



60. ÉVFOLYAM
12. SZÁM

KÖZLEKEDÉSÉPÍTÉSI SZEMLE

2010. DECEMBER

FELELŐS KIADÓ:
Völgyesi Zsolt főigazgató

FELELŐS SZERKESZTŐ:
Dr. Koren Csaba

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

A CÍMLAPON ÉS
A BORÍTÓ 2. OLDALÁN:
Új híd építése a Hoover-gátnál (USA)

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

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

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

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

DESIGN, NYOMDAI MUNKA,
HIRDETÉSEK, ELŐFIZETÉS:
Press GT Kft.
1134 Budapest, Úteg u. 49.
Telefon: 349-6135
Fax: 452-0270;
E-mail: info@pressgt.hu
Internet: www.pressgt.hu
Lapigazgató: Hollauer Tibor
Hirdetési igazgató: Mező Gizi

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

A lap tartalomjegyzéke és a korábbi lapszámok kereshető formában elérhetők itt:

<http://szemle.lrg.hu>



TARTALOM

DR. KOREN CSABA – DR. TÁNCZOS LÁSZLÓNÉ – DR. TIMÁR ANDRÁS A közúti kiadások finanszírozásának jelenlegi magyar és nemzetközi gyakorlata	1
DR. JANKÓ DOMOKOS A hazai nagyvárosok általános közlekedésbiztonsági helyzetének megítélése	9
DR. KELETI IMRE Az útpályaszerkezetek megválasztásának szempontjai az országos közúthálózaton	17
DR. FI ISTVÁN – TÓTH CSABA A szemmegoszlás változásának hatása az aszfaltkeverék merevségére	24
VARGA GABRIELLA Erősítő elemek hatása hulladéklerakók nyírószilárdságára	31
KAMARÁS CSILLA Beszámoló a Német Útügyi Napokról	36
DR. RIGÓ MIHÁLY Válasz dr. Szakos Pál felvetéseire	38
DR. BOROMISZA TIBOR Hozzászólás Dr. Rigó Mihály „A teherbírás és a pályaszerkezetek kiválasztásának szempontjai” c. cikkéhez	40

A KÖZÚTI KIADÁSOK FINANSZÍROZÁSÁNAK JELENLEGI MAGYAR ÉS NEMZETKÖZI GYAKORLATA¹

DR. KOREN CSABA² – DR. TÁNCZOS LÁSZLÓNÉ³ – DR. TIMÁR ANDRÁS⁴

1. A TANULMÁNY CÉLJA, TARTALMA ÉS FELÉPÍTÉSE

A Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ vezetője az általa működtetett Tanácsadói Testület tagjait 2009-ben felkérte a hosszú távú közlekedési infrastruktúra-politika koncepciójának kialakításához alapul szolgáló tanulmány elkészítésére. A felkérés szerint a tanulmányok a lehető legnagyobb mértékben a már rendelkezésre álló, hozzáférhető, közzétett kutatási és vizsgálati eredmények és adatok összegyűjtésével és rendszerezett bemutatásával készültek el.

Az ismertetett módon készült három közül ez a tanulmány az országos közúthálózat fejlesztésére, fenntartására és üzemeltetésére fordítandó közkiadások becsült szükséges és elégséges nagyságának, kívánatos arányainak meghatározásával foglalkozik. Fő célja, hogy bemutassa, milyen összefüggés áll fenn a közúthálózat mint a közúti közszolgáltatás nyújtásához szükséges infrastruktúra fejlesztésére, karbantartására és üzemeltetésére rendszeresen elköltött közpénz (költségvetési előirányzatok és állami garanciával felvett hitelek, nemzetközi szervezetek által nyújtott vissza nem térítendő támogatások) nagysága, az úthálózat használatához köthető, abból eredő közösségi és egyéb bevételek (adók, illetékek, de mindenképp az úthasználati díjak), illetve a közúti szolgáltatás minősége között. Külön részletesen foglalkozik a nemzeti közvagyon jelentős részét képező országos közúthálózatot alkotó (számvetileg forgalomképtelen tárgyi eszközöknek tekintett) állóeszközökkel (utak, hidak) való hatékony vagyongazdálkodás követelményeivel, ebből is levezetve a közúti kiadások műszakilag, gazdaságilag és társadalmi szempontból is megfelelőnek ítélt, szükséges és elégséges nagyságát. Kitér a műszakilag és gazdaságilag indokolt nagyságú útfenntartási (javítási és felújítási) költségek meghatározására és többéves (meghatározott célok elérése szempontjából optimális eredményre vezető) programozására alkalmas, korszerű útgazdálkodási (burkolatgazdálkodási) rendszer létrehozásának eddigi eredményeire (adatbank), valamint bevezetésének és eredményes alkalmazásának akadályaira. Megbecsüli a közúti kiadások társfinanszírozásához igénybe vehető EU-támogatások és magántőke nagyságát. Foglalkozik a köz- és magánszféra együttműködésének (Public-Private Partnership, PPP) keretében számba vehető és méltányosan megosztható kockázatokkal, rámutat a magántőke rendelkezésre állási díjon alapuló PPP-projektek keretében a közúti kiadások finanszírozásába való bevonásának elsősorban a finanszírozási kockázatokkal összhangban álló korlátaira.

Végül a bemutatottak alapján a tanulmány néhány javaslatot tartalmaz a közép- és hosszú távú közlekedési infrastruktúra-politika egyik alappilléret képező, áttekinthető és a közpénzek elköltetésének szigorú ellenőrzését is biztosító finanszírozási rendszer koncepciójának kidolgozásához.

2. FOGALMAK ÉRTELMEZÉSE

A közúti közlekedés gazdasági elemzéséhez, pénzügyi és finanszírozási kérdéseinek tanulmányozásához szükség van számos fogalom, köztük a használt költségek és költségösszetevők (pl. az úthasználók költségei, a közlekedési létesítmények költségei, a közlekedési költségfüggvények főbb típusai és jellegzetességei, a rövid és hosszú távú közlekedésköltség-függvények stb.) pontos meghatározására. A közúti kiadások fő jogcímei pl. szokásosan a következők:

- az úthálózat-fejlesztési és korszerűsítési tevékenységek (tervezés, kutatás-fejlesztés, engedélyezés, területvásárlás, régészeti feltárás, hulladékmentesítés, esetleges bontás, építés, minőségbiztosítás stb.)
- az útfenntartási, felújítási és karbantartási tevékenységek (rutinjellegű és rendszeres javítás, pótlás, nagyjavítás stb.)
- az üzemeltetési tevékenységek (műszaki és baleseti segélynyújtás, tájékoztatás, forgalomirányítás és forgalom-ellenőrzés, közvilágítás, takarítás, számvitel és könyvelés, gazdálkodás és igazgatás, esetleges útdíjszedés és -ellenőrzés stb.)
- az útfinanszírozási tevékenységek (a befektetések és a hitelek nyilvántartása, folyósítása, adósságszolgálat stb.).

Sem nemzetközileg, sem hazánkban nem alakult ki azonban egységes gyakorlat az egyes jogcímek körébe tartozó tevékenységek pontos és részletes tartalmának, még kevésbé az egyes jogcímek körébe tartozó tevékenységeket egymástól elválasztó, megkülönböztető határoknak (ismérveknek) pontos és teljesen egyértelmű meghatározására.

Egyes fogalmak részletesebb (de távolról sem teljes körű) magyarázatát tartalmazza az Állami Számvevőszék 2006 októberében készített Jelentés az állami közutak fenntartásának ellenőrzéséről c. kiadványa (1. táblázat).

A fenti jogcímeken rendszeresen (évenként vagy annál gyakrabban) kifizetett közúti kiadások finanszírozásának forrásai a következők lehetnek:

- általános adó- és illetékbevételek (állami és önkormányzati költségvetés)
- kizárólag előre meghatározott jogcímen elkölthető (célhoz kötött) adó- és illetékbevételek (pl. költségvetésen belüli vagy ahhoz szorosan kapcsolódó, de önállóan gazdálkodó alapok)
- állami garanciával az állami vagy önkormányzati költségvetés, vagy állami tulajdonú gazdálkodó szervezetek által felvett hitelek (bankoktól és a pénzügyi piacokról)
- az úthasználók által fizetett útdíjak és parkolási díjak, büntetések

¹ A cikk a szerzők által a KKK számára 2009-ben készített és dr. Timár András által szerkesztett Az országos közúthálózat fejlesztésére, fenntartására és üzemeltetésére fordítandó közkiadások szükséges és elégséges mértéke c. tanulmány alapján készülő cikksorozat első része.

² Egyetemi tanár, Széchenyi István Egyetem, e-mail: koren@sze.hu

³ Egyetemi tanár, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, e-mail: ktanczos@kgazd.bme.hu

⁴ Professor Emeritus, Pécsi Tudományegyetem, e-mail: timara@hu.inter.net

1. táblázat: A közúti kiadások jogcímeivel kapcsolatos fogalmak (ÁSZ, 2006)

Fogalom	Magyarázat
Közúthálózat	Az országos és helyi közutak összefüggő rendszere
Felújítás	A felújítás nagyobb időtávban ismétlődő, kiterjedt, több sávot, több réteget magába foglaló új építésnek megfelelő használati értéket növelő beavatkozás (pl.: összefüggő pályaszerkezet-csere, teljes burkolat felújítása, burkolatmegerősítés, sávszélesítések).
Fenntartás	A forgalmi igénybevételből és az időjárás, valamint az egyéb természeti hatásokból származó természetes leromlás ellensúlyozásához szükséges tevékenységek.
Helyreállítás	Rövidebb időközönként, periódikusan ismétlődő, nagyobb felületre kiterjedő (egy sáv, egy méter) feladatok, amelyek az út használhatóságát korlátozottan javítják (felületi bevonat, profiljavítás, új kopóréteg készítése, különböző környezetkímélő újrhasználási – recycling – eljárások, keréknyomvályú-javítás, hézagjavítás, összefüggő repedéskiöntés, burkolat újrarakása árokészítés, útpadka-stabilizálás).
Karbantartás	Azok az azonnal végrehajtandó, illetve folyamatosan végzett kisebb terjedelmű (< 50 fm, 300 m ²), az út használati értékét nem növelő feladatok. (pl. kátyúzás, szórás, zúzalékolás, kis felületi javítás, egyedi repedés-, hézagjavítás, lokális deformációjavítás, helyi nyomvályújavítás, padkarendezés, árokprofilozás, jelzőtáblacsere illetve -kihelyezés).
Üzemeltetés	A közúti forgalom biztonságos és kulturált lebonyolítását elősegítő szolgáltatások összessége
Üzemeltetési, szolgáltatási kategóriák	„A” szolgáltatási kategória: az Országos Közutak Kezelői Szabályzatában (OKKSZ) meghatározott feladatok teljes körű, maradéktalan végrehajtása. „B” szolgáltatási kategória: a hatályos rendelet függelékének II. 2. pontjában, illetve a megbízási szerződésben egyértelműen rögzített egyes feladatok csökkentett mértékű és gyakoriságú végrehajtása a további feladatokban az OKKSZ szerinti színvonalon történő megvalósítása mellett. „C” szolgáltatási kategória: a hatályos rendelet függelékének II. 1. pontjában meghatározott feladatcsoportoknak az OKKSZ szerinti színvonalon történő végrehajtása.

- a köz- és magánszféra együttműködésével megvalósuló PPP-projektek finanszírozására a magántőke terhére felhasznált befektetések és állami garancia nélkül bankoktól, illetve a pénzügyről felvett bankhitelek
- nemzetközi szervezetek által nyújtott, vissza nem térítendő támogatások (pl. EU-alapok).

A ténylegesen finanszírozott kiadások és a finanszírozási források szerkezetét, belső arányait és nagyságát a mindenkori gazdaságpolitika, ezen belül a közlekedéspolitikai keretében határozzák meg a kormányzatok. Az ezt a célt szolgáló tervezési, programozási tevékenységhez azonban szükséges és fontos a tanulmányunk címében szereplő „szükséges” és „elégéses” mérték fogalmának meghatározása is.

Első megközelítésben a következő feltevésekkel élünk:

- a szükséges mérték, összeg mindig alacsonyabb vagy legfeljebb akkora, mint az elégéses mérték, összeg
- a szükséges mérték, összeg az úthálózaton már elért átlagos közúti szolgáltatási színvonal (minőség) megőrzéséhez, változatlanul tartásához elegendő (de ezen belül esetleg az átlag számításához felhasznált értékek esetleg egymással ellentétes előjelű változásával járhat)
- az elégéses szinthez tartozó mérték, összeg az úthálózaton már elért átlagos szolgáltatási színvonal (minőség) fokozatos és folyamatos, meghatározott mértékű és ütemű emelését teszi lehetővé, ahhoz elegendő (de ezen belül esetleg az átlag számításához felhasznált értékek esetleg egymással ellentétes előjelű változásával járhat)
- az egyes jogcímenekhez szükséges mérték, összeg megállapítása időben mindig megelőzi az elégéses mérték, összeg meghatározását
- az egyes jogcímekekhez rendelt szükséges összegek megállapítása csak a jogcímekek szigorú sorrendjében történhet, amelyben első helyen a fenntartás és karbantartás, utolsó helyen a korszerűsítés és fejlesztés áll (az ún. maradék elv érvényesülésének megakadályozása érdekében).

A rendelkezésre álló, illetve ténylegesen igénybe vehető finanszírozási források szűkössége, illetve korlátai, feltételei egy-egy adott időszakban általában nem csak az elégéses, de esetleg az egyes jogcímekekre a fenti feltevések alapján kifizetendőnek ítélt, azaz szükséges összegek fedezését sem teszik lehetővé teljes mértékben. Ha az egyes jogcímekekre tartósan (több egymást követő éven át) a szükségesnél alacsonyabb összegeket költenek (alulfinanszírozás), akkor egy ilyen időszak végén az elégéses mérték, összeg aránya a szükségeshez viszonyítva nagy valószínűséggel jelentősen megnő.

Megjegyzést érdemel, hogy tanulmányunkban elsősorban a felsorolt jogcímenek kifizetendő szükséges és elégéses közpénzek (közkiadások) mértékével kívánunk foglalkozni. Ennek módszere csak az lehet, hogy első lépésben a közúti kiadások jogcímenkénti szükséges és elégéses mértékének, összegének meghatározására teszünk kísérletet, majd második lépésben, ha az ezeken a jogcímenek rendelkezésre álló, illetve ténylegesen igénybe vehető közpénzek nagysága a vizsgált időszakra meghatározott összegeknél kisebb, megvizsgáljuk a közpénzek kiegészítésére a magántőkének a közúti kiadások finanszírozásába való bevonásának lehetőségét és feltételeit.

3. A KÖZÚTI KIADÁSOK FINANSZÍROZÁSÁNAK JELENLEGI MAGYAR GYAKORLATA

3.1. A MAGYAR GYAKORLAT – A FENNTARTÁS ÉS ÜZEMELTETÉS FINANSZÍROZÁSA

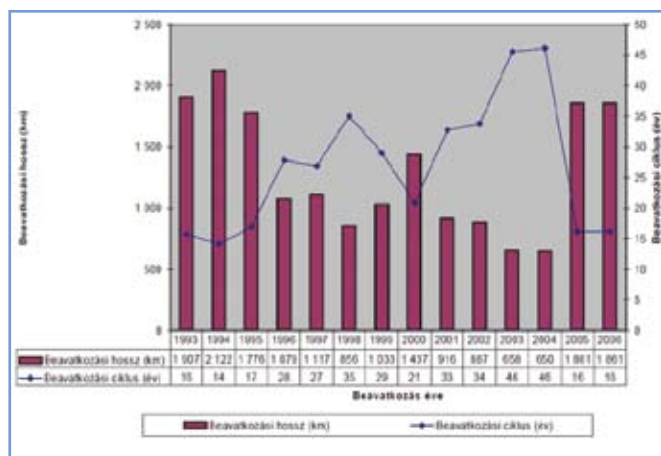
Magyarországon az országos közúthálózat fenntartásával és üzemeltetésével kapcsolatos kiadásokat 1989–1999 között az önálló jogi személyként működő, elsősorban az üzemanyag árába fix összegként beépített célhoz kötött adókat összegyűjtő Útalapból fedezték. Az állami költségvetés egységének megóvása és a Pénzügyminisztérium döntési hatáskörének „helyreállítása” érdekében számos más önálló költségvetési alaphoz hasonlóan az (akkor már

2. táblázat: Az országos közúthálózat UFCE-ből, illetve az Útpenztár-előirányzatból finanszírozott fenntartási kiadásainak alakulása 2002–2006 között, millió Ft, (ÁSZ, 2006)

UFCE	2002				2003			
	Előirányzat		Teljesítés		Előirányzat		Teljesítés	
	Eredeti	Módosított	M Ft	Eredeti %-a	Eredeti	Módosított	M Ft	Eredeti %-a
Út-, hídüzemeltetés	15 000	16 115,0	16 125,9	107,5	16 630	19 186	18 507,3	111,3
Új út-, hídkarbantartás	9 000	8 780,0	8 779,6	97,6	9 350	8 307	8 262,8	88,4
Útügyi műszaki gazdasági szolgáltatás	1 000	755,0	751,0	75,1	600	600	616,7	102,8
Egyéb kiadások	200	299,7	299,3	149,7	–	483,3	851,9	483,3
Összesen:	25 200	25 949,7	25 955,8	103,0	26 580	28 576,3	28 238,7	106,2

UFCE	2004				2005			
	Előirányzat		Teljesítés		Előirányzat		Teljesítés	
	Eredeti	Módosított	M Ft	Eredeti %-a	Eredeti	Módosított	M Ft	Eredeti %-a
Út-, hídüzemeltetés	18 300,0	20 033,2	20 033,2	109,5	18 450	21 227,5	21 227,5	115,1
Új út-, hídkarbantartás	11 700,0	9 406,9	9 406,9	80,4	11 680	9 263,8	9 263,8	79,3
Útügyi műszaki gazdasági szolgáltatás	717,5	577,5	577,5	80,5	800	714,9	714,9	89,4
Egyéb kiadások	740,5	15 525,2	1 673,4	226,0	720	739,6	735,5	102,2
Összesen:	31 458,0	45 542,8	31 691,0	100,7	31 650	31 945,8	31 941,7	100,9

Útpenztár	2006			
	Előirányzat		Teljesítés (I. félév)	
	Eredeti	Módosított	M Ft	Eredeti %-a
Út-, hídüzemeltetés	13 269,5	32 388,7	5 297,7	39,9
Új út-, hídkarbantartás	8 498,9	9 389,7	1 619,8	19,1
Útügyi műszaki gazdasági szolgáltatás	7 116,6	9 406,6	5 780,3	81,2
Egyéb kiadások	1 000,0	1 000,0	2 135,6	213,6
NA Zrt. működés	1 800,0	1 800,0	930,0	51,7
Útpenztár működés	2 115,0	1 815,0	907,5	42,9



1. ábra: Beavatkozási úthosszak és a beavatkozási ciklusidő alakulása 1993–2006 között (ÁSZ, 2006)

bevételeinek több mint egyharmadát az időközben felvett hitelei adósságszolgálatának fedezésére fordító) Útálapot is megszüntették 1999-ben. A közúti közkiadások forrásaként az Útálap helyébe 1999–2005 között az állami költségvetésben külön soron szereplő Útfenntartási és -felújítási Célelőirányzat (UFCE) lépett. Működésének kezdetekor azzal az „ígérettel”, hogy összegezett forrásainak reálértéke legalább az Útálap működésének utolsó évében kifizetett közúti kiadásokkal egyenlő maradt. Sajnos a döntéshozók ezt az „ígérettel” – a költségvetési források szűkösségére és az elosztásukkor érvényesített prioritások változására hivatkozva – nem teljesítették. 2006-tól kezdődően napjainkig a közúti kiadásokra előirányzott közpénzeket az akkor létrehozott Útpenztár folyósítja. Az UFCE-ből és az Útpenztárból az országos közúthálózat fenntartására fordított kiadásokat a 2. táblázat tartalmazza.

Az adatok forrása az Állami Számvevőszék V-05-090/2006. sz. jelentése az állami közutak fenntartásáról (2006. október). Hasonló jelentést egyébként az ÁSZ ezt megelőzően legutóbb 1994-ben készített (!). Az országos közúthálózat fenntartási és üzemeltetési

3. táblázat: Az országos közúthálózat UFCE-ből, illetve az Útépítési-előirányzatból finanszírozott fejlesztési kiadásainak alakulása, millió Ft (ÁSZ, 2006)

UFCE	2002				2003			
	Előirányzat		Teljesítés		Előirányzat		Teljesítés	
	Eredeti	Módosított	M Ft	Eredeti %-a	Eredeti	Módosított	M Ft	Eredeti %-a
Út-, hídrekonstrukció	15 750	13 957,7	13 973,7	88,7	7 000	6 470,0	6 520,8	93,2
Új út-, hídepítés	8 500	12 625,4	12 613,9	148,4	9 570	7 800,0	7 800,6	81,5
Tervezés, előkészítés	2 100	2 133,4	2 113,8	100,7	2 800	2 321,4	2 490,5	88,9
Út-, hídfelújítás	14 500	14 615,1	14 586,0	100,6	6 000	7 129,3	7 129,9	118,8
Területbiztosítás	900	713,2	699,3	77,7	500	1 230,0	1 416,7	283,3
Önkormányzatok támogatása	2 500	3 400,8	3 396,0	135,8	1 800	2 708,6	2 708,6	150,5
Alapítói forrásjuttatás	2 000	1 700,9	1 691,4	84,6	100	62,0	62,0	62,0
Összesen:	46 250	49 146,5	49 074,1	106,1	27 770	27 721,3	28 129,1	101,3

UFCE	2004				2005			
	Előirányzat		Teljesítés		Előirányzat		Teljesítés	
	Eredeti	Módosított	M Ft	Eredeti %-a	Eredeti	Módosított	M Ft	Eredeti %-a
Út-, hídrekonstrukció	14 000,0	13 237,5	13 237,5	94,6	10 697,3	9 475,1	9 375,4	87,6
Új út-, hídepítés	14 600,0	10 547,2	10 547,2	72,2	13 522,7	11 887,7	11 887,7	87,9
Tervezés, előkészítés	12 096,0	3 254,9	3 254,3	26,9	6 500,0	3 569,8	3 569,8	54,9
Út-, hídfelújítás	7 203,8	7 143,2	7 143,2	99,2	10 000,0	10 472,4	10 472,4	104,7
Területbiztosítás	3 600,0	2 481,7	2 481,7	68,9	5 000,0	3 412,9	3 412,9	68,3
Önkormányzatok támogatása	2 900,0	1 253,6	1 253,6	43,2	700,0	565,9	565,9	80,8
Alapítói forrásjuttatás	100,0	264,3	264,3	264,3	555,7	555,0	555,0	99,9
Összesen:	54 499,8	38 182,4	38 181,8	70,1	46 975,7	39 938,8	39 839,1	84,8

Útépítési	2006			
	Előirányzat		Teljesítés (I. félév)	
	Eredeti	Módosított	M Ft	Eredeti %-a
Új út-, hídepítés	38 920,0	32 520,0	8 347,2	21
Tervezés, előkészítés	6 500,0	6 500,0	768,3	12
Út-, hídfelújítás	37 189,8	19 047,0	8 221,0	22
Területbiztosítás	4 680,0	4 680,0	722,1	9
Önkormányzatok támogatása	–	2 542,8	–	–
Kármentesítés	1 400,0	1 400,0	1 308,5	93
Összesen:	88 689,8	66 689,8	19 367,1	22

költségei finanszírozásának, illetve az előirányzatok meghatározásának magyarországi gyakorlatát jellemző a következő (a hivatkozott ÁSZ-jelentésben szereplő) megállapítások:

„... az országos közúthálózat állapota [a vizsgált időszakban] folyamatosan romlott, és (amennyiben az erre szánt forrásokat nem biztosítják) várhatóan romlani fog.”

„A források szűkössége miatt elmaradt karbantartások következtében a beavatkozási hossz a tíz évvel korábbi, évi 2000 km-ről

2004-re 400 km-re csökkent. Ennek következtében az egyes utakra, útszakaszokra vetített beavatkozási ciklusidő a korábbi húsz év helyett legalább a kétszeresére növekedett”. (Vö. 1. ábra).

„Az országos közúthálózat mai helyzetét ellentmondások jellemzik. A gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésének elsődlegessége mellett a meglévő országos úthálózat folyamatos leromlása figyelhető meg. A közúti mellékúthálózat egyre alkalmatlanabb a gyorsforgalmi hálózat fejlesztése pozitív hatásainak érvényesítésére az érintett térségben... Az utak minősége nemzetközi összehasonlításban is nagyon rossznak minősül.”

4. táblázat: Autópálya-építési célú költségvetési támogatások alakulása, 1994–2005, millió Ft (ÁSZ, 2006)

Támogatás	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Útalap (UKIG)*	9300	5900	5600	8200	13 000	–	–	–	–	–	–	–
ÉKMA Rt. támogatása az M3-as autópálya építésének gyorsítására (kormányzati rendkívüli kiadások)	–	–	1500	3290	3530	3708,8	–	–	–	–	–	–
ÉKMA Rt. támogatása az 1998. évi díjbevételek kiadásainak kompenzálására (kormányzati rendkívüli kiadások)	–	–	–	–	–	1000	–	–	–	–	–	–
Kiemelt jelentőségű kormányzati beruházások:												
– M0-ás körgyűrű északi szektor M3-11. sz. főút között	–	–	323,4	1526,6	1040	–	–	–	–	–	–	–
– Zajvédő fal az M7 autópálya Érd melletti szakaszán	–	–	–	–	–	60	–	–	–	–	–	–
Gyorsforgalmi úthálózatfejlesztési program**	–	–	–	–	–	–	134,8	33,7	–	–	–	–
Útfenntartási és Fejlesztési Célelőirányzat	–	–	–	–	–	9284,9	–	–	–	–	–	–
Röszke határátkelőhely és autópálya (PM fejezet)	–	–	–	–	–	–	0,2	0,7	213,9	–	–	–
NA Rt. adósságának átvállalása	–	–	–	–	–	–	–	–	190 953,6	–	–	–
NA Rt. felhalmozási célú támogatása	–	–	–	–	–	–	–	–	–	310	125	49,9
Felzárkózási és Infrastrukturális Fejlesztési Alapprogram – Gyorsforgalmi úthálózat program	–	–	–	–	–	–	–	–	–	86 846,2	174 470,9	39 646,8
Gyorsforgalmi úthálózat-fejlesztések előkészítése célú előirányzat	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4266,4	–

* – Az UKIG az adatokat milliárd forintban adta meg a vizsgálat részére, az 1998. évi adat terv.

** – működési célú kiadás

„A minisztérium az Ukiggal folytatott sorozatos egyeztetések során az intézmény által előirányzott 159 300 M Ft-hoz, illetve a szakmai minimumként kezelt 138 000 M Ft-hoz képest – az államháztartás egyensúlya érdekében megjelölt pénzügyi korlátokra tekintettel – először 75 000 M Ft-ban, majd 60 700 M Ft-ban határozta meg az ÚFCE tervezési értékét” 2006-ban.

„A vizsgált időszak közlekedési infrastruktúra-fejlesztésének jellegzetesége, hogy miközben a gyorsforgalmi utak látványosan fejlődtek, a fő közlekedési utak fejlesztése is napirenden volt, az úthálózat állagmegővására (figyelembe véve az inflációt is) [egyre] kevesebb pénz jutott.”

A legutóbbi megállapítás háttérül a 3. táblázat tartalmazza az ugyanebben az időszakban az országos közúthálózat fejlesztésére fordított közpénz-összegeket.

A szükséges fenntartási kiadások nagyságának és mértékének meghatározására a közúti igazgatás által tett kísérletek eredménytelenek maradtak, mert – többek között –:

- Az előirányzatok „összegét költségvetési alkuk és kormányzati döntések befolyásolták.”
- „A források korlátozása miatt a lokális beavatkozások kerültek előtérbe, a projektszemléletű rendszer használata háttérbe szorult”, mert a közúti kiadások forrásainak hatékony elosztására az Útügyi Világszövetség (PIARC) és a Világbank által kidolgozott program, a „HDM-III a 2003 februárjában alkalmazni kezdett új struktúrájú OKA 2000 rendszer által nyújtott adatokat nem tudta megfelelő szinten kezelni. A program egy forrásszint-minimum alá jutva nem tudta értelmezni a betáplált adatokat. Nem adott hiteles eredményeket, folyamatosan 'lefagyott', ezért értelmetlenné vált a további használata.”
- „A fenntartás és üzemeltetés nem kapott prioritást, továbbá a közúthálózat fejlesztésére készített, 2000-ig szóló hosszú távú terv finanszírozására nem dolgoztak ki évekre lebontott forrásütemezést.”
- „A fejlesztések hangsúlya 2003-tól – a jogszabályokban és határozatokban is nyomon követhetően – egyre inkább a gyorsforgalmi utak fejlesztése felé tolódott.”

Az Állami Számvevőszék hivatkozott jelentéséből vett idézetekkel jellemzett finanszírozási gyakorlat az azóta eltelt közel három évben sem változott, a jelentésben megfogalmazott javaslatokat a kormányzat lényegében nem vette figyelembe.

3.2. A MAGYAR GYAKORLAT – A FEJLESZTÉS FINANSZÍROZÁSA

Az országos közúthálózat fejlesztési kiadásaival kapcsolatosan az Állami Számvevőszék 2006-ban, 2007-ben, 2008-ban és 2009-ben is kiadott jelentést az előző évben befejezett autópálya-építések ellenőrzéséről. A magyar gyakorlatot az ezekben a jelentésekben található adatok alapján mutatjuk be.

Az 1990 és 2005 közötti időszakban az autópálya-beruházások finanszírozásában a költségvetés változó mértékben vett részt. Az éves központi költségvetésekben többféle címen, előirányzaton belül jelentek meg az ilyen típusú kiadások, azonban a gyorsforgalmi utak fejlesztésére fordított kiadások évenkénti összege – a gyakori intézményi változások és a hiányos dokumentáció miatt –, egyértelműen nem állapítható meg. A beruházások finanszírozásának forrásait képező költségvetési címek, előirányzatok, valamint más államháztartási források 1994 és 2005 közötti alakulását a 4. táblázat tünteti fel.

Az 1994–2006 június közötti időszakban egyébként összesen 603 km új gyorsforgalmi utat helyeztek forgalomba. Ebből 370 km fejlesztési költségeit teljesen az állami költségvetésből (döntően annak terhére, állami garanciavállalással felvett hitelből), a 214 km ún. koncessziós rendszerben (M1/M15, M3, M5) és az 54 km rendelkezésre állási díjas PPP-projektként megépült autópályát (M6) pedig szinte kizárólag magántőkéből (közel 90%-ban a koncessziós társaságok által felvett bankhitelekéből) finanszírozták. Az állami költségvetésnek a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésével kapcsolatosan felvett hitelek átvállalásából eredő terhei 2005 végén meghaladták a 370 milliárd forintot.

A 2006–2009 közötti időszakban az úthálózat-fejlesztés, azaz a megépült gyorsforgalmi utak finanszírozásában ugyancsak döntő hányadot tettek ki az állami garanciavállalással felvett hitelek, nevezetesen:

- A 2006-ban befejezett autópálya-szakaszok: M3 (Nyíregyháza elkerülő szakasz, 23,5 km), M7 (Ordacsehi–Balatonkeresztúr szakasz, 25,7 km) és M35 (Debrecen elkerülő szakasz + 354-es főút, 12,7 km) beruházási költségeit, összesen kb. 134 milliárd Ft-ot 96%-ban állami garanciavállalással felvett hitelből, 3%-ban állami költségvetési hozzájárulásból és 1%-ban a Nemzeti Autópálya Rt. saját tőkéjéből finanszírozták.
- A 2007-ben befejezett autópálya-szakaszok: M35 Görbeháza–Debrecen (35,3 km), M3 Görbeháza–Nyíregyháza (39 km), M7 Zamárdi–Balatonszárszó (14,7 km), M7 Nagykanizsa–Becsehely (18,1 km) és az M8 dunaújvárosi híd és csatlakozó gyorsforgalmi út (5,2 km) beruházási költségeit, összesen kb. 356 milliárd Ft-ot 57%-ban állami garanciavállalással felvett hitelből, 42%-ban állami költségvetési hozzájárulásból és 1%-ban a NIF Zrt. saját tőkéjéből finanszírozták.
- A 2008-ban befejezett autópálya-szakaszok: M0 északi szakasz és Megyeri híd (3,9 km), M0 keleti szakasz a 3. sz. főút–M3 között (26,5 km), M6 Érdi tető–M0 (11,4 km), M7 Balatonkeresztúr–Nagykanizsa (35,5 km), M7 Letenye–országhatár (1,1 km) és M70 Tornyiszentmiklós–országhatár (1,1 km) beruházási költségeit, összesen kb. 271 milliárd Ft-ot 69%-ban állami költségvetési hozzájárulásból, 15%-ban európai uniós támogatásból, 14%-ban állami garanciavállalással felvett hitelből és 2%-ban a NIF Zrt. saját tőkéjéből finanszírozták.

Az Állami Számvevőszék 0926. számú, a 2008-ban befejeződő autópálya-beruházásokról készített, 2009 augusztusában közzétett jelentése hiányolja, hogy az autópálya-építések megkezdése előtt nincs olyan előzetes költségbeclés, amely részletes egységárelemzésen alapul. A beruházások kivitelezéséhez a Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő (NIF) Zrt. a korábbi kivitelezői árakon alapuló mérnökárat készített, amely a kivitelezők kockázati felárait is tartalmazta, ezért az erre alapozott beclés az ÁSZ szerint nem volt alkalmas egy-egy szakasz reális költségeinek kimutatására. Ezért a közlekedési, hírközlési és energiaügyi miniszternek a számvevőszék azt javasolta: követelje meg a NIF Zrt.-től, hogy az autópálya-beruházások előkészítése során készítsen előzetes költségkalkulációt.

Az ÁSZ azt javasolta, hogy a kormány kezdeményezze a gyorsforgalmi közúthálózat közérdekűségéről és fejlesztéséről szóló törvény módosítását. Az ÁSZ szerint a módosítás révén a törvény írja elő a gyorsforgalmiút-fejlesztések megvalósítása előtt költség-haszon elemzés készítését. Talán ez az ellenőrzés legsúlyosabb megállapítása, amely egyértelművé teszi, hogy a közelmúltban megvalósított nagyszabású autópályahálózat-fejlesztésre fordított összegek nem a szükséges és elégséges fejlesztési előirányzatok alapján, hanem voluntarista politikai döntésekkel határozták meg. Az ÁSZ azt is indítványozta, hogy a kormány vizsgálja meg a szakhatósági, önkormányzati, civil szervezeti igények központi, koordinált módon való kezelésének lehetőségét, az ehhez rendelkezhető eszközrendszerrel, ami az idő- és költséghatásokat is kezelni képes. Az ismertetett javaslatok alapján tett intézkedéseket ez ideig nem hozták nyilvánosságra.

4. A KÖZÚTI KIADÁSOK FINANSZÍROZÁSÁNAK NEMZETKÖZI GYAKORLATA

A közúti kiadások finanszírozását tekintve egységes nemzetközi vagy európai uniós gyakorlatról nem beszélhetünk. Néhány országban (pl. Németország, Franciaország, Svédország, Hollandia, Horvátország) a közép- és hosszú távú közlekedéshálózat-fejlesztési tervek szerves része (a megvalósításra előirányzott projektek műszaki tartalmának lehető legpontosabb meghatározása mellett) a finanszírozási terv is, amely részletesen tartalmazza, hogy az egyes projektek fejlesztési költségeinek fedezésére milyen forrásból, milyen időbeli ütemezésben, mekkora összegeket

kell biztosítani/folyósítani. Más országokban viszont (pl. Olaszország, Spanyolország, Egyesült Királyság, Lengyelország, Belgium) nem készítettek közép- és hosszú távú közlekedésfejlesztési terveket, vagy ha igen, akkor (Magyarországhoz hasonlóan) annak nem képezi szerves részét a tervezett fejlesztések megvalósításához szükséges finanszírozási források biztosítása. Ezeket a forrásokat az éves állami költségvetések készítésekor, a közúti kiadásokra az előkészítő vizsgálatok, hatáselemzések (elsősorban megvalósíthatósági tanulmányok és az azok részét képező gazdasági és pénzügyi szemléletben is elkészített költség-haszon elemzések) alapján fordítandó előirányzatok részeként különítik el.

A közúti beruházásokra fordított összegek nemzetközi összehasonlításából kitűnik, hogy ezek Magyarországon mind összességükben, mind fajlagosan meglehetősen alacsonyak, pl. Csehországhoz, Írországhoz, Ausztriához, vagy Portugáliához viszonyítva (lásd 2–3. ábra).

A nemzetközi gyakorlatban a közlekedési beruházásokat Európában általában közszolgáltató beruházásoknak tekintik, ezért döntően közpénzből, azaz a költségvetésből közvetlenül (hozzájárulás), vagy állami garanciával felvett hitelekkel finanszírozzák. Kivételt képeznek azok az országok (pl. Franciaország, Olaszország, Svájc), ahol a fejlesztések finanszírozásához szükséges

összegeket túlnyomórészt a használók közvetlen befizetéseiből (útdíjból) finanszírozzák. Az Európai Unió „fizessen a használó” alapelvével és hatályos irányelveivel összhangban számos ország (pl. Ausztria, Németország, Csehország) fokozatosan áttért a vegyes finanszírozásra, a díjas úthálózat (elsősorban autópálya-hálózat) fenntartási és üzemeltetési kiadásai teljes egészének, illetve a közúthálózat-fejlesztési kiadások egyre nagyobb részének a megtett úttal arányos útdíjak bevételeiből való finanszírozására.

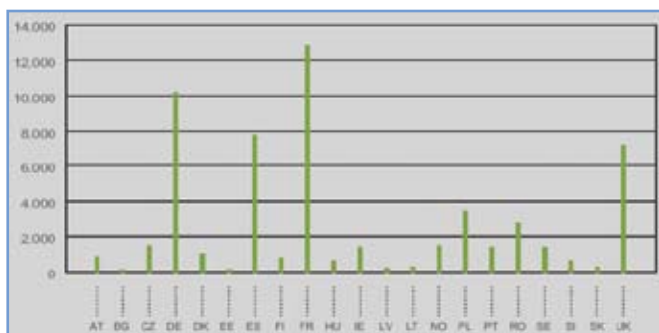
Az útfenntartási kiadások nemzetközi összehasonlítását tanulmányozva a fejlesztési kiadások összehasonlításakor kapotthoz hasonló eredményre jutunk (lásd 4–5. ábra).

Számos országban (elsősorban az Egyesült Királyságban, Portugáliában, Görögországban és Olaszországban) az állami költségvetés tartós hiánya, a Maastrichti követelmények betartásának igénye miatt a közpénzek mellett egyre nagyobb mértékben vonnak be magántőkét is (különböző típusú közszolgáltató PPP-projektek keretében) a közúthálózat fejlesztésének és üzemeltetésének finanszírozásába.

Valamennyi európai uniós tagállamban részletes költség-haszon elemzést végeznek az egyes (versengő) fejlesztési projektek, esetleg egész összefüggő programok gazdasági hatékonyságá-

5. táblázat: Töltőállomási üzemanyagárak az EU 27 tagállamában, 2007-ben (ERF, 2009)

Ország	Ólommentes benzín		Dízel	
	euró/liter	adó (%)	euró/liter	adó (%)
BE	1,28	64,70	0,98	50,80
CZ	1,03	56,70	1,00	51,70
DK	1,26	62,80	1,05	54,90
DE	1,30	66,40	1,11	58,40
EE	0,86	48,80	0,83	44,50
EL	0,98	50,10	0,95	44,80
ES	1,02	53,20	0,94	52,70
FR	1,25	64,80	1,06	56,90
IE	1,10	57,30	1,06	51,80
IT	1,28	60,50	1,13	53,70
CY	0,93	42,30	0,87	40,90
LV	0,90	51,60	0,88	44,50
LT	0,88	43,30	0,85	44,50
LU	1,09	55,10	0,92	46,90
HU	1,08	55,80	1,02	48,70
MT	1,04	45,20	0,94	41,30
NL	1,42	62,60	1,06	48,00
AT	1,08	57,50	1,00	53,00
PL	1,06	59,00	0,95	50,70
PT	1,30	62,00	1,05	52,00
SI	1,03	55,30	0,96	50,60
SK	1,09	58,10	1,08	55,60
FI	1,26	64,40	0,99	50,70
SE	1,22	57,90	1,09	57,50
UK	1,37	67,70	1,41	66,30



2. ábra: A közúti kiadások nagysága néhány európai országban, 2007-ben (millió euró), (ERF, 2009)

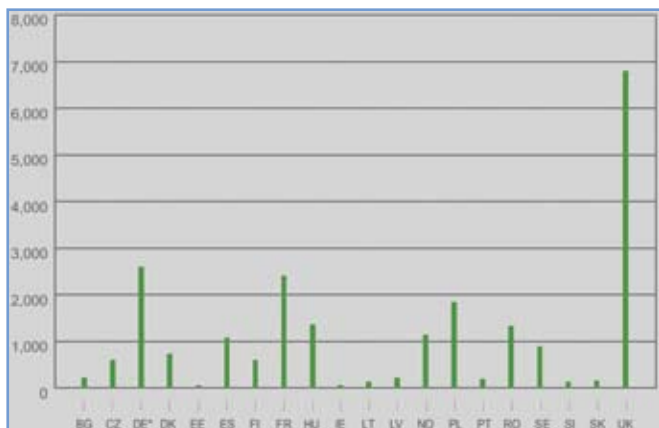
nak értékeléséhez, s az ilyen értékelések alapján állapítják meg a rendelkezésre álló és igénybe vehető finanszírozási források szükségessége és elégséges mértékét, illetve összegét, időbeli ütemezését. Az úthálózat fenntartását több országban (pl. Egyesült Királyság, Dánia, Finnország) a HDM-4 modellen vagy ahhoz hasonló szoftveren alapuló burkolatgazdálkodási (PMS), illetve útgazdálkodási (RMS) rendszert alkalmazva gördülő (három–öt éves időszakokat átfogó) programozással tervezik, amelyek alkalmasak az évenkénti szükségessége és elégséges fenntartási és felújítási előirányzatok meghatározására optimalására is.

Az európai országokban általában a közúti közlekedésben használt üzemanyagok adótartalma (a forgalmi adón felül a kiskereskedelmi árba beépített jövedéki, környezetvédelmi és egyéb adók, díjak miatt) messze meghaladja az áfa jelenleg érvényes EU-jogszabály szerint legfeljebb 27%-os mértékét (lásd 5. táblázat).

Az állami költségvetésnek ebből a forrásból eredő, a motorizációval és a forgalommal arányosan folyamatosan növekvő bevételi szinte mindenütt kellő fedezetet nyújtanak a közúti kiadások fedezetére, az úthasználathoz kapcsolódó egyéb adóbevételekkel együtt általában tartósan meghaladják a közúti kiadások szükséges és elégséges nagyságát, azaz a közúti alágazat pénzügyi mérlege többletet mutat.

FELHASZNÁLT ÉS HIVATKOZOTT FORRÁSMUNKÁK

Állami Számvevőszék (2009): *Jelentés a 2008-ban befejeződő autópálya-beruházások ellenőrzéséről*. 0926. sz. Budapest, 2009. augusztus



4. ábra: Közúti fenntartási kiadások összege néhány európai országban, 2007-ben (millió euró), (*Németország 2005-ös adata; ERF, 2009)



3. ábra: A közúti kiadások fajlagos értéke néhány országban, 2007-ben (euró/km), (ERF, 2009)

Állami Számvevőszék (2008): *Jelentés a 2007-ben befejeződő autópálya-beruházások ellenőrzéséről*. 0813. sz. Budapest, 2008. július

Állami Számvevőszék (2007): *Jelentés a 2006-ban befejeződő autópálya-beruházások ellenőrzéséről*. 0712. sz. Budapest, 2007. június

Állami Számvevőszék (2006a): *Jelentés az autópálya-beruházások finanszírozási megoldásainak összehasonlító ellenőrzéséről*. 0645. sz. Budapest, 2006. december

Állami Számvevőszék (2006b): *Jelentés az állami közutak fenntartásának ellenőrzéséről*. 0640. sz. Budapest, 2006. október

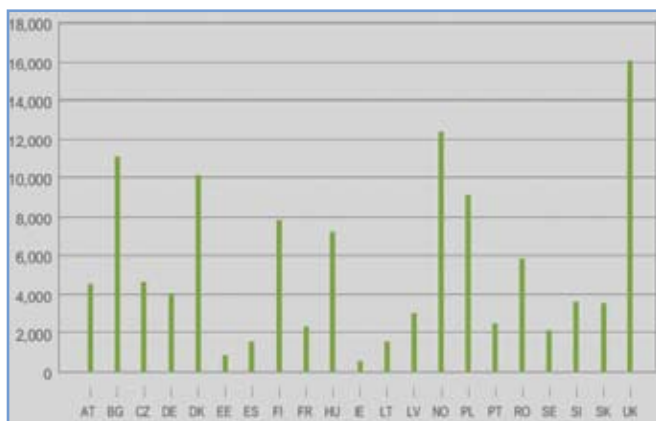
Állami Számvevőszék (2001): *Jelentés a koncesszióba adott állami tevékenységek vizsgálatáról*. 0114. sz. Budapest, 2001. június

ERF – European Union Road Federation (2009): *European Union Road Statistics*. Brussels, June 2009

SUMMARY

CURRENT HUNGARIAN AND INTERNATIONAL PRACTICE OF FINANCING PUBLIC ROAD EXPENDITURES

The paper gives an overview of the various techniques of financing public roads expenditures. Data are used from the State Audit Office of Hungary and from the European Road Federation.



5. ábra: Közúti fenntartási kiadások fajlagos összege néhány európai országban, 2007-ben (euró/km), (ERF, 2009)

A HAZAI NAGYVÁROSOK ÁLTALÁNOS KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI HELYZETÉNEK MEGÍTÉLÉSE

DR. JANKÓ DOMOKOS¹

AZ „ÖSSZEVONT STATISZTIKAI MUTATÓ [1]”

A Közlekedésépítési Szemle 2010. augusztusi számában két hazai szerző ismertette 2007-ben készült tanulmányuk eredményét [1]. „A tanulmány elsődrendű célkitűzése, hogy a főváros és a megyei jogú városok közötti közlekedése a városok forgalmára, úttelátottságára, a közúti közlekedésben résztvevőkre jellemző – rendelkezésre álló – objektív műszaki-forgalmi adatok felhasználásával, majd az ezekből képzett összevont statisztikai mutató ($K_{mutató}$) előállításával legyen jellemezve.” [1].

A hivatkozott cikkben megtalálható a „ $K_{mutató}$ ” elnevezésű összevont statisztikai mutató képzésének elve és módszertana. A bemutatott számításokhoz a közúti forgalom (forgalmi teljesítmény) adatai mellett, a „kezelt úthosszakat” és a „településhez tartozó, a közúti forgalmat keltő vagy kifejező egyéb területi adatokat” használták. A szerzők bemutatják 24 hazai városra – a 2004. évi adatokkal – kiszámított összevont statisztikai mutatók értékeit. ([1] 4. táblázat).

Véleményem szerint a városokban közlekedők mindennapi életminőségét, a figyelembe vett műszaki-forgalmi adatokon kívül, a város közúti biztonságának általános színvonala is befolyásolja. Ha tehát egy képzett összevont statisztikai mutatónak az a célja, hogy a „döntéshozók, valamint a széleskörű közvélemény részére is közérthetően, az egyes városok között összehasonlíthatóan be tudja mutatni azok közötti közlekedési viszonyait, ...” [1], akkor a közlekedésbiztonságra utaló (baleseti/sérülési) adatokat is feltétlenül figyelembe kell venni.

A szerzők azt írják, hogy számításaikhoz csak azokat az adatokat használták, amelyek minden városra megbízhatóan rendelkezésre álltak. A közúti baleseti adatok ilyenek, hosszú idősorok találhatóak a Központi Statisztikai Hivatal kiadványaiban, ezért javaslom, hogy a javasolt összevont statisztikai mutató továbbfejlesztése során használják fel a városok közúti biztonságára vonatkozó információit is.

VÁROSOK KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI MUTATÓI

Különböző szakértői megfontolások alapján lehetne kiválasztani a baleseti helyzet jellemzésére és az összevont statisztikai mutató céljaira megfelelőnek tartott közúti baleseti adatokat, ezzel a kérdéssel részletesen nem foglalkozom, de az [1]-ben felsorolt városok biztonsági helyzetének jellemzésére néhány megoldást bemutatok, amelyeknél a számításokhoz a városok területén történt közlekedési balesetek okozta személyi sérülések számát használok. Közlekedésbiztonsági elemzéseknél a baleseti adatokon kívül egyik legfontosabb alapadat a forgalom nagysága, összetétele. Ennek megszerzése azonban – különösen városok esetén – sokszor nehézséget jelent, emiatt a most bemutatott elemzéseknél a forgalmi adatokat nem használtam, hanem megpróbáltam összefüggést találni a sérülési adatok és a városok könnyebben hozzáférhető jellemzői: lakosok száma, úthálózat mérete, gépjármű-ellátottság között. Ez utóbbi adatok 2004. évi értékeit az [1] szerzői ismertették.

KÖNNYŰ SÉRÜLTEK SZÁMÁNAK EGYENÉRTÉKE (KSE)

A közúti közlekedési balesetek egy részénél személyek sérülnek meg – statisztikai meghatározás szerint – könnyen, súlyosan illetve halálosan. Ezen adatok a Központi Statisztikai Hivatal baleseti adatbázisában minden városra rendelkezésre állnak, így képezhető egy – a szakterületen ismert és gyakran használt – mutató, amit a könnyű sérüléssel esetek egyenértékének (KSE) vagy a sérültek súlyozott számának lehet nevezni. Meghatározása úgy történik, hogy összegezzük a sérülés súlyossága szerint sérültek súlyozó tényezőkkel megszorított számát. A súlyozó tényezők meghatározása különböző megfontolások alapján lehetséges. Kézenfekvő, hogy a városok közlekedésbiztonsági helyzetének összehasonlításához a súlyozó tényezőket a „költség/haszon” számításoknál alkalmazott fajlagos baleseti költségek (vesztések) alapján határozzuk meg. Ezek a tényezők a halálos áldozatok számának lényegesen nagyobb „súlyt” adnak, mint a többi sérültnek, emiatt alkalmazásuk más – az infrastruktúrát is érintő – közlekedésbiztonsági vizsgálatoknál, pl. a göckeresési statisztikai eljárásoknál nem javasolható.

1. táblázat: Súlyozó tényezők 2006. és 2009. évi veszteségértékek alapján

Sérülés súlyossága	2006. évi adat		2009. évi adat	
	Nemzetgazdasági veszteség (millió Ft) [2]	Súlyozó tényező (h/s/k)	Nemzetgazdasági veszteség (millió Ft) [3]	Súlyozó tényező (h/s/k)
Halálos sérülés	261,12	201	266,9	103
Súlyos sérülés	18,12	14	35,8	14
Könnyű sérülés	1,3	1	2,6	1

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

A sérültekre vonatkozó veszteségértékeket és az ezek alapján számított súlyozó tényezőket (kerekítve) az 1. táblázatban idézzük [2], [3].

Az 1. táblázatban a 2009. évi adatokat nézve, ha a könnyű sérülés okozta veszteség 2,6 millió Ft, akkor egy halálos sérülés 103 könnyű, illetve egy súlyos sérülés 14 könnyű sérüléssel „egyenértékű”. (Az „egyenértékű” kifejezést természetesen szigorúan közgazdasági-statisztikai értelemben, az ismertett összehasonlító számításokhoz használom.)

A 2006. évi veszteségértékek alapján számított súlyozó tényezők (201/14/1) lényegesen nagyobb „súlyt” adnak a halálos sérülésre, mint a 2009. évi tényezők (103/14/1). A $h=201$ értéket túlzónak találtam, ezért a későbbiekben bemutatott számításoknál a 2009. évi veszteségértékek alapján számított súlyozó tényezőket vettem figyelembe [4].

$$KSE = h \cdot M + s \cdot S + k \cdot K$$

$$h = 103, s = 14, k = 1 \quad (1)$$

ahol

M – meghaltak száma

S – súlyosan sérültek száma

K – könnyen sérültek száma.

A KSE átlaga ($ÁKSE$), a sérülések súlyosságára utaló mutató:

$$ÁKSE = KSE / (M + S + K) \quad (2)$$

ÉRTÉKELÉS A KSE ABSZOLÚT ÉRTÉKEI ALAPJÁN

Az [1] cikk 1. táblázatában megnevezett 24 város KSE -értékeit a 2004. évi KSH baleseti adatbázis felhasználásával kiszámoltam, és az eredményt a 2. táblázatban mutatom be. A 2. táblázat a városokat ugyanabban a sorrendben tartalmazza, ahogyan a hivatkozott cikk 1. táblázatában szerepelnek. A 2004. évi adat a 2003–2005. évek átlaga. (A három éves átlag alkalmazását a KSE értékének évenkénti erős ingadozása indokolta. Ld. később.)

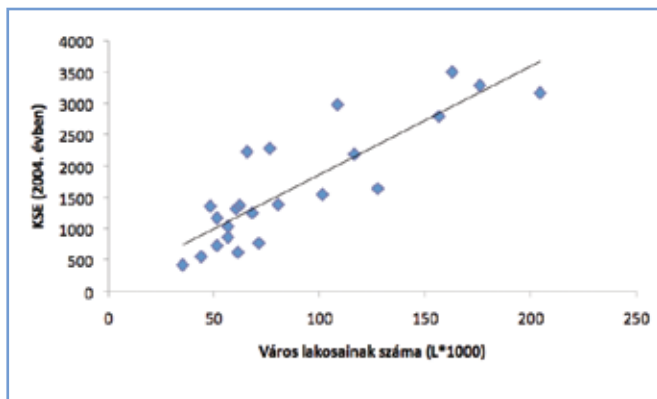
A KSE legnagyobb értékét természetesen Budapest adatai alapján kapjuk. A legkisebb KSE -értékű város Szekszárd, ahol a lakosság is a legkisebb. Ha a város lakosainak száma (L) és a város KSE -értéke közötti összefüggést vizsgáljuk, viszonylag szoros kapcsolatot találunk (1. ábra).

Az 1. ábrán a városok Budapesten kívüli adatait ábrázoltam.

2. táblázat: 24 hazai nagyváros 2004–2005. évi adatainak átlaga

	Város	Meghalt	Súlyosan sérült	Könnyen sérült	Könnyű Sérültek Egyenértéke (KSE)*	KSE átlaga ($ÁKSE$)	Lakosok száma (2004) [1.]
		(fő)					
1.	Budapest	96,3	1086,7	4031,3	29 167,0	5,6	1 697 343
2.	Pécs	10,6	103	257,6	2 791,4	7,5	156 567
3.	Debrecen	9,3	128,0	419,3	3 172,7	5,7	204 297
4.	Miskolc	12,3	121,0	330,0	3 294,3	7,1	175 701
5.	Szeged	15,0	124,7	215,0	3 505,3	9,9	162 889
6.	Érd	5,3	47,7	106,3	1 323,0	8,3	60 546
7.	Kecskemét	14,7	95,3	135,3	2 980,7	12,1	108 286
8.	Győr	4,7	72,0	151,0	1 639,7	7,2	127 594
9.	Nyíregyháza	8,7	76,0	230,7	2 187,3	6,9	116 336
10.	Szolnok	11,3	69,7	134,0	2 276,7	10,6	76 331
11.	Székesfehérvár	4,7	67,7	122,3	1 550,3	8,0	101 465
12.	Szombathely	4,3	57,0	134,0	1 378,3	7,1	80 154
13.	Békéscsaba	10,3	73,3	133,7	2 224,7	10,2	65 691
14.	Tatabánya	2,3	31,7	77,0	760,7	6,9	71 154
15.	Hódmezővásárhely	6,7	43,3	70,0	1 363,3	11,4	48 013
16.	Kaposvár	4,3	48,0	130,3	1 248,7	6,8	67 954
17.	Veszprém	2,0	25,0	59,7	615,7	7,1	61 131
18.	Sopron	2,3	49,7	98,3	1 034,0	6,9	56 394
19.	Zalaegerszeg	5,7	49,3	100,7	1 375,0	8,8	62 029
20.	Nagykanizsa	4,3	46,3	75,0	1 170,0	9,3	51 102
21.	Eger	3,0	35,0	56,0	855,0	9,1	56 317
22.	Salgótarján	1,7	23,0	63,7	557,3	6,3	43 681
23.	Dunaújváros	3,3	23,7	46,7	721,3	9,8	51 378
24.	Szekszárd	1,3	17,7	36,7	421,3	7,6	35 008

* 2003–2005. évi adatok átlaga



1. ábra: KSE-érték és a város lakosszáma közötti összefüggés. (23 város 2004-ben)

Lineáris összefüggést feltételezve, az eredmény az alábbi:
 $KSE = 17,308 * L + 137,2$; ($R^2 = 0,7445$) (3)

ahol
 L – a város lakosainak száma/1000.

Budapest adatát nem használtam fel az egyenes egyenletének számításához, de ellenőrizhetjük, milyen pontosan adja meg a budapesti KSE-értéket, ha behelyettesítjük a (3) függvénybe Budapest lakosainak számát. ($L = 1697,343$ ezer lakos)

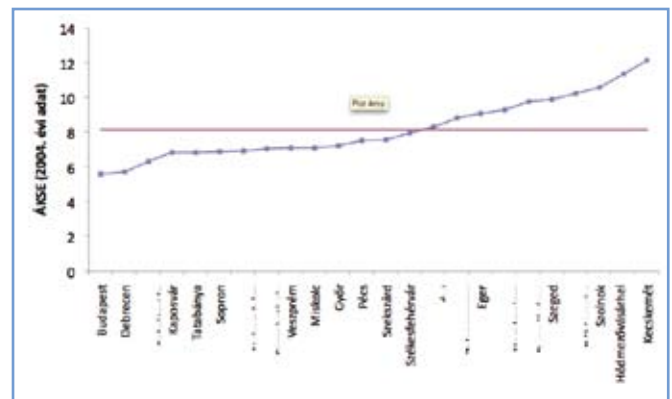
$$KSE = 17,308 * 1697,343 + 137,2 = 29 515$$

A 2. táblázat mutatja, hogy a könnyű sérültek egyenértéke Budapest esetében: 29 167. (A valós és a számított adat közötti eltérés: 1,2%). Megállapítható tehát, hogy a 23 város adatai alapján számított lineáris függvény meglehetősen pontos becslést ad a lényegesen nagyobb budapesti KSE-értékre.

Értékelés az átlagtól való eltérés alapján (2004. évi adatok)

Az értékelés lényege, hogy kiválasztjuk azokat a városokat, ahol a KSE tényleges értéke a (3) összefüggés alapján számított értékénél jelentősen nagyobb. Ezekben a városokban közúti balesetek következtében az átlagnál többen, illetve súlyosabban sérültek meg egy év alatt. Az eredményeket a 3. táblázat mutatja.

Láttuk, hogy Budapest esetén a tényleges és a számított érték



2. ábra: A 24 város Átlagos Könnyű Sérült Egyenértéke (ÁKSE)

közötti eltérés minimális, a vizsgált szempontból tehát a budapesti közúti biztonsági helyzet átlagosnak tekinthető. A 3. táblázat adatai szerint legkedvezőtlenebb helyzet Békéscsaba esetén mutatható ki (ezzel a módszerrel), az KSE tényleges értéke 46%-kal nagyobb, mint az a 24 város átlaga alapján elvárható lenne. A 3. táblázatba a 10%, illetve ennél nagyobb eltérést mutató városokat választottuk ki. A 24 városból kilenc város közlekedésbiztonsági helyzete kedvezőtlenebb az átlagnál, a további részletesebb elemzést ezeknél a városoknál célszerű elkezdeni. (2004. évi adatok)

ÉRTÉKELÉS AZ ÁKSE ALAPJÁN

Kiszámoltam mind a 24 város adata alapján a könnyű sérültek egyenértékének átlagát (ÁKSE) és a 2. táblázatban ismertetem az eredményeket. A 2. ábrán nagyság szerint növekvő sorrendbe raktam az egyes városok ÁKSE-értékeit. A 4. táblázatban felsoroltam az átlagnál nagyobb, így közlekedésbiztonsági szempontból figyelmet érdemlő mutatóval rendelkező városokat. Az átlagtól mért legnagyobb eltérést Kecskemét adatai mutatják, míg sorrendben a 9. Zalaegerszeg.

A 3. és 4. táblázat eredményeinek összehasonlítása azt mutatja, hogy hét város mindkét listában szerepel, de nem ugyanabban a sorrendben. A 3. táblázatban megtalálható, de a 4. táblázatban nem jelenik meg Nyíregyháza és Miskolc, ugyanakkor az ÁKSE alapján készített 4. táblázatban Dunaújváros és Eger szerepel, de a KSE abszolút értékei alapján összeállított 3. táblázatban ezek a

3. táblázat: A tényleges és számított KSE-értékek eltérései kilenc hazai nagyvárosban

	Város	2004. évi adat (2003–2005. évi adatok átlaga)		Eltérés
		KSE		
		tényleges	számított	
1.	Békéscsaba	2225	1313	46
2.	Szolnok	2277	1524	33
3.	Kecskemét	2987	2150	28
4.	Szeged	3505	2846	19
5.	Zalaegerszeg	1375	1111	19
6.	Nyíregyháza	2187	1893	13
7.	Nagykanizsa	1170	1026	12
8.	Hódmezővásárhely	1363	1210	11
9.	Miskolc	3294	2955	10

4. táblázat: Az ÁKSE legnagyobb értékeit mutató kilenc nagyváros

	Város	ÁKSE (2004.)
1.	Kecskemét	12,1
2.	Hódmezővásárhely	11,4
3.	Szolnok	10,6
4.	Békéscsaba	10,2
5.	Szeged	9,9
6.	Dunaújváros	9,8
7.	Nagykanizsa	9,3
8.	Eger	9,1
9.	Zalaegerszeg	8,8

városok nem fordulnak elő. Az utóbb említett városok megítélése közlekedésbiztonsági szempontból kétséges lehet, de az kétségtelen, hogy mindkét listán az első négy város (Békéscsaba, Kecskemét, Szolnok, Szeged) mutatja az átlagostól legjobban eltérő közúti biztonsági helyzetet, a választott értékelési módszerek alapján.

ÉRTÉKELÉS A KSE FAJLAGOS ÉRTÉKEI SZERINT

Az előbbieken megmutattam, hogy a különböző nagyságú városokban – közúti közlekedési balesetek következtében – megsérültek súlyozott száma (KSE) a városi lakosok száma alapján meglehetősen pontosan becsülhető. Egy-egy várost azonban nemcsak a lakosok száma, hanem – sok más tényező mellett – úthálózatának mérete, illetve a motorizáció szintje is jellemzi. Ahhoz, hogy összehasonlíthatóak legyenek a városi jellemzők és a közlekedésbiztonsági szempontból kedvezőtlen helyek kiválaszthatók legyenek, nemcsak az abszolút, hanem a relatív (fajlagos) adatokat is célszerű megvizsgálni.

Az [1] cikkben a szerzők megadták 24 hazai nagyváros (2004. évi) legfontosabb adatait, ezek közül mintaszámításaimhoz a lakosok számát (*L*), az úthálózat hosszát (*Ú*) és a gépjárművek számát (*J*) használom. A fajlagos mutatók a következők: *KSE/Ú*, *KSE/J*, *KSE/L*.

A hivatkozott cikkben a „belterületi” és „országos” közutak hosszát külön-külön is megtaláljuk. [1] A teljes városi úthálózatot – mint viszonyítási alapadatot – véleményem szerint nem lehet egyszerűen a kétféle út összegeként meghatározni, ezek kiépítése, forgalma, városon belüli funkciója erősen különbözik, ezért súlyozott összeggel számoltam, vagyis az országos közút hosszát hárommal szoroztam. (A súlyozó tényezőt – a mintaszámítás céljából – önkényesen választottam, a későbbi számításoknál, alaposabb megfontolások alapján, városenként is eltérő lehet a súlyozó szám.)

Az alapadatokkal kiszámoltam és az 5. táblázat 2., 3., és 4. oszlopában ismertetem a súlyozott sérülési szám (KSE) fajlagos értékeit. Az 5. oszlopban a három mutató egyszerű összegét (ÖSS) írtam és a városokat ennek nagysága szerint sorba rendeztem.

$$\text{ÖSS} = \text{KSE}/\text{Ú} + \text{KSE}/\text{J} + \text{KSE}/\text{L} \quad (4)$$

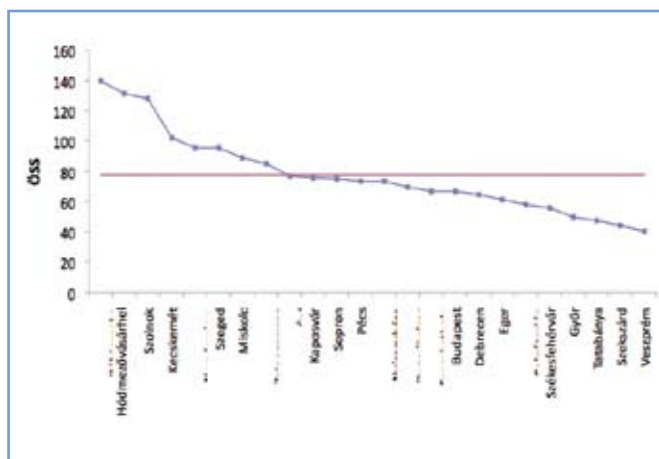
Az ÖSS gyakorlatilag egy „összevont közlekedésbiztonsági mutatóként” fogható fel, és a városok közlekedésbiztonsági helyzetének minősítésére is használható. Az 5. táblázatban bemutatott és a 3. ábrán megrajzolt sorrend azt mutatja, hogy a 24 város közül melyek a kedvezőtlenebb közlekedésbiztonsági helyzetűek. A 24 város ÖSS-értékének átlaga: 77,9, az ennél nagyobb értékkel rendelkező városokat az 5. táblázatban megjelöltem.

5. táblázat: Fajlagos sérülési mutatók 24 hazai nagyvárosban

Város	KSE/úthossz (KSE/Ú)	KSE/összes gépjármű (KSE/J)	KSE/lakos (KSE/L)	KSE-mutatók összege (ÖSS)
1.	2.	3.	4.	5.
Békéscsaba	7,5	98,4	33,9	139,8
Hódmezővásárhely	5,4	97,5	28,4	131,3
Szolnok	5,9	92,7	29,8	128,4
Kecskemét	6,4	68,4	27,6	102,3
Nagykanizsa	5,4	67,5	22,9	95,9
Szeged	5,8	68,5	21,5	95,8
Miskolc	5,2	65,1	18,7	89,0
Zalaegerszeg	5,5	57,6	22,2	85,3
Érd	3,3	51,9	21,9	77,0
Kaposvár	4,8	52,4	18,4	75,6
Sopron	4,4	52,4	18,3	75,2
Pécs	3,3	52,4	17,9	73,6
Nyíregyháza	4,7	50,0	18,8	73,5
Dunaújváros	5,5	50,4	14,0	69,9
Szombathely	4,6	45,4	17,2	67,2
Budapest	6,8	42,8	17,2	66,8
Debrecen	4,8	44,6	15,5	65,0
Eger	4,4	41,9	15,2	61,4
Salgótarján	2,6	42,9	12,8	58,2
Székesfehérvár	3,9	36,6	15,3	55,7
Győr	3,7	33,6	12,9	50,1
Tatabánya	3,0	34,3	10,7	48,0
Szekszárd	3,1	29,4	12,0	44,6
Veszprém	3,0	27,4	10,1	40,4
Átlag:	4,7	54,3	18,9	77,9
Max:	7,5	98,4	33,9	139,8
Min:	2,6	27,4	10,1	48,0

Az első észrevétel az, hogy az ÖSS értéke Budapest esetében az átlagnál határozottan kisebb, a 24 város közül csak a 16. a sorrendben. Külön-külön vizsgálva a mutatókat látható, hogy Budapest KSE/Ú-mutatója, vagyis a város egységnyi úthosszára jutó súlyozott sérülési száma az átlagnál nagyobb (6,8), ennek a mutatónak sorrendjében ezzel az értékkel a második helyen van. Budapest KSE/J- és KSE/L-mutatói viszont a 24 város átlagai alatt maradnak.

Ha elfogadjuk, hogy a háromféle fajlagos mutató összegeként számított ÖSS a város közlekedésbiztonsági helyzetének egy lehetséges indikátora, és minél nagyobb ez a szám, relatíve annál kedvezőtlenebb a város közlekedésbiztonsági helyzete, akkor első helyen Békéscsaba említhető. Ennek a városnak mindhárom fajlagos sérülési mutatója és így ezek összege a legnagyobb a 24 város közül. (Ez a megállapítás a mintaszámításhoz használt 2004. évi adatokra vonatkozik.)



3. ábra: A KSE fajlagos értékeinek összege (ÖSSZ) 24 város esetén

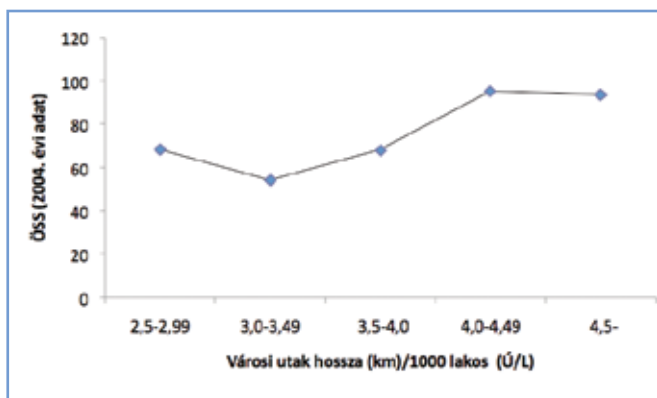
A 3. táblázatban felsoroltuk azt a kilenc várost, ahol a KSE abszolút értéke alapján kedvezőtlen közlekedésbiztonsági helyzetet valószínűsíthetünk. Az 5. táblázatban nyolc várost emeltünk ki, ahol a KSE fajlagos mutatóinak összege szerint a közlekedésbiztonsági helyzet az átlagosnál kedvezőtlenebb. A kilenc város listája tartalmazza mind a nyolc várost (eltérő sorrendben). Nyíregyháza az a város, amelyik a KSE abszolút értéke szerinti listán szerepel, a fajlagos mutatók szerint azonban a „problémás” helyek sorrendjében csak a 13. (5. táblázat). Az eredmény azt sugallja, hogy az eltérő módszerekkel végzett helyzetfelmérés nem teljesen azonos, de lényegében hasonló eredményeket ad.

VÁROSOKRA JELLEMZŐ FAJLAGOS ADATOK

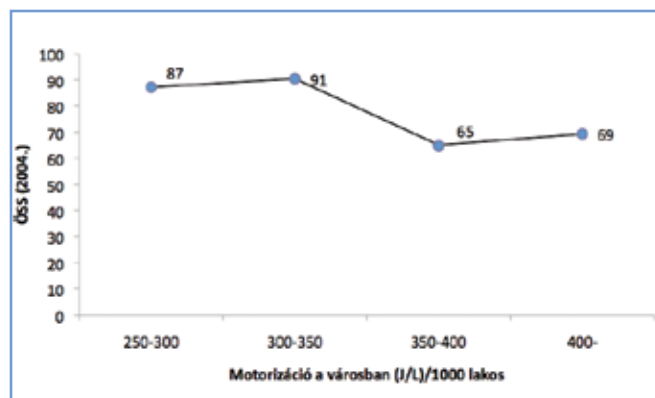
A városokat nem a három kiválasztott paraméter (úthálózat, lakosok száma, gépjárművek száma) abszolút értékei, hanem valamilyen viszonyszám segítségével célszerű jellemezni. Két viszonyszámot határoztunk meg, ezek értékei a 6. táblázatban láthatók.

6. táblázat: 24 hazai nagyváros relatív mutatói

	Város	Összes gépjármű/ 1000 lakos (J/L)	Úthálózat (km)/ 1000 lakos (Ú/L)
1.	Budapest	401,3	2,5
23.	Dunaújváros	278,5	2,5
3.	Debrecen	348,4	3,1
21.	Eger	362,4	3,1
8.	Győr	382,5	3,2
17.	Veszprém	367,9	3,3
4.	Miskolc	288,1	3,4
5.	Szeged	314,2	3,4
16.	Kaposvár	350,5	3,5
14.	Tatabánya	312,0	3,5
12.	Szombathely	378,4	3,5
19.	Zalaegerszeg	384,5	3,6
9.	Nyíregyháza	376,3	3,6
11.	Székesfehérvár	417,6	3,6
24.	Szekszárd	408,6	3,7
20.	Nagykanizsa	339,0	3,7
18.	Sopron	349,8	3,8
7.	Kecskemét	403,5	4,1
13.	Békéscsaba	344,2	4,2
22.	Salgótarján	297,1	4,3
10.	Szolnok	321,9	4,7
15.	Hódmezővásárhely	291,2	4,9
2.	Pécs	341,0	5,1
6.	Érd	421,1	6,7
Átlag:		353,3	3,8
Max:		421,1	6,7
Min:		278,5	2,5



4. ábra: Az Ú/L és ÖSS közötti összefüggés (2004. évi adatok)



5. ábra: A J/L és ÖSS közötti összefüggés (2004. évi adatok)

Az Ú/L a város lakosságának átlagos „útellátottságát” mutatja. A városokat a 6. táblázatban az Ú/L viszonzyszám alapján növekvő sorrendbe rendeztük. Az átlag: 3,8. Legkisebb Ú/L-értéke Budapestnek

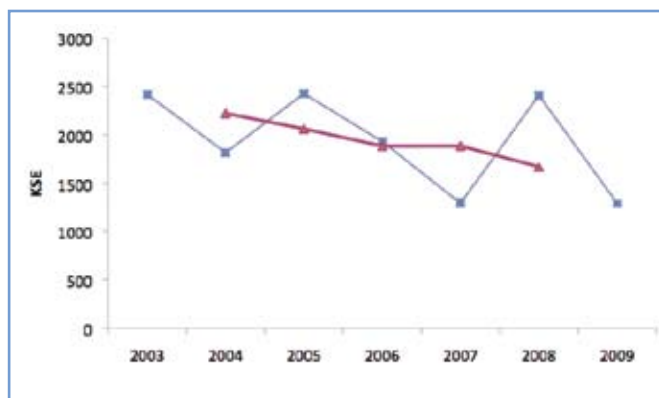
és Dunaújvárosnak van, ez azt jelenti, hogy ebben a két városban átlagosan ezer lakosra mindössze 2,5 km hosszú úthálózat jut, míg pl. Pécsen ugyanennyi lakosra 5,1 km, Érden pedig 6,7 km.

7. táblázat: A KSE értékének változása 24 hazai nagyvárosban

	Város	KSE értéke		Változás
		2004'	2008''	
1.	Budapest	29 167	25 204	-14%
2.	Pécs	2 791	2 017	-28%
3.	Debrecen	3 173	3 322	5%
4.	Miskolc	3 294	2 199	-33%
5.	Szeged	3 505	2 876	-18%
6.	Érd	1 323	838	-37%
7.	Kecskemét	2 981	2 617	-12%
8.	Győr	1 640	1 897	16%
9.	Nyíregyháza	2 187	2 694	23%
10.	Szolnok	2 277	2 299	1%
11.	Székesfehérvár	1 550	1 313	-15%
12.	Szombathely	1 378	1 487	8%
13.	Békéscsaba	2 225	1 673	-25%
14.	Tatabánya	761	1 066	40%
15.	Hódmezővásárhely	1 363	1 185	-13%
16.	Kaposvár	1 249	885	-29%
17.	Veszprém	616	568	-8%
18.	Sopron	1 034	951	-8%
19.	Zalaegerszeg	1 375	856	-38%
20.	Nagykanizsa	1 170	809	-31%
21.	Eger	855	654	-24%
22.	Salgótarján	557	283	-49%
23.	Dunaújváros	721	754	5%
24.	Szekszárd	421	483	15%
	Átlag:	2 817	2 455	-13%

' – 2003–2005. évek átlaga

'' – 2007–2009. évek átlaga



6. ábra: A KSE értékének időszora Békéscsabán

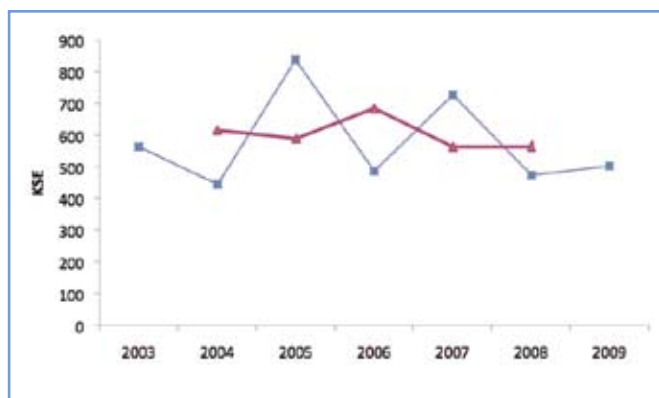
A *J/L* viszonyszámot motorizációs szintnek is szokás nevezni, és az átlagosan ezer lakosra jutó gépjárműszámot mutatja. A vizsgált hazai városok közül 2004-ben a legnagyobb érték 421,1 gépjármű/1000 lakos, ez Érdre volt jellemző. Ezt követi Székesfehérvár, Szekszárd és Kecskemét. Budapest 401,3 értékével csak a negyedik ebben a sorrendben. Legkisebb volt a motorizációs mutató Dunaújvárosban (278,5) és Miskolcon (288,1). Ezek az adatok a 2004. évre vonatkoznak.

ÖSSZEFÜGGÉS A VÁROSOK FAJLAGOS JELLEMZŐI ÉS AZ ÖSS-ÉRTÉKEI KÖZÖTT (2004. ÉVI ADATOK)

A városok *U/L*-értékeit osztályközökbe rendeztük és az ezekbe tartozó városok átlagos *ÖSS*-értékeit ábráztuk (4. ábra). Az *U/L* viszonyszám gyakorlatilag a lakosság átlagos „*útellátottságát*” mutatja, ez pl. Pécsen nagyobb, Budapesten kisebb (6. táblázat).

A 4. ábra szerint az összevont közlekedésbiztonsági mutató (*ÖSS*) értéke a 2,5–2,99 km/1000 lakos *útellátottságú* városok esetén: 68. (Két ilyen város van: Budapest és Dunaújváros). A 3,0–3,49 km/1000 lakosú városoknál az *ÖSS* a legkisebb (54), az ennél nagyobb *U/L*-értékű városok esetén pedig egyre nagyobb (68 és 95, illetve ha *U/L* nagyobb mint 4,5, akkor 94).

A 4. ábrán bemutatott összefüggés szerint, ha pl. Budapest lakosainak száma 1,3 millióra csökkenne (minden más paraméter és külső tényező változatlan), akkor az *U/L* = 3,3 lenne és az *ÖSS* a jelenlegi 68 helyett 54-re csökkenne, vagyis elvileg javulna a város közlekedésbiztonsági helyzete. Más – nagyobb *útellátottságú* – város esetében azonban a lakosság csökkenése – elméletileg – romló biztonsági helyzetet eredményezne.



7. ábra: A KSE értékének időszora Veszprém

Az 5. ábra a város motorizációs szintje és az *ÖSS* közötti összefüggést mutatja. Azokban a városokban, ahol a motorizációs szint 350–400 (gépjármű/1000 lakos), az *ÖSS* értéke a legkisebb: 65, (7 város). A legnagyobb *ÖSS* pedig a 300–350 (gépjármű/1000 lakos) motorizációjú városokban tapasztalható: 91 (7 város). A 24 vizsgált város között öt olyan város van, ahol a motorizációs szint 400 felett volt 2004-ben, ezekben az átlagos *ÖSS*=69.

VÁROSOK KSE-ÉRTÉKEINEK IDŐSORAI

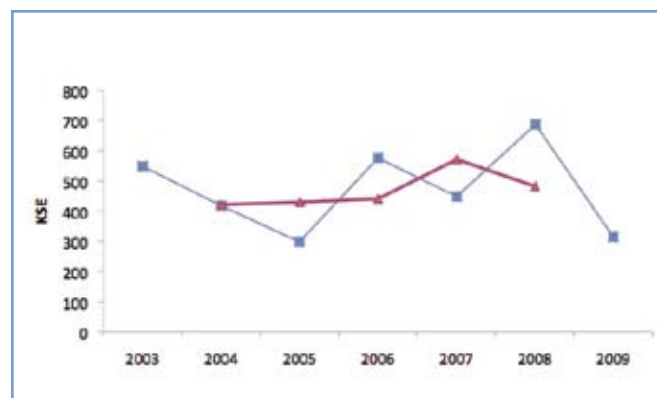
A városokra jellemző alapadatok (lakosság, úthálózat hossza, motorizációs szint) évről évre változnak csakúgy, mint a baleseti és sérülési adatok. Ez utóbbiak lényegesen nagyobb ingadozásokat mutatnak, mint az említett három „műszaki” alapadat, amelyek lassan változnak. Kiszámítottam az egyes városok *KSE*-értékeit az elmúlt évek baleseti adattalommánya segítségével. Az erős évenkénti ingadozások miatt a „simított” értékeket is meghatároztam. Mintaként nem mind a 24, hanem csak három város tényleges adataival mutatom meg, hogyan alakulnak az éves értékek és miért szükséges a simítás. (6–8. ábra)

A 3. táblázat mutatja, hogy 2004-ben 24 vizsgált város közül a legkedvezőtlenebb közlekedésbiztonsági helyzet (az alkalmazott módszer szerint) Békéscsabára volt jellemző. A 6. ábra a békéscsabai *KSE*-értékeket mutatja a 2003. és 2009. években. Az idősor erősen ingadozik, emiatt háromelemes mozgó átlaggal simítottam az adatokat. A piros színnel jelölt vonal egyértelműen mutatja, hogy a város súlyozott sérülési mutatója (*KSE*) csökkenő tendenciájú, vagyis a közlekedésbiztonsági helyzet javult. Az abszolút számokkal végzett értékelés 2008-ban már jelzi a javulást, és a 8. táblázatban látható, hogy a városok „kedvezőtlenségi” sorrendjében Békéscsaba a 3. helyre szorult vissza, ami a ténylegesen javuló helyzetre utal. A 7. és 8. ábra alapján megállapítható, hogy Veszprém gyakorlatilag változatlan, míg Szekszárdon csekély mértékben növekvő volt a *KSE*-mutató ebben az időszakban.

VÁROSOK KSE-ÉRTÉKEINEK VÁLTOZÁSA 2004 ÉS 2008 KÖZÖTT

A 7. táblázat mutatja a vizsgált városok *KSE*-értékeinek alakulását 2004 és 2008 között. Közismert, hogy ezen időszak alatt a hazai közúti biztonsági helyzet jelentősen javult, különösen a halálos sérülést szenvedő közlekedők száma csökkent. [5], [6] Ez a csökkenés megmutatkozik a városok *KSE*-értékeinél is

A 2008-ra vonatkozó *KSE*-értékek átlaga 13%-kal volt kisebb, mint a 2004. évi hasonló átlag. Természetesen nem minden városban figyelhető meg a csökkenés, a 24 város közül 16-nál csökkenés, nyolc városnál pedig növekedés tapasztalható. Külön elemzésre volna szükség annak megállapítására, hogy hol, milyen okok miatt javult, illetve



8. ábra: A KSE értékének időszora Szekszárdon

8. táblázat: A tényleges és számított KSE értékek eltérései 2008-ban, kilenc hazai nagyvárosban (2007–2009. évi adatok átlaga)

	Város	KSE		Eltérés (%)
		tényleges	számított	
1.	Szolnok	2299	1278	44
2.	Kecskemét	2617	1729	34
3.	Békéscsaba	1673	1129	32
4.	Nyíregyháza	2694	1875	30
5.	Hódmezővásárhely	1185	848	28
6.	Szeged	2876	2598	10
7.	Nagykanizsa	809	906	-12
8.	Zalaegerszeg	856	1048	-22
9.	Miskolc	2199	2895	-32

romlott a baleseti helyzet. Jelentős változások történtek a könnyű sérültek számított egyenértékében az alábbi városokban.

– Legnagyobb csökkenés:

- Salgótarján: –49%
- Zalaegerszeg: –38%
- Érd: –37%

– Legnagyobb növekedés:

- Tatabánya: +40%
- Nyíregyháza: +23%
- Szekszárd: +15%

VÁROSOK 2008. ÉVI KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI HELYZETÉNEK ÉRTÉKELÉSE AZ ÁTLAGTÓL VALÓ ELTÉRÉS ALAPJÁN

A 7. táblázatban a KSE 2008. évi tényleges értékeit találjuk. A városok lakosainak számát a baleseti adatbázisából kigyűjtve a korábban bemutatott lineáris összefüggést újra meghatároztam (Budapest adatai nélkül). (L = lakosság/1000)

$$KSE = 14,956 * L + 114,35; \quad R^2 = 0,7115 \quad (5)$$

Budapest adataival számolva ($L=1756,796$), KSE (számított) = 26,466
A tényleges KSE: 25,204, (vagyis az eltérés: 5%)

A korábban bemutatott módon a KSE számított és tényleges értékeit összehasonlítottam és a legnagyobb eltérést mutató városok listáját a 8. táblázatban mutatom be. Érdemes összehasonlítani a 3. és 8. táblázatban szereplő városokat. Gyakorlatilag ugyanaz a négy város szerepel az első helyeken mindkét listában, csak a sorrend eltérő. 2008-ban a szolnoki KSE a legkedvezőtlenebb, négy évvel korábban első helyen Békéscsaba volt és Szolnok volt a második. A békéscsabai helyzet javult, de 2008-ban is harmadik a rangsorban. Kecskemét és Szeged mutatója is nagyobb a 24 város átlagánál mindkét listán. Ezzel a módszerrel végzett értékelés szerint Nagykanizsán, Zalaegerszegen és Miskolcon 2008-ban javult a közlekedésbiztonsági helyzet a 2004-es állapotokhoz képest.

ÖSSZEFOGLALÁS

A bemutatott elemzés célja elsősorban a javasolt értékelési módszerek valós adatokkal történő bemutatása volt. A módszerek előnye, hogy a városok könnyen hozzáférhető adatait használják, így alkalmasak összehasonlító értékelésre, a tényleges és megbízható forgalmitejesítmény-adatok hiányában is. Egy-egy város forgalombiztonsági helyzetének további elemzése az ismertetett módszerek alapján kedvezőtlennek ítélt településeken indokolt.

A bemutatott módszerekkel kapott eredmények nem adnak magyarázatot a városok közötti különbségek okaira, a sérülések gyakoriságának hátterére, a befolyásoló tényezőkre, a különböző közlekedési csoportok veszélyeztetettségére és más körülményekre sem, csupán a városok általános biztonsági helyzete közötti különbségekre hívja fel a figyelmet és „sorrendi javaslatot” ad, hol célszerű részletesebb és mélyebb elemzéseket végezni.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Rósa D., Törőcsik F.: Budapest és megyei jogú városok közötti közlekedése összevont statisztikai mutatóinak képzése, Közlekedésepítési Szemle 60. évfolyam 8. szám (2010. augusztus)
- [2] Módszertani útmutató városi közösségi közlekedési projektek költség-haszon elemzéséhez. 2007. COWI, Megrendelő: Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
- [3] Módszertani útmutató költség/haszon elemzéshez. 2009. COWI, Megrendelő: Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
- [4] Koren Cs.: A közúti biztonsági hatásvizsgálat. Közlekedésepítési Szemle 60. évfolyam 11. szám. (2010. november)
- [5] Jankó D.: A baleseti helyzet alakulása az országos közutak külsőségi szakaszain, Közlekedésepítési Szemle 60. évfolyam 2. szám. (2010. február)
- [6] www.ksh.hu

SUMMARY

ASSESSMENT OF THE GENERAL SAFETY SITUATION OF HUNGARIAN CITIES

The author outlines statistical indicators characterizing the overall road safety situation in 24 cities of Hungary. The index of equivalent of slightly injured persons (KSE) is calculated from the number of injured at road accidents in cities each year. The author determined relationship between the KSE and the number of inhabitants of the 24 Hungarian cities. The average of KSE is calculated also and used to make an order of cities on the basis of safety. The sequences shows, where a more detailed analysis is needed.

AZ ÚTPÁLYASZERKEZETEK MEGVÁLASZTÁSÁNAK SZEMPONTJAI AZ ORSZÁGOS KÖZÚTHÁLÓZATON

DR. KELETI IMRE¹

1. ELŐZMÉNYEK

A Magyar Útügyi Társaság 2009. október 16-án, fennállásának 15. évfordulóján, nemzetközi konferenciát tartott Budapesten, ahol a cím szerinti témában előadásom² hangzott el, aminek egyik következtetése volt: az útpályaszerkezet megválasztása szempontjából döntő jelentőségű annak a vizsgálati időszaka³ alatti összes jelenértékű költsége. Erre a megállapításra jutott Litzka professzor is, aki az említett konferencián az életciklus⁴-költségeken alapuló pályaszerkezet-választás összefüggéseiről adott elő⁵.

2. A TÉMA IDŐSZERŰSÉGE, A VIZSGÁLAT TERJEDELME

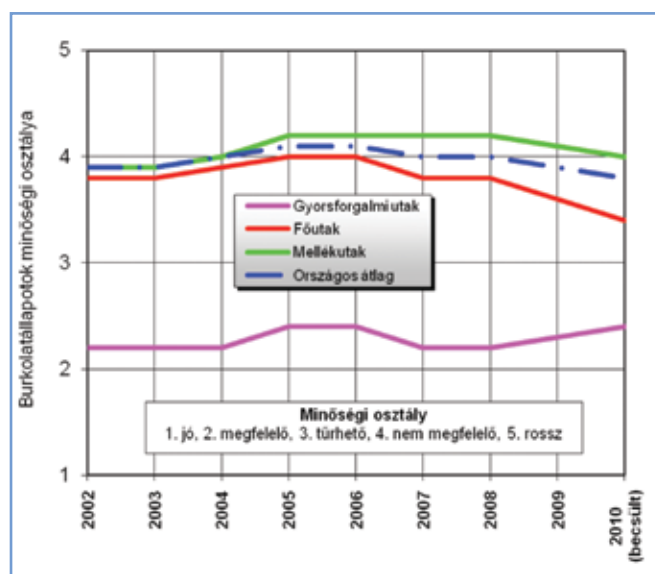
Új utak építése esetén a ráfordítások 18–22%-át a pályaszerkezetek igénylik; útfelújítás esetében ez a költségarány akár 70% is lehet. Fontos tudnunk tehát, hogy a pályaszerkezetek tervezése és építése során mik azok a szempontok, amelyeket figyelembe vétele esetén olyan megoldásokat alkalmazhatunk, amik a megrendelő által optimálisnak tartott szolgáltatási színvonalat⁶ versenyképes költségszinten garantálják az utak pályaszerkezetének vizsgálati időszaka alatt.

Megállapításaimat az országos közúthálózatra⁷ (továbbiakban: OKH) korlátozom, mert az ország közlekedési infrastruktúrájában ez az a hálózat, ami az ország összes közúti forgalmának 75%-át lebonyolítja és erre a hálózatra áll rendelkezésre megfelelő adatbázis⁸. 2009-ben az OKH mintegy 26%-át kitevő főutakat terhelte a lebonyolított forgalom 70%-a. A teljes hálózat 3,5%-át megtestesítő gyorsforgalmi utak vitték a hálózaton lebonyolódó forgalom 26%-át [1] [2].

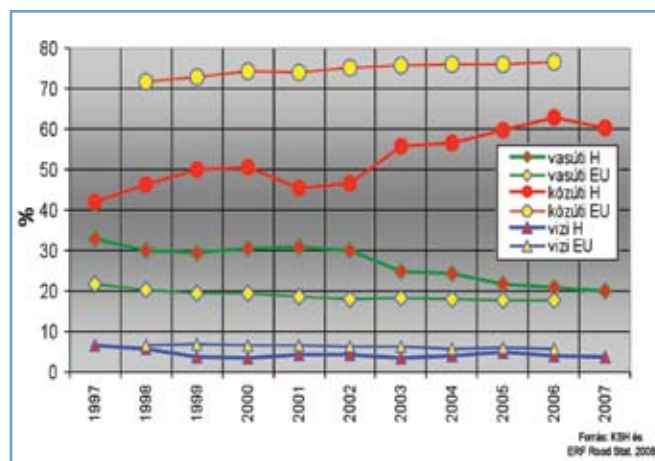
3. AZ ORSZÁGOS KÖZUTAK BURKOLÁLLAPOTA ÉS BURKOLÁTÁLLOMÁNYA, AZ ALKALMAZOTT PÁLYASZERKEZETEK

Az OKH burkolatainak állapota 2002 és 2010 között az eltérhető és a rossz minőségi osztályba sorolódott (1. ábra, [3]). Az egész hálózaton 2008 óta a burkolatállapotokban némi javulás észlelhető, miközben ettől az időponttól a hálózat gyorsforgalmi szakaszai a megfelelő minőségi szintről a tűrhető minőségi szint felé tendálnak.

Az okok: az utak fenntartására immár évtizedek óta elégtelen mértékben fordított forrásoknak, esetenként az igénybevételeknek nem kellően ellenálló anyagok és szerkezetek alkalmazásának, valamint a nehézforgalom dinamikus fejlődésének együttese. Az



1. ábra: Az országos közutak burkolatállapota [3]



2. ábra: A közlekedési munkamegosztás Magyarországon és az EU-ban

elmúlt húsz évben a hálózatot érő igénybevételek közül a piacgazdaságra való áttérés eredményeként a legfontosabb tranzit irányokban és a főváros körzetében a nehézforgalom korábban nem látott mértékű növekedése [4], valamint a kibontakozó klímaválto-

¹ Okleveles mérnök, okleveles gazdasági mérnök, egyetemi doktor, az ORKA Mérnöki Tanácsadó Kft. ügyvezetője; e-mail: drkiorka@t-online.hu

² Dr. Keleti Imre: Aszfalt- vagy betonburkolatú utak? (Asphalt or Concrete Roads?) Előadás a 15 éves a MAÚT konferencián, Budapest, 2009. október 16.

³ Vizsgálati időszak: az az időszak, amit útpályaszerkezetek műszaki-gazdasági hatékonysági elemzése során a tervező számításba vesz.

⁴ Ez általános esetben pályaszerkezet-típustól függetlenül 30–35 év.

⁵ Életciklus: az élettartammal rokon fogalom, amely egy-egy pályaszerkezeti réteg vagy pályaszerkezet-rész élettartamát jelzi, amely általában rövidebb az egész szerkezet élettartamánál.

⁶ Prof. Univ. J. Litzka: Pavement Structure Selection – Approach Based on Lifecycle Cost. (Útpálya-szerkezetek kiválasztása – az életciklus-költségeken alapuló megközelítés.)

⁷ A közútközvetítő az OKH megépíteni tervezett valamely új eleme, illetve bármely meglévő eleme szolgáltatási színvonalát illetően az Országos Közutak Kezelési és Karbantartási Szabályzatából [6/1998 (III. 20.) KHVM rendelet] vezetheti le a szolgáltatási színvonalat jellemző paramétereket az éppen aktuális egyéb tényezők (Út-pénztár képességei, Vagyonpolitika, Közlekedéspolitikai, Közlekedésfejlesztési Stratégia, Nemzeti Útfelújítási Program) figyelembevételével.

⁸ Az OKH (hossza: kb. 31,4 ezer km) hierarchikus összetétele 2009.12.31-én: 8,1 ezer km főút, (amiből 1,1 ezer km a gyorsforgalmi út) és 23,3 ezer km mellékút volt.

⁹ Országos Közúti Adatbank (OKA).

1. táblázat: Az országos közúthálózat hosszának megoszlása burkolatfajtaik szerint, 1960–2009.

Útburkolatfajta	1960	1990	2009
Föld	4	1,3	0,9
Kő	1	0,2	0,1
Beton	5	0,5	0,3
Hengereltaszfalt	3	53	63,4
Portalanított vagy itatott makadám	11	35	29,6
Vizes makadám	76	10	5,7

zás jeleként a szokatlanul meleg és/vagy intenzív csapadékú késő tavaszok és nyarak megjelenése [5], [6] alapvető jelentőségű.

A közlekedési munkamegosztásban a közúti közlekedés Európa-szerte és némi késéssel Magyarországon is a piacgazdaság igényeihez illeszkedően hegemon helyzetbe került (2. ábra). Ez a körülmény az OKH burkolatainak legalább megfelelő minőségű állapotban tartását igényelné.

Ezt az igényt eddig a gazdaságpolitika az OKH-nak csak a gyorsforgalmi részén ismerte el. Az ezen kívüli hálózatrész (~96%) a burkolatai minőségének megfelelő szintű állapotba hozása és azon a szinten való megtartása több évtizedes léptékű program megvalósítását igényli⁹.

Az OKH útjainak gépkocsiforgalomra való tömeges alkalmassá tétele érdekében a múlt század 70-es évtizedében megindult burkolatmegerősítési program csak a bitumen bázisú útburkoló technológiákat (felületi bevonás, itatott makadám, kötőzúzalékos makadám, hengereltaszfalt, öntöttaszfalt) – az azokhoz illeszkedő szőrt útalapokkal, illetve hidraulikus (elsősorban cement) kötőanyagú szélesítő alaprétegekkel – tudta alkalmazni, lévén a forgalom fenntartásának igénye mellett a burkolatok szélesítéséhez és megerősítéséhez csak ezek a technológiák voltak illeszthetők. Ennek eredményeként az OKH burkolati összetételét napjainkban a hengereltaszfalt (63,4%), valamint az itatott aszfaltmakadám (29,6%) uralják. Elenyésző a földutak (0,9%), a kőburkolatú (0,1%), a betonburkolatú (0,2%) és a vizes makadám (5,7%) részaránya (1. táblázat).

Ennek ismeretében tehető fel és válaszolható meg az a kérdés: mik lehetnek a pályaszerkezetek és ezen belül azok burkolatai megválasztásának azok a szempontjai, amelyek figyelembe vétele valószínűleg lehetővé teszi az OKH meglévő állományának és a hálózat bővítése során keletkező új állományának megfelelő szolgáltatási színvonalra emelését és azon tartását.

1960-tól 2003-ig a pályaszerkezetek megválasztását az OKH burkolatállományához való alkalmazkodás, az aszfaltútépítő ipar felkészültsége, a téli üzem szempontjai¹⁰, a forgalom alatti útfenntartás és építés követelménye, a kőbányászati termékek mennyiségben és minőségben korlátozott volta, a betonburkolatok építéséhez alkalmas lassú kötési-idejű cementek egy időben fennálló hiánya, a mennyiségben kielégítő, minőségében több esetben kérdéses, de a szabványnak mindig megfelelő különböző bitumenek (vákuum-desztillált, fúvatott, modifikált) rendelkezésre állása határozta meg. Ebből is következően az OKH új vonalakon vagy vonalszakaszokon megvalósult hálózatbővítése során

aszfaltburkolatú, ún. félmerev rendszerű pályaszerkezetek készültek, kivéve az M1–M7 Budapest–Törökbálint és az M7 Törökbálint–Zamárdi szakaszok betonburkolatú, ún. merev pályaszerkezetét. Ez utóbbi szakaszokon a betonburkolattal szerzett rossz téli és nyári üzemeltetési és fenntartási tapasztalatok miatt, valamint az aszfaltútépítési technológia 1970-től megvalósult rohamos fejlődése eredményeként 1973-tól 2003-ig – kivéve az M7-est – a gyorsforgalmi utak is kizárólag aszfaltburkolatú félmerev pályaszerkezettel épültek. A betonburkolat-építés mint ipari kultúra az M7 építésének felfüggesztését követően (1975) a katonai és polgári repülőterek, ipari-kereskedelmi térburkolatok építésén fejlődött 1995-ig, majd feladat hiányában az ezredfordulóra képességeit illetően lényegesen visszaesett.

A főutak és mellékutak meglévő nyomvonalainhoz kötött korszerűsítési-, illetve burkolatmegerősítési munkáin a hengereltaszfalt burkolatú, a munkába vett útszakasz történelmileg kialakult pályaszerkezeteihez alkalmazkodó, az újrafelhasználást használó megoldások jőszerűen kizárólagosak voltak.

4. TAPASZTALATOK ÉS INTÉZKEDÉSEK

A közútkezelők az 1980-as és 1990-es évekre felgyülemlett üzemeltetési tapasztalatok értékeléséből úgy találták, hogy a mindenkorai méretezési előírások szerint tervezett és épített útpályaszerkezetek esetén – a csapadékviszonyok szerint változó teherbírású földművön fekvő bármely pályaszerkezeten a megfelelő szolgáltatási szint fenntartása egyre többbe kerül, és az e célra fordítható források nem bővültek az igények szerint;

- az új félmerev pályaszerkezetek előírás szerinti tervezési élettartamuk¹¹ lejárta után (10, 15, illetve 20 év) sem mutattak teherbírasi elégtelenségre visszavezethető tömeges hibákat, viszont a cementkötésű alaprétegekből következő reflexiós repedések a vártnál¹² hamarabb jelentek meg, a kopórétegek már a garanciális idő lejárta előtt kátyúsodtak;
- az aszfaltburkolatokon csatornázottan lebonnyoló nehézforgalom az adott út forgalomba helyezését követően korán nyomvályúkat okozott¹³ (3. ábra);
- az aszfaltburkolatú gyorsforgalmi utakon 1993-tól kizárólagosan alkalmazott¹⁴ ZMA kopórétegeken már a garanciális időszakban hálós repedések jelentkeztek;
- az M7 vasalatlan hézagú betonburkolatán a hézagoknál lépcsők alakulnak ki;
- a szélesítéssel egybekötött kivitelezett burkolatmegerősítések a szélesítés mentén ugyancsak a garanciális idő lejárta előtt elrepedtek és kopórétegeik úgyszintén idő előtt¹⁵ kátyúsodtak, szakaszosan nyomvályúsodtak.

4.1. ÚJ SZEMLELÉLETŰ MŰSZAKI SZABÁLYOZÁS A GYORSFORGALMI UTAK PÁLYASZERKEZETEI TERVEZÉSE TERÉN

Látnivaló volt, hogy a nagyon nehéz (E), illetve a különösen nehéz (K) forgalmi terhelési kategóriákba¹⁶ tartozó új építésű utakon a pályaszerkezetek tervezése és építése terén olyan új szemléletet lenne tanácsos bevezetni, amely legalább a tervezési élettartam időtávján garantálhatja az EU 96/53 számú irányelv szerinti nagyobb egyestengelyű¹⁷ járműveket alkalmazó nehézforgalom hatása dacára is a megfelelő burkolatállapotokat. Az ilyen szemléletű pályaszerkezet-tervezés

⁹ Nemzeti Útfelújítási Program (NÚP)

¹⁰ Az aszfaltburkolat látszólagos károsodás nélkül bármilyen dózissal sózható, a betonburkolat csak elkészülte után hat hónappal, de karbamid alapú téli olvasztószerrel akkor sem.

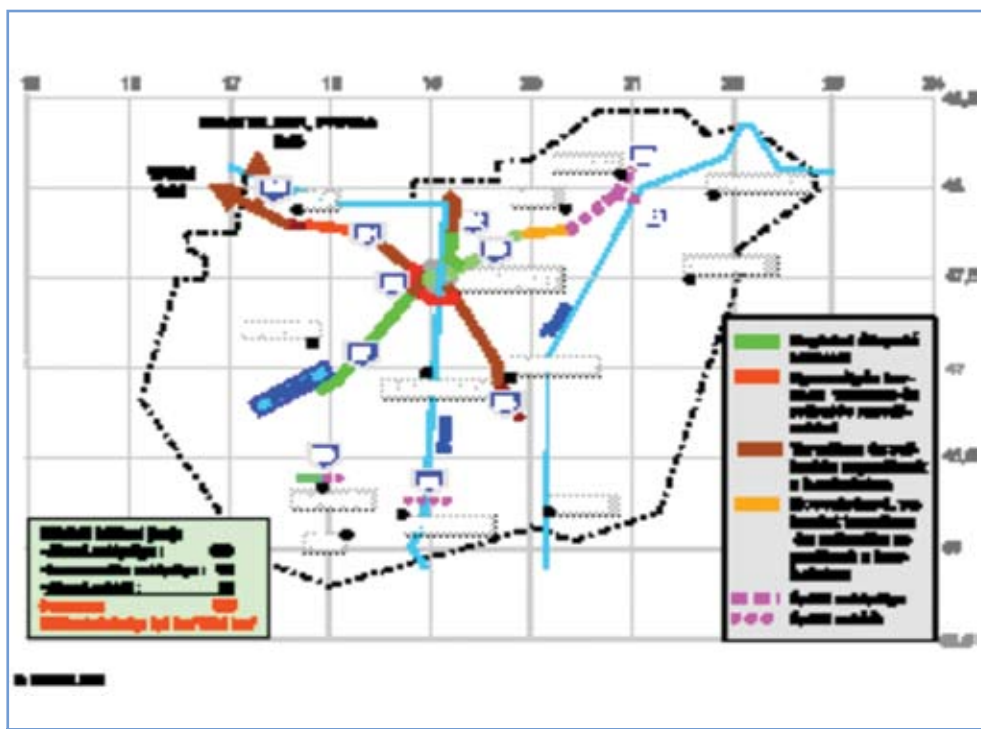
¹¹ Tervezési élettartam: az útpályaszerkezet forgalomba helyezésétől számított és a vonatkozó utógazdálkodási műszaki előírásban (pl. ÚT 2-1.202) meghatározott azon időtartam, aminek a végére a pályaszerkezet leromlása feltételezhetően már olyan mértékű, hogy megerősítését teherbírasi okokból el kell végezni.

¹² 1 cm/év repedésfelhaladási sebesség az aszfaltburkolatban.

¹³ Pl. M0 déli szektor, M1 Tatabánya–Győr kelet jobboldali pálya, 4-es út szolnoki elkerülő szakasz.

¹⁴ A gyorsforgalmi utakon 1973 óta alkalmazott érdesített homokaszfalt (ÉHA) kopóréteget – amely az 1989–90-ben épült M1 Tatabánya–Győr kelet jobboldali pályaszakaszt kivéve nem mutatott nyomvályúsodási hajlamot – 1993-ban határidőtartás ürügyén kivonták az alkalmazásból és zúzalékú masztxaszfalttal (ZMA) helyettesítették.

¹⁵ Ót évnél rövidebb



3. ábra: A gyorsforgalmi utak burkolatállapota 2002-ben [11]

- a pályaszerkezetet és a földmű felső 1 m vastag rétegét együtt tekinti a méretezés terének,
- a tervezési élettartamot¹⁸ meghaladó pályaszerkezet-élettartamot tűz ki;
- a tervezési élettartam alatt egyenletes teherbírású földművekkel számol;
- nyomvályúképződésnek ellenálló, jó csúszásellenállású, megbízható fenntartási technológiájú, a téli üzem technológiáit jól bíró burkolati anyagokat igényel.

A nyugat-európai gyakorlat tanulmányozása azt mutatta, hogy a vázolt igényeknek a nagymodulusú aszfaltkeverékekből készülő aszfaltburkolatú, a betonburkolatú, valamint a kompozit burkolatú¹⁹ útpályaszerkezetek felelnek meg. E választék nyújtotta lehetőségek vizsgálatára a korabeli Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium Közúti Főosztálya irányításával az Útgazdálkodási és Koordinációs Igazgatóság²⁰ meg-

2. táblázat: Az M0 29-42 km szakaszára tervezett R terhelési osztályú pályaszerkezetek és közvetlenköltség-szinten számított jelenértékű 2003-as árszintű költségei és arányai

Költségek és arányok	Félmerev	Kompozit	Merev
	4 cm mZMA-12-NM	4 cm MZMA	25 cm CPb4/3
	16 cm mK-20/F-NM	25 cm CP 4/3 folyamatosan vasalt kavicsbeton lemez	
	2 cm SAM	20 cm CKt kraftolt alapréteg	15 cm Cth a földmű felső rétegében
	20 cm C12/15 kraftolt alapréteg		
Építési költség, ezer Ft/m ²	20,85	19,20	15,76
35 éves vizsgálati időtartamú fenntartási, üzemeltetési és úthasználói többletköltség, ezer Ft/m ²	22,47	19,70	16,57
Jelenértékű költségek összesen, ezer Ft/m ²	43,33	38,90	32,34
Építési költségek aránya	1,00	0,92	0,76
35 éves vizsgálati időszak költségarányai	1,00	0,90	0,75

¹⁶ TFE = 3–10, illetve TFK=10–30 [millió db egységtengele]

¹⁷ Az EU 96/53 számú irányelvében a közúti járművek teljes gördülő súlyát 440 kN-ban, ezek egyes tengelyeinek terhelhetőségét 115 kN-ban, kettős tengelyeinek terhelhetőségét pedig 180 kN-ban szabta meg. (A hatályos hazai előírás 400, 100, és 160 kN volt.) Az új utak építésénél a 96/53. számú irányelvnek 2004-től az EU-ba való belépés dátumától kellett megfelelni, míg a meglévő hálózaton 2008 végéig kapott derogációt az ország.

¹⁸ Tervezési élettartam az a feltételezett időszak, amely alatt az újonnan épített útpályaszerkezet, a fenntartási műveletek előírás szerinti eszközlése, valamint a felújítási beavatkozások ellenére a folyamatos forgalmi és időjárási igénybevétel hatására olyan mértékben leromlik, hogy üzemben tartása a felmerülő fenntartási-üzemeltetési, valamint a társadalmi költségek mértéke miatt nem hatékony, és ezért helyette új pályaszerkezet építése válik szükségessé.

¹⁹ Kompozit burkolat: folyamatosan vasalt teherviselő betonlemezeken vékony aszfalt kopóréteg.

²⁰ A Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ (a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium háttérintézménye) jogelődje.

²¹ A Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. jogelődje.

²² Egyenként 400 m hosszú, egymást követő szakaszokon hézagaiban vasalt, hézagaiban vasalt mosott felületű, folyamatosan vasalt hézagnélküli betonburkolattal merev, valamint kontrollszakaszként nagymodulusú aszfaltburkolatú félmerev útpályaszerkezetek épültek.

²³ A Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. (NIF Zrt.) jogelődje.

rendelésére, a korabeli Közlekedéstudományi Intézet Rt.²¹ (KTI) tervei szerint 1998-ban négyrészes kísérleti útszakasz²² épült a nehézforgalommal erősen terhelt 7538-as jelű Lenti–Letenye összekötő úton. [7]. Ezt követően a Nemzeti Autópálya Rt.²³ (NA Rt.) megrendelésére a KTI fogta össze azt a fejlesztő munkát, amely a 7538-as úti kísérleti szakaszok értékelése [8], [9], valamint a gyorsforgalmi utak fenntartási és üzemeltetési tapasztalatai [10] alapján, a 44-es főút Békéscsaba–Gyula közötti 2x2 forgalmi sávú szakaszának jobb pályáján próbaszakaszok építéséhez vezetett 2003-ban [11]. Ezek pályaszerkezeteinek²⁴ tervezésére és megvalósulásuk értékelésére az NA Rt. által létrehozott alkalmi munkacsoport²⁵

– javaslatot tett az *R* ($TF > 30$ millió db egységtengely) forgalmi terhelési kategória bevezetésére az útpályaszerkezetek méretezésében [12];

– kidolgozta az *E*, *K* és *R* forgalmi terhelésű utak pályaszerkezeteinek tervezését, kivitelezését és minőség-ellenőrzését egységben kezelő, az akkor a témában érvényes útügyi műszaki előírásokat meghaladó szemléletű, a földmű felső 1 m-es rétegét is az útpályaszerkezet részének tekintő műszaki szállítási feltételeket [13], amelyeket az akkori Állami Közúti Műszaki és Információs Kht. (ÁKMI) által kiadott építőipari műszaki engedélyek²⁶ (ÉME) 2004 januárjától az építési szerződések műszaki feltételeiként rendszerbe állítottak.

– a 44-es főúti próbaszakaszok műszaki-gazdasági értékelése alapján [12, 13, 14, 15, 16] az M0 keleti szektorában az M5 és a 4-es főút közötti szakaszra több lehetséges változat²⁷ 35 éves vizsgálati időszakra vonatkozó, 2003-as közvetlen költség-szinten megállapított építési, fenntartási és üzemeltetési, valamint

3. táblázat: Az ÉME 1/2004. és az alapján korszerűsített betonburkolatú útügyi műszaki előírások, valamint az ÉME 3/2004. szerint épült, illetve épülő útpályaszerkezet-hosszak a gyorsforgalmi úthálózaton

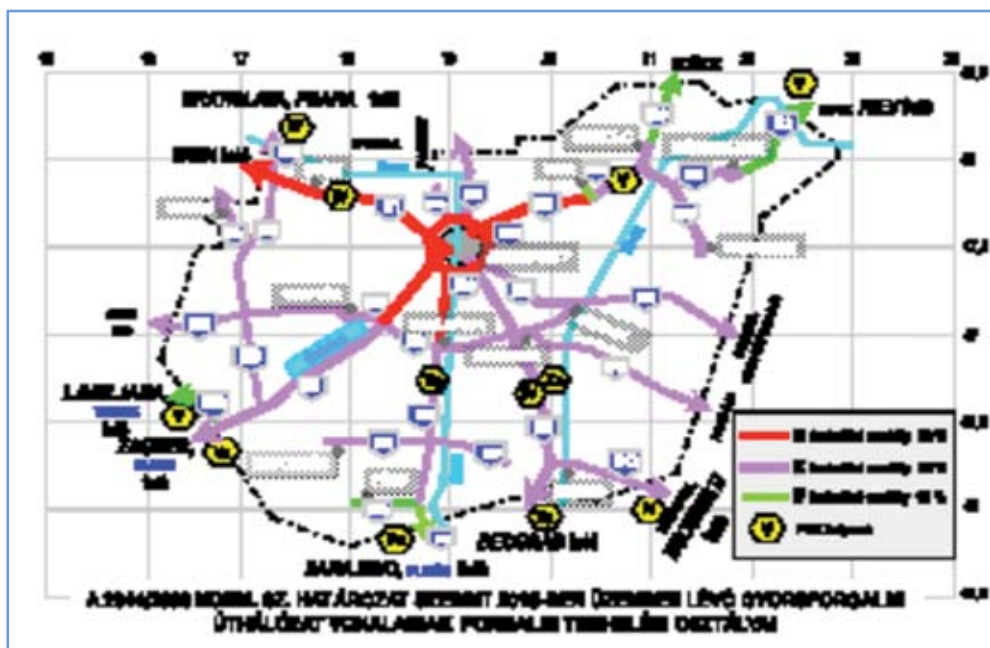
Gyorsforgalmi út	Szakasz			
	neve	forgalmi terhelése	pályaszerkezete	
			betonburkolatú	nagymodulusú aszfaltburkolatú
			hossza, km	
M0	Északi, keleti és déli szektorok	R	75	3
M31	M0–M3 között		12	0
M3	Görbeháza–Nyíregyháza	K		39
	Nyíregyháza elkerülő			24
	Nyíregyháza–Vásárosnamény			26
M35 és 451-es út	Görbeháza–Nyíregyháza–Vásárosnamény	K		89
	Görbeháza–Debrecen–4-es út és 451-es út			52
	Kiskunfélegyháza–országhatár			65
	M4			14
M43	Szeged–Makó–Nagylak			57
M6	M0–érdi tető–Dunaújváros (M8)	R		64
	Dunaújváros (M8)–Szekszárd	K		65
	Szekszárd–Bóly	K	3*	48
M60	Bóly–Pécs	E		33
M7	Zamárdi–országhatár	K		14
	Ordacsehi–Balatonkeresztúr			29
	Balatonkeresztúr–Nagykanizsa			35
	Nagykanizsa–Becsehely			17
	Becsehely–Letenye			9
	Letenye–országhatár			1
M8	Zamárdi–Letenye–országhatár			105
	Dunaújváros–Apostag			10
M9	51-es főút és 54-es főút között	E		14
Összesen			90	619

²⁴ Nagymodulusú aszfaltburkolatú félmerev, kompozit burkolatú merev, valamint hézagaiban vasalt betonburkolatú merev pályaszerkezet.

²⁵ KTI, BME Út és Vasútépítési Tanszék, BME Hidak és Szerkezetek Tanszék, ORKA Mérnöki Tanácsadó Kft.

²⁶ ÉME 1/2004: Merev útpályaszerkezet hézagaiban vasalt betonburkolattal; ÉME 2/2004: Merev útpályaszerkezet kompozit burkolattal; ÉME 2/2004: Félmerev útpályaszerkezet nagymodulusú aszfaltburkolattal; ÉME 4/2004: Útpályaszerkezetek hidraulikus kötésű alaprétegeinek feszültség-mentesítése; ÉME 5/2004: Merev útpályaszerkezetekhez illeszkedő hídfelszerkezet.

²⁷ Az alkalmi munkabizottság a megismételt forgalmi vizsgálat alapján R osztályú betonburkolatú merev (két változat: hézagaiban vasalt, ill. folyamatosan vasalású 25 cm vtg. betonburkolat), kompozitburkolatú merev (folyamatosan vasalt, illetve hézagaiban vasalt 25 cm vtg. betonlemezü) és nagymodulusú aszfaltburkolatú (20 cm) félmerev pályaszerkezetek közvetlen költségeit vetette össze.



4. ábra: A gyorsforgalmi úthálózat várható forgalmi terhelési viszonyai 2015-ben [11]

társadalmi költségeinek folyóáras és jelenértékű összevetése alapján, hézagaiban vasalt betonburkolatú pályaszerkezet építését javasolta (2. táblázat).

A fejlesztési munka rámutatott arra is, hogy a 2015-ig tervezett gyorsforgalmi úthálózaton a rendkívül nehéz (*R*) forgalmi terhelésű szakaszok mekkora kiterjedésével lehet számolni (4. ábra).

A gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésére 2004 után kötött szerződésben az útpályaszerkezeteket már ezeknek az építőipari műszaki engedélyeknek, illetve az azok alapján korszerűsített útügyi műszaki előírásoknak megfelelően tervezték és kiviteleztek. Így a gyorsforgalmi úthálózatot 2004 óta nagymodulusú aszfaltburkolattal megépült és építés alatt álló *E* és *K* forgalmi terhelésű szakaszok hossza kerekén 619 km, hézagaiban vasalt betonburkolattal pedig 90 km *R* forgalmi terhelésű szakasz épült meg, illetve áll építés alatt (3. táblázat).

Az *E*, *K* és *R* forgalmi terhelésű betonburkolatú pályaszerkezetekre érvényes ÉME-engedély (1/2004.) lejártával (2006.12.31.) életbe léptek az annak alapján készített új útügyi műszaki előírások²⁸. Az ugyanilyen forgalmi terhelésű aszfaltburkolatú félmeres útpályaszerkezetek építését szabályozó 3/2004. számú ÉME érvényességét több módosítást követően 2010. december 31-ig meghosszabbították, mivel a vonatkozó útügyi műszaki előírások lényeges részeinek korszerűsítése²⁹ még folyamatban van, illetve meg sem kezdődött.³⁰

²⁸ ÚT 2-1.122:2007 Utak és autópályák létesítésének általános geotechnikai szabályai
 ÚT 2-3.201:2006 Beton pályaburkolatok építése. Építési előírások, követelmények
 ÚT 2-3.211:2006 Betonburkolatú és kompozitburkolatú útpályaszerkezetek méretezése
 ÚT 2-3.410:2007 Közúti hidak szigetelése IV. Vasbeton pályalemezű hidak szigetelése és pályabeton burkolata
 ÚT 2-2.109:2008 Betonburkolatok repedéseinek, hézagjainak kitöltése
 ÚT 2-3.213:2008 Hézagaiban vasalt, kétrétegű, mosott felületképzésű betonburkolatú meres útpályaszerkezet építése.
 ÚT 2-3.701:2008 Útburkolatok hézagkitöltő anyagai

²⁹ PI. ÚT 2-1.202:2005 Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése

³⁰ PI. ÚT 2-3.305:1983 Aszfalt pályaszerkezeti rétegek építése
 TÚ. 9. Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezésének segédlete

³¹ Állami Autópálya Kezelő Zrt.

³² Az M1-en a 25–138 km között hét, az M3-on a 86–95 km között három, a 114–183 km között hat, az M30-ason az 1–5 km között kettő, az M7-en a 19–161 km között 14, az M70-en a 12–17 km között egy, az M9-en 10–20 km között két vizsgált szakasz.

³³ M35 0–48 km, M3 114–183 km, M7 120–167 km.

³⁴ Sikeres volt tehát a 3/2004. ÉME előírása szerint a hidraulikus kötésű alaprétegre a reflexiós repedések felhatalosának korlátozása érdekében SAM (Stress Absorbing Membrane) réteggént bitumenemulzióval leragasztva fektetett üvegszálas hordozórétegű aszfaltfrács alkalmazása.

³⁵ A szakaszmérnökség vezetőjének közlése.

A megtett intézkedéseink irányát igazolja, hogy nemzetközi szakirodalom szerint a fejlett útépítési gyakorlatú országokban egyetértés alakul ki abban, hogy a pályaszerkezet-tervezés aktuális szemléletét – aminek homlokterében napjainkban a „reakcióra való megfelelés” áll – a „tartósságot” előnyben részesítő szemléletű tervezés váltsa fel. A tartósságra történő tervezés azt igényli, hogy a tervezési élettartam során, különböző időpontokban felmerülő igénybevételekkel szemben a létesítmény mindig rendelkezék elegendő reakcióval. Egyetértés bontakozik ki abban is, hogy műszaki-gazdasági termőveleket a környezeti, társadalmi hatásokat is magukba foglaló eljárásokká kell fejleszteni. Ennek során a környezeti és társadalmi hatások számbavételénél számszerűsíteni kell mindazokat a károkat, amik a nem megfelelő szolgáltatási

szintű útburkolatokon való közlekedés, vagy azok megfelelő szintre való emelése során elvégzett munkák következményeként az utak használóit vagy az utak környezetét érik [17].

4.2. AZ ÁAK ZRT. KEZELÉSÉBEN LÉVŐ GYORSFORGALMI UTAK ASZFALTBURKOLATAINAK VISELKEDÉSE

Az ÁAK Zrt.³¹ kezelésében lévő autópályák aszfaltburkolatainak egy részén az ötéves garanciális időszakon belül jelentős mértékben keletkeztek olyan hibák (kátyúk, reflexiós repedések, termikus repedések, vízfeltörések, felületi deformációk), amelyek jelentkezése mind a hazai, mind a nemzetközi tapasztalatok szerint is legalább tízéves aszfaltburkolatokra mondhatók jellemzőnek. E meghibásodások okát feltáró kutatómunka megállapította, hogy a vizsgált szakaszok közül³² azokon, amelyek 2004-től a 3/2004. ÉME szerint épültek³³, a vizsgálat időpontjában (2008) nem voltak tapasztalhatók olyan hibák, mint amelyek az 1998–2004 között épült szakaszokon jelentkeztek. Szembetűnő volt a reflexiós repedések korai megjelenésének elmaradása³⁴ a 2004 után épült szakaszokon. A kopórétegek építése során az aszfaltkeverék szállítása közben azokban kialakuló hőszegregáció miatt a lokális tömörítetlenségek jelei – amik korai kátyúsodás kiinduló pontjai lehetnek – viszont ezeken a szakaszokon is megmutatkoztak [18, 19].

A kutatás ugyan nem terjed ki az M5 és M6 autópályák koncesziós szakaszaira, de az M5-ös autópálya 2004 előtt szerződött

szakaszain az ÁAK-kezelésű és megegyező időszaki autópályákon tapasztalt hibákhoz hasonlókat lehetett észlelni.

4.3. AZ M0 KELETI SZEKTORÁN ÉPÜLT BETONBURKOLAT KEZDETI TAPASZTALATAI

Az M0 keleti szektorában, az M5 és a 4-es főút vecsési elkerülő szakasza között, 2004-ben kereken 13 km-en 417,4 ezer m² hézagában vasalt, 26 cm vastag betonburkolat készült, E₂≥80 MPa teherbírású földmútükörre fektetett 20 cm vastag CKt-4 alaprétegen. A szakaszt 2005 februárjában helyezték forgalomba. Öt év üzemeltetés után az összesen hatezer táblányi betonfelület hat tábláján észleltek kiöntéssel javítható, vadrepedés formájú hibát.³⁵

4.4. A FŐ- ÉS MELLÉKUTAK ASZFALTBURKOLATAINAK VISELKEDÉSE

Az elmúlt tíz évben új aszfaltburkolatok a főúton a 11,5 tonnás burkolatmegerősítési program keretében, a mellékutakon a Regionális Operatív Program részeként, az EU különböző támogatási formákat igénybevevő finanszírozással épültek. E hálózatrészek burkolatainak viselkedésről ismereteim szerint nem készültek az autópályák aszfaltburkolatai viselkedését megfigyelő idézett kutatásnak megfelelő igényességű és publikált felmérések. Különösen vonatkozik ez a helyszíni meleg, illetve hideg újrafelhasználási módok alkalmazásának eredményeire. Néhány saját megfigyelésem (pl. 6-os út, 21-es út) azt mondhatja velem, hogy a főúti burkolatokon a garanciális időben megjelenő hibák a gyorsforgalmú utak 2004 előtt készült szakaszain látható hibákhoz hasonlóak.

4.5. VÉKONYBETON KÍSÉRLETI ÚTSZAKASZ

Aszfaltburkolat felújítására vékonybeton (whitotopping) burkolattal kísérleti munkaként az 5. főút 165+230 km szelvényében lévő ún. „Cora” szintbeni csomópontban került sor, 2007 októberében³⁶. A beavatkozásra azért volt szükség, mert a csomópont egy részének aszfaltburkolata többszöri felújítás után sem bírta a nehézcíművek megálló-induló-kanyarodó forgalmát mély nyomvályúk keletkezése nélkül [20]. A kísérleti munkát 2008-ban és 2009-ben értékelték. A kísérlet beváltotta a hozzá fűzött reményeket. A betonburkolat szerkesztési hiányosságaira, a korábbi aszfaltburkolatú pályafelület bennmaradt részének lokális teherbírás elégtelenségére, a hibák kijavításának késedelmére, valamint a forgalom természetének nem kellő ismeretére visszavezethető hibákat 2009 novemberében kijavították. Az értékelésből levont következtetések [21] alapján immár próbaszakasz minősítésű munka elvégzése, majd annak alapján útügyi műszaki előírás készítése esedékes.

5. A PÁLYASZERKEZET-VÁLASZTÁS IRÁNYELVEI

Az elmúlt évtizedben elsősorban a gyorsforgalmi utak pályaszerkezeteinek tervezése, építése, üzemeltetése és fenntartása során felhalmozódott és értékelt tapasztalatok eredményeként MA-ÚT munkabizottság³⁷ munka keretében elkészült és megjelenés alatt áll az útpályaszerkezetek tervezése során figyelembe venni tanácsos eljárásokat összefoglaló tervezési útmutató [22], amely különös súlyt helyez

– a megrendelő tervezési diszpozíciójára, amelynek egyértelműen le kell írnia a tervezési feladat természetét (új út építése, meg-

lévő út felújítása, illetve kapacitásbővítő rekonstrukciója-e a feladat), a pályaszerkezet élettartamára, az ahhoz tartozó vizsgálati időtartamra vonatkozó elvárásokat, az elvárt élettartamhoz avagy vizsgálati időtartamhoz tartozó tervezési forgalom meghatározásához használható adatbázist és tervezési módot, az üzemeltetés színvonalmutatóit, a fenntartás ciklusait és lehetséges költségeit;

- a tervező pályaszerkezet-választási javaslatát megalapozó vizsgálatok fontosságára, nevezetesen a lehetséges szerkezeti megoldások kialakítására, ezek építési, üzemeltetési és fenntartási, úthasználói (társadalmi) költségeinek meghatározására, az érzékenységi vizsgálatokra, a hatékonysági elemzésre és mindezek alapján kialakított döntési javaslatra;
- a döntési javaslat alapján kiválasztott pályaszerkezet tervezésének lépéseire.

Ez az eljárási rend nem visel el a pályaszerkezet-megválasztás során „aszfalt vagy beton” hitvitákat. Az elmúlt évtizedben a fejlett országokban a pályaszerkezetek tervezésében a hosszú élettartamú szerkezeti megoldások keresése és tudatos alkalmazása került előtérbe [pl. 23–29]. A hosszú élettartam különös jelentőségre tesz szert azért is, mert egyre több országban³⁸ a közutak használatáért a használattal arányos díjat kell fizetni azokon az adókon és járulékokon felül, amelyekkel az egyes nemzetgazdaságok a motorizációt hagyományosan terhelik. A közutakon közlekedőknek egyre inkább fontossá válik a kiszámítható eljutási időket, a biztonságos közlekedést garantáló közúti szolgáltatás. Ilyen igény szintet a pályaszerkezet megválasztásához vezető tervezői munka során szigorúan a forgalmi terhelés, a meteorológiai, hidrológiai viszonyok alapos ismerete, a szolgáltatási színvonal iránti úthasználói igények számbavétele szerint lehet kielégíteni [30].

Figyelemmel az OKH pályaszerkezet-állományára, megállapíthatjuk, hogy

- az A–E forgalmi terhelési kategóriákban az aszfaltburkolatú pályaszerkezetek hosszú távon is megfelelő szolgáltatási színvonalú tartós megoldásokat eredményeznek, különösen akkor, ha csatornázottan mozgó nehézforgalomtól a tervezési időszakban vagy a vizsgálati időszakban nem kell tartani, és érvényesülnek mindazok a tapasztalatok, amikre a hazai útéptézési kultúra – figyelemmel az európai aszfaltútépítő ipar tapasztalataira – szert tett az elmúlt negyven évben. Az OKH ezen része – különösen a mellékutak állománya – zömében az eredeti rakott vagy szórt útalapokon fekvő vizes, majd portalanított makadámokból fejlődött különböző szélesítési módokkal itatott makadám, valamint felületi bevonat és aszfaltburkolatok alkalmazásával jelen állapotába. Ezek az utak a szolgáltatási színvonal emelését célzó rekonstrukciók során alkalmas terepei a helyszíni hideg újrafelhasználási eljárások, különösen a habosított bitumennel operáló módszerek alkalmazásának, hiszen ezekben a forgalmi terhelési kategóriákban hosszú élettartamú, kis fenntartási- és társadalmiköltség-igényű utakat csak jól víztelenített, tartósan teherbíró földmúre épített, minden kiterjedési irányban homogén, reflexiós repedéseket nem generáló szerkezetű alapokra fektetett aszfaltburkolatokkal remélhetünk.
- A K és R forgalmi terhelési kategóriákba tartozó hálózati elemeken – amik általában új építésű, vagy rekonstrukcióra érett meglévő gyorsforgalmi utak – a nehézforgalom önként, vagy irányítottan (nehézcíművekre vonatkozó előzési tilalom) csatornázott konvoj mozgást mutat. Az ilyen igénybevétel a ce-

36 Megrendelő: Magyar Közút Kht. Csongrád Megyei Igazgatósága. Szakmai koordinátor: KTI Kht. Út-Hídügyi Tagozata.

37 A munkabizottság: dr. Boromisza Tibor, dr. habil Gáspár László, dr. Keleti Imre, dr. Pallós Imre, Vörös Zoltán. A munkabizottság vezetője: dr. Keleti Imre.

38 Magyarországon is soron van a közutak használatáért fizetendő és elektronikus úton beszedett díjrendszer bevezetése.

mentbeton burkolatok alakváltozás nélkül viselik, míg nagy-modulusú aszfaltburkolatok ilyen forgalmi igénybevétel esetén plasztikus deformációra hajlamosak lehetnek. A betonburkolatokban nem alakulnak ki a hidraulikus kötésű alaprétegekből következő reflexiós repedések, az aszfaltburkolatokon viszont igen és megjelenésüket csak költséges SAM-rétegek közbeiktatásával lehet elodázni, de meggátolni nem. Ezért a hosszú élettartamú, alacsony fenntartási és társadalmi költségű, a vizsgálati időszakban jó szolgáltatási színvonalat garantáló pályaszerkezetek burkolataként a magyar éghajlati viszonyokon hézagaiban vasalt egy-, vagy kétrétegű betonburkolatok tervezése ajánlatos azért is, mert a vizsgálati élettartamra számított jelenértékű költségeik kisebbek, mint a hasonló forgalmi osztályba tartozó aszfaltburkolatú vagy kompozitburkolatú pályaszerkezeteké.

A pályaszerkezet-választás általános szempontjaira figyelemmel gondot kell fordítanunk arra is, hogy a tervezett úton lehetnek olyan szakaszok, amelyek igénybevétele eltér az út általános igénybevételei körülményeitől. Ilyenek például azok:

- az utak, ahol valamilyen létesítmény (pl. bánya, logisztikai központ) forgalma csatlakozik az útra, lényegesen megemelve annak egy szakasza nehézforgalmát.
- a forgalmi jelzőlámpával szabályozott szintbeni csomópontok, ahol a járműosztályozókban sok nehézjármű áll kanyarodásra, vagy továbbhaladásra várva.
- a körforgalmú csomópontok, amelyekben a nehézforgalom zöme kiemelten egy irányba halad és a kanyarodó nehézjárművek a csomópont egy vagy több szegmensét a többihez képest szélsőségesen igénybe veszik.
- az útszakaszok, ahol sűrű autóbuszforgalom megállói vannak.

Ilyen esetekben az egyébként aszfaltburkolatú úton is hézagaiban vasalt betonburkolatú szakaszokat vagy vékonybeton (whitotopping) erősítéseket javasolt beiktatni. Gondot kell fordítani a hosszú útélettartamot garantáló szerkezetek, beépítési módok, újrafelhasználási technológiák, fenntartási műveletek harmonikus megválasztására. Így fontos bármilyen pályaszerkezet esetén

- a földmű felső 0,5–1 m vastag rétege megkívánt és elért teherbírásának a földmű anyagához illeszkedő helyszíni stabilizációval való konzerválása;
- olyan pálya-víztelenítési szerkezetek (geoműanyag szivárgó paplanok, drénbeton, vagy drénaszfalt szivárgó rétegek) alkalmazása, amelyek meggátolják a földmű korona szintjén a bejutott csapadékvizek pangását, aminek eredményeként a koronafelületen a pályaszerkezet méretezésének kiinduló feltételéhez képest kisebb teherbírási érték alakulhat ki tartósan.

Aszfaltburkolatú pályaszerkezetek esetén

- olyan alaprétegek alkalmazása, amelyek nem generálnak reflexiós repedéseket (pl. HABA, ÚT 2-2.126), vagy a reflexiós repedések fel-hatolását időben jelentősen korlátozzák;
- olyan aszfaltkeverékek használatát, amelyek kővázukból következően minél több bitument tudnak tartósan és a plasztikus deformációra való hajlam kifejlődésének veszélye nélkül felvenni;
- az olyan logisztikai lánc és beépítési rendszer alkalmazása, amely kizárja az aszfaltkeverékek szállítása és beépítése során fellépő hőszegregációt;
- a burkolat olyan színvonalú fenntartása, amely elejét veszi a vízbehatolásnak.

Betonburkolatú pályaszerkezet esetében olyan pályafenntartási rendszer alkalmazása, amely

- a hézagkiöntéseket állandóan jó állapotban tartja,
- bármely vadrepedést a megjelenést azonnal követve, a repedés méretének és természetének megfelelően kijavít;
- a táblacserét a forgalom sűrűséghez igazított módon, a lehető legrövidebb idő alatt képes végrehajtani úgy, hogy a kijavított

burkolatrész felületi tulajdonságai legalább olyanok lesznek, mint amilyeneket a pályaszakasz új korában mutatott.

A hosszú élettartamú utak építésének és fenntartásának országos képességét az OKH tulajdonosaként az államnak közép- és hosszú távon gördülő tervezéssel megalapozott K+F munkával szükséges támogatni. Ennek a programnak a feladata az, hogy

- az alkalmazásra engedélyezett legfontosabb út- és hídépítési anyagok minősége és teljesítménye megüsse a hazánkhoz hasonló éghajlatú európai országokban használt ilyen anyagok színvonalát;
- a hazai műszaki szabályozás EU-konformitása az időben mindig megfelelő legyen;
- a hazai tervező és kivitelező vállalkozások versenyképessége fejlődjön;
- a versenyben magyarországi út- és hídépítési munkákhoz jutott külföldi vállalkozások által alkalmazni kívánt tervezési módszerek, építési szerkezetek, méretezési módszerek, anyagok és technológiák megfelelősége a hazai műszaki szabályozáshoz mérten megítélhető legyen.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Az országos közúthálózat információs eredménytáblái. Országos Közúti Adatbank (OKA)
- [2] KKK: Az országos közúthálózat forgalma. 2008.
- [3] Kerékgyártó A.: Az országos közúthálózat válságfinanszírozása Bp. 2009. 09.10. Előadás a 37. Ütügyi Napokon, Sopronban
- [4] Dr. Keleti I.: Rendkívül nehéz forgalmi terhelésű utak pályaszerkezetei. Az Aszfalt. 2003. 4. Bp.
- [5] Dr. Keleti I.: Az aszfaltutak minőségéért vállalható felelősség. Teendők a plasztikus deformációknak ellenálló aszfaltkeverékek tervezése terén. Az Aszfalt. 1995. 1. Bp.
- [6] Dr. Keleti I., dr. Liptay A.: Gondoljuk újra útpályaszerkezet tervezési és építési gyakorlatunkat! KMÉTSZ. 1997. 2.
- [7] KTI Rt. Útbeton kísérleti szakaszok építésének előkészítése és állapotuk megfigyelése. A 245-007-2-8 sz. téma zárójelentése. Bp. 1999.
- [8] Karsainé Lukács K., Bors T.: Betonburkolatú kísérleti útszakaszok építése és állapotmegfigyelése. 1. rész: Letenye–Lenti összekötő út. Beton. 2007. december. XV. évf. 12. szám
- [9] Dr. Boromisza T., dr. Liptay A.: Az útbetonburkolatok építésével szerzett hazai tapasztalatok. Közúti és Mélyépítési Szemle. 2000. 5.
- [10] Pálffy A.: A gyorsforgalmi úthálózaton eddig alkalmazott pályaszerkezetek üzemeltetési és fenntartási tapasztalatai, kezelői elvárások a rendkívüli terhelésű szakaszok pályaszerkezeteivel kapcsolatban. KMÉSZ. 2003.12.
- [11] KTI Rt: Az M30-as autópályán készülő kísérleti szakaszok előkészítése és minőség-ellenőrzése. 101-001-2-2-es téma. 2003. november
- [12] Dr. Keleti I.: Az EU-csatlakozás és a forgalomfejlődés hatása a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztési programjában. KMÉSZ. 2003.12.
- [13] Dr. Ambrus K., Karsainé Lukács K., dr. Pallós I., Vinczéné Görgényi Á.: Lehetséges változatok a rendkívül nehéz forgalmi terhelésű útszakaszok hosszú életciklusú pályaszerkezeteire a nemzetközi gyakorlat tükrében. KMÉSZ. 2003.12.
- [14] Karsainé Lukács K., Bors T.: Betonburkolatú kísérleti útszakaszok építése és állapotmegfigyelése. 2. rész: 44. sz. út, Békéscsaba–Gyula. Beton. 2008. január. XVI. évf. 1. szám
- [15] Dr. Gáspár L.: Hosszú távon gazdaságos pályaszerkezet-változatokra adott javaslat a hazai rendkívül nehéz forgalmi terhelésű autópályákra. KMÉSZ. 2003.12.

folytatás a 37. oldalon

A SZEMMEGOSZLÁS VÁLTOZÁSÁNAK HATÁSA AZ ASZFALTKEVERÉK MEREVSÉGÉRE

DR. FI ISTVÁN¹ – TÓTH CSABA²

1. MEREVSÉGBECSLŐ MODELLEK

A műszaki szabályozás változása nyomán bizonyos aszfaltkeverékek esetén a fáradási és a merevségi tulajdonságok vizsgálata hazánkban kötelezővé vált. Ezek a vizsgálatok természetesen itthon sem előzmény nélküliek, sőt több évtizedes múltra tekintenek vissza, az átállás azonban nem tekinthető zökkenőmentesnek. Jelenlegi adataink és ismereteink még csak korlátozottan alkalmasak arra, hogy ezeket az anyagjellemzőket a megrendelő minősítő értéként is alkalmazni tudja. Annak érdekében, hogy teljes körű képet kapjunk keverékeink valós mechanikai tulajdonságairól, első lépésként elkezdődött egy olyan hazai adatbázis létrehozása, amely segítségével megindulhat a mért eredmények gyűjtése, feldolgozása és kiértékelése. Reményeink szerint ez az adatbázis nemcsak közvetlenül hathat a keverékek minőségére, de a hazai aszfalttechnológia fejlődésére is jelentős hatást fejthet ki.

A keverékek merevségének laboratóriumban történő meghatározásával és kiértékelésével párhuzamosan azonban fontos foglalkozni a merevségek előzetes prognosztizálhatóságával is, hiszen a gazdaságos, de megfelelő teljesítőképességű keverékek előállítása érdekében rendkívül hasznos lenne már a keveréktervezés fázisában valamilyen előzetes információ birtokában lenni a később legyártott keverékek merevségét illetően.

Ennek szellemében a különböző szakmai műhelyek már az idő- és eszközigenyes laboratóriumi vizsgálatok kialakulásának kezdetétől foglalkoztak az aszfaltkeverékek merevségének prognosztizálási lehetőségével és számos, jellemzően regressziós összefüggést dolgoztak ki. E becselő képletek széleskörű laboratóriumi vizsgálatokon alapultak és az elmúlt időszakban a keveréktervezéshez, pályaszerkezet-méretezéshez szükséges alapinformációkkal szolgáltak, még annak tudomásul vételével is, hogy számos esetben eltérések voltak tapasztalhatók a mért és becsült értékek között.

Azt követően, hogy 1954-ben van der Poel [1], figyelembe véve az aszfaltkeverékek viselkedésének terhelési idő és hőmérsékletfüggését, értelmezte a merevség (*stiffness*) fogalmát, számos modell született. A kötőanyag és a keverék közötti összefüggés alapján az első, széles körben elterjedt és alkalmazott aszfaltkeverékmercvég-becselő képletet Heukelom és Klomp [2] dolgozta ki. A képletet később többen kiegészítették, majd Brown és társai [3] átdolgozása nyomán vált, már nottinghami modellként ismertté és napjainkban is használttá. Természetesen más irányú továbbfejlesztések is történtek, Ugé és társai [4] kétpontos, trapezoid próbatest eredményei alapján dolgoztak ki egy modellt, amely Bonnaure későbbi átdolgozását követően a Shell Bands programcsomag [5] révén ma is széleskörben alkalmazott. A francia modell gondolatmenetét követve a belga útkutatási központban is kidolgoztak

egy összefüggést, amely CRR (*Centre de Recherches Routières*) vagy a szerzők után Francken–Verstraeten-modellként [6] ismert. Napjainkban ez az egyik legelterjedtebben használt összefüggés Európában az aszfaltkeverék modulusának becslésére, és jelenleg érvényben lévő hazai méretezési eljárás is ezt alkalmazta.

A ma már klasszikusnak tekinthető modellek fejlesztésével párhuzamosan azonban aszfaltvizsgálatok is fejlődtek és kidolgozásra kerültek a valós forgalmi terhelést jobban figyelembe vevő úgynevezett dinamikus vizsgálatok. Ezen vizsgálatok – például a két- vagy négyponos hajlítóvizsgálat – során a keverék merevségét már különböző frekvenciaterhelés mellett határozták meg, megalkotva ezzel a komplex modulus fogalmát. Ezt figyelembe veendő a terminológia, ezáltal a merevség fogalma is finomodott és így a rugalmassági (*resilient*) modulus mellett elsősorban az angolszász nyelvterületen bevezetésre került a dinamikus (*dynamic*) modulus, mint a komplex modulus abszolút értéke.

Napjainkra vált egyértelművé, hogy a különböző vizsgálatokkal nyert, például indirekt húzóvizsgálatokkal a rugalmassági, illetve a hajlítóvizsgálatokkal a dinamikus modulusokat noha jelenleg még egymást helyettesítve alkalmazzuk, a dinamikus modulus tesztek jobban jellemzik az aszfaltkeverékeket, mint a rugalmassági modulus vizsgálatok, mivel teljesebb jellemzést adnak az aszfaltról a hőmérséklet és a teherismétlődések függvényében, valamint jobban számításba veszik a keverékek összetételében lévő különbségeket. A nemzetközi trend láthatóan ennek szellemében alakul át, így az elmúlt időszakban megjelent és elterjedt a merevségbecslő modellek olyan új generációja, amelyek a keverék frekvenciafüggését is képesek modellezni. Ilyenek például a később részletesebb bemutatásra kerülő, az Asphalt Institute modell továbbfejlesztéseként született Witczak-féle modellek, vagy például a Hirsch-féle modell.

A Hirsch-féle modell [7] eredete a hatvanas évekig nyúlik vissza, amikor a betonok rugalmassági modulusának becslésére az empirikus modellek mellett ún. kompozit modelleket is kidolgoztak. Az eredeti kétfázisú modellt háromfázisúvá átdolgozva, a Christensen és társai [8] által kifejlesztett modell az aszfaltkeverék dinamikus modulusát a bitumenmodulus és a fázisos összetétel alapján becsli.

$$|E^*| = Pc \cdot \left[4200000 \left(1 - \frac{VMA}{100} \right) + 3 \cdot |G^*|_{binder} \cdot \left(\frac{VFA \cdot VMA}{10000} \right) \right] + (1 - Pc) \cdot \left[\frac{1 - \frac{VMA}{100}}{4200000} + \frac{VMA}{3 \cdot VFA \cdot |G^*|_{binder}} \right]^{-1}$$

és

¹ Egyetemi tanár, tanszékvezető, BME Út és Vasútépítési Tanszék; e-mail: fi@uvt.bme.hu

² Okl. építőmérnök, MBA, adjunktus, BME Út és Vasútépítési Tanszék; e-mail: toth@uvt.bme.hu

1. táblázat: A különböző Witczak-modellek kronológiai áttekintése

Modell száma	E* becslő modell neve	Publikálás éve	Keverék száma	Vizsgálati pontszám
1.	Witczak korai modell	1972	29	87
2.	Witczak–Shook modell	1978	41	369
3.	Witczak 1981-es modell	1981	41	369
4.	Witczak–Miller–Uzan modell	1983	131	1179
5.	Witczak–Akhter modell	1984	131	1179
6.	Witczak–Leahy–Caves–Uzan modell	1989	149	1429
7.	Witczak–Fonseca modell	1996	149	1429
8.	Witczak–Andrei–Mirza modell	1999	205	2750
9.	Witczak–Bari modell	2006	346	7400

$$P_c = \frac{\left(20 + \frac{VFA \cdot 3 \cdot |G^*|_{\text{binder}}}{VMA}\right)^{0,58}}{650 + \left(\frac{VFA \cdot 3 \cdot |G^*|_{\text{binder}}}{VMA}\right)^{0,58}}$$

Ahol:

$|E^*|$ – az aszfaltkeverék dinamikai modulusa

P_c – kontakt faktor

VMA – ásványi váz hézagtartalma

VFA – kötőanyag-telítettség

$|G^*|_{\text{binder}}$ – kötőanyag nyírási modulusa

Meg kell említeni továbbá az aszfaltkeverékek merevségét becsülő modellek sorában a napjainkban megjelent ún. ANN (*artificial neural network*) modelleket, amelyek a mesterséges neuronhálózatok alkalmazásán alapulnak [9]. Az ANN elvét az emberi idegrendszer, az agy idegsejtjeinek működése ihlette, és noha az 1940-es évek végén kezdődő kutatások eredeti célja az emberi agyfunkciók szimulálására irányult, az ANN-modelleket ma már például a statisztikai elemzések vagy az adatfeldolgozás területén is alkalmazzák, elsősorban nemlineáris folyamatok elemzésére. Ezek a modellek azonban elsősorban a mérési eredmények technikai feldolgozása során jelentenek segítséget, és ma még jellemzően valamilyen meglévő – például a Witczak-féle vagy a Hirsch-féle – merevségbecslő modell struktúrájára épülnek [10].

2. WITCZAK-FÉLE MODELL

A hazánkban jelenleg alkalmazott merevségbecslő képletek (Shell Bands, Francken–Verstraeten stb.) jellemzően a kötőanyag merevsége és a keverék fázisos összetétele alapján adnak becslést a keverék merevségére vonatkozóan, és nem veszik figyelembe a szemmegoszlás hatását. Tekintettel azonban a megjelent új generációjú merevségbecslő modellekre, a BME Út és Vasútépítési Tanszékén olyan kutatássorozatba kezdünk, amely ezen modellek pontosságát vizsgálja, hazai keverékeken.

A keverékek viselkedésének frekvenciafüggését figyelembe venni képes modellek közül a Witczak-féle modellt választottuk a vizsgálat tárgyául. A döntést az indokolta, hogy a modell nemcsak a frekvenciafüggő dinamikai modulus előrejelzésre képes, mint azt már számos nemzetközi kutatás is igazolta, hanem azt a szemmegoszlási paramétereket is figyelembe véve teszi. A vizsgálatunk során elsősorban arra voltunk kíváncsiak, hogy a hazai és az amerikai szitaméreték közötti eltérések ellenére alkalmazható-e a modell hazai keverékek merevségi prognózisára.

A modell alapja az Asphalt Institute-eljárás, amelynek alapjait Kallas és Shook [11] dolgozta ki triaxiális vizsgálati eredmények alapján. Később Witczak terjesztette ki nagymértékben a figyelembe vett paraméterek körét, a hőmérsékletet, a frekvenciát, a kötőanyag-viszkozitást, szabadhézag-tartalmat, bitumentartalmat és szemmegoszlási jellemzőket is figyelembe véve. Ezt követően a modell számos későbbi átdolgozása ismert, ezeket az 1. táblázat tekinti át.

A legújabb, 2006-ban publikált Witczak–Bari-féle modell [12] újdonsága, hogy változtatott a korábbi kötőanyag-jellemzésen. A modell már dinamikus nyíróreométer (DSR) vizsgálatokon alapuló adatokat, fázisszöveget (δ) és a G^* nyírási modulusot használ a korábbi bitumenviszkozitáció (η) és vizsgálati frekvencia (f) értékek helyett.

Tekintettel, arra, hogy a vizsgálatosorozatban nem állt módunk a kötőanyag jellemzésére viselkedésalapú (*performance-based*) bitumenvizsgálatok végzése, a kutatás során a 1999-es modellt használtuk (13). A modell képlete az alábbi:

$$\log E = 3,750063 - 0,029232 \rho_{200} - 0,001767 (\rho_{200})^2 - 0,002841 \rho_4 - 0,058097 V_a - 0,802208 \left(\frac{V_{\text{beff}}}{V_{\text{beff}} + V_a} \right) + \frac{3,871977 - 0,0021 \rho_4 + 0,003958 \rho_{38} - 0,000017 (\rho_{38})^2 + 0,005470 \rho_{34}}{1 + e^{(-0,60331303135 \log(f) - 0,393534 \log(\eta))}}$$

Ahol:

E – aszfaltkeverék dinamikai modulusa (psi)

η – kötőanyag viszkozitása (10^6 Poise)

f – terhelési frekvencia (Hz)

V_a – szabadhézag-tartalom (t%)

V_{beff} – kötőanyag-tartalom (t%)

ρ_{34} – a 3/4 (inch)-es szitán fennmaradt adalékanyag (%)

ρ_{38} – a 3/8 (inch)-es szitán fennmaradt adalékanyag (%)

ρ_4 – a No. 4-as szitán fennmaradt adalékanyag (%)

ρ_{20} – a No. 200-as szitán átesett adalékanyag (%)

A modellváltozatot D. Andrei, M. W. Witczak és W. Mirza dolgozták ki a marylandi egyetemen, és az elmúlt évtizedben napjaink legismertebb és szerte a világon alkalmazott eljárásává vált. A 2. táblázat a modell kidolgozását lehetővé tevő adatbázis főbb statisztikai jellemzőit mutatja.

3. DINAMIKUS MODULUSOK BECSLÉSE (WITCZAK-FÉLE MODELL)

A számított és mért merevségi modulusok összehasonlításával a közelmúltban hazai kutatók is foglalkoztak. Dr. Bocz értekezésében [14] Francken és Verstraeten által kidolgozott, hazánkban is előszeretettel alkalmazott merevségi előrebecslési modell és IT-CY

2. táblázat: Az 1999-es Witczak-modell fő statisztikai mutatói

Paraméter	Érték
Illeszkedés pontossága	$R^2 = 0,96$
Vizsgálati pontszám	2750
Hőmérsékleti tartomány	0–130 °F
Terhelési tartomány	0,1–25 Hz
Vizsgált keverékek száma	171 hagyományos, 34 modifikált kötőanyaggal, összesen 205 különböző keverék
Alkalmazott kötőanyagok száma	9 modifikálatlan, 14 modifikált kötőanyaggal, összesen 23 különböző kötőanyag
Adalékanyagok száma	39

vizsgálattal meghatározott merevségek közötti kapcsolatot vizsgálta. Megállapította, hogy: „...nem modifikált bitumennel készült keverékek $\pm 20\%$ alatti eltéréssel előrebecsülhetők a Verstraeten-féle képlettel. Megállapítható továbbá, hogy a képlet AB-11/F és AB-12/F keverékek esetében inkább alulbecsüli, K-20/F, K-22/F aszfaltkeverék esetében inkább felülbecsüli a merevséget. A modifikált bitumennel készült keverékek esetében a számított és a mért merevségek között meglehetősen nagy eltérés adódik.”

Ez a nagy eltérés modifikált bitumennel készült mSMA-keverékek esetén –61%, mAB-keverékek esetén –51% jelentett átlagosan.

A merevségre vonatkozóan megbízhatóan prognosztizáló eljárások vizsgálata azonban továbbra is aktuális. Így felmerült a kérdés, hogy az amerikai adatbázisra épült, de szerte a világon ismert és hivatkozott Witczak-féle eljárás hazai keverékek merevségi tulajdonságait milyen pontosan képes becsülni. A modell pontosságának megítélhetősége érdekében a laboratóriumi

vizsgálatok mellett referenciaként a merevségbecsléseket a Shell Bands szoftverrel is elvégeztük.

A kutatás első szakaszában a Witczak-féle modell pontosságát különböző kővázú és kötőanyagú keverékeken vizsgáltuk, amelyek az alábbiak voltak:

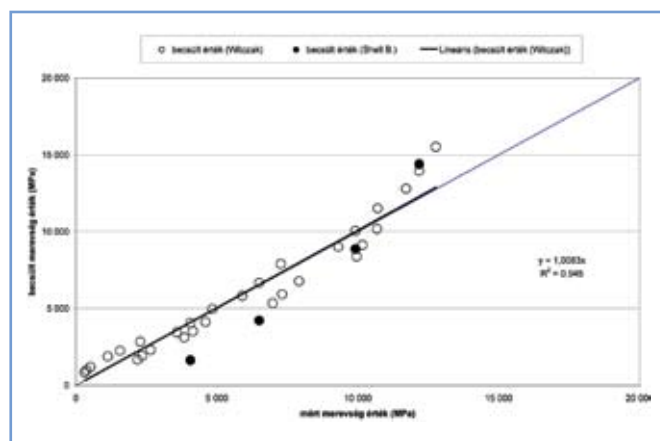
- AC 11 kopó (F) 25/55-65
- AC 16 kötő (NM) 10/40-65
- AC 22 kötő (F) 50/70
- AC 22 kötő (NM) 25/55-65

Tekintettel arra, hogy a modulusbecslő képlet figyelembe vesz bizonyos kötőanyag-viszkozitás értékeket is, ezért szükség volt különböző bitumenvizsgálatok elvégzésére is. Ezen értékeket a Mirza-féle modell [15] segítségével, a lágyuláspont és különböző hőmérsékleten végzett penetrációs vizsgálatok segítségével határoztuk meg. A számítás során a 3. táblázatban szereplő értékeket alkalmaztuk.

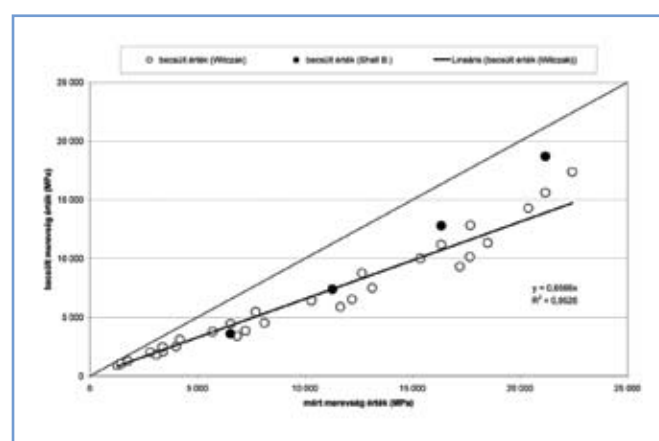
A laboratóriumi vizsgálatokat trapezoid próbatesteken kétpontos hajlítóberendezésen (2PB-TR), különböző frekvenciaterheléssel és

3. táblázat: A becslés során alkalmazott viszkozitásértékek kötőanyagoként (10^6 Poise)

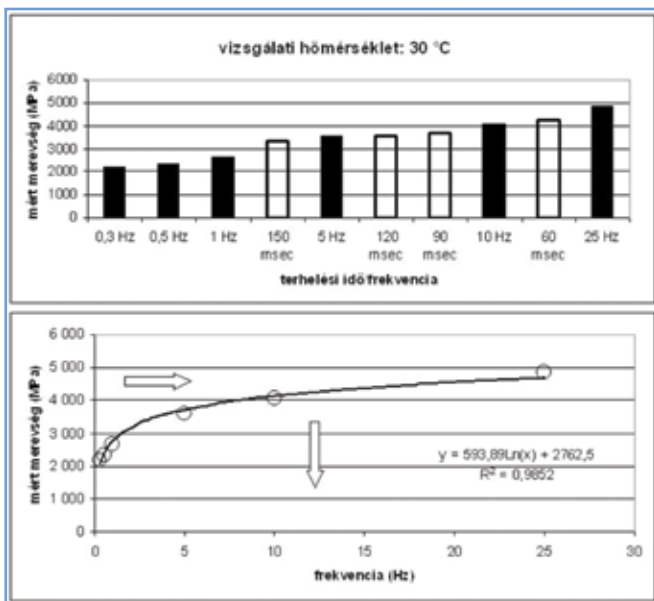
Hőmérséklet, °C	Kötőanyag típus		
	50/70	25/55-65	10/40-65
0	659,02	789,41	848,01
10	84,90	118,11	168,81
20	10,94	17,67	33,60
30	1,41	2,64	6,69
40	0,18	0,40	1,33



1. ábra: A mért és számított merevségek közötti kapcsolat AC 11 kopó (F) 25/55-65 keverék esetén



2. ábra: A mért és számított merevségek közötti kapcsolat AC 16 kötő (NM) 10/40-65 keverék esetén



3. ábra: A felfutási idő és terhelési frekvencia közötti kapcsolat meghatározása

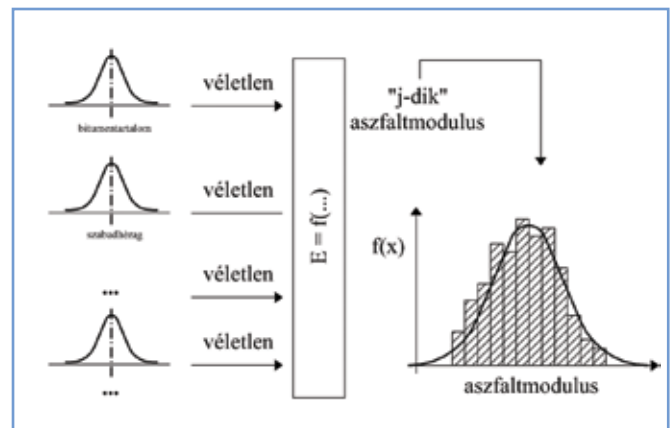
eltérő hőmérsékleteken végeztük el. Keverékenként összevetve a mérés alapján meghatározott merevségértékeket a Witczak-féle, illetve a Shell Bands-féle előrejelzéssel eltérő pontosságú prognózisokat kaptunk. Az 1. ábra az AC 11 kopó (F) 25/55-65 keverék esetén, a 2. ábra az AC 16 kötő (NM) 10/40-65 keverék esetén tapasztalt kapcsolatot szemlélteti.

E két keverék esetén tapasztaltuk a legjobb és a legrosszabb átlagos hibaszázalékot a mért és becsült merevségek között. A vizsgált négy keverék eredményei azt valószínűsítik, hogy a Witczak-féle modell alkalmas a frekvenciafüggő dinamikai modulus előrejelzésre, és emellett pontossága a hazánkban is használt Shell Bands becslőképlettel megegyező vagy annál jobb.

4. A SZEMMEGOSZLÁS-VÁLTOZÁS HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA (WITCZAK-FÉLE MODELL)

A vizsgálatokat tovább folytatva a kutatás második szakaszában azt vizsgáltuk, hogy a modell mennyire képes a kőváz összetételének merevségre gyakorolt hatását előrejelezni. Ennek érdekében három keverék esetén egy nagy mintaszámú vizsgálati sorozatot készítettünk elő.

A vizsgált keverékek típusa SMA 11 (F), AC 22 (F) és AC 22 (mF) volt, három-három különböző kővázalattal tervezve. A tervezett szemmegoszlások úgy lettek meghatározva, hogy egy-egy a korábbi hazai szabályozás szerinti alsó, illetve felső határgörbe szemmegoszlásának, továbbá egy, e kettő átlag szemmegoszlásának feleljen meg. Emellett a különböző kővázú keverékek 3–3-féle kötőanyag-tartalommal lettek előállítva. Figyelembe véve továbbá, hogy a merevségvizsgálatokat négy hőmérsékleten és



4. ábra: A Monte-Carlo szimuláció elvi vázlatja

négy terhelési szinten végeztük, így a merevségvizsgálatok száma keverékenként 144 darab volt, amelynek köszönhetően a modellt 432 vizsgálati eredményen tudtuk tesztelni.

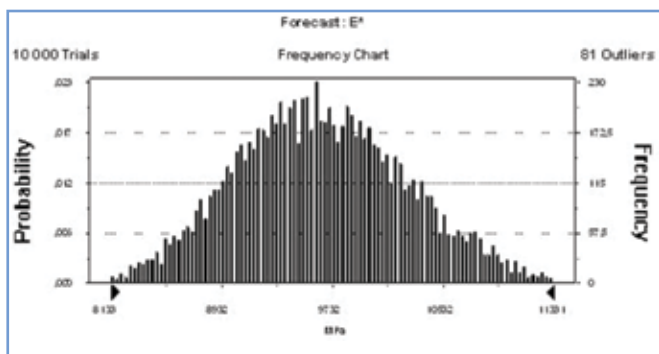
A próbatestkészítés idő- és munkaigénye nem tette lehetővé ezen nagyszámú merevségvizsgálat hajtógépen történő elvégzését, ezért a vizsgálatokat indirekt húzóvizsgálattal végeztük. Ez a vizsgálat ugyan alapvetően nem képes különböző terhelési szintek megvalósítására, korábbi kutatásaink alapján azonban azt tételeztük fel, hogy felfutási idő változtatásával a frekvenciatelhelés jól szimulálható. Ennek érdekében a vizsgálatokat a szabvány 124 msec felfutási idő helyett négy terhelési szinten: 60, 90, 120, 150 msec felfutási idővel végeztük. Azért, hogy a különböző felfutási időket a modellszámításhoz szükséges terhelési frekvenciára át tudjuk számolni, egy összehasonlító vizsgálati sorozatot végeztünk. Ennek keretében különböző keverékek merevségét határoztuk meg kétpontos hajlító- illetve indirekt húzóvizsgálattal, a hőmérséklet és a frekvencia, illetve a felfutási idő változtatása mellett.

A változtatott felfutási időkhöz tartozó merevségek jól illeszkedtek a különböző frekvenciákhoz tartozó modulusok sorába. Az aszfaltkeverék merevségértékeinek köszönhetően így szoros kapcsolat teremthető a felfutási idők és a vizsgálati frekvencia értékei között, a 3. ábrán demonstráltak szerint. E kapcsolat segítségével minden vizsgálati hőmérsékletre egy átszámítási szorzót határoztunk meg, amelynek segítségével az IT-CY vizsgálatok különböző felfutási célidőit meg tudtuk feleltetni egy-egy terhelési frekvenciának.

Ezen átszámítási eljárásnak köszönhetően volt lehetőségünk a nagyszámú IT-CY vizsgálatokkal nyert merevségek adatbázisán a Witczak-modell pontosságát három keverék adatsorán vizsgálni. A merevség becslését a referenciaként használt Shell Bands eljárással is összevetettük. A 4. táblázat adatai alapján látható, hogy a modell mind a három keverék esetén pontosabb volt, mint a hazánkban elterjedten alkalmazott Shell Bands eljárás, illetve az eredmények kedvezőbbek, mint a Francken–Verstraten-féle modell vonatkozásában dr. Bocz Péter által tapasztalt pontosság.

4. táblázat: A különböző becslő módszerek átlagos hibaszázaléka, keverékenként

Modell	AC 22 kötő (F) 50/70	AC 22 kötő (mF) 10/40-65	SMA 11 kopó (mF) 25/55-65
Shell Bands	28,16%	19,14%	32,24%
Witczak	12,56%	11,11%	19,12%



5. ábra: AC 22 kötő (F) keverék szimulált sűrűségfüggvényének szemléltetése

Ez különösen az SMA-keverék esetén öröndetes, mert – köszönhetően a keverék speciális kővázának – ezen keverék esetén eddig nem rendelkezünk ilyen pontos modellel.

5. A MEREVSÉG MINT SZTOCHASZTIKUS VÁLTOZÓ

Az aszfaltgyártás során a tervezett szemmegoszlás illetve kötőanyag-tartalom-értékek az előírt követelményekhez képest eltérnek, akörül különböző mértékben ingadoznak, így a gyártásban szükségszerűen meglévő, a megengedett határok között fekvő ingadozásnak magára a kész aszfaltkeverékre gyakorolt hatását is érdemes vizsgálni. Tekintettel azonban arra, hogy keverékeink esetén nem áll rendelkezésre elegendő számú aszfaltmechanikai vizsgálat, ezen ingadozás statisztikai kiértékelésre, így a gyártás ingadozásának az aszfaltkeverékre gyakorolt hatása elsődlegesen az aszfaltmodulus számítási módszere segítségével ragadható meg.

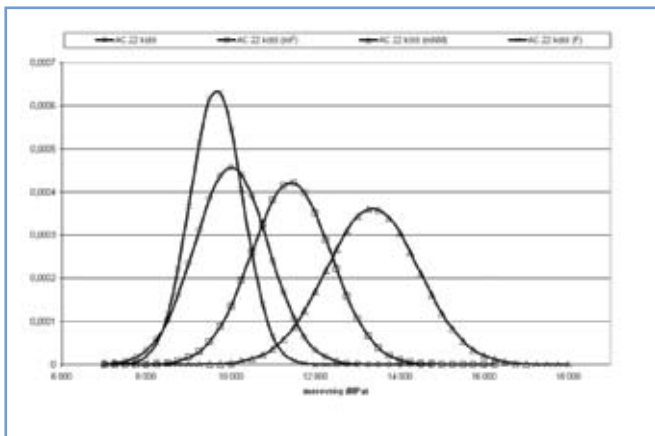
A Witczak-modell más empirikus modelleknél tágabb körben teremti meg annak a lehetőségét, hogy az egyes összetevők merevségre gyakorolt hatását külön is vizsgáljuk. Az ilyen típusú problémák sok esetben a sztochasztikus folyamatok komplexitása miatt nem is kezelhetők egzakt matematikai módszerekkel, és a megoldás nem adható meg zárt alakban. Ekkor alkalmazhatók az

5. táblázat: A kőanyagkeverék szemmegoszlása, áthulló rész, tömeg%

Keveréktípus	Szita (rosta) mérete (mm)							
	16		8		4		0,063	
	min	max	min	max	min	max	min	max
AC 11 kopó	100	100	65	85	42	66	6	11
AC 11 kopó (mF) (I)	100	100	65	85	42	65	6	10
AC 11 kopó (mF) (II)	100	100	65	85	42	65	6	10
AC 11 kopó (F)	100	100	65	85	42	65	6	10
AC 16 alap	90	100	55	77	35	61	4	10
AC 16 kopó (mF)	90	100	55	75	35	58	5	9
AC 16 kötő (mNM)	90	100	55	75	35	68	4	9
AC 16 kopó (F)	90	100	55	75	35	58	5	9
AC 22 kötő	65	90	39	60	27	46	4	8
AC 22 kötő (mF)	65	87	39	58	27	43	4	8
AC 22 kötő (mNM)	65	87	39	58	27	43	4	8
AC 22 kötő (F)	65	87	39	58	27	43	4	8
Eloszlás	normál							

6. táblázat: A szimuláció során felhasznált egyéb paraméterek

Keveréktípus	Kötőanyag-típus	Kötőanyag viszkozitása	Hézagtartalom (V%)		Kötőanyag-tartalom (V%)	
		10 ⁶ Poise (20 °C)	min	max	min	max
AC 11 kopó	50/70	11	2,5	4,5	5	6,8
AC 11 kopó (mF) (I)	25/55-65	18	2,5	4,5	5	6,5
AC 11 kopó (mF) (II)	10/40-65	34	2,5	4,5	5	6,5
AC 11 kopó (F)	50/70	11	2,5	4,5	5	6,5
AC 16 alap	50/70	11	3	5	4,5	6,5
AC 16 kopó (mF)	25/55-65	18	2,5	4,5	4,8	6,3
AC 16 kötő (mNM)	10/40-65	34	3	5	4,8	6,3
AC 16 kopó (F)	50/70	11	2,5	4,5	4,8	6,3
AC 22 kötő	50/70	11	3	5,5	3,7	6
AC 22 kötő (mF)	25/55-65	18	3	5,5	3,7	6
AC 22 kötő (mNM)	10/40-65	34	3	5,5	3,7	6
AC 22 kötő (F)	50/70	11	3	5,5	4,5	6
Eloszlás	egyenletes					

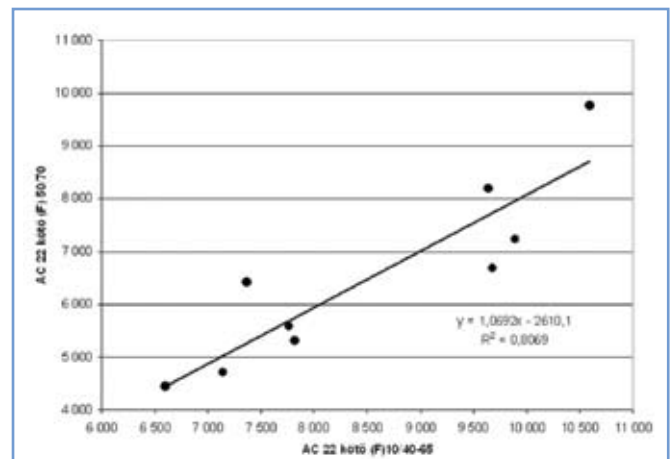


6. ábra: AC 22 kötő keverékek becsült merevségértékeinek sűrűségfüggvényei

ún. szimulációs technikák. Ilyen szimuláció például a Monte-Carlo módszer [16, 17]. A módszer lényege, hogy meghatározzuk az input adatok valós eloszlását, és ezen értékek közül véletlen mintavétellel kiválasztva a bemenő adatokat, határozzuk meg a keverék modulusát. Elegendően nagyszámú futtatást követően előállítható az aszfaltkeverék modulusának gyakorisági hisztogramja, és ez alapján becsülhető, illetve vizsgálható modulus eloszlása (4. ábra).

Annak érdekében, hogy vizsgáljuk a szemmegoszlás változásának merevségre gyakorolt hatását, 12 hazai keveréket választottunk ki, amelyek merevségét a Witczak-modell segítségével becsültük, a szemmegoszlást normál változóként kezelve. Az 5. táblázat ezen keverék szemmegoszlásait tartalmazza. A szemmegoszlások határértékeit irodalmi adatok alapján jelöltük ki, a szimuláció során a különböző szemmegoszlás-paraméterek várható értékekét a minimális és maximális értékek átlagaként, továbbá a szórást a terjedelem hatodaként adtuk meg.

A szimulációhoz szükséges további adatokat a 6. táblázat tartalmazza. Természetesen valóságban a még input adatként szükséges hézag- és kötőanyag-tartalom is normál eloszlású változó, azonban értéke nem független a szemmegoszlás-változástól. Jelen szimuláció során azonban ezen kapcsolatot leíró korrelációs



7. ábra: Azonos kővázú, de eltérő kötőanyagú keverékek merevségeinek összehasonlítása

összefüggés nem állt rendelkezésre, ezért ezen értékeket változóként ugyan, de egyenletes eloszlással írtuk le, a táblázatban szereplő határok között.

A Monte-Carlo szimulációt mind a 12 vizsgált keverék esetén 10 ezer futtatással elvégezve, megkaptuk a becsült merevségek statisztikai adatait, amelyet a 7. táblázat tartalmaz.

Az 5. ábra példaként az egyik keverék szimulált sűrűségfüggvényét szemlélteti.

A 7. táblázat eredményeit áttekintve látható, hogy a különböző keverékek becsült merevségértékei a várakozásoknak többekévesb megfelelnek. A 6. ábra az AC 22 kötő keveréktípusok esetén 20 °C-ra becsült merevségértékek sűrűségfüggvényeit hasonlítja össze.

Első pillanatra talán meglepő, hogy az AC 22 kötő keverék mellett a másik legkisebb merevségű keverék az AC 22 kötő (F) jelű. A magyarázata ennek az, hogy a két keverék között a modellszámítás során jellemzően csak a kismértékben eltérő szemmegoszlással tudunk különbséget tenni, ami látszik is az eltérő szórásértékekben. A modellben azonban egyéb, például közetfizikai paramé-

7. táblázat: A becsült merevségek főbb statisztikai adatai

Keveréktípus	Merevség (MPa) (20 °C)			
	átlag	szórás	min	max
AC 11 kopó	8 017	479	6 609	9 767
AC 11 kopó (mF) (I)	9 131	503	7 610	11 222
AC 11 kopó (mF) (II)	10 606	586	8 880	12 952
AC 11 kopó (F)	8 072	442	6 574	9 986
AC 16 alap	8 451	600	6 603	10 863
AC 16 kopó (mF)	9 533	552	7 730	11 584
AC 16 kötő (mNM)	11 501	860	8 597	15 402
AC 16 kopó (F)	8 395	491	6 728	10 296
AC 22 kötő	10 011	873	7 448	13 166
AC 22 kötő (mF)	11 426	946	8 736	15 084
AC 22 kötő (mNM)	13 358	1 102	10 293	17 897
AC 22 kötő (F)	9 657	627	7 618	12 046
AC 11 kopó	8 017	479	6 609	9 767

8. táblázat: Azonos kővázú, de eltérő kötőanyagú keverékek merevségeinek összehasonlítása

AC 22 kötő (mF) 10/40-65	AC 22 kötő (F) 50/70	Eltérés (%)
7 365	6405	114,98
7 141	4709	151,64
6 604	4439	148,78
9 639	8182	117,80
9 675	6677	144,91
7 760	5578	139,12
10 596	9760	108,57
9 896	7234	136,81
7 814	5309	147,19
Átlag:		134,42

terek nem vehetők figyelembe, ezért az (F) jelzetű keverékektől egyébként elvárt kedvezőbb merevség nem volt kimutatható. Jól látható viszont a kötőanyag-típusok merevségre gyakorolt hatása. A konvencionális és a modifikált kötőanyagú keverékek esetén a merevségek közötti különbség 30% körül ingadozott.

Azért, hogy a kötőanyag-típus merevségre gyakorolt hatásának – szimuláció szerinti – mértékén egy további elemzést végeztünk. A 8. táblázat korábbi tanszéki kutatás eredményeit tartalmazza, amely során kilenc keverék esetén a kővázakat különböző kötőanyaggal megkeverve mértük meg a merevséget. A tapasztalt összefüggést a 7. ábra grafikusan is szemlélteti.

A kapott vizsgálati eredmények alátámasztották a szimuláció során nyert adatokat, miszerint 20 °C-on a modifikált kemény bitumen átlagban mintegy 30%-kal növeli a keverékek merevségét a 22-es szemmagyságú keverékek esetén.

6. ÖSSZEGZÉS

A Witczak-modell pontosságát három keverék esetén nagyszámú merevség vizsgálati adatsoron tanulmányoztuk. Igazoltuk, hogy az IT-CY vizsgálat során a felfutási célidő változtatásával frekvenciaterhelés szimulálható, és az így nyert adatok szoros korrelációban vannak a Witczak-féle merevség-előrejelző modell prognosztizált értékeivel. A merevségbecslést a referenciáknál használt Shell-Bands eljárással is összehasonlítottuk, ez alapján megállapítható, hogy a Witczak-modell mind a három keverék esetén pontosabb volt, mint a hazánkban elterjedten alkalmazott Shell Bands eljárás. A vizsgálatunk azt igazolta, hogy a Witczak-modell (F)-es keverékek esetén elfogadható átlagos hibaszázalékkal képes a merevséget a fázisos összetétel és a szemmegoszlás alapján előre jelezni.

Leszögezhető, hogy a Witczak-féle összefüggés pontosságát más becselőmodellel, illetve a mért eredményekkel összehasonlítva a vizsgálatok alátámasztják a modell gyakorlati használhatóságát. Tekintettel arra, hogy a modell a becslés során a szemmegoszlást is figyelembe veszi, így a keveréktervezés korai fázisában kiterjedt vizsgálatok nélkül is tájékozódni lehet a várható minőségi paraméterek értékéről.

A Witczak-modell megteremti továbbá annak lehetőségét, hogy az input adatokat valószínűségi változóként kezelve, a merevséget sztochasztikus jellemzőként is vizsgálni tudjuk. A Monte-Carlo szimuláció segítségével elvégzett előzetes eredmények megítélésünk szerint alátámasztják azon elméleti várakozásainkat, miszerint a modell segítségével a merevség várható alakulása

nemcsak determinisztikus értéként határozható meg, így akár a keverőtelepi gyártásingadozás hatásának elmélyültebb tanulmányozására is alkalmas.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Van der Poel, C (1954): Road Asphalt. Building Materials, Their Elasticity and Inelasticity. Edited by M. Reiner, North Holland Publishing Company, Amsterdam, The Netherlands
- [2] Heukelom, W., Klomp, A., J., G., (1964): Road Design and Dynamic Loading. Proceedings, Association of Asphalt Paving Technologist, Vol. 33. pp. 92–125.
- [3] Brown, S. F., Brunton, J. M.(1992): An introduction to the analytical design of bituminous pavements (3rd edition). University of Nottingham, Department of Civil Engineering, UK, 1992
- [4] Bonnaure, F., Gest G., Gravois, A., Ugé, P.(1977): A New Method of Predicting the Stiffness of Asphalt Paving Mixtures. Association of Asphalt Paving Technologists, Proc. Vol. 46. 1977, pp. 64–104.
- [5] The Shell Bitumen Handbook (2003). Fifth edition
- [6] Francken, L., Verstraeten, J., (1974): Methods for Predicting Moduli and Fatigue Laws of Bituminous Road Mixes under Repeated Bending. Transportation Research Record No. 515.
- [7] Hirsch, T., J., (1962): Modulus of elasticity of concrete affected by elastic moduli of cement paste matrix and aggregate, Journal of the American Concrete Institute, Vol. 59(3), pp. 427–452., 1962
- [8] Christensen, D.W., Pellinen, T., Bonaquist, R., F., (2003): Hirsch Model for Estimating the Modulus of Asphalt Concrete. Journal of Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 72, 2003, pp. 97–121.
- [9] Ceylan, H., Kim, S., Gopalakrishan, K. (2009): Neural Networks Application in Pavement Infrastructure Materials. Intelligent and Soft Computing in Infrastructure Systems Engineering. pp. 47–67.
- [10] Ceylan, H., Kim, S., Gopalakrishan, K.(2009): Looking to the future: the next-generation hot mix asphalt dynamic modulus prediction models. International Journal of Pavement Engineering, Vol. 10, No. 5, October 2009, pp. 341–352.
- [11] Kallas, B. F., Shook, J. F., (1969): Factors Influencing Dynamic Modulus of Asphalt Concrete. Proceedings, Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 38. 1969
- [12] Bari, J., Witczak, M. W.: Development of a New revised Version of the Witczak E* Predictive Model for Hot Mix Asphalt Mixtures. Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Volume 75, 2006
- [13] National Cooperative Highway Research Program: Guide for Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures. NCHRP 1-37-A: 2004
- [14] Bocz P. (2009): Az aszfaltkeverékek mechanikai paramétereinek és a pályaszerkezet fáradási élettartamának összefüggései. PhD-értekezés, 2009. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
- [15] Bíró Sz. (2005): Kémiailag stabilizált gumibitumenek előállítása és vizsgálata. PhD-értekezés. Veszprémi Egyetem Ásványolaj- és Széntechnológiai Tanszék, Veszprém
- [16] Tóth Cs. (2008): Az aszfaltgyártás minőségigadozásának konzekvenciái, Az Aszfalt, XIV. évfolyam, 2008/1. szám. pp. 21–27.
- [17] Tóth Cs. (2010): Analysis of the Quality Variances of Asphalt Production by Monte Carlo Simulation. Periodica Polytechnica, Ser. Civ. Eng., 54/1 (2010) p. 67–72.

folytatás a 40. oldalon

ERŐSÍTŐ ELEMEEK HATÁSA HULLADÉK-LERAKÓK NYÍRÓSZILÁRDSÁGÁRA

VARGA GABRIELLA¹

1. BEVEZETÉS

A hulladéklerakók vizsgálata számos tudományos területet érint. A hulladék heterogén szerkezete teszi igen nehézé a vizsgált anyagok mérnöki modellezését. Az egyes minták kora, térfogatsúlya, előválogatottsága, tömörítettsége jelentősen befolyásolják a vizsgált hulladék mechanikai tulajdonságait [5]. Mindazonáltal a hulladékok jellemzőinek alapos ismerete szükséges annak érdekében, hogy azok mechanikai tulajdonságait időben becsülni tudjuk.

A hulladék mennyiségének növekedése a telekárak emelkedésével párosulva arra készítette a szakembereket, hogy a meglévő lehetőségeiket jobban kihasználva nagyobb, mélyebb és meredekebb lerakókat alakítsanak ki. A lerakók méreteinek változása nagyobb terhelést jelent, aminek következtében nagyobb nyírószilárdságnak kell mobilizálnia a hulladéktestben. A lerakók hosszú távú viselkedésének modellezése során azok alakváltozásait kiemelt fontossággal vizsgáljuk, hiszen a beépítésre kerülő gázutak, csurgalékvíz-elvezető és monitorozó rendszerek illetve lefedések telepítési költsége jelentős, azok folyamatos megfigyelése és karbantartása szükséges. Az alakváltozási tulajdonságok mellett fontosak a nyírószilárdsági paraméterek vizsgálatai, amelyek ismerete nélkülözhetetlen a rézsűk tervezésénél és a talaj-geomóanyag kölcsönhatás modellezésénél is (7). Ennek megfelelően a biológiai, kémiai és talajfizikai vizsgálatok mellett, a stabilitásvizsgálatok is kiemelt szerephez jutottak.

2. A SZAKIRODALOM ISMERTETÉSE

A stabilitásvizsgálatok elvégzéséhez nélkülözhetetlen a hulladék talajfizikai jellemzőinek az ismerete. A nemzetközi gyakorlatban az alábbi vizsgálati módszerek terjedtek el:

1. Laboratóriumi vizsgálatok:
 - kisméretű mintákkal (triaxiális és közvetlen nyírás)
 - nagyméretű mintákkal (triaxiális és közvetlen nyírás)
2. In-situ (helyszíni) vizsgálatok
3. Back-analízis

Mivel a laboratóriumi vizsgálatok elvégzéséhez szükséges, megfelelő háttér csak kevés helyen áll rendelkezésre, és azok eredményeit az alkalmazott berendezések jellege is erősen befolyásolja, napjainkban a back-analízis alkalmazása került előtérbe [6]. A back-analízis során korábban bekövetkezett csúszásokat, tönkremeneteleket modellezünk és visszszámítjuk az események ismeretében a hulladéktest talajfizikai paramétereit [1]. A valóságban lejátszódott események vizsgálatakor a csúszólap helyének ismeretében következtetni tudunk a tönkremenetel jellegére, a gyenge síkok helyzetére is. Hulladéklerakókban végbement csúszások elemzésekor a kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy a hagyományos talajmechanikai feltevésekkel végzett vizsgálatok a valóságtól jelentősen eltérő csúszólap-alakokat és helyeket eredményeztek. Erre jó példa a 2005-ben Indonéziában, Bandungban

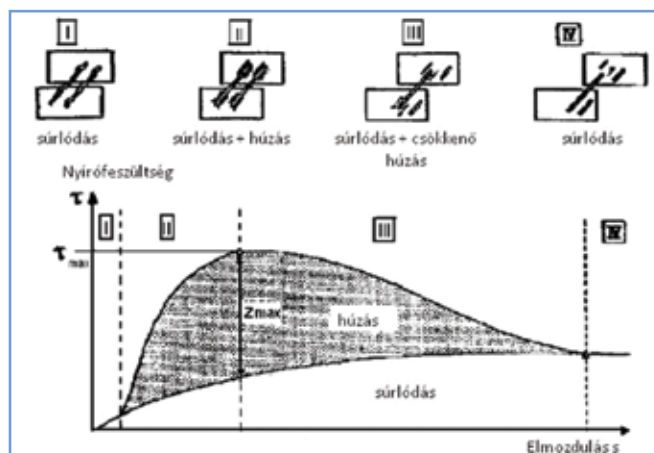


1. ábra: A Bandungi Műszaki Intézet felvétele a bekövetkezett csúszásról

bekövetkezett csúszás back-analízise [8], ahol a hagyományos talajmechanikai modellekkel elvégzett számítások talpponti csúszólapot eredményeztek, a valóságban azonban jóval nagyobb hulladéktömb indult mozgásnak (1. ábra).

A biztonság értéke sem felelt meg a tapasztaltaknak. Ezen ellentmondások feloldására a hulladék szerkezetének alaposabb tanulmányozása kezdődött meg.

Az eltérések vizsgálatakor dr. Kölsch [3] arra a következtetésre jutott, hogy a hulladékokban megtalálható ún. erősítő anyagok hatására a hulladéktest gyakorlatilag a vasalt talajhoz hasonlóan viselkedik. Az erősítő anyagok olyan elemek, amelyek jelentősebb húzást tudnak felvenni [4], azaz erősítő hatásuk az elmozdulások során mobilizálódik. Az erősítő anyagok fenti tulajdonságát kohézió jellegű tulajdonságként fogalmazta meg és fibrózus kohézióknak nevezte el. A hulladékok nyírási ellenállását a belső súrlódási szögéből fakadó ellenállás és a húzási ellenállás összegeként jellemezte (2. ábra).



2. ábra: Hulladékok nyírófeszültségének alakulása az elmozdulás függvényében

¹ Tanársegéd, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Geotechnikai Tanszék; e-mail: gvarga@mail.bme.hu

Ennek értelmében a hulladék egy anizotrop közeg, amely a hagyományos számítási eljárásokkal nehezen vizsgálható. A hulladékvizsgálat egyre szélesebb körben való elterjedésével és a mintavételek számának növekedésével megállapítást nyert, hogy a hulladéklerakókban elhelyezett anyagok terítési technikájából adódóan a hulladék egy vízszintesen rétegzett szendvics szerzettként fogható fel, ahol az erősítést adó szálak iránya is megegyezik a lerakási iránnyal [2]. Laboratóriumban végzett közvetlen nyírókísérletek esetén a nyírási sík iránya a rétegzettség irányával párhuzamos, azaz gyakorlatilag a hulladéknak a leggyengébb helyzetét tudjuk csak modellezni. Ez magyarázza azt a tényt is, hogy azonos összetételű mintán elvégzett triaxiális és közvetlen nyíró kísérlet esetén a triaxiális kísérlet mindig valamivel nagyobb nyírószilárdságot mutat.

A valóságban egy esetleges csúszás bekövetkezésekor a nyírási sík az erősítő szálakkal α szöget zár be, nem párhuzamos velük. Az erősítő anyagokban jelentős nyírási ellenállás mobilizálódik. Egyes feltételezések szerint, az α szög 45° közelében van, így annak vizsgálata javasolt.

3. LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK

Annak érdekében, hogy a hulladéktestben elhelyezkedő nagyobb kiterjedésű és szilárdságú anyagok nyírószilárdságra vonatkozó erősítő hatását meg tudjuk állapítani, mesterségesen beépített mintákat nyírtam el $200 \times 200 \times 150$ mm-es nyíródobozban. Vizsgálataim során az erősítő anyagok tömegszázalékát, anyagát és dimenzióját is változtattam, 1D és 2D irányú erősítéseket is beépítettem. A vizsgálatok során az erősítő anyagok nyírási síkkal bezárt szögét is változtattam.

Szálerősítés hatásának figyelembe vételekor a hulladék összetételének vizsgálataiból indultam ki. Az általam vizsgált hulladék nagy részét papír, műanyag és 16 mm-nél kisebb szemcsék alkották. Az erősítő hatást jellemzően papír, műanyag (lágy és kemény), fém és textil alkotók jelenléte okozhatja. Hazánkban a fémhulladék előválogatása következtében annak jelenléte nem túl jelentős. Vizsgálataim során ezért a legnagyobb arányban jelen levő papír és műanyag alkotók nyírási teherbírára gyakorolt hatását kutattam. A nyírási síkkal bezárt szög három értékét (0° – 45° – 90°) vizsgáltam. Az erősítést okozó szálak tömegszázalékát $0,05\%$ – $0,5\%$ – 2% -ban határoztam meg. A papír és a műanyag kis súlyának köszönhetően, a 2 tömegszázalékos erősítés esetén a minta szinte tele volt rakva erősítő anyaggal.



3. ábra: Szálerősítés hatásának vizsgálata közvetlen nyírókísérlettel

A kísérleti eredmények összehasonlíthatósága érdekében a hordozó közeg (hulladék) egységes összetétele elengedhetetlen. Ennek érdekében vizsgálataim során a hulladékot 8 mm átmérőjű szitán leszitáltam. Az így kapott apró szemű hulladék közel homogénnek tekinthető. Az erősítő anyagokat ebbe a homogén öszletbe építettem be, az általunk létrehozott nagy nyíróládába ($500 \times 500 \times 400$ mm), vízszintesen rétegezve. A beépített mintákat a hidraulikus sajtó segítségével betömörítettük, majd az így elkészült mintából a vizsgálat jellegének megfelelően a nyírási síkkal 0 – 45 – 90 fokos szöget bezárva, ferdén vágtuk ki a $200 \times 200 \times 150$ mm-es mintát. Ezzel a technológiával kvázi zavartalan minta vehető és biztosítható, hogy a vizsgált minták tömörsége azonos legyen, a nyírási síkkal bezárt szög a beépítési folyamat, a tömörítés során ne torzuljon.

A beépített mintákat 50 – 100 – 200 kPa normálfeszültség mellett vizsgáltam. Ennél a kísérletsorozatnál az alsó dobozrész maradt fix és a felsőt töltük el. A vizsgálati berendezés a 3. ábrán látható.

Vizsgálataim során a mintát nem tudtam törésig terhelni, mivel az elmozdulás maximális értékét már korábban elértem. Ez a jelenség hulladékok vizsgálatakor igen gyakori a minták összetételéből, jellegéből fakadóan. Mivel közvetlen nyírókísérlet során a beépített erősítő elemek nem nyíródnak el, csak jelentős alakváltozás, így egy nagyobb tönkremeneteli zóna alakul ki. A nyírás tehát feltehetően ezen zóna alsó és felső határa mentén megy végbe.

Az egy- és kétdimenziós beépített erősítő anyagok fényképét a 4. ábra mutatja.

Az eredmények kiértékelésekor a szálerősítés hatását a korábbi ajánlásoknak megfelelően kohézió jellegű mennyiségként értelmeztem. Ennek megfelelően egy erősített minta nyírószilárdságát az erősítés nélküli nyírószilárdság és a szálak által felvett feszültség összegeként határoztam meg:

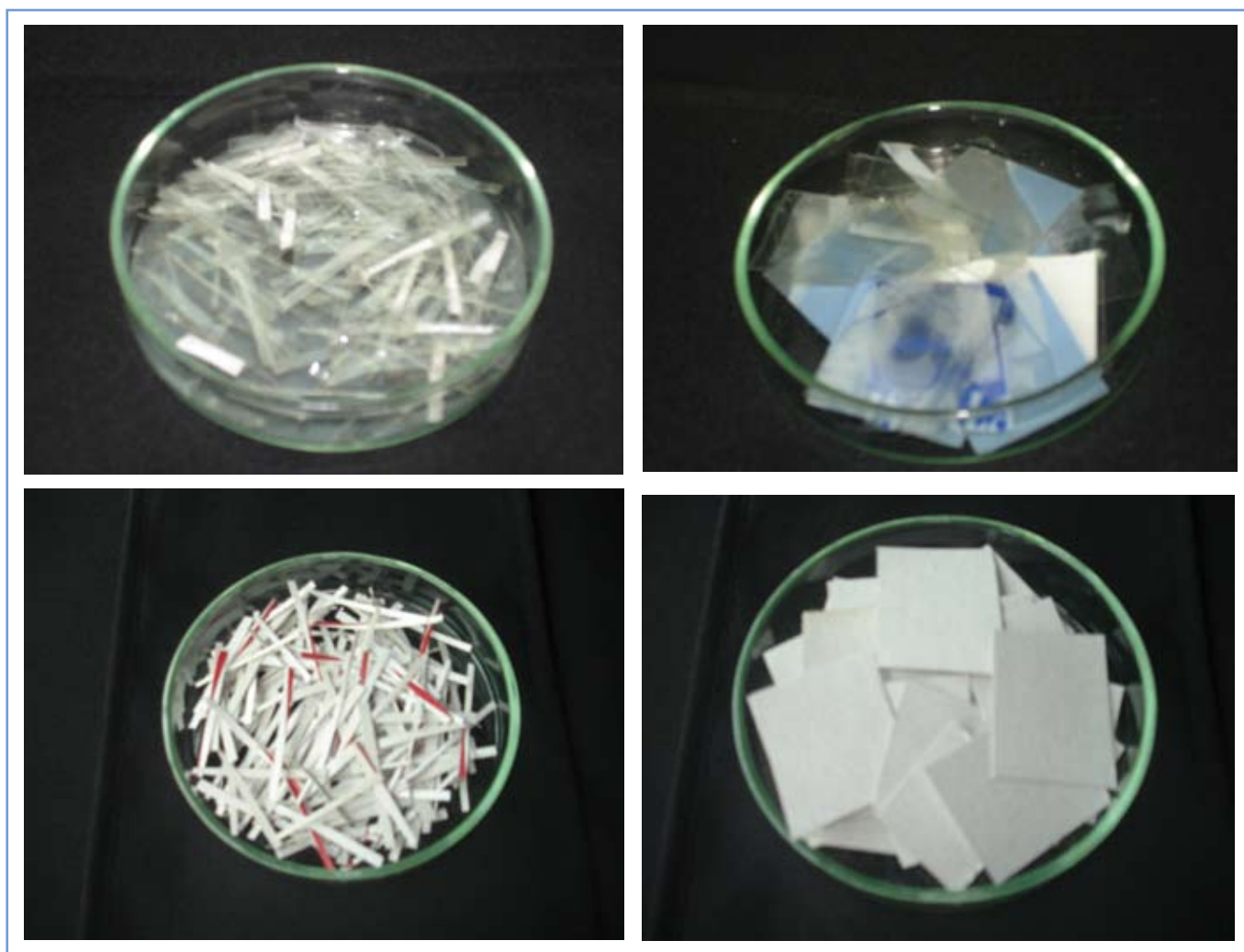
$$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}(\phi) + c + E$$

ahol E az erősítő szálak által felvett nyírófeszültség értéke.

A kiindulási állapothoz tartozó Coulomb-egyenes alapján meghatároztam a minta kohézióját, ami $c = 20,82$ kPa-ra adódott. Ezt követően a mérési eredményeket a $\sigma = 0$ kPa, $\tau = 20,82$ kPa ponttal kiegészítve ábrázoltam. Eltérő tömegszázalékú erősítő anyag esetén az 5. ábra mutatja a nyírószilárdság értékeit a normálfeszültségek függvényében. A diagramon a sötétkék vonal a vízszintesen, a rózsaszínű a 45° -os szögben, a citromsárga pedig a 90° -os szögben beépített minta eredményeit mutatja. A fekete vonal az eredeti, erősítés nélküli minta Coulomb-egyenes, míg a világoskék annak eltolása E értékkel τ irányába.

Papír erősítés alkalmazásakor a tendencia azonos volt, csak a mérési értékek változtak. Mint látható, $\sigma > 100$ kPa esetén az E erősítés értéke állandó maradt, 0 – 100 kPa között pedig közel lineárisan nőtt. Az ábrán jól látható, hogy az erősítés mértéke 45° -os elrendezés esetén közelítőleg a fele volt a 90° -os elrendezésének. A vízszintesen beépített erősítő elemek nem növelték jelentősen a minták nyírószilárdságát a beépített szálak mennyiségének növelésével sem. Kétdimenziós esetekben is ilyen jellegű összefüggéseket kaptam.

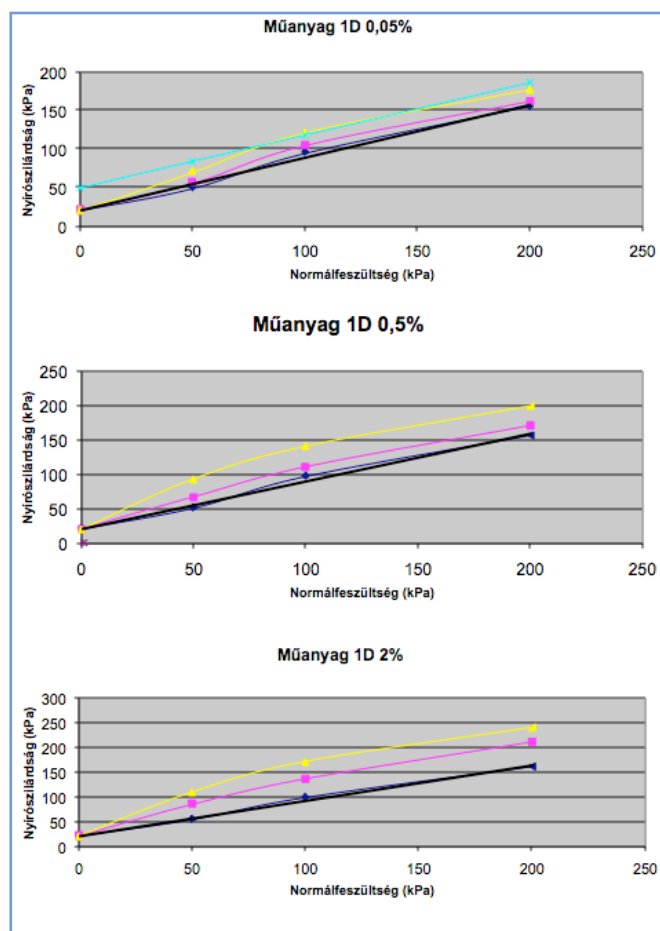
Az eredmények alapján megállapítható, hogy egydimenziós erősítő anyagok alkalmazásakor az erősítést okozó szál anyaga nem befolyásolja jelentősen az eredményeket, azaz a műanyag és a papír szálak is hasonló módon viselkedtek. Ennek oka, hogy vonalszerű elemek esetén a felületi kialakítás hatása nem igazán



4. ábra: Egy- és kétdimenziós erősítő anyagok (műanyag és papír) közvetlen nyírókísérlethez

1. táblázat: Hulladékok nyírószilárdságának meghatározása az erősítő szálak tömegszázaléka és azok nyírási sikkal bezárt szöge alapján (1D)

Nyírási sikkal bezárt szög, α	Műanyag (1D)	Papír (1D)
	$\sigma > 100 \text{ kPa}$	
0°	$\tau = \sigma \cdot \text{tg}(\varphi) + c$	$\tau = \sigma \cdot \text{tg}(\varphi) + c$
45°	$\tau = \sigma \cdot \text{tg}(\varphi) + c + \frac{(247 \cdot x + 303)}{2}$	$\tau = \sigma \cdot \text{tg}(\varphi) + c + \frac{(282 \cdot x + 243)}{2}$
90°	$\tau = \sigma \cdot \text{tg}(\varphi) + c + (247 \cdot x + 303)$	$\tau = \sigma \cdot \text{tg}(\varphi) + c + (282 \cdot x + 243)$
$\sigma < 100 \text{ kPa}$		
0°	$\tau = \sigma \cdot \text{tg}(\varphi) + c$	$\tau = \sigma \cdot \text{tg}(\varphi) + c$
45°	$\tau = \sigma \cdot \text{tg}(\varphi) + c + \frac{\sigma}{100} \cdot \frac{(247 \cdot x + 303)}{2}$	$\tau = \sigma \cdot \text{tg}(\varphi) + c + \frac{\sigma}{100} \cdot \frac{(282 \cdot x + 243)}{2}$
90°	$\tau = \sigma \cdot \text{tg}(\varphi) + c + \frac{\sigma}{100} (247 \cdot x + 303)$	$\tau = \sigma \cdot \text{tg}(\varphi) + c + \frac{\sigma}{100} (282 \cdot x + 243)$



5. ábra: A nyírószilárdság alakulása a normálfeszültségek függvényében 1D műanyag erősítés alkalmazásával

tud érvényesülni, a papír és a műanyag húzószilárdsága között pedig a vizsgált esetben nem volt jelentős különbség. Ezt a jelenséget az is magyarázhatja, hogy a vizsgálatot alacsony víztartalmú hordozó közegben végeztem el, ahol a papír felpuhulása,

elázása és lebomlása nem következett be. Célszerű lenne a jövőben eltérő víztartalom és degradációs állapot mellett is elvégezni a vizsgálatokat.

Kétdimenziós elemek esetében a papír erősítés hatása jelentősebb volt, mint a műanyag hatása. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy nagy kiterjedésű (lapszerű) elemeknél a felületi kialakítás hatása jóval erősebben érvényesül, mint vonalszerű (1D) alkotóknál. A gyűrődő papír érdesebb felületébe a környező hulladékszemcsék bele tudtak kapaszkodni, ami jelentősen megnövelte a közeg elmozdulással szembeni ellenállását. A műanyag lapok azonban sima felszínükkel nem tudtak kötéseket kialakítani a környező elemekkel, csak az élük mentén tudtak ellenállást kifejteni. 2D esetben tehát, – az 1D-nél tapasztaltaktól eltérően – az erősítés anyaga befolyásolta a minta nyírószilárdságának alakulását.

Mindezek alapján megállapítható, hogy a szálerősítés beépítése minden esetben a kohézió jelentős emelkedését vonta maga után. Az erősítő anyagok által felvett húzóerő valóban mint kohéziós többlet jelentkezik a hulladéktestben. A laboratóriumi mérések eredményei alapján papír és műanyag erősítések esetére is meghatároztam az általam vizsgált hulladékminták nyírószilárdságát leíró összefüggéseket, amelyeket egydimenziós esetre az 1. táblázatban foglalkok össze.

Kétdimenziós esetre is meghatároztam a hulladékminták nyírószilárdságát leíró összefüggéseket, amelyeket a 2. táblázatban foglalkok össze.

Az egyenletekben x az erősítő szálak mennyisége tömegszázalékban. A fenti táblázat segítségével adott normálfeszültség mellett, az erősítő elemek tömegszázalékának figyelembevételével határozható meg egy hulladékminta nyírószilárdsága. Mindezt a nyírási síknak az erősítő elemekkel bezárt szögének (α) függvényében is ki tudjuk számítani. Az eredmények alapján feltételezhető, hogy E értéke α függvényében lineárisan változik. A táblázat segítségével back-analízisek is elvégezhetőek, ahol a csúszólap szögét ismerjük, így α a vízszintes lerakási technikából adódóan könnyen kiszámítható. Ezen eredmények természetesen csak az

2. táblázat: Hulladékok nyírószilárdságának meghatározása az erősítő szálak tömegszázaléka és azok nyírási síkkal bezárt szöge alapján (2D)

Nyírási síkkal bezárt szög, α	Műanyag (2D)	Papír (2D)
	$\sigma > 100$ kPa	
0°	$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c$	$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c$
45°	$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c + \frac{(306 \cdot x + 49)}{2}$	$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c + \frac{(365 \cdot x + 585)}{2}$
90°	$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c + (306 \cdot x + 49)$	$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c + (365 \cdot x + 585)$
$\sigma < 100$ kPa		
0°	$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c$	$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c$
45°	$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c + \frac{\sigma}{100} \cdot \frac{(306 \cdot x + 49)}{2}$	$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c + \frac{\sigma}{100} \cdot \frac{(365 \cdot x + 585)}{2}$
90°	$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c + \frac{\sigma}{100} (306 \cdot x + 49)$	$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c + \frac{\sigma}{100} (365 \cdot x + 585)$

általunk vizsgált hulladékokra vonatkozhatnak, de a hazai lerakási és előválogatási viszonyok mellett, más hulladékoknál is hasonló jellegű összefüggések feltételezhetők.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A fenti vizsgálatok igazolják, hogy a hulladéktestben megtalálható erősítést okozó anyagokat az állékonyságvizsgálatok során nem szabad elhanyagolni, hiszen a feltételezettnél jóval nagyobb talajfizikai paraméterekkel dolgozhatunk. Az így számított csúszási felületek jellemzően a talpponttól jóval hátrább alakulnak ki, sokkal nagyobb hulladéktömeg elmozdulását eredményezve. Mivel a hulladékban levő, húzást felvevő szálak egymással összekapcsolódva, hálót alkotva magukkal rántják a mögöttük levő hulladéktestet is, a gyenge síkok valós helyzete máshova kerül, mint azt korábbi ismereteink alapján feltételezhettük. Vizsgálataim alapján hulladéklerakók állékonyságvizsgálataihoz javaslom a hulladéktest részletes, előzetes laboratóriumi vizsgálatát, a hulladék összetételének pontos meghatározását, amivel az erősítő anyagok mennyiségére, kiterjedésére és anyagára lehet következtetni. Mindezek figyelembevételével a csúszólapnak a nyírási síkkal bezárt szögét feltételezve (jellemzően 45° környezete) a fenti táblázatokhoz hasonló összefüggésekkel a hulladéktest nyírószilárdsága meghatározható.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Blight, G. E. (2006): A survey of lethal failures in municipal solid waste dumps and landfills, 5th International Congress on Environmental Geotechnics, Thomas Telford, London, pp. 13–42.
- [2] Dixon, N., Langer, U. (2006): Development of an MSW classification system for the evaluation of mechanical properties. Waste Management 26(3) pp. 220–232.
- [3] Kölsch, F. (1995): Material values for some mechanical properties of domestic waste. Fifth International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy. pp. 711–729.
- [4] Kwak, H. G., Filippou, F. C. (1990): Finite element analysis of reinforced concrete structures under monotonic loads.

Report No. UCB/SEMM-90/14, Department of Civil Engineering, University of California, Berkeley, USA, p.120.

- [5] Lamborn J. (2009): Characterisation of municipal solid waste composition into model inputs. Hydro-Phisico-Mechanics of Wastes, 3rd International Workshop, Germany.
- [6] Stark, T. D., Eid, H. T., Evans, W. D., Sherry, P. E. (2000): Municipal solid waste slope failure – II: Stability analysis. ASCE Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 126 (5), pp. 408–441.
- [7] Szabó I. (2007): Gazdaságos alternatív zárószigetelési rendszerek vizsgálata. OTKA zárójelentés T 043179, Miskolc
- [8] Varga G., Czup Z. (2010): Hulladéklerakók véges elemes vizsgálatai. GTM (Gazdasági Tükörcsopott Magazin) 2010. X. évf. p. 52–53.

SUMMARY

IMPACT OF REINFORCEMENT ELEMENTS ON THE SHEAR STRENGTH OF LANDFILLS

There are many geotechnical aspects to landfill designs. In order to analyze long term behaviour of landfills it is a common practice to compare the results of field evaluations and laboratory tests with results coming from back analysis. In the analysis of long term behaviour of landfills, slope stability analysis plays a major role. There have been numerous significant creeps and slope failures in the waste body, which had caused serious damage to the gas and leachate system making them unusable. Therefore, to minimize such risk the shear strength of stabilized waste needs to be better defined in order to provide appropriate input for examination of landfill stability. The application of waste slope failures back analysis calculated with traditional soil mechanical methods resulted wrong failure surfaces and safety factors. This contradiction motivated researchers to better understand the structure of waste body. In this research we made laboratory tests with reinforced waste to define the impact of the reinforcing elements to shear strength of waste. The amount, the material and the dimension of reinforcing elements have been changed.

VÍZÁTERESZTŐ ASZFALT

WASSERDURCHLÄSSIGER ASPHALT. DAV DEUTSCHER ASPHALTVERBAND E.V. BONN, 2007
DR.-ING. STEFAN BÖHM, DIPL.-ING. PETER BREITBACH, DIPL.-ING. VIKTOR ROOT, DIPL.-ING. TIM WALLRABENSTEIN

Németországban 1998-ban jelent meg Merkblatt a vízáteresztő aszfaltokról. Azóta a tapasztalatok alapján az előírások finomítására nyílt lehetőség.

Vízáteresztő aszfalt építése olyan helyeken lehet indokolt, ahol az altalaj vagy a talajvíz elszennyeződését kell elkerülni. Ilyen helyek lehetnek: lakóparkok gyűjtőútjai, hozzájáró utak, parkolóhelyek, kerékpár- és gyalogutak legfeljebb személyautó/terhelésre. Követelmény a $k = 5,4 \cdot 10^{-5}$ m/s áteresztő képesség. Ugyanez a követelmény a pályaszerkezet alatti altalajnál is 1,0 m mélységig. Ha az altalaj nem vízáteresztő, akkor szivárgó építésével kell a vizet elvezetni.

A kőváz legnagyobb szemmérete 5, 8, 16, 22 mm. A zúzottkő Los Angeles értéke: LA²⁰. A négyórás árasztás utáni CBR-érték legalább 50% legyen.

A beépítés statikus nehéz hengerrel történik, vibrálni tilos. Néhány pályaszerkezeti felépítés:

Gyalogoszóna	Gyűjtőút
3 cm WDA DL	3 cm WDA 8 DL
9 cm WDA 22 TL	11 cm WDA 22 TL
12 cm zúzottkő alap	14 cm zúzottkő alap
E_s az alaprétegen ≥ 120 MPa	E_s az alaprétegen: ≥ 150 MPa

Az aszfaltkeverék – mint különlegesség – CE-jelzetet nem igényel.

B.T.

BESZÁMOLÓ A NÉMET ÚTÜGYI NAPOKRÓL

KAMARÁS CSILLA¹

BEVEZETÉS

A német nyelvterület legrangosabb közúti szakmai rendezvényét, a hagyományosan két évente megrendezésre kerülő Német Útügyi Napokat idén 2010. szeptember 15–17. között tartották Mannheimben.

A rendezvényt a kölni illetve berlini székhelyű Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (FGSV) – Út- és Közlekedésügyi Kutatótársaság szervezte, amellyel a Magyar Útügyi Társaság évtizedek óta szoros szakmai kapcsolatot tart fenn.

Az előadások két fő téma köré szerveződtek, az egyik a *Verkehr* (közlekedésnek, forgalomnak fordíthatjuk) a másik a *Bau* (építés). Egyidőben ebben a két téma szerinti két szekcióban folytak az előadások, ezért az érdeklődési körünknek megfelelőket könnyen meghallgathattuk.

A konferenciához szakkiállítás is tartozott, hét országból 145 kiállító mutatta be a termékeit. A rendezvény a szakkiállítás megnyitásával kezdődött.

A megnyitót Dr. Dipl.-Ing. Wennemar *Gerbens*, az FGSV elnöke tartotta. Őt követte Rainer *Bomba*, a Szövetségi Közlekedési, Építési és Városfejlesztési Minisztérium államtitkára. Köszöntőt mondott Gf. Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang *Paul*, a berlini Út- és Mélyépítés Szakcsoporttól, Dr. Peter *Kurz*, Mannheim főpolgármestere, MDir. Bernhard *Bauer* a tartományi Környezet-, Természetvédelmi és Közlekedési Minisztérium vezetője. Ezt követően a hagyományoknak megfelelően szakmai elismerések, díjak kiosztása történt.

A 2010. évi, 1986 óta immár a tizenötödik Német Útügyi Napok rendezvényen tizennégy országból érkezett (német, svájci, osztrák, lichtensteini, holland, olasz, belga, szlovén, magyar, lengyel, görög, finn, orosz, francia nemzetiségű) körülbelül ezer közutas szakember vett részt.

További információk: www.fgsv.de

Az általam meghallgatott előadások (elsősorban a forgalom szekcióban elhangzottak érdekeltek) közül ismertetek néhányat röviden.

KÖZÚT KIALAKÍTÁSA BEÉPÍTETT TERÜLETEN – AZ ÚJ ESG 2011

Dr.-Ing. Harald *Heinz*, HJP, tervező, Aachen

Az előadó az ESG 2011, új műszaki előírást ismertetve kiemelte az építészeti kultúra, a minőségbiztosítás, a tervezésben való széleskörű részvétel, és az igények felmérése együtt kezelésének fontosságát. Beszámolt az egyedi terek tervezésének, és az éjszakai megvilágítás javasolt megoldásairól is.

KÖZÚTI TEREK NAGY TARTÓZKODÁSI ÉS ÁTKELÉSI SZÜKSÉGLETEKKEL – AZ ÚN. SHARED SPACE – TERVEZÉSI TAPASZTALATAI ÉS MÁS AKTUÁLIS LEHETŐSÉGEK BEMUTATÁSA

Dr.-Ing. Reinhold *Baier*, BSV Város- és Közlekedéstervezési Iroda, Aachen

A közlekedésbiztonságot, teljesítőképességet szem előtt tartva, városias kialakítású közlekedési tereknél alkalmazott elv a Shared Space. Gyakorlati példákon keresztül mutatta be, hogy a különböző közlekedők miként használhatják ugyanazt a közlekedési teret, felületet. Ismertetett néhány jó és néhány rossz példát az akadálymentes közlekedési megoldásokra is.

AKADÁLYMENTES KÖZLEKEDÉSI LÉTESÍTMÉNYEK

Dr. Dipl.-Geogr. Markus *Rebstock*, Erfurti Szakfőiskola Közlekedés- és Területfejlesztési Intézete

Előadásában a német jogszabályoknak megfelelő, 2002. májusa óta érvényben lévő törvény alapján megvalósított akadálymentes közlekedési létesítményeket, terveket ismertette.

AZ ORSZÁGOS KÖZUTAK SZABÁLYOZÁSI ELVE – ÚJ ÉPÍTÉS ÉS FENNTARTÁS

Ltd. RBDi. Dipl.-Ing. Dirk *Griepenburg*, Tartományi Útüzemeltetés, NRW, Területi Telephely, Münsterland, Coesfeld

Az Európai Bizottság célkitűzésének megfelelően, a közlekedésbiztonság jelentős javulásának elérése érdekében szükséges a műszaki paraméterek meghatározása, egyértelmű szabályozása. Kevesebb útkategória meghatározásával, az útkategóriák közti különbségek egyértelmű definiálásával, az úthasználók számára a kategóriának megfelelő viselkedésre ösztönzéssel segíthetjük ezt elő. Elvárás a már számos európai országban alkalmazott „önmagukat magyarázó utak” szabályozása az országos közutak tervezési irányelveinek (RAL) kidolgozásánál. Négy tervezési osztály került kidolgozásra az integrált hálózati irányelvben (RIN).

AZ INTELLIGENS UTAKHOZ VEZETŐ ÚTON – KOOPERATÍV RENDSZEREK A PIACRA LÉPÉS KÜSZÖBÉN

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Fritz *Busch*, Műszaki Egyetem, München, Közlekedési Intézet

A jövőbeli intelligens közlekedési rendszerek célja az épített közlekedési infrastruktúra használatának, a közlekedés lefolyásának segítése, a környezetvédelem és a közúti közlekedésbiztonság javítása. Az együttműködésre készség azonban nem újdonság, húsz éve folynak kutatások, és létrejönnek piacilag is sikeres kooperatív megoldások a közlekedésszervezésben. Ma különösen a kommunikációtechnológia fejlődésével a járműbefolyásolásban, a környezet állapotának és a járművek jellemzőinek megismerésében

¹ Okleveles építőmérnök, műszaki osztályvezető, Nemzeti Fejlesztési Ügynökség, Közlekedési Operatív Programok Irányító Hatósága; e-mail: csilla.kamaras@nfu.gov.hu

résében folynak a kutatások. Az Európai Bizottság 2008-as akciótervét 2010. júniustól az intelligens közlekedési rendszerekről szóló direktíva követte.

ÜZEMIDŐ ÉS BIZTONSÁG A JELZŐLÁMPÁS VEZÉRLÉSZNÉL

Dipl.-Ing. Jörg *Ortlepp*, Német Biztosítótársaságok Egyesülete

A 2010-ben megjelent német jelzőlámpás irányelv szerint jelzőlámpás szabályozás telepítésének indoka a közlekedésbiztonság és a közlekedéslétfolyás minőségének javítása lehet. Hasonlóképpen a jelzőlámpa éjszakai folyamatos üzemelését biztosítani kell, ha azzal az éjszakai balesetek megelőzhetőek.

Tapasztalataik szerint egyes csomópontokban nagy balra kanyarodó forgalom esetén külön kialakítható kanyarodó fázissal akár a felére csökkenthetőek a baleseti költségek. (Ez forgalomfüggő vezérlést tételez föl, amely Németországban nagyrészt megvalósult.)

TEHERGÉPJÁRMŰVEK PARKOLÓRENDSZEREINEK KONCEPCIÓJA

Dipl.-Ing. Jessica *Kleine*, RR z. A., Dipl.-Ing. Rainer *Lehmann*, Szövetségi Közúti Intézet, Bergisch Gladbach

A hiányzó teherparkoló-kapacitások, különösen az éjszakai órákban komoly közlekedésbiztonsági problémákat okoznak.

A járművezetők parkolók foglaltságáról különböző eszközökkel (VJT, GPS) történő tájékoztatása mellett a telematikai rendszerek-

kel a járműveket már beérkezéskor egymás után sorba rendezve, arra a helyre irányítják, ahonnan a tervezett kihaladási időben akadályoztatás nélkül elhagyhatják a parkolót. A tapasztalatok alapján a dinamikus forgalomirányítással egy-egy sorba parkoltatott járművek 30%-kal kevesebb területet igényeltek.

KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA AZ ÚTÉPÍTÉSI TECHNOLÓGIÁRA ÉS ALKALMAZKODÁSI STRATÉGIÁK

ORR Dr. agr. Udo *Tegethof*

A nemzetközi klímaváltozás-előrejelzések szerint az elkövetkező évtizedekben jelentős éghajlati változások várhatóak. Előreláthatólag 2050-ig nyáron 1,5–2,5 °C és télen 1,5–3 °C hőmérséklet-emelkedés prognosztizálható. A helyi időjárási tapasztalatok ismeretében kell az út- és hídüzemeltetésben, illetve a fejlesztések során az időjárási körülményeknek legmegfelelőbb műszaki megoldásokat választani. Például azokon a helyszíneken, ahol az esőzések gyakoriak, különös figyelmet kell a nyomvályúk megszüntetésére, a megfelelő burkolat választására fordítani.

SUMMARY

ASPECTS OF SELECTION OF PAVEMENT TYPES IN THE NATIONAL ROAD NETWORK

The paper describes the various aspects influencing the choice of pavement types, including the road type, heavy traffic volume, maintenance requirements and life cycle costs. Application possibilities of asphalt and concrete pavements are discussed. The author emphasises the requirements for long-life pavements.

folytatás a 23. oldalról

- [16] KTI: A 44. út Békéscsaba–Gyula közötti kísérleti szakaszok élettartam-vizsgálata. A 245-3003-3-4. sz. téma zárójelentése. Bp. 2005
- [17] U.S.A Department of Transportation, Federal Highway Administration: Long-Life Concrete Pavements in Europe and Canada. Washington DC., 2007
- [18] Dr. Ambrus K., dr. Galuska J., dr. Gáspár L., dr. Keleti I., dr. Pallós I., dr. Török K.: Aszfaltburkolatú autópályák minőségbiztosítási rendszeréhez történő hozzájárulás. KMÉSZ 2009. 7. szám
- [19] Dr. Keleti I.: Az aszfaltkeverékek hőmérsékleti szétosztályozódása. A probléma megoldására adott amerikai válasz. Az Aszfalt. 2000. 4. Bp.
- [20] Karsainé Lukács K., Bors T.: Betonburkolatú kísérleti útszakaszok építése és állapotmegfigyelése. 3/1. és 3/2. rész. Útburkolat felújítása vékony betonréteggel. Beton. 2008. február és március. XVI. évf. 2. és 3. szám
- [21] Karsainé Lukács K., Bors T.: Vékony betonréteggel felújított útburkolat állapota. Beton. 2010. Január. XVIII. évf. 1. szám
- [22] MAÚT: Útpályaszerkezetek tervezése. Tervezési útmutató. Kiadás alatt
- [23] Rolt, J.: Long-Life Pavements. PA3736/01 ROLT, J (2001). The World Bank Regional Seminar on Innovative Road Rehabilitation and Recycling Technologies, Amman, Jordan, 24–26 October 2000.
- [24] NCHRP: Guide for Mechanistic-Empirical Design of new and rehabilitated pavement structure. Submitted: ARA Inc ERES Consultants Division 505 West University Avenue, Champaign, Illinois, 61820. March 2004.
- [25] Park, H. et al.: Determination of the layer thickness for long-life asphalt pavements. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 791–802, 2005.
- [26] Ferne, B.: Long-life pavements – a European study by ELL-PAG International Journal of Pavement Engineering. January 2006.
- [27] U.S.A Department of Transportation, Federal Highway Administration: Long-Life Concrete Pavements in Europe and Canada. Washington DC., 2007.
- [28] California Dept. of Transportation: Long-life Pavement Rehabilitation Strategies (LLPRS). 2010.
- [29] Beuving, E.: EAPA az európai aszfaltipar szolgálatában. Az Aszfalt. XV. évfolyam 2010/1. szám
- [30] Karoliny M.: Mítoszok és valóság a magyar aszfaltiparban. Az aszfaltszerkezetek korai keréknyomairól. Az Aszfalt. XV. évfolyam, 2010/1. szám

VÁLASZ DR. SZAKOS PÁL FELVETÉSEIRE

DR. RIGÓ MIHÁLY¹

A Közlekedésépítési Szemle 2010. októberi 10. számában megjelent nagyon hasznos véleményt ezúton is köszönöm. Annak érdekében, hogy ennyivel ne érjen véget a téma, szeretnék a felvetésekre válaszolni.

1. A felújítás fogalmának „pontatlan” használata. Lehet a felújítás fogalmát úgy is értelmezni, ahogyan dr. Szakos úr írja. Azonban az érvényes útügyi műszaki előírásaink a felújítás fogalmát ettől eléggé eltérő tartalommal is használják, szinte majdnem minden csak attól függ, hogy melyiket vesszük elő. Pl. az e-UT 03.01.11 szerint a felújítás a burkolat „rendbetétele abból a célból, hogy a létesítmény az eredeti állapotának feleljen meg.” Ebbe minden belefér. Az e-UT 08.00.21 lényegében ugyanezt a tevékenységet már fenntartásnak nevezi, ugyanis szerinte a „Burkolatfenntartás: Az útburkolat minőségének szinten tartásával kapcsolatos tevékenység.” Ez nagyon szimpatikus definíció. Az e-UT 09.02.11 a karbantartást a nagysághoz, pontosabban a kicsiséghez köti, mintha itt már a méret számítana. A karbantartás definíciójában ugyanis benne van (a lábjegyzetben az), hogy 50 fm és 300 m² a határa. A mi ún. nagyfelületű munkáinknál (mint a nevében is benne van) ennél jóval nagyobbak a beavatkozási felületeink, tehát e szerint nem minősülnek karbantartásnak, ellentétben azzal, amit dr. Szakos úr ír. De egyéb zavarok is vannak az ÚME-ok definícióiban. Az e-UT 08.00.21 szerint van felújítás, fenntartás, helyreállítás és karbantartás. Ha ezek definícióiból kivesszük az ismétlődő visszatérést, a forgalombiztonság és a használói igények javítását, a természetes leromlás ellensúlyozását – mivel mindegyik beavatkozásunk ezt akarja – az előbbi fogalmak kiürülnek, egymással majdnem azonosra, tehát elkülöníthetetlené válnak. Megjegyzem: a nagyfelületű javításokat hosszú hónapokon át tervezzük! Tehát ez sem lehet megkülönböztető ismérv. Az általam írt egyrétegű aszfalt az e-UT 09.02.11 szerint lehet felújítás is és helyreállítás is.

A profiljavításként használt egyrétegű aszfalt nem növeli a pályaszerkezet teherbírást? Az e-UT 08.02.11 1–3. táblázatai szerint a lokális pályaszerkezet-csere, a felületi bevonat egyszer karbantartás, máskor helyreállítás. A profiljavítás egyrétegű aszfalttal helyreállítás, de ha ugyanezt egyrétegű erősítésnek nevezzük, akkor felújítást végzünk? Az újrafelhasználás is lehet helyreállítás is, és lehet felújítás is. A meglévő pályaszerkezet valamely rétegének javítása, cseréje az 5.3.2. pont szerint felújítás! Még érdekesebb a helyzet, az bevonat az Országos fő- és mellékutak felújítási és fenntartási munkáihoz szükséges tervezések egyedi szabályai című tervezési segédletet. Mivel a címben benne van a fenntartás, ez mindenfajta javításra vonatkozik. Ezen anyag szerint felújítási technológia a felületi bevonat és a profiljavítás is, melyet a Szakos úr által idézett ÚME nem fogad el.

Valószínű, hogy ezek után nem lehet véletlen az, hogy az ÚME-oknál magasabb rendű 6/1998. (III. 11.) KHVM-rendelet az országos közutak kezelésének szabályozásáról nem használja az előbbi fogalomturmixot, kavalkádot. Egyszerűen csak tisztításról (azaz téli munkákról), üzemeltetésről és fenntartásról beszél. Nem lehet az, hogy az ÚME-ok ellentétesek a rendelettel? Mindenesetre a rendelet mindennél tisztábban fogalmaz, és főleg kategorizál, melyet átvenni javaslok.

A közutas napi gyakorlatban egyszerűbb az elkülönítés. Amit az üzemeltetők végezhetnek az a karbantartás, amit kivitelező, az felújítás. Régen kátyúztak az üzemeltetők, ma ezt a munkát is megkapják a kivitelezők, ezt némi eufémiával nagyfelületű javításnak kereszteltük el.

Én évekkkel ezelőtt leírtam az egyik cikkemben a fogalmaink körüli káoszt, de akkor senkit sem érdekelt. A legutóbbi dolgozatomban azonban nem a névhasználat a lényeg! Ebben felújításnak neveztem mindazon munkákat, amelyet kivitelező végez, amelyre szerződést kötünk. A lényeg a szerződésen van. Ha kell, és ha ez a kettőnk közötti érdemi vitát elősegíti, nevezzük ezeket a szerződéseket fenntartási szerződésekknek, mert ez takarja a fogalmat legjobban, vagy nevezzük bárminek. Kérem, hogy ne a szerződés címével foglalkozunk, hanem a tartalmával.

2. Teljesen egyetértek Szakos úr írásának azon részeivel, ahol az alulfinanszírozásról, azaz a pénztelenségről és ezek következményeiről ír, de ennek nem látom kapcsolatát a szerződéseinkkel. A dolgozatomban én is írtam a sok szereplőről, beleértve természetesen a megrendelőt is. Mindenkinek részt kell venni a jobbítási folyamatban, ebben sincs a véleményünkben különbség. Ez a sokak által végzett munka elvezethetne a jobb szerződéshez.

3. A nyomvályú valóban örökzöld téma, és az is marad, ha nem teszünk semmit. Természetesen bármilyen – az általam írtnál jobb – nyomvályumérési módot elfogadok. Nem az a lényeg, hogy mivel mérjük, hanem az, hogy mérjük! Az ÚME szerint sajnos ma nem kötelező igazolni azt, hogy a beépített aszfalt azonos azzal, amit a keveréktervben beígért a kivitelező.

Elfogadható az, hogy a keveréktervben beígért $\epsilon = 1,9$ -es deformációérték helyett 24-es lett a beépített anyag? Ez két különböző anyag! Egy jobb és egy lényegesen rosszabb. Mi a rosszabbért annyit fizetünk, mint a jóért, az adófizető pénzből, mely jó üzlet egyfelől, de nagyon rossz a másik oldalnak. Védhető az, hogy félmilliárd Ft-ot fizetünk egy rövid szakasz aszfaltozása után csak azért, hogy a nyomvályú 13 cm-rel magasabb szinten ismét előálljon? A nyomvályú ellen is hatékony orvosság lenne a jó szerződés. Beszéljünk tehát a lényegről, a szerződésről!

4. Hogyan zajlik egy átlagos folyamat? A közbeszerzési eljárás során, a kérdés-felelet időszakban, nem vagy kevés kivitelezői kérdések érkeznek. Pedig itt lehetne a kivitelezők által elutasítani a tervezett anyagokat, technológiákat, garanciális időszakot. Lehetne jelezni a rövid időn belül várható bajt, hiszen évtizedek óta ezen a vidéken építgetnek utakat.

A kivitelezőnek joga van a helyszínt megtekinteni, ott bármilyen vizsgálatot végezni, a korábbi tapasztalatokat összegyűjteni, de ezek általában nem történnek meg. Majd a kivitelező önként aláír egy szerződést, de bízik a szerződésbe beépített kiskapukban, melyekkel pénzköltést úszhat meg.

A rossz minőség nyilvánvalóvá válása után jönnek a szokásos magyarázatok, melyekkel több kötetet tele lehetne írni. Lehet, hogy

¹ Okleveles erdő- és okleveles építőmérnök; e-mail: dr.rigo.mihaly@t-online.hu

a szerződéses feltételek betarthatatlanok, és ráadásul a kivitelező kényszerből bármit elfogad?

Mit ér a rossz minőségű munka után a kivitelező által felkínált részletes pályaszerkezet-vizsgálat, amely persze kiterjed az alsóbb rétegekre is? Majd ezek után tesz a kivitelező úgymond „szakmailag korrekt” javítási technológiát, amely persze újabb pénzébe fog az adófizetőnek kerülni, és az eredmény ugyanúgy kétséges marad. Ezután megint tesz majd „szakmailag korrekt” javaslatot? Meddig, hol lesz a folyamat vége? Nem nyilvánvaló az, hogy ezzel a garanciális kötöttségekből kíván menekülni? Nagyon nagy baj az, hogy a megrendelő nem tudja megfogalmazni és előre rögzíteni a szerződésbe azt, hogy a garanciális időszak végére milyennek kell lenni a műnek! Eredményelvűség! Mi a természetes romlás, és mi a szakszerűtlen munka következménye? Azonos a kátyúzás és a hideg remix elvárható élettartama? Nyilván nem, a szerződéseinkben azonban igen.

Vita, vita, alku, alkalmankénti egyedi felső vezetői döntés, az „ellenfél” ellehetetlenítése, szakértelmének lenullázása, kiiktatása a megoldási skála. Pedig csak egy egyszerű műszaki problémáról van szó.

5. Beszéljünk a szerződésről! Ha a kivitelező maradéktalanul betartotta a szerződést – a mennyiség és a minőség tekintetében is – és mégis van meghibásodás, maradó alakváltozás, akkor az már nem az ő felelőssége. A garancia, jótállás (kérem, most ne-hogy ezek definíción vitázzunk) csak a kivitelező által aktuálisan végzett munkára vonatkozzon, azaz csak amire szerződött. Ennek semmi köze a nagyvonalúan megajánlott utólagos pályaszerkezet-vizsgálatnak, a már ezerszer elsütött „alsóbb rétegek hibájá”-nak, sem az özőnvíznek, sem a trójai háborúnak.

Elemi dolog lenne az, ha a szerződés szerinti minőségről és mennyiségről mindig lenne módunk meggyőződni.

Ma nyugodt lehet a kivitelező abban, hogy a szerződés pontatlansága miatt érdemi garanciális munkát nem kell végeznie, és ezzel sokat spórol. És az adófizető?

6. Sokan nem látnak hathatós beavatkozási lehetőséget addig, amíg kevés a pénz. Valójában azonban ez a kevés pénz is nagyon sok akkor, ha eredmény nélkül elfolyik. Eredmény alatt a tartósságot értem. Miből gondoljuk azt, hogy a társadalom egyszer nem fogja számon kérni az adófizetői pénzek ilyen módon való elherdálását? Hogyan igazoljuk a társadalomnak, hogy jól sáfárcodtunk az adófizető pénzével, ha a drága munkáknak nincs tartóssága? Félmilliárd forintba kerül pár kilométernyi aszfalt. Hány adózó befizetése kell ahhoz, hogy ez kifizethető legyen? Hány adófizető befizetése válik értelmetlenné egy rosszul sikerült munkánál? A beruházónak és az adófizetőnek előnytelen útfelújítási, útfenntartási szerződés lecserélése társadalmi érdek.

Fentiek alapján kérem tisztelettel, hogy a továbbiakban a szerződéseinkről szóljon a vita!

SUMMARY

REACTION TO THE COMMENTS OF DR. SZAKOS

The response refers to the comments regarding the “result-based” (or output-based) contracts on the field of pavement reconstruction works (originally published in June 2010), by detailing the use and meaning of the professional phrase “renewal” in various technical specifications, issues of financing, rutting, the general praxis of public procurement procedures with the consequences of their “built-in” deficiencies, and last but not least the contractual issues: the conditions of contract are sometimes impossible to be complied with, but the Contractor is obliged to accept it fully if wishing to take part in the public procurement tendering procedure. When aiming at more transparent contractual conditions, the Client should be able to specify correctly the desired road condition at the end of the guarantee period, and the Contractor should not be kept responsible for failures if complying with all the contractual stipulations.

KÉZIRATOK TARTALMI ÉS FORMAI KÖVETELMÉNYEI

Folyóiratunk általában eredeti cikkeket közöl, az ettől való eltérést külön jelöljük. Kérjük szerzőinket, a kézirat leadásakor nyilatkozni, hogy a cikket máshol nem jelentették meg és nem adták le közlésre.

A megjelentetésre leadott kéziratokat a szerkesztőség tartalmi és formai szempontok alapján lektorál(tat)ja.

A cikkek javasolt terjedelme 4-8 nyomtatott oldal. Egy csak szöveget tartalmazó oldalon szóközzökkel együtt számítva mintegy 6000 karakter fér el.

Kérjük tisztelt szerzőinket, hogy a megjelentetni kívánt cikkek kézíratait a következő formában készítsék el:

A kézirat szövege önállóan, esetleges lábjegyzetekkel, ábra-, táblázat- és képhivatkozásokkal, a szöveg végén külön ábrajegyzékkel, *.doc formátumban, táblázatok és grafikonok külön-külön, *.doc vagy *.xls formátumban, ábrák, fényképek stb. külön-külön file-ban, nem a szövegbe beágyazva, *.xls *.tif, *.eps vagy *.jpg (300 dpi felbontással!) formátumban.

Az azonosíthatóság és kezelhetőség érdekében valamennyi táblázat, grafikon, ábra, fénykép sorszámmal és címmel legyen ellátva.

Kérjük, hogy a cikkhez egy 40-80 szó terjedelmű angol nyelvű kivonatot mellékelni szíveskedjenek.

Kérjük, hogy valamennyi szerző elérhetőségét (munkahely, postacím, telefon, fax, e-mail) tüntessék fel.

A kéziratokat e-mailen a felelős szerkesztő címére kérjük küldeni.

(szerk.)

HOZZÁSZÓLÁS DR. RIGÓ MIHÁLY: A TEHERBÍRÁS ÉS A PÁLYASZERKEZETEK KIVÁLASZTÁSÁNAK SZEMPONTJAI CÍMŰ DOLGOZATÁHOZ¹

DR. BOROMISZA TIBOR²

A szerző az útügyi műszaki előírásokban szereplő E modulus (MPa, N/mm²) nagyságával kapcsolatosan fogalmazott meg kérdéseket. Mint ismeretes, a Hooke-féle összefüggés szerint homogén, izotróp, *ideálisan rugalmas* anyagban egyenes arány van a feszültség (σ) és az alakváltozás (ϵ) között: $\sigma = E\epsilon$. Az arányossági tényező az E -, *Young-* vagy *rugalmassági modulus*, ami anyagállandó, értéke annál nagyobb, minél „merevebb” az anyag.

Az anyagok túlnyomó többsége nem ideálisan rugalmas, a Hooke-törvény legfeljebb bizonyos feszültségi (vagy alakváltozási) határok között érvényes, ezért a rugalmassági modulus kifejezés nem érvényes, helyette egyszerűen csak E -modulust említünk. A modulus meghatározási módszerétől függően egyéb elnevezéseket is használunk. A helyszínen (földművön, pályaszerkezeti rétegen) tárcsás vizsgálattal (MSZ 2509-3) meghatározott moduluszt ezért *teherbírási modulusnak* nevezzük, amit a Boussinesq-féle egyenletből integrálással vezettek le. Esetünkben erről van szó.

Meg kell még említeni, hogy a földműre épített kötőanyag nélküli (szemcsés) rétegnek *nincs saját modulusa*, amit a méretezésnél figyelembe veszünk, annak nagysága a *földmű modulusától függ* [1, 2]. Az összefüggésre szinte országoként más számítást alkalmaznak. (Ezek ismertetése túlmenne e cikk keretein, de példaként megemlíthető a következő általános összefüggés: $E_{\text{alap}} = kE_{\text{talaj}}$, ahol $k = 2 \dots 4!$) A leginkább elfogadott a Shell-féle méretezésnél (BISAR) használt egyenlet, ami *nem tesz különbséget* az alapréteg *anyagai* között:

$$E_{\text{alap}} = E_{\text{talaj}} h^{0,45}$$

ahol h a szemcsés alapréteg vastagsága.

A korrekt meghatározás szerint meg kell mérni a földmű E -modulusát, majd az alapréteg felszínén az E -modulust, majd az Odemark-féle egyenletből számítható a réteg modulusa. Ha figyelembe vesszük azt, hogy minden helyszíni mérés – még ismételt mérések esetében is – számos pontatlanságot tartalmaz, nyilvánvaló, hogy minden felvett vagy számított érték legfeljebb jó közelítő statisztikai átlagnak vehető.

Ebben az esetben hogyan mérjük a talaj és a réteg modulusát? Először a talajt, utána ráépítjük a réteget, ezután ezen mérünk, vagy először a rétegen, azután ezt elbontva a talajon?

Mindegyik mérést befolyásolja a tárcsa hatásmélysége. A tömörségről, víztartalomról nem is szólva. (Ami a talajnál a víztartalom, az az aszfaltnál a hőmérséklet.)

A rend kedvéért meg kell említeni, hogy a legtöbb országban eltekintenek a fenti összefüggéstől, hanem egyszerűen megadják az egyes anyagokra felvehető értéket. Egy korábbi cikkemben [2] értékeket adtam *hazai mérések alapján* homokos kavics, mechanikai stabilizáció és CK₁ alaprégekre.

Érzékenységvizsgálat szűrőpróbaszerűen: 200 mm-es rétegvastagsággal számolva, ha a talaj modulusa $E_{\text{talaj}} = 10$ MPa, a réteg saját modulusa $E_{\text{réteg}} = 100$ MPa, akkor a felszíni modulus értéke $E_{\text{felsz}} = 25,2$ MPa. Ha a rétegmodulus értékét a kétszeresére vesszük, akkor a felszíni modulus értéke $E_{\text{felsz}} = 32,1$ MPa, tehát 23%-kal több. Ugyanezen számítással, ha a talaj modulusa $E_{\text{talaj}} = 50$ MPa, akkor a felszíni modulus a rétegmodulus kétszeresével számolva mindössze 13%-kal lesz több.

E bevezető részt azzal lehetne lezárni, hogy a szemcsés anyagok „saját” E -modulusuk megadásánál a kompromisszum nem kerülhető el, a modulusok felvételénél túlzott pontosságra felesleges törekedni.

A cikkíró kérdéseit két fő csoportba lehet sorolni: Az egyik a javítóanyagok számításba vehető nagysága, a másik az útügyi műszaki előírások összehangolása.

1. A javítórétegre vonatkozó diagram: Tudva lévő, hogy a szemcsés rétegek teherbírási-növelő hatása szerény, ezért vastag réteget igényelnek. A diagram görbéinek saját E -modulusai: homokos kavics: 70 MPa, M20 mechanikai stabilizáció: 120 MPa, FZKA: 230 MPa, talajstabilizáció: 400 MPa, biztonsággal megfelelnek a hazai mért eredményeknek [2]. A görbék nem futhatnak be a 0 pontba, mert a technológiai minimum vastagságkorlátot szab.
2. A szerző több helyen felhossa a talaj $E = 40$ MPa és az „eltakarás” előtt elérendő modulus nagyságát. A méretezési ÚME világosan leírja, hogy a típus pályaszerkezeteket $E = 40$ MPa értékkel számították, építéskor magasabb értéket kell elérni, mert a teherbírási (pl. tavasszal) később lecsökkenhet. Arra is van utalás, hogy ha a *tükörszinten* a *javítóréteg alkalmazásával a teherbírási modulus a 80 MPa értéket megbízhatóan meghaladja, akkor az aszfalt összvastagsága 10 mm-rel csökkenhető*. A szerző által felvetett kérdések a figyelmes „elolvasó” számára nem merülnek fel.
3. A cikk lelkiismeretes gondossággal közli a különféle anyagok 1 cm-től elvárt teherbírási-javulást. Ugyanazt a célt ilyen formában is el lehet érni, vagy a jelenleg alkalmazott (előírás-szerű) formában.

¹ Megjelent a 2010. októberi számunkban

² tanácsadó, Magyar Közút Nonprofit Zrt.

4. Az egyes talajcsoportokban megkívánt minimális E -modulus azért különbözik talajfajtánként, mert mindegyik „mást tud”. (Vö. az ÚT 2-1.222-vel.) Ha az iszapos homokos kavicsnál $E=50$ MPa-t mérünk, akkor ez egy laza halmaz.
5. Abban igaza van a szerzőnek, amikor a hidraulikus kötőanyagú alapokra előírt aszfaltvastagságok vitathatók. Ezeket a vastagságokat olyan számítógépes programmal számolták, amely nem tudja jól kezelni a merev alapokat.

Megnyugtatásul: a méretezési utasítás átdolgozása folyamatban van, a szerzőnek köszönettel tartozunk azért, hogy néhány anomáliára felhívta a figyelmet. Ezeket az átdolgozás során figyelembe lehet majd venni.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Nemesdy E.: A zúzottkő alapok és kavicsalapok szerepe és hatékonysága az új útpályaszerkezetekben. Közlekedésépítés és Mélyépítés-tudományi Szemle, 1991 7. sz. pp. 241–253.
- [2] Boromisza T.: A kötőanyag nélküli burkolatalapokról. Közlekedésépítési Szemle, 2004. 2. sz. pp. 25–31.

SUMMARY

COMMENTS ON THE ARTICLE “BEARING CAPACITY AND PAVEMENT DESIGN”

The contribution refers to the article of dr. Rigó, published in October 2010 and focusing on the E2 moduli in Hungarian Technical Specifications. The main issues are grouped in two: the thickness of the possible improvement layers, and the internal harmonization of the relevant technical regulations. On the author's opinion the current updating of the technical regulation regarding pavement dimensioning gives the chance of incorporating the merits of the questions raised by the original article.

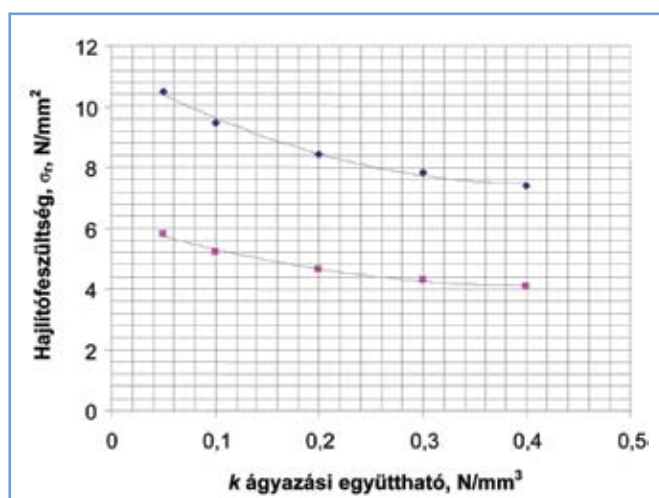
SUMMARY

IMPACT OF CHANGES IN PARTICLE SIZE DISTRIBUTION ON THE STIFFNESS OF ASPHALT MIXTURES (P. 24-) DR. ISTVÁN FI – CSABA TÓTH

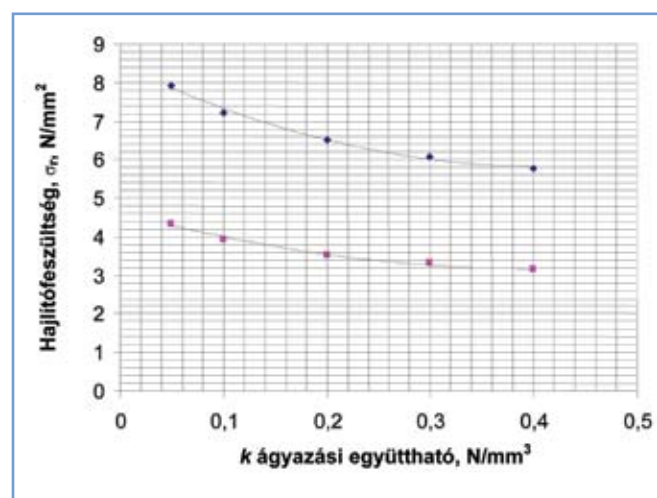
Nowadays the Witczak's model is one of the most commonly used procedures for predicting the stiffness of asphalt mixture. The results of the Hungarian test confirm that the Witczak's was more accurate than the widely used Shell-Bands process in the case of the tested mixture. The particle size distribution is also taken into account, so the model can be used at early stages of the design of mixture. The stiffness of the asphalt is not only predicted in a deterministic but also in a stochastic way. For the latter, the Monte Carlo method can help.

HELYREIGAZÍTÁS

Novemberi számunk 33. oldalán a két ábra feliratainak egy része lemaradt, ezért itt újra közöljük az ábrákat. A szerzőtől és az olvasóktól elnézést kérünk.



1. ábra: $h = 100$ mm betonburkolat-vastagság esetén a hajlítófeszültség értéke, (σ_r , N/mm²) szélső (felső görbe) és középső (alsó görbe) teherállásnál, ha nincs együttdolgozás az alapréteggel ($Q = 60\,000$ N)



2. ábra: $h^* = 120$ mm egyenértékű betonburkolat-vastagság esetén a hajlítófeszültség értéke, (σ_r , N/mm²) szélső (felső görbe) és középső (alsó görbe) teherállásnál, együttdolgozás figyelembe vételével ($Q = 60\,000$ N)

700 Ft