagjai: Balogh Lajos, Bartha Géza, Fülöp Pál, Jencs Árpád, Karoliny Márton, Orbán Balázs, dr. Pallós Imre, Puchard Zoltán, dr. Vinczéné Görgényi Ágnes

1.a. táblázat: Aszfalttípusok a 2008. évi, illetve az új előírás alapján az AC, az SMA és MA termékcsoportokban

ÖNTÖTTASZFALT KOPÓRÉTEGEK				
MA 4	MA 8	MA 11 MA 11 (F) MA 11 (mF)		
ZÚZALÉKVÁZAS MASZTIXASZFALT KOPÓRÉTEGEK				
SMA 4	SMA 8 SMA 8 (F) SMA 8 (mF)	SMA 11 (F) SMA 11 (mF)		
ASZFALTBETON KOPÓRÉTEGEK				
AC 4	AC 8	AC 11 AC 11 (F) AC 11 (mF)	AC 16 (F) AC 16 (mF)	
ASZFALTBETON KÖTŐRÉTEGEK				
	AC 11	AC 16 (NM) AC16 (mNM)	AC 22 AC 22 (F) AC 22 (mF) AC 22 (NM) AC 22 (mNM)	
ASZFALTBETON ALAPRÉTEGEK				
		AC 16	AC 22 AC 22 (F) AC 22 (mF)	AC 32 AC 32 (F) AC 32 (mF)

Jelmagyarázat: **ÚT 2-3.302:2010**, **ÚT 2-3.302:2008**, **MINDKÉT** úti műszaki előírásban szerepel

1.b. táblázat: BBTM jelű kopóréteg aszfalttípusok a 2008. évi, illetve az új előírás alapján

ASZFALTBETON NAGYON VÉKONY RÉTEGEKHEZ		
BBTM 5 BBTM 5 A (mF)	BBTM 8 BBTM 8 A (F) BBTM 8 B (mF)	BBTM 11 BBTM 11 A (mF) BBTM 11 B (mF)

nál tágabb tartományban való megválaszthatóságát, ami kihasználással van a gördülési zaj jobb elnyelésére, illetve a felületi tulajdonságok biztosabb tervezhetőségére.

2.2. A KÖVETELMÉNYEKHEZ RENDELT VIZSGÁLATI MÓDSZEREK PONTOSÍTÁSA

Az egyes tervezési jellemzőkhöz tartozó követelmények megkövetelt értékei vonatkozásában a vizsgálati módszer szerinti peremfeltételek a korábbiaknál határozottabb hozzárendeléssel kerültek be az új előírásokba. Ez különösen fontos az olyan követelmények esetében, amelyekre az előírás alternatív vizsgálati lehetőséget nyújt. A 2. táblázat ezt mutatja be az aszfaltbetonokra vonatkozó előírásunk esetére, amely előírás a teljesítmény alapú

jellemzőkhöz rendelt követelmények eseteire pontosítja a vizsgálati módszerek peremfeltételeit.

2.3. A MEGFELELŐSÉGTANÚSÍTÁS KÉRDÉSEI

Az üzemi gyártásellenőrzést, a megfelelőségértékelést- és tanúsítást a 2008. évi előírásaink csak nagyon leegyszerűsítetten, az MSZ EN 13 108-20 és az MSZ EN 13 108-21 szabványokra történő rövid hivatkozásokkal kezelték.

Időközben a gyakorlatban megmutatkozott, hogy az egyébként számos erényt felvonultató MSZ EN 13 108-21 üzemi gyártásellenőrzés tárgyú szabvány néhány szabályozási eleme nem mindenben egyértelmű olvasatú. Ezért az új előírásaink iránymutató megfogalmazásokkal próbálják segíteni a 2+ rendszerű megfelelőségtanúsításra irányuló szabályozási elemek egységes alkalmazását. Így például rendelkeznek arról, hogy az MSZ EN 13 108-21 szabvány (kötelező) alkalmazásánál figyelembe kell venni az alábbiakat:

– a működés OCL megfelelőségi szintjét vagy a szabvány A3.2 fejezetének az „előírt értéktől való eltérés középértékét egyedi mérési módszere” vagy pedig az A3.3 fejezet szerinti „négy eredmény középérték módszere” szerint kell meghatározni. Egy keverőtelepen, azonos időben csak az egyik rendszer működhet,

2. táblázat: Az aszfaltbeton kötőrétegekre vonatkozó követelménytáblázat részlete

Megnevezés	Aszfaltkeverék típusa					Vizsgálati módszer
	AC 11 kötő*	AC 16 kötő (mNM)	AC 22 kötő	AC 22 kötő (F) AC 22 kötő (mF)	AC 22 kötő (NM) AC 22 kötő (mNM)**	
Vízérzékenység, legalább, ITR, %	70	80	70	70 80 ⁴⁾		MSZ EN 12 697-12, 2×35 ütés, 15 °C
Maradó alakváltozás, P, legfeljebb, %	NR	3,0	NR	7,0 5,0 ⁴⁾	3,0 ⁴⁾ 2,0 ⁵⁾	MSZ EN 12 697-33 MSZ EN 12 697-22 kiskerekű, „B” módszer levegőn, 60 °C
Merevség, S, legalább, MPa	NR	11 000 ⁶⁾	NR	NR, megadandó ⁹⁾	11 000 ⁶⁾	MSZ EN 12 697-26 2PB-TR: 15 °C, 10 Hz
		7000 ⁷⁾			7000 ⁷⁾	MSZ EN 12 697-26 4PB-PR: 20 °C, 8 Hz
		7000 ⁸⁾			7000 ⁸⁾	MSZ EN 12 697-26 IT-CY: 20 °C, 124 μs
		115		NR, megadandó	115	MSZ EN 12 697-24 2PB-TR: 10 °C, 25 Hz vagy 4PB-PR: 20 °C, 30 Hz
Fáradás ¹⁰⁾ , ε ₆ , legalább, mikrostrain						

Megjegyzés:

4) Polimerrel modifikált bitumen, illetve modifikálószer alkalmazása esetén

5) 10/20 kemény bitumen alkalmazása esetén

6) 2PB-TR vizsgálati módszer esetén

7) 4PB-TR vizsgálati módszer esetén

8) IT-CY vizsgálati módszer esetén

9) A három vizsgálati módszer egyikével

10) A két vizsgálati módszer egyikével

INR = Nincs követelmény (No requirement)

- ha a keverőtelep az egyedi mérési eredmények módszerét alkalmazza, akkor a mozgó bázisú utolsó 32 mérési eredményt a vizsgált aszfaltfajtának megfelelően az A1. táblázatban szereplő megengedett eltérések szerint összevontak kell kiértékelni. A kiértékelésnél „az előírt értéktől való eltérés középértékét” nem kell figyelembe venni,
- a szabvány 1–8. táblázataiban, a 2. oszlopban szereplő Felülvizsgálat/Vizsgálat címszó alatt *felülvizsgálatként* csak egy „egyszerű ellenőrzést” (például vizuális felülvizsgálatot) kell érteni, vizsgálatként pedig valódi mérés, vagy vizsgálatot kell elvégezni.

3. A RÉTEGEKRE VONATKOZÓ ELŐÍRÁS VÁLTOZÁSAI

Az aszfaltrétegekre vonatkozó szabályozással kapcsolatos néhány általánosan is kiemelhető szabályozási elem:

- az aszfaltrétegekre vonatkozó szabályozás továbbra is nemzeti hatáskörben marad, azaz vonatkozó EN-szabványt ugyan továbbra sem készítenek, magától értetődő azonban, hogy a keverékekre és a rétegekre vonatkozó előírások egységet kell képezzenek,
- módosultak (egyszerűsödtek) az igénybevételi kategóriák,
- részben módosultak a hízagtartalmak követelményei,
- felújítások, erősítések eseteire a fogadófelület előkészítésére vonatkozó rendelkezések pontosabbakká váltak, de a meglé-

vő rétegek nyomvályú-képződési ellenállásának követelményei mint a méretezést érintő feltételek a megerősítések méretezésére vonatkozó (ugyancsak hamarosan kiadásra kerülő) előírásba kerültek át,

- több ország gyakorlatához hasonlóan hangsúlyosabbá válik a rétegek közötti tapadás vizsgálatának előírása,
- az új előírás továbbra is megtartotta a felületi egyenletesség meghatározásának alternatív mérési módszereit, de az egyes mérési módszerekhez rendelt követelmények pontosabbá váltak,
- a vastagságra, a felületi egyenletességre és a keresztelésre vonatkozó követelmények esetében az új előírás következetesen megkülönbözteti az egyrétegű, illetve többrétegű építés esetét,
- új elem a gyorsforgalmi utak és I. rendű főutak esetében a csúszásellenállás mérése,
- a megfelelőség igazolásának módszerében nincs változás.

3.1. AZ IGÉNYBEVÉTELI KATEGÓRIÁK EGYSZERŰSÍTÉSE

Az új előírás normál (N) és fokozott (F) igénybevételi kategóriába tartozó utat (útszakaszt) különböztet meg. E kategóriák a forgalmi terhelési osztálytól és a forgalom lefolyási jellegétől függenek. A korábbi előírásban szereplő, a klimatikus körülményekre utaló tényezőket („hűvös”, „árnyékos”, „jó benapozású” jelzők), va-

lamint a földrajzi viszonyokra utaló megkülönböztetéseket („sík- vagy dombvidéki”) tehát elhagytuk. A 3. táblázat mutatja be a járulékos igénybevételi kategóriák meghatározását. A svájci SN 640 431 b szabvány „különleges igénybevétel” alatt a forgalom lefolyási jellegének szinte teljesen azonos elemeit sorolja fel. Érdekes, hogy a rétegekre vonatkozó új német előírás (ZTV Asphalt-StB 07, megjelent: Bonn, 2008. szeptember 19.) a korábbi N normál és S különleges igénybevételi kategóriák mellett, most könnyű (L) igénybevételi kategóriára is specifikál aszfaltkeverékeket.

3.2. TERVEZÉSI ELŐÍRÁSOK

A megrendelő, a tervező, a lebonyolító és a kivitelező számára egyaránt fontos annak pontos ismerete, hogy a két igénybevételi kategóriába milyen aszfalttípusok tervezhetők. Az aszfalttípusok köre tehát bővült. Indokolt esetekben (például rövidebb szakasz építése, ésszerűtlen termékváltás elkerülése stb.) esetén külön megrendelői hozzájárulással N kategóriába építhetők F típusú aszfaltkeverékek is.

Az igénybevételi kategória figyelembevételével a 4.a. és 4.b. táblázatokban megadott aszfaltkeverék-típusok tervezhetők az útpályaszerkezetbe, az alábbiak szerint:

- az F igénybevételi kategóriába tartozó utak, útszakaszok kopórétegeként csak F vagy mF jelű típusú aszfaltok tervezhetők,
- az F igénybevételi kategóriába tartozó utak, útszakaszok kötőrétegeként, valamint aszfalt alap-rétegeként csak F, mF, NM és mNM típusú aszfaltbetonok tervezhetők,
- az N igénybevételi kategóriába tartozó utakra, útszakaszokra az N-jelölés nélküli aszfalttípusok mellett, külön megrendelői hozzájárulás alapján tervezhetők/építhetők a 4.a. és 4.b. táblázat szerinti F jelű aszfaltbeton típusok is.
- az N igénybevételi kategóriába tartozó utakra, útszakaszokra külön megrendelői hozzájárulás alapján tervezhetők BBTM 8 B (mF) és BBTM 11 B (mF) keveréktípusok is,
- az N igénybevételi kategóriába tartozó utakra, útszakaszokra külön megrendelői hozzájárulás alapján tervezhetők SMA 8 (mF) és SMA11 (mF) keveréktípusok is,
- K és R forgalmi terhelési osztályokban építendő kopórétegekben modifikált bitument vagy modifikálószer kell használni. K és R forgalmi terhelési osztályokban építendő kötő- és alaprétegek esetén a modifikált bitumen vagy modifikálószer használata javasolt.

3.3. A RÉTEGEK HÉZAGTARTALMA

A 2008. évben kiadott előírás kétoldalúan korlátozta a réteg hézagtartamát, amennyiben annak értéke a réteg aszfaltkeverékére előírt legkisebb ($V_{\min}$) érték, illetve a tervezett hézagtartalom 3 tf%-kal megnövelt értéke között lehetett. Az új előírás az alsó határértéket eltörölte, azaz a réteg hézagtartalma akkor megfelelő, ha *legfeljebb* $V_{\text{tervezett}} + 3 \text{ tf\%}$ felső értékhatárú. (Megjegyzés: $V_{\text{tervezett}}$ a típusvizsgálat validált értéke.) E jellemzőt tekintve a külföldi előírásokból néhány példát mutatunk be;

- a) NF P 98-150-1, Franciaország:
- GB alapréteg a 2. forgalmi osztályban: $\leq 11 \text{ tf\%}$
 - GB alapréteg a 2. forgalmi osztályban: $\leq 9 \text{ tf\%}$
 - GB alapréteg a 2. forgalmi osztályban: $\leq 8 \text{ tf\%}$
 - BBSG kötő- és kopóréteg: 4–8 tf%
- b) ZTV Asphalt-StB 07, Németország:
- AC 16 kopó S és AC 11 kopó S: $\leq 6,5 \text{ tf\%}$
 - SMA 11 S és SMA 8 S: $\leq 5,0 \text{ tf\%}$
 - Aszfaltbeton kötő- és alaprétegek: csak a tömörségi fok követelménye van előírva
- c) RVS 08.16.01, Ausztria:
- $V_{\max} + 1 \text{ tf\%}$, ahol $V_{\max}$ a keveréktípusra előírt legnagyobb megengedett hézagtartalom.

A szabályozási módok láthatóan eltérőek, különösebb kifejtés nélkül megemlítjük, hogy mind a hazai, mind a külföldi gyakorlat (talán Franciaország kivételével) a kisebb burkolati hézagtartalmak irányába mozdult el.

3.4. A RÉTEGEK TAPADÁSI KÖVETELMÉNYEI

Már a 2008. évi szabályozásban is követelménnyé vált a $\leq 30 \text{ mm}$ tervezési vastagságú kopórétegek eseteire a feltépővizsgálattal 10°C -on meghatározott tapadószilárdság legalább $0,5 \text{ N/mm}^2$ értéke.

Ez a szabályozási elem megmaradt, sőt a rétegtapadás fontosságára mutat rá az az új rendelkezés, hogy a gyorsforgalmi utak, I. rendű főutak építésénél, felújításánál (egyelőre még csak adatgyűjtési céllal) nyíróvizsgálattal meg kell határozni:

- a 30 mm -nél nagyobb tervezési vastagságú kopóréteg és az alatta fekvő réteg, valamint

3. táblázat: Aszfaltutak igénybevételi kategóriáinak meghatározása

A forgalomlefordulás jellege	Forgalmi terhelési osztály (az ÚT 2-1.202 szerint)						
	A	B	C	D	E	K	R
Szabad forgalmi áramlású út, útszakasz	Normál, N			Fokozott, F			
Csatornázottan közlekedő forgalommal járt út	Normál, N			Fokozott, F			
Kapaszkodósáv							
Szintbeli csomópont járműosztályozója							
Körforgalmú csomópont							
Belterületi főút							
Autóbusz- és trolibuszsáv							

4.a. táblázat: Kopórétegeként tervezhető aszfalttípusok

Igénybevételi kategória	
Normál, N	Fokozott, F
ASZFALTBETON (ÚT 2-3.301-1)	
AC 8 kopó	AC 11 kopó (F), AC 11 kopó (mF) AC 16 kopó (F), AC 16 kopó (mF)
AC 11 kopó	
AC 11 kötő: az A és B forgalmi terhelési osztályokba tartozó utak, kis forgalmú helyi közutak kopórétegeként is tervezhető.	
AC 16 alap: A és B forgalmi terhelési osztályokba tartozó utak, kis forgalmú helyi közutak kopórétegeként is tervezhető.	
AC 4 kopó: csak kerékpár- és gyalogútra tervezhető	
AC 11 kopó (F), 16 kopó (F): megrendelői külön hozzájárulással tervezhető	
ASZFALTBETON NAGYON VÉKONY RÉTEGEKHEZ (ÚT 2-3.301-2)	
Zajcsökkentő hatású kopóréteg. Útfelújításoknál kizárólag megfelelő teherbírású és profilhelyes rétegekre építhető. Megfelelő téli üzemeltetéséről gondoskodni kell	
BBTM 8 B (mF), BBTM 11 B (mF): megrendelői külön hozzájárulással tervezhető	BBTM 5 A (mF)
	BBTM 8 A (mF), BBTM 8 B (mF)
	BBTM 11 A (mF), BBTM 11 B (mF)
ZÚZALÉKVÁZAS MASZTIXASZFALT (ÚT 2-3.301-5)	
SMA 8 (mF)	
SMA 8 (mF), SMA 11 (mF): megrendelői külön hozzájárulással tervezhető	SMA 8 (mF)
	SMA 11 (mF)
ÖNTÖTTASZFALT (ÚT 2-3.301-6)	
MA 4: csak kerékpár- és gyalogútra tervezhető	MA 11 (F), MA 11 (mF): K és R forgalmi terhelési osztályok esetén nem tervezhető, D és E forgalmi terhelési osztályokba tartozó utak kopórétegeként építve érdesítésként 12–18 kg/m², bitumennel impregnált KZ 8/11 zúzalékot kell kiszórni, behengerelni.
MA 8, MA 11: Az öntöttaszfaltok felületére (szükség szerinti érdesítésként) 5–12 kg/m2 KZ 2/4 vagy KZ 4/8 zúzalékot kell kiszórni, behengerelni.	

– a felülről második és harmadik réteg közötti tapadást jellemző nyíróerőt.

Az osztrák előírás szerint összefüggő, nagyobb mart felületet nagy nyomású vízzel kell a porszennyezéstől megtisztítani. A német előírás külön pontban foglalkozik a rétegtapadással, kiemelve, hogy „minden aszfaltréteg között kifogástalan tapadást kell elérni.” Ez az előírás az SV, I., II. és III. forgalmi terhelési osztályokban ragasztáshoz csak polimermodifikált bitumenemulzió kipermetezését engedeli meg, a „friss”, a „mart”, vagy a „lesoványodott-szemcsehiányos” felületekre eltérő fajlagos mennyiségekkel.

Ausztáriában, a hazai előírással megegyezően feltépővizsgálatot írnak elő a tapadás megfelelőségének ellenőrzésére, ha a rétegvastagság 30 mm alatti. Az ennél vastagabb rétegek közötti tapa-

dás megfelelőségének ellenőrzésére 20 °C hőmérsékleten végrehajtott nyíróvizsgálatokat végeznek, követelmény a legalább 0,5 N/mm² értékű nyírószilárdság.

Németországban egyébként a kopó- és a kötőréteg között legalább 15 kN, a kötő- és az alapréteg között pedig legalább 12 kN az előírt nyíróerő (tehát nem nyírószilárdság) a követelmény. Ebből is érzékelhető, hogy ezek az országok igen fontosnak tartják a rétegek közötti összekötöttség biztosítását. Sajnos tapasztalható, hogy a hazánkban a felújításoknál immár sok éve (általános érvényű szabályozás nélkül, ÉME-engedélyek alapján) használatosak a legkülönbébb aszfalthálók és aszfaltrácsok. Az ún. „erősítő” alkalmazási célú termékek egy jó része a vizsgálatok szerint csak gyenge tapadást biztosít. Nemcsak a felület megtisztítása, hanem a mart réteg felületi kialakítása („barázdáltsága”) is fontos a megfelelő tapadás biztosításához. A hazánk-

4.b. táblázat: Kötő- és aszfaltalapréteggént, továbbá kiegyenlítőréteggént tervezhető aszfaltbeton típusok

Út-pályaszerkezeti réteg	Igénybevételi kategória	
	Normál, N	Fokozott, F
KÖTŐRÉTEG	AC 11 kötő AC 22 kötő	AC 22 kötő (F), AC 22 kötő (mF), AC 16 kötő (mNM),
	AC 16 alap AC 22 alap AC 32 alap	AC 22 kötő (NM), AC 22 kötő (mNM): E, K és R forgalmi terhelési osztályú utak esetén kötőréteggént és alapréteggént egyaránt tervezhető.
	AC 22 kötő (F), AC 16 kopó (F): megrendelői külön hozzájárulással tervezhető/építhető	AC 16 kopó (F), AC 16 kopó (mF): új pályaszerkezet építésekor nem, csak burkolatfel- újítás esetén tervezhető.
ASZFALT ALAPRÉTEG	AC 11 kötő AC 16 alap AC 22 alap AC 32 alap	AC 22 alap (F), AC 22 alap (mF) AC 32 alap (F), AC 32 alap (mF) AC 22 kötő (F), AC 22 kötő (mF)
		AC 22 kötő (NM), AC 22 kötő (mNM): Ha az aszfaltkeveréket polimerrel modifikált bitu- mennel gyártják, úgy félig merev és hajlékony típusú útpályaszerkezet alaprétegeként egyenként tervezhető. Ha 10/20 fokozatú kemény utépítési bitumennel gyártják, akkor csak hajlékony pályaszerkezetbe tervezhető.
	AC 22 alap (F), AC 22 alap (mF), AC 32 alap (F), AC 22 kötő (F): megrendelői külön hozzájárulással tervezhető/építhető	
KIEGYENLÍTŐRÉTEG	AC 8 kopó AC 11 kopó AC 11 kötő	Nem építhető
	AC 11 kopó (F): megrendelői külön hozzájárulással tervezhető/építhető	

ban általában használt marási technológia mélyen barázdált felületet hagy, amelyre ha zúzalékban dús hengereltaszfalt-fajta épül, az nem képes beágyazódni, a két réteg nem tud elegendően nagy kontaktfelülettel összeragadni. Ezt az 1. ábrán próbáljuk érzékeltetni.

A hatékony rétegtapadás biztosításához további lépéseket kell tenni, ezt az új előírás is még csak kis mértékben segíti elő.

3.5. A KOPÓRÉTEG FELÜLETI EGYENLETESSEGE

Az új előírás továbbra is megtartotta a felületi egyenletesség meghatározásának alternatív (ÚT-02, illetve IRI) mérési mód-

szereit. Hosszabb távot tekintve majd egyedül az IRI mérését kell megtartani, mert a nemzetközi gyakorlatban ez a módszer az elfogadott. Az egyes mérési módszerekhez rendelt követelmények azonban pontosabbá váltak. A felületi egyenletesség szempontjából az előírás gyorsforgalmi utakat, I. és II. rendű külterületi főutakat, belterületi főutakat és mellékutakat különböztet meg. Új elem, hogy a követelmények tekintetében az előírás megkülönbözteti az egy réteg, illetve a két vagy több réteg építésének eseteit. Az IRI egyenletességi index mérési módszerre az 5. táblázatok mutatják be az egy-, illetve két- vagy többretegű építés eseteire vonatkozó eltérő követelményeket.



1. ábra: A húzóvizsgálat eredménye szerint a rétegek közötti tapadás nem megfelelő. A kopóréteg és az alatta fekvő réteg határfelületén jól látható a durva barázdáltság és a ragasztóanyag hiánya.

Itt említjük meg, hogy új elemként a vastagsági követelmény, illetve a kereszteséviszonyok tekintetében is az egy-, illetve a két- vagy többrétegű építés eseteire vonatkozó követelményeket szabályoz az új előírás.

3.6. A CSÚSZÁSELLENÁLLÁS MÉRÉSE

A 2. ábra az útburkolatok felületi (makro- és mikro) érdességének fogalmait a jellemzésükre szolgáló skálával, illetve képi megjelenítésekkel mutatja be. E jellemzők méréséhez általában a homokmélységmérést, illetve az SRT (ingás) méréseket használják. A felületi érdességnek csak közvetett hatása lehet a csúszásellenállásra, ezt az egyre fontosabbá váló forgalombiztonsági jellemzőt – az SFC-értéket – különféle csúszásellenállás mérésekkel kell meghatározni.

A kopóréteg csúszásellenállásának meghatározása hazánkban kétféle módszerrel, nevezetesen az ÚT 2-2.114:1999 szerint *SCRIM mérőkocsi*val, vagy az ÚT 2-2.127:2008 szerint *ASFT-bereendezéssel* történik. A mérést a kopóréteg felületén forgalmi sávonként, a jobb burkolatszéltől számított 0,8–1,2 m távolságban, a forgalommal azonos irányban haladva, 90 km/h és 60 km/h sebességgel kell végrehajtani.

3.6.1. AZ ASFT MÉRÉSI MÓDSZER ELVE

Az utánfutó tengelyével együtt kényszerforgást végző mérőkerék átmérője kisebb, mint az utánfutó kereke, aminek következménye, hogy a mérőkerék állandóan „csúszik az út felületén”, azaz 12%-os slippel forog. A burkolat és a mérőkerék között állandó, 1–2 mm vastagságú vízréteg helyezkedik el, a

mérési sebesség 30–90 km/h. A folyamatosan, méterenként képződő eredményeket számítógép rögzíti és dolgozza fel. Output: ASFT-érték. Az eszközt mérési üzemmódban mutatja be 3. ábra.

3.6.2. A SCRIM MÉRÉSI MÓDSZER ELVE

A méréskor a gépjármű tengelyével 20°-os szöget bezáró, állandó slippel szabadon forgó mérőkerék és a burkolat között állandóan 0,6 mm a vízréteg vastagsága, a mérési sebesség 50±2 km/h. Az eredményeket számítógép rögzíti és dolgozza fel. Output: SFC-érték.

3.6.3. ÁTSZÁMÍTÁS

A kétféle mérési módszer között tapasztalati úton nyert átszámítási összefüggés:

$$y = 0,65x^2 - 0,35x + 0,42,$$

ahol x a mért ASFT-érték, és y az átszámolt SFC-érték.

A kétféle mérési módszerrel hazánkban az utóbbi öt évben az állami kezelésű úthálózat mintegy tízezer kilométernyi hosszúságú szakaszán végeztek csúszásellenállás-méréseket, ebből mintegy 6,5 km volt gyorsforgalmi út, I. és II. rendű főút. E cikknek természetesen nem célja e mérési eredmények bemutatása, elemzése (azok minden elemében nem is feltétlenül nyilvánosak), azt azonban megjegyezzük, hogy a nagy sebességekkel járt útszakaszokon is előfordulnak a nemzetközi mérce alapján gyenge csúszás-ellenállású szakaszok. Anglia, Franciaország, Belgium, Hollandia Svájc, Németország a csúszásellenállásra ma már követelményeket ad meg. (A teljesség igénye nélkül itt csak az Angliában és Németországban előírt követelményeket mutatjuk be a 6.a) és 6.b) táblázatokban.)

A most hatályba lépő ÚT 2-3.302 szerint a gyorsforgalmi úthálózaton, valamint új építésű I. rendű főutakon adatgyűjtési céllal kell meghatározni az újonnan épített kopórétegek csúszásellenállását a forgalomba helyezést követő 3 hónap és egy év múlva. Hazánkban tehát egyelőre még nincs követelmény előírva.

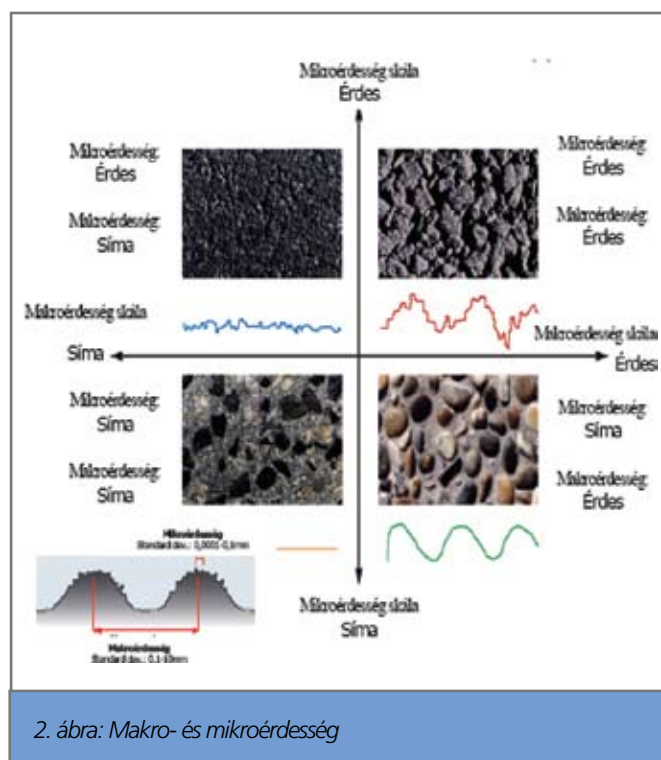
4. ZÁRÓ MEGJEGYZÉSEK

A 2008. év elején megjelent aszfaltos előírásaink az EN-szabványok szerinti koncepció alapján születtek. Ezekhez rendeltet készült el az aszfalttrétegekre vonatkozó előírásunk is, de a rétegekre külön nincs kötelező európai direktíva, az kizárólag nemzeti hatáskörben marad. A 2007. évi bizottsági munka során még nem ismerhettük a nemzeti mellékletként készülő külföldi előírásokat.

Nyilvánvaló volt, hogy a 2008-ban kiadott előírásokat a megszo-

5. táblázat: IRI egyenletességi index mérésével előírt követelmények egy réteg építése esetén (hengereltaszfalt kopórétegen)

Útkategória	IRI-index, mm/m, 100 méteres kiértékelési szakasz	
	egy réteg építése esetén	két vagy több réteg építése esetén
Gyorsforgalmi utak	≤ 1,4	≤ 1,2
I. és II. rendű külterületi főutak	≤ 1,7	≤ 1,5
Belterületi főutak, mellékutak (kivéve kerékpár- és gyalogutak)	≤ 3,2	≤ 3,0



– 2010 első hónapjaiban kiadásra kerülnek.

A korrekciós munka során a szakbizottság célkitűzése az volt, hogy előírásainkat minél pontosabbá tegye, de emellett – első sorban az aszfalttrétegekre vonatkozó előírásba – több új szabályozási elem is bekerült.

Az aszfaltokra vonatkozó előírásokat tekintve most tehát ismét lezárult egy szakasz, de előírásaink továbbra sem hagyhatók hosszasan statikus állapotban, a szakbizottságnak folyamatosan gyűjteni és értékelni kell a visszajelzéseket.



SUMMARY

CHANGES IN ASPHALT PRODUCT SPECIFICATIONS IN HUNGARY

The series of technical specifications regarding hot asphalt mixes, being simultaneously the national application documents of the respective EN standards entered into force on 15 May 2008. For various reasons, the Special Committee of the Hungarian Road Society "Asphalt Roads" has already commenced the updating of the specifications, which is expected to be effective from early 2010. The updated parts referring to asphalt mixes include more specific determination of some investigation methods and the issues of quality certification (plant production control etc.). The changes of the stipulations regarding asphalt layers include simplification of traffic load categories, some designing aspects, void content of asphalt layers, adhesion requirements, surface evenness of the wearing course and measurement of skid resistance. This updated edition means that a "development chapter" is now completed, but the specifications cannot be left in static condition and feedback shall continuously be collected and evaluated.

6.a. táblázat: A csúszásellenállás határértékei Angliában

Kategória	A helyszín típusa	SFC	Mérési sebesség, km/h
A	Nehéz helyszín, pl.: (I) körforgalmak (II) 150 méternél kisebb sugarú ívek sebességkorlátozás alá nem tartozó úton (III) 5%-os (1:20) vagy ennél nagyobb meredekségű vagy 100 méternél hosszabb lejtők (IV) közlekedési jelzések megközelítése sebességkorlátozás alá nem tartozó utakon	0,55	50
B	Általános, pl.: (I) országutak vagy egyéb nagysebességű utak (azaz 95 km/óránál nagyobb sebességű utak) (II) törzs- és főutak és egyéb utak napi 2000 járműnél nagyobb forgalommal, lakott területen	0,50 0,45 0,50	50 80 50
C	Egyéb, pl.: egyenes utak enyhe lejtővel és kis sugarú ívekkel. Síkvidéki utak (csomópontok nélkül, nincs vegyes forgalom)	0,40	50

6.b. táblázat: A csúszásellenállás határértékei Németországban

Minősítés	Mérési sebesség, km/h	Az SFC középértéke 100 méteren
Szükséges érték	80	0,53
	60	0,60
	40	0,67
Figyelmeztető érték	80	0,39
	60	0,46
	40	0,53
Küszöbérték	80	0,32
	60	0,39
	40	0,46

A KÖLTSÉG-HATÉKONY KÖZÚTI INFRASTRUKTÚRA BIZTONSÁGI BERUHÁZÁSOK LEGJOBB GYAKORLATA

BEST PRACTICE FOR COST-EFFECTIVE ROAD SAFETY INFRASTRUCTURE INVESTMENTS

M. EGGER

ROUTES / ROADS NO. 340. 2008. 4. P. 72–79. Á:6, T:–, H:2.

Az Európai Közúti Főigazgatók Konferenciája több műszaki munkacsoportot működtet, ezek közül az egyik a közlekedésbiztonsággal foglalkozik. Ez a munkacsoport az Athéni Műszaki Egyetem közreműködésével, kérdőíves nemzetközi felmérések alapján elkészítette a költség-hatékony közúti infrastruktúra-biztonsági beruházások legjobb gyakorlata című jelentést. Az adatgyűjtés és adatelemzés után kiválasztották a legígéretesebb közúti közlekedésbiztonsági beruházástípusokat, és ezeket részletesen elemezték. Az elemzés eredményeként összeállították és közzétették a legjobb gyakorlat javaslatait. 55 közúti közlekedésbiztonsági infrastruktúrabevetkezés-típust vizsgáltak meg a következő csoportokban: általános intézkedések (auditok, hálózati menedzsment és felülvizsgálatok), autópályák, országos közutak, csomópontok, valamint városi utak. A jellemző mutatók között a balesetszám csökkenése, a megvalósítás költsége és a baleseti költség csökkenésére vetített költséghatékonyság szerepelt. Végül az öt legkedvezőbb beruházástípus részletes értékelése követ-

kezett mintegy 200 esettanulmány figyelembevételével. A javasolt beavatkozások között a külsőségi szakaszokon a laposabb rézsűk alkalmazása illetve a védőkorlátok telepítése, a sebességszabályozás és a kedvező kialakítású csomópontok tervezése (különös tekintettel a körfogalmakra) szerepel, míg a városi utakon a forgalomcsillapítás, a csomópontok helyes kialakítása és fogalom szabályozása adhat jó megoldást. A költséghatékonysági mutatók a 2:1 aránytól városi utakon a 8:1 arányig, egyes külsőségi szakaszokon egészen a 32:1 arányig terjedhetnek. A teljes elemzés és annak rövid összefoglalója angol nyelven szabadon letölthető a CEDR honlapjáról: http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user_upload/Publications/2008/e_Road_Safety_Investments_Report.pdf
http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user_upload/Publications/2008/e_Road_Safety_Investments_Summary.pdf

G. A.

A SPENS-PROJEKT: FENNTARTHATÓ BURKOLATOK AZ ÚJ EURÓPAI TAGORSZÁGOK SZÁMÁRA

BENCZE ZSOLT¹ – ÉZSIÁS LÁSZLÓ² – DR. HABIL GÁSPÁR LÁSZLÓ³

1. ELŐZMÉNYEK

Miután 2004-ben a nagyrészt közép-európai országok az Európai Unióhoz csatlakoztak, fontos kérdéssé vált, hogy a „rég” tagországokkal szemben sok területen tapasztalható lemaradásaikat minél gyorsabban megszüntethessék. Az útügy területén, egyebek mellett, a gyorsforgalmi úthálózatok kiépítése, illetve az általános útállapotok tekintetében tapasztalható az államok ezen két csoportja között jelentős eltérés. A különbségek eltüntetésének egyik eszköze a tudományos háttér megerősítése az új EU-tagországokban. Az Európai Unió már évtizedek óta, a Közösség szempontjából időszerű és szükséges kutatási tárgykörök megjelölésével, Kutatási és Technológiafejlesztési Keretprogramokat kezdeményez. A 6. Keretprogram egyik ajánlati felhívására küldött be sikeres pályázatot a nagyrészt közép-európai szakemberekből álló SPENS-konzorcium, amely régióknak különböző ügyi problémáiban szándékozott új, hasznosítható eredményekhez jutni. Számos hazai szakember – a cikk szerzői – részt vettek a SPENS-projekt 2006 és 2009 közötti munkájában. A következőkben a projekt fő jellemzőiről és az egyes munkabizottságokban elért főbb eredményekről számolunk be.

2. A PROJEKT FELÉPÍTÉSE

A SPENS-projekt elnevezés a Sustainable Pavements for the European New States (Fenntartható burkolatok az új európai tagországok számára) cím betűszava [1].

A 2006. szeptember 1-jén elkezdődött hároméves projekt zárószemináriumára 2009 augusztusában került Ljubljanában sor. A közös kutatási munkák befejeződése után kerülhet sor az eredményeknek a hazai érdeklődő szakemberek számára történő ismertetésére. Jelen cikk ennek az információsorozatnak egyik elemét képezi.

A Mojca Ravnikar Turk (ZAG, Szlovénia) vezetésével művelt téma egyes munkabizottságait, vezetőikkel és a részt vevő országokkal az 1. táblázat szemlélteti.

A projekt művelésében részt vállalt országok sorát áttekintve látható, hogy Közép- és Kelet-Európa országainak képviselői mellett svéd és osztrák szakemberek is aktívan közreműködtek a munkában. Az ő tapasztalataik nagy mértékben hozzájárultak ahhoz, hogy a hároméves projekt hasznosítható eredményekkel zárult. A 2. táblázat a projekt keretében készített jelentések (deliverables) sorát mutatja be.

A közelmúltbeli ljubljanei zárószemináriumon ismertetett eredmények alapján nyilvánvalóvá vált, hogy azok egész Európa számára hasznosak lehetnek, még akkor is, ha a SPENS-projekt eredeti célkitűzése a várható kutatási eredmények célterületeként „szerényebben”, csupán a közép- és kelet-európai régiót jelölte meg.

A következőkben a projekt műszaki jellegű, 2–5. munkabizottságainak eredményeit foglaljuk össze. Az eredményeket a cikk terjedelmi korlátjai miatt is, meglehetősen vázlatosan ismertetjük. Ebben a tekintetben némileg kivétel a 2. munkabizottság, amelynek három munkacsoportjában a cikk szerzői aktívan közreműködtek, és amely hazánkban is közvetlenül hasznosítható eredményeket hozott. (Mivel a többi munkabizottságban is születtek olyan eredmények, amelyeket indokolt kissé részletesebben is megismertetni a hazai szakemberekkel, további publikációk várhatók még ebben a tárgykörben).

3. A 2. MUNKABIZOTTSÁG TEVÉKENYSÉGE

A SPENS-projekt 2. munkabizottsága (Work Package) az „Útállapot-értékelés és folyamatos megfigyelés” (Road assessment and monitoring) elnevezéssel tevékenykedett.

Munkája három, egymástól eléggé elkülönülő témájú munkacsoportra (Work Task) tagolódott. A következőkben a végzett munkát és a kapott eredményeket munkacsoportonkénti bontásban foglaljuk össze.

1. táblázat: A SPENS-projekt munkabizottságai

Munkabizottság		Vezető	A bizottságban részt vevő többi ország
1.	Irányítás	Turk (SLO)	S, A, HU, FEHRL
2.	Útállapot-értékelés és folyamatos megfigyelés	Gáspár (HU)	SLO, PL, A, S, SK
3.	Pályaszerkezetek teljesítménynövelése	Said (S)	SLO, SRB
4.	Építőanyagok értékelése utak fejlesztéséhez	Tušar (SLO)	S, PL, SRB, HR
5.	Az utak környezetre gyakorolt hatásának felmérése	Haider (A)	SLO, S, CZ, SK
6.	Az eredmények közkinccsé tétele	Phillips (FEHRL)	SLO, S, HU, A

¹ Okl. építőmérnök, Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.

² Okl. építőmérnök, laboratóriumvezető, tudományos segédmunkatárs, Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.

³ Okl. mérnök, okl. gazdasági mérnök, az MTA doktora, kutató professzor, Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. Budapest, egyetemi tanár, Széchenyi István Egyetem, Győr, e-mail: gaspar.laszlo@kti.hu

2. táblázat: A SPENS-projekt keretében készült jelentések

A jelentés (deliverable)		
száma	címe	felelőse(i)
D8.	Nagy modulusú aszfaltrétegek laboratóriumi vizsgálata és építése	Sybilski és Bankovski (PL)
D9.	Erősített burkolatok hosszú távú viselkedése	Said (S)
D10.	Aszfaltkeverékek korszerű tervezése	Pap (SRB)
D11.	Útmutató a roncsolásmentes burkolatmérési technológiák komplex módszertanához	Spielhofer (A)
D12.	A tengelyátszámítás tényezőkre vonatkozó javaslatok	Kokot (SLO)
D13.	Útmutató kis forgalmú utak burkolatfelújításakor a rendszerszemléletű döntéshozatalhoz	Henigman (SLO)
D15.	Ajánlás a modifikált bitumenek útburkolatokban történő alkalmazásához	Kalman (S)
D16.	Útmutató a legmegfelelőbb útfelújítási technológiának a gyorsított le-romlási vizsgálat eredményei alapján történő kiválasztásához	Wiman (S)
D17.	Útmutató különböző burkolattípusok környezeti értékeléséhez, az új EU-tagországok közötti hatóságainak szóló javaslatokkal	Haider (A)
D18.	Egyes újrahasznosított anyagok és ipari melléktermékek vizsgálatának és útépítésben történő felhasználásának módszertana	Mladenović (SLO)
D19.	SPENS zárójelentés	Turk (SLO)

3.1. A 2.1 MUNKACSOPORT ÉS EREDMÉNYEI

A WT 2.1 munkacsoport elnevezése „Tengelyátszámítási szorzók”, és Darko Kokot (ZAG, Szlovénia) vezetésével azt a célt tűzte ki, hogy egyes régiókra jellemző útpályaszerkezetekhez tengelyátszámítási tényezőket (traffic equivalency factors, load equivalency factors) határozzon meg. A követett módszertant és az eredményeket a D11. jelentés [2] foglalta össze.

A 3. táblázat szemlélteti a vizsgálatokhoz alapul vett hat pályaszerkezetnek a felépítését, amelyek a közép- és a kelet-európai régióra jellegzetesnek tekinthetők.

A tengelyátszámítási szorzó azt a – terhelt pályaszerkezet-típustól is függő – hatványkitevőt jelenti, amelynek alkalmazásával a különböző terhelésnagyságok hányadosa és az általuk okozott burkolatrongáló hatások hányadosa között egyenértékűség mutatható ki. Adott nagyságú, az útpályát igénybe vevő tengely- vagy kerékterhelés útpályán való működésének pályaszerkezetben kiváltott rongáló hatása – elvileg legegyszerűbben – úgy mérhető, hogy az állandó terhet ismételten addig működtetjük, amíg a vizsgált szerkezet tönkremegy. Ennek az ismétlési számnak a reciproka az egyetlen tengely áthaladásakor fellépő rongáló hatás. Nagyobb tengelysúlyok, természetesen, már kevesebb ismétlés mellett is pályaszerkezet-romláshoz vezetnek. A terhelések és a tönkremenetelt kiváltó ismétlésszámok közötti összefüggés a korábbiakban említett egyenértékűségi (átszámítási) szorzószámot hatványkitevőként hasznosítja, a következők szerint:

$$\left(\frac{T_1}{T_2} \right)^n = \frac{N_2}{N_1}$$

ahol T_1 és T_2 – a terhelés nagysága (pl. Mp-ban)
 N_1 és N_2 – tönkretételt kiváltó terheléssimétlési szám
 n – tengelyátszámítási mérőszám.

Ez a „leglogikusabb” módszertan azonban az elterjedt pályaszerkezet-felépítések és a gyakorlatban sűrűn előforduló terhelésnagyságok esetében, a következő két ok miatt, a gyakorlatban nem hajtható végre:

- a vizsgálat során a kisebb tengely- vagy keréksúlyok alkalmazásakor olyan nagy terheléssimétlési számok adódnának, amelyek még a gyorsított terhelést kiváltó berendezésekkel (pl. a svéd HVS [3]) is csak aránytalanul nagy idő- és költségráfordítással lennének elérhetők,
- a tönkretett pályaszerkezetet az újabb terheléssorozathoz vagy teljes mértékben helyre kell állítani, vagy pedig olyan újabb szakasz terhelését kell folytatni, amelynek pályaszerkezet-felépítése a korábbival pontosan megegyezik.

A SPENS-projekt idő- és pénzügyi korlátai egyértelműen valami egyszerűbb és emiatt sokkal inkább közelítő módszertan kiválasztását indokolták. Egy másik SPENS-munkabizottság a 3. táblázaton látható pályaszerkezet-típusokon a svéd HVS (Heavy Vehicle Simulator, Nehéz Jármű Szimulátor) segítségével ún. fadaradi vizsgálatot végzett [4]. Egyrészt ennek egyes mérési eredményeit hasznosították, másrészt pedig a fáradási vizsgálat elején

3. táblázat: A hat kísérleti útpályaszerkezet felépítése

Pályaszerkezet felépítése	A pályaszerkezet jele					
	1	2	3	4	5	6
Burkolat	6 cm AB-16	4 cm AB-11 4 cm AB-16	4 cm AB-11 6 cm AB-22	4 cm AB-11 9 cm AB-22	4 cm SMA-11 6 cm AB-22	4 cm SMA-11 6 cm AB-22 Erősítő acélháló
Alapréteg(ek)	20 cm homokos kavics					
Földmű	fagyálló szemcsés talaj					

4. táblázat: Az egyes kísérleti pályaszerkezeteken alkalmazott HVS-terhek nagysága és ismétlési száma

Pályaszerkezet sorszáma	60 kN	80 kN	100 kN
	kerékterhelés ismétlési száma		
I.	293 000		
II.	293 000		
III.	49 760	158 375	
IV.	49 760	158 375	
V.	50 000	123 000	17 500
VI.	50 000	123 000	17 500

és a végén speciális „reakció” vizsgálatokat hajtottak végre, azaz különböző kerékterhelések áthaladása esetében a pályaszerkezet aszfaltrétegeinek az alsó síkjában ébredő nyúlások mértékét regisztrálták. Ennek a közelítésnek a lényege abban foglalható össze, hogy a pályaszerkezet belsejében a terhelés hatására bekövetkező nyúlás mértéke – a közismert Miner-szabály [5] következtében – az egységnyi burkolatrongáló hatással kapcsolatba hozható. A fárasztóvizsgálat elején és a végén végrehajtott reakciómérések egyik célja annak felmérése volt, hogy a 200–300 ezer terhelésméltás után a szerkezet érdemlegesen fáradt-e, amit az aszfaltnyúlásnak az ugyanakkora kerékterhelés hatására regisztrálható, megnövekedett értékei igazol(án)ak.

A HVS-vizsgálati eredményeknek a tengelyátszámítási, illetve -egyenértékűségi vizsgálatokhoz történő felhasználhatóságát nehezítette, hogy több kísérleti pályaszerkezet esetében is – ahogyan az a 4. táblázatból is kitűnik – a terheléssorozat alatt egyszer vagy kétszer az alkalmazott kerékterhelést megnövelték, mivel fáradásnak még semmi jelét sem tapasztalták, csupán keréknyomvályúk alakultak ki.

Mindezek után az épített hat kísérleti pályaszerkezet közül négyet találtak olyannak, amely a tengelyátszámítási szorzó meghatározásakor alkalmasnak bizonyult (az 1. variánst túlságosan vékony pályaszerkezetűnek és így nagyon gyorsan leromló állapotúnak látták, míg a 6. variáns a pályaszerkezetben levő acélháló viselkedésének még nem kutatott volta miatt került ki a vizsgálódás köréből).

A következő lépésekben hajtották a vizsgálatot végre:

- előzetes vizsgálat azt igazolta, hogy a kerékterhelés ismétlési száma és az aszfaltrétegek alsó síkjában regisztrált nyúlás között, jó közelítéssel, lineáris összefüggést lehet feltételezni (ez azt jelenti, hogy a vizsgált értéktartományban a lineáris összefüggésnek a második és a harmadik hatványfüggvénytől való eltérése elhanyagolható),
- a HVS (Nehéz Jármű Szimulátor) alkalmazásával végzett fárasztási vizsgálat eredményeit és a vizsgálat elején és végén (lásd a 4. táblázatot) végrehajtott, különböző kerékterhelések hatását regisztráló mérések eredményeit vették a számításnál alapul,
- minden pályaszerkezetten 30–40–50–60 kN kerékterhelés (amely 60–80–100–120 kN tengelyterhelésnek felel meg) hatására felépő aszfaltnyúlásokat regisztráltak, meghatározva azt is, hogy a 200–300 ezer terhelésméltás után a fokozatos fáradás jeleként, milyen mértékű nyúlásnövekedés tapasztalható,
- a szlovén pályaszerkezet-tervezési módszertant alkalmazták a teljes élettartam alatti, 100 kN-os egység tengelyek ismétlési számának – pályaszerkezet-típusonként történő – meghatározásakor,
- ezeket az értékeket vették alapul, amikor az 50 kN-os kerékterhelés-ismétlés-aszfaltnyúlás függvényből a kritikus aszfaltnyúlás értékét meghatározták,

- ezekből a kritikus aszfaltnyúlás-értékekből a vizsgált kerékterhelésenként a kritikus terhelésméltás megállapítható volt,
- a különböző kerékterheléseknél kapott tönkretételi ismétlések számarányának és a megfelelő terhelésarányoknak az összehasonlításából kiszámíthatóak voltak azok a hatványkitevők, amelyek azok egyenlőségét biztosítják,
- a többféle kerékterhelés-arányból a 40 kN és az 50 kN közötti arányt választották, mint az Európa sok országában egységtengely-terhelésnek választott 80 kN és 100 kN felét,
- mindezek után a vizsgált pályaszerkezet-változatokra a következő tengelyátszámítási szorzók adódtak:
 - 2. változat: 1,95
 - 3. változat: 3,62
 - 4. változat: 2,10
 - 5. változat: 2,33.

3.2. A 2.2 MUNKACSOPORT ÉS EREDMÉNYEI

A Roland Spielhofer (Arsenal, Ausztria) által vezetett munkacsoport olyan vizsgálatot szervezett meg, és annak eredményeit értékelte, amely Közép-Európa számos országa útállapot-vizsgáló berendezéseinek harmonizációjára irányult. Az egyre nagyobb számban megvalósított nemzetközi útépitési és -kezelési projektek még a korábbiaknál is indokoltabbá teszik a különböző országokban ugyanazt az útállapot-paramétert jellemző berendezések, illetve mérési technikák eredményeinek egymással kapcsolatba hozását, illetve annak megállapítását, hogy a készülékek egymástól milyen mértékben eltérő eredményeket produkálnak. A vizsgálat sorozatba a csúszásellenállást, a hosszirányú felületi egyenetlenséget és a pályaszerkezet-teherbírást mérő berendezések vettek részt. A harmonizációs vizsgálatot 2008 májusában, Bécs közelében, előzetesen kijelölt, általában szélsőséges állapotú kísérleti szakaszokon hajtották végre.

Csúszásellenállás

A burkolat csúszásellenállásának jellemzésére szolgáló két osztrák, két cseh és egy-egy magyar, norvég, lengyel, szlovén és szlovák berendezés vett részt a vizsgálatban. Három-három mérési menetbe került sor, 30, 60 és 90 km/óra sebesség mellett. A kísérleti szakaszok 100 m-es hosszúságúak voltak. A kapott adatokat a CEN/TC 227/WG5 N 202 E Rev. 4. [6] alapján értékelték. Mivel referencia-berendezés nem állt rendelkezésre, ezért az egyes eredményeket a teljes átlagtól való eltéréssel, illetve a szóráserkékekkel jellemezték. Egy olyan berendezést találtak, amely az előzetesen megállapított kritériumnak nem felelt meg.

Felületi egyenetlenség

A felületi egyenetlenség jellemzésére szolgáló egy-egy osztrák, cseh, magyar, svéd, szlovén és szlovák berendezés 500 m-es hosszúságú szakaszokon, 30, 60 és 90 km/óra sebesség mellett végzett kísérleti méréseket. A vizsgálatot száraz burkolaton és gyakorlatilag ugyanazon kijelölt mérési vonal mentén hajtották végre. Az eredményeket a svéd Primal berendezéssel kapott referencia információkkal hasonlították össze, az EVEN/FILTER projekt [7] módszertanát alkalmazva. A vizsgálat sorozat eredménye alapján mindegyik készülék megbízhatónak bizonyult.

Teherbírás

A pályaszerkezet teherbírására szolgáló berendezések közül két magyar, valamint egy-egy osztrák, cseh, lengyel, szlovén és szlovák készülék vett részt a harmonizációs vizsgálatban. Mindegyik ejtősúlyos behajlásmérő (FWD) volt. A kijelölt mérési pontokon a legnagyobb behajlásértékeket és a behajlási teknő alakját ér-

tékelték. A COST 336-os akcióban leírt kalibrációs és harmonizációs módszertant követték [8]. Vizsgálat alá vették a mérések ismételtetésének mértékét is. Egyik vizsgált berendezés sem tért el az átlagtól az előírt mértéknél jobban. A vizsgálat-sorozatban részt vevő cégek a sikeres részvételről hivatalos bizonyítványt kaptak.

3.3. A 2.3. MUNKACSOPORT EREDMÉNYEI

A szlovén Slovenko Henigman által irányított 2.3 munkacsoport – „Útmutató kisforgalmú utak burkolatfelújításakor a rendszer-szemléletű döntéshozatalhoz” – eredményeit a D13. számú jelentésben tette közzé [9]. A célkitűzést kisforgalmú utak számára olyan döntéstámogató módszertannak a kidolgozásában jelölték ki, amely a Közép-Európa országaiban jellemző burkolathibák különböző mértékeinek kombinációja alapján a legmegfelelőbb beavatkozási technológiát eredményezi. A munkacsoport tevékenységének eredményeként kifejlesztett folyamatára lehetőséget nyújt – a három minőségi osztályba sorolt csúszásellenállás, teherbírás, hosszirányú felületi egyenetlenség, keréknyomvályú és felületi hibák pillanatnyi szintjének figyelembevételével – hálózati szintű javaslat készítésére. (A létesítményi szintű folytatás, természetesen, pontosabb állapotmérés adatain alapulva, elengedhetetlen).

A cseh, szlovák, lengyel, szlovén és magyar gyakorlat, valamint az erre a célra összeállított, mintegy 15 oldalas kérdőívre adott válaszok szolgálták a módszertan alapjául. Számos esettanulmányt is végeztek, hogy a javasolt eljárás különböző országokban történő hasznosíthatóságát előzetesen felmérhessék.

4. A SPENS 3. MUNKABIZOTTSÁGA

A svéd Safwat Said (VTI) által vezetett „Pályaszerkezetek fejlesztése” tárgyú munkabizottság feladata olyan pályaszerkezeti variánsok kikísérletezése volt, amelyek a régió kisforgalmú úthálózati elemeivel szemben támasztott követelményeknek megfelelnek. Három munkacsoportjának feladatai a következők voltak:

- WP3.1 Megerősített pályaszerkezetek, vezetője Said (S),
- WP3.2 Útépítés újrahasznosított anyagokkal, vezetője: Mladenovic (SI),
- WP3.3 Aszfaltkeverék-tervezés, vezetője Pap (SRB).

A következő jelentéseket készítették:

- D9. Erősített burkolatok hosszú távú viselkedése [10],
- D18. Egyes újrahasznosított anyagok és ipari melléktermékek vizsgálatának és útépítésben történő felhasználásának módszertana [11],
- D10. Aszfaltkeverékek korszerű tervezése [12].

A csoport munkájának keretében Szlovéniában három helyen összesen kilenc kísérleti szakaszt készítettek. Az első helyen hat szakaszon különböző vastagságú pályaszerkezetek készültek. Mindegyik esetben kötőanyag nélküli zúzottkő ágyazatra építettek az aszfaltretegeket. A másik két helyen aszfaltkeverékek és alaprétegek vizsgálatához készítettek kísérleti szakaszokat.

A D9. jelentésben szereplő számítások a többrétegű modellezésen és a BISAR program alkalmazásán alapultak. A különböző változó paramétereket, például a hőmérsékletet, a kötőanyag nélküli és a bitumenes kötőanyagú rétegek tulajdonságait is figyelembe vették.

A hőmérséklet emelkedésével az aszfalt hosszú távú teljesítményét befolyásoló tényezők hatásai megnövekedtek, így a fáradás jelensége is hamarabb jelentkezik. Az acélhálós megerősített 6.

kísérleti szakaszon ezek a jelenségek csupán a terhelés későbbi szakaszában mutatkoztak.

A vizsgálatok megerősítették, hogy az egyes pályaszerkezeti rétegek közötti összekötést a tervezőknek a korábbiaknál pontosabban kell figyelembe venni. A kivitelezés során szigorúbb technológiai fegyelmet kell bevezetni, mert ezzel a pályaszerkezet élettartamát (teljesítményét) jelentős mértékben meg lehet növelni.

Acélháló alkalmazásával az aszfaltretegek összes vastagságát – változatlan élettartam-kilátások mellett – csökkenteni lehet.

Bemutatja az olasz, a lengyel és a svéd acélhálós megerősítéses kísérleteket, majd a mérések eredményeit elemzi. Ismerteti továbbá az állapotfelvételek alkalmával tapasztalt tönkremeneteli formákat (keresztirányú és fáradási repedések).

Összehasonlítja az egyes országokban az építési és az újrahasznosítási költségeket. Emellett rámutat a régiókban az árakkal kapcsolatosan tapasztalható anomáliákra is.

Ismerteti a közművek acélhálós szakaszokon történő utólagos építésének problémakörét, és javaslatot tesz az ezzel összefüggésben várható hibák minimalizálási lehetőségeire.

A D18. jelentés az ipari melléktermékek utólagos hasznosítását választotta témájául. Kiemelten kezeli a kohászati salakokat. Bemutatja, hogy Észak-Olaszországban az elmúlt években kizárólag ilyen másodnyersanyagokból készültek az új autópályák töltései. A SPENS-projekt keretében Szlovéniában acélgyártási kohósalakot nemcsak töltésként, hanem aszfaltkeverékben is alkalmaztak. A kutatási munka során két kísérleti szakasz épült. Az egyik szakasz közepes forgalmú (4000 egységjármű/nap), a másik szakaszt pedig a 30 ezer egységjármű/nap forgalmi terhelésre tervezett A1-es autópályán választották. A mérések alapján megállapítható, hogy az acélkohászati salakokkal a primer adalékanyagokat kiválóan lehet helyettesíteni. Tört beton alaprétegű kísérleti szakaszt a szlovén Muljava mellett építettek.

Mindegyik kísérleti szakasz alapanyagait és magukat a szakaszokat is megvizsgálták, majd a kísérleti szakaszok mellett található utak jellemzőivel mint referenciával összehasonlították. A vizsgálat arra is rámutatott, hogy az újrahasznosított anyagoknak nemcsak előnyük, hanem hátrányuk is van. A betontermékek újrahasznosítása csak akkor ajánlható, ha a beton jó minőségét a kivitelezése során is szavatolni tudják.

A D10. jelentés [12] olyan kutatás eredményeiről számol be, amelynek az volt a célkitűzése, hogy az aszfaltkeverékek összetételének optimalizálásához a gyakorlatban hasznosítható modellt fejlesszen ki. A modell az aszfaltburkolat különböző éghajlati és forgalmi körülmények közötti teljesítményi paramétereire célértékeket tartalmaz. Két aszfaltkeverék-tervezési eljárást (Marshall-módszer és PRADO-szoftver, egyféle szilikát adalékanyagot és négy kötőanyag-típust (B50/70, B70/100, PmB 50/90, PmB 25/55-55) alkalmaztak, amikor az AC-11 jelű aszfaltbeton legjobb összetételét kutatták. Különböző adalékanyag-szemmegoszlás és bitumentartalom mellett, a két keveréktervezési módszer alkalmazásával olyan optimális aszfaltösszetételt dolgoztak ki, amely a keverék kedvező teljesítményi paramétereit (merekési modulus, maradó alakváltozás, fáradás) biztosítani tudja. Megállapították, hogy a hagyományos (modifikálatlan) kötőanyagok aszfaltkeverékben történő alkalmazása a legfontosabb dinamikai paramétereknek a függvénye, mivel nincsen olyan aszfaltkeverék-összetétel, amely az összes teljesítményi kritériumot

maradékaltanul kielégítené. Kemény bitumentípus alkalmazása-kor nagy merevségi modulus és a maradó alakváltozással szemben fokozott ellenállás érhető el, míg ha a fáradással szembeni ellenállás kerül az előtérbe, akkor a legjobb bitumenek választása indokolt. A következő bitumenjellemzőket találták olyanoknak, amelyek az aszfaltkeverék dinamikus jellemzőit érdemlegesen befolyásolni képesek: penetrációs érték, gyűrűs-golyós lágyuláspont, a polimerrel modifikált bitumen rugalmas visszaalakulása és fázisszöge.

A jelentés azt javasolja, hogy a lágy bitumennel készült aszfaltkeverékek hidegebb éghajlat és/vagy kisebb forgalomnagyság mellett kerüljenek inkább alkalmazásra, ahol az aszfaltburkolatok fáradással és termikus repedésekkel szembeni ellenállása különösen nagy jelentőségű. A keményebb bitumen pedig a melegebb és/vagy nagyobb forgalmú régiók célszerű kötőanyaga. A modifikálatlan bitumenek választása ugyanakkor nem javasolt a szélsőségesen nagy napi hőingadozású körzetek forgalmas útjain.

A polimerrel modifikált bitumenek, különösen a PmB 25/55-55 – a szélsőséges hőmérsékletek mellett is megőrzött rugalmassága következtében – egyszerre ellenállóak a keréknyomvályú-képződéssel, a fáradással és a termikus repedések kialakulásával szemben is. Így azok legcélszerűbb alkalmazási területe a szélsőséges időjárási változással jellemezhető körzetekben készülő, nagy forgalmi terhelésű utak.

5. A 4. MUNKABIZOTTSÁG

A „Pályaszerkezetek kijavításához felhasználható anyagok vizsgálata (Evaluation of materials for road upgrading)” tárgyú, a szlovén Tušar által vezetett munkabizottság három csoportjának feladatai a következők voltak:

- WT4.1 Aszfaltmakadámok megerősítése (vezetője a svéd Kalman)
- WT4.2 Nagymodulusú aszfaltok (vezetője a lengyel Bankowski)
- WT4.3 Modifikált bitumenek viselkedése (vezetője a svéd Wiman).

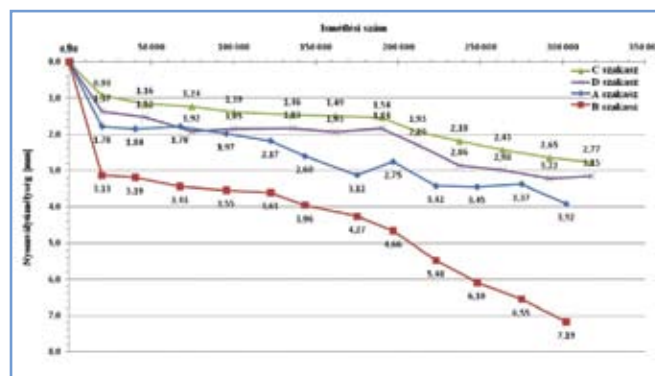
Munkájuk eredményét a következő jelentésekben foglalták össze:

- D8. Nagy modulusú aszfaltok laboratóriumi tervezése és helyszíni kivitelezése
- D15. Ajánlások modifikált bitumenek pályaszerkezetekben történő alkalmazásához
- D16. Útmutató a leghatékonyabb pályaszerkezet-megerősítési eljárás kiválasztásához, nehéz jármű szimulátorral végzett vizsgálatok alapján.

A D8. számú jelentés szerint a nagy modulusú aszfaltkeverékek kutatása és alkalmazása terén régiókban Lengyelország vezető helyet tölt be. Tervezési és fenntartási tapasztalataik alapján több keverékreceptúrát választottak, amelyeknek alkalmazásával a Varsó melletti Pruszków mellett több próbaszakasz készült. Aszfaltbeton- és nagy modulusú aszfaltburkolatú rész-szakaszokat építettek. A svéd HVS (nehéz jármű szimulátor) segítségével a különböző változatok viselkedését (teljesítményét) össze tudták hasonlítani. Három kötőanyag-variáns – 20/30, DE 30B (polimerrel modifikált) és a MG 10/20 (multigrade) – és öt különböző kővázat – köztük acélművi kohósalakot – alkalmaztak.

A kísérleteket 10 °C-os hőmérsékleten végezték, 60 kN-os kerékterheléssel (ez 120 kN-os tengelyterhelést jelent). 14 napon keresztül, 6 m-es hosszúságú szakaszokat terheltek. A pályáállapot paramétereit és a terhelés hatására ébredő feszültségeket naponta regisztrálták. Mivel még 190 ezer áthaladás után sem volt a romlás számottevő, ezért a kerékterhelést 80 kN-ra emelték. 300 ezer áthaladás után így már jól érzékelhető romlást tapasztaltak (1. ábra, 4. táblázat). A terhelés előtt és után a pályaszerkezetek teherbírását mérték, és összehasonlították. Georadaros mérésekkel és magmintavétellel további információkhoz jutottak. Az eredmények alapján a régió klimatikus viszonyainak az eddigieknél jobban megfelelő aszfaltkeverékeket lehet majd tervezni, és építeni.

Az új EU-tagországoknak növekvő éghajlati és forgalmi kihívásoknak kell megfelelniük. A nagy teljesítményű, modifikált bitumenek alkalmazása mind nagyobb teret nyert. Bár nagyon sok polimerfajta kapható a piacon, azoknak és az azokkal készült aszfaltkeverékeknek laboratóriumi és helyszíni teljesítményi paramétereit közötti összefüggést még nem sikerült



1. ábra: Az egyes rész-szakaszokon kialakult keréknyomvályúk mélysége a HVS-terhelési ismétlés függvényében

5. táblázat: Az 1. ábra szakaszainak pályaszerkezete

A	B	C	D
szakasz			
2 cm SMA 8 kopóréteg	2 cm SMA 8 kopóréteg	4 cm PA 11 kompozit keverékből készült kopóréteg	4 cm SMA 8 kopóréteg
10 cm HMAC 16 20/30 kötőréteg	10 cm AC 16 W 35/50 kötőréteg	8 cm AC 16 W 35/50 kötőréteg	7 cm HMAC 15 20/30 kötőréteg
20 cm 0/31,5-ös, mechanikailag stabilizált zúzottkő alaprég	20 cm 0/31,5-ös, mechanikailag stabilizált zúzottkő alaprég	20 cm 0/31,5-ös, mechanikailag stabilizált zúzottkő alaprég	3 cm AC AF felső alaprég
			20 cm 0/31,5-ös, mechanikailag stabilizált zúzottkő alaprég

6. táblázat: A kötőanyag és az aszfaltkeverék vizsgálati eredményei közötti r^2 korrelációs együttható, lineáris regresszió esetében

Vizsgálat	ZMA/kerék- nyomvályúsító vizsgálat	Aszfaltbeton (bazalt)/ merevség	Aszfaltbeton (mészkő)/merev- ség	Drénaszfalt (ba- zalt)/merevség
	r^2			
Penetráció	0,43	0,88	0,67	0,97
Penetráció (módosított) ¹	0,58	0,87	0,7	0,96
Lágyuláspont	0,9	0,23	0,22	0,37
Fraass-féle töréspont	0,5	0,55	0,55	0,57
Kinematikus viszkozitás	0,57	0,5	0,19	0,58
Dinamikus viszkozitás	0,66	0,44	0,18	0,56
Penetráció/RTFOT után	0,53	0,89	0,72	0,94
Lágyuláspont/RTFOT után	0,94	0,25	0,23	0,4
Dinamikus viszkozitás/RTFOT után	0,44	0,57	0,25	0,75
Rugalmas visszaalakulás	0,47	0	0,03	0
Deformációs energia ²	0,48	0,93	0,78	0,97
Deformációs energia ³	0,86	0,08	0,5	0,23
Kúplap viszkozitás ⁴	0,72	0,54	0,3	0,66
Kúplap viszkozitás ⁵	0,57	0,57	0,34	0,63
Ekvivizskózus hőmérséklet ⁶	0,68	0,54	0,36	0,61
Koaxiális henger viszkozitás ⁷	0,5	0,67	0,32	0,73
Koaxiális henger viszkozitás ⁸	0,55	0,51	0,2	0,58

Jelmagyarázat:
1 – 35 °C hőmérsékleten, 50 g tömeggel mért viszkozitás
2 – 10 °C hőmérsékleten, 50 mm/perc sebesség mellett
3 – 25 °C hőmérsékleten, 50 mm/perc sebesség mellett
4 – 60 °C hőmérsékleten
5 – 150 °C hőmérsékleten
6 – az ASTM D 1559 (2382) szerint
7 – 120 °C hőmérsékleten
8 – 150 °C hőmérsékleten

teljes mértékben feltárni, pedig sok esetben hasznos lenne az ismerete. A hagyományos tervezési és vizsgálati eljárások erre a célra nem bizonyulnak megfelelőeknek. A D15. jelentés [12] annak a kutatásnak az eredményéről számol be, amely a kötőanyag-vizsgálatok és a kritikus aszfaltteljesítményi vizsgálatok eredményei közötti összefüggés hasznosításával kívántak teljesítményen alapuló kötőanyag-kritériumokat kidolgozni. Először a már korábban kialakított kritériumokat vették vizsgálat alá, majd kísérletet tettek olyan új és megfelelőbb aszfalt-kritériumok kifejlesztésére, amelyeknél eddig nem tudtak az aszfalttulajdonságokkal jó korrelációt találni. A kötőanyagok megfelelő, teljesítményi alapú kritériumainak alkalmazása esetében egyszerűbbé válik valamely projekthez a legmegfelelőbb bitumentípus kiválasztása.

Az aszfaltkeverékek legáltalánosabban elterjedt, teljesítménnyel kapcsolatba hozható tulajdonságai a következők: kopásállóság, merevség, maradó alakváltozással szembeni ellenállás, a fázadással szembeni ellenállás és tartósság (vízérzékenység és öregedés). Mindezeket a jellemzőket a bitumentulajdonságok, valamint a bitumen-adalékanyag kölcsönös kapcsolata nagymértékben befolyásolja. Azt javasolják, hogy polimerrel modifikált bitumenek alkalmazása esetében a teljesítményi alapú kötőanyag-vizsgálatok olyan kombinációja kerüljön előtérbe, mint a DSR-rel mért komplex nyírási modulus, valamint a nagy feszültség mellett regisztrálható bitumentulajdonságok együttes figyelembevétele. Ezek ugyanis az aszfalt teljesítményi jellemzőivel kapcsolatba hozhatók.

Három aszfaltkeverék vizsgálatával keresték a bitumentulajdonságok azon legcélszerűbb kombinációját, amely az aszfaltkeverék teljesítményét elegendő megbízhatósággal előre tudja becsülni.

Az aszfaltokat keréknyomvályúsító vizsgálatnak vetették alá, ezenkívül különböző hőmérsékleten a merevséget, a vízérzékenységet és a Marshall-merevségét határozták meg.

Hét bitument – amelyek közül négy polimerrel modifikált volt – számos teljesítményi alapú és hagyományos vizsgálatnak vetettek alá. Az eredményeket az aszfaltkeverék tulajdonságai-val hasonlították össze. Aszfaltbeton, zúzalékos masztixaszfalt és drénaszfalt keverékekkel végezték a vizsgálatokat. Bazalt és mészkő adalékanyagokat alkalmaztak. Meg akarták határozni, hogy a bitumen- és az aszfalttulajdonságok közötti összefüggés keverékspecifikus vagy pedig általános jellegű. Meglehetősen jó összefüggést kaptak a keréknyomvályúsító berendezéssel kapott nyomvályómélység és a kötőanyag lágyuláspontja között, még a polimerrel modifikált változatoknál is (6. táblázat). A merevségi modulus jól korrelált a penetráció értékeivel, bár az egyes keverékeknek különböző volt a lineáris összefüggés meredeksége. A 6. táblázaton feltüntetett eredmények alapján az a javaslat tehető, hogy a 10 °C-os hőmérsékleten mért deformációs energia az aszfaltkeverékek merevségi modulusának a megbecslésére alkalmas lehet, bár az elvégzett vizsgálatssorozat hosszúsága meglehetősen korlátozott volt.

A D16. jelentés a legmegfelelőbb felújítási eljárás kiválasztásához szolgáltatott útmutatót a HVS (nehéz jármű szimulátor) alkalmazásával végzett vizsgálatnak és a költség-haszon elemzésnek az eredményeire támaszkodva. A geoszintetikus anyagokat, az acélhálókat vagy az üvegrostos erősítő rácsokat az Európai Unió új tagállamaiban csak kis mértékben alkalmazzák. A munkacsoport ezért választotta ezeknek az útburkolatok üzemi élettartamát meghosszabbító anyagoknak a viselkedését kutatási témájául.

Egy szlovén helyi úton hat kísérleti szakaszt építettek, és annak viselkedését HVS-sel vizsgálták. Az egyik szakaszon a 20-25 cm-es vastagságú, kötőanyag nélküli alapréteg és az összesen 10 cm-nyi aszfalt pályaszerkezet-rész közé acélhálót helyeztek. A kísérleti pályaszerkezetek nyúlását, függőleges irányú nyomását, alakváltozását, hőmérsékletét és nedvességtartalmát – beépített érzékelőkkel – a kísérlet során folyamatosan nyomon követték. A gyorsított terhelési vizsgálatot 20 °C-os hőmérsékleten és 60 kN-os kerékterheléssel hajtották végre. (A kerékterhelést abban az esetben közben 80 vagy 100 kN-ra növelték, ha a szóban forgó pályaszerkezeten mintegy 200 ezer terhelésméltás után romlás jeleit még nem tapasztalták).

Rendszeresen mérték a pálya keréknyomvályú-mélységét is. A HVS-terhelés után fúrt minták aszfaltanyagát is megvizsgálták. Határozott összefüggést tapasztaltak az aszfaltrétegek összes vastagsága és az ugyanazon terhelés hatására kialakuló keréknyomvályú-mélység között, de ez csak egy bizonyos határig igaz. Ennek a határnak az értéke, természetesen, a kötőanyag nélküli alapréteg minőségétől és az alkalmazott terhelés nagyságától is függ.

6. AZ 5. MUNKABIZOTTSÁG

Az „Utak környezeti hatásvizsgálata” (Assessment of the impact of roads on the environment) tárgyú, az osztrák Haider által vezetett munkabizottság két csoportjának feladatai a következők voltak:

- WT5.1 Különböző gumiabroncstípusok hatása a környezetre (vezetője: a svéd Folkson)
- WT5.2 A új tagállamok jellegzetes burkolattípusainak zajkeltő hatása (vezetője: Haider).

Egyetlen jelentésük, a D7. Környezetterhelési útmutató és ajánlás különböző pályaszerkezetekhez, az új tagállamok útkezelői számára címet viselte.

Osztrák, cseh, svéd, szlovák és szlovén kutatók azt vizsgálták, hogy a különböző felületű útburkolatokon történő közlekedés milyen környezeti terhelést jelent, emellett a járműveknek a romló pálya következtében megváltozott károsanyag-kibocsátási és zajkeltési tendenciáit is mérték és elemezték. Megállapították, hogy a porózus (drén) aszfaltok a legjobb hangelnyelők, míg a rosszul kivitelezett és fenntartott betonpályák keltik a legnagyobb gördülőzajt. A káros anyag kibocsátását nehéz jármű szimulátoros vizsgálatok után svéd utak mellett is vizsgálták. A téli gumiabroncs mészkövézű aszfalton történő haladásakor válik le a pályáról, és kerül a levegőbe a legtöbb finomrész. A legkevésbé szennyezőnek a nyári gumival új betonburkolaton történő közlekedés bizonyult.

7. ÖSSZEFOGLALÓ MEGJEGYZÉSEK

A részben Európai Unió által finanszírozott SPENS-projekt művelése több magyar kutató számára is lehetővé tette, hogy nemzetközi összefogással a kelet-közép-európai régió néhány fontos úti problémájának megoldásához hozzájáruljon. Az egyes

résztermék a pályaszerkezet-méretezéssel, az állapotvizsgálattal, az útfelújítások tervezésével és aszfalttechnológiájával, ipari melléktermékek úti hasznosításával és a közúti környezetvédelemmel függenek össze. A világszínvonalat képviselő, svéd HVS (nehéz jármű szimulátor) alkalmazása több munkacsoport tevékenységének a sikerét elősegítette. A cikk általános áttekintést ad a SPENS-projekt eredményeiről, a 2. munkabizottság tevékenységéről – ahol a szerzők aktívan közreműködtek – valamint bővebben szól.

IRODALOM

- [1] SPENS (Sustainable Pavements for European New Member States) Competitive and Sustainable Growth (GROWTH) Programme. Terms of Reference, 2006.
- [2] SPENS Deliverable D12 Recommendations for traffic equivalency factors. Ljubljana, 2009. 87 p.
- [3] HVS (Heavy Vehicle Simulator). Accelerated load testing in pavements. HVS-Nordic test at VTI Sweden, 2003–2004.
- [4] SPENS Deliverable D16 Guidelines for the selection of the most convenient upgrading systems based on the results of heavy vehicle simulator tests. Linköping, 2009. 82 p.
- [5] Miner, M.A.: Cumulative Damage in Fatigue. Journal of Applied Mechanics, 1945, Vol. 12. Trans. ASME, Vol. 67, pp. A159–A164.
- [6] CEN/TC 227/WG5 N 202 E Rev. 4 – Surface characteristics of road and airfield pavements; Test Method – Part X; Assessment of the skid resistance of a road pavement surface by the use of dynamic measurement systems; CEN, 2007.
- [7] Ducros, D.-M. – Petkovic, L. – Descornet, G. – Berlemont, B. – Alonso, M. – Yanguas, S. – Jendryka, W. – Andren, P.: FILTER Experiment – Longitudinal Analysis; Final report 2001/1, Brussels.
- [8] COST 336 Falling Weight Deflectometer – Final report of the Action, COST Office Brussels, 1998.
- [9] SPENS D13 Systematic decision making methodology on pavement rehabilitation and upgrading. Ljubljana, 2009. 104 p.
- [10] SPENS D9 Long-term performance of reinforced pavements. Linköping, 2009. 61 p.
- [11] SPENS D18 A methodology for testing and implementing selected recycled materials and industrial by-products. Ljubljana, 2009. 48 p.
- [12] Sustainable Pavements for European New Member States. SPENS Summary Report. Brussels, 2009. 31 p.

SUMMARY

THE PROJECT SPENS

The project SPENS partly financed by the European Union has been recently completed with the participation of Hungarian experts. Several findings were given in various design, construction, operation and environmental topics of road pavement structures; the results obtained can be utilized mainly in Central and Eastern Europe.

A MULTIMODÁLIS KÖZLEKEDÉSI TERVEZÉS JELENTŐSÉGE, FELÉPÍTÉSE ÉS ADAPTÁCIÓJÁNAK LEHETŐSÉGEI

MARKOVITS-SOMOGYI RITA¹ – TÖRÖK ÁDÁM² – SIPOSS ÁRPÁD³

1. BEVEZETÉS

A minőségi élet, az emberhez méltó lét mindig is az egyén és az emberi közösségek legfontosabb „indikátora” volt és lesz a történelem folyamán; nincs ez másképp a jelenben sem. Komplex értelmezésben ez egy nagyon bonyolult és sokdimenziós rendszer, amelynek három alapvető része van. Egyrészt a bennünket körülvevő világ – a környezet, amely biológiai szempontból élő és élettelen, ill. keletkezés szempontjából művi és természetes környezetre bontható. Másrészt a társadalom, amely egyszerűen fogalmazva az egyének összességét jelenti, harmadrészt a gazdaság. Ez alapján az élhetőségnek három dimenziója van: gazdasági, szociális és ökológiai. Az egyes dimenziókat nem szabad elkülönítetten kezelnünk, hiszen a teljes és hosszú távon stabil egyensúlyi, vagy egyensúly közeli állapotot csak akkor érhetjük el, ha együttesen szemléljük azokat. Ennek hiányában különféle károk keletkeznek [1].

Multimodális tervezés alatt azt a módszert értjük, amellyel egy konzisztens értékelési rendszer keretei között megítéljük, hogy miként lehetséges optimális módon felosztani a beruházási összegeket az egyes közlekedési módok között, figyelembe véve az összes lehetséges szállítási módot is. Ezen belül cél felmérni azt is, mivel jár a forgalom közútról más közlekedési módokra történő áttérése, továbbá, hogy mi ennek a gazdasági teljesítményre gyakorolt hatása.

Az Egyesült Királyságban egyes városközpontokban rendkívül nagy költségek árán építettek ki az 1990 évek eleje óta számos villamosvonalat a városi torlódások enyhítésére. Olyan villamosvonalakat, amelyeket pár évtizeddel korábban azért számoltak fel, hogy a személyautóknak és buszoknak helyet szorítsanak. Ebből a példából is jól látszik, hogy a multimodális tervezés igen nagy jelentőségű, és minél korábbi időszakban alkalmazzák a fejlesztések rangsorolása során, annál nagyobb előnyöket képes biztosítani [2]. Jelen cikk célja nemzetközi viszonylatban is átfogó képet adni a multimodális tervezés helyzetéről, bemutatni, hogy mely országokban és milyen fejlettségi szinten léteznek ilyen tervezési keretrendszerek. Vázoljuk azt is, hogy hogyan és milyen mértékben lehetséges ezeket a rendszereket más területekre, más országokra adaptálni.

2. A JELENLEGI HELYZET

A PIARC (World Road Association – Utügyi Világszövetség) 1.1 Technikai munkabizottsága (Közlekedési rendszerek gazdasága) kérdőíves felmérést végzett arra vonatkozóan, hogy mely országokban milyen multimodális tervezés folyik. Ennek során arra derült fény, hogy a vizsgált, közel harminc ország többségében vagy létezik vagy jelenleg kidolgozás alatt áll ilyen jellegű értékelő rendszer (1. táblázat). Ezek közül nyolc országban (Amerikai Egyesült

Államok, Egyesült Királyság, Ausztrália, Franciaország, Hollandia, Németország, Norvégia, Svédország) már ma igen fejlett multimodális tervezéssel találkozhatunk. Az öt legjelentősebb multimodális tervező rendszert (Amerikai Egyesült Államok, Egyesült Királyság, Franciaország, Norvégia, Svédország) összehasonlítva észrevehető, hogy közös jellemzőkkel rendelkeznek, mely gyakorlatilag megadja a multimodális tervező rendszerek általánosan elfogadható felépítését:

- tartalmazza a projekt által kitűzött célok vagy megoldani kívánt problémák meghatározását,
- tartalmaznak egy adott módszert a fenti probléma lehetséges megoldási lehetőségeinek feltérképezéséhez,
- a tervezett megoldási változatok megvitatásába bevonják a közvéleményt,
- a közlekedési kereslet előrebecsléséhez rendelkeznek számítógépes forgalommodellezési módszerrel,
- tartalmaznak értékelési szempontrendszert, amellyel értékelhető a projekt várható hatása,
- tartalmaznak értékelő módszert a költségek és a hasznok pénzben történő számszerűsítésére;
- rendelkeznek döntés-előkészítő keretrendszerrel az értékelési szempontok összehasonlítása céljából.

Az 1. táblázat a kidolgozott vagy kidolgozás alatt lévő multimodális tervező rendszert alkalmazó országokat és az alkalmazás szintjeit tartalmazza.

A vizsgált öt ország közül háromban következetesen és a tervezés minden szintjén (tehát nemzeti, regionális, szubregionális, projekt szinten és a közlekedési folyosók szintjén is) alkalmazzák a multimodális értékelést a tervezésben, míg a többi ország többségében inkább csak nemzeti vagy legfeljebb regionális szinten használják. Általánosságban elmondható, hogy a fent leírt döntéstámogató eljárás leggyakoribb alkalmazási területe annak az ellenőrzése, hogy az adott projekt megfelel-e a nemzeti irányelveknek.

3. A MULTIMODÁLIS TERVEZÉS SZERKEZETE ÉS LEHETŐSÉGEK A HAZAI ALKALMAZÁSRA

A következőkben részletesen foglalkozunk a multimodális értékelés felépítésével (1. ábra), külön tekintettel azokra a szempontokra, amelyeket egy esetleges adaptáció esetén figyelembe kell venni.

3.1. A CÉLOK MEGHATÁROZÁSA

A multimodális tervezés első lépése a célok vagy a megoldani kívánt problémák meghatározása. Ha áttekintjük a nemzetközi példákat, láthatóvá válik, hogy a tervezés minden szintjén alkalmazott hosszú távú célok között sok átfedés található. Ilyen például a környezetvédelem, a biztonság, a gazdasági hatékonyság, az akadálymen-

¹ PhD-hallgató, BME Közlekedésgazdasági Tanszék; e-mail: r.somogyi@kgazd.bme.hu

² Tudományos munkatárs, KTI Közlekedésgazdasági Tagozat, Utügyi Világszövetség, A közúti rendszer gazdasági és társadalmi fejlesztése munkabizottság rendes tagja; e-mail: torok.adam@kti.hu

³ A KKK Díjstratégiai Iroda vezetője, Utügyi Világszövetség, A közúti rendszer gazdasági és társadalmi fejlesztése munkabizottság levelező tagja; e-mail: siposs.arpad@kkk.gov.hu

1. táblázat: Kidolgozott vagy kidolgozás alatt lévő multimodális tervező rendszert alkalmazó országok és az alkalmazás szintjei [2]

	Ország	Stratégiai	Regionális	Szubregionális	Közlekedési folyosó	Projekt
1.	Ausztrália	+	+	+	+	+
2.	Ausztria	+	–	–	–	–
3.	Banglades	+	+	+	+	+
4.	Brazília	+	+	+	+	+
5.	Cseh Köztársaság	–	–	–	+	+
6.	Dél-Afrikai Köztársaság	+	+	+	+	–
7.	Egyesült Királyság	+	+	+	+	+
8.	Finnország	+	+	+	+	+
9.	Franciaország	+	+	+	+	+
10.	Hollandia	+	+	+	+	+
11.	India	–	–	–	–	–
12.	Írország	+	+	+	+	+
13.	Kanada-Québec	+	+	–	+	+
14.	Magyarország	+	+	+	+	–
15.	Németország	+	+	+	+	+
16.	Norvégia	–	–	–	+	+
17.	Olaszország	+	–	–	+	+
18.	Portugália	+	+	–	–	–
19.	Spanyolország	+	+	+	–	–
20.	Svédország	+	+	–	+	+
21.	Szlovákia	+	–	–	+	–
22.	Új-Zéland	–	+	+		+
23.	USA	+	+	+	+	+

tesség, az integráció és a regionális fejlesztés. Ezek a célok fognak később visszaköszönni az értékelési kritériumrendszer kialakításánál, hiszen ezek alapján kell majd meghatározni azokat a konkrét mutatókat, amelyeket értékelni is lehet. Lényeges, hogy az összes érdekelt fél magáénak érezze, ajánlatos komplex multimodális tervezés esetén ezen célkitűzéseket akár kormányzati szinten kialakítani. Ha egyszerűbb rendszert kívánunk bevezetni, akkor viszont e lépés átültetése nem jelent nagy nehézséget, hiszen e célokat könnyű más forrásokból (más országok gyakorlatából) adaptálni.

3.2. A LEHETŐSÉGEK FELTÉRKEPEZÉSE ÉS A LAKOSSÁG BEVONÁSA

A projekt lehetséges variációinak feltárása azért kulcsfontosságú, mert ha az elején kimaradnak vagy tévesen kerülnek meghatározásra a rendelkezésre álló lehetőségek, akkor akár az egész projekt is vakvágányra futhat. Az Egyesült Királyságban minden esetben kötelező – még ha nem is túlzottan részletekbe menően – az alternatívák feltárása, különben nem fogadják el az üzleti tervet.

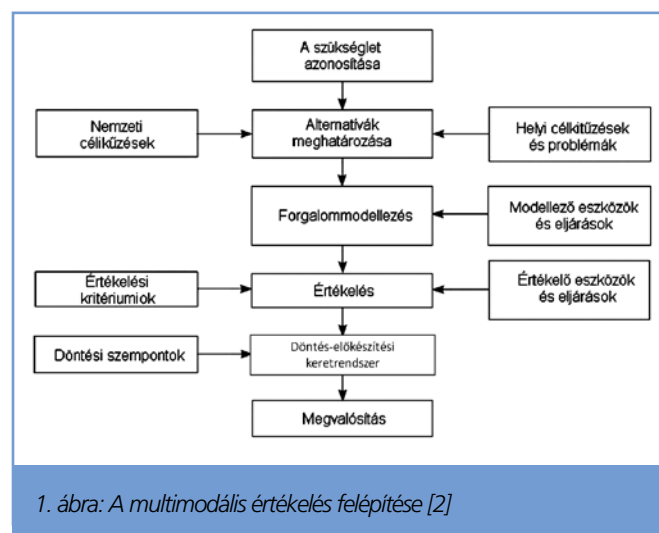
A lehetőségek keresése és az érdekelt felek véleményének kikérése adott esetben össze is fonódhat. Az Egyesült Államokban a közösség bevonásának egyik lépése kiszűrni azokat a lehetőségeket, amelyeket biztosan nem kell tovább vizsgálni; így a későbbiekben csak a valóban életképes javaslatokra koncentrálnak.

3.3. FORGALOMMODELLEZÉS

A forgalommodellezés általában a hagyományos néglépéses modellt (forgalomkeltés, szétosztás, megosztás, ráterhelés) használja a kereslet meghatározására, mégis a megoldandó

problémától függően nagy eltérések vannak az egyes megoldások között. Amikor stratégiai tervezésről van szó, akkor a célnak jobban megfelelő, egyszerűbb közlekedési modelleket alakítanak ki a forgalom nemzeti növekedési arányainak becslésére és az egyes közlekedési módok részarányának felmérésére.

A hálózati modell a háztartásokra vonatkozó vagy egyéb közlekedési adatok alapján egy adott térség közlekedési rendszerét szimulálja. Ez nagymennyiségű bemenő adatot igénylő, lassú eljárás; legfeljebb regionális szinten használható és kevés az igazán multimodális modellezési alkalmazás (jó ellenpélda



1. ábra: A multimodális értékelés felépítése [2]

lehet az EMME/2).

Végül a mikroszimuláció egy legfeljebb száz négyzetkilométeres területen lezajló forgalmat modellez, az összes közlekedési módot felöleli és akár még az egyedi járműveket, valamint a gyalogosokat is tartalmazhatja [5], [6]. Ennek eszköze lehet például a VISUM vagy a PARAMICS.

A forgalommodellezési eljárások másik csoportosítási lehetősége, ha azt tekintjük, hogy „gyári” vagy saját fejlesztésű rendszert alkalmaznak. Az előbbire példa az EMME/2, a TRIPS, a TRANSCAD vagy a STAN, ezeket vagy ezek továbbfejlesztett változatát számos ország használja és feltehetőleg ezeket könnyebb is átültetni más országokra. Ezzel szemben egyes országok, például Franciaország viszont a saját igényeinek megfelelően fejlesztett ki rendszert a forgalommodellezés feladatának megoldására. Ez utóbbira egyes hazai tanácsadó cégeknél is találhatunk példákat (Netwinfo, Transway, Transurs). Általában ezeket az egyedi modelleket nehezebb is átültetni más térségekre.

3.4. AZ ÉRTÉKELÉSI KRITÉRIUMOK

Az értékelési kritériumok alapvetően minden országban hasonlóak és két nagy csoportra bonthatók: a monetarizálható és a nem monetarizálható szempontok csoportjára. Előbbiek közé tartozik általában a környezetszennyezés (zajterhelés és légszennyezés), a balesetek száma, a gazdasági hatékonyság és esetenként a teremtetett munkahelyek száma, valamint a közlekedés minőségének változása. A gazdasági hatékonyságon belül azt vizsgáljuk, hogy a közlekedési hatékonyság növekedése hogyan hat az utazási időre és a jármű-üzemeltetési költségekre.

A nem monetarizálható mutatók közé tartozik a környezet egyéb változása (a tájkép, városkép, a természeti környezet megváltozása vagy a kulturális örökséget érintő változások), a jogellenes cselekményekkel szembeni védettség, a regionális fejlesztés, az akadálymentesítés kérdése, az integráció és egyéb társadalmi hatások.

Vonzó lehet, egy a valóság minél pontosabb visszaadása céljából igen komplex kritériumrendszert kialakítani, azonban lényeges, hogy ne vegyünk fel olyan mutatókat, amelyeknek nincs hatása, vagy legfeljebb csak csekély hatása van a döntési eljárásra. A rendszer kevésbé fejlett országokban történő adaptációja esetén gondolni kell az olyan kritériumok felvételére is, amelyek a szegénység enyhítését és a fejlődés egyéb mutatóit is értékeli.

3.5. A KÖLTSÉGEK ÉS HASZNOK SZÁMSZERŰSÍTÉSE

A költségek és hasznok monetarizálására általában jól megalapozott és széles körben elfogadott módszerek léteznek. A probléma megoldására a különböző országokban többnyire saját költség-haszon elemző szoftvert alkalmaznak. Ezek közvetlenül felhasználják a közlekedési modell eredményeit, és így értékelik a járművek üzemeltetési költségeinek, a közlekedési időnek és a balesetek számának változását. A költségtételek meghatározásakor célszerű olyan közlekedésköltség-menedzsment vagy kontrolling rendszereket használni, amelyek kellő részletességgel és megfelelő differenciáltsággal képesek a hatékonysági értékelések alapinformációit előállítani – mérsékelve a szimpla átlagolásból adódó torzulásokat [3].

Amennyiben a hozzá alapot jelentő forgalommodellezési rendszer adaptálása nem jelent problémát, úgy a költségek és hasznok számszerűsítését végző modell könnyen átültethető más országok gyakorlatába. Erre példát is találunk, az angol TUBA

modellt Szlovéniában sikerrel adaptálták.

A nehezen számszerűsíthető externális hatások monetarizálására a hagyományos költség-haszon elemzéseken túlmutató általános számítható gazdasági egyensúlyi modellek nyújtanak korszerű megoldást [4] (SCGE-Spatial Computable General Equilibrium Models). Az externális területi, gazdasági és közlekedési költség-haszon tételek (pl.: területfejlesztő hatás) modellezésére számos országban alkalmaznak nemzeti SCGE modellt (pl.: Hollandia – RAEM).

3.6. A DÖNTÉSI ELJÁRÁS

A döntéshozás keretei változóak: bizonyos országokban súlyozott táblákat hoznak létre, míg máshol súlyozás nélkül, különválasztva, egy mátrixban tüntetik fel az összes hatás értékét. Az angol modell például súlyozás nélkül, egyetlen egyoldalas összefoglalóban adja meg a 21 kritérium értékét, és a döntéshozóra bízta a monetarizálható és nem monetarizálható szempontok összehasonlítását, tehát a döntés-előkészítési eljárás nem dönt a döntéshozó helyett.

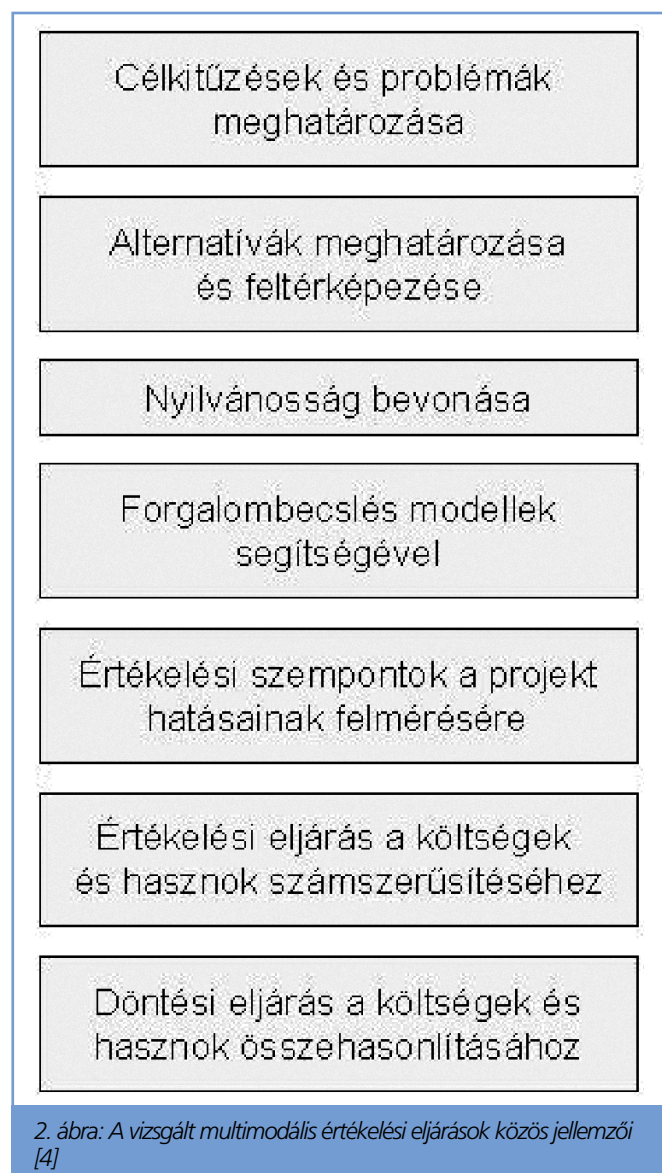
A döntés-előkészítési folyamatot át lehet ültetni a maga komplexitásában is más térségek gyakorlatára, azonban egyszerűbb formája is alkalmazható, amennyiben a gazdaságossági szempontok azt igénylik. Ezen lépés szerényebb adaptációja a kevésbé fejlett országokban könnyen lehetséges egy egyszerűbb kritériumrendszer vagy akár csak egyetlen kritérium – a közlekedési hatékonyság – kijelölésével, de figyelni kell arra, hogy a környezeti és társadalmi hatások legalább az említés szintjén megjelenjenek benne.

4. ÖSSZEFOGLALÁS ÉS TOVÁBBI LEHETSÉGES KUTATÁSI IRÁNYOK

Gazdaságilag egyetlen egy ország sem engedheti meg magának, hogy ne alkalmazza a multimodális értékelés módszerét a közlekedési projektek megvalósítása előtt, hiszen ezzel az eszközzel a tervezés korai fázisában lehet az irreverzibilis döntéseket a pénzügyi és externális hatásokat is tekintetbe véve megalapozni. Ezt mutatja az is, hogy a PIARC által vizsgált harminc ország több mint felében már ma is alkalmaznak korszerű vagy kidolgozás alatt lévő multimodális értékelő rendszereket. A vizsgálat alapján megállapítható, hogy ezek az alkalmazott eszközök sok hasonlóságot mutatnak, és ezek a párhuzamosságok egyben a multimodális tervezés gerincét adják, ez látható összefoglalva a 2. ábrán.

A vizsgálat azt is mutatja, hogy nincsenek olyan egyszerű forgalommodellezési megoldások, amelyeket a kevésbé fejlett országok költség-hatékonyan alkalmazni tudnának. Azt látjuk ugyanis, hogy a vizsgált országokban használt modellek nagy mennyiségű bemenő adatot, az adott forgalmi rendszer alapos ismeretét felélelezik, ezek meghatározására és feltérképezésére a kevésbé fejlett országokban nincs meg a szükséges erőforrás. Célszerű lenne tehát olyan forgalommodellezési eljárásokat kidolgozni, amelyek ezeket a korlátozó tényezőket, továbbá a kevésbé fejlett országokban nagy jelentőséggel bíró gazdaságfejlesztési kérdéseket nagyobb hangsúllyal figyelembe veszik.

Ki kellene dolgozni egy egyszerű költség-haszon elemző modellt, amely könnyen átültethető a különböző közlekedési forgatókönyvekre és a különféle országok viszonyaira. A közúti közlekedés sajátosságait figyelembe vevő, már létező, HDM-4 elnevezésű módszer elvben kiterjeszthető a többi közlekedési módra, azonban ez már önmagában is eléggé komplex. Véleményünk szerint célszerűbb lenne egy táblázatokkal dolgozó, új fejlesztésű modellt megalkotni.



Megfontolásra javasoljuk továbbá egységes irányelvek kidolgozását a multimodális tervezéshez, hogy így az országok ezeket követve hozhassák létre a multimodális értékelési keretrendszerüket.

Végül a módszerben rejlő előnyök számszerűsítésével célszerű lenne a kevésbé fejlett országokat arra ösztönözni, hogy – amilyen hamar csak lehetséges – alkalmazzák a multimodális értékelést.

HIVATKOZÁSOK

- [1] Kneip R.: Településpolitikai-településtervezés-településfejlesztés, 2008., p. 243–248.
- [2] PIARC Technical Commity C 1.1. Road System Economics: Recommendations for Users in the Application of Multi-Modal Appraisal Systems, 2009
- [3] Bokor Z.: Elaborating Cost and Performance Management Methods in Transport. Promet – Traffic&Transportation, 2009, Vol. 21 No. 3 p. 217–224.
- [4] Török Á.: A komplex urbánus környezet modellezésének korszerű módszerei. Városi Közlekedés, 2007, XLVII. évfolyam, 5. sz., p. 291–297.
- [5] Juhász J.: Közúti forgalomszimulációs modellek, VÁROSI KÖZLEKEDÉS, 1991, XXXI. évfolyam, 4.sz., p. 197–199.
- [6] Juhász J., Munkácsiné Lengyel E.: Útvonalválasztás az aktuális közlekedési információk felhasználásával, Városi Közlekedés, 2008, XLVIII. évfolyam, 3. szám p.137–141.

SUMMARY

IMPORTANCE, STRUCTURE AND ADAPTATION OF MULTI-MODAL TRANSPORT PLANNING METHODS

The development of transport system can be evaluated with multimodal appraisal (MMA) techniques at various stages of the planning process. The majority of systems use multiple criteria for assessment, the most commonly used of which are environment, economic efficiency, safety and accessibility. They are most commonly applied at project level, but also widely carried out at strategic and regional level; appraisal is less common at sub-regional and corridor level. Policy makers should use multimodal appraisal when creating national and regional plans and at the implementation stage to ensure that projects satisfy national guidelines. The paper focuses on the common properties of MMAs on the basis of international examples.

KÉZIRATOK TARTALMI ÉS FORMAI KÖVETELMÉNYEI

A megjelentetésre leadott kéziratokat – ha azok témája illeszkedik a szakfolyóirat profiljához - a szerkesztőség lektoráltatja, ill. bírálattal. A bírálatot az erre kijelölt szerkesztőbizottsági tag, vagy a felelős szerkesztő által felkért külső szakértő végzi.

Az értékelés szempontjai:

- az eredmények újdonságértéke tudományos és/vagy gyakorlati szempontból;
- a kidolgozás színvonala;
- formai elemek (stílus, nyelvezet, szerkezet, felépítés, illusztráltság).

A bíráló szükség szerint javaslatokat ad a cikk kiegészítésre, ill. átdolgozásra. Ezeket a szerkesztőség juttatja el a cikk szerzőjéhez. A szerző ez alapján korrigálja a kéziratot, majd visszajuttatja azt a szerkesztőségnek.

(szerk.)

TERVEZETT ÚTÜGYI MŰSZAKI ELŐÍRÁSOK 2010-BEN

ÚT 2-1.114	04.02.11	Közúti jelzőtáblák. A jelzőtáblák megtervezése, alkalmazása és elhelyezése
ÚT 2-1.119	04.05.12	Közüton folyó munkák elkorlátozása és ideiglenes forgalomszabályozása
ÚT 2-1.124	04.02.12	Közúti jelzőtáblák. A feliratok betűi, számjegyei és írásjelei
ÚT 2-1.125	04.02.21	Közúti jelzőtáblák. Veszélyt jelző táblák és jelképek
ÚT 2-1.126	04.02.22	Közúti jelzőtáblák. Áthaladási elsőbbséget szabályozó jelzőtáblák és jelképek
ÚT 2-1.127	04.02.23	Közúti jelzőtáblák. Tilalmi jelzőtáblák és jelképek
ÚT 2-1.128	04.02.24	Közúti jelzőtáblák. Utasítást adó jelzőtáblák és jelképek
ÚT 2-1.129	04.02.31	Közúti jelzőtáblák. Különleges szabályokat jelző táblák és jelképek
ÚT 2-1.130	04.02.25	Közúti jelzőtáblák. Tájékoztató jelzőtáblák és jelképek
ÚT 2-1.131	04.02.32	Közúti jelzőtáblák. Útbaigazító és utaló jelzőtáblák és jelképek
ÚT 2-1.157	04.02.13	Közúti jelzőtáblák. Az útbaigazító jelzőtáblák megtervezése, alkalmazása és elhelyezése
ÚT 2-1.132	04.02.26	Közúti jelzőtáblák. Kiegészítő jelzőtáblák és jelképek
ÚT 2-1.161	04.04.12	Közúti visszatartó rendszerek I. A biztonsági korlátok feltartóztatási fokozatai
ÚT 2-1.164		Közúti fénytörő elemek, szerkezetek elhelyezési feltételei
ÚT 2-1.202	06.03.13	Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése
ÚT 2-1.203	03.04.11	Kerékpárforgalmi létesítmények tervezése (A KTSZ kiegészítése)
ÚT 2-1.206	03.03.11	Körforgalmú csomópontok tervezése (A KTSZ kiegészítése)
ÚT 2-1.403	07.05.11	Közúti visszatartó rendszerek II. Hídkorlátok
ÚT 2-1.502	06.03.11	Kerékpárutak, gyalogutak és járdák pályaszerkezete
ÚT 2-2.202	07.04.11	Közúti hidak korrózióvédelme III. Acélszerkezetek védelme
ÚT 2-2.206	07.04.13	Közúti hidak korrózióvédelme II. Kész betonszerkezetek
ÚT 2-2.401	08.03.11	Szórósó. Technikai nátrium-klorid
ÚT 2-3.301-1	05.02.11	Útépitési aszfaltkeverékek. Aszfaltbeton (AC)
ÚT 2-3.301-2	05.02.12	Útépitési aszfaltkeverékek. Aszfaltbeton nagyon vékony rétegekhez (BBTM)
ÚT 2-3.301-5	05.02.13	Útépitési aszfaltkeverékek. Zúzalékvázmasztxiaszfalt (SMA)
ÚT 2-3.301-6	05.02.14	Útépitési aszfaltkeverékek. Öntöttaszfalt (MA)
ÚT 2-3.302	06.03.21	Út-pályaszerkezeti aszfaltretegek. Építési feltételek és minőségi követelmények

TERVEZÉSI ÚTMUTATÓK

Betonburkolatú és kompozitburkolatú útpályaszerkezetek
Szigetelés és aszfaltburkolat nélküli NSZ-NT betonból készülő hídfelszerkezetek tervezése és építése
Téglaboltozatos közúti hidak tervezése, építése, fenntartása
A közúti közlekedési zaj csökkentése zajárnyékoló létesítményekkel és úttervezési módszerekkel. Zajtérképek
Közterületek tervezése

Magyar Útügyi Társaság
Publikációs bizottsága

HIRDETÉS



A BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM (BME)
KÖZLEKEDÉSMÉRNÖKI KARA

2010 szeptemberében a bolognai képzéshez igazodva,
megújult formában indít szakirányú továbbképzést a

másfél éves ALAPSZINTŰ KÖZLEKEDÉSI GAZDASÁGI SZAKMÉRNÖK SZAKON

BSc, ill. főiskolai végzettséggel rendelkező mérnökök részére és a

kétéves MESTERSZINTŰ KÖZLEKEDÉSI GAZDASÁGI SZAKMÉRNÖK SZAKON

MSc, ill. egyetemi végzettséggel rendelkező mérnökök részére.

A kitűnő minősítésű, akkreditált szakirányú képzések a közlekedés, a logisztika, a szállítmányozás különböző szakterületein dolgozók számára biztosítanak operatív, illetve stratégiai szintű vezetési feladatok ellátásához szükséges gazdasági, vállalkozói, marketing, pénzügyi, számviteli, humánpolitikai, döntésmódszertani, fuvarjogi és egyéb ismereteket.

A hallgatók az alábbi menedzsment szakirányokból választhatnak
(a szakirány beindításához legalább tíz fő jelentkezése szükséges):

- általános közlekedés
- vasúti közlekedés
- közúti közlekedés
- légi közlekedés
- logisztika és szállítmányozás

Mindkét képzés záróvizsgával, diplomafeladat-készítéssel és annak megvédésével zárul.
A diplomamunka megvédése után a hallgatók

**ALAPSZINTŰ KÖZLEKEDÉSI GAZDASÁGI SZAKMÉRNÖK, ill.
MESTERSZINTŰ KÖZLEKEDÉSI GAZDASÁGI SZAKMÉRNÖK**
szakirányú szakképzettséget igazoló diplomát kapnak.

A kedvező árú (a tandíj félévente 280 ezer forint), kredit rendszerű képzés keretében a korábban megszerzett mérnöki ismeretek folyamatos munkavégzés mellett, egyéni igényekhez illesztett, rugalmas formában, eurokompatibilis szakirányú ismeretekkel egészíthetők ki, frissíthetők, ill. korszerűsíthetők.

Jelentkezés folyamatos, határidő: 2010. március 31.

INFORMÁCIÓ:

- Prof. Dr. Tánczos Lászlóné, a szak vezetője (ktanczos@kgazd.bme.hu)
- Uracsné Szatényi Krisztina, szakfelelős a Dékáni Hivatalban
(Tel.: (1)463 1068; fax: (1)463 3550; ukrisztina@kozlek.bme.hu; www.kozlek.bme.hu)
- Dr. Bokor Zoltán egyetemi docens, a szakot irányító Közlekedésgazdasági Tanszék vezetője (zbokor@kgazd.bme.hu; www.kgazd.bme.hu)

700 Ft