



58. ÉVFOLYAM
3-4. SZÁM

KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

2008. ÁPRILIS

FELELŐS KIADÓ
Dr. Csepi Lajos

FELELŐS SZERKESZTŐ
Dr. Koren Csaba

SZERKESZTŐK
Dr. Gulyás András,
Rétháti András,
Dr. Tóth-Szabó Zsuzsanna

CÍMLAP FOTÓ
A 2007. őszi közúti biztonsági audit
tanfolyam egyik helyszíné

KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE
Alapította a Közlekedéstudományi
Egyesület.
A közlekedésépítési és mélyépítési
szakterüle mérnöki tudományos
havi lapja.

HUNGARIAN REVUE OF ROADS
AND CIVIL ENGINEERING
INDEX: 25 572 ISSN: 1719 0702

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, tothzs@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.



TARTALOM

DR. AMBRUS KÁLMÁN – DR. GÁSPÁR LÁSZLÓ – DR. KELETI IMRE –
DR. PALLÓS IMRE

A pályaszerkezet-rehabilitáció lehetséges megoldásai az M0-s útgyűri
déli szektorában az autópályává fejlesztés keretében

1

URECZKY JUDIT – TÓTH CSABA

A hőmérséklet teherbírásra gyakorolt hatásának vizsgálata

9

DR. FLEISCHER TAMÁS

Az elérhetőség mérése példákkal

15

MOCSÁRI TIBOR

A közúti biztonsági audit szerepe az útügyi adminisztrációban

23

DR. RIGÓ MIHÁLY

Sebességszabályozás és sebességbetartatás a 43-as úton

27

FISCHER SZABOLCS

A hazai vasúttervezési előírások európai megfelelése

30

A PÁLYASZERKEZET-REHABILITÁCIÓ LEHETSÉGES MEGOLDÁSAI AZ M0-S ÚTGYŰRŰ DÉLI SZEKTORÁBAN AZ AUTÓPÁLYÁVÁ FEJLESZTÉS KERETÉBEN

DR. AMBRUS KÁLMÁN¹, DR. HABIL. GÁSPÁR LÁSZLÓ², DR. KELETI IMRE³, DR. PALLÓS IMRE⁴

1. ELŐZMÉNYEK

A Nemzeti Autópálya Zrt.⁵ 2006 végén az M0-s útgyűrű déli szektorának autópályává fejlesztésére irányuló tervezési munkákhoz kapcsolódóan megbízta a KTI Kht.-t a déli szektor autói kiépítésű szakaszán az útpályaszerkezet felülvizsgálatával. Alapvető kívánalom volt, hogy a vizsgálat végeredménye olyan tervezési diszpozíció legyen, amelynek alapján a déli szektor autói kiépítésű szakaszának útpályaszerkezetét oly módon újítsák fel, hogy az az autópályává fejlesztés egységes rendszerébe – műszaki megoldása és a megvalósítás ütemezése tekintetében – beilleszthetővé váljék.

A megbízás szerinti K+F munka végrehajtásához a KTI Kht. munkacsoportot szervezett⁶. A Megrendelő Szilasi László (NIF Zrt.) és Kovács Attila (ÁAK Zrt.) urat jelölte ki konzulensnek. A következőkben a K+F munka menetéről és eredményeiről számolunk be.

2. A KUTATÁS-FEJLESZTÉSI TÉMA CÉLKITŰZÉSEI

A K+F munka témája: tervezési diszpozíció kidolgozása az M0-s útgyűrű déli szektorában, az M1-es autópálya és az 51. út között, irányonként 2-2 forgalmi sávval működő autót pályaszerkezetének rehabilitációjára. Az EU Kohéziós Alapjával támogatott Közlekedési Operatív Program (KözOP) keretében:

- az autót 2x3 forgalmi sávú autópályává fejlesztik,
- a jelenlegi autós szakasz ennek az autópályának a 0,0 és a 12,5 km szelvény között a jobb, a 12,5 és a 23,2 km szelvény között pedig a balpályája lesz,
- az autópálya bal pályáját alkotó forgalmi sávok és leállósáv átvezetésére mind a Hárosi Duna-híd, mind a Soroksári Dunaág-híd mellett új hidak épülnek.

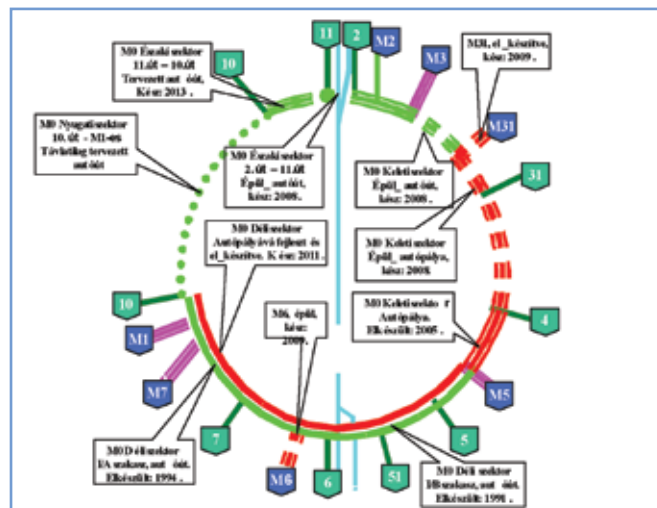
A rehabilitációnak ki kell terjednie a meglévő Hárosi Duna-híd, a soroksári Dunaág-híd, az összes többi felüljáró műtárgy, valamint a folyópálya útpályaszerkezeteire, szükség szerint az alattuk levő földműre is.

A rehabilitáció célkitűzése: a jelenleg autóként működő pályaszakasz olyan állapotba hozása, amely garantálja, hogy az autópálya annak 40 éves tervezési időszakában egységes szolgáltatási színvonalon működhessen. Figyelemmel arra, hogy a 0,0 és a 12,5 km szelvények közötti rész a későbbi autópálya jobb pályája, a 12,5 km és a 23,2 km szelvény között pedig a bal pályája lesz, ezek a műveletek az autópályává fejlesztés II. ütemének foghatók fel. Csúpnak ennek elkészülte után érheti el az útszakasz a 2x3 forgalmi sávú autópálya szolgáltatási színvonalát.

E szolgáltatási színvonalhoz tartozó pályaszerkezet megtervezéséhez a jelenlegi autót pályaszerkezetének állapotát meg kellett ismerni, majd ezek eredményei alapján pályaszerkezeti rehabilitációs változatokat lehetett kidolgozni. Ezekből kiválasztható volt a műszakilag és gazdaságilag egyaránt optimális megoldás, és ki lehetett a tervezési diszpozíciót dolgozni, amelyre alapozva a tervező a majdani autópálya jelenleg autóként működő részén olyan pályaszerkezetet tervezhet, amely az autópályától elvárható szolgáltatási színvonalnak megfelel.

4. AZ AUTÓÚT ÉPÍTÉSI, FENNTARTÁSI ÉS ÜZEMELTETÉSI TÖRTÉNETE

Az M0-s útgyűrűnek (1. ábra) elsőként, 1987 és 1994 között a 29 km-es hosszúságú déli szektora épült meg, az 1. és a 2. táblázat szerinti két ütemben, a Világbank által nyújtott hitelt is igénybe véve. Az eredeti tervek szerint, 14,5 m-es burkolat- és 18,5 m-es koronaszélességgel a folyópálya egy későbbi 2x3 forgalmi sávú autópálya egyik pályáját képezi majd. Ez így 2x2x3,5 m szélességű forgalmi sávok kialakítását tette lehetővé, középen 0,5 m-es szélességű elválasztó sávval, jobbról és balról 0,3 m-es biztonsági sávval és 1,7 m-es padkával (2. ábra).



1. ábra Az M0-s körgyűrű déli szektora, valamint folyamatban lévő és tervezett kiépítésének sémája

Az autóúton a forgalom már közvetlenül az átadás után a vártnál gyorsabban fejlődött, és 2006-ra a 3. táblázat szerinti jellemzőket mutatta. Erre a jelenségre és annak a pályaszerkezet állapotára gyakorolt hatásaira már 1996-ban felhívta a figyelmet az

¹ okleveles mérnök, egyetemi adjunktus, BME Út és Vasútéptérségi Tanszék

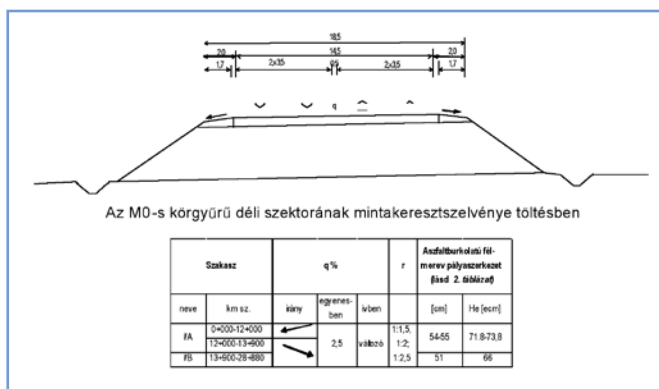
² okleveles mérnök, okleveles gazdasági mérnök, kutató professzor, Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft, egyetemi tanár, Széchenyi István Egyetem

³ okleveles mérnök, okleveles gazdasági mérnök, egyetemi doktor, az ORKA Mérnöki Tanácsadó Kft. ügyvezetője

⁴ okleveles vegyészmérnök, egyetemi doktor, címzetes egyetemi docens, BME Út és Vasútéptérségi Tanszék

⁵ 2007. január 1-je óta Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. (NIF Zrt.)

⁶ A munkacsoport: KTI Kht., BME Építőanyag és Mérnökögeológiai Tanszék, BME Út és Vasútéptérségi Tanszék, ORKA Mérnöki Tanácsadó Kft.



2. ábra Az M0-s körgyűrű déli szektorának mintakeresztzelvénye töltésben

egyik Útügyi Napokon elhangzott előadás, amely a lapunkban is megjelent [1]. A közútkezelő az M0-s útgűrű déli szektorában, a haladó sávokon 1995-ben már olyan mértékű nyomvályú-képződést regisztrált, hogy nem halogathatta tovább a beavatkozást. A javítási munkák napjainkig évenkénti feladattá váltak, és első-sorban a nyomvályúk megszüntetését célozták, e munkák során jelentős forgalmi torlódásokat is okozva [2].

5. AZ AUTÓPÁLYÁVÁ FEJLESZTÉS TERVEZÉSI JELLEMZŐI, ÜTEMEZÉSE

A Budapestet elkerülő M0-s útgűrű a magyarországi gyorsforgalmi úthálózat kiemelten fontos részeként – elkészülte után – térbeli sorrendben az M1-es, az M7-es, az M6-os, az M5-ös, az M4-es, az M31-es, az M3-as és az M2-es autópályát, valamint az 1., a 7., a 6., az 51., az 5., a 4., a 31., a 3., a 2., a 11. és a 10. utat köti össze. Ez a gyorsforgalmi útgűrű teremt kapcsola-

1. táblázat Az M0-s körgyűrű déli szektorában az építés története

Szakasz							
száma	neve	hossza, kereken [km]	nagyhidjai		csomópontjai		építési időszaka
			neve	hossza, kereken [m]	sorszáma	neve	
I/B	6. út - M5-ös	14	Hárosi Duna-híd	770	6.	M0 / 6-os főút	1987-1990
					7.	Halásztelek	
					8.	Szigetszentmiklós	
			Soroksári Duna-ág-híd	500	9.	M0 / 51	
					10.	M0 / 5	
I/A	M1-es – 6. út	15	Dulácska völgyhíd	213	1.	M0/M1	1991-1994
					2.	M0/CORA	
					3.	M0/M7	
					4.	M0/70	
					5.	Nagytétény (M0/M6)	

2. táblázat A tervezett és a megépült félmerev útpályaszerkezetek a főpályán

Szakasz száma	rétegeinek neve	Útpályaszerkezet						Építési időszak
		tervezett			megépült			
		jele	vastagsága		jele	vastagsága		
			[cm]	[ecm]		[cm]	[ecm]	
I/A	Aszfalt kopóréteg	ÉHA-20	4	8,8	SM-12	4	8,8	1992-1994
	Aszfalt kötőréteg	HAK-16	5	11,0	HAK-16	5	11,0	
	Aszfalt felső alapréteg	JU-35	6	12,0	JU-35	6	12,0	
	Aszfalt alsó alapréteg	JU-20	4-5	8,0-10,0	JU-20	4-5	8,0-10,0	
	Felső alapréteg	CK ₁	15	18,0	CK ₁	15	18,0	
	Alsó alapréteg	M-20, M-50	20	14,0	M-20	20	14,0	
	Összesen			54-55	71,8-73,8		54-55	
Védőréteg	H.kavics	30		H.kavics	30	0		
I/B	Aszfalt kopóréteg	ÉHA-20	4	8,8	ÉHA-20	4	8,8	1989-1990
	Aszfalt kötőréteg	HAK-20	6	13,2	HAK-20	6	13,2	
	Aszfalt alapréteg	JU-35	6	12,0	HAK-12	4	8,0	
	SAM réteg aszfaltból				ZAB-5	2	4,0	
	Felső alapréteg	CK ₁	15	18,0	CK ₁	15	18,0	
	Alsó alapréteg	M-20	20	14,0	M-20	20	14,0	
	Összesen			51	66,0		51	
Védőréteg	H.kavics	30	0	H.kavics	30	0		

3. táblázat A déli szektor forgalomfejlődése

M0-s körgyűrű-szakasz			Forgalomfejlődés a forgalomba helyezés éve és 2006 között		A nehézforgalom aránya [%]		
I/A	0+000-13+794 km sz., az M1-es és a 6. út között	1994	3,1-szeres	4,3-szoros	21	35 (2000)	29
I/B	13+794-29+000 km sz., a 6. út és az M5-ös között	1991	6,5-szörös	7,5-szörös	20	28 (1998-1999)	22

tot a IV. és az V. számú TEN-T folyosók magyarországi szakaszai között, illetve innen ágazik ki az V/B. és a V/C. TEN-T folyosó is. Az M1-es és az M5-ös autópálya közötti déli szektor autótúti kiépítéséről annak idején Kormányhatározat döntött, az autópályává bővítéséről szintén Kormány-határozat és az azt megerősítő Autópálya-törvény rendelkezik [3] [4].

A meglévő és a 2x2 sávós autótútként működő, de a majdani 2x3 forgalmi sávós autópálya félpályájának igényével kiépített déli szektor autópályává fejlesztését célul kitűző projekt tartalmazza:

- 23,2 km-nyi hosszón a 2x3 forgalmi sávós autópályává bővítést, a meglévő 2x2 sávós, autótútként működő pálya felhasználásával,
- 6,3 km-nyi szakaszon, új nyomvonalon vezetett 2x2 sávós, a későbbiek során 2x3 sávós autópályává fejleszhető autótútszakaszt,
- a 770 m-es hosszúságú új Hárosi Duna-hidat és a 500 m-es hosszúságú új Soroksári Dunaág-hidat.

A tervezési jellemzőket a 4. táblázat mutatja be.

Az autópályává fejlesztést 2008-ban tervezik megkezdeni. A forgalomba helyezésre 2011-re lehet számítani. Ezután következhet a jelenlegi autótú – beleértve a nagyhidakat – szaka-

4. táblázat Az autópályává fejlesztés tervezési jellemzői

Sza- kasz	Út- kate- gória	Terve- zési sebes- ség [km/h]	Korona- széles- ség [m]	Forgalmi sáv		Leállási lehetőség
				széles- sége [m]	száma	
1.	Autópálya	100	17,75 (fél pálya)	3,75	2x3	Burkolt leállósáv, 3,00 m
2.						
3.						
4.						

szosan ütemezett rekonstrukciója, amely a Hárosi Duna-híd szerkezetén szükségessé váló rehabilitációs munkák valószínű időtartama miatt legalább két, esetleg három építési szezont fog igénybe venni. Az M0-s körgyűrű déli szektorára tehát az M1-es autópálya és az 51. út közötti szakaszon teljes körű autópálya szolgáltatási színvonalra legkorábban 2013-2014-ben lehet számítani.

6. A PÁLYÁÁLLAPOTOT MEGHATÁROZÓ MÉRÉSEK, MEGFIGYELÉSEK ÉS VIZSGÁLATOK

Az M0-s körgyűrű 0,0 és 23,2 km szelvényei között jelenleg autótútként üzemelő szakaszának pályaszerkezet-rehabilitációját leíró tervezési diszpozíció meghatározásához szükséges volt a pillanatnyi burkolatállapotnak helyszíni mérések és vizsgálatok, valamint laboratóriumi vizsgálatok útján történő megismerése. A következőkben ezek legfontosabb eredményeit foglaljuk össze.

6.1. VIZUÁLIS MEGFIGYELÉSEK

2007 márciusában és áprilisában az autótútszakasz jobb- és bal oldalának (New Jersey elemekkel elválasztott pályáinak) haladó sávjain – Lacroix-kocsival végrehajtott teherbírásméréssel egyidejűleg – gyalogos bejárásal a pálya vizuális állapotának jellemzésére került sor. A jobb pálya 11 és a balpálya 10 teherbírásmérési szakaszán – három kivételével – a kopóréteg különböző mértékű repedezettsége volt megfigyelhető. A repedések hossz- illetve keresztirányúak, hálós repedést nem észleltünk. A későbbi fúrt magminták tanúsága szerint a repedések a kopórétegre korlátozódtak. A jobb oldali pályán a vizsgált 11 szakaszon a haladósáv nyomvályús volt, a négy szakaszon a mély nyomvályúk folyamatosan jelentkeztek. A bal oldali pálya 10 szakaszából négy szakaszon helyenként, a többi hat szakaszon pedig folyamatosan alakult ki nyomvályú. Ezt az állapotot igazolták az ÁAK Zrt.-től, megrendelői adatszolgáltatásként kapott 2006. novemberi RST-mérések eredményei is [5].

6.2. TEHERBÍRÁS

Az átlagosan 1,0 km-es hosszúságú homogén szakaszokon a mind a bal-, mind pedig a jobbpálya haladó sávján Lacroix-deflektográfával meghatározott behajlások szűk (0,30 és a 0,45 mm közötti) tartományban ingadoztak. Ezek az értékek jó teherbírásról tanúskodnak. A maximális egyedi értékek csupán egy-két esetben emelkedtek 0,70 mm fölé, de a 0,80 mm-t sehol sem haladták meg. (Ez utóbbi tartomány sem jelent gyenge teherbírást, csupán lokális rendellenességekre utal.) A mértékadó behajlás is meglehetősen homogénnek bizonyult, ugyanis az egyes szakaszokon a 0,35 és a 0,50 mm közötti tartományba esett, egyedül a 13+644 és a 14+341 km szelvények között, a jobb pályán mutatott 0,61 mm-es értéket. A vizsgált autótútszakasz teherbírása tehát a legtöbb esetben kiváló, és még a leggyengébb szakaszokon is megfelelőnek mondható.

A magmintavételek helyén (lásd később), az alapréteg kiemelésével a földmű-tükrön könnyű ejtsúlyos teherbírásmérésre nyílt lehetőség. Ez a mérés főleg abban a tekintetben szolgáltat információt, hogy van-e valahol lokális földmű-elnedvesedés, ami pályaszerkezet-teherbírást csökkensenéhez vezet(het). A földmű javítórétegének felületén így meghatározott E-modulus értékek azt bizonyították, hogy mindenhol kedvező ez az érték, számos esetben pedig egyenesen kiváló. Az autótútszakaszon tehát a földmű jó állapotban van.

4. táblázat Az autópályává fejlesztés tervezési jellemzői

Pályaszerkezeti aszfaltréteg	I/A szakasz (0-12,5 km sz.)				I/B szakasz (12,5-23,2 km sz.)			
	merevségi modulus [MPa]							
	haladó sáv		előző sáv		haladó sáv		előző sáv	
	balpálya	jobbpálya	balpálya	jobbpálya	balpálya	jobbpálya	balpálya	jobbpálya
Kopóréteg		4775-5488		7186-9277	4758		8397	5843
Kötőréteg	6998-8040	6127-9583			7028-8592	3947-11625		
Felső alapréteg	8696-10992	7523-12456			7880-12119	5307-11693		
Alsó alapréteg	4775-5483	6127-9563			4756	3947-11622		

6.3. A PÁLYASZERKEZETI RÉTEGEK VIZSGÁLATA

A burkolati rétegek aszfaltmechanikai vizsgálataihoz, illetve a plasztikus deformációs hajlam megítélése érdekében Ø150 és Ø250 mm-es magmintákat fúrtak. A Ø250 mm-es fúrási helyeken a fúrásmélységet úgy határozták meg, hogy az a CK_t alaprétegen is áthaladjon. A laboratóriumba szállított magmintákon megmérték a rétegvastagságokat. A CK_t alapréteg, magas szilárdságértékekkel (a nyomószilárdság átlaga 5,2 N/mm², 1,5-10,2 N/mm²-es tartományban, 2,8 N/mm²-es szórással), homogénnek mutatkozott.

Az MSZ EN 12697-26:2005 alapján végrehajtott mérés (IT-CY) szerint az egyes szakaszokon az ugyanazon típusú aszfaltrétegek sokszor egymástól lényegesen eltérő merevségi modulusúaknak bizonyultak (5. táblázat).

A pályaszerkezet aszfaltrétegeinek keréknyom-képződési vizsgálata szerint deformációs ellenállása – két kivétellel – az előírás szerinti $\epsilon \leq 25\%$ küszöb-feltételnek megfelel.

6.4. ÉRTÉKELÉS

A vizsgálatok eredményeit összefoglalva megállapítható volt, hogy:

- a pályaszerkezet teherbírása kedvező,
- a pályafelület vizuális megfigyelése során tapasztalt burkolathibák (nyomvályúk, hossz-és keresztirányú repedések, kátyúk és kipergések) az állapotromlás gyorsulásának egyértelmű jeleinek tekinthetők, miközben
- a pályából vett fúrt minták anyagvizsgálatai általában kedvező eredményeket szolgáltattak.

Pályaszakaszonként a következő értékelés született.

6.4.1. I/A SZAKASZ: M0/M1 ÉS 6. ÚT (0,0 ÉS 12,5 KM SZELVÉNY) KÖZÖTT

Mind a földmű, mind pedig a hidraulikus kötőanyagú alapréteg állapota megfelelő, így a rehabilitáció után is a pályaszerkezet része lehet. A burkolat alsó aszfaltrétegei szintén megfelelő állapotban vannak, mind modulus, mind pedig plasztikus deformációval szembeni ellenállás tekintetében, tehát ezek meghagyása is javasolható. A kötő- és a kopóréteg – részben plasztikus deformációs hajlamuk, részben pedig a keletkezett jelentős számú repedés miatt – aszfaltmechanikai szempontból nincsenek megfelelő állapotban. Ezek eltávolítása ajánlatos.

6.4.2. I/B SZAKASZ: 6. ÚT ÉS 51. ÚT (12,5 ÉS 23,2 KM SZELVÉNY) KÖZÖTT

A földmű és a hidraulikus kötőanyagú alapréteg állapota megfelelő, így nincs indok azok cseréjére. A burkolat alsó aszfaltrétegei szintén megfelelő állapotúak, mind merevségi modulusukat, mind pedig plasztikus deformációs hajlamukat tekintve. A szakaszon az időközbeni felújítások, javítások során készített aszfalt kopó- és kötőrétegek azonban megfelelőségük szempontjából, három részzszakaszra bonthatók:

- a 12+500 és a 13+900 km szelvény között a rétegek állapota megfelel az I/A szakaszon leírtaknak, itt a felső két burkolati réteg eltávolítása a célszerű megoldás;
- a 13+900 és a 22+160 km szelvény között a kötő- és a kopóréteg aszfaltmechanikai szempontból megfelelő állapotban van, a kialakult nyomvályú miatt azonban a kopóréteg eltávolításra javasolható;
- a 21+160 km szelvénytől a szakasz végéig a korábbi felújítás során bennhagyott ÉHA-réteg eltávolítása, annak plasztikus deformációs hajlama miatt, nem kerülhető el; ezért a rehabilitáció során ezen a szakaszon a felső három aszfaltréteg eltávolítása indokolt.

7. A VIZSGÁLT REHABILITÁCIÓS TECHNOLÓGIÁK

A pályaszerkezet jelenlegi állapotából kiindulva és feltételezve, hogy a felújítás kezdő időpontjára a pályaszerkezet alatti földmű, az M20 és az CK_t alaprétegek ugyanolyan jó állapotban maradnak, mint a most végzett vizsgálatkor, alapvetően háromféle felújítási lehetőséget vettünk vizsgálat alá.

- a.) Gyenge deformációs ellenálló képességű és rossz általános állapotú aszfaltrétegek esetén azokat eltávolítják, majd a várható forgalmi terhelésnek megfelelő vastagságú aszfalt anyagú alap- és burkolati rétegeket vagy pedig hézagaiban vasalt betonburkolatot készítenek.
- b.) Ha a pályaszerkezet aszfaltrétegei közül csak a burkolati rétegek (kötő- és kopóréteg) általános állapota rossz, akkor – az ezek eltávolítása után a maradék CK_t és M20 alapréteget és a meghagyható alsó aszfaltréteget együttesen új alaprétegnek tekintve – az alapra új nagy modulusú aszfaltburkolatot vagy hézagaiban vasalt betonburkolatot vagy pedig hézagaiban vasalt vékonybeton-burkolatot építenek.
- c.) A pályaszerkezetben a gyenge deformációs ellenálló képességű és rossz állapotú aszfaltburkolat alatti régi aszfaltrétegek egy későbbi, felújított pályaszerkezetben a felső alapréteggel szemben támasztott követelményeknek ugyan nem minden tekintetben felelnek meg, de feljavíthatónak minősülnek. Ebben az esetben ezeket az aszfaltrétegeket habosított bitumen kötőanyaggal, helyszíni vagy keverőtelepi újrafelhasználással megjavítják, majd ebből az aszfaltanyagból és a helyben

maradt CK₁ és M20 alaprétegekből kialakított új alaprétegre nagymodulusú aszfaltburkolatot vagy hézagaiban vasalt betonburkolatot vagy hézagaiban vasalt vékonybeton-burkolatot készítenek. (Aszfaltburkolattal történő felújításkor elhagyható a reflexiós repedések kialakulását megakadályozó vagy késleltető SAM réteg építése.)

A lehetséges rehabilitációs technológiák közül:

- a pályaszerkezeti rétegek habosított bitumennel való helyszíni, illetve keverőtelepi újrafelhasználása, valamint
- a vékonybeton-réteggel történő burkolat-rehabilitáció (white-topping)

olyan technológia, amelyet – hazai szabályozás hiányában – e munka keretében utügyi műszaki előírás (helyszíni, illetve keverőtelepi újrafelhasználás habosított bitumen kötőanyaggal, vékonybeton-burkolat) és laboratóriumi keveréktervezési (vékonybeton-burkolat) mélységig olyan mértékben kidolgoztuk, hogy alkalmazásuk esetén a tervezési diszpozíció kialakítható legyen.

8. SZAKASZONKÉNTI REHABILITÁCIÓS JAVASLATOKHOZ ALKALMAZHATÓ TECHNOLÓGIÁK KÖLTSÉG-ELŐNY ELEMZÉSE

A Megrendelőtől kapott információk felhasználásával az M0-s körgyűrű déli szektorának autópályává fejlesztéséhez kapcsolódóan a létesítmény teljes körű költség-előny vizsgálatát végrehajtottuk. Az autóúti szakaszon a pályaszerkezet rehabilitációs változatainak összehasonlítása során, a költség-előny vizsgálatoknál és az életciklus-költségek meghatározásánál bemenő adatként kizárólag a főpálya pályaszerkezetére 2007-es bázisáron megállapított:

- beruházási költségeket,
- fenntartási-felújítási költségeket,
- azokat az utazási többletköltségeket, amelyek a fenntartási és felújítási munkák miatt szükségessé váló forgalomterelésekből származnak,

- a felújítási munkák során alkalmazott forgalomterelések következményeként elkerülhetetlenül felmerülő balesetek okozta utazási többletköltségeket és a balesetek tényleges költségeit vettük számításba.

Nem foglalkoztunk:

- az externáliákkal (zaj és rezgés, légszennyezés, klímaváltozás, stb.), mert ezek esetünkben értelmezhetetlenek,
- az utazási időben várhatóan bekövetkező megtakarításokkal, mert az autópálya- és nem pályaszerkezet-függő,
- a relatív baleseti mutató alakulásával, mert az ebben várható javulás ugyancsak autópálya- és nem pályaszerkezet-függő,
- az útpálya-üzemeltetési költségekkel, mert azok a különböző pályaszerkezeti változatoknál – a hazai tapasztalatok szerint – nem mutatnak érdemleges különbséget,
- a járműüzemi költségek alakulásával, mert ezekben mindegyik rehabilitációs változatnál ugyanakkora javulás várható,
- a pénzben közvetlenül ki nem fejezhető hatásokkal (élővilágra gyakorolt hatás, tájképre gyakorolt hatás, gazdaság- és területfejlesztési hatás, stb.).

8.1. A PÁLYASZERKEZET-REHABILITÁCIÓ LEHETSÉGES ELVI MEGOLDÁSI VÁLTOZATAI ÉS MEGVALÓSÍTÁSI KÖLTSÉGÜK

A pályaszerkezet rehabilitációját szolgáló három elvi megoldásból – a továbbtervezésre alkalmas megoldások kiválasztásához – hat vizsgálati megoldást alakítottunk ki. Ezek mindegyike azzal számol, hogy a felüljárók, valamint a Hárosi Duna-hídnak és a Soroksári Duna-ág hídjának szigetelését kicserélik. Az új szigeteléseken és az azokra közvetlenül épített 3,5 cm-es vastagságú öntöttaszfalt védőrétegen:

- a felüljárókon vagy 7 cm-nyi nagy modulusú aszfalt kötő- és 3,5 cm-nyi kopórétegből álló burkolat vagy pedig 22 cm-es vastagságú betonburkolat,
- a Duna-hidakon minden változat esetén a szigetelési rendszerre 4 cm-nyi kötő- és 3,5 cm-nyi kopórétegből álló aszfaltburkolat épül majd.

6. táblázat A déli szektor pályaszerkezetében levő aszfaltrétegek merevségi modulusa

A pályaszerkezet-rehabilitáció								
jele	technológiai jellemzője	vizsgált felülete [em ²]				bázisköltsége, 2007-es árszinten [MdfT]	fajlagos bázisköltsége [MfT/ em ²]	költségaránya
		folyópálya	felüljárók	Duna-hidak	összesen			
A	Tejesen új aszfaltburkolat a régi helyén	299,6	14,8	22,4	336,8	6,3	18,6	1,00
B	Részben új aszfaltburkolat a régi helyén, a maradó aszfaltrétegek helyszíni hideg újrafelhasználása					4,5	13,4	0,72
C	Részben új aszfaltburkolat a régi helyén, a maradó aszfaltrétegek keverőtelepi hideg újrafelhasználása					5,4	16,0	0,86
D	Tejesen új betonburkolat a régi aszfaltburkolat helyén					6,3	18,8	1,01
E	Új vékonybeton burkolat a helyszíni hideg újrafelhasználással, felújított bennmaradó aszfaltrétegeken					5,2	15,5	0,83
F	Új vékonybeton burkolat a keverőtelepi hideg újrafelhasználással, felújított bennmaradó aszfaltrétegeken					5,8	17,1	0,92

7. táblázat A továbbtervezésre alkalmas rehabilitációs változatok

A megoldás								
jele	technológiai jellemzője	vizsgált felülete [em ²]				2007-es bázisköltsége [MFt]	fajlagos bázisköltsége [MFt/ em ²]	Folyóköltsége, 2012 és 2014 közötti megvalósítás esetén
		folyópálya	felüljárók	Duna-hidak	összesen			
A1	Részben új aszfaltburkolat a régi helyén, a maradó aszfaltrétegekre építve	299,6	14,8	22,4	336,8	4 253	12,63	5 011
D1	Tejesen új betonburkolat a régi aszfaltburkolat helyén, a bennmaradó aszfaltrétegekre és az azokra elterített kiegyenlítő aszfaltrétegre építve					5 627	16,71	6 101
E1	Tejesen új vékonybeton burkolat a régi aszfaltburkolat helyén, a bennmaradó aszfaltrétegekre és az azokra elterített kiegyenlítő aszfaltrétegre építve					5 751	17,07	6 451

A változatokra készített költségvetési kiírások egységköltségeit 2007. évi bázison, közvetlen költség szinten számítottuk, figyelemmel a térségben elhelyezkedő aszfalt- és betonkeverő telepekre, azok anyagbeszerzési helyeire és a vonal mentén telepíthető mobil FOAMMIX keverőgépre. Infláció tekintetében azzal a feltételezéssel éltünk, amit a Nemzeti Útfelújítási Programot előkészítő munka során a Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ elfogadott, azaz 2008-ban 4 %, 2009 és 2012 között évi 3 %, 2013 és 2020 között évi 2,5 %, majd pedig évi 2 %. Feltételeztük továbbá, hogy az autópályává bővítés 2011-ben befejeződik. Így a meglévő autópályai szakasz rehabilitációjára 2012 és 2014 között kerülhet sor. Ennek során 2012-re az I/B szakasz, 2013-ra az I/A szakasz, 2012-re a Hárosi Duna-híd, míg 2014-re a Soroksári Duna-híd felújítását ütemeztük. Ennek alapján az egyes változatokra kidolgozott méret-mennyiség számítások eredményeit a 6. táblázat mutatja be.

8.2. A TOVÁBBTERVEZÉSRE ALKALMASNAK TALÁLT VÁLTOZATOK ÉLETCIKLUS KÖLTSÉGEI

A hat lehetséges változatból hármát tartottunk továbbtervezésre alkalmasnak (7. táblázat).

Az életciklus elemzést mind az aszfalt-, mind pedig a betonburkolatú változatokra 30 üzemi évre hajtottuk végre. A forgalomba helyezés éveként a folyópályáknál a 2013. évet, a Duna-hidaknál pedig a 2014. évet vettük fel.

Itt is közvetlen költség szintű költségekkel operáltunk. Az infláció hatását a 2007. évi bázis-költségekre a folyóköltségek számításakor a korábban leírtak szerint vettük figyelembe. Az építési, a fenntartási és a társadalmi költségek jelenértékét az

$$NPV = \sum_{t=0} X_t / (1+i)^t \text{ képlettel számoltuk,}$$

ahol X az adott évre vonatkozó pénzáramlás, i a diszkontráta és t az aktuális év. A diszkontrátát a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség 2007. évi útmutatója [6] szerint, 5 %-kal vettük figyelembe. A kapott életciklus-költségeket a 8. táblázat mutatja be.

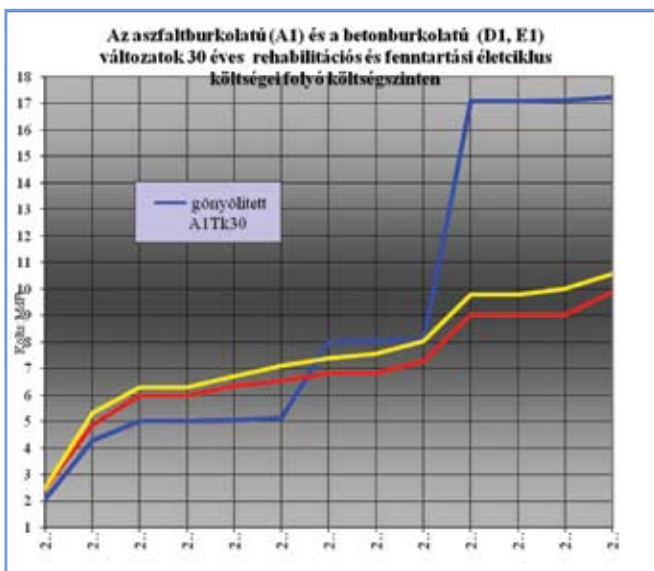
8. táblázat A továbbtervezésre kiválasztott változatok életciklus-költségei

Költség-összetevő	Folyóköltség [MdFt]	Költség-megoszlás	Jelenértékű költség [MdFt]	Jelenértékű költség megoszlása
A1K _{Re2012-14}	5,0	0,28	4,8	0,51
A1Fk _{ru30}	0,5	0,03	0,2	0,02
A1Fk _{fu30}	11,7	0,69	4,5	0,47
A1Tk ₃₀	17,2	1,00	9,6	1,00
D1K _{Re2012-14}	6,1	0,61	5,9	0,80
D1Fk _{ru30}	1,9	0,19	0,8	0,10
D1Fk _{fu30}	2,0	0,20	0,7	0,10
D1Tk ₃₀	10,0	1,00	7,4	1,00
E1K _{Re2012-14}	6,7	0,61	6,5	0,79
E1Fk _{ru30}	2,3	0,21	1,0	0,12
E1Fk _{fu30}	2,0	0,18	0,7	0,09
E1Tk ₃₀	11,0	1,00	8,3	1,00

Jelmagyarázat
A1, D1, E1 a változat jele
K_{Re2012-14} = a rehabilitáció megvalósítási költsége
FK_{ru30} = a 30 éves ciklusban felmerülő rutin fenntartás költsége
FK_{fu30} = a 30 éves ciklusban felmerülő felújítási költség
TK₃₀ = a 30 éves ciklus teljes költsége

8.3. AZ ÉLETCIKLUS-KÖLTSÉGEK ÉRTÉKELÉSE ÉS A TERVEZÉSI DISZPOZÍCIÓ ALAPJÁT KÉPEZŐ REHABILITÁCIÓS VÁLTOZATOK

Az életciklus-költségeket összevetéséből kitűnik, hogy 30 év alatt az aszfaltburkolatra alapozó megoldás költsége lényegesen magasabb, mint a két betonburkolatúé. Ugyanakkor a két betonburkolatú változat beruházási költsége nagyobb, mint az aszfaltburkolatú variánsé (3. ábra). Ez azért van, mert az aszfaltburkolatú megoldásnál a felső két aszfaltréteg eltávolítása után 11-13 cm-es vastagságú új aszfaltréteg elterítésével túl lehet jutni a problémán, addig a hézagaiban vasalt betonburkolatból 24 cm-es vastagságút (4. ábra), a szálerősítéses vékony betonburkolatból pedig 17 cm-nyi vastagságú változatot kell építeni. Az utóbbi megoldást a továbbtervezésből kivettük, mert az ilyen betonburkolat építésével nincs hazai tapasztalat.



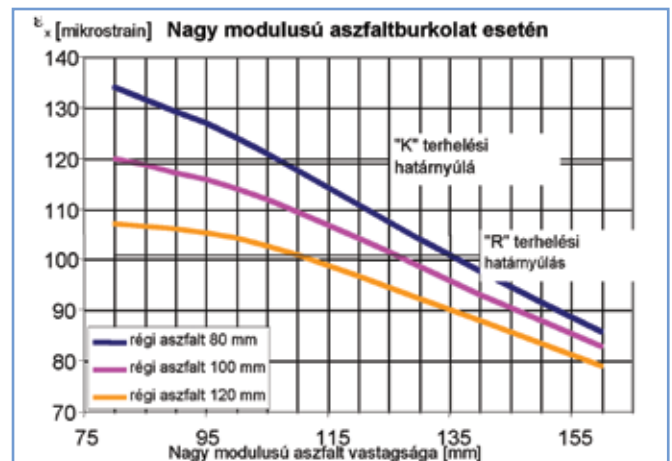
3. ábra A rehabilitációs változatok életciklus költségeinek összevetése

9. TERVEZÉSI DISZPOZÍCIÓ

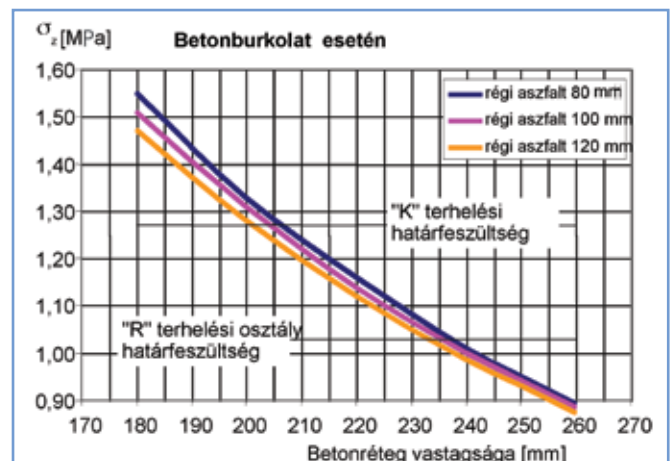
Az M0-s körgyűrű déli szektorában, a 0,0 és a 28,8 km szelvények között jelenleg 4 forgalmi sáv, autópályaként működő útpálya 0,0 és 23,2 km szelvények közötti szakasza 2011-től – amikor a déli szektorban a jelenlegi autópályai szakasz felhasználásával kialakított 2x3 forgalmi sáv autópálya üzembe lép – a 0,0 és a 12,5 km szelvények között az autópálya jobb-, illetve a 12,5 és a 23,2 km szelvények között balpályaként működik tovább. E szerep ellátásához a jelenlegi folyópálya és felüljárói pályaszerkezetének, valamint a Hárosi Duna-híd és a Soroksári Dunaág-híd pályaszerkezetének rehabilitációjára is szükség lesz, hogy:

- mindezek a pályaelemek is megfeleljenek az autópálya szolgáltatási szintjének, annak 30 évre tervezett életciklusa alatt,
- ezek az ebben az időszakban a pálya 2011-ben üzembe lépő új elemeivel (0,0 és 12,5 km szelvények között betonburkolatú balpálya, a 12,5 és a 23,2 km szelvények között betonburkolatú jobbpálya, új Hárosi Duna híd és új Soroksári Dunaág-híd – mindkettő aszfaltburkolatú – a jelenlegi hidak alvizi oldalán) egyenértékű fenntartási és üzemeltetési igényűek legyenek.

Az autópályai főpálya állapotát feltáró vizsgálatok és az ezek eredményeire támaszkodó számítások, a lehetséges rehabilitációs vál-



4. ábra Az M0-s körgyűrű déli szektorán az új aszfaltburkolat vastagsága, bennmaradó aszfalt alaprétegek esetén



5. ábra Az M0-s körgyűrű déli szektorán új betonburkolat vastagsága, bennmaradó aszfalt alaprétegek esetén

tozatokra elvégzett életciklus költség-számítások azt mutatják, hogy a hatékony megoldás:

- a főpálya rekonstrukciójára a meglévő pályaszerkezet 9-14 cm-es vastagságú aszfaltburkolati részének eltávolítása után, a folyópályán 25 cm-es vastagságú, hézagaiban vasalt betonburkolat készítése,
- a felüljárókon az aszfaltburkolat, a szigetelésvédő réteg és a szigetelés eltávolítása után új szigetelés és szigetelésvédő réteg, majd 22 cm-es vastagságú, hézagaiban vasalt betonburkolat építése,
- a Duna-hidakon az aszfaltburkolat, a szigetelésvédő réteg és a szigetelés eltávolítása után új szigetelés és szigetelésvédő réteg, majd aszfaltburkolat építése.

Az ennek megfelelő tervezési diszpozíciót a 9. táblázat foglalja össze.

10. A PÁLYASZERKEZET-REHABILITÁCIÓ ÜTEMEZÉSE

Javaslatunk szerint a pályaszerkezeti rehabilitáció a déli szektor 0+000 és 23+200 km szelvények közötti szakaszán az autópályaként való üzembe helyezés évét követő üzemi évben kezdődjön meg, és három év alatt fejeződjék be, évente nem többet, mint a rendelkezésre álló üzemi idő 1/3-át igénybe véve. A pályaszerkezeti rehabilitációval egyidőben a szakasz műtárgyainak rehabi-

9. táblázat Tervezési diszpozíció

Pályaelem		Szakasz	
		I/A, (0+000-12+500 km sz.) 12,5 km-nyi	I/B. (12+500-23+200 km sz.) 10,7km-nyi
Rehabilitáció szerinti pályaszerkezet	főpálya és leállósáv	Az összesen 9 cm-nyi aszfalt kopó- és kötőréteg eltávolítása után 3 cm-nyi AB-8F kiegyenlítő aszfaltrétegen 25 cm-nyi Cp4/2,7-32 jelű hézagaiban vasalt betonburkolat.	Az összesen 10-14 cm-nyi aszfalt kopó-és kötőréteg eltávolítása után 3 cm AB-8F kiegyenlítő aszfaltrétegen 25 cm-nyi Cp4/2,7-32 jelű, hézagaiban vasalt betonburkolat.
	felüljárók	Az összesen 9 cm-nyi aszfalt kopó- és kötőréteg, valamint a szigetelésvédő réteg és a szigetelés eltávolítása után új szórt szigetelés, 3,5 cm-nyi szigetelést védő öntöttaszfalt és 22 cm Cp4/2,7-22 jelű hézagaiban vasalt betonburkolat.	Az összesen 9 cm-nyi aszfalt kopó- és kötőréteg, valamint a szigetelésvédő réteg és a szigetelés eltávolítása után új szórt szigetelés, 3,5 cm-nyi szigetelést védő öntöttaszfalt és 22 cm Cp4/2,7-22 jelű, hézagaiban vasalt betonburkolat
	csomóponti ágak	Az M0/M1 autópálya-csomópont direkt és indirekt ágain betonburkolat, a többi csomópont minden ágában nagy modulusú aszfaltburkolatú pályaszerkezet, a régi pályaszerkezet aszfaltburkolati rétegeinek eltávolítása után.	Az M0/6. úti és az M0/51. úti csomópontok minden ágán betonburkolat, a többi csomópont minden ágában nagy modulusú aszfaltburkolatú pályaszerkezet a régi pályaszerkezet aszfaltburkolati rétegeinek eltávolítása után.
	Duna-hidak		Az összesen 9-12 cm-nyi aszfalt kopó- és kötőréteg, valamint a szigetelésvédő réteg és a szigetelés eltávolítása után új szórt szigetelés, 3,5 cm szigetelést védő öntöttaszfalt, majd 4 cm-nyi mZMA-11 kötő- és 3,5cm-nyi mZMA-11 aszfalt kopóréteg.
	különleges helyek	A 4+665 km szelvényben lévő dűlőúti aluljárónál, a 7+050 km szelvényben lévő gyalogos aluljárónál és a 9+339 km szelvényben lévő M0/70. úti csomóponti aluljárónál az engedély nélkül pályaszint-emelés lehetséges mértéke 2007-ben 10-10, illetve 0 cm, az engedélyhez kötötté pedig 30-30, illetve 20 cm. Az előbbi mértékbe a betonburkolattal rehabilitált pályaszerkezet új pályaszintje engedéllyel befér, az előbbibe azzal sem. Ezért mindhárom műtárgynál elkerülhetetlen a hossz-szelvény lokális módosítása.	A 18+414 km szelvényben lévő szigetszentmiklósi csomóponti aluljárónál az engedély nélküli pályaszint-emelés lehetséges mértéke 2007-ben 0 cm, az engedélyhez kötötté 20 cm. Ez utóbbi mértékbe sem fér bele a betonburkolattal rehabilitált pályaszerkezet új pályaszintje. Ezért a hossz-szelvény lokális módosítása elkerülhetetlen.
		Ezekon a rész-szakaszokon 15-17 cm-es mélységű marással kell a régi burkolatot eltávolítani, majd az új szerkezetet megépíteni. Az új szerkezet ebben az esetben: 2x7 cm mK-22/NM + 3,5 cm mZMA-11 (összesen kb. 18 cm-nyi új aszfalt) és 17 cm-nyi szálerősítésű útburkolati beton	

litációját is célszerű befejezni. A műtárgyak között a Hárosi és a Soroksári Duna-híd kiemelkedő fontosságú.

A rehabilitációs időszakok kiválasztásához az autótú déli szektorának 2006-ban mért hétköznapi forgalmát azért elemeztük, hogy az mutat-e szezonális ingadozást. Az elemzés azt mutatta, hogy a forgalom pályaszerkezet-építésre alkalmas március-október időszakon belül, tavasszal és ősszel némileg kisebb a nyári csúcsonál, ezért a rehabilitációs munkákat március végi kezdéssel legfeljebb május végéig, illetve szeptember-novemberre ütemeztük. A rehabilitációs időszakokat mind a betonburkolati, mind pedig az aszfaltburkolati megoldásokra kiszámoltuk. Feltételeztük, hogy

- a közútkezelő minden olyan fenntartási munkát elvégez, ami a rehabilitációra szánt útelemeget a rehabilitációs munkák kezdetéig a jelenlegi állapotukban tartja;
- a munkákat a vállalkozók – figyelemmel a technológiai szünetekre – folyamatos munkarendben végzik, és a munkaterületért a Megrendelőnek bónusz – malusz alapon működő bérleti díjat fizetnek.

A várható forgalomra tekintettel a jelenleg autótúként működő pályaelemek rehabilitációs munkáit:

- a Hárosi Duna-híddal és a Duna balpartjára eső folyópálya-szakasszal javasoljuk kezdeni,

- a Duna jobbpartjára eső folyópálya-szakaszokkal folytatni, majd
- a Soroksári Duna-híddal kapcsolódó szakaszokkal befejezni. A felújítás célszerűen üzemi átjárók közötti munkaszakaszokban, a majdani autópálya jobbpartjának, illetve balpartjának szakaszos lezárásával valósulhat meg. Egy munkaszakasz legfeljebb két üzemi átjárónyi hosszú legyen.

IRODALOM

- [1] Keleti I., Liptay A.: Gondoljunk újra útpályaszerkezet tervezési és építési gyakorlatunkat. Közúti Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Szemle 1997/2. szám
- [2] Az AÁK Zrt. közlése szerint 1995-ben, 1998-ban, 1999-ben, 2002-ben, 2003-ban és 2007-ben történtek ilyen munkák, 1995-98-ig garanciális javításként elvégezve.
- [3] 2044/2003. Kormány számú határozat.
- [4] A Magyar Köztársaság gyorsforgalmi közúthálózatának közérdekűségéről és fejlesztéséről szóló 2003. évi CXXVIII. és azt módosító 2005. évi XII. törvény.
- [5] A Svéd Közúti és Közlekedési Kutatási Központ által kifejlesztett, lézeres mérőegységekkel működő útburkolat-felület vizsgáló berendezés (Road Surface Tester= RST).
- [6] Nemzeti Fejlesztési Ügynökség: Módszertani útmutató közúti projektek költség-haszon elemzéséhez, 2007. (Készítette: COWI Magyarország Kft és a KTI Kht.)

A HŐMÉRSÉKLET TEHERBÍRÁSRA GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

URECZKY JUDIT¹ – TÓTH CSABA²

1. ELŐZMÉNYEK

Pályaszerkezeteink teherbírásának megítélése praktikus – de közelítően – a burkolat felszínén, a terhelés hatására bekövetkező behajlás mértéke alapján történik. Ennek meghatározása történhet dinamikus eljárással, azaz az ejtősúly alatti behajlási teknő felvételével, vagy statikus eljárással, ahol a terhelő autó kerékterhelése alatt rögzítjük a süllyedés mértékét. A pályaszerkezet behajlásának mérése során azonban alapvető fontosságú, hogy a mérés hőmérsékleti viszonyait is rögzítsük, hiszen a rétegek hőmérsékletfüggése közvetlenül befolyásolja a behajlást, nehezebbé ezáltal a pályaszerkezet teherbíró-képességének meghatározását.

A H-TPA Kft. által létesített kísérleti szakaszon lehetőségünk nyílt egy éven keresztül mérni a pályaszerkezet teherbírásának változását, a meteorológiai, illetve forgalmi adatok folyamatos rögzítése mellett. Ezen mérési és vizsgálati eredmények lehetőséget teremtettek a hőmérséklet behajlásra gyakorolt hatásának vizsgálatára. Cikkünkben áttekintjük a hazai és nemzetközi szakirodalom által ismertett főbb hőmérsékleti korrekciós összefüggéseket és ismertetjük mérési eredményeinket, továbbá kísérletet téve egy, a léghőmérséklet mérésen alapuló egyszerűsített hőmérsékleti korrekció kidolgozására is.

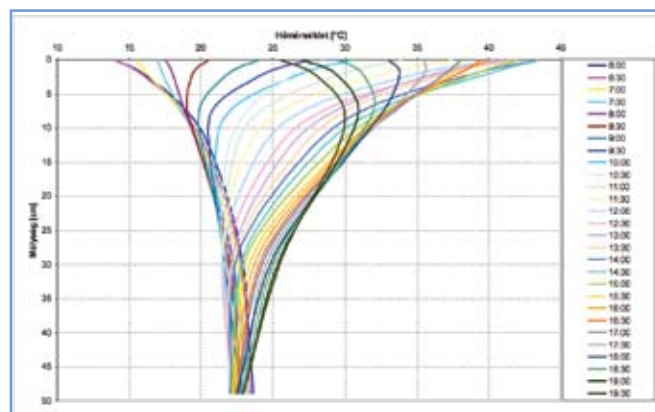
2. HŐMÉRSÉKLET-VÁLTOZÁS A MÉLYSÉG ÉS AZ IDŐ FÜGGVÉNYÉBEN

Az aszfaltkeverékek, mint viszkoelasztikus anyagok merevségi modulusai jellemzően az aszfalt összetételétől, a terhelési frekvenciától, és a vizsgálati hőmérséklettől függenek. Egy beépített aszfaltréteg merevségi modulusa tehát – egyéb azonos vizsgálati feltételek mellett – a hőmérséklet függvénye. A burkolatfelszín hőmérséklete különböző termodinamikai, fizikai és meteorológiai folyamatok eredménye. Ezen folyamatok megértése elengedhetetlen ahhoz, hogy információkat nyerjünk pályaszerkezetünk hőmérsékleti viselkedéséről.

A H-TPA Kft. 2006. júniusában a Magyar Aszfalt Kft. budapesti, Illatos úti aszfalt-keverőtelepén 50 méter hosszú kísérleti útpályaszakaszt alakított ki, amelynek rétegfelépítése a következő:

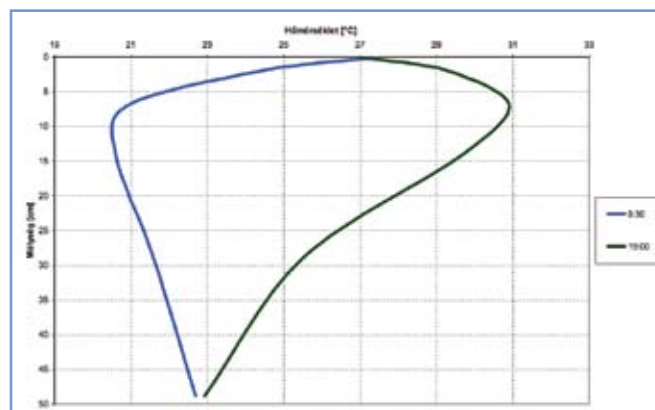
- 4 cm - AB-12/F
- 6 cm - K-20/F
- 9 cm - JU-35/F
- 20 cm - CK₁ hidraulikus kötőanyagú alapréteg
- 30 cm - zúzottkő alap

A pályaszerkezet teherbíró-képességének alakulását ejtősúlyos behajlásmérővel heti gyakorisággal mértük. Az útszakaszon a kiépítés óta folyamatosan rögzítésre kerültek a burkolatállapot alakulása mellett a meteorológiai és forgalmi adatok is. A hőmérséklet detektálására 12 mm átmérőjű érzékelőt építettünk be, amely 6 különböző mélységben, a burkolat felszínén és a pályaszerkezet 5 rétegének közepében (0 cm, -2 cm, -7 cm, -14 cm, -29 cm, -49 cm) méri a hőmérsékletet.



1. ábra: A hőmérséklet alakulása a mélység és az idő függvényében

Az 1. ábra a hőmérséklet mélység és az idő függvényében történő alakulását mutatja. A hőmérsékleti gradiens alakulása megfelel az elméleti várakozásoknak, és szemléletesen demonstrálja, hogy a pusztán felületi burkolathőmérséklet milyen kevésbé képes a pályaszerkezet valós hőmérsékleti viszonyait megjeleníteni.



2. ábra: A hőmérséklet alakulása különböző időpontokban, azonos felületi hőmérséklet esetén

Két időpontot – délelőtt 9:30-at és este 19 órát – külön is ábrázolva a 2. ábrán, látható, hogy azonos felületi hőmérséklet esetén is jelentős eltérés lehet az alsóbb pályaszerkezeti rétegek hőmérsékletének alakulásában. Látható, hogy a középső aszfaltrétegben mintegy 10°C-os az eltérés, ami nem elhanyagolható, hiszen ilyen hőmérsékleti különbség esetén már jelentősen eltérnek az aszfaltkeverékek modulusai. A 20°C-on például a 12 000 MPa-t is meghaladó nagymodulusú aszfalt modulus értéke 30°C felett már 8 000 MPa alá csökken.

¹ okl. építőmérnök, BME PhD hallgató, technológus, H-TPA Kft.

² okl. építőmérnök, laboratóriumvezető főmérnök, H-TPA Kft.

Ez a modulus-ingadozás természetese kihat a behajlásértékek alakulására is, akár 30% -os eltérést okozva. Ez a pontatlanság beépül a teherbíró-képesség meghatározásba, és a pályaszerkezet megerősítés méretezése során a szükségesnél több centiméterrel vastagabb, vagy vékonyabb erősítőrétteg vastagság igényt generálhat.

A precíz teherbíró-képesség meghatározás indokolná tehát a felületi hőmérséklet mellett a pályaszerkezeti rétegek valós hőmérsékletének ismeretét is. A behajlás mérése során nincs lehetőség és nem is ésszerű a hőmérsékleti gradiens felvétele, azonban a fentiekből következik, hogy a teherbírásmérési pontokon indokolt a levegő, illetve a burkolat felületének hőmérséklete mellett az átlagos aszfalthőmérséklet megállapítása is.

Az átlagos aszfalthőmérséklet nemcsak a pillanatnyi lég-hőmérséklettől, hanem az ezt megelőző órák/napok lég-hőmérsékletétől is függ. A meghatározás meglehetősen bonyolult, jellemzően roncsolásos vizsgálattal vagy számítással történhet. A tényleges, fúrt lyukban történő hőmérsékletmérések mellett lehetőség van azonban különböző modellek segítségével pusztán a léghőmérsékleti és a felületi hőmérsékleti adatok alapján a pályaszerkezet adott mélységében a hőmérséklet egyszerű becslésére is, például az Egyesült Államokban elterjedten használt BELLS2 modellel (Drumm – Meier, 2003). A rendelkezésre álló hőmérsékleti adatok lehetőséget adtak a becsülő képlet egy egyszerű hazai demonstrációjára.

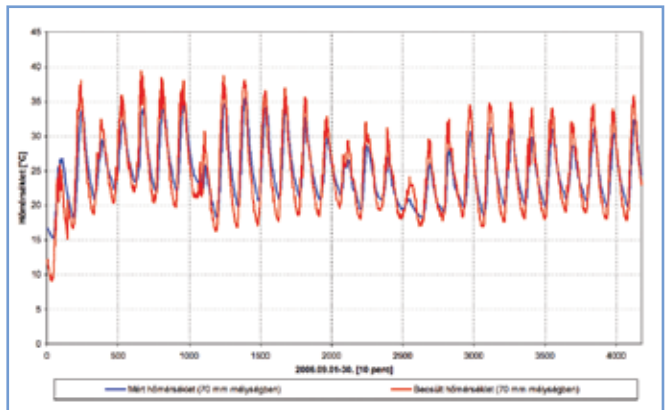
BELLS2 egyenlet

$$T_d = 2.78 + 0.912T_s + (\log d - 1.25)(0.553T_a - 0.428T_s + 2.63f_a) + 0.027T_s f_b \dots\dots\dots(1)$$

Ahol:

- T_d = a pályaszerkezet becsült hőmérséklete, d mélységben [°C]
- T_s = a burkolat felületi hőmérséklete [°C]
- d = mélység [mm]
- T_a = a mérést megelőző nap átlagos léghőmérséklete [°C]
- f_a, f_b = korrekciós tényezők

Az Illatos úti mérőállomás mérési eredményeinek előzetes feldolgozása során 2006. szeptember hónap mérési eredményeit dolgoztuk fel. A 3. ábra a 7 cm mélyen, azaz a második aszfaltréteg közepében mért, illetve a BELLS2 egyenlettel becsült hőmérsékleti adatokat ábrázolja.



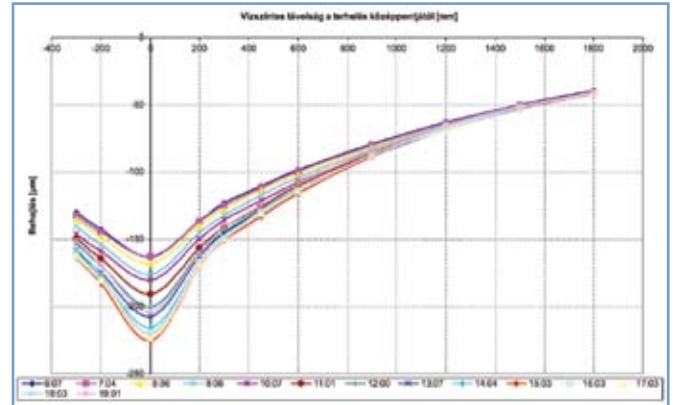
3. ábra: A 7 cm mélységben mért és becsült (BELLS2) hőmérsékleti adatok összevetése

Jól látható, hogy a modell megbízhatóan becsüli az adott mélységben az aszfalt hőmérsékletét. Nagyléptékű – például 11,5 tonnás burkolat-megerősítés – projektek során, ahol a mérési hőmérséklet torzító hatása a valós erősítő vastagsághoz képest 2-3 centiméteres hibát okozhat, a behajlásmérési eredmények pontosítása érdekében felmerülhet az alkalmazása.

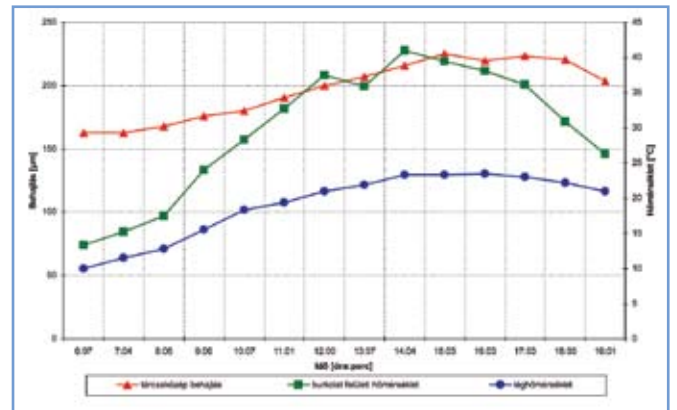
3. A HŐMÉRSÉKLET BEHAJLÁSRA GYAKOROLT HATÁSA

A BELLS2 modell becsült értékeinek a mért, valós hőmérsékleti adatokkal történő összevetésén túl, sor került a hőmérséklet behajlásra gyakorolt hatásának vizsgálatára is. A Dynatest típusú dinamikus behajlásmérővel végzett teherbírásmérések első mérési sorozata 2007. áprilisában, míg a második 2007. augusztusában zajlott le, reggel 6 órától este 19 óráig. A mérések 3 különböző szelvényben történtek, különböző nagyságú (25, 50, 75, 100 kN) terhelésekkel. A kísérleti szakasz 0+040 km szelvényében beépített hőmérsékletmérők rögzítették a különböző pályaszerkezeti rétegek hőmérsékletét, így a burkolatfelszín alatt lejátszódó hőmérsékleti folyamatokról is pontos adatok álltak rendelkezésünkre.

A 0+040 km szelvényben 2007. április 17-én reggel 6 óra 7 perc és este 19 óra 1 perc között, 50 kN terhelés esetén rögzített behajlási teknők változását a 4. ábra, a hőmérsékletek és a tárcsaközép-süllyedés lefutását az idő függvényében pedig az 5. ábra szemlélteti.



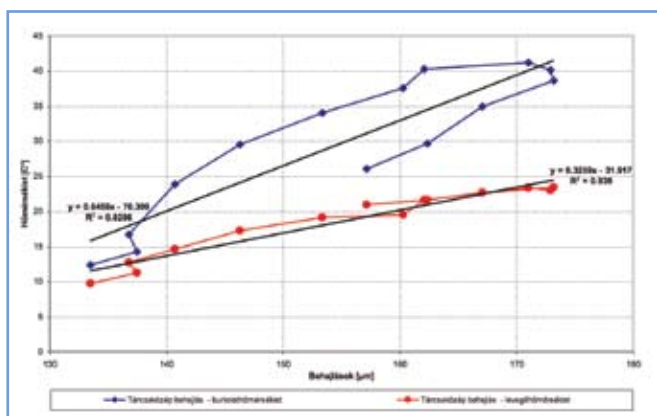
4. ábra: A behajlási teknők változása az idő és a hőmérséklet függvényében



5. ábra: A behajlás, a burkolat- és a léghőmérséklet lefutása az idő függvényében

A mérési napokon napsütéses, csapadékmentes idő volt, így egyenletes felmelegedést és lehűlést figyelhettünk meg. A napfelkeltét követően hamar felmelegedett a burkolat felső rétege, majd fokozatosan átmelegedtek az alsóbb aszfaltrétegek is. Miután a hőmérséklet elérte az aznapi maximumát, a burkolatfelszínen csökkent a hőmérséklet, viszont az alsóbb rétegek később kezdtek el kihűlni. A mérési sorozatok egyértelműen megmutatták, hogy a hőmérséklet jelentősen befolyásolja a behajlásértékeket, hiszen a reggeltől-estig tartó mérések során mért behajlások közötti eltérés 20-30%-ot is elért, a tiszta idő miatt pedig nem befolyásolta erős szél, hosszabb felhősödés vagy csapadék a méréseket.

Megfigyelve az 5. ábrát, látható, hogy míg a tárcsaközép behajlások és a léghőmérséklet közel párhuzamosan futnak, a felületi hőmérséklet időbeni lefutása ettől eltér. Tekintve például a 0+000 km szelvényben mért hőmérsékleti értékek és behajlások kapcsolatát, látható a 6. ábrán, hogy a burkolathőmérséklet és a tárcsaközép behajlások közötti összefüggés hurok alakú görbét mutat, míg a behajlások és a léghőmérséklet közötti kapcsolat közel lineáris. Látható tehát, hogy a felületi hőmérséklet és a mért behajlás közötti kapcsolat közel sem lineáris, ezáltal a lineáris összefüggésen alapuló korrekciós tényezők szükségképpen torzítanak.



6. ábra: A lég- és burkolathőmérsékletek és a mért behajlás közötti kapcsolatok

A burkolatfelszín hőmérséklete és a behajlások közötti összefüggésnél a délelőtti és a délutáni hőmérsékleti viszonyok különbsége okozza a hurok alakot. Másképpen viselkedik a pályaszerkezet dél előtt, amikor még csak melegszik a pályaszerkezet, mint délután, amikor már az alsó aszfaltrétegek is átmelegedtek. Ez okozza azt, hogy azonos burkolathőmérséklet mellett különböző behajlás értékeket kapunk a délelőtti és a délutáni napszakokban.

Ismét megállapíthatjuk, hogy a burkolatfelszín hőmérséklete önmagában nem értékelhető adat, hiszen az aszfaltrétegekben lejátszódó függőleges hőmérsékleti lefolyást a felszín hőmérséklete nem determinálja egyértelműen. A burkolatfelszín hőmérsékletének időbeli változása azonban már befolyásolja az útpályaszerkezet hőmérsékleti profilját.

4. NÉHÁNY HŐMÉRSÉKLETI KORREKCIÓS TÉNYEZŐ ISMERTETÉSE

Az aszfaltok hőmérsékletfüggése miatt a modulusokat, a teherbírást, vagy a behajlásértékeket csak úgy tudjuk összehasonlítani, ha a kiinduló paramétereket egy referencia hőmérsékletre korrigáljuk. A hőmérsékleti korrekció kihagyhatatlan lépés a pályaszerkezet teherbírási értékelése során, nélküle téves következtetésekre juthatunk.

Tekintettel arra, hogy az aszfalthőmérséklet nemcsak a léghőmérséklettől függ, különböző anyagok esetén különböző kapcsolatok érvényesek, és ezek gyakran az anyag korával változnak, nehéz általános érvényű összefüggést adni, amely segítségével a lehajlások átszámíthatók egy referencia hőmérsékletre. Minél távolabb van továbbá ez a referencia hőmérséklet a vizsgálati hőmérséklettől, annál nagyobb az átszámítás pontatlansága.

A magyar és a külföldi szakirodalomban is több, különböző hőmérsékleti korrekcióval találkozunk. Ezek különböző elven alapulnak és különböző vonatkoztatási hőmérsékletet vesznek alapul. A következőkben bemutatjuk a Magyarországon a két legismertebb és leggyakrabban alkalmazott korrekciót.

Az első korrekció a kidolgozó dr. Boromisza Tibor nevéhez fűződik, és a burkolathőmérsékletet veszi alapul. A másikat az Oului Egyetemen határozták meg és itthon dr. Adorjányi javasolta alkalmazását (dr. Adorjányi, 1999), ez utóbbi képlet az aszfaltburkolat vastagságát is figyelembe veszi.

ÚT 2-1.202:2005 – DR. BOROMISZA

$$C_T = 1,3 - 0,015 \cdot T \dots\dots\dots (2)$$

Ahol:
 C_T = hőmérsékleti korrekciós tényező
 T = a burkolat felületi hőmérséklete [°C]

OULUI EGYETEM

$$c_h = (0,998357 + 0,000097 \cdot h) (T_r \cdot T_m) \dots\dots\dots (3)$$

Ahol:
 c_h = hőmérsékleti korrekciós tényező
 T_r = referencia hőmérséklet [°C]
 T_m = mérési burkolathőmérséklet [°C]
 h = aszfaltvastagság [mm]

Ezen kívül természetesen számos további korrekció is létezik, például speciálisan az FWD mérési eredményekre kidolgozva, amelyek nemcsak a tárcsaközép-süllyedést korrigálják, hanem a teljes behajlási teknőt. A holland Christ van Gorp által kifejlesztett korrekció (Fuchs, 2001) szimulált adatokon alapul. A hőmérséklet átszámításának mértéke elsősorban az aszfaltréteg vastagságától, a hőmérséklettől és az FWD-terhelési ponttól mért szenzortávolságtól függ. A mért behajlásokat el kell osztani a hőmérséklet-átszámítási tényezőkkel, hogy ezáltal megkapjuk a referencia hőmérséklethez tartozó lehajlásokat és lehajlás-különbségeket.

$$TNF = 1 + \left(a_1 + \frac{a_2}{h_1} \right) \cdot (T_A - 20) + \left(a_3 + \frac{a_4}{h_1} \right) \cdot (T_A - 20)^2 \dots\dots\dots (4)$$

TNF = hőmérséklet átszámítási tényező
 T_A = az aszfalt hőmérséklete [°C]
 h_1 = az aszfaltréteg vastagsága [mm]
 a_1, a_2, a_3, a_4 = korrekciós tényezők

Az 1. táblázat szerinti $a_1, a_2, a_3,$ és a_4 tényezők az átlagos behajlásra és több behajlás különbségére vonatkoznak. A referencia hőmérséklet: 20°C.

A hazánkban is jól ismert KUAB típusú FWD készülékek mérési eredményeinek kiértékelésére a skandináv országokban az alábbi hőmérsékleti korrekciót használják (Wagberg, 2001), amely 20°C-os referencia hőmérsékletre korrigál:

$$k_{d_0} = 1 - (T_A - 20) * (0,0000975 * h_1) \dots\dots\dots (5)$$

$$k_{d_{200}} = 1 - (T_A - 20) * (0,0000598 * h_1)$$

$$k_{d_{300}} = 1 - (T_A - 20) * (0,0000517 * h_1)$$

$$k_{d_{450}} = 1 - (T_A - 20) * (0,0000476 * h_1)$$

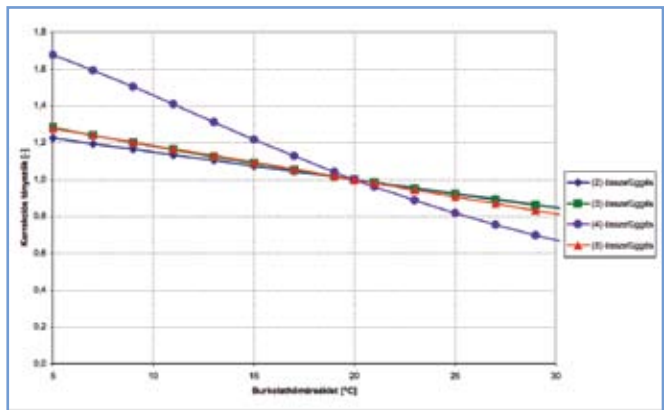
$$k_{d_{600}} = 1 - (T_A - 20) * (0,0000408 * h_1)$$

Ahol:
 k_{d_i} = d_i szenzornál mért behajlás korrekciós tényező
 T_A = mérési burkolathőmérséklet [°C]
 h_1 = az aszfaltréteg vastagsága [mm]

1. táblázat: Az FWD-mérések hőmérséklet-átszámításának tényezői

Változó	$a_1(°C^{-1})$	$a_2(mm/°C)$	$a_3(0,001°C^{-1})$	$a_4(mm/°C)$
d_0	0,01661	-0,67095	0,28612	-0,01408
d_0-d_{225}	0,05955	-2,73223	1,48011	-0,08171
d_0-d_{300}	0,05398	-2,61130	1,28439	-0,07493
d_0-d_{450}	0,04720	-2,39175	1,05022	-0,06371
d_0-d_{600}	0,04190	-2,15168	0,87228	-0,05301

A 7. ábrán a különböző ismertett korrekciós tényezők összehasonlítása látható. A COST 336 jelentésben (Fuchs, 2001) is publikált, holland adatokon nyugvó összefüggés korrigál a legerőteljesebben. Megnyugtató, hogy az évtizedekkel korábbi, viszonylag kevés mérési eredménnyel nyugvó Boromisza-féle összefüggés milyen jól illeszkedik az új európai kutatási eredményeken nyugvó korrekciók sorába.

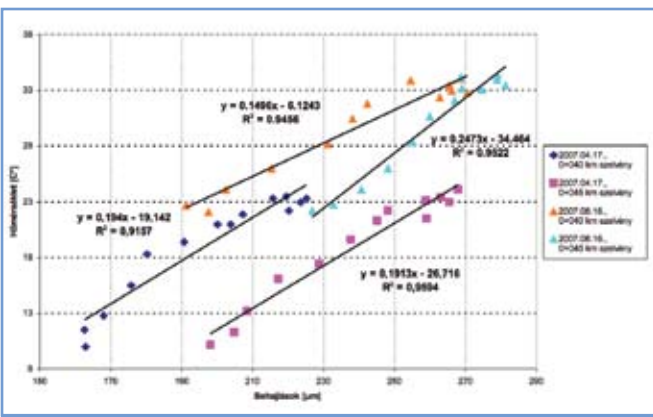


7. ábra: A korrekciós tényezők különbözőségének szemléltetése

Hangsúlyozni kell, hogy ezen összefüggések az adott ország éghajlati, morfológiai, építés- és mérés technológiai stb. viszonyaira lettek kidolgozva, ha úgy tetszik „országspecifikusak”. Célszerű a helyi adottságokhoz legközelebb álló (a jellemző al- és felépítmény típusokat, pályaszerkezeti anyagokat, a behajlásmérő eszköz típusát figyelembe vevő) korrekciót használni vagy egy új, az adott viszonyoknak megfelelő összefüggést kifejleszteni.

5. LÉGHŐMÉRSÉKLETEN ALAPULÓ EGYSZERŰSÍTETT MODELL

A rendelkezésre álló mérési eredmények alapján – különös tekintettel a 2. ábrán feltárt ellentmondásra – kísérletet tettünk egy olyan gyakorlati hőmérsékleti korrekció kidolgozására, amely a léghőmérsékletet veszi alapul. A 8. ábrán láthatjuk a két különböző mérési időpont (2007. tavasz és nyár) két-két helyszínének mérési eredményeit. A felső két adatsor a nyári mérések eredmé-



8. ábra: A behajlás és a léghőmérséklet közötti kapcsolat korrelációja

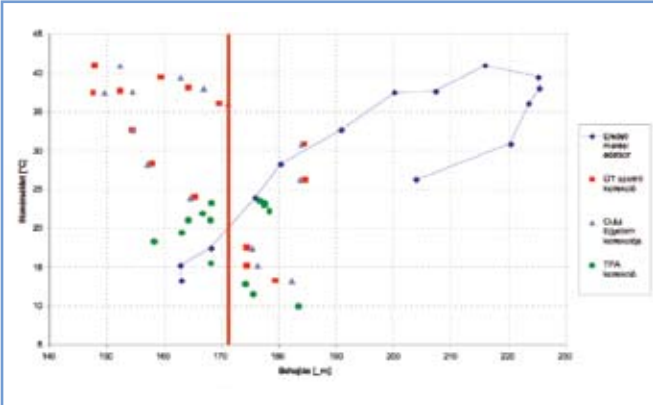
nye, míg az alsó két adatsor a tavaszi méréseket ábrázolja. Látható, hogy hasonló összefüggést kaptunk mind a négy esetben. A mérési adatsorok lineáris összefüggését alapul véve, rendkívül jó korrelációt mutatnak, 0,9 feletti R²-tel. Ezen összefüggések alapján dolgoztuk ki hőmérsékleti korrekciónkat, mely a léghőmérsékletet veszi alapul.

$$d'_0 = d_0 + 71,79 - \frac{T}{0,195} \dots\dots\dots (6)$$

Ahol:
 d'_0 = korrigált tárcsaközép behajlás [µm]
 d_0 = tárcsaközép behajlás [µm]
 T = levegőhőmérséklet [°C]

Hangsúlyozzuk, hogy az általunk kidolgozott korrekció egy egyszerűsített, gyakorlati korrekció, amely egy konkrét pályaszerkezetre vonatkozik.

A korrekciónkat összehasonlítottuk a vonatkozó Útügyi Műszaki Előírás és az Oului Egyetem korrekciójával is. A 9. ábrán látható az eredeti mérési adatsor, illetve a 3 különböző korrekcióval átszámolt behajlásértékek. A mérések reggel 6 órakor kezdődtek és este 19 óráig tartottak folyamatosan, így meg tudtuk határozni mekkora referencia behajlás tartozik 20°C-os burkolatfelszín hőmérsékletéhez. Ezt a referencia behajlást jelöli a piros függőleges egyenes a 9. ábrán. Tökéletes korrekció esetén az egyenes mentén helyezkednének el a korrigált behajlásértékek.



9. ábra: A különböző hőmérsékleti korrekciók pontosságának összevetése

2. táblázat: A különböző hőmérsékleti korrekciók pontossága

	Eljárás	Maximális eltérés a referencia-behajlástól [%]	Átlagos eltérés a referencia-behajlástól [μm]	Szórás [μm]
1	Útügyi Műszaki Előírás	14	13	12
2	Oului Egyetem	13	12	12
3	TPA	7	6	7

Az 2. táblázat tartalmazza a korrekciók és a referencia behajlás közötti eltéréseket, a tavaszi mérési sorozat időpontjában, a 0+040 km szelvényben. Látható, hogy a „TPA” korrekció statisztikai mutatói jobbak, a maximális eltérés a referencia behajlástól például 50%-a a másik két korrekció maximális eltérésének.

6. A BEHAJLÁSMÉRÉS HŐMÉRSÉKLETI PEREMFELTÉTELEI

A burkolat hőmérsékletére nemcsak azért van szükség, hogy a behajlasmérések utáni értékeket a referencia állapotra korrigáljuk. A vizsgálatok megkezdése előtt azt is szükséges megállapítani, hogy kielégítettek-e a mérés elvégzésének peremfeltételei. Ha az aszfalt hőmérséklete egyáltalán nem megfelelő (pl. túl alacsony, vagy túl magas) a referencia hőmérsékletre kiszámított aszfaltmerevségek esetenként túl magasak lehetnek, ami pontatlanságokhoz vezethet. Túl magas aszfalthőmérsékletek esetén az aszfaltrétegek kevésbé elasztikusan, inkább viszkoelasztikusan vagy akár viszkoplasztikusan viselkednek, ami a referencia hőmérsékletre történő pontos korrigálást lehetetlenné teszi. Ha az aszfalt hőmérséklete túl alacsony, olyan aszfaltrétegek esetében, amelyeknél a referencia hőmérséklethez különböző E-modulusok tartoznak, alacsony hőmérsékleten csak kis különbségek jelentkeznek, amelyek nem különböztethetők meg a mérési hibáktól.

Jelenleg a vonatkozó Útügyi Műszaki Előírásban foglaltak alapján a méretezés célú dinamikus teherbírásmérések csak +5 és +30°C burkolat-hőmérsékleti határok között végezhetők. Ezzel szemben az európai tapasztalatokon és kutatási eredményeken alapuló COST 336 jelentésben meghatározott peremfeltételek szerint az FWD-készülékkel végzett behajlás-méréshez az ideális hőmérséklet 0°C és 30°C között van, és célszerű továbbá az aszfalt hőmérsékletét 40 mm-nél nagyobb mélységben megmérni. Mérsékelt éghajlatú országokban a maximális hőmérsékletre vonatkozóan a következő irányértékeket javasolja a jelentés:

- fagymentes időszak, a levegő és a burkolat felületének hőmérséklete > 0°C
- az aszfalt hőmérséklete nem lépheti át 10°C-nál nagyobb értékkel az átlagos éves aszfalthőmérsékletet.

A hazai szabályozás fent hivatkozott műszaki előírása szerint a korlátozás méretezési célú teherbírásmérés esetén jelent korlátot. Megítélésünk szerint célszerű lenne a 30°C feletti korlátozást a hálózati szintű, az Országos Közúti Adatbank (OKA) számára végzett mérésekre is kiterjeszteni. A fenti megállapítás jelentőségét alátámasztja, hogy a 30°C feletti burkolathőmérsékleten mért – akár hálózati, akár projekt szintű – adatokból meghatározott teherbíró-képességi mutatók jelentősen torzítottak lehetnek. Tekintettel arra, hogy a hazai éghajlaton a 30 °C feletti bur-

kolathőmérséklet meglepően gyakori (például a méréseink során már április 17-én is előfordult), ezen mérések kiszűrése az OKA adatbázisból indokolt. Az országos közúthálózat teherbírási osztályzatainak idősora csak ezt követően alkalmas érdemi következtetések levonására.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen cikk kutatásaink eddigi eredményeinek előzetes feldolgozását tartalmazza, szélesebb körű általános használhatósága még nem biztosított. Az illatos úton végzett teherbírásmérési idősor kiértékelése során azonban a jelenleg érvényes hőmérsékleti korrekcióval szemben a valós leromlási folyamatot jobban megközelítő teherbírási eredményeket kaptunk.

Az általunk kidolgozott hőmérsékleti korrekció a kísérleti szakasz pályaszerkezetére vonatkozik és a léghőmérsékleten alapul. Természetesen az lenne az ideális, ha a behajlasmérések kiértékelése során olyan összefüggést használhatnánk, amely figyelembe veszi az aszfaltrétegek vastagságát, illetve a megelőző órák/napok hőmérsékletét, időjárását és egyéb tényezőket is. Ezzel jelentősen csökkenthetők lennének a hőmérsékleti korrekció okozta pontatlanságok, elősegítve ezáltal a valós burkolatállapotnak megfelelő burkolat-megerősítés tervezést.

A hazai gyakorlatban valós problémaként merül fel, hogy sok esetben alig tudunk valamit a vizsgálandó pályaszerkezetről, nem ismerjük a pontos felépítését, a rétegek vastagságát, ezáltal a pontosabb, az aszfaltréteg vastagságának ismeretét feltételező összefüggések nem alkalmazhatók. A meteorológia adatokon alapuló becslő képletek (pl. BELLS összefüggés) hazai elterjedése sem tekinthető rövidtávon életszerűnek.

Fontos szempont továbbá, hogy a burkolatfelszín hőmérsékletének megnyugtató mérése jellemzően FWD mérések esetén történik meg. A dinamikus teherbírási vizsgálat berendezések ezt automatikusan mérik és a számítógépes programok ezt fel is használják. Benkelman gerendás mérések során azonban gyakran tapasztalható, hogy nem tulajdonítanak kellő jelentőséget a valós hőmérsékleti viszonyok rögzítésének, meghatározásának. A léghőmérséklet egyszerűbb, gyorsabb meghatározhatósága indokolhatja az ilyen típusú korrekció alkalmazásának létjogosultságát és segíthet ezen kedvezőtlen gyakorlat felszámolásában.

A vizsgálatunk másik megállapítása a felületi hőmérséklet lefutás és a behajlás közötti nemlineáris összefüggés ismertetése, amely igazolja, hogy a mérés igen fontos – a behajlásértékek és a felületi hőmérséklet mellett – harmadik adata a hőmérséklet változása a mélység függvényében. Az Útügyi Műszaki Előírásban szereplő korrekció a burkolatfelszín hőmérsékletéhez határoz meg egy hőmérsékleti szorzót, tehát a délelőtti és délutáni – igazoltan tapasztalható – különbségeket nem veszi figyelembe, aminek következtében kimutathatóan torzíja a korrekciót.

Méréseinkkel és a különböző összefüggések vizsgálatával szeretnénk volna megmutatni, hogy a burkolatfelszín hőmérsékletének ismerete egy adott időpontban nem elegendő ahhoz, hogy feltárhassuk a hőmérséklet teherbírási gyakorolt komplex hatását. Ehhez elengedhetetlen a pályaszerkezet függőleges hőmérsékleti lefutásának ismerete is. Több különböző példán keresztül mutatuk be, hogy nem lehet eltekinteni a hőmérséklet befolyásoló hatásától. A rendelkezésünkre álló nagymennyiségű mérésorozat előzetes kiértékelése megalapozza, hogy vizsgálatunkat tovább folytassuk, és a termodinamikai folyamatok feltárásával egzaktt összefüggéseket állapítsunk meg. Javasoljuk további mérések és

vizsgálatok elvégzését, amelyek elősegíthetik a pályaszerkezet viselkedésre gyakorolt jelentős hőmérsékleti hatások minél pontosabb figyelembe vételét a burkolat-megerősítés és méretezés során.

IRODALOMJEGYZÉK:

E. C. Drumm, R. Meier: *LTPP Data Analysis: Daily and Seasonal Variations in In Situ Material Properties, 2003 NCHRP Web Document 60*

Adorjányi K.: *Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek megerősítésének méretezése ejtősúlyos behajlások alapján. Közúti és mélyépítési szemle, 1999/12*

ÚT 2-1.202:2005 Útügyi Műszaki Előírás

M. Fuchs: *Fallgewichtdeflektionsmessung zur Tragfähigkeitsbestimmung (Endbericht COST), 2001*

L.G. Wagberg: *Utveckling av nedbrytningsmodeller. 2001. VTI neddelande 916*

SUMMARY

INVESTIGATION OF TEMPERATURE IMPACT ON BEARING CAPACITY

The determination of the pavement bearing capacity practically – but approximately – occurs on the road surface when measuring the

deflection. When measuring the pavement bearing capacity, it is essential to record the temperature ratio of the environment. The temperature dependence of asphalt layers has namely an influence on the deflection, which makes the definition of the pavement bearing capacity more difficult. With the measurements and with the examination of different correlations it is proved that knowing the temperature of the road surface at an exact time is not enough to explore the effect of the temperature on the bearing capacity. As a result of the examinations it is pointed out that the influencing effect of the temperature can not be eliminated. The advanced evaluation and analysis of the numerous sets of measurements proves that the measurements and investigations should be continued, and by disclosing thermo-dynamical processes exact correlations should be defined.

POSSIBLE PAVEMENT REHABILITATION SOLUTIONS FOR THE SOUTHERN SECTION OF THE EXPRESSWAY M0 (P. 1)

K. AMBRUS, L. GÁSPÁR, I. KELETI, I. PALLÓS

A working group investigated the pavement structures on the expressway Southern section of ring road M0. A design disposition (guideline) was carried out for the rehabilitation of the structure in order to include the sector into the uniform system of future motorway. A time-schedule was additionally proposed for the structural rehabilitation of generally cement concrete pavement.

FELÜLRŐL LEFELÉ KIALAKULÓ REPEDÉSEK ASZFALTBURKOLATOKON: OKOK, HATÁSOK ÉS MEGOLDÁSOK

TOP-DOWN CRACKING IN ASPHALT PAVEMENTS: CAUSES, EFFECTS AND CURES

DONNA HARMELINK, SCOTT SHULER, TIM ASCHENBRENER

JOURNAL OF TRANSPORTATION ENGINEERING 2008. 1. P. 1-6. Á:7, T:4, H:5.

Az I-25 autópálya egy szakaszának rehabilitációja Denver közelében épült meg 1997-ben. A munka során a meglévő burkolatot 7,5 cm vastagságban hidegen felmárták, majd helyére új melegaszfalt burkolatot fektettek le. Az aszfaltkeverék megfelelt a nyomvályúsodási vizsgálatoknak, és a kivitelező bónuszt kapott a minőségért és az egyenletességért. 1 év múlva a burkolat felületén hosszirányú repedések jelentek meg a haladó sávokban mindkét irányban. A repedések súlyossága változó volt. Az elrendelt vizsgálat megállapította, hogy a repedések a felszínről indulnak ki, és kialakulásuk több okra vezethető vissza. Az új burkolati réteg alsó részében észlelt egyik ok a durva adalékszemcsék szegregációja, amely a felszínről nem látható. Miután az említett projekten felfedezték a felülről lefelé kialakuló repedéseket, máshol is hasonló jelenség mutatkozott. Colorado állam Közlekedési Minisztériuma ezért teljes körű vizsgálatot rendelt el, hogy értékeljék a bemutatott burkolathiba típus elterjedtségét. 28 helyszín elemzése alapján

megállapították, hogy 18 helyszínen található felülről lefelé kialakuló repedések. Az eredmények hatására változtattak az aszfaltkeverék összetételén, növelve a bitumentartalmat. Az intézkedéstől azt remélték, hogy a dúsabb keverékben nem mutatkozik majd a szegregáció. A probléma megoldásába bevonták a kivitelező vállalatok képviselőit is. A közös munka eredményeként olyan műszaki előírás készül, melynek alkalmazása várhatóan megszünteti a burkolati réteg szegregációját, és ezzel megakadályozza a felülről lefelé haladó repedések megjelenését. A burkolatépítő gépek gyártói berendezéseik felülvizsgálata során találtak olyan hiányosságokat, melyek okai lehetnek a szegregáció kialakulásának. Néhány aszfalt-terítő gépen változtatásokat hajtottak végre, hogy mérsékeljék a szegregáció lehetőségét. Az összehangolt intézkedések hatására a felülről lefelé kialakuló repedések nagymértékben csökkentek, a problémát tehát sikerült megoldani.

G. A.

AZ ELÉRHETŐSÉG MÉRÉSE, PÉLDÁKKAL¹

FLEISCHER TAMÁS²

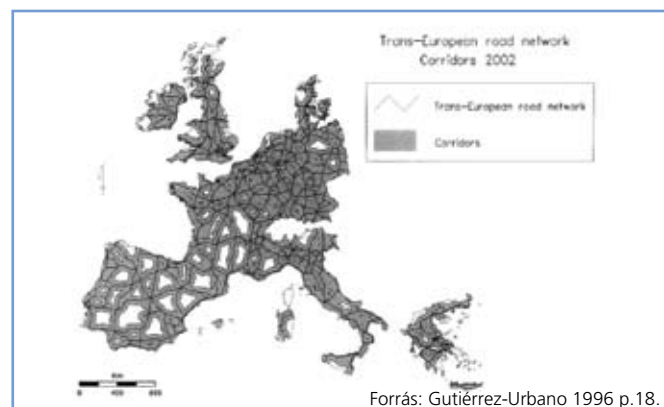
BEVEZETÉS

Cikkünk első részében³ már megosztottuk az olvasóval azon felismerésünket, miszerint az elérhetőségre vonatkozó értékelés mindig hálózatokon lezajló tevékenységet minősít. Ezen belül konkrét útszakaszokhoz valamint ezek végpontjaihoz eltérő aktorok eltérő megfontolásai tartoznak; nevezetesen más a *szolgáltatás oldali végponthoz*, más az *igénybevevő oldali végponthoz* és más a *közbeneső élhez*. Ezen a szálon haladva tovább, a korábban idézett források által *infrastruktúrához kapcsolt* elérhetőségi mérőszámokra azt is mondhatjuk, hogy ilyenkor a *hálózati gráf éleihez kapcsolódó* értékelésekről van szó. Más megfontolásból nézve ilyenkor a *közlekedési szempontok értékelését* végezzük, a *közlekedés kínálati oldalának a szempontjai* szerint minősítünk.

A HÁLÓZATI GRÁF ÉLEIHEZ KAPCSOLÓDÓ ÉRTÉKELÉSEK

Lefedettségi vizsgálatok

A legegyszerűbb értékelések valóban pusztán az infrastruktúrát veszik tekintetbe, tehát az azon folyó tevékenységet is mellőzik. Ilyen pl. az a vizsgálat, amit Magyarországon a szakirodalom haj-



1. ábra. A TEN-T közúti hálózata menti folyosók 2002-ben az unióban, 40-40 km légvonali távolság lefedettségét feltételezve

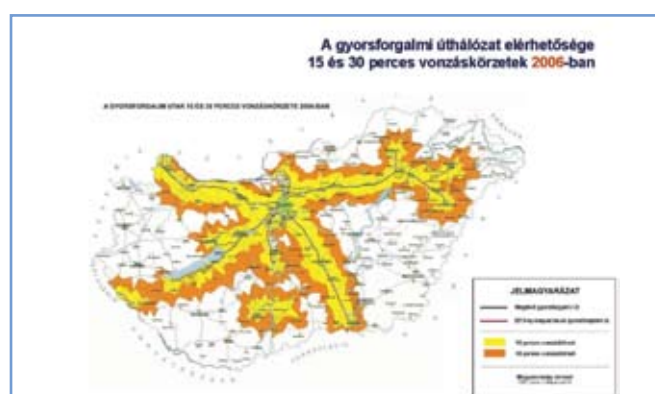
lamos az „autópálya elérhetősége” címkével illetni.

Előbb egy külföldi példát mutatunk be (1. ábra) Gutiérrez, J. – Urbano. P. (1996) cikke nyomán, akik a közúti transzeurópai hálózat (TEN) 1992 és 2002 közti kiépülését, illetve ennek az elérhetőség alakulására való hatását értékelték. Mielőtt az elérhetőség értékelésére rátértek, egy egyszerű közút közelségi (*proximity*) minősítést végeztek, két ábrán bemutatva, hogy a kiépült TEN útszakaszoktól jobbra és balra 40-40 km-es ellátott sávot feltételezve mekkora terület tekinthető az Európai Unió területéből ellátottnak. Illusztrációként csak a 2002-es kartogramot mutatjuk be.

A vizsgálat alapján 1992-ben az unió területének 69,9 %-a, 2002-re (a tanulmány készítésekor várhatóan) 84,9 %-a volt ellátott, vagy, ha a távközlésben erre itthon meghonosodott fogal-

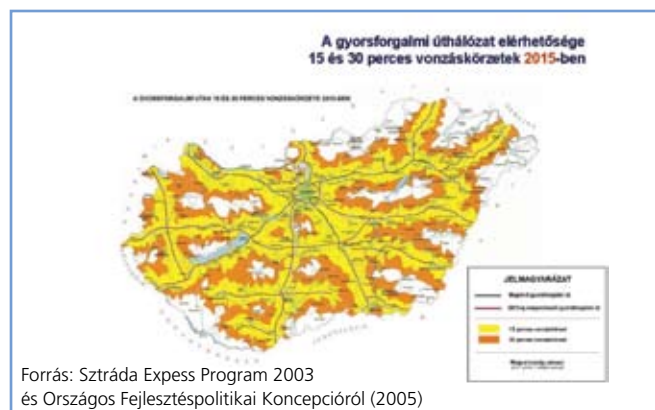
mat használjuk, akkor *lefedett*. Így a *lefedettségben* várt fejlődés tíz év alatt 15 %-os volt, de országonként vizsgálva, Portugáliában, Írországból és Görögországból meghaladta a 40 %-ot.

Magyarországon is készültek hasonló jellegű vizsgálatok, kétségtelenül bonyolultabb (kifinomultabb) számítások alapján. Az ábrákat jelenleg a Sztráda Expressz program: Európa Terv (2003) címmel, illetve 2015-re vonatkozóan az Országos Fejlesztéspolitikai Koncepcióról szóló 96/2005. (XII. 25.) OGY határozat címén is el lehet érni, de tudomásunk szerint, (bár ezt semmi nem jelzi), eredetileg a Roadtech Kft. 1997 óta folyó elérhetőségi modell-



Forrás: Sztráda Express Program 2003

2. ábra. A hazai gyorsforgalmi közúti hálózat menti folyosók 15-15 ill. 30-30 perces eléréssel lefedett sávja 2006-ban



Forrás: Sztráda Express Program 2003 és Országos Fejlesztéspolitikai Koncepcióról (2005)

3. ábra. A hazai gyorsforgalmi közúti hálózat menti folyosók 15-15 ill. 30-30 perces eléréssel lefedett sávja 2015-ben

vizsgálatai keretében készültek. (2. és 3. ábra.)

Az ábrák eredeti felirata minden esetben „a gyorsforgalmi úthálózat elérhetősége” kifejezést tartalmazza, mi szívesebben nevezük ezt *lefedettségi vizsgálatnak*. Miért aggályos számunkra itt az *elérhetőség* kifejezés használata?

– Az elérhetőség minősítésével akkor lehet a közlekedés keresleti oldalát az értékelésbe bevonni, ha az elérhetőség ér-

¹ Az eredeti tanulmány az MTA Elnöki Kerete terhére kezdeményezett kutatások formájában készült 2007-ben „Versenyképesség és elérhetőség” témában. Mind a cikk korábban közölt első része, mind ez a cikk az elérhetőség fogalmi tisztázásával foglalkozik.

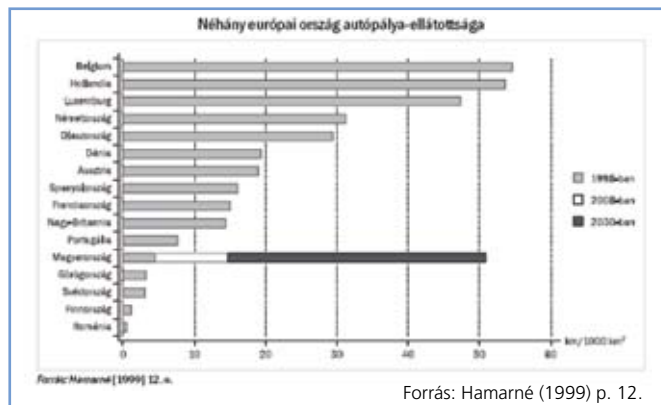
² tudományos főmunkatárs, MTA Világgazdasági Kutatóintézet

³ Fleischer Tamás (2008) Az elérhetőségről: Az elérhetőség fogalma. Közúti és Mélyépítési Szemle 58.évf. 1-2. szám, pp. 1-6.

telmezése az igénylő kiindulópontjától az általa elérni kívánt szolgáltatásig / lehetőségig a teljes láncolatra kiterjed. Ezen a tevékenységen belül a gyorsforgalmi út egy eszköz, ami a megteendő út egy szakaszán képes gyorsabb haladást biztosítani. Az „út elérhetősége” vizsgálat *céllá avatja az eszközt*, ami megtevesztő. (Különösen az pl. a 2. ábrán a szekszárdi híd esetében, ahol egy hálózatba nem kapcsolt autópálya szakasz „elérése” a valóságban még a hálózatra való rákerülést sem jelenti.)

– Ez az „elérhetőségi” vizsgálat precízen számításba veszi a gyorsforgalmi útra mérőlegesen az eljutási viszonyokat, ugyanakkor azt sugallja, hogy aki eléri a korridor, az célhoz ért. Ez tulajdonképpen olyan, mintha a gyorsforgalmi hálózaton hosszában végtelen sebességgel lehetne haladni, azonnal elérhető lenne a hálózat bármelyik pontja, – ami pedig a valóságban egyáltalán nincs így. – Megjegyzendő, hogy vannak olyan infrastruktúra hálózatok, ahol a *fogyasztó szempontjából* ez a logika érvényes. Vízbekötéskor, ha a ház ráköt a városi nyomóvezetékre, akkor célhoz ér, hiszen a vezetékben mindig ott van a kívánt víz, a fogyasztót nem érdekli, hogy az adott molekula „melyik víztoronyból” érkezik. Hasonlóképpen, az áramhálózatra rácsatlakozva is azonnal célhoz érünk, az elektronok is csereszabatosak. Egyébként a gyorsforgalmi útnak is vannak ilyen csereszabatos „szolgáltatásai” amelyek bárhol közvetlenül elérhetőek az út mentén: ilyen a *zajhatás, a légszennyeződés, a balesetveszély*. Amiért viszont használni akarjuk az utat, az nem csereszabatos, mi azt az egy levelet várjuk, amelyiket valahol számunkra feladtak, és azt az egy nagynénit akarjuk meglátogatni, akihez elindultunk.

A fentiek egyáltalán nem kívánják azt sugallni, hogy a lefedettség vizsgálatokra ne lenne szükség, vagy azok nem lennének nagyon hasznosak. A 2. ábrán például jól megfigyelhető, hogy a Balaton mentén az M7-es autópálya gyakorlatilag csak az egyik oldalra dolgozik. Ha a pálya „20 perccel” délebbre helyezkedne el, akkor kétszeres területet lenne képes lefedni. Ugyancsak az egyik oldalra dolgozik az M6 autópálya is Érd és Dunaújváros között; – ha Székesfehérvártól indult volna, akkor ugyannyi autópálya közel kétszeres területet tudott volna lefedni. A 3. ábrán jól látszik, hogy az M5 fővárosi bevezető szakasza mellé értelmentlen pár kilométeren belül párhuzamosan vezetni az M4-es autópályát, mert gyakorlatilag ugyanazt a területet látják el. Ezeknek a tanulságoknak az érvényesítése fontos lett volna, mert a hálózati szempontból pazarlóan tervezett nyomvonalaknak jelentős szerepük volt abban, hogy a távlati magyar gyorsforgalmi hálózat kétszer-háromszor nagyobb népsűrűséggel rendelkező országok



Forrás: Hamarné (1999) p. 12.

4. ábra. Az 1999-ben 2030-ra tervezett hazai gyorsforgalmi közúti hálózat sűrűségben megközelítene a Benelux államok értékét

autópálya-ellátottságával akart konkurálni (4. ábra) – Az is igaz viszont, hogy ezeket a tanulságokat egyszerűbb ábrán, a fentebb bemutatott 40-40 km-es sávok behúzásával is kielégítő pontossággal ki lehetett volna következtetni.

Összefoglalva, a *lefedettség vizsgálatok* fontos halózattervezési segítséget képesek nyújtani, másrészt (a folyosókra keresztirányban) felhasználnak olyan mérőszámokat, mint amilyeneket a továbbiakban tárgyalandó megközelítettség értékelések is használnak; – ennek ellenére önmagukban nem indokolt őket *elérhetőségi vizsgálatoknak* tekinteni, mert az elérhetőség komplex tartalmát nem elemzik.

Általánosított utazási költség vizsgálatok

Még mindig a hálózatot alkotó gráf éleit vizsgáljuk, ám most nem rá keresztirányban, hanem *az él hosszában* értékeljük az eljutás lehetőségét, pontosabban azt az *elválasztó hatást, ellenállásértéket*, amit le kell küzdeni ahhoz, hogy a kiindulási pontból eljussunk a végpontig. Ennek az ellenállásértéknek (általánosított utazási költségnek) a mérőszáma sokféle lehet, pl. a hálózaton mért távolság; az eljutási idő, (mért, becsült, megengedett sebességgel kalkulált, menetrend szerinti stb.) a tényleges pénzbeli ráfordítások, (fogyasztás stb.) vagy éppen ezek kombinálásával kialakított virtuális utazási költségek.

Két további szempontot érdemes figyelembe venni. Az elsőnek inkább csak a csoportosítás szempontjából van jelentősége: nevezetesen kizárólag a szigorúan vett infrastruktúra (létesítmény) tulajdonságait minősíti a hálózaton mért távolság (sőt a megengedett sebességek alapján kalkulált időadat is); míg a infrastruktúra minősítésébe az azon lefolytatott *közlekedési tevékenység* egyes elemeit is bekebelezni a többi, eljutási időt, költséget, fogyasztást stb számításba vevő mérőszám. – A másik csoportosítási szempont: lehetséges kiválasztott *A és B pontok közötti* eljutási lehetőségeket értékelni (például a kiinduló állapot és ennek megváltoztatása összevetése) illetve lehet a *hálózat egészére jellemző* elérhetőségi minősítést készíteni, (természetesen itt is pl. a változással járó és anélküli esetet lehet összevetni)

Bár ezeknél az értékeléseknél általában nagyon egyszerű, jól interpretálható mutatószámokat alkalmaznak, már itt is meglepetést okozhat a mutató, ha – amint arra van Wee et al. (2001) áttekintésükben rámutatnak – anélkül akarunk elérhetőségi indikátorokkal operálni, hogy az elérhetőség fogalmát világosan értelmeztük volna, (ami a szerzők szerint igen gyakori – pedig ők holland és angol példákat vizsgáltak). Pl. az egyik hivatalos holland elérhetőségi indikátor, a *torlódásokban ' elveszett járműórák száma'* 1987 és 1997 között hatalmas, 70%-os emelkedést mutatott, azaz az elérhetőség jelentős romlását. Ezzel szemben, ha ugyanezt az időszakot egy másik elérhetőségi indikátorral minősítették, a 'személygépkocsik átlagos sebességével' akkor 10% javulást állapíthattak meg. Az ok a forgalom áttolódása volt az alacsonyabb rangú utakra az autópályákra, ahol ugyan jelentős torlódások voltak, és a torlódásban töltött idő az időszak végére átlagban elérte az autópályán való tartózkodás 10%-át is, – de még az így kialakult 90 km-es átlagsebesség is magasabb volt az alacsonyabb rangú utakon elérhető értéknél. *Közlekedési kínálati* szempontból a javulás vitathatalan: sokkal több ember, a korábbinál rövidebb idő alatt jut el A-ból B-be – lehet-e más mérce? Bizony lehet, ha a *keresleti oldal szempontjait* is bekapcsoljuk, és egyrészt számításba vesszük, hogy a torlódások miatt az emberek frusztráltak, az életminőségük, úgy érzik, romlott; másrészt rájövünk, hogy ezeknek az embereknek egy jelentős része korábban *nem tette meg* ezt az utat, mert megtalálta a célját a

kiindulópontjához sokkal közelebb. Ha azok a helyi boltok mára kiürültek, ha a helyi szolgáltatások megszűntek – akkor bizony e szolgáltatások elérhetősége romlott, annak ellenére, hogy gyorsabban lehet közlekedni!

Hálózati távolság teljes hálózaton

Visszatérve a konkrét esetekre, 48 hazai város egymástól mért közúti távolsága alapján minősítette a *megközelíthetőségi* viszonyokat Fleischer (1992) A cikk által tárgyalt viszonyítások tartalmára (légvonalis távolságokkal való összemérés, tíz éves változás értékelése) itt nem térünk ki, viszont bemutatjuk a 'megközelítési potenciál' ábrázolásának elnevezett „szintvonalas” térképet, ami tehát azt mutatja, hogy az ország különböző térségeiben lévő városoknak mennyi az átlagos távolsága a kiválasztott másik 47 várostól. (5. ábra)



Forrás: Fleischer 1992

5. ábra. A közúti megközelítési potenciál Magyarországon 1983-ban

Azaz képletben az i -ik város M_i megközelíthetőségi potenciálja az n város között a másik $n-1$ várostól mért közúti távolságának (TAV_{ij}) a számtani középértéke.

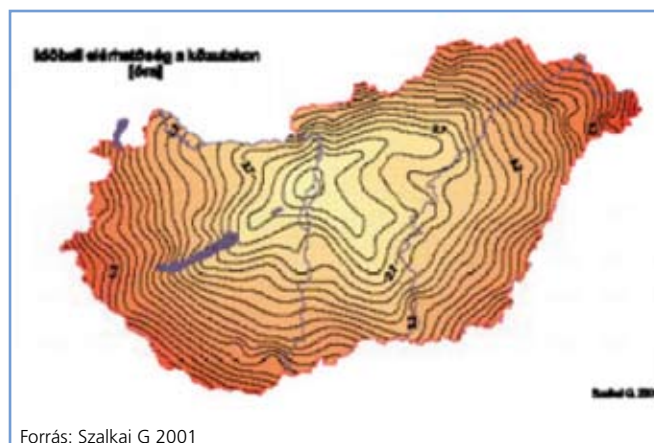
$$M_i = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} TAV_{ij}}{n-1} \quad (1)$$

A mérőszám azért *megközelíthetőségi potenciál* (és nem elérhetőségi) mert egyoldalúan a közlekedési kínálati oldalt minősíti, és azt is kizárólag a térbeli szeparációt figyelembevéve.

Hálózati idő teljes hálózaton

Az elmúlt években sokkal részletesebb számítógépes adatbázisra támaszkodva készültek pontosabb hazai felmérések. Szalkai Gábor (2001) az elemzését hasonló képlet (mérőszám) alapulvételével 298 településre vonatkozóan készítette el, külön vasútra és külön közútra, (valamint viszonyításul a települések közötti légvonalis távolságra) továbbá a pályán mért hálózati távolság mellett *eljutási idő* figyelembevételével is (közúton útkategória szerinti megengedett sebességek, ill. vasúton a menetrendi menetidő alapján). Ld. 6. ábra.

Ezeknek a vizsgálatoknak az eredményei részben a jól interpretálható mérőszám, részben a szemléletes ábrázolás következtében jól kommunikálhatóak. Szalkai 2006-ban a gyorsforgalmi hálózat épülését követve megismételte a vizsgálatot és tovább finomította az elemzéseit. Mivel a módszer a települések közöt-



Forrás: Szalkai G 2001

6. ábra. Időbeli megközelíthetőség Magyarországon közúton

ti megközelíthetőségi lehetőségeket (változást) értékeli, fontos, hogy a *gyorsforgalmi és a többi közutak szerepét együttesen minősíti*, és így például rá tudott mutatni arra, hogy „a megfelelő ráhordó hálózat megléte nélkül a gyorsforgalmi úthálózat képtelen valóban jelentős területre szétteríteni a hatását, azaz a különböző szintű hálózatfejlesztések sokkal nagyobb összhangjára lenne szükség a valóban hatékony rendszer létrejöttéhez.” (Szalkai, 2006 p. 20.)

Pedig ez a módszer nem is veszi figyelembe, hogy a *tényleges közlekedési igényeknek a döntő része kis távolságú, néhány km-en belüli célpontra irányul*. Az adott kistérség életében ezért a kimutatottnál még sokkal nagyobb szerepe van a belső kapcsolatoknak, az nem csak „ráhordásként” szolgál a gyorsforgalmi útra, hanem ennél is jelentősebb a térség belső életében betöltött szerepe. Az ilyen irányú elvárások kielégítésének tárgyalásához majd visszatérünk a keresleti oldalt (csomóponti szempontokat) érvényre juttató mérőszámok bemutatása kapcsán. Azt ugyanis ismételt hangsúlyozni kell, hogy a tanulságok megvitatása kapcsán bevont forgalmi és más szempontokkal való érvelés ellenére is maga az alapszámítás továbbra is a közlekedési hálózatot, a *közlekedés kínálati oldalát* minősíti. Az elérhetőség változásában ezzel egyenrangúan fontos dinamikus területi (a közlekedés szemszögéből *keresleti oldali*) szempontok – azaz az eljutási célpontok helyének módosulási lehetőségei – *nem jutnak szerephez*.

A keresleti oldali szempontokkal való súlyozás hiánya mellett vissza kell térni a módszernek egy másik, már említett súlyozatlanságára: nevezetesen, hogy a lehatárolt térségen belül (a számtani átlagolásból adódóan) *egyforma súlyt kapnak a kis, egymáshoz közeli települések közötti, és a nagy, valójában alig igényelt távolságok*. Ha egy kistérségre, együttélő településcsoportra készül a vizsgálat, ahol valóban az a cél, hogy a körülhatárolt települések között *sűrű, mindenirányú kapcsolatok* alakuljanak ki, szoros belső munkamegosztással, akkor a kapcsolatok egyenértékűsége jogos feltevés, egybeesik a térségi együttműködésre vonatkozó normatív elvárással. Egy más kapcsolati szinten az ország néhány nagyobb városa, vagy éppen az uniós fővárosai között is jogos lehet a megközelíthetőség ilyen vizsgálata. Ezzel szemben sem 48 (Fleischer, 1992) sem 298 (Szalkai, 2001) településre vonatkozóan ez nem várható el országos léptékben.

Fleischer a cikkében elvi lehetőségként felveti a „térbeli diszkontálás” szükségességét (a nagyobb távolságok kisebb súllyal jelenjenek meg a minősítésben) de megoldást nem ad rá, és érdekes módon az itt tárgyalt egyszerű általános hálózati költség modellekben ez azóta sem bukkant föl. (Előrebocsátjuk, hogy a keresleti oldali szempontoknál tárgyalandó pl. piacpotenciál v. gravitációs eljárásokban régóta alkalmazott módszerről van szó, ott azonban az interperálhatósággal merülnek fel problémák.)

*

A fentiekben két blokkban a *gráf éleinek az értékelésével foglalkozó, (a közlekedés kínálati oldalát minősítő) módszereket ismertettünk, a lefedettségi vizsgálatokat („autópályák elérhetősége”) és az általánosított utazási költségek hálózati értékelését. Nem emeltük ki, de az utóbbi magába foglalja az előbbit, ha nem is annak normatív megközelítésében. A teljes hálózati eljutás ideje ugyanis tartalmazza adott esetben a magisztrális folyosóhoz való eljutás, onnan való célhozjutás, továbbá (közötte) a folyosón hosszában történő haladás időtartamát is. Mindkét módszer nagyon hasznos, jól áttekinthető, a kapott eredmények könnyen interpretálhatóak. Ugyanakkor egyik módszert sem indokolt a (komplex) elérhetőség mérőszámának tekinteni, annak fontos részét szolgáltatják, de mindegyik esetben az elérhetőség egyik összetevőjéről, nevezetesen az elérhetőség közlekedéssel való javítási lehetőségéről van szó. Az elérhetőség optimális javítása az összetevők kiegyensúlyozott fejlesztését igényli. Fontos tudnunk, hogy a közlekedés javításával mit lehet elérni, de egyáltalán nem biztos, hogy (sőt biztos, hogy nem) a közlekedéssel elért maximális megközelítés-javítás a leghatékonyabb és legeredményesebb komplex elérhetőség-javítás.*

A HÁLÓZATI GRÁF CSOMÓPONTJAIHOZ KAPCSOLÓDÓ ÉRTÉKELÉSEK

Ebben a pontban tovább lépünk a közlekedés szemszögéből keresleti oldalnak számító szempontok irányába. Formai szempontból azt mondhatjuk, hogy a hálózat csomópontjaihoz kapcsolódó értékelésekről lesz szó. Más szerzők, láttuk, ennek kapcsán tevékenységhez kapcsolódó valamint hasznosságához kapcsolódó elérhetőségi mérőszámokról beszéltek (attól függően, hogy az elérni kívánt szolgáltatási végpontról („tevékenység”) vagy az azt igénybevenni kívánó személy kiindulási pontjáról és sajátos értékelési szempontjáról (hasznosság) van-e szó.

Az előző bekezdés elején, (és korábban is) azért hangsúlyoztuk, hogy a közlekedés szemszögéből keresleti oldalnak számító szempontok felé lépünk, mert a célként megjelenő szolgáltatás igénylője, (pl. vásárló) valamint az elérni kívánt szolgáltatás (pl. bolt) viszonyában önmagában is létrejön egy kereslet-kínálat reláció (egyen kereslete – kereskedelem kínálata, egyen kereslete – oktatási intézmények kínálata, egyen kereslete – üdülési lehetőségek kínálata, munkavállaló kereslete – munkahelyek kínálata, sőt a másik szempontjából: betöltendő állás kereslete – munkaerő kínálata stb.) Valójában az elérhetőség alapvetően az itt felsorolt párok találkozási lehetőségéről szól: jó esetben olyan közeli elérhetőséggel, hogy intézményes közlekedésre a közvetítéshez nincs is szükség. (Ha viszont szükség van a közvetítésre, akkor mindkét végpont a közlekedés szempontjából keresleti oldalnak számít, amelyek között összeköttetést – közlekedési kínálatot – kell teremteni.)

SZINT- (IZO-) VONAL VIZSGÁLATOK (CONTOUR)

A lefedettségi vizsgálatok logikájával jól harmonizál, amikor nem a hálózati él mentén jelölünk ki normatív módon egy ellátottnak tekintett sávot (pl. 40 km vagy harminc perc), hanem ugyanezt egy-egy csomópont körül tesszük. Az elnevezések változóak pl. elérhető lehetőségek (opportunity accessibility), egy adott közlekedési ráfordításnál többet nem igénylő potenciális célpontok (mindkettő Gutierrez – Gómez, 1999) vagy kontúr vizsgálatok, integrált elérhetőség, (integral accessibility) isochrone / isodistance mérés, kumulatív lehetőségek, közelség számlálás (Geurs – van Wee, 2004). A lefedettségi vizsgálatokhoz képest a legfőbb különbséget nem a forma jelenti (sáv helyett kör), hanem az, hogy célpontként nem az eljutás eszköze (az út) van megjelölve, hanem vagy a tranzakció tényleges (potenciális) célpontjai, a szolgáltatások; – vagy pedig az azt igénybe venni kívánók gócpontjai.

Az izo-vonal-vizsgálat a területi elemzésekben egyszerű és elterjedt eszköz, ugyanakkor számos hiányossága is említendő. Normatív módon kijelöl egy éles határvonalat; ami azon belül van, az egyenértékű, ott a távolság (költség, idő) eltérések nem számítanak, majd az éles határon kívül esőkre ugyanez a helyzet. Itt is felmerülhetne, hogy az éles, diszkrét térbeli függvény súly (111111100000) helyett célszerűbb lenne egy, a határt tompító, puhább átmenetet lehetővé tevő, a valóságot jobban leíró függvény alkalmazása. A gyakorlat nem ebben az irányban halad, inkább más, összetettebb mérőszámok használata és azok további finomítása felé.

Versenyképességgel összefüggő elemzésekhez a szintvonal vizsgálatok kevésbé alkalmasak, mert csak egy tényezőt, az adott lehatárolt területen lévő potenciális célpontok (vagy a potenciális igénylők) mennyiségét képesek bemutatni, az ezekkel szemben álló igényeket (vagy kínálatot) nem. Ezek a vizsgálatok tulajdonképpen nem tesznek mást, mint egy adott T_i település kijelölt körzetében összegezik a potenciális célpontok $SULY_j$ súlyát.

$$T_i = \sum_{j=1}^n SULY_j \quad (2)$$

A gyakorlatban a $SULY$ -ként jelölt cél lehet pl. munkaerő-kínálat, GDP, lakosság, iskolai férőhely, gyógyszerárak száma stb. Nyilvánvaló, hogy ezek a mutatók az elérhetőségnek csak a területi és tevékenységi összetevőjét képesek jellemezni, ezért a módszer önmagában ugyanolyan félszalagos, mint az éppen ezt mellőző, csak közlekedési összetevőt minősítő módszerek. Azokkal együtt azonban már kezdenek összeállni azok az összetevők, amelyekből föl lehet építeni egy komplex elérhetőségi mutatót.

SÚLYOZOTT ÁLTALANOSÍTOTT UTAZÁSI KÖLTSÉGEK

Korábban már bemutattuk az (1) jelű képletet, egy településnek az összes többitelepüléshez képest mért távolságának az átlagát. Általánosabb formában nem csak távolságra, hanem időre, általánosított költségekre is vonatkoztathatjuk az átlagolást, TAV_{ij} távolság helyett ELL_{ij} ellenállásként érzékeltetve ezt a mérőszámot.

$$M_i = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} ELL_{ij}}{n-1} \quad (1a)$$

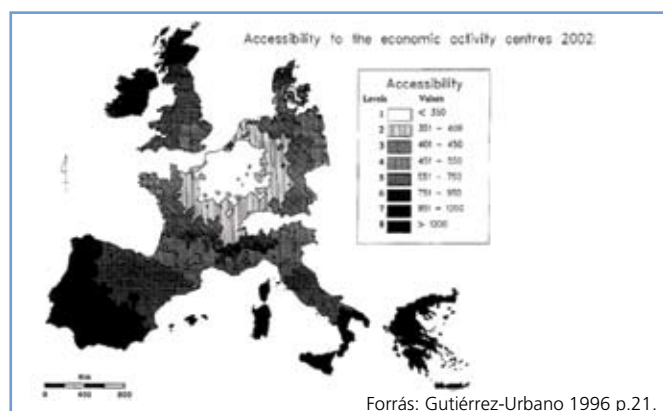
Az a képlet, amit Gutiérrez és Urbano (1996) a TEN hálózatok elérhetőségi hatásának az uniós szintű érzékeltetésére használt, nem más, mint (1a) és (2) modellek összekombinálása. Azaz nem az *i* és *j* csomópontok közötti ellenállásoknak egyszerű számtani átlagolása, hanem egy súlyozott átlag, ahol a súlyozó tényező a mindenkor *j* települések (tevékenységi centrumok) (2) modell értelmében tekintett súlya, történetesen az adott tevékenységi centrum GDP-je.

$$E_i = \frac{\sum_{j=1}^n (ELL_{ij} * SÚLY_j)}{\sum_{j=1}^n SÚLY_j} \quad (3)^4$$

Súlyozás a GDP-vel

Igy az *i*-ik centrum elérhetőségét jellemző index *E_i* nem egyszerűen (önmagát is beleértve) a többi centrum tőle való átlagos távolsága, (eljutási ideje, általánosított költsége) *ELL_{ij}*-átlag, hanem ennek az indexnek egy olyan módosított formája, ahol nagyobb súllyal képviseltetik magukat azok a *j* centrumok, amelyeknek nagyobb a tevékenységi attraktivitása (munkaerő-igénye, kereskedelmi szolgáltatása, iskola-férőhelye, stb.) Az idézett cikkben mindezek helyett a GDP szerepel súlytényezőként.

A szerzők által kapott eredmény (ld. 7. ábra) lényegét tekintve nagyon hasonló a súlyozás nélküli megközelíthetőségi potenciál eredményekhez: az eljárás domináns módon a térbeli súlyponthoz való közelséget mutatja ki, ezen nagyon keveset képes csak módosítani a csomópontok súlytényezőjeként számításbavett GDP. (Különösen, ha figyelembe vesszük, hogy a GDP értékek térbeli eloszlása Európa vizsgált részében maga is némi korrelációt mutat a térbeli súlyponthoz való közelséggel.) A cikk fontos összehasonlítást tesz az 1992-es és 2002-es (akkor még várható) elérhetőségi viszonyok között, ennek ismer-



Forrás: Gutiérrez-Urbano 1996 p.21.

7. ábra. A gazdasági tevékenységi centrumok elérhetőségének jellemzése 2002-ben az unióban

tetésében azonban nem kívánunk elmélyedni. A módszerrel kapcsolatos tanulságként azt állapítjuk meg, hogy a fejlettséggel való súlyozás nem nyújt elegendő meggyőző érvet arra, hogy ettől alapvetően javult volna a modellnek a *komplex elérhetőségi kérdéskört leíró ereje*, ezzel szemben az értelmezhetőségben komoly veszteségek adódtak. A GDP használata ugyanis megkerüli azt a kérdésfeltevést, hogy itt mennyiben a szolgáltatási keresletet és mennyiben a tevékenységi kínálatot kívánja a súlytényező kifejezni. Ha ugyanis erre a kérdésre az a felelet, hogy a GDP *mindkettőt* kifejezi, akkor viszont nem érthető, hogy a nagyobb GDP-vel rendelkező körzetek miért ne kerülhetnének egyensúly-közeli állapotba, amikor is a külső attraktivitásuknak nem szükségképpen kell nőnie, az akár csökkenhet is, megkérdőjelezve az egész súlyozás tartalmi alapját.

A (társégi, szolgáltatási) *keresletet* és a *kínálatot* egyszerre érzékelteni kívánó GDP kapcsán még általánosabb formában is felvetnénk, hogy az *elérhetőségnek* tulajdonképpen éppen ennek a kettőnek, vagyis a keresletnek és a kínálatnak az egymáshoz képesti viszonyát kellene megjelenítenie, mérnie. Mivel ez nem történik meg, ezért annak a gyanúnknak is hangot adunk, hogy az ilyenfajta súlyozás formális, és csak arra alkalmas, hogy az egyébként világos tartalmú (bár, mint jeleztük, megközelítésében egyoldalú) közlekedési megközelíthetőségi potenciál vizsgálatokat elbonyolítsa, ezzel szemben *semmiféle tényleges információt nem tartalmaz arra vonatkozóan, hogy az elérhetőség nem-közlekedési összetevőiben történt-e változás*, azaz közelebb, vagy távolabb kerültek-e egymáshoz képest az elérni kívánt végpontok (igények, ill. tevékenységek).

Súlyozás a forgalommal

Formailag lényegében ugyancsak a (3) képlet érvényes arra az eljárásra, amit Berki és Monigl (2007) használ a hálózati kapcsolati mutatók kiszámítására. Az *ELL_{ij}* (náluk *T_{ij}*) az adott végpontok közötti átlagos utazási időket, a *SÚLY_j* pedig forgalomnagyságokat (náluk szintén viszonylatokra *F_j*) jelöl. Az általuk megadott képlet (op. cit. 7.p.) annyival bonyolultabb, hogy az egyes csomópontokra meghatározott értékeket utána *i* szerint is összegzik, és így a teljes hálózati megközelíthetőségre jellemző egyetlen skalárértéket kapnak. (*M_n*)

$$M_n = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (ELL_{ij} * FORG_{ij})}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n FORG_{ij}} \quad (4)$$

Ahhoz, hogy a mutató tartalmát megértsük, elég, ha egyetlen *i* centrum eseténél maradunk. Az egyszerűbb, csak számtanilag átlagolt mutató tehát azt értékelné, hogy *i* pontból az összes többi figyelembe vett *j* pont átlagosan mennyi idő alatt érhető el. Ha nem egyszerű számtani átlagot képezünk, hanem *forgalommal* súlyozott átlagot, akkor a végeredményben nagyobb súlyt kapnak azok a szakaszok, ahol nagy forgalom van. Amikor a szerzők két állapotot hasonlítanak össze, akkor ennek révén nagyobb súlyt kap a javulás ott, ahol sokan járnak, (több embert érintett a javulás) és kevesebbet ér ott, ahol kicsi a forgalom. Ez teljesen

⁴ Gutiérrez és Urbano esetében a SÚLY-t a GDP, az ELL-enállást az *i* és *j* közötti eljutási idő jelentette, kiindulásként a rendelkezésre álló úttypusok megengedett sebességével (120 km/ó – 70 km/ó) számolva, de 0.8-1.2 közötti kényelmi értékkel módosítva a kapott időket a nagyobb kényelmet biztosító folyosók javára; továbbá az éleken adódó időértékhez hozzászámoltak egy csomóponti (bűntető) időt, ha az útvonal nagyvárosi agglomerációs térségen kellett áthaladjon. Az érték az adott agglomeráció lakosságának a logaritmusával volt arányos, és pl. Párizs esetében 30 perc volt. (Az unió területén számításbavett 94 kiemelt tevékenységi központ esetén alkalmaztak ilyen többlet-időt az áthaladásnál, és ugyanezen települések közötti eljutást vette alapul a modellszámítás.)

megfelel a közlekedési kínálati szempontú gondolkodásnak, t.i. minél több ember számára minél nagyobb sebességgel való haladást tenni lehetővé. Am ez a mutató pozitív változásnak fogja találni, ha egyre több ember, egyre hosszabb szakaszokon egyre gyorsabban halad, miközben az elérhetőség szempontjából ez egyáltalán nem jelent pozitív változást, azaz a mutató feltehetően kevésbé alkalmas az elérhetőség tényleges változása minősítésére.

Érdemes azon is elgondolnodni, vajon lehetséges-e, hogy formálisan ugyanúgy használjuk a viszonylati eljutás súlytényezőjeként egyfelől a GDP-t ami egy pozitívnek tekintett cél, ahol ezért egybeesik az általános elvárás (nőjön a GDP) és a számításnál vele kifejezett súly (ez a viszonylat fontosabb); illetve másfelől a forgalom nagyságot, aminek a növekedését viszont egyáltalán nem nevezhetjük pozitív célnak, és aminek inkább a csökkentésére kellene törekednünk. A hasonló használat éppen a közlekedési kínálati szemléletet leplezi le, amelyik az általános deklarációkkal szemben a forgalom növelését tekinti pozitív célnak.

Összességében úgy gondoljuk, hogy akár a bruttó hazai termékkel, akár a forgalom nagysággal való súlyozás után az általánosított költség mutató megmarad közlekedési kínálati mutatónak, és nem válik alkalmasabbá a területi elérhetőségi tényezők számításbavételére. Természetesen lehetséges számos más súlyozó tényező közül is választani, különösen, ha világosan megfogalmazzuk, hogy minek az elérését akarjuk mérni (Nemes Nagy, 2005).

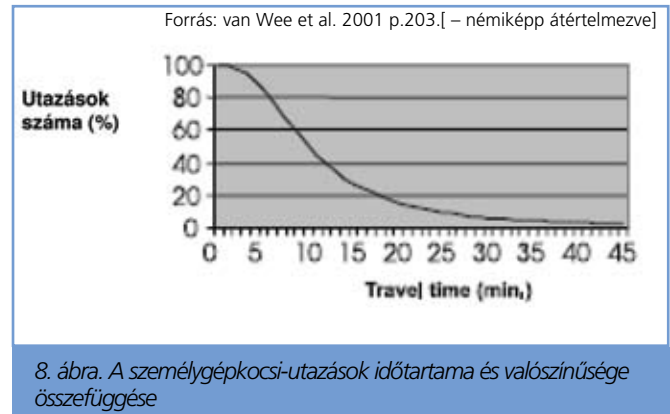
SZINTVONAL VIZSGÁLATOK VERSENGŐ KERESLETEKKEL

A kereslet-kínálat egyensúlyának a térbeli alakulása leírásához nem csak arra van szükség, hogy egy i centrum kijelölt körzetében található *SULY* aktivitásokat összegezzük, hanem arra is, hogy ezt szembeállítsuk az i centrum (és a körzet) ezirányú keresletével. Sőt, mint azt van Wee *et al.* (2001) felvetik, ezek a normatív módon (távolság, vagy eljutási idő stb. alapon) kijelölt körzetek egymásba is metsződnek, és a keresletek is és a kínálatok is több lehetőség között választhatnak. A választásban nyilván szerepet játszik a kínálati pont (*SULY*) attraktivitása is, amit a modell érzékeltet, de jelentős szerepe van az odáig megteendő távolságnak is, – tehát nem tartható fenn az a feltételezés, hogy a kijelölt körzeten belül minden célpont megközelítése azonos értéket képvisel. Első közelítésben visszajutunk oda, hogy a kijelölt körzeten belül a súlyozott általánosított utazási költségek (ld. korábban (3)-as képlet) formuláját használjuk. Ebben az esetben kétszer kalkuláltunk a távolsággal (általánosított utazási költséggel): egyszer kijelöltük vele a figyelembe veendő körzetet, másodszer pedig a körzeten belül az eljutási ellenállás arányosítására használtuk fel. Ennek a megkülönböztetésnek azonban semmi értelme: valójában ugyanarról a döntésről van szó, amely tehát egy bizonyos távolságig (ellenállásig) csak csökkenti az utazónak adott célpontba való elindulási valószínűségét, azon túl pedig le is mond az utazásról. A tapasztalatok szerint ez nem egy távolsággal egyenesen arányos ellenállás, ami egy ponton zérusra csökken, hanem ennél bonyolultabb görbe szerinti átmenetről van szó. A megoldás igénye már a (súlyozatlan) általánosított költségek kapcsán is felmerült, t.i. a távolság (általánosított költségek) szerinti diszkontálásról van szó.

A TÉR DISZKONTÁLÁSA

A feladat annak a jelenségnek a modellezése, hogy egy adott aktivitás elérése érdekében mekkora távolság bejárására (időráfordításra, kiadásra, erőfeszítésre) vagyunk hajlandóak. A tapasztalat az, hogy a döntés nem lineáris függvénye a felsorolt ellenállási té-

nyezőknél, hanem ettől eltérő függvényt követ. Nyilván máshogy viselkedünk, ha egy doboz cigarettáért kell elmennünk, ha iskolát választunk, és ha üdülni indulunk, de első közelítésnek mindezeket összemossa iránymutatást kaphatunk a görbe alakjáról, ha megnézzük, hogy hogyan oszlik meg az emberek utazásának a gyakorisága az utazás távolsága (időtartama, költsége stb.) szerint.

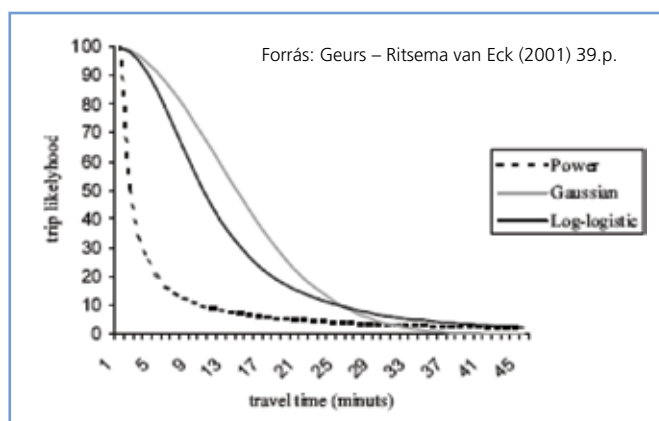


A 8. ábra csak érzékeltetni kívánja a görbe alakját; hasonló jellegű görbe írja le az utazások hosszúság szerinti eloszlását is. Nekünk természetesen nem csak a személygépkocsi utazások, hanem minden helyváltoztatás (beleértve a gyaloglást is) statisztikájára lenne szükségünk, hiszen a tevékenységi célok elérésekor ezek a módok is számítanak (sőt preferáltak). Némi utánjárás, és célzott kutatás segítségével előállítható a ma Magyarországon érvényes tapasztalati eloszlás, ami tovább is finomítható, és elvben külön általános iskolákra, postahivatalokra és gyógyszertárakra érvényes eloszlási görbék is elkészíthetők lennének. A felmérhető tapasztalati értékek természetesen egyaránt érzékeltetik a igényoldali hajlandóságot, valamint az intézményi kényszert; azaz nem szükségképpen a kapott értékeket kell "igénynek", ideális állapotnak tekinteni. Mindenesetre feltételezhetjük, hogy az eloszlási görbék alakja továbbra is a 8. ábrához hasonló: azaz kis távolságoknál egy platóról indul, aztán egyre meredekebbé válik, majd csökkenni kezd a meredeksége és alacsony értékeknél még hosszan elapосodik. A szintvonal (kontúr) modellek valahol az inflexiós pontján, vagy a 25 %-os értéknél húznak egy éles vonalat, és 'odáig 100 %, onnan 0 %' lépcsős függvényként működnek. Az út hosszát (időtartamát) diszkontálás nélkül számításba vevő hálózati módszerek viszont lineáris ellenállás-csökkenést feltételeznek a kiindulópont és egy nagy távoli pont között.

Számítógéppel történő modellezés esetében természetesen semmi akadálya sincs, hogy egy tetszőleges – akár kézzel megrajzolt – függvény szerint diszkontáltsuk a távolságot (időt, költséget), azaz ennek megfelelő súlytényezőt használjunk az ellenállás tényezőjének a finomítására. A gyakorlati módszerek korábban alakultak ki, és valamilyen függvény segítségével közelítik a tapasztalati görbét. Ez egészen addig nem probléma, amíg a felhasználók tisztában vannak az eljárás lényegével, nevezetesen, hogy mit kívánnak közelíteni és az mivel közelítik.

A 9. ábra rámutat arra, hogy az egyszerű hatványfüggvény (az ábrán ld. *Power*) nem tudja követni a kezdeti platót és az inflexiós fordulatot. Más, exponenciális függvények erre alkalmasabbak.

Amint arra korábban utaltunk, az egyszerű földrajzi megközelíthetőségi potenciál vizsgálatok ilyen irányú kiegészítésére nem sikerült rábukkanni az irodalomban, pedig ez jól interperetálható, megértethető, követhető iránynak tűnik. Helyette az olyan ösz-



9. ábra. Különböző távolság diszkontáló függvények formája

szetett modellek gyakoriak, ahol együtt szerepel az attraktivitási súlytényező, és annak a távolsági (ellenállási) korrekciója.

GRAVITÁCIÓS ALAPÚ ELÉRHETŐSÉG MODELLEK

Ezt a modell-típust nevezik gazdasági potenciálnak (Gutierrez–Gómez, 1999), piaci potenciálnak (Holl, 2007), közlekedési helyzetpotenciálnak (Berki – Monigl, 2007), egyszerűen csak potenciál elérhetőségi mértéknek (Hilber – Arendt, 2004, Geurs – van Wee, 2004), vagy gravitációs modellnek (Simma – Axhausen, 2003 és a fentiek közül is többen).

Tsou *et al.* (2005) kifejezetten az elérhetőség definíciójaként adja meg a legáltalánosabb formulát

$$E_i = \sum_j f(SÚLY_j, ELL_{ij}) \quad (5)$$

ahol a függvény a legtöbb esetben éppen a gravitáció mintájára („egyenesen arányos a tömeggel és fordítottn a távolság négyzetével”):

$$E_i = \sum_{j=1}^n (ELL_{ij}^{-\alpha} * SÚLY_j) \quad (5a)$$

alakot ölt, ahol az α kitevő értéke $\frac{1}{2}$; vagy szokványosabb felírásban, törtként

$$E_i = \sum_{j=1}^n \frac{SÚLY_j}{ELL_{ij}^{-\alpha}} \quad (5b)$$

azaz, ahol a korábbi α kitevő értéke 2.

Mivel a gyakorlati tapasztalatokat a 2-es kitevő általában nem jól írja le, a kitevő kalibrálása jelentette a vizsgálatok első lépését. A 9 ábrán azonban láthattuk, hogy a hatványfüggvény éppen a leggyakoribb, kis távolságú (rövid idejű) utazások tartományában alkalmatlan a kívánatos függvényalak felvételére, – ezért hiába érünk el vele jó illeszkedést a görbe hosszú szakaszán, ha éppen a legfontosabb pontokat hibásan becsüli. Ezért egyre elterjedtebbé válik az u.n. negatív exponenciális függvény alkalmazása, amely jobb illeszkedést képes nyújtani. (pl. Hilber – Arendt, 2004)

$$E_i = \sum_{j=1}^n (SÚLY_j * e^{-\beta * ELL_{ij}}) \quad (5c)$$

A β paraméter kalibrálására vonatkozóan az említett Hilber – Arendt szerzőpáros korábbi példákat idéz: miszerint az érték (az általuk áttekintett) *regionális* vizsgálatokban alkalmazott 0,5-től a *nemzeti* vizsgálatban használt 0,2-n keresztül egy egész *Európa* kiterjedő vizsgálatban használt 0,01-ig terjedt, azaz ötven-szeres eltérést mutatott.

Tóth G (2006) magyarországi vizsgálataira vonatkozóan 0,1-es β értéket használt „mivel a téma több szakirodalmi előzményében hasonló vizsgálatoknál ezt az értéket alkalmazták” (*op. cit.* 26. p.). Hasonló, de Európára vonatkozó vizsgálatukban (Tóth Géza dr. – Kincses Áron 2007) 0,002 β -értéket választottak („A β a vizsgált térelrendeződés állandója, melyet minden egyes új térszerkeztúra vizsgálatkor meg kell határozni.” *Id. op. cit.* 436. p.) A tényező kiszámításának az alapja utóbbi dolgozatban az a gyakoriságfüggvény volt, amelyik megmutatta, hogy a számításbavett 1528 körzet mindegyikéből az összes többibe való eljutásnál milyen eljutási idők jönnek ki. Számunkra legalább is kevésbé tűnik megalapozottnak az a feltételezés, hogy az emberek, akik egy adott pontból választanak úticélt, éppen abban az arányban preferálnák a rövidebb utakat, amilyen arányban több rövidebb eljutási viszonylat (célpont) áll az egész hálózaton rendelkezésre. Úgy tűnik, ez valójában azt a feltételezést rejti magába, hogy az utazni indulók az összes, 1528 x 1527 reláció mindegyikét *egyforma eséllyel* választják, és csak amilyen arányban több a rövidebb reláció, abban az arányban jön létre több rövid utazás. Ez a feltevés valószínűleg már egy nagyon kis, nagyon szoros és sokoldalú egymásrataltságra összekapcsolódó településcsoportban sem igaz, európai léptékben pedig elképzelhetetlen.

A technikai kérdésnek tűnő paraméterválasztásnál azért időztünk el, mert jól mutatja az összetettebb elérhetőségi modelleknek azt a dilemmáját, hogy az óriási adathalmazokat megmozgató vizsgálatok mögött, minél bonyolultabb képletről van szó, esetenként annál bizonytalanabb, annál gyengébb lábakon álló, az olvasó számára átláthatatlan, de az elemzés készítői számára is alig követhető feltételezések állhatnak, amelyek ugyanakkor alapvetően befolyásolják a kapott eredményeket, és gyakorlatilag teljesen értéktelenné teszik az ilyen módon megalapozott következtetéseket. Ezek a nehézségek természetesen nem az összetett módszertan hibái, hanem az azt alkalmazni próbálók igényességével függnek össze, azaz az elérhetőség fogalmi definiálásának, és eredmények elfogadatlanságának ellenőrzésének a hiányával.

ÖSSZEFOGLALÁS

A két részes cikk azt a feladatot tűzte maga elé, hogy áttekintse és értelmezze egyrészt az elérhetőség fogalmát, másrészt az elérhetőség mértékének a mérésére használt modelleket és eljárásokat.

Az *elérhetőség* fogalmát, – gyakori használata és a szakpolitikákban való sűrű megjelenése ellenére – gyakorlatilag vagy egyáltalán nem definiálják, vagy kifejezetten leegyszerűsítő és hiányos a meghatározása, ami alapvető félreértelmezések kiindulását alkotja. Dolgozatunkban az elérhetőséget komplex fogalomként értelmeztük, ahol a *közlekedési* összetevő mellett hasonlóan fontos szerepet játszanak az elérhetőség *térbeli*, az *időbeli* és *személyre szabott* összetevői is. Ebből következően az elérhetőség javítása is csak integrált módon, a különböző összetevők szerepének a párhuzamos mérlegelésével képzelhető el.

Az elérhetőség mérésére használt modelleket a hálózat éleire, illetve a hálózat csomópontjaihoz való kapcsolódásuk szerint rendeztük. Az a feltételezésünk, hogy ez a csoportosítás teret nyit

ahhoz, hogy a továbbiakban a közlekedési összefüggéseken túlmutató fent jelzett összetevők is jobban bevonhatók legyenek a modellezésbe és mérésbe.

Az áttekintés nem jutott messzebbre, mint, hogy egyrészt összegezzük azt a helyzetképet, amit a korábbi definiálatlanságok, és ennek ellenére tapasztalható magabiztos következtetések kapcsán az elérhetőség fogalmához közelítve észleltünk, másrészt visszadolgozzuk magunkat egy nullpontra, egy olyan pontra, ahonnan tiszta lappal el kellene kezdeni a téma aktív felépítését, az elérhetőség megfelelően komplex, ugyanakkor érthető és operacionalizálható mutatók segítségével történő leképezését. Egy következő lépés lehet majd az elméleti háttérnek is megfelelő elérhetőség fogalom összefüggésbe hozása a *versenyképesség, a kohézió, az esélyegyenlőség és a fenntarthatóság* kérdéskörével. Egyelőre a kezdeti lépésekig jutottunk el, ugyanakkor nem érezzük úgy, hogy felesleges munkát végeztünk, vagy, hogy a meg tett lépések átgörgethetőek lettek volna.

HIVATKOZÁSOK

Berki Zs., Monigl J.: (2007) Infrastruktúra fejlesztések elérhetőség-javulásának figyelembevétele a hálózati hatások értékelésében. *Közúti és Mélyépítési Szemle* Vol. 57. No. 5.(május) pp. 6-13.

Fleischer T. (1992) A magyarországi közúti szállítási tér *Közlekedéstudományi Szemle* Vol. 42. No. 6. (június) pp.201-208. <http://www.vki.hu/~tflisch/PDF/pdf85/SZALTER85.pdf>

Geurs KT – Ritsema van Eck JR (2001) Accessibility measures: review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transportation scenarios, and related social and economic impact. Report no. 408505006 265 p. <http://www.mnp.nl/bibliotheek/rapporten/408505006.pdf>

Geurs, KT – van Wee, B (2004) Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography* Vol. 12. No. 2. pp. 127-140.

Gutiérrez, J. – Urbano. P. (1996) Accessibility in the European Union: the impact of the trans-European road network. *Journal of Transport Geography* Vol. 4. No. 1. pp. 1-12.

Gutiérrez, J. – Gomez. G (1999) The impact of orbital motorways on intra-metropolitan accessibility: the case of Madrid's M-40. *Journal of Transport Geography* Vol. 7. No. 1. pp. 1-15.

Hamarné Szabó M.: (1999) A kormány 2117/1999. (V.26.) Korm. határozata a gyorsforgalmi úthálózat tízéves fejlesztési programjának megvalósításáról. *Falu-Város-Régió*, 7. sz. 11–17. o.

Hilber, R., Arendt, M.: (2004) Development of accessibility in Switzerland between 2000 and 2020: first results. Conference paper Swiss Transport Research Conference (STRC) Monte Venta / Ascona March 25-26, 2004.

Holl, A.: (2007) Twenty years of accessibility improvements: The case of the Spanish motorway building programme. *Journal of Transport Geography*, Vol. 15. No. 6. pp.286-297.

Nemes Nagy J.: (szerk.) (2005) Regionális elemzési módszerek. Regionális Tudományi Tanulmányok; 11. kötet. 284 p. Budapest, ELTE Regionális Földrajzi Tanszék – MTA-ELTE Regionális Tudományi Kutatócsoport.

Országos Fejlesztéspolitikai Koncepcióról szóló 96/2005. (XII. 25.) OGY határozat http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A05H0096.OGY

Simma, A., Axhausen, K. W.: (2003) Interactions between Travel Behaviour, Accessibility and Personal Characteristics: The Case of Upper Austria. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, Vol. 3. No. 2. pp. 179-197.

Szalkai G.: (2001) Elérhetőségi vizsgálatok Magyarországon. *Falu, Város, Régió* Vol. 8. No. 10. pp.5-13.

Szalkai G.: (2006) Elérhetőségi és forgalmi változások az elmúlt évek gyorsforgalmi úthálózat-fejlesztéseinek következtében. *Közúti és Mélyépítési Szemle* Vol. 56. No. 11-12. pp. 18-24.

Sztráda Expressz program: Európa Terv (2003) "Gyorsabban az Európai Unióba"– 1000.000.000.000 Ft. Autópálya Építésre. Közlekedési Múzeum, 2003. április 5. Forrás: GKM.hu 2003-04-05 <http://betonnet.hu/hirek/2003/sztrdex.html>

Tóth G., Kincses Á.: (2007) Közúti elérhetőségi vizsgálatok Európában. *Statisztikai Szemle* Vol. 85. No. 5. pp. 431-463.

Tóth G.: (2006) Elérhetőségi viszonyok a hazai közúthálózaton. *Közúti és Mélyépítési Szemle* Vol. 56. No. 11-12. pp. 18-24.

Tsou, K.-W., Hung, Y.-T., Chang, Y.-L.: (2005) An accessibility-based integrated measure of relative spatial equity in urban public facilities. *Cities*, Vol. 22, No. 6, pp.424-435.

Van Wee, B., Hagoort, M., Annema, J. A.: (2001) Accessibility measures with competition. *Journal of Transport Geography* Vol. 9. No. 3. pp. 199-208.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző ezúton köszöni meg dr. Monigl Jánosnak, Németh Nándornak, Szalkai Gábornak és Takács Miklósnak a kéziratához fűzött hasznos kiegészítő megjegyzéseit.

SUMMARY

ON ACCESSIBILITY: PART TWO – THE MEASUREMENT OF THE ACCESSIBILITY AND EXAMPLES

The evaluation of the accessibility always relates to activities taking place on different kinds of networks. We have distinguished accessibility models related rather to the links on one hand and rather to the nodes of the network on the other hand. Among the first group the proximity and time distance to corridors, and the cumulated network distance (time) along the network was analysed. As for the second group, we surveyed contour (iso-) lines relative to activity centres, measured in generalised cost and reviewed the possible meaning of different kinds of weights as GDP or traffic, or the possibilities of a spatial decay.

HIBAIGAZÍTÁS

A fenti cikk első részében (2008/1-2. szám) az első oldal 4. bekezdés egyik mondata korrekcióra szorul. A mondat javítva így hangzik: "Más esetben pl. Tanczosné (2005) a megközelíthetőséget a közlekedési hálózatok *mennyiségi*, az elérhetőséget pedig a közlekedési hálózatok *minőségi* jellemzőjeként különbözteti meg (p. 235.); mi alább az elérhetőséget a közlekedésnél tágabb összefüggésben értelmezzük."

A KÖZÚTI BIZTONSÁGI AUDIT SZEREPE AZ ÚTÜGYI ADMINISZTRÁCIÓBAN¹

MOCSÁRI TIBOR¹

Az Európai Unió Fehér Könyve a közúti balesetek következtében meghaltak számának felére csökkentését tűzte ki célul a tagországok számára a 2001-2010 közötti időszak alatt. A magyar közlekedéspolitika ugyanezen időszakra - a reálisabbnak tűnő - 30%-os csökkentést határozta meg. Ezzel szemben a bázisévnek választott 2001-hez képest a teljes magyar úthálózaton 2006-ban 5,1%-kal több, 1303 fő vesztette életét.

Az Európai Unióban készült szakanyagok szerint a közúti infrastruktúra állapota és műszaki tulajdonsága átlagosan minden harmadik balesetnél, mint befolyásoló tényező szerepet játszik. A halálos kimenetelű balesetek körülményeinek részletes hazai elemzése azt mutatta, hogy a közút és környezetének bizonyos paraméterei a halálos balesetek 25-30%-ánál kimutatható hatással voltak. Különösen fontos megjegyezni, hogy a hazai közutak környezete nem „megbocsátó”, vagyis nem csökkenti, hanem inkább növeli a balesetek súlyosságát. Ezen a téren különösen nagy az elmaradás és ezzel kapcsolatban az infrastruktúrát kezelő szervezeteknek van fontos szerepük.

AZ EU PARLAMENT IRÁNYELV-JAVASLATA A KÖZÚTI INFRASTRUKTÚRA BIZTONSÁGI MENEDZSMENT-RŐL

Az Irányelv előkészítése 2005 második felében, angol elnökség alatt kezdődött, 2006 elején osztrák elnökség alatt folytatódott, a második félévben a finnek átdolgozták és 2006. október 5.-én kiadták a „végleges” javaslatot. Az EU Szárazföldi közlekedési munkacsoport 2007. január 10.-i ülésén tárgyalta a „végleges” Közúti Infrastruktúra Biztonsági Menedzsment irányelv-tervezetet. A német elnökség folytatta a tervezet részletes vitáját, de az Irányelvet a Közlekedési Tanács 2007. június 6.-i ülésén nem fogadta el. A szigorított feltételeket tartalmazó Irányelvet a szeptember 11-i ülésén tárgyalta újra az EU Szárazföldi közlekedési munkacsoportja és várhatóan 2008 tavaszán elfogadja Európai Parlament. Ezután a hazai közúti infrastrukturális beruházások előkészítési, megvalósítási folyamatában a közlekedésbiztonsági szempontokat fokozottan kell érvényesíteni.

Az Irányelv-tervezetben szereplő négy tartópillér teljes mértékben lefedi a közúti infrastruktúra kezelésének minden területét a tervezéstől a kivitelezésen át az üzemeltetésig. Az Irányelv szabályozási tárgya a **közúti biztonsági hatásvizsgálatra**, a **közúti biztonsági auditra**, a **közúti biztonsági felülvizsgálatra** és a **biztonsági úthálózat-kezelésre** terjed ki.

- Új utak építése, illetve üzemelő utakon való nagymérvű átépítések esetén a **Közúti Biztonsági Hatásvizsgálat** a jelenlegi és a várható baleseti helyzetet tárja fel a vizsgált úton és a kapcsolódó hálózaton. Hazánkban ma még a legkevésbé ismert módszerek egyike. Elfogadott metódus, hogy egy-egy jelentősebb közúti közlekedési beruházás előtt környezetvédelmi hatásvizsgálatot kell végezni annak érdekében, hogy az

építésből és üzemeltetésből adódó kedvezőtlen hatásokat a lehető legalacsonyabbra csökkentsék. Hasonló elven, hasonló súllyal kellene működtetni a közúti biztonsági hatásvizsgálat intézményét. Ennek keretében a tanulmányterv fázisában, a többféle terv (nyomvonal)-variánsok közötti döntés meghozatalában fontos szempontként kellene figyelembe venni a jelenlegi és a várható állapotok közlekedésbiztonsági vonatkozásait. A készülő tervek méretétől függően e vizsgálat korlátozódhat egy csomópont közvetlen környezetére, de egy települési elkerülő út esetén a vizsgálandó terület már kibővíti a településre, sőt annak tágabb térségére is. A hatásvizsgálat tulajdonképpen a különböző tervváltozatok költség-haszon elemzése (várható-meglevő balesetszám aránya a költségekhez), amelyhez meg kell becsülni a várható baleseti-közlekedésbiztonsági helyzetet (csomóponti megoldások, kerülőutak, fizetős útszakaszok figyelembevétele, elkerülő-út esetén a régi átkelés szakaszt is vissza kell építeni). A vizsgálatoknak kellően részletes (meglevő és számított) forgalmi-, és közlekedésbiztonsági adatokon kell alapulniuk.

- Új utak építésének, vagy a meglévő utak átépítésének tervezési fázisában a **Közúti Biztonsági Audit** feltárja a tervek hibáit és javaslatokat ad javításukra. Az elmúlt években már jelentős előrelépés történt hazai bevezetésével kapcsolatban, azonban jogi szabályozás híján nehezen épül be a közlekedés-tervezési apparátus munkájába. Nagyon költség-hatékony megoldás: a baleseti adatok ismerete nélkül, csak a tervek alapján általában kisebb korrekciókkal a baleseti kockázat csökkenthető, balesetek előzhetőek meg. A közúti biztonsági auditoroknak rendelkezniük kell a szakképzettségüket igazoló okirattal. (Ezen Irányelv életbe lépését megelőzően megszerzett képzettséget is el kell fogadni.) Az auditoroknak legyen gyakorlatuk az úttervezés, a közlekedésbiztonság, és a baleseti elemzés területén. Az auditoroknak képzésen kell részt venniük, amely után oklevéllel igazolhatják kompetenciájukat és legalább 7 évente kötelesek újabb vizsgát tenni. A vizsgát tett auditorok alkalmazásának feltétele, hogy legalább két-évente egy auditori továbbképzésen részt vegyenek. Amennyiben team-munkában készül az audit, a team legalább egy tagjának meg kell felelnie az előző feltételeknek. A közúti biztonsági audit auditori jelentéssel zárul, amelyben az auditot végző(k) megállapítják a kritikus tervezési elemeket, és javaslatokat fogalmaznak meg a módosításukra. Amennyiben e javaslatokat nem veszik figyelembe, azaz a tervet nem helyesbítik az adott tervezési fázis vége előtt, e körülményt az auditori jegyzőkönyvhöz csatolni kell. Az auditor a tervező cégtől függetlenül végzi munkáját, azaz megbízója nem lehet a terv készítője. Az auditor nem vonható be a vizsgált infrastrukturális projektbe sem koncepcionális szinten, sem létesítése során. A közúti biztonsági audit elvégzését célszerű lenne azon építési és átépítési tervezési munkák során kötelezővé tenni, amelyek a gyorsforgalmi úthálózatot és az országos közúthálózat I. és II. rendű főútvonalait érintik.

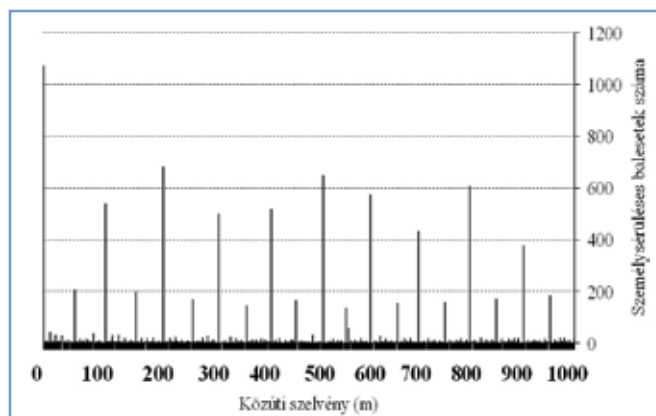
¹ főmérnök, Közlekedésbiztonsági és Forgalomtechnikai Önálló Osztály, Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ mocsari.tibor@kkk.gov.hu

- A működő útszakaszokon - ahol nem terveznek jelentős átépítést - alkalmazott **Biztonsági Úthálózat Kezelés** az úthálózat balesetsűrűsödési, vagy nagy baleseti kockázatú pontjaira mutat rá a baleseti adatok elemzésével. Hazánkban az országos közutak kezelőinél már régóta jelen van e tevékenység, azonban megyénként eltérő hatékonysággal. A személyi sérüléssel baleseti adatokat nyilvántartja a közútkezelő, együttműködve a Rendőrséggel, több megyében a baleseti adatok egyeztetése is megfelelő, sőt a baleseti góchelyek azonosítása és felszámolása is folyamatosan napirenden van. Az egész rendszer mégis számos gyermekbetegséggel küzd, hiszen a baleseti adatok helyazonosítása pontatlan (ráadásul régóta visszatérő probléma), a nyilvántartás és az elemzések színvonala sok helyen egyedül a helyi kollégák szakmai elhivatottságán múlik, ugyanakkor a baleseti góchelyek feltárásától a megszüntetésig tartó út nagyon hosszú és sokszor teljesen kilátástalan - a rendelkezésre álló anyagi lehetőségek függvénye. (A 2008-ban induló baleseti góchely-megszüntető program remélhetőleg jelentős előrelépést jelent ezen a területen.)
- A rendszeres útfenntartási tevékenység keretében az egész úthálózaton végzendő **Közúti Biztonsági Felülvizsgálat** feltárja a balesetveszélyes helyszíneket, és kisköltségű beavatkozásokkal megelőzi a további balesetek bekövetkezését. Az ötévente kötelező (helyszíni) forgalmi rend felülvizsgálat alapja lehet e módszernek. A Közúti Biztonsági Felülvizsgálatokat rendszeresen, ötévente el kell végezni az autópályákon, az országos közúthálózaton és szilárd burkolatú önkormányzati utakon. A felülvizsgálatok célja: a balesetveszélyes közúti, út-környezeti jellemzők feltárása, javításuk a baleseteket megakadályozása céljából, illetve a megfelelő biztonsági szint garantálása a kérdéses közúti infrastruktúra vonatkozásában. A felülvizsgálatok kiterjednek a rendszeres felülvizsgálatra és a közúti munkák során létesített elkorlátozások vizsgálatára is. A közút kezelőjének el kell készítenie egy felülvizsgálati tervet, abból a célból, hogy garantálhassák a felülvizsgálati munka rendszerességét. Célkitűzés, hogy a rendszeres felülvizsgálatokat képzett, hozzáértő csoportok végezzék és a csoport legalább egy tagja rendelkezzen közúti biztonsági auditori képesítéssel. A felülvizsgálati jegyzőkönyv tartalmazza a feltárt veszélyforrást, a javaslatot annak megszüntetésére, illetve azt is, hogy miért nem történt meg a szükséges beavatkozás.

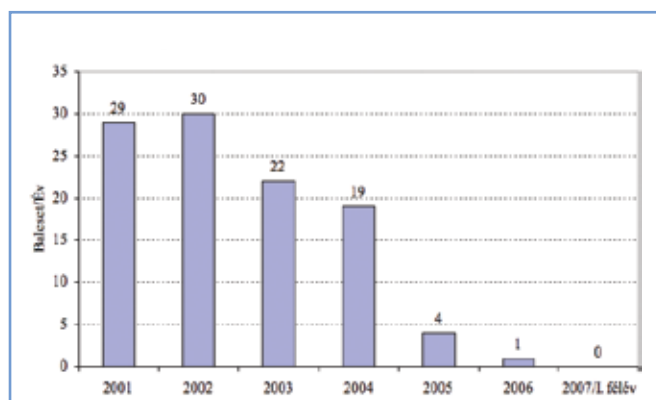
A BALESETI ADATOK HIBÁS HELYAZONOSÍTÁSA

A balesetmegelőzési tevékenység egyik legfontosabb eleme, sőt kiindulópontja a baleseti adatok elemzése. Az évtizedek óta rendelkezésre álló baleseti adatállomány legnagyobb hibája mindig is a helyazonosítás pontatlansága volt, amely az utóbbi években rendkívül mértékben megnőtt. Az egyik példában (1. ábra) az látható, hogy az országos közutakon 2004-ben történt személysérüléssel balesetek méter szelvények 10 %-a zérus, azaz nagy valószínűséggel nincs kitöltve. A kitöltött szelvények felénél megállapítható, hogy 100 méterre kerekített, de gyakori az 50 méterre való kerekítés is. Csak remélhető, hogy valóban kerekített értékekről van szó (50 méteres eltérés még elfogadható), azonban a rendkívül gyakori „555” méterszelvény egészen bizonyosan az adatrögzítő munkájának rutinos egyszerűsítése.

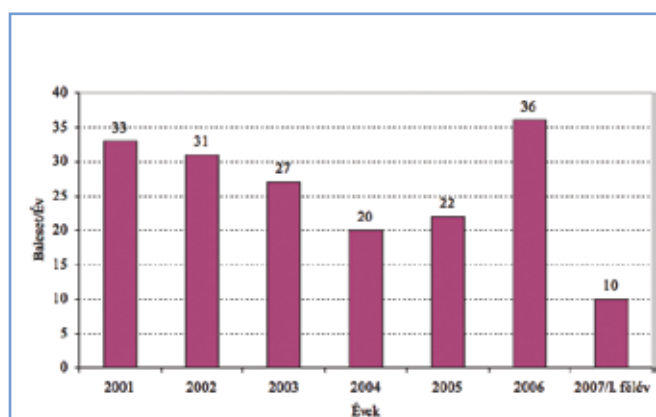
Az elmúlt év őszén széleskörű egyeztetés folyt arról, hogy a Szeged – országhatár között épülő M43 autópálya milyen műszaki paraméterekkel épüljön meg, amelyhez baleseti elemzés is készült. Az első eredmény a 2. ábrán látható: a jelentős forgalom-növekedés ellenére a személysérüléssel balesetek száma csökkenő tendenciát mutat. A meglehetősen „gyanús” eredmény utáni baleseti adatállomány-elemzés kiderítette, hogy az adatrögzítést végzők nem



1. ábra: Az országos közutakon 2004-ben történt 11.034 személysérüléssel baleset méter-szelvényének eloszlása



2. ábra: Személysérüléssel balesetek száma a 43. sz. főút lakott területen belüli szakaszain (eredeti)



3. ábra: Személysérüléssel balesetek száma a 43. sz. főút lakott területen belüli szakaszain (javított)

vették figyelembe a Magyar Közút helyi képviselője által a baleseti statisztikai adatlapra írt út-, és szelvénytípusokat. A javított adatállomány (3. ábra) teljesen eltérő eredményt mutatott.

KÖZÚTI BIZTONSÁGI FELÜLVIZSGÁLAT EURÓPÁBAN ÉS HAZÁNKBAN

Az EU tagországok jelenlegi gyakorlatát vizsgálva a következő közös pontok azonosíthatók a felülvizsgálatban: megelőző eszköz

(független a felmerülő balesetek számától), rendszeres vizsgálat, amely lefedi a teljes meglévő úthálózatot, amelyet képzett közlekedési szakértői team végez és eredménye egy hivatalos jelentés. Azaz a "Közúti Biztonsági Felülvizsgálat" egy baleset-megelőző eljárás, ahol a baleseti adatok előzetes ismerete, használata nem követelmény, hiszen a gyakorlott szakértők képesek feltárni a veszélyes útvizsnyokat. Ennek ellenére vannak EU országok, ahol felhasználják a baleseti adatokat a vizsgálat során. A felülvizsgálat legfontosabb tulajdonsága a rendszeresség. Különbségek vannak az EU-tagországok gyakorlata közt: van, ahol 1-5 évente végzik, külön nappal és éjszaka is. A felülvizsgálat célja a teljes úthálózat biztonsági ellenőrzése, amely a felülvizsgálatot rendkívül költségessé teszi. Néhány országban csak az úthálózat egy részét vizsgálják költség-hatékony okokból. Ezekben az országokban a kiemelkedő baleseti kockázatú valamint a magasabb kategóriájú utakat vonják be a vizsgálatba. A vizsgálat eredménye nagyban függ a résztvevő szakértők képzettségétől, amely országonként eltérő. Egyes országokban külső, máshol a közútkezelő a szervezeteknél dolgozó belső szakértőket alkalmaznak. Az auditorok rendszeres továbbképzése nélkülözhetetlen előfeltétele az azonos színvonalú munkának, a szakismeretek továbbfejlesztésének. Általánosan elfogadott, hogy a közúti biztonsági felülvizsgálat hivatalos jelentéssel zárul. A közút kezelőjének kötelessége hozzáfűzni az általa javasolt intézkedéseket (a biztonsági hiányosságokra) a jelentéshez, illetve jelezheti, hogy miért nem érzi szükségesnek a beavatkozást.

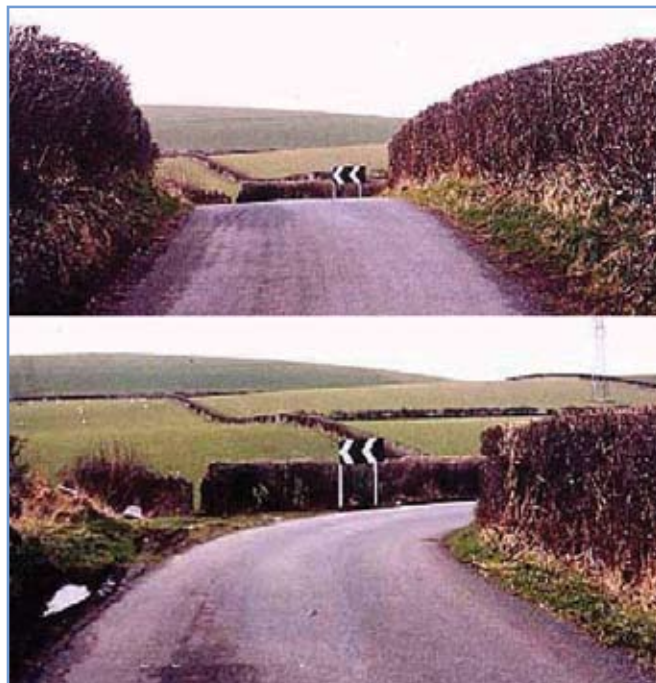
A felülvizsgálatot végző team által készített jelentésnek tartalmaznia kell a következőket: a vizsgált útszakasz lehatárolása; utalás az előző jelentésre; a baleseti jelentések elemzése; az előző három évben történt halálos és súlyos sérüléses balesetek-, és sérültek száma; tervezett javító intézkedések. Ezek az intézkedések egy éven belül megvalósíthatók (pl. rögzített út menti akadályok védelme, vagy eltávolítása; sebességkorlátozások, vagy helyi sebességcsökkentő beavatkozások, vagy egy éven túl megvalósítható, tervezést igénylő beavatkozások (pl. közúti visszatartó rendszerek áttervezése; haladási irányok elválasztása középszigettel; előzési lehetőségek megtervezése; útsatlakozások fejlesztése /beleértve a vasúti átjárókat is/; a vonalvezetés megváltoztatása; az út szélességének megváltoztatása, leállósáv létesítése; forgalmi management és ellenőrző rendszer üzembe helyezése; védtelen közlekedők potenciális konfliktushelyzeteinek megszüntetése; az aktuális tervezési előírásoknak megfelelő áttervezés, átépítés; az útburkolat helyreállítása, vagy kicserélése) lehetnek.

Az első példán egy kerékpárutat láthatunk, amelyen közlekedőknek túlzott biztonságérzetet ad a kiemelt, eltérő útburkolat-szín. A jobbra kanyarodó, nagy sebességgel érkező járművek veszélyt jelenthetnek a kerékpárosokra (4. ábra).



4. ábra Kinek van elsőbbsége? (Anglia – tükörben)

A második példán egy megtévesztően elhelyezett KRESZ-tábla látható. Távolabbról (5. ábra 1. képe) úgy látják a járművezetők, hogy balra kanyarodik az út, és csak egészen közelről észlelik: jobbra kell haladni.



5. ábra Merre kanyarodik az út: balra, vagy jobbra? (Anglia)

KÖZÚTI BIZTONSÁGI AUDIT EURÓPÁBAN ÉS HAZÁNKBAN

Az auditorok képzési rendszere nem egységes Európában. A legtöbb országban (pl.: Norvégia, Dánia, Németország, Hollandia) - ahol létezik a Közúti Biztonsági Audit intézménye - szervezett, szabványosított tanfolyamokat tartanak. Néhány országban (pl. Egyesült Királyság, Ausztrália, Új Zéland), ahol szintén alkalmazzák már a Közúti Biztonsági Auditot, nem szabványosított tanfolyamokat tartanak. Számos országban, ahol csak a közelmúltban döntöttek alkalmazásáról (Csehország, Ausztria, Belgium, Svájc), vagy ahol készülnek az auditálás bevezetésére (Törökország), nincsenek (még) szabványos tanfolyamok. Bár nyilvánvaló, hogy a Közúti Biztonsági Auditokban résztvevő auditorok tapasztalata és képzettsége a fő feltétele a minőségi auditoknak, a legtöbb országban nincs szervezett tudás- és/vagy tapasztalatcsere, más-más módon biztosítják a továbbképzést. Németországban évente egy fórumot tartanak, illetve néhányat állami kezdeményezésre. Norvégiában évente egy nemzeti és számos regionális találkozó van, Dániában minden képzett auditor évente egyszer vagy kétszer meghívást kap egy egész napos szemináriumra, Franciaországban regionális találkozókat tartanak, amelyek nem hivatalosak.

A közúti biztonsági audit első lépéseként a 2004. évi közlekedésbiztonsági kutatási program keretében a Széchenyi István Egyetem kapott megbízást az első hazai auditorokat képző tanfolyam tartalmának meghatározására, előkészítésére és lebonyolítására. A tanfolyam 2004. év tavaszán sikeresen lezajlott, amely során 14 forgalombiztonsági szakember részvételével auditori képzésben.

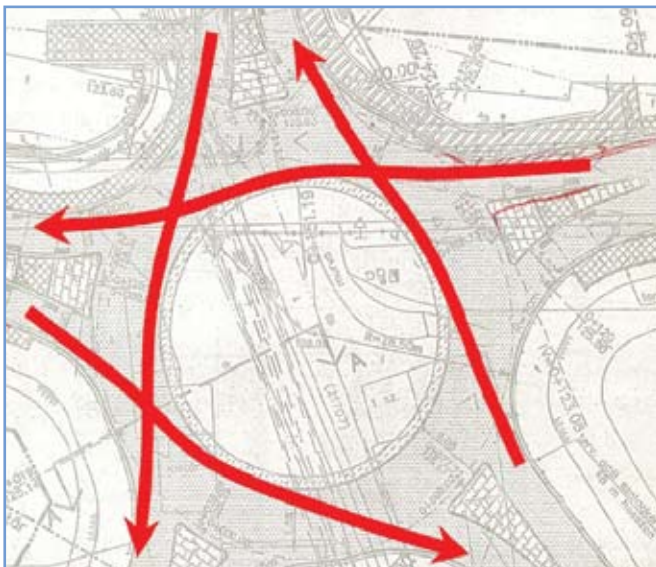
2007 őszén a KKK - Széchenyi István Egyetem közreműködésében összesen 57 hallgató részvételével tartottunk „Közúti Biztonsági Audit” tanfolyamot. Az elmúlt évben két alkalommal készült audit. A jövőben valószínűleg gyakrabban várható egy-egy terv felülvizsgálata, hiszen a KTSZ 2008-ban várható módosítása már előírja a tanulmánytervek auditálását.

Végül két példával szeretném bemutatni, hogy az Útügyi Műszaki Előírásnak megfelelő terv is tartalmazhat olyan hibákat, amelyek balesetveszélyes helyzetet teremthetnek. A 6. ábrán látható körforgalomban négy olyan járóvonal van, amelyekben levő ívek sugara ugyan kisebb a megengedett 80 méternél, de mégis várhatóan nagy áthaladási sebességeket engednek meg a 70 méternél nagyobb ívek. Mindennek oka a körpálya (9 m) és belépések (5 m) túlzott - mégis szabványos - szélessége.

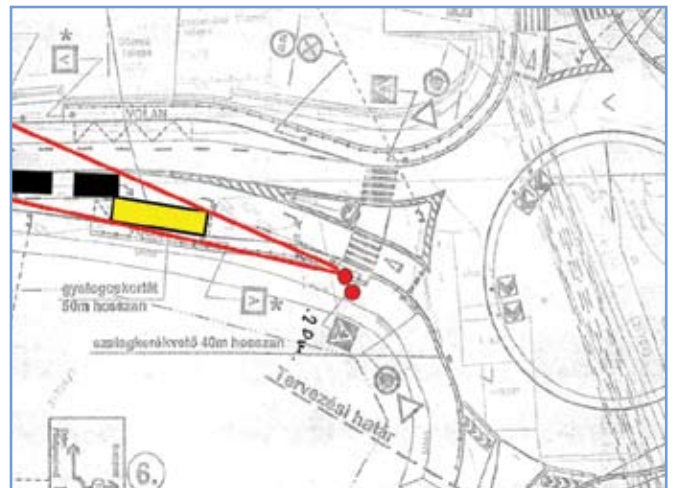
A 7. ábrán a körforgalom belépésénél levő gyalogátkelőhely és az autóbuzsmegálló távolsága a szabványnak megfelelő, mégis balesetveszélyes, hiszen a megállóban álló autóbuzs miatt nem látja egymást a körforgalom felé közeledő jármű vezetője és az átkelésre váró gyalogos.

ÖSSZEFOGLALÁS

A hazai közlekedésbiztonsági helyzet gyökeres megváltoztatásának igénye ma már kormányzati szinten is elfogadott, amelyet az



6. ábra Nagy sugarú ívek a járóvonalon – nagy áthaladási sebességek



7. ábra A gyalogosok nem láthatók a megállóban várakozó autóbuzs miatt

1988. évi I. törvény módosításának a Parlament elé való terjesztése is bizonyít. A javaslat kiemelt célja a közlekedésbiztonság javítása és a baleset-megelőzésre fordítható források megteremtése. Ugyancsak előremutató, hogy létrejött a közlekedésbiztonság javítására a Tárcaközi Bizottság és 2008. április végére elkészül a 2008-2010-re vonatkozó Közlekedésbiztonsági Akcióprogram. A Programnak egyik fontos része a közúti infrastruktúrával foglalkozik, amelyre az idén a korábbi évekhez képest nagyobb források állnak rendelkezésre. Törekedni kell a rendelkezésre álló költségkeret minél hatékonyabb felhasználására, amelyhez szakértelemre és a korszerű szervezési eljárások alkalmazására van szükség. Az eszköz, a Közúti Infrastruktúra Biztonsági Menedzsment itt van a kezünkben: teremtjük meg jogi, szervezeti és pénzügyi kereteit és alkalmazzuk – az eredmények nem fognak elmaradni.

SUMMARY

ROLE OF THE ROAD SAFETY AUDIT IN THE ROAD ADMINISTRATION

The paper describes the proposed directive of the European Parliament, including the four pillars of infrastructure safety: the road safety impact assessment, the road safety audit, road safety inspection and the the road network safety management. It shows some examples from the Hungarian practice, referring to the training of road safety auditors, and design solutions complying with the guidelines but still not adequate concerning safety.

Jelen dolgozat a sebességszabályozás módosítását és a betartás szigorítását szeretné javasolni. A jelenlegi sebességszabályozás szerinti a főút egyes szakaszain az alábbi hosszakon (oda-, és vissza irány együtt) az 1. táblázatban szereplő sebességhatárok vannak érvényben. Ha a sebességhatárokat betartanák, akkor a menetidő oda-, és vissza 1,62 óra lenne, az átlagsebesség pedig 70,5 km/óra. Még színesebb a kép, hiszen Makó 5,3 km hosszú átkelési szakaszán éjszaka, a táblázatban szereplőn túl, érvényben van a 40 km/órás sebességhatár is. A 30, a 40 km/órás határokat a forgalmi rend meghatározója azért rakta ki, hogy így talán betartják az 50-et. Ugye sajátosnak mondható ez a logika! Néhány helyen kiraktak sebességjelző feliratokat is. Ezek valószínűen csak az első alkalommal hatnak. Nincs ugyanis következménye a gyorsajtásnak. A második elhaladáskor pedig már olyan, mintha kint sem lenne.

1. táblázat – érvényben lévő sebességhatárok

sebességhatár (km/ó)	30	40	50	60	90
hossz (m)	2424	407	45139	1634	54168
arány (%)	2,3	0,4	43,5	1,6	52,2

Megdöbbenő tény: a magyar rendőrség majdnem tehetetlen. Ha bírságot akar, akkor az EU taggá lett románokkal, bolgárokkal gyakorlatilag semmit sem kezdhet. A fejlett országok gyakorlata egy szabálysértési jogszabály egyezmény, amely alapján az idegen sofőr adatait a hazai rendőrség az idegen ország hatóságaitól megszerezheti, majd az idegen ország hatóságainak bevonásával a szabálysértési bírságot behajthatja. Tudomásom szerint a magyar illetve a román-bolgár-török viszonylatban ilyen megállapodás sajnos nincs. A magyar rendőrségnek tehát nincs lehetősége a román, török, bolgár hatóságok együttműködésére számítani, tehát a magyar rendőrség által ezekre kiszabott a bírságok behajthatatlanok. Ezt pedig tudják a román, bolgár, török kamionosok. Ezek után megint nincsenek csodák a magyar utakon. Az osztrák rendőr helyzete ismét jobb. Úgy tudom, hogy elkobozhatja a román kamionban található értéktárgyakat, a bírság erejéig, vagy elveheti a jogosítványt a csekk befizetéséig. Útlevelet EU-s tagtól elvenni egyenlő a mozgási szabadság korlátozásával, tehát nem lehet.

Ha rendet szeretnénk a magyar közutakon, akkor a magyar szabálysértési szabályozást kellene módosítani vagy csatlakozni kellene a nemzetközi jogszabály egyezményhez. Nincs foganatja egyébként a magyar rendőr intézkedésének! Amit ma tehetünk, az a forgalom vegyes jellegére alapozható. Vegyes a forgalom, mert különböző nemzetiségűek az úthasználók. Ha lassítanánk a magyar autósokat, akkor lassul az egész járműfolyam. Mégis mit lehetne tenni? Ha ez az útszakasz Svédországban lenne, akkor a svédek első lépésként valószínűen bevezetnék a náluk jól működő 30-50-70-90 km/órás, tehát 20 km/óra lépcsőzésű sebességszabályozást. Ennek megfelelően Svédországban külterületen vagy 70, vagy 90 km/óra a sebességhatár. Ismereteim szerint az esetek kétharmadában 70!

Hogyan nézne ki ez nálunk? 30 km/órás szakasznak a belterületekre eső két vasúti átjáró térségét hagynánk meg. Ez Makón és Apátfalván 697 m, oda-vissza. 50 km/órás szakasz lenne a hét átkelési szakasz. A maradéknak a külsőségi szakaszok lennének 70 km/óra sebességgel. Az új megoszlást a 2.

táblázat tartalmazza. Az új rendszer szerint az oda-vissza út megtételére szükséges idő 1,77 óra lenne, az átlagsebesség pedig 60,6 km/óra. A közel 50 km hosszú út megtételéhez szükséges idő, úgymond az idővesztés $(1,77-1,62)/2 = 0,14$ óra, azaz csak 4 perc, tehát az utazási időre tett hatás szinte nulla.

2. táblázat – az „új” sebességhatárok

sebességhatár (km/ó)	30	50	70
hossz (m)	697	47213	55862
arány (%)	0,7	45,5	53,8

A második svéd lépés valószínűen az új sebességhatárok rendőri betartatása, kikényszerítése lenne. Természetes az, hogy ennek lennének költségei. Az alábbi költségbecslést az M43 gyorsforgalmi út átadásáig eltelő 2,5 évre számoltuk ki (3. táblázat). Ezúton is köszönöm Radics Róbert rendőr őrnagy (Csongrád Megyei Rendőrkapitányság) és Kónya Zsolt rendőr százados (Szeged Városi Rendőrkapitányság) úrnak az adott információkat! Egy rendőri egység alatt a továbbiakban egy személyautót, egy sebességmérő műszert, 7 főből álló legénységet értek. A rendőri egység 24 órás szolgálatban csak a 43 sz. főúton dolgozna. A várt következmény a balesetszám csökkenés lenne.

3. táblázat – a sebességhatár betartatásának költségei 2,5 évre

becsült költségek egy rendőri egységre		(M Ft)
2,5 évre = 30 hónapra (2008., 2009., és fél év 2010-ből)		
rendőrségi személyautó	1 db	6
FÁMA 3 típusú sebességmérő műszer	1 db	4
rendőri havi fizetés	300 e Ft/hó/fő	
a szükséges rendőri létszám		
24 óra/nap * 30 nap / 160 óra/fő =	fő	5
tartalékkal (szabadság, betegség)	fő	7
rendőri munkabér		
0,3 M Ft/fő/hó * 7 fő * 30 hó =		63
üzemanyag költség + autófenn tartási költség		
500 km/nap * 30 nap/hónap * 30 hónap * 100 Ft/km =		45
összesen (M Ft)		118

Az eddigi baleseteket kigyújtottuk a WIN-BAL-ból. Mivel a beavatkozás 2,5 évre szólna, nagyjából ugyanannyi évet vetünk figyelembe a beavatkozás előtt, mint után (4. táblázat). Ha egy útszakaszon csökken a sebesség, akkor az ismert képlet szerint csökken a balesetszám is.

4. táblázat – A balesetszám becslése

	halálos	súlyos	könnyű
A 2004-2007. közötti, a 3,67 év alatti tényleges balesetszám	17	34	35
így az egy alatti balesetszám	4,6	10,1	9,5
a 2,5 év alatt várható balesetszám	12	25	24

A képlet:

$$a/b = (c/d)^4$$

ahol

- a – balesetszám a beavatkozás után
- b – balesetszám a beavatkozás előtt
- c – sebesség a beavatkozás után
- d – sebesség a beavatkozás előtt

Mivel a mi esetünkben $c = 60,6$ és $d = 70,5$ km/óra, így $(c/d)^4 = 0,55$.

Ez azt jelenti, hogy a váltás után a korábbi balesetszám 55 %-a várható. Másként fogalmazva: elmarad a korábbi balesetek 45 %-a. Mennyi az elmaradó balesetszám (5. táblázat)? Mennyi az ún. statisztikai életértéke a beavatkozásnak a tárgyi rövid időszak alatt (6. táblázat)? Ezúton is köszönöm dr. Holló Péter úrnak (KTI) a friss statisztikai életérték adatokat.

Egy rendőrségi egység felállítása a becslés szerint 120 M Ft lenne, az elmaradt balesetekből kalkulálható statisztikai életérték pedig

5. táblázat – a balesetszám-csökkenés

	halálos	súlyos	könnyű
a tényleges balesetszám	12	25	24
a csökkenés (az előbbi sor 45 %-aként)	5	11	11

6. táblázat – a beavatkozások statisztikai életértéke

	halálos	súlyos	Könnyű
az elmaradt balesetszám	5	11	11
egy baleset statisztikai életértéke (M Ft)	250	8	1
életérték balesetfajtánként (M Ft)	1250	88	11
összesen (M Ft)	1349		

1300 M Ft lenne. Ha két rendőri egységet állítanánk munkába, mint azt javasolni szeretném, akkor 240 M Ft állna szemben 1300 M Ft-tal. Akármekkora is tévedtem a két szám meghatározásában, a különbség egy nagyságrendnyi, mindenképpen megérné a változtatás. Két – mindig a 43 sz. főúton szolgáló - rendőrségi egység kikényszerítő, betartató ereje tisztességes lenne. Ha nem tesszük, készülhetünk az eddigiekhez hasonló balesetekre. Fontos hangsúlyozni, hogy a javasolthoz hasonló hatást építési jellegű beavatkozásokkal sokkal költségesebb lenne megvalósítani. Még azt is mérlegelni lehetne, hogy a további építési jellegű beavatkozásoknak lenne-e ekkora hozadéka. Az is lehet, hogy amennyiben a két rendőri egység kifejthetné áldásos tevékeny-

ségét, akkor ezen a főúton nem lenne szükség további építési jellegű beavatkozásokra, azok költsége megmaradhatna. Az így megtakarítható költség tovább növeli az előbbiekben kiszámolt különbséget a kiadások és az eredmények, az elmaradt károk között. A svéd elvek szerint az építési jellegű beavatkozásokkal amúgy sem lehet pótolni, kiegyenlíteni a betartás hiányosságait. Az egyik a másikkal nem helyettesíthető, csak együtt érnek valamit. Javaslom megpróbálni tárgyalni az érintett megyei rendőrkapitánysággal (nyilván nem a mai kis létszámból lenne elvéve a rendőri egységekhez szükséges létszám; a rendőröket képezni is kellene) és az érintett önkormányzatokkal a két rendőri egység felállítási költségeinek esetleges megosztása tárgyában, felvetve a beszedett bírságok helyben maradásának lehetőségét. A fenti példában a szokásos felállással, rendőr kocsiból mér, számoltam. Elképzelhető az, hogy fix telepítésű sebességmérőkkel a szabályozás betartása még olcsóbb lenne. Az ún. objektív felelősség intézményének hazai bevezetése lehetőséget ad fix telepítésű sebességmérők telepítésére. Élünk ezzel a nagyszerű lehetőséggel. Az oda-vissza 100 km hosszú főúton 5 km/db sűrűséggel kirakott dobozokból kellene 20-25 db. De mérőműszerből elég lenne 3-4 db, amelyeket naponta-kétnaponta másik dobozba kellene átrakni. Így nem lehetne tudni a mérőpontokat, miközben minden doboz „villogna”. A fix telepítésű mérőeszközök esetén a betartás személyi jellegű költségei lényegesen kisebbek lennének, és megoldásunk nagyon közel lenne az osztrák megoldásokhoz is. Ezt is ki kellene számolni, de ehhez nem tudtam még közelítő adatot sem szereznem.

Ha Magyarországon kipróbálnánk, és tapasztalatokat szerezni a svéd „3E” elve szerinti sebességszabályozással, akkor ennek tapasztalatait felhasználhatnánk az ország többi, ehhez hasonlóan balesetveszélyes szakaszán is. A 43 sz. főúti kísérlet – siker esetén - minta lehetne az ország egyéb baleseti góccinak eredményes felszámolásában. Nagy szükség lenne a mai idegbeteg forgalom helyett nyugalmat vinni útjainkra. A közlekedő társadalom a közutakon tanulna meg elsőként, hogy az értelmes, a közösség érdekeit szolgáló, szabályok betartása hasznos és még a demokrácia sem csorbul. Tudjuk a megoldást: fix telepítésű mérőállomások létesítése és csatlakozás a nemzetközi szabálysértési jogsegély egyezményhez.

SUMMARY

SPEED MANAGEMENT AND ENFORCEMENT ON MAIN ROAD NO.43

Main road No.43. is a 52 km long vital road link in South-East Hungary for transit traffic between Western Europe and the Balkan region. Following the EU-accession of Romania and Bulgaria the heavy traffic volume has been dramatically increased, and the severe overspeeding of the trucks resulted in an increasing number of fatal accidents involving a very high number of human casualties. The paper proposes therefore the amendment of the currently applied speed management scheme and the application of more rigorous speed enforcement, following the principle of the Swedish “3E” system. The savings in accident costs would be much higher than the costs of setting up and operating the police enforcement units. The proposed solution is based on setting up fixed speed measurement cameras and joining the international legal aid agreement regarding traffic offences.

A HAZAI VASÚTTERVEZÉSI ELŐÍRÁSOK EURÓPAI MEGFELELŐSÉGE

FISCHER SZABOLCS¹

1. BEVEZETÉS

A 2004-es EU-s csatlakozásunk óta követelmény, hogy a hazai szabványi előírásainkat az uniós normákhoz kell igazítani, azoknak megfelelően át kell alakítani. Ez az átalakítás első mozzanatként történhetett az előlapos bevezetéssel (csak a szabványok címlapjának magyarra fordításával), de azóta a CEN meghatározott számú mandátuma alapján készített szabványok honosítása szükséges. A szerkezettervezésben az Eurocode-ok, az úttervezésben az EN és az EN ISO szabványok magyarra fordításával valósul(t) meg ez a követelmény, de a vasúttervezési előírások honosításában nagy a lemaradás.

A hatályos előírásaink az 1983-tól érvényben lévő Országos Közforgalmú Vasutak Pályatervezési Szabályzata (OKVPSZ) [2], valamint az ezt egyes részleteiben felülíró 103/2003. számú GKM rendelet (OVSZ) [3]. Az OKVPSZ és az OVSZ tervezési előírásai kizárólag 160 km/h sebességet meg nem haladó pályákra érvényesek.

Az uniós és más pályázati, fejlesztésre, korszerűsítésre elnyerhető pénzek odaítélésekor a főbb közlekedési folyosóinkon a 160 km/h-s vonalsebességek kialakítása, valamint egyes szakaszokon a kétvágányúsítás volt a döntő szempont. Számítanunk kell arra, hogy a jövőben már csak $V > 160$ km/h sebességű rehabilitációkra kaphatunk támogatásokat korridorvonalainkon. Ehhez elengedhetetlen fontosságú a hazai szabályozásaink korszerűsítése, amihez iránymutatást az ENV 13803 ad. Az ENV 13803-1:2002 [1] a vasúttervezési paraméterekkel, a prEN 13803-2:2006 a kitérőkkel, átszelésekkel és az olyan tervezési esetekkel foglalkozik, amelyekben hirtelen görbület-változások vannak.

2. AZ OKVPSZ ÉS AZ OVSZ, VALAMINT AZ ENV 13803-1 ELŐÍRÁSAI

Az európai szabványok honosításakor nem írják elő a szó szerinti átvételt, hanem minden ország a tervezési paraméterek határértékeinek megállapításánál a saját, esetleg más országok tapasztalataira hagyatkozhat. Az ENV 13803-1 minden paraméterre nagyon tág határt ad meg, így a nemzeti szabványokba könnyebben beilleszthető. Ez a kis összefoglaló nem a szabványok ismertetésével hivatott foglalkozni, hanem azt vizsgálja, hogy az esetleges honosításkor milyen határértéket érdemes figyelembe venni, valamint az ENV 13803-1-ben szereplő „új” vizsgálati mennyiségeket célszerű-e átvenni. Az általam végzett számítások kizárólag a vasútvonal helyszínrajzi vonatkozásában, azon belül is csak a szimmetrikus átmeneti íves körívek átmeneti íveire vonatkoznak 1435 mm-es nyomtáv, valamint nyíltvonalis és állomási átmenő fővágányok esetén.

A vasúti ívek vagy túlelemelés nélküli tiszta körívek (1. eset); vagy túlelemeléses (2. eset), esetleg túlelemelés nélküli átmeneti íves körívek (3. eset) lehetnek. A hazai és a nemzetközi előírások szerint is két paraméter dönti el, hogy melyik alkalmazható:

- a szabad (kiegyenlített) oldalgyorsulás nagysága (a_g),
- és a gyorsulás időbeli változása ($h=da_g/dt$).

Ha ezen paraméterek a tiszta köríves pályageometriára előírt határérték(ek)nél kisebbek, akkor az 1. eset, ellenkező esetben a 2. vagy a 3. eset használható.

Ha a 2. vagy a 3. eset használata indokolt, akkor a nemzetközi előírást figyelembe véve további hét paraméter vizsgálata van előírva, és ezek között vannak, amelyek kölcsönösen függnek egymástól. A hét paraméter a következő:

- a túlelemelés (m),
- a túlelemelés időbeli változása (dm/dt),
- a túlelemelés hossz szerinti változása (dm/dl),
- a túlelemelés-hiány (m),
- a túlelemelés-hiány időbeli változása (dm/dt),
- a szöggyorsulás (β),
- a szöggyorsulás időbeli változása (d β /dt).

A hazai vasúttervezési előírásokban [2], [3] nem mindegyik paraméter jelenik meg. Vannak, amelyek más paraméterekből számíthatók (dm/dt, dm/dl), de vannak új, eddig egyáltalán nem használt mennyiségek is (β , d β /dt). Felmerül a kérdés, hogy az ENV 13803-1 honosításakor szükséges-e minden paraméter átvétele, illetve, hogy azokra mekkora határértékek előírása indokolt. Fontos megemlíteni, hogy míg az ENV 13803-1 nem szabja meg, hogy milyen típusú átmeneti ív használható a vasúti pálya tervezésekor, addig hazai szabályozásunk [2], [3] szerint kizárólag két típusú átmeneti ív alkalmazható. 120 km/h-t meg nem haladó pályasebesség esetén klotoid tervezhető, e feletti sebességnél azonban koszinusz átmeneti ív a kötelező.

Az ENV 13803-1-ben öt vonalkategória van megkülönböztetve. A hazai vasútvonalaink sebességeit és a szabályozásaink korlátait nézve, az I, illetve a IIa kategóriát figyelembe véve tudunk korrekt módon párhuzamot vonni az előírások között. (I – vegyes forgalmú vonalak 80...120 km/h-s személyszállító vonatokkal, IIa – vegyes forgalmú vonalak 120...160 km/h-s személyszállító vonatokkal.)

Célul tűztem ki, hogy a hazai [2], [3] és a nemzetközi előírások [1] alapján felvett klotoid, valamint a koszinusz átmeneti íves geometriát megvizsgálom $V=120...160$ km/h sebesség-tartományban (IIa kategória), amikor a paraméterek a sínkoronák által meghatározott magasságú síkban értelmezettek.

¹ okl. építőmérnök, szabolcs.fischer@gmail.com

3. A TERVEZÉSI PARAMÉTEREK

Fontosnak tartom néhány mondat erejéig mindegyik paraméterről említést tenni, illetve az előírások határértékeit közölni. A zárójelben lévő értékek azok a határértékek, amelyeket kötöttségek esetén lehet alkalmazni. Az értékek a szabványok előírásaiból származnak, illetve ha külön számítani kellett, akkor azt $V=160$ km/h sebesség figyelembevételével végeztem el.

A **szabad oldalgyorsulás (a_0)** az ívben haladó jármű sebességétől (V [km/h]), az ívsugártól (R [m]), a túlemelés nagyságától (m [mm]), és a sínközép-távolságtól (≈ 1500 mm) függ:

$$a_0 = \frac{V^2}{3,6^2 \cdot R} - \frac{g \cdot m[\text{mm}]}{1500[\text{mm}]} = [m/s^2] \leq a_{0\text{Irr}}$$

A [2], [3] szerint $a_{0\text{lim}}=0,654$ (0,85) [m/s^2], míg [1] szerint $a_{0\text{lim}}=0,980665$ (1,0787) [m/s^2].

A **gyorsulás időbeli változása (h)** függ a jármű sebességétől (V [km/h]), az ívsugártól (R [m]), és átmeneti íves kialakítás esetén az átmeneti ív hosszától (L [m]):

$$h_R \approx \frac{V^3}{800 \cdot R} [m/s^3] \leq h_{R\text{Irr}}$$

$$h_{\text{klotoid}} \approx \frac{V^3}{23 \cdot R \cdot L} [m/s^3] \leq h_{\text{kl,Irr}}$$

$$h_{\text{koszinusz}} = \frac{V^3}{30 \cdot R \cdot L} [m/s^3] \leq h_{\text{kosz,Irr}}$$

A [2], [3] szerint $h_{R\text{lim}}=0,3$ (0,7) [m/s^3], $h_{\text{kl,lim}}=0,3$ (0,65) [m/s^3], $h_{\text{kosz,lim}}=0,4$ (0,65) [m/s^3], az [1] szerint $h_{R\text{lim}}=h_{\text{kl,lim}}=h_{\text{kosz,lim}}=0,3597$ (0,5886) [m/s^3].

A **túlemelés (m)** határértéke a [2], [3] szerint $m_{\text{lim}}=150$ [mm] (peron mellett $m_{\text{lim}}=100$ [mm]), az [1] szerint $m_{\text{lim}}=160$ (180) [mm] (peron mellett $m_{\text{lim}}=110$ [mm]).

A **túlemelés időbeli változása (dm/dt):**

$$\frac{dm}{dt} = \frac{\Delta m \cdot V}{3,6 \cdot L} [mm/s] \leq \left(\frac{dm}{dt} \right)_{\text{Irr}}$$

A dm/dt a [2], [3]-ban nem szerepel, átszámítva a túlemelési rámpa legnagyobb meredekségéből (dm/dt) $_{\text{kl,lim}}=34,722$ [mm/s], illetve (dm/dt) $_{\text{kosz,lim}}=37,037$ [mm/s] adódik. Az [1] szerinti értékek: (dm/dt) $_{\text{kl,lim}}=50$ (60) [mm/s], valamint (dm/dt) $_{\text{kosz,lim}}=55$ (70) [mm/s].

A **túlemelés hossz szerinti változása (dm/dl):**

$$\frac{dm}{dl} = \frac{V \cdot dm}{3,6 \cdot dt} [mm/m] \leq \left(\frac{dm}{dl} \right)_{\text{Irr}}$$

Az OKVPSZ és az OVSZ szerint (dm/dl) $_{\text{kl,lim}}=0,625$ (2,5) [mm/m], (dm/dl) $_{\text{kosz,lim}}=0,833$ (2,5) [mm/m]. Az ENV 13803-1 szerint (dm/dl) $_{\text{lim}}=2,25$ (2,5) [mm/m].

A **túlemelés-hiány (m)** a szabad oldalgyorsulás képletéből átrendezéssel kapható meg:

$$m_{\text{Irr}} [mm] = 11,802271 \cdot \frac{V^2}{R} - m \leq (m_{\text{Irr}})$$

A [2], [3] alapján (m_{Irr}) $_{\text{lim}}=100$ (130) [mm], az [1] szerint (m_{Irr}) $_{\text{lim}}=150$ (165) [mm].

A **túlemelés-hiány időbeli változása (dm/dt)** a túlemelés-hiány hossz szerinti változásából számítható a következőképpen:

$$\left(\frac{dm}{dt} \right)_{\text{Irr}} = \frac{V}{3,6} \cdot \frac{dm}{dl} [mm/s] \leq \left(\frac{dm}{dt} \right)_{\text{Irr}}$$

A hazai szabályozásban [2], [3] nem szerepelnek a gyorsulás időbeli változásából (h) számítható határértékek: (dm/dt) $_{\text{lim}}=h_{\text{lim}} \times 152,957$, (dm/dt) $_{\text{kl,lim}}=45,887$ (99,422) [mm/s], (dm/dt) $_{\text{kosz,lim}}=61,183$ [mm/s]. Az európai szabvány [1] szerinti érték: (dm/dt) $_{\text{lim}}=55$ (90) [mm/s].

A **szöggyorsulás (β)** és a **szöggyorsulás időbeli változása ($d\beta/dt$)** csak az [1]-ben szerepel, a hazai vasúttervezési előírásokban nem. A két paramétert a következő képletekkel lehet számítani:

$$\beta = \frac{V^2}{19440} \cdot \left| \frac{d^2 m(\ell)}{d\ell^2} \right| [1/s^2] \leq \beta_{\text{Irr}}$$

$$\frac{d\beta}{dt} = \frac{V^3}{69984} \cdot \left| \frac{d^3 m(\ell)}{d\ell^3} \right| [1/s^3] \leq \left(\frac{d\beta}{dt} \right)_{\text{Irr}}$$

$\beta_{\text{lim}}=0,1$ [$1/s^2$], ($d\beta/dt$) $_{\text{lim}}=0,2$ [$1/s^3$].

Az említett tervezési paraméterek határértékeiből látszik, hogy mekkora különbségek vannak köztük. A legtöbb esetben a hazai értékek szigorúbbak, de például, mint azt a későbbiekben látni lehet, a gyorsulás időbeli változása, valamint a túlemelés-hiány időbeli változása az európai szabvány szerint a meghatározó.

4. A KLOTOID ÉS A KOSZINUSZ ÁTMENETI ÍVEK VIZSGÁLATA AZ OKVPSZ, AZ OVSZ ÉS AZ ENV 13803-1 ALAPJÁN

4.1. A KLOTOID ÉS A KOSZINUSZ ÁTMENETI ÍV ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE

A klotoid egyszerű matematikájú átmeneti ív, az adott pontbeli görbülete az átmeneti ív eleje ponttól mért ívhosszal arányos. A koszinusz átmeneti ívnél a görbületfüggvény az ívhosszal és a tiszta ív görbületével összhangban lévő transzformált koszinusz függvény. Ezek a következők:

$$g(\ell)_{\text{klotoid}} = \frac{\ell}{R \cdot L}$$

$$g(\ell)_{\text{koszinusz}} = \frac{1}{2 \cdot R} \cdot \left(1 - \cos \frac{\pi}{L} \cdot \ell \right)$$

A fenti képletekben „R” a tiszta ív helysínrajzi sugara, „L” az átmeneti ív hossza, valamint az átmeneti ív eleje ponttól mért ívhossz. Mindhárom tényező méter mértékegységű, így a görbületfüggvény 1/m egységű lesz.

Ha az átmeneti ívek közti tiszta körívben túlemelésre van szükség, akkor ezt a túlemelés értéket az átmeneti ívvel megegyező hosszúságú túlemelés-átmenettel alakítják ki. A klotoidhoz line-

áris, míg a koszinusz átmeneti ívhez koszinusz túlemlés-átmenet tartozik. Ezek függvényei, ha m [mm] a körívben alkalmazott túlemlés:

$$m(\ell)_{\text{klotoid}} = m \cdot \frac{\ell}{L}$$

$$m(\ell)_{\text{koszinusz}} = \frac{m}{2} \cdot \left(1 - \cos \frac{\pi}{L} \cdot \ell\right)$$

A kitézési és részletpontok számítása meghaladja e cikk terjedelmét, szakkönyvekben [4], [5], [6], [7] valamint az említett előírásokban [2], illetve [8]-ban megtalálhatók.

4.2. AZ ÁTMENETI ÍVEK ÖSSZEHAJONLÍTÁSA

A 3. pontban részletezett kritériumok alapján fel lehet venni a határértékeknek éppen megfelelő átmeneti íveket. A sebességet $V=160$ km/h értékben rögzítve, a körívsugár R [m] értékét elsődleges változóként figyelembe véve, különböző L , m értékpárokkal

meghatározhatók az átmeneti ívek. Az összehasonlíthatóság érdekében olyan eljárást választottam, hogy az 1. vizsgálati esetben mindkét átmeneti ívet az OKVPSZ és az OVSZ, valamint a Vasúti ívkitűzési táblázatok [6] alapján definiáltam. (A klotoid értékeit a [6]-ból, a koszinusz átmeneti ívek értékeit a [2]-ben szereplő táblázatból vettem.) A 2. vizsgálati esetben csak az [1] kritériumai voltak a döntők. A túlemlés értékét mindkét esetben az [2]-ben ajánlott értékkel vettem figyelembe. Minden esetben a szürke háttérű, kivastagított értékek képezik a vizsgálat alapját, amelyek egymáshoz tartozó L , f értékpárok.

Ezeket az átmeneti íveket a következő táblázatokban foglaltam össze. A 1. táblázatból jól látható, hogy a vasúti ívkitűző alapján felvett klotoid átmeneti ívek $R=5000$ m és $R=6000$ m esetén nem felelnek meg – a [6] megjelenése után megalkotott - érvényes hazai előírásoknak [2], [3]. Ezt a két esetet nem vettem figyelembe a klotoid görbe vizsgálatánál.

Az így meghatározott átmeneti íveket (2. és 3. táblázat) vizsgálva, megállapítható, hogy melyik vizsgálati paraméter a mértékadó.

1. Táblázat: Az átmeneti ívek összefoglaló táblázata az 1. vizsgálati esetben

R [m]	m [mm]	a_0 [m/s ²]	Klotoid			Koszinusz		
			L [m] ívkítűző szerint	L [m] OKVPSZ szerint	f [m] (OKVPSZ)	L [m] ívkítűző szerint	L [m] OKVPSZ szerint	f [m] (OKVPSZ)
1600	109	0.522	200.000	200.000	1.042	224.000	224.000	0.742
1800	88	0.522	177.788	177.788	0.732	198.000	198.000	0.516
2000	71	0.523	160.000	160.000	0.533	178.000	178.000	0.375
2500	41	0.522	128.000	128.000	0.273	142.000	142.000	0.191
3000	20	0.521	106.667	106.667	0.158	118.000	118.000	0.110
4000	0	0.494	80.000	80.000	0.067	88.000	101.000	0.060
5000	0	0.395	64.000 ^B	80.000	0.034	70.000	101.000	0.048
6000	0	0.329	53.333 ^B	80.000	0.020	71.000	101.000	0.040

*nem teljesül az OKVPSZ által előírt $L_{\min}=V/2$, azaz 80 m átmeneti ív hossz

2. Táblázat: A klotoid átmeneti ívek összefoglaló táblázata a 2. vizsgálati esetben

R [m]	m [mm]	a_0 [m/s ²]	A klotoid átmeneti ív szükséges hossza az egyes vizsgálati paraméterek alapján meghatározva						
			L [m] (dm/dt)	L [m] (dm/dl)	L [m] (dm/dt)	L [m] (h)	L [m] (Vmax)	L [m]	f [m]
1600	109	0.522	173.016	87.200	64.484	309.542	53.333	309.542	2.494
1800	88	0.522	139.683	70.400	64.505	275.149	53.333	275.149	1.752
2000	71	0.523	112.698	56.800	64.683	247.634	53.333	247.634	1.277
2500	41	0.522	65.079	32.800	64.518	198.107	53.333	198.107	0.654
3000	20	0.521	33.333	16.800	64.409	165.089	53.333	165.089	0.379
4000	0	0.494	0.000	0.000	61.038	123.817	53.333	123.817	0.160
5000	0	0.395	0.000	0.000	48.830	99.054	53.333	99.054	0.082
6000	0	0.329	0.000	0.000	40.692	82.545	53.333	82.545	0.047

3. Táblázat: A koszinusz átmeneti ívek összefoglaló táblázata a 2. vizsgálati esetben

R [m]	m [mm]	a ₀ [m/s ²]	A koszinusz átmeneti ív szükséges hossza az egyes vizsgálati paraméterek alapján meghatározva								
			L [m] (dm/dt)	L [m] (dm/dl)	L [m] (dβ/dt)	L [m] (dβ/dl)	L [m] (dm/dt)	L [m] (h)	L [m] (Vmax)	L [m]	f [m]
1600	109	0.522	138.357	136.974	103.078	79.079	101.292	237.316	53.333	237.316	0.833
1800	88	0.522	111.701	110.584	92.618	73.634	101.324	210.947	53.333	210.947	0.585
2000	71	0.523	90.123	89.221	83.192	68.549	101.604	189.853	53.333	189.853	0.427
2500	41	0.522	52.043	51.522	63.219	57.084	101.345	151.882	53.333	151.882	0.218
3000	21	0.521	26.656	26.389	45.244	45.673	101.173	126.568	53.333	126.568	0.126
4000	0	0.494	0.000	0.000	0.000	0.000	95.879	94.926	53.333	95.879	0.054
5000	0	0.395	0.000	0.000	0.000	0.000	76.703	75.941	53.333	76.703	0.028
6000	0	0.329	0.000	0.000	0.000	0.000	63.919	63.284	53.333	63.919	0.016

Az is látható majd (5.-6. és 11.-12. ábra), hogy érdemes-e – csak a vizsgálati tartomány átmeneti íveire vonatkozóan jelenthető ki – a szöggyorsulást és a szöggyorsulás időbeli változását tervezési paraméternek használni a későbbi honosított szabványunkban.

Az 1.-12. ábrán feltüntetett értékek a vizsgált változók szerinti maximumok. Az ábrák címében szereplő „1.” és „2.” jelölések az 1. és 2. vizsgálati esetre utalnak.

Az 1.-2. ábrán látható, hogy a vizsgált átmeneti ívek mind az ENV 13803-1, mind pedig a hazai előírásoknak [2], [3] megfelelnek. A klotoid átmeneti ívek a lineáris túlelérés-átmenettel kisebb értékeket eredményeznek, mint a hullámos túlelérés-átmenetű koszinusz átmeneti ívek.

A 3. ábrából kitűnik, hogy a koszinusz átmeneti ívnél kiszámolt értékek vonala R=4000 métertől csökkenő lefutású. Ez azért van, mert az OKVPSZ az R≥4000 m sugarú ívekhez L=101 m-es átmeneti ívet ír elő, és így a változatlan hosszúságú átmeneti ív és a növekvő „R” helyszínrajzi sugár egyre kisebb dm/dt értéket eredményez.

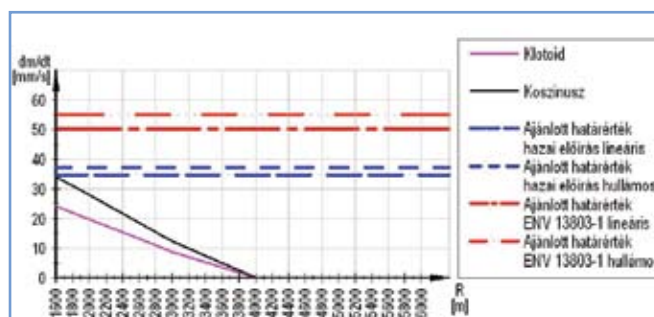
A 4. ábrán látható, hogy az 1. vizsgálati esetben definiált klotoid átmeneti ívek nem felelnek meg az ENV 13803-1 előírásainak. A koszinusz átmeneti ívekhez tartozó vonal lefutása a 3. ábránál megemlítt ok miatt ilyen.

Az 5.-6. ábrával egyértelműen igazolható, hogy az 1. vizsgálati esetben nem mértékadó paraméter a β és a dβ/dt sem. Mivel a klotoid esetében ezek a tényezők zérus értékek, így a fenti ábrákon nehezebben láthatók.

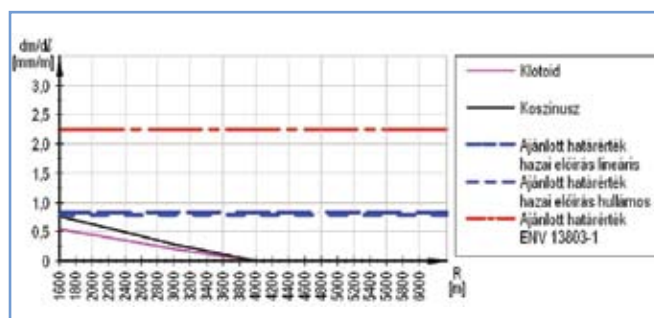
A 7.-8. ábrákon a klotoid és a koszinusz átmeneti ívek vonalai hasonló lefutásúak, mint az 1.-2. ábrán. A paraméterek abszolút-értékei is ugyanúgy viszonyulnak egymáshoz a 2. vizsgálati esetben, mint az 1. vizsgálati esetnél.

A 9. ábra mutatja, hogy a koszinusz átmeneti ívek minimális hosszát R≥4000 m intervallumban a túlelérés-hiány időbeli változása határozza meg. A klotoid átmeneti íveknél nem mértékadó ez a paraméter.

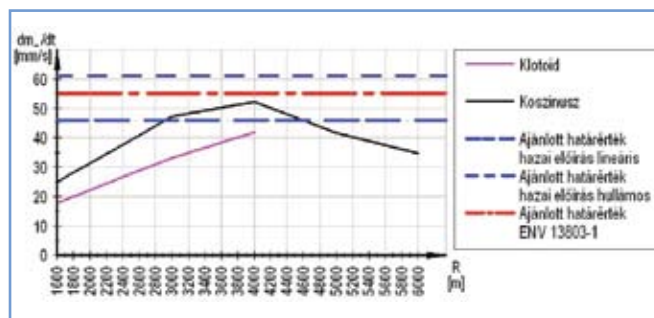
A 10. ábra alapján kijelenthető, hogy a 2. vizsgálati eset átmeneti íveinek minimális hosszát a gyorsulás időbeli változása határozta



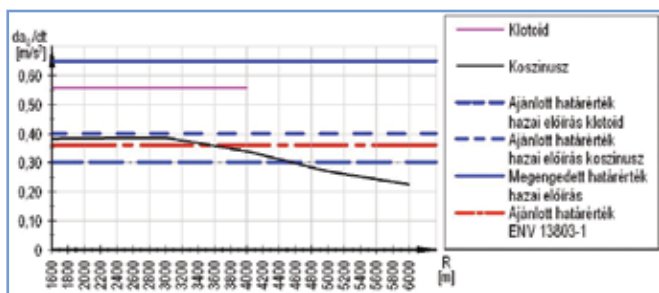
1. ábra: Az átmeneti ívek vizsgálata a túlelérés időbeli változása alapján 1.



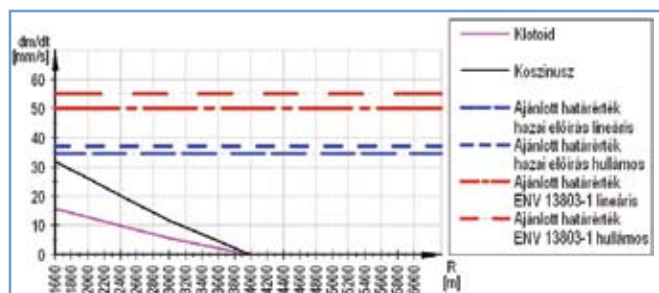
2. ábra: Az átmeneti ívek vizsgálata a túlelérés hossz szerinti változása alapján 1.



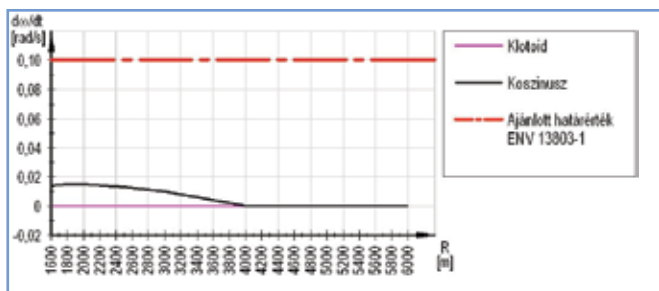
3. ábra: Az átmeneti ívek vizsgálata a túlelérés-hiány időbeli változása alapján 1.



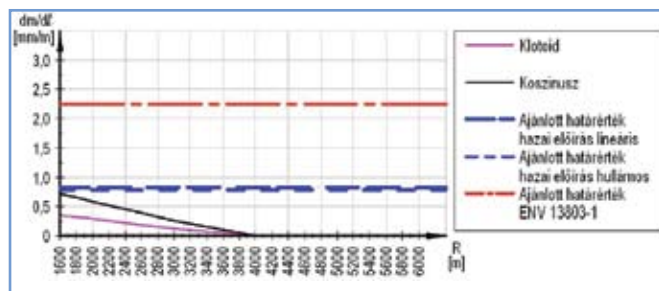
4. ábra: Az átmeneti ívek összehasonlítása a gyorsulás időbeli változása alapján 1.



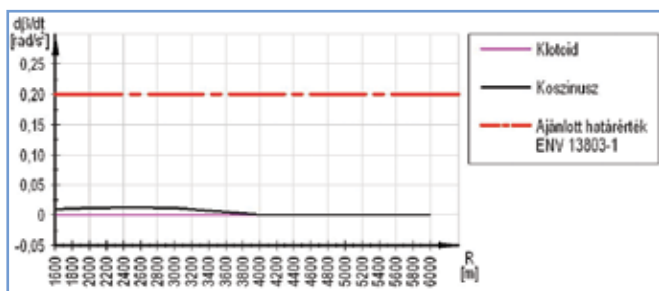
7. ábra: Az átmeneti ívek vizsgálata a túlemelés időbeli változása alapján 2.



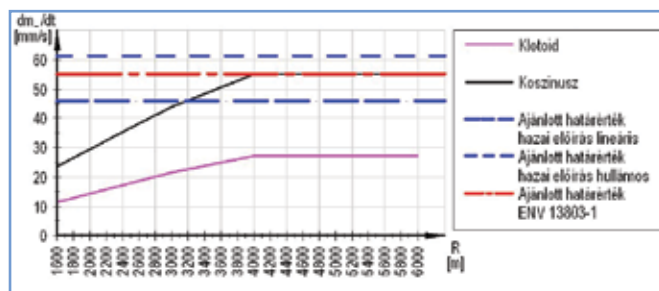
5. ábra: Az átmeneti ívek összehasonlítása a szöggyorsulás alapján 1.



8. ábra: Az átmeneti ívek vizsgálata a túlemelés hossz szerinti változása alapján 2.



6. ábra: Az átmeneti ívek összehasonlítása a szöggyorsulás időbeli változása alapján 1.



9. ábra: Az átmeneti ívek vizsgálata a túlemelés-hiány időbeli változása alapján 2.

meg. Az ábrán így az átmeneti íveket jellemző vonalak szinte az ENV 13803-1 ajánlott határértékének egyenesébe simulnak.

A 11.-12. ábra szintén azt az állítást igazolja, hogy a szöggyorsulás és a szöggyorsulás időbeli változása nem mértékadó paraméter a vizsgált R=1600...6000 m intervallumban.

5. VÉGKÖVETKEZTETÉSEK

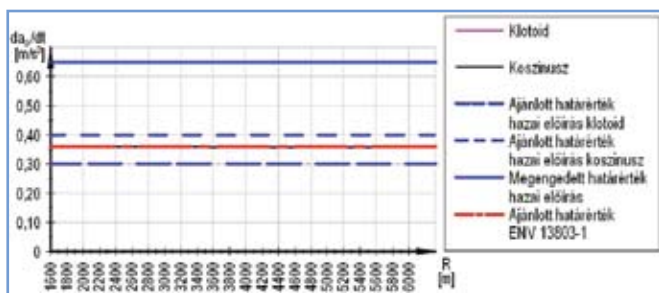
A vizsgálatok alapján kijelenthető, hogy a **szöggyorsulás és a szöggyorsulás időbeli változása** – a sínkoronák által meghatározott síkban vizsgálva ($h_g=0$) – **nem mértékadó paraméterek**. Az 1. vizsgálati esetben a hazai előírások [2], [3] szerint meghatározott klotoid átmeneti ívek nem felelnek meg – a gyorsulás időbeli változás paraméterénél – a nemzetközi szabványnak [1]. (A klotoid átmeneti ívek csak $R_{3000} \geq m$ intervallumban elégítik ki [1] előírásait.) A 2. vizsgálati eset szerint a klotoid és a koszinusz átmeneti íveknek is hosszabbnak kell lenniük, mint az 1. vizsgálati eset alapján – a klotoid átmeneti ívek hossza közel 55%-kal, a koszinusz átmeneti ívek hossza 5-7%-kal növelendő. Az összehasonlítások eredményei alapján kijelenthető, hogy a **figyelembevett átmeneti ívek minimális hosszát a túlemelés-hiány időbeli változása és a szabad oldalgyorsulás időbeli változása határozta meg az ENV 13803-1 alapján**. Természetesen a többi paraméter vizsgálata sem hagyható el, mert bizonyos esetekben előfordulhat, hogy más paraméter(ek) a mértékadó(k).

A végzett összehasonlítások eredményei szerint az átmeneti ívekre a következő megállapítások tehetők. A hazai előírások [2], [3] $V > 120$ km/h sebességhatárban már csak a koszinusz geometriájú átmeneti íveket engedik tervezni. Az európai gyakorlatban nagysebességű vonalak tervezésénél is használnak harmadfokú parabola átmeneti íveket. Ezek csak annyiban térnek el a klotoidtól, hogy az y részletpont koordinátáinak számításánál a sorba fejtés első tagját veszik csupán figyelembe. A klotoid átmeneti ív görbület-függvénye, és a túlemelés-átmenet függvénye nem folytonos változású az átmeneti ív eleje és vége pontokban. Ezekben a helyeken a sín-szálat $R_{sinf}=5000$ m sugarú tiszta ível lekerekítve, már folytonos változású függvényt (pontosabban három, egymáshoz érintőlegesen csatlakozó függvényt) kapunk. Ebben az esetben igaz, hogy a szöggyorsulás értéke 0-tól különböző, ami az alábbi kifejezéssel számítható ($V=160$ km/h, $R_{sinf}=5000$ m):

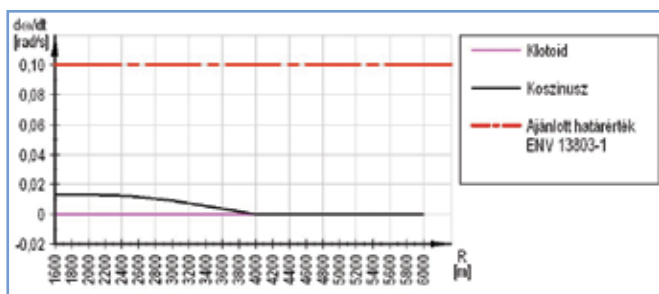
$$\beta_{max} = \frac{V^2}{19440} \cdot \left| \frac{d^2m(\ell)}{d\ell^2} \right| = \frac{V^2}{19440} \cdot \frac{1}{R_{sinf}} = \frac{160^2}{19440} \cdot \frac{1}{5000} = 0,0002633744856 [1/s^2]$$

Összehasonlítva ezt az értéket a nemzetközi szabvány [1] határértékeivel, látható, hogy nagyságrendekkel alattuk van. Az 1. és a 2. vizsgálati esetben kijött szöggyorsulás értékeknél is kisebb.

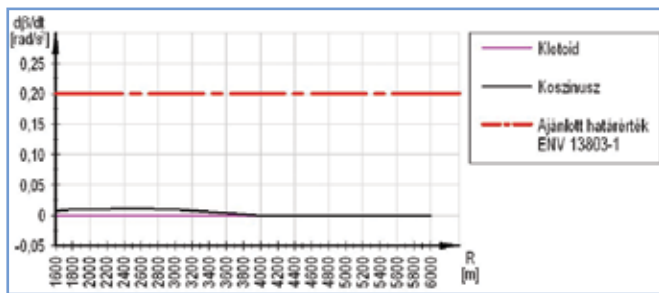
Ezzel a levezetéssel bizonyított, hogy az esetlegesen $R_{sinf}=5000$ m értékkel lekerekített sinszállal kialakított pályageometria esetén is



10. ábra: Az átmeneti ívek összehasonlítása a gyorsulás időbeli változása alapján 2.



11. ábra: Az átmeneti ívek összehasonlítása a szöggyorsulás alapján 2.



12. ábra: Az átmeneti ívek összehasonlítása a szöggyorsulás időbeli változása alapján 2.

csékély a szöggyorsulás nagysága. A többi paraméter maximális értékét nem befolyásolja a sínzál lekerekítése.

Ezek alapján kijelenthető, hogy a klotoid geometriájú átmeneti íves körívek a fent említett hosszváltoztatással $V > 160$ km/h tervezési sebesség esetén is tökéletesen megfelelnek a kritériumoknak.

Az elvégzett összehasonlítások alapján az alábbiak állapíthatók meg:

- Ha a hazai előírásoknak [2], [3] megfelelően tervezünk, akkor azonos tervezési paraméterek esetében a koszinusz átmeneti ívnél rövidebb átmeneti íveket klotoid geometriával érhetünk el. Az egymásnak megfelelő esetekben a koszinusz geometria kisebb körívveltséget szolgáltat, mint a klotoid.

- Ha a nemzetközi előírásnak [1] megfelelően terveznénk, akkor a klotoid geometria a koszinuszhoz képest szintén rövidebb átmeneti ívet eredményez. Az egymásnak megfelelő esetekben a kisebb körívveltséget ismét a koszinusz, míg a nagyobbat megint a klotoid geometria adja.
- Ha a tervezésnek nincsen helyszínrাজي korlátja, akkor mindenképpen az [1] előírásainak megfelelő klotoid átmeneti íves körív alkalmazása javasolható, mert vizsgálandó paraméterei a legjobbak. (Ennek természetes feltétele a hazai tervezési szabályzat ENV 13803-1 alapján történő átdogozása.)

FELHASZNÁLT IRODALOM

[1] ENV 13803-1:2002 Railway applications – Track alignment design parameters – Track gauges 1435 mm and wider – Part 1: Plain line (11.2002)
 [2] Az országos közforgalmú vasutak pályatervezési szabályzata (OKVPSZ), KÖZDOK, Budapest (1983)
 [3] A gazdasági és közlekedési miniszter 103/2003. (XII. 27.) GKM rendelete a hagyományos vasúti rendszerek kölcsönös átjárhatóságáról (OVSZ), Magyar Közlöny 2003/156. szám, Budapest (2003)
 [4] Megyeri J.: Vasúti mozgásgeometria, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1986)
 [5] BME-UVT: Vasúttervezés, Műegyetemi jegyzet, Budapest (2006)
 [6] Kerkápoly E., Megyeri J. : Vasúti ívkitűzési táblázatok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1980)
 [7] Liegner N.: Vasúti görbület-átmeneti geometriák és alkalmazásuk, BME-UVT, Műegyetemi jegyzet, Budapest (2004)
 [8] Fischer Sz.: Vasúti átmeneti ívek és túlemelés-átmenetek összehasonlítása a klotoid, a koszinusz és a Wiener Bogen átmeneti ívek figyelembevételével az ENV 13803-1, illetve az ÖBB vonatkozó szabványa, valamint az OKVPSZ és az OVSZ alapján, $V=120..160$ km/h sebesség-tartományban, normál nyomtáv esetén, Diplomamunka (SZE, Győr) (2007)

SUMMARY

COMPATIBILITY OF THE HUNGARIAN RAILWAY DESIGN GUIDELINES WITH THE EUROPEAN STANDARDS

The Hungarian railway design guidelines do not contain design parameters for the speeds greater than 160 km/h. In the related international standard (ENV 13803) this speed limit is 300 km/h. The paper deals with the analysis of the conformity of these two regulations. It gives the parameters for two transition curves used in Hungary. It analyses the importance of the new design parameters, which are contained in the ENV 13803. The article approves that the usability of the clothoid in the Hungarian regulations is unnecessarily restricted for the speeds $V \leq 120$ km/h.

AZ ÉPÍTÉSKORI EGYENETLENSÉG DINAMIKUS ELŐREBECSLŐ MODELLE ASZFALTBETON BURKOLATOK KIVITELEZÉSÉNÉL

DYNAMIC PREDICTION MODEL OF AS-BUILT ROUGHNESS IN ASPHALTIC CONCRETE PAVEMENT CONSTRUCTION
DUK GYOO LEE
JOURNAL OF TRANSPORTATION ENGINEERING 2007. 2. P. 90-95. Á:6, T:5, H:13.

A cikk egy dinamikus előrebecslő modellt ismertet, melynek segítségével a közúti kivitelező vállalatok teljesítményének minősége értékelhető. A panel adatelemzés módszerét alkalmazva az építéskori egyenetlenséget jellemezték (nemzetközi egyenetlenségi index, IRI) Wisconsin államban 1998 és 2002 között. A vizsgálat során megkülönböztették a városi és a külsőségi szakaszokat, az utóbbiak esetén lényegesen kedvezőbb építéskori egyenetlenségi értékek adódtak. Elemezték a teljes rekonstrukció, a burkolati rétegek átépítése és a felületi réteg építése közötti különbségeket, amelyek nem mutattak lényeges eltérést az egyenetlenségben. A modellekben különböző változókat alkalmaztak, és a modellek használhatóságát az Akaike-féle információs jellemzővel minősítették, amely kombinálja az

illeszkedés jóságát a modell bonyolultságával. Az eredmények szerint a legjobb modell átlagosan 16%-os hibával becsül előre. A modellben a kivitelező elmúlt 5 évben mért építéskori egyenetlenségének átlaga, a kivitelező által az elmúlt 5 évben megépített burkolatok hossza, valamint az egyenetlenség 5 éves átlagértékének és a legutóbbi munka egyenetlenségi értékének abszolút értelemben vett különbsége szerepel. Az eredmények végül rávilágítottak arra, hogy az aszfaltburkolatok építéskori minősége jól előrebecsülhető, ha ismert a kivitelező múltbeli teljesítményének minősége és néhány egyéb építési jellemző. A bemutatott dinamikus előrebecslő modell alkalmazását ezért javasolják a kivitelezők előminősítésére.

G. A.

A FORGALMI TORLÓDÁSOK BECSÜLT HATÁSA AZ ÜZEMANYAG FOGYASZTÁSRA ÉS A KÁROS ANYAG KIBOCSÁTÁSRA A GYORSULÁSOK SZÓRÁSA ALAPJÁN

**ESTIMATING THE EFFECTS OF TRAFFIC CONGESTION ON FUEL CONSUMPTION AND VEHICLE EMISSIONS
BASED ON ACCELERATION NOISE**
I. D. GREENWOOD, R. C. M. DUNN, R. R. RAINE
JOURNAL OF TRANSPORTATION ENGINEERING 2007. 2. P. 96-104. Á:9, T:5, H:11.

A forgalmi torlódások költségeit a forgalmi mérnökök már jól képesek meghatározni, de ezeket a költségeket ritkán alkalmazzák a közúti projektek hálózati szintű értékelésénél. A cikkben bemutatott megközelítés egy középutat jelent a forgalmi mérnök számára vonzó részletes mikroszimuláció és a hagyományos hálózatfejlesztési gondolkodás között. A modell lényege a gyorsulások szórásán alapul, mert a forgalmi torlódások esetén sebességek széles skálán változnak, és a gyorsulások szórása jóval nagyobb, mint a szabadon haladó forgalom esetén. Az adatgyűjtést Auckland, Kuala Lumpur és Bangkok főútjain és autópályáin végezték, ahol 2-5 km hosszúságú útszakaszokon 328 járművel végeztek adatgyűjtést. Az egyik cél a HDM-4 burkolatgazdálkodási rendszer meglévő modelljeinek korszerűsítése volt. A modellezés

során kiderült, hogy a gyorsulások eloszlása nem teljesen felel meg a normális eloszlásnak, de az eltérés elhanyagolható mértékű alábecslést eredményez. Az ismertetett modell pontosabb eredményeket ad, mint a hagyományos összefüggés a sebesség és a forgalom nagyság között, amely utóbbi torlódás esetén jelentős hibákat mutat. A modell alapján az üzemanyag fogyasztás és a káros anyagok kibocsátása egyaránt magasabb a forgalmi torlódásokban. Egy valós, hatsávós, 140 ezer jármű/nap forgalmú autópálya szakaszon 24 óra alatt az üzemanyag fogyasztás 13%-kal, a káros anyag kibocsátás 12% és 25% között növekedett a torlódások miatt. A realisabb modellek beillesztése a HDM-4 burkolatgazdálkodási rendszer kalibrálását megkönnyíti, és olcsóbbá teszi a felhasználók számára.

ÚTÜGYI MŰSZAKI ELŐÍRÁSOK ÉS TERVEZÉSI ÚTMUTATÓK VÁRHATÓ MEGJELENÉSE 2. RÉSZ

A Magyar Útügyi Társaság gondozásában elkészült sok új műszaki előírás tervezete. Folyamatban van az előírások összehangolása, majd a közmegegyeztetés után ütemezett sorrendben lépnek hatályba az új előírások.

Száma	Előírás címe	Várható megjelenés
ÚT 2-3.301-1Új	Útépitési aszfaltkeverékek. Aszfaltbeton (AC) (MSZ EN 13 108-1 szabvány szerinti átdolgozás)	2008. máj. 15.
ÚT 2-3.301-2 Új	Útépitési aszfaltkeverékek. Aszfaltbeton nagyon vékony rétegekhez (BBTM) (MSZ EN 13 108-2 szabvány szerinti átdolgozás)	2008. máj. 15.
ÚT 2-3.301-5 Új	Útépitési aszfaltkeverékek. Zúzalékvasas masztixaszfalt (SMA) (MSZ EN 13 108-5 szabvány szerinti átdolgozás)	2008. máj. 15.
ÚT 2-3.301-6 Új	Útépitési aszfaltkeverékek. Öntöttaszfalt (MA) (MSZ EN 13 108-6 szabvány szerinti átdolgozás)	2008. máj. 15.
ÚT 2-3.301-8 Új	Útépitési aszfaltkeverékek. Visszanyert aszfalt (MSZ EN 13 108-8 szabvány szerinti átdolgozás)	2008. máj. 15.
ÚT 2-3.302 Új	Út-pályaszerkezeti aszfaltrétegek. Építési feltételek és minőségi követelmények	2008. máj. 15.
ÚT 2-3.402 Átdolgozás	Közúti hidak építése I. Beton, vasbeton és feszített vasbeton hídszerkezetek építése	2008. II. né.
ÚT 2-3.406 Átdolgozás	Közúti hidak szigetelése I. Vasbeton pályalemezű hidak felszerkezetének szigetelése és aszfaltburkolata	2008. II. né.
ÚT 2-3.411 Átdolgozás	Közúti hidak tervezési előírásai I. Általános létesítési szabályok	2008. IV. né.
ÚT 2-3.412 Átdolgozás	Közúti hidak tervezési előírásai II. Erőtani számítás	2008. II. né.
ÚT 2-3.413 Átdolgozás	Közúti hidak tervezési előírásai III. Közúti acélhidak	2008. IV. né.
ÚT 2-3.414 Átdolgozás	Közúti hidak tervezési előírásai IV. Beton, vasbeton és feszített vasbeton közúti hidak	2008. IV. né.
ÚT 2-3.415 Átdolgozás	Közúti hidak tervezési előírásai V. Öszvérhidak	2008. IV. né.
ÚT 2-3.416 Átdolgozás	Közúti hidak tervezési előírásai VI. Fahidak	2008. IV. né.
ÚT 2-3.423 Új	Szigetelés és aszfaltburkolat nélküli Nsz-NT betonból készülő hídfelszerkezetek tervezése és építése	2009. I. né.
ÚT 2-3.601-1 Átdolgozás	Útépitési zúzottkővek és zúzottkavicsok. 1. rész Kőanyagalmazok utak, repülőterek és más közforgalmi területek aszfaltkeverékeihez és felületi bevonataihoz (MSZ EN 13 043 szabvány szerinti átdolgozás)	2008. máj. 15.
ÚT 2-3.602 Átdolgozás	Kölsztek. Kőanyagalmazok utak, repülőterek és más közforgalmú területek aszfaltkeverékeihez és felületi bevonataihoz (MSZ EN 13 043 szabvány szerinti átdolgozás)	2008. máj. 15.
ÚT 2-3.701 Átdolgozás	Útburkolatok hézagkitöltő anyagai	2008. IV. né.
ÚT 2-3.707 Átdolgozás	Bontott útépitési anyagok újrahasználata I. Helyszíni hideg eljárás	2008. II. né.
ÚT 2-3.709 Új	Aszfaltok újrahasználata. Helyszíni meleg eljárás	2008. II. né.
ÚT 2-3.710 Új	Útépitési beton bontási, építési és építőanyag-gyártási hulladék újrahasználataival	2009. I. né.
TÚ 7 Átdolgozás	Útüzemeltetés és útfenntartás	2008. IV. né.
TÚ 9 Átdolgozás	Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezésének segédlete	2009. I. né.
TÚ 15 Új	Közlekedési zaj számítása és csökkentése	2009. I. né.
TÚ 16 Új	Értékelemzés (A KTSZ kiegészítése)	2008. II. né.
TÚ 17 Új	ÚT 2-3.211 Betonburkolatú útpályaszerkezetek méretezésének segédlete	2009. I. né.
TÚ 18 Új	Hófúvás ellen védő növényesítések	2008. IV. né.
TÚ 19 Új	Műanyagok alkalmazása az útépitésben	2009. I. né.
TÚ 20 Új	Kerékpáros-forgalmi létesítmények	
TÚ 21 Új	Helyi közutak kezelése	2008. II. né.
TÚ 22 Új	Vizsgálati kézikönyv	2008. II. né.

Forrás: www.maut.hu

700 Ft