

TARTALOM

FELELŐS KIADÓ:

Szabó Zoltán (ÁKMI)

FELELŐS SZERKESZTŐ:

Dr. habil. Koren Csaba

SZERKESZTŐK:

Csordás Csaba
Dr. Gulyás András
Dr. Lánzos Pál
Rétháti András

LEKTORI TESTÜLET:

Apáthy Endre
Dr. Boromisza Tibor
Csordás Mihály
Dr. habil. Farkas József
Dr. habil. Fi István
Dr. habil. Gáspár László
Hórvölgyi Lajos
Huszár János
Jaczó Győző
Dr. Keleti Imre
Dr. habil. Mecsi József
Molnár László Aurél
Pallay Tibor
Dr. Pallós Imre
Regős Szilveszter
Dr. Rósa Dezső
Dr. Schváb János
Schulek János
Dr. Szakos Pál
Dr. habil. Szalai Kálmán
Tombor Sándor
Dr. Tóth Ernő
Varga Csaba
Veress Tibor

2

Dr. habil. Gáspár László
Útburkolatok élettartama

7

**Dr. Farkas Szilveszter – Dr. Petőcz Mária –
Dr. Szabó József**
A kockázati menedzsment elvei az állami
közútkezelésben

14

Dr. Timár András
A magyarországi közlekedési infrastruktúra ma és holnap

23

Gajári György
Az aszfalt reológiai jellemzőinek számítása
dinamikus hajlítási kísérletből

32

Dr. Lindenbach Ágnes
Megalakult az „ITS Hungary” Egyesület

33

Dr. Szakos Pál
A közlekedés biztonságát fokozó járművisszatartó elemek
európai normatívája

34

Dr. Kollár László
Könyvismertetés

35

Dr. Rigó Mihály
Területi különbségek az állami közúthálózat
burkolatállapotában

39

Hajós Bence
Tudósítás az 5. Nemzetközi Duna-hidak konferenciáról

40

Nemzetközi szemle

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

KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

Alapította a Közlekedéstudományi Egyesület.

A közlekedésépítési és mélyépítési szakterület mérnöki tudományos havi lapja.

Felelős szerkesztő: 1952-2002 Dr. Nemesdy Ervin egyetemi tanár

1. Bevezetés

Az ország Európai Unióba csatlakozása több szempontból is felértékeli a nagy teljesítő képességű és jó állapotú közúthálózat létesítését, illetve fenntartását. Ennek érdekében a készülő vagy felújításra kerülő útburkolatok minél hosszabb élettartamára (ciklusidejére) célszerű törekedni, mivel az útügyi célokra rendelkezésre álló, mindig erősen korlátozott anyagi eszközök gazdaságos felhasználására csupán ekkor nyílik lehetőség. Nagy jelentőségűek tehát azok a vizsgálatok, amelyek a burkolat-élettartamot kedvezően befolyásoló geometriai, környezeti, tervezési, építési, fenntartási, üzemeltetési stb. tényezők kimutatását tűzik ki célul. Ugyanennek a célnak az érdekében terjed a közúti gazdaságossági vizsgálatoknál a teljes élettartam alatti költségek számítása. Ehhez a kérdéskörhöz tartozik annak az eldöntése is, hogy az utak fejlesztésére és fenntartására, felújítására szánt pénzeknek milyen legyen az optimális aránya. Ez a feladat különösen a hazánkhoz hasonló helyzetben levő országokban válik fontossá, ahol a gyorsforgalmi úthálózat kiépítése terén még sok a feladat, és így a fenntartásra jutó forrásnagyság nagyon korlátozott. (Semmiképpen nem engedhető meg, hogy a gyorsforgalmi úthálózat ambíciózus kiépítési programjának áldozatául essék a meglévő úthálózat állagmegóvása.) A reális igényekhez képest rendkívül kicsi felújítási forrásnagyság esetében pedig komoly esélye van annak, hogy az alkalmazott technológiák az adott esetben optimálisnak tekinthető változattól eltérően csak olyan szükségmegoldások, amelyek rövid ciklusidejűek, így hosszú távon egyértelműen gazdaságtalanok.

A következőkben az útburkolatok élettartamával kapcsolatos elvi kérdések részletezése után a tárgykörbe tartozó vizsgálatok egyes eredményeit összegezem.

2. A burkolat-élettartam néhány elvi kérdése

Az útburkolatok élettartamának vizsgálatakor megkezdhetetlen elvi kérdések merülnek fel, amelyek közül a legfontosabbakat érintem röviden.

a.) A műszaki-gazdasági – hagyományosan értelmezett – burkolat-élettartam végét a kezelői és/vagy használói szempontból már elfogadhatatlanul rossz állapot jelenti. Előfordul – sajnálatos módon nem ritkán –, hogy az útburkolat ilyen állapotában nem kerül sor felújításra vagy átépítésre, egyszerűen azért, mert az ahhoz szükséges anyagi eszközök hiányoznak. Ilyenkor kényszerből – jelentős üzemel-

tetési, fenntartási, illetve úthasználói többletköltséggel – tovább üzemeltetik az utat. Ha aztán több év után, erősen leromlott állapotban sor kerül a felújításra, akkor ér a „pénzügyi élettartam” véget.

b.) A burkolat-élettartam fogalma abból a szempontból is pontosításra szorul, hogy az azt alkotó rétegek közül melyikről van szó. Egyáltalán nem törvényszerű ugyanis, hogy – például – a pályaszerkezet kopó- és kötőrétege ugyanabban az időben válik beavatkozást igénylően rossz állapotúvá. További bonyolító körülmény, hogy a különböző burkolatállapot-paraméterek (pl. felületi egyenletesség, nyomvályú-mélység, teherbírás, felületi hibák, csúszásellenállás) közül bármelyik – a többieket megelőzve – kritikussá válhat. Közismert, hogy a kritikus paraméternek a célszerű állapotjavító beavatkozás technológiája is függvénye. Egyes technológiák (pl. felületi bevonás vagy keréknyomvályú-javítás) alkalmazása pedig nem tekinthető törvényszerűen a burkolat-élettartam végének. Ilyenkor inkább csupán egy ciklusidő befejeződéséről beszélhetünk.

c.) Amikor adott útszakasz burkolatának az élettartam-előrebecslése a feladat, akkor a legáltalánosabban elterjedt eljárás a hálózatviselkedési modellek alkalmazása [1]. Ezeket az úthálózatból kiválasztott – forgalom, pályaszerkezet-típus, földmű talajfajta szempontjából jellegzetes – etalonszakaszoknak a hosszú távú megfigyelése alapján határozzák meg. Az etalonszakaszoknak a burkolatleromlás szempontjából kritikusnak tekinthető állapotparamétereit mérik minden évben. Az így kialakult idősorok adják az egyes állapotparaméterek (pl. pályaszerkezet-teherbírás, hosszirányú felületi egyenletesség) szempontjából a különböző útszakasz-osztályok (forgalom – pályaszerkezet – földmű kombináció) viselkedési modelljét, azaz jellegzetes leromlási görbéjét. Hazánkban 1991 óta hatvan 500 m hosszúságú etalonszakaszt figyelnek meg rendszeresen; az eltelt 13 év viszonylag megbízható viselkedési modellek kifejlesztését tette 14 útszakasz-osztályban lehetővé [2, 3]. Az egyetlen útszakasz-osztály jellemzésére választott 3–6 etalonszakasz leromlási görbéi közötti, esetenként nem lényegtelen különbség ugyanakkor arra utal, hogy az útburkolatok állapotváltozását a forgalomnagyságon, a pályaszerkezet-típuson és a földmű talajfajtája által meghatározott teherbíráson kívül még számos, itt figyelembe nem vett tényező is lényegesen befolyásolja. (Ilyen tényező például az egyes pályaszerkezeti rétegek vastagsága, az építés minősége vagy a töltésanyag inhomogenitása, a fenntartás színvonala, a víztelenítés hatékonysága, a mikroklíma.) Nyilvánvaló tehát, hogy a burkolat élettartamának

¹ Tudományos igazgató (KTI Rt.), egyetemi tanár, (Széchenyi István Egyetem, Győr)

az előbecslése korlátozott megbízhatóságú, „sztochasztikus” feladat.

d.) Az élettartam meghatározásának, illetve előbecslésének fontos tényezője az egyes állapotparaméterekhez megfelelően megválasztott beavatkozási határ, azaz az a paraméterszint, amelynek elérésekor az útkezelő úgy ítéli, hogy a felújítás nélküli továbbüzemeltetés – kezelői és/vagy használói szempontok miatt – már nem engedhető meg. Ennek a határnak a megállapítása azonban egyáltalán nem általános szabályokkal irányított, „objektív” folyamat. Komoly mértékben függ egyrészt az út jelentőségétől, forgalomnagyságától, a burkolattípustól, másrészt pedig az adott körzet pénzügyi lehetőségeitől, prioritásaitól, hagyományaitól, sőt egyes „politikai” szempontoktól is. Egyáltalán nem meglepő ezek után, hogy a fejlett útügyi kultúrájú és viszonylag kedvező gazdasági körülmények között tevékenykedő országokban például egy főút újraburkolására már 3-5%-nyi felületi hiba (repedés, kipergés, kátyú stb.) megjelenése után sor kerül. Ugyanakkor a fejlődő országokban a főutat 20-30%-nyi pályaromlás után is beavatkozás nélkül veszi igénybe a forgalom. Ez az említett helyzet nem pontosan ugyanaz, mint amiről az a.) pontban „pénzügyi” élettartamként szó volt. Az erősen forráshiányos országokban a késői beavatkozás két különböző (bár egymáshoz kapcsolódó) oka tehát:

- az általános realitásoktól vezérelve alacsony megállapított beavatkozási határ (amelynek elérésekor az útburkolat kezelője a felújítást kezdeményezi),
- a pillanatnyi – még az átlagosnak számítót is meghaladó – pénzügyi nehézségek miatt a beavatkozási határon túl is folyik a kényszerű üzemeltetés, ameddig a felújításhoz szükséges pénzekhez hozzá nem jutnak.

A beavatkozási határnál valamivel kevéssé szigorú figyelmeztető határ kijelölésekor (amelynek elérésekor célszerű elkezdni a felújításhoz szükséges pénzügyi, szervezési, pályázat-kiírási stb. tevékenységet) a korábbiakban leírtakhoz hasonló a helyzet.

e.) A leromlási folyamat és a burkolat-élettartam hangsúlyozott figyelembevételére jellemző az 1960-as évek végén Észak-Amerikában kialakított alapvető útburkolat-gazdálkodási rendszerek (PMS-ek) felépítésében [4]. A magyar HUPMS is feltételezett (átlagosnak tekinthető) leromlási jellemzőkkel, beavatkozási határral és burkolat-élettartammal számol. Hasonlóképpen az elmúlt időszakban terjedt el a különböző közúti projektek vagy projektvariánsok gazdaságossági vizsgálatában alkalmazott „egész élettartam alatti költségelemzés” (Whole Life Costing, Life Cycle Costing) [5]. Ennek során az élettartam későbbi éveiben felmerülő fenntartási – üzemeltetési – használói – környezetvédelmi költségek jelenre diszkontált értékeit összegzik, és ezt az összeget a jelenben felmerü-

ló építési költségekhez hozzáadva végzik el a gazdasági összehasonlítást.

f.) Végül célszerű említést tenni egy világszerte újnak számító tudományágról, az élettartam-mérnöki tudományról (Lifetime Engineering). Már az elnevezés is arra utal, hogy az egyes létesítmények – így a közlekedési infrastruktúra részét képező utak – élettartamával kapcsolatos sokféle szempont (pl. az üzemi élettartam, az egész élettartamra kiterjedő gazdálkodás és fenntartástervezés, a hátralevő élettartam előbecslése, a használhatósági határállapot, a teljesítményi modell, a környezeti tervezés, az ezekkel összefüggő optimalizálás) vizsgálata a tárgya [6,7].

3. Korábbi élettartam-vizsgálati munka eredményei, utólagos értékeléssel

A Közlekedéstudományi Intézet még az 1980-as években a hazai útburkolatok élettartamának a vizsgálatára kutatási munkát végzett [8]. Az alkalmazott módszertan, tudomásom szerint, nemzetközi szinten is újszerűnek tekinthető, mert – a váratlan leromlás okainak kutatása helyett – az átlagosnál hosszabb ideje felújítási igény nélkül üzemelő aszfaltburkolatok kiterjedt vizsgálatára került sor annak érdekében, hogy a hosszú élettartamra befolyást gyakorló tényezők kimutathatók legyenek.

3.1. A vizsgálat módszertana

Első lépésként az Országos Közúti Adatbank országos közúthálózatra vonatkozó részéből a 14 évesnél idősebb kopórtelegű hajlékony pályaszerkezetű utakat gyűjtöttük ki. A további vizsgálat aztán erre a 216 db, összesen 204,6 km hosszú útszakaszra irányult.

Mindegyik útszakaszról fűrt minták felső két aszfaltrétegét laboratóriumi vizsgálatoknak vetettük alá. Emellett az útszakaszok tervezési forgalmáról, a vizsgálat időpontjáig áthaladt forgalom jellemzőiről, a pályaszerkezetet alkotó rétegek típusáról, vastagságáról és koráról, a földművet képező talaj fajtájáról, az útszakasz elnedvesedési esélyéről, az építési munka minőségéről (az átadáskori minősítésről), a fenntartásról, végül pedig az útszakaszról a vizsgálat időpontjában regisztrálható állapotáról szereztünk információkat.

A több éves kutatási munka során a következő „képzett paramétereket” alakítottuk ki és hasznosítottuk:

- a 100 kN-nyi egyes nehéz egység tengelyek napi áthaladási száma (et/nap) és az ÁNF (E/nap) aránya,
- a kopórteleg ásványi anyagának legnagyobb névleges szemnagysága (mm) és a kopórteleg vastagsága közötti arány,
- a „fajlagos forgalombírás (f)”, azaz az élettartam (illetve a vizsgálatig eltelt időszak) alatt az útszakaszon áthaladt 100 kN-nyi egyes nehéz egység tengelyek számának és a pályaszerkezet egyenérték-vastagságának az aránya (et/ecm),

- a földmű elnedvesedésének esélye (a környék jellegzetes talajvízszintjének, árvíz- és belvízveszélyének figyelembevételével).

A vizsgálat alapvető módszere az volt, hogy a minta egyes átlagos jellemzőinek az értékét a 30 000 km hosszúságú teljes országos közúthálózatával összehasonlítottuk, és ennek eredménye alapján tekintettük a szóban forgó jellemzőt az átlagnál hosszabb burkolat-élettartamot elősegítőnek vagy hátráltatónak.

3.2. Az elemzés eredményei

Az érintett 126 fő- és 90 mellékútszakasz pályaszerkezetének 36%-a tartalmazott kötőréteget, jóval nagyobb arányban, mint az országos átlag (10%). A vizsgált halmazban húsz (közel 10%-nyi) félig merev pályaszerkezetű volt. Az egész hálózatban ez az arány a 3%-ot nem haladta meg. Az 1. táblázat a kiválasztott útszakaszok földmívén regisztrálható, a teherbírássra jellemző CBR (%) értéket szemlélteti.

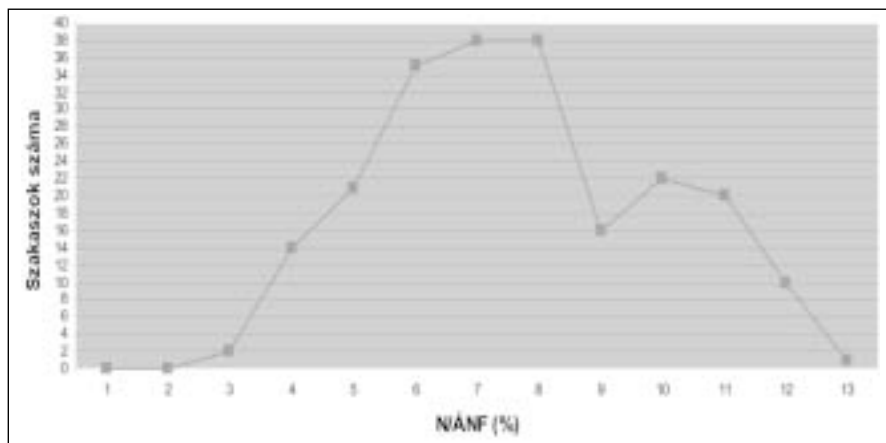
1. táblázat

A hosszú élettartamú szakaszok földmívén mért CBR (%) értékek százalékos megoszlása

CBR (%)	Útszakaszok	
	száma	aránya (%)
4	4	1,8
5	7	31,8
6	90	40,0
7-8	29	13,0
9-10	18	8,1
11-15	5	2,2
min 16	6	2,7

A 4% körüli CBR-értékkel jellemezhető agyag földműveknek rendkívül ritka (csupán 1,8 %-os) előfordulása a vizsgált mintában azt bizonyítja, hogy az ilyen földmű a hosszú burkolat-élettartam kialakulását gyakorlatilag lehetetlenné teszi. (A teljes országos közúthálózat majdnem 25%-a kötött talajú földmívön épült.)

A kiválasztott szakaszok alapréteg-típusa a következő megoszlású: 60% kötőanyag nélküli, 18% bitu-



1. ábra: A hosszú élettartamú útszakaszok N/ÁNF (%) arányának a megoszlása

2. táblázat

Az f, az ÁNF és az N-tartományok megoszlása a vizsgált útszakasz-halmazban

f (et/ecm)-tartomány	Szakasz darabszám	ÁNF-tartomány (E/nap)	N-tartomány (et/nap)
10.000 alatt	9	431-1153	18-54
10.000-19.999	23	616-2473	46-144
20.000-29.999	21	1140-4267	109-253
30.000-39.999	37	1689-7552	101-360
40.000-59.999	26	2019-8387	203-582
60.000-79.999	20	2656-10.171	175-656
80.000-99.999	18	2116-11.444	335-829
100.000-129.999	8	5907-16.375	625-1400
legalább 130.000	28	4069-23.958	603-2598
Összesen:	188	431-23.958	18-2598

Megjegyzés: Nem minden útszakaszcsoportról állt rendelkezésre megbízható forgalmi vagy pályaszerkezeti információ

menes kötőanyagú és 22% hidraulikus kötőanyagú. Ebben az esetben a kötőanyag nélküli alaprétegek váratlanul magas részarányát érdemes kiemelni.

A nagy (10 000 E/nap, illetve 1000 et/nap feletti) forgalom nagyságú szakaszok a vizsgált halmaz 13%-át tették ki. Bár ez meglepően nagy arány, az átlagnál hosszabb élettartamúnak bizonyult útszakaszok többsége a 3000 E/nap ÁNF-érték alatti, tehát kis forgalmú.

Az N/ÁNF (%) arány alakulását az 1. ábra szemlélteti. A 8%-os arány az országos átlag, afölött már az ipari jellegű forgalom (tehergépkocsik, kamionok) jelentős aránya valószínűsíthető. Nem meglepő, hogy jóval gyakoribb volt a mintában a kevesebb nehéz tengely áthaladását bizonyító alacsony N/ÁNF (%) érték.

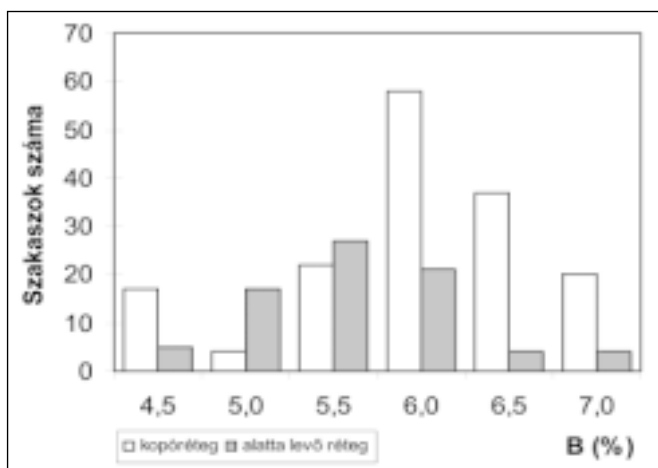
A 2. táblázat mutatja be a 216 szakaszból álló mintán az „f” fajlagos forgalombírás – az áthaladt 100 kN-os egység tengelyek számának és a pályaszerkezet egyenérték-vastagságának az aránya – megoszlását. Az egyes f-tartományokhoz tartozó ÁNF- és N-tartomány is látható a táblázatban.

A 2. táblázatban közölt információkból nyilvánvaló, hogy a pályaszerkezet vastagsága nem egyenesen arányos teherbíró képességével. Nagy forgalmú útszakaszra sokkal „gazdaságosabb” útpályaszerkezetet építeni, mint kis forgalom esetében. Ebből az is következik, hogy a felújítások inkább egyre ritkábban merül fel a gyenge teherbírás [9].

A vizsgált 174 fűrt mintának a kopóréteg eloszlása a következő volt:

- 151 db aszfaltbeton (különböző maximális szemnagysággal),
- 4 db kavicsaszfalt,
- 16 db javított bitumenes alap,
- 3 db öntöttaszfalt.

Különösen az volt a meglepő, hogy egyes utakon a vizsgálat időpontjában már 17-18 éve bonyolódott le nem nagy forgalom JU-20, illetve JU-12 jelű bitumenes alapréteg anyagú kopórétegen.



2. ábra: A hosszú élettartamú útszakaszok felső két aszfaltrétegében a bitumentartalmak megoszlása

Korábbi KTI kutatási munka [10, 11] alapján állítható, hogy az aszfalt anyagú kopórétegek átlagos éves kopása 0,4-0,6 mm-nyi. Ennek megfelelően a 14-20 éves kopórétegek eredeti vastagságát a vizsgálat időpontjában mért értéknél 8-10 mm-rel nagyobboknak vettük fel. A felső két réteg vastagságának és ásványi anyagának a legnagyobb névleges szemnagysága közötti arányt vizsgálva az adódott, hogy a kopórétegnél 80%-ban, az alatta levő rétegben pedig mintegy 40%-ban teljesült a szakirodalomban kívánatosnak tartott 2,5-ös határ. Megjegyzésre érdemes, hogy a felső réteg viszonylag könnyű tömöríthetősége (viszonylagos habarcsdús volta) a hosszú élettartam szempontjából nagy jelentőségű.

Ezt követően a bitumentartalom nagyságát mérték fel a vizsgálatot végző kutatók. Az akkor épített aszfaltbeton kopórétegek jellegzetes kötőanyag-tartalma az 5,5-6,0%-os tartományba esett. A 2. ábrán feltüntetett megoszlás szerint a minták 85%-a elérte vagy meghaladta az említett tartományt. Az alatta levő rétegben is ez a tendencia érvényesült a 4,5-5,0%-os átlagos tartományhoz képest.

A vizsgálat szerint a burkolatok 80%-án a kopóréteg szabad hézag-tartalma a 7 tf%-ot nem haladta meg, 50%-ánál pedig 4 tf%-nál sem volt magasabb. Egyértelmű tehát, hogy a viszonylag tömör kopóréteg a hosszú élettartam szempontjából kedvező. A tömörségi fok minden mintánál 97% fölöttinek, több mint 40%-uknál pedig még a 100%-nál is nagyobb értékűnek adódott.

A kutatási munka egyik célja az „f” (fajlagos forgalombírás) és több választott paraméter közötti összefüggés keresése volt. Az egyes tényezőket külön vizsgálva az N napi nehéz egységterhelés (r=0,9372), valamint az ÁNF és az N speciális

kombinációja [12] (r=0,9730) szolgáltatva a legnagyobb regressziós tényezőt. Több tényező bevonásával végzett multi-korrelációs vizsgálat eredménye a következő volt:

$$f = 139N - 1441,7 H_e - 62,6 CBR + 5477 \quad (R = 0,9678),$$

ahol f a fajlagos forgalombírás (et/ecm),

N a napi nehéz egységterhelés (et),

H_e a pályaszerkezet egyenérték-vastagsága (ecm),

CBR a földmű teherbírására jellemző szám (%).

3.3. Utólagos felmérés

A mintegy 20 évvel ezelőtt vizsgált szakaszok jelenlegi (a 2002-es állapotnak megfelelő) pályaszerkezet-felépítését adatbanki információk alapján felmérve, a következők állapíthatók meg [13]:

- az OKA tartalmazza az országos közúthálózat egyes elemeinek a pályaszerkezet felépítését, az egyes rétegek típusának, vastagságának és építési évének a megjelölésével, így megállapítható volt, hogy a 80-as években kiválasztott útszakaszok mostani vagy korábbi kopórétegei közül melyek kora éri (vagy érte) el a 14 évet,
- a 216 szakasz zömét – természetesen – az eltelt 17 év alatt megerősítették, illetve felületi bevonat készült azokra,
- meglepően sok fő- és mellékúton levő szakaszon azóta sem került sor felújításra, így kopórétege már a 34 éves kort is meghaladja (3. és 5. táblázat),

3. táblázat

A hosszú ideje vagy ideig üzemelő burkolatok összhossza viszonylag kis forgalmú főutakon (N = max. 400 et/nap)

Kor (év)	Összes hosszúság (m)				
	aszfaltbeton	aszfaltmakadám	bitumenes alap	kő/beton	egyéb
14-15	4655 (3238)	–	967 (0)		
16-19	17.211 (1799)	–	–	–	1372 (0)
20-24	10.117 (782)	305 (0)			
25-29	34.34 (1245)	1600 (0)			
30-33	182 (182)				
min. 34	8587 (8587)	–	–	1607 (0)	
Összesen:	44.186 (15.833)	1905 (0)	967 (0)	1607 (0)	1372 (0)

Megjegyzés: a jelenleg is ezzel a kopóréteggel üzemeltetett szakaszok hossza zárójelben

4. táblázat

A hosszú ideje vagy ideig üzemelő burkolatok hossza viszonylag nagy forgalmú főutakon (N = min. 401 et/nap)

Kor (év)	Összes hosszúság (m)				
	aszfaltbeton	aszfaltmakadám	bitumenes alap	kő/beton	egyéb
14-15	24.154 (7330)	–	–	–	–
16-19	34.897 (10.900)	–	–	–	1313 (0)
20-24	43.101 (1441)	–	90 (0)	–	498 (0)
25-29	20.738 (3730)	–	–	14.299 (0)	
30-33	34.437 (652)	–	–	–	–
min. 34	1293 (1293)	–	–	20 (20)	–
Összesen:	158.620 (25.346)	631 (0)	90 (0)	14.319 (20)	1811 (0)

Megjegyzés: a jelenleg is ezzel a kopóréteggel üzemeltetett szakaszok hossza zárójelben

5. táblázat

A hosszú ideje vagy ideig üzemelő burkolatok hossza mellékutakon

Kor (év)	Összes hosszúság (m)				
	aszfalt-beton	aszfalt-makadám	bitumenes alap	kő/beton	egyéb
14-15	5533 (2197)	–	900 (0)	–	5361 (4345)
16-19	8766 (1358)	4452 (4050)	–	–	254 (0)
20-24	9501 (1820)	1295 (0)	–	–	1672 (0)
25-29	1275 (125)	2292 (0)	–	125 (0)	–
30-33	36.566 (31.277)	9812 (5812)	550 (550)	638 (550)	–
min. 34	13.594 (13.594)	16.075 (16.075)	–	230 (230)	397 (357)
Összesen:	75.125 (50.371)	33.926 (25.937)	1450 (550)	443 (230)	7684 (4742)

Megjegyzés: a jelenleg is ezzel a kopóréteggel üzemeltetett szakaszok hossza zárójelben

- ezeknek a különlegesen hosszúnak bizonyult élettartamú burkolatoknak a legnagyobb része aszfalt-beton vagy aszfaltmakadám burkolatú, előfordul azonban kő/beton, illetve öntöttaszfalt burkolatú is,
- az említett szakaszok részletes vizsgálatát a közeljövőre tervezzük.

4. Összefoglaló megjegyzések

A hazai utak burkolat-élettartamával összefüggő KTI-vizsgálatok időszerűségét alátámasztja az a tény, hogy 2002-ben nyolc európai ország kutatóinak – köztük a cikk szerzőjének – részvételével megalakult az ELLPAG (Hosszú élettartamú burkolatok európai munkacsoportja) [14]. Ennek céljai közé tartozik a hosszú élettartamú burkolatokkal kapcsolatos európai ismeretek áttekintése és ismertetése, majd pedig Alkalmazási útmutató készítése a tárgykörben. A tevékenység első fázisáról, a hajlékony pályaszerkezetekre vonatkozó részről a közelmúltban megjelent kiadvány [15] tájékoztat. Jelenleg folyik a félig merev pályaszerkezetek hosszú élettartamú változatainak hasonló jellegű vizsgálata, amely a projekt második fázisa. Az eddigi eredmények összefoglalása más publikáció témája lesz.

Végül a hasonló célú amerikai kutatási tevékenységről is érdemes említést tenni, ott a „perpetual” (örökké tartó) pályaszerkezetek építéstechnológiájának a kidolgozásán fáradoznak [16].

Irodalom

- [1] L. Gáspár: Highway Performance Modelling in Hungary. The International Journal of Pavement Engineering & Asphalt Technology, Vol.1, Issue 1, 2000. pp. 44–56.

- [2] Bakó A. – Gáspár L.: Hazai útburkolatgazdálkodási (PMS) modellek. Közlekedéstudományi Szemle, 2001/8. pp. 203–310.
- [3] Gáspár L.: Az útállapot-jellemzés megbízhatóságának néhány kérdése. Közúti és Mélyépítési Szemle, 2002/11. pp. 426–436.
- [4] L. Gáspár – A. Bakó: Le système hongrois de gestion de l'entretien. Revue Générale des Routes et des Aéroports 710/1993. pp. 34–36.
- [5] Gáspár L. – Vörös Z.: Az aszfalt- és a betonburkolatú pályaszerkezetek egész élettartamuk alatt felmerülő költségei. Közúti és Mélyépítési Szemle, 2000/9. pp. 314–319.
- [6] A. Sarja: Integrated Life Cycle Design of Structures. Spon Press, London, 2002. 142 p.
- [7] Gáspár L.: Az élettartam-mérnöki tudomány. Közlekedéstudományi Szemle, 2003/3. pp. 81–85.
- [8] Könyves Tóth Zs. – Gáspár L.: Az átlagosnál hosszabb útélettartamot kiváltó tényezők vizsgálata. KTMF V. Tudományos Ülésszak előadásai, 1987. pp. 78–81.
- [9] L. Gáspár: State Conservation of Highways. Acta Technica 1986/1-2. pp. 77–101.
- [10] Gáspár L.: Útburkolat-állapotfelmérési és -értékelési rendszerek. AKTI 7. számú kiadványa 1983. 205. p.
- [11] L. Gáspár: Pavement Condition Evaluation in Hungary. Summer Annual Meeting, University of Sussex, Brighton (UK), PTRC. 1985. pp. 19–31.
- [12] Gáspár L.: Az átlagosnál hosszabb útburkolat-élettartamot kiváltó tényezők vizsgálata. Közlekedésépítés és Mélyépítéstudományi Szemle, 1988/11. pp. 502–515.
- [13] L. Gáspár: Factors influencing asphalt pavement life. ASCE Journal of Transportation Engineering (USA). (Megjelenés alatt).
- [14] B. Ferne – R. Sinhal: Making best use of long-life pavements in Europe – the works of ELLPAG. Eurasphalt & Eurobitume Congress, Vienna, 2004. CD-ROM Proceedings.
- [15] Making best use of long-life pavements in Europe – Phase 1: A guide to the use of Long-Life Fully-Flexible Pavements. FEHRL Report 2003/1. Brussels.
- [16] Bakó A. – Ambrus K. – Horváth L.: Development of a Highway PMS. 1st European Pavement Management Systems Conference, Budapest, 2000. CD-ROM Proceedings.

Summary

Life-time of road pavements

Ensuring long life-time of road pavements has economic significance. A recent research of KTI identified the factors leading to longer life-time than the average. The results can be used for design purposes.

Dr. Farkas Szilveszter¹ – Dr. Petőcz Mária² – Dr. Szabó József³

1. Bevezetés

Minden emberi és közösségi terv kockázatokat rejt magában. Egyéneknek, családoknak, más embercsoportoknak, vállalatoknak egyaránt érdeke a kockázatok tudatosítása, a potenciális károk elkerülése, az esetleges hátrányok enyhítése, vagyis a kockázatkezelés. Természetes módon kiterjeszhető ez a megállapítás a közügyekkel foglalkozó szervezetekre is, hiszen feladatuk általánosságban úgy határozható meg, hogy ezek a szervezetek közszolgáltatásokat szerveznek, közösségi feladatok ellátásáért felelősek vagy ilyen feladatokat látnak el. A közügyeket ellátó szervezeteknél kétféle szempontból is lehet a kockázati gondolkodásmódot értelmezni: kezelni kell az intézmény működésében rejlő kockázatot, a másik oldalon viszont a szervezetre bízott, hatáskörébe tartozó ügyekkel kapcsolatos kockázatokkal is foglalkoznia kell. A közügyeket intéző, közszolgáltatásokat végző szervezetekre vonatkozóan általános gyakorlatnak tekinthető az, hogy olyan módszereket alkalmaznak, mint az üzleti gazdasági szervezetek, vállalatok. Ez azért is indokolt, mert a közszervezetek számos ponton kapcsolódnak az üzlethez, a magántulajdonú szervezetekhez, egy hivatal jellegű szervezet például megbízóként, megrendelőként, egy közüzem pedig akár a magántulajdonú cégek versenytársaként is felléphet a piacon.

2. A kockázati menedzsment lényege

A kockázati menedzsment egyszerűen így fogalmazható meg: vigyázni az emberekre, az eszközökre, a pénzre és az arcunkra. A kockázatoknak két alapvető csoportja van: az egyszerű és az összetett kockázat. Az egyszerű kockázatot szokás még tiszta kockázatnak, az összetettet pedig üzleti kockázatnak nevezni. Az egyszerű kockázattal járó cselekvésnek vagy történésnek két kimenete lehetséges: vagy veszteség következik be vagy minden változatlan marad. Ilyen például a természeti hatások esete, vagy akár a balesetek. Az egyszerű kockázatok elvileg biztosíthatók. Az összetett kockázat annyiban különbözik a tiszta kockázattól, hogy lehetséges nyereséggel járó, valamilyen értelemben pozitív kimenetel is, vagyis a kockázatok vállalásával akár nyerni is lehet. A ma már klasszikus Knight szerint ez szorosan összefügg az üzleti tevékenységgel, mert szerinte a profit a kockázatvállalás jutalma.

A kockázatkezelés a kockázatok felismerésével, meghatározásával, rendszerezésével és elemzésével

foglalkozik, s – mint vezetői tevékenységnek – fő feladata a károk csökkentése, illetve minimalizálása a lehető legkevesebb költség ráfordításával.

Fontos megemlíteni, hogy a kockázatkezelés gazdasági következményekkel és költségekkel járó tevékenység. A költségek úgy térülnek meg, hogy a kockázatkezelés eredményeképpen javul a szervezet eredménye. A károk és a veszteségek gazdasági következményei többfélék: vannak olyanok, amelyek többletköltséget okoznak, és vannak olyanok, amelyek a bevételt csökkentik. A kockázatkezelés költséget okoz, számolnunk kell a kockázatkezelési tevékenység költségével és a kockázatkezelési intézkedések költségével. A kockázati menedzsment költsége például a kockázatkezelési szakember bére, az intézkedés költsége pedig például az őrzési díj, a biztosítási díj.

3. A kockázati menedzsment céljai és feladatai

A kockázati menedzsment feladata a kockázat felismerése, meghatározása, rendszerezése, elemzése, a fennálló veszélyek hatásainak csökkentése, és amennyire lehet, kiküszöbölése. A kockázatkezeléssel foglalkozó személyeknek általánosságban a következő célkitűzéseket és módszereket kell követniük:

- a vezetés tájékoztatása azokról a kockázatokról, amelyek jelentős gazdasági hatással lehetnek;
- javaslatok kidolgozása a kockázatokkal kapcsolatos vezetői döntésekhez: például a kockázatok feltárása, jellemzőik, mértékük megadása, intézkedési javaslatok, döntési háttéranyagok elkészítése;
- gyakorlati kockázatkezelés, intézkedések végrehajtása, állandó felügyelet;
- az üzleti kockázatoknál a felelősség megosztása, vagy azok lehető legnagyobb mértékű áthárítása az üzleti partnerre, és fordítva is, a szerződésekben a kockázatokra és a felelőségekre vonatkozó hátrányos kitételek és feltételek kiküszöbölése;
- a munkatársak kockázat-tudatának fokozása és bevonásuk a kockázatok kezelésébe, a külső és a belső kockázati kommunikáció feltételeinek megteremtése és fejlesztése;
- kockázatfinanszírozás;
- a bekövetkező károk professzionális kezelése, megalapozott értékmentés, kárbeclés, kárrendezés.

4. A kockázatkezelés folyamata

A kockázatkezelésnél kialakult néhány alapvető stratégiai irány. A kiválasztott kockázatkezelési stratégia összefügg a vállalat vagy más szervezet általános stratégiájával, a választásban szerepet kap a szervezet mérete, tevékenysége, a tulajdonviszonyok, a tulajdonosok és a vezetők kockázattal kapcsolatos felfogása. A stratégiai elképzelések és keretek kialakításakor a

¹ PhD, egyetemi docens, tanszékvezető

² Főiskolai docens

³ Főiskolai docens, mindhárman a Széchenyi István Egyetemen

legfontosabb a tudatos magatartás, a kockázatokkal szembeni álláspontok egyértelmű meghatározása.

Alapvetően négy stratégiai irány különböztethető meg. A *kockázatkerülés* az az általános magatartás, amely bizonyos károk, veszteségek esélyének lehetőleg teljes kiküszöbölését jelenti. A *kármegelőzés* olyan eszközök alkalmazását kívánja meg, amelyek a károk, veszteségek bekövetkezési esélyét csökkentik. A kockázatkerüléssel ellentétben itt nem cél vagy nem is lehetséges a teljes mértékű biztonság elérése. A kármegelőző stratégiai elvekkel érhető el az, hogy a szervezet gazdaságosan, a jogszabályoknak és a belső szabályoknak megfelelően működjön, elviselhető és megfelelően kezelhető bizonytalanságokkal és kockázatokkal. A *kárenyhítő kockázatkezelés* a károk bekövetkezésének megakadályozásával nem, vagy kevésbé foglalkozik. Az esetlegesen bekövetkező károk hatásának enyhítését tűzi ki célul. A kárenyhítés sok esetben összefügg a megelőző intézkedésekkel, amelyeknek egy része éppen a kárenyhítést szolgálja, gondoljunk például a megfelelő helyen tartott és üzemképes tűzoltó készülékekre és más hasonló berendezésekre. Mindenképpen törekedni kell a károk lokalizálására, kiterjedésük megakadályozására. A kockázatmegosztás vagy a káráthárítás lehetséges a szervezeten belül és azon kívül is, az üzleti szerződések feltételeinek megfelelő alakításával. Áthárítási, megosztási jellegű a biztosítás is, de az egyes veszélyek elleni védelemre stratégiai szövetségek is köthetők. Ilyen szövetségnek tekinthető az olyan megállapodások létrehozása is, amelyek az esetleges károk bekövetkeztekor anyagi biztonságot nyújtanak. Az alapvető stratégiai irányok keverten alkalmazandók, a kockázatkezelés egyik fontos feladata a szervezetek kockázatainak értékelése és osztályozása abból a szempontból, hogy a szervezet kockázatai milyen stratégiát kívánnak.

A stratégiai elvek meghatározása után kezdhető meg a kockázatkezelés szakmai munkája, amely az 1. ábrán bemutatott lépésekre bontható.

4.1. A veszélyforrások meghatározása és elemzése

A kockázatok a szervezet szinte minden elemét érintik: csökkenhet a jövedelem, növekedhetnek a költségek, kár keletkezhet a vagyonban, de maguk a kockázatkezelési intézkedések is kockázattal járnak. A lehetséges veszélyeket és kockázatokat külön-külön és egymással kombinálva is elemezni kell: meg kell határozni a kár bekövetkeztének valószínűségét, az érintett terület fontosságát és a lehetséges pénzügyi következményeket. A veszélyeztetett elemeket leltárszerűen kell meghatározni. Ez talán a legnagyobb munka. A leltár nagyobb blokkjai:

- vezetők, munkatársak, személyzet, megbízottak;
- ingatlanok;
- ingóságok;
- berendezések, gépek, eszközök, felszerelések;
- készletek, anyagok, termékek, alkatrészek;
- szellemi javak, értékek, nem dologi elemek;
- információ;
- pénz jellegű eszközök;
- befektetések, tartalékok, értékpapírok;
- a szervezet tevékenységének fontosabb elemei: megmunkálás, fuvarozás, szerződési állományok, üzleti tényezők stb.;
- felelősségi tényezők;
- hírnév, reputáció, a szűkebb és tágabb környezet befolyása.

A teljes leltár igen bőséges lehet, a szakirodalom hatalmas terjedelmű jegyzékek használatát javasolja. Az így előállított leltár következő kiegészítése a veszélyt hordozó tényezők megadása. A legfontosabbak: időjárás, emberi tévedések és mulasztások, gépek, berendezések hibás működése, partnerek viselkedése.

4.2. Intézkedési lehetőségek vizsgálata

Az intézkedések vizsgálata jelenti a kockázati menedzsment lényegi szakmai tervezését. Ehhez a stratégiai elvek elfogadása után meghatározhatók a sza-

1.	A VESZÉLYFORRÁSOK MEGHATÁROZÁSA ÉS ELEMZÉSE	
	Vagyoni, jövedelmi, felelősségi és személyes kockázatok, a veszélyforrások	A lehetséges károk nagysága, valószínűsége, gyakorisága és pénzügyi hatásai
2.	AZ INTÉZKEDÉSI LEHETŐSÉGEK KERESÉSE	
	Intézkedési lehetőségek a károk elkerülésére, megelőzésére vagy csökkentésére	Pénzügyi megoldások keresése: tartalékképzés, biztosítások
3.	A LEGJOBB MÓDSZEREK KIVÁLASZTÁSA	
	Kockázatkezelési szakmai és egyéb szervezeti szempontok	
	Pénzügyi szempontok	
4.	A KIVÁLASZTOTT KOCKÁZATKEZELÉSI MÓDSZEREK VÉGREHAJTÁSA	
	Vezetési, szabályozási intézkedések	
	Technikai intézkedések	
5.	MONITORING, A PROGRAM TOVÁBBFEJLESZTÉSE	
	Az eredmények megfigyelése és értékelése	
	Szabványosított megoldások kidolgozása	

1. ábra: A kockázatkezelés lépései

bályozásba bevont szakmai területek. A kockázatkezelés szakmai területei általában a következők:

- egészségvédelem, munkabiztonság;
- információ, informatikai biztonság;
- vagyonvédelem;
- a hírnév, reputáció kockázatai;
- környezetvédelem;
- műszaki, szolgáltatási biztonság (az útügy sajátos területei);
- biztosítás.

A szakmai területek felsorolásából látható, hogy komplex témakörrel van szó, a különféle területek egymástól nagyon eltérő módszereket igényelnek. Mégis, szabványok, kézikönyvek és más publikációk sora bizonyítja, hogy az egységes szemléletű kezelés a helyes út. Még akkor is így van ez, ha az adott szervezet nem összevont kockázati menedzsment program bevezetését tervezi, hanem az egyes elemeket külön-külön szabályozza, egyébként is létező és érvényes szabályzataiban, eljárási utasításaiban.

4.3. A legjobb módszerek kiválasztása

A lehetőségek közül azt a kockázatkezelési intézkedést (vagy azoknak az intézkedéseknek a kombinációját) kell választani, amely a vállalat céljainak és üzletpolitikájának leginkább megfelel, valamint a költségei is elfogadhatók a vállalatnak.

A módszer kiválasztása a feltárt kockázatok elemzésén alapszik. Az elemzés a kockázat két tényezőjének számítását jelenti: a kockázatot elvben úgy kell kiszámítani, hogy a kár bekövetkezésének valószínűségét szorozzuk a lehetséges kár értékével. A gyakorlatban az elv alapján közelítésekkel élünk. Általános gyakorlat az értékhatárok megállapítása és az ehhez közelítő valószínűségek meghatározása matematikai elemzéssel, statisztikai adatok alapján vagy szakértői becsléssel. A károk egy része számszerűen nem számítható, vagy azért mert nincsenek adatok, vagy azért, mert a dolog jellege miatt nem lehetséges. Ilyenkor szövegesen határozzuk meg a kockázatokat: kis valószínűséggel előforduló nagy kár, nagy valószínűségű kis mértékű kár stb. Látható a példák-ból, hogy az ilyen értékelések is mindig figyelembe veszik a szorzat két tényezőjét, annak ellenére, hogy nem végezhetünk számításokat.

4.4. A kiválasztott módszerek végrehajtása

Az előző pontoknak megfelelően a vállalat vezetői döntéseket hoznak, és tevékenységük kibővül a kockázatkezeléssel.

4.5. Monitoring

Az intézkedések eredményeit folyamatosan figyelemmel kell kísérni a gazdaságosság, hatékonyság érdekében, és ha az alkalmazott kockázatkezelési eljárás nem elég hatékony vagy gazdaságos, akkor új módszert, illetve módszereket kell keresni. A kockázatkezelési rendszernek ehhez a visszacsatolási részéhez tartozik a már említett elemzések adatbázisának ki-

építése és fejlesztése. Ezen keresztül finomodik a rendszer, egyre pontosabb adatokkal dolgozhatunk.

A kockázati menedzsment tevékenység vázlatos ismertetését összefoglalva állíthatjuk azt, hogy minden vállalat és minden szervezet végez kockázatkezelést, még akkor is, ha nem használja ezt a kifejezést. Magyarországon, bár egyre többen és egyre többféle összefüggésben beszélnek kockázatkezelésről (kiemelkedő példa az egészségügy), nem állítható, hogy tömeges lenne a rendszerszerű alkalmazás. Ez nem furcsa, mert egy néhány évvel ezelőtti német felmérés szerint a vállalatvezetők azokra a kérdésekre, hogy van-e kockázatkezelési rendszerük, végeznek-e kockázatkezelési tevékenységet, van-e kockázatkezeléssel foglalkozó munkatársuk, általában tagadó választ adtak. Amikor részletesebben megismertek a témakörrel, a kérdőív következő kérdésein keresztül, amelyek kockázatkezelési szakmai kérdések voltak (vannak-e biztonsági, tűzvédelmi, karbantartási, titokvédelmi, információbiztonsági intézkedések, etikai szabályok stb.), általában bejelölték azt az összefoglaló megállapítást, hogy a kockázatkezelés egy új, összefoglaló elnevezése olyan tevékenységeknek, amelyeket eddig is folytattak, de nem ilyen összefüggő módon, és persze nem használták a kockázati menedzsment kifejezést.

Megjegyezzük, hogy a kockázatkezelés legfontosabb területei ráadásul nem is önként végzendők, hanem különféle szabályok, jogszabályok, vállalati belső utasítások tárgya, szabványok alkalmazását követeli meg. Ide tartozik például Magyarországon a gépek, berendezések kockázatelemzése, az üzeme-gészségügyi ellátási kötelezettség, a tűzvédelem és még egy sor hasonló szabály. 2003-ban bevezették a kockázatértékelés általános kötelezettségét minden munkáltatónak, amely természetesen a kezelés bizonyos elemeit is magában hordozza. Ez tehát azt jelenti, hogy valamilyen mértékű kockázatkezelést minden szervezet végez.

5. A közösségi kockázatkezelés jelentősége és létjogosultsága

A kockázati menedzsment a vállalati gazdálkodásban a hatvanas években terjedt el, a vezető vállalatoknál ma már rutinszerű tevékenység. Az üzleti szférában alkalmazott menedzsment módszerek bizonyos késéssel megjelennek a közfeladatokat ellátó szervezetek vezetési rendszerében is. A közügyeket, közfeladatokat ellátó szervezetek kockázati menedzsment programjainak kidolgozása tehát nagyjából egy évtizede kezdődött meg. A vállalatoknál alkalmazott stratégiai elemek és a gyakorlati eszközök, módszerek adaptálásakor figyelembe vették a közügyeket intéző szervezetek sajátosságait, a vállalatoktól eltérő működési körülményeket. Ma a közfeladatokat ellátó szervezetek kockázatkezelési rendszereire nagyon sok példát lehet találni, elsősorban az Egyesült Államokban és Nyugat-Európában. Intenzív kutatási tevékenység folyik, hatalmas tudásanyagot tartalmazó szakkönyvek, kézikönyvek állnak rendelkezésre.

Hazánkban a nagyvállalatok és az itt működő multinacionális vállalatok rendelkeznek összefüggő kockázatkezelési programmal, rendszerrel. A kockázati menedzsment oktatása Magyarországon néhány évvel ezelőtt kezdődött meg. Szemlélete ma még alapvetően a vállalati igényeket elégíti ki. A közeljövőben várható, hogy a közfeladatokat ellátó szervezetek érdeklődése nyomán megkezdődjék az ismeretkör rendszeres oktatása. Az oktatáshoz szükséges kutatások több hazai műhelyben már hat-nyolc éve folynak. A szakértők rendelkeznek a szükséges elméleti tudással, megkezdődött a tapasztalatok összegzése is.

Magyarországon is egyértelmű jelei vannak a közösségi kockázatkezelés iránti igénynek. Bizonyíték erre egy országgyűlési határozattervezet, amely kifejezetten ezzel a kérdéssel foglalkozik. Az anyag hivatkozik a hazánkban az elmúlt években a nemzeti és magánjavakban bekövetkezett károokra (árvíz, belvíz okozta károk, a Budapest Sportcsarnok leégése) és sürgeti egy központi – kormányzati – integrált kockázatkezelési politika kidolgozását. Ezt a következőkkel indokolja az előterjesztő: „A nagy kockázatokkal szemben a ma Magyarországon meglévő intézményrendszer nem nyújt megfelelő és teljes körű védelmet. A katasztrófa-károk finanszírozására alkalmazott eddigi eszközök (költségvetési átcsoportosítás, elvonások, „kötelező” állampapír-vásárlás) sem érnek el kellő hatékonyságot.”

Az országgyűlési határozattervezetben is szerepel a magángazdasági szereplők gyakorlatára való utalás: „A legtöbb üzleti vállalkozás napjainkban rutinszerűen foglalkozik kockázatainak kezelésével, egyre több vállalkozás legfelsőbb vezetésében találunk kockázat menedzsmentet. A kockázatkezelésnek az üzleti szférában költség-hatékony módszerei alakultak ki, amelyeket a vállalati érték növelése érdekében alkalmaznak. Ezek a módszerek alapos elemzést követően a központi-kormányzati, az önkormányzati szervezetek-intézmények számára is hatékonyan alkalmazhatóak.”

6. A közfeladatot ellátó szervezetek kockázati menedzsment tevékenysége

A közösségi feladatokat ellátó szervezetek sajátos viszonyai között három dimenzióban tekinthető át a kockázatkezelési tevékenység javításának a feltételrendszere.

Elsőként említhető a sorban a jogszabályalkotás. A közösségi szervezetek feladataikat és a feladatok megoldási módszereit nem állapíthatják meg szabadon, ellentétben a gazdaság magántulajdonú szereplőivel, akik ebben nagy szabadságot élveznek. A helyi és központi közösségi szervezetek államigazgatási jellegűek, feladataikat jogszabályok írják elő, kevés kivétellel nem dönthetnek jogszabályi háttér és kifejezett jogszabályi előírás nélkül. Ebből következik, hogy nemzeti kockázatkezelési stratégia megalkotása el sem kezdődhet megfelelő joganyag megalkotása nélkül.

A második fontos dolog a szervezeti rendszer kérdése. Az előbb említett kötöttségek vonatkoznak a szervezeti rendszerek alakítására is, vagyis a feladatokat csak a megfelelően, a jogszabályok előírásai szerint létrehozott szervezetek végezhetik el.

A harmadik a pénzügyi fedezet kérdése. A közszervezeteket közpénzekből tartják fenn. A közpénzekre sajátos szabályok vonatkoznak, amelyek semmilyen módon nem kerülhetők meg. A források tervezésekor, tényleges felhasználásakor a közszervezeteknek minden esetben be kell tartaniuk ezeket az előírásokat.

7. A kockázatkezelés helye a szervezetben

A kockázati menedzsment viszonylagos újdonsága megköveteli, hogy foglalkozzunk a szervezeten belüli viszonyokkal, megkíséreljük elhelyezni a szervezeti tevékenységek között.

A szervezet irányításában jelentős szerepe van a felső vezetésnek. Itt születnek a fontos gyakorlati döntések, ez a vezetőréteg látja el a vállalat általános irányítási szerepét. A felső vezetés élén mindig egy személy áll. A felső vezetés tagjai már az egyes nagyobb funkciócsoportok vezetéséért felelősek, általában a gazdasági, a termelési, az értékesítési-marketing, a fejlesztési vezető számít a felső vezetés tagjai körébe. Annak ellenére, hogy a felső vezetőség tagjai funkcionális vezetők, tulajdonképpen testületként viselkedik, a fontos kérdésekben ilyen módon dönt.

A szervezeti tevékenység két nagyobb területre osztható fel. A feladatköröket a szakmai és az általános funkciók közé sorolhatjuk be. Az előbbi csoport a szakmai feladatok tényleges végrehajtását látja el, többé-kevésbé szigorú szervezeti felépítésben és munkamegosztással, ezért hívják angolul line funkcióknak, vezetőit line-vezetőknek (a szokásos magyar elnevezés vonali, vonalbeli). Az általános tisztségeket staff (törzskari) funkcióknak nevezik.

A szervezettejlődés az utóbbi évtizedben számos újdonságot hozott. Kialakultak új szervezeti elemek, amelyek beavatkozó tevékenységet végeznek. Szokás ezeket a tevékenységeket – a más területeken való hatáskör miatt – funkciókat keresztező tevékenységeknek is nevezni. A line, vonalbeli és a staff, törzskari funkciók mellett tehát ezeknek külön jellegzetességük van. Közös jellemzőjük az általánosan használt rendszer kifejezés. A funkciókat keresztező tevékenységeket formailag nagyon jól jellemzi a sajátos eljárási rendet előíró és szabályozó kézikönyv. Beavatkozó jellegüket az adja, hogy saját feladatkörükön belül hatáskörökkel rendelkező vezetőket igényelnek.

A legismertebb „kézikönyves” rendszer a minőségirányítás, a környezeti irányítás, főként ezeknek a rendszerszabványokon alapuló változatai. Ma még nem általános, de a 2003-ban Magyarországon is bevezetett MSZ 28 000 szabvány szerint a minőségirányítási és a környezeti irányítási rendszerekhez hasonló módon tanúsított munkahelyi egészségvédelem és biztonsági rendszerek építhetők ki. Ugyancsak szabványos rendszerek dolgozhatók ki az információs biztonságra. Ráadásul az eddig a hagyományos törzskari funkciók közé sorolt személyügyi is átalakulni látszik, egyre gyakrabban tapasztalható, hogy a személyügyi tevékenységet is rendszerként működtetik.

A rendszerek tehát a menedzsment eszközei, és ezekkel a rendszerekkel együtt a menedzsment sok-

kal jobban tudja a szervezetet befolyásolni, tevékenysége a teljes szervezetet áthatja. Ezekkel az eszközökkel a menedzsment tevékenysége ma már abba az irányba fejlődik, hogy külön vállalati funkcióként tekinthetünk rá. P. Drucker szavaival: „(a menedzsment) minden szervezet jellemző és megkülönböztethető organikus része”.

A rendszerek megjelenésével és elterjedésével együtt sokszor már a bőség zavara is fellépett. A különböző, szabványos vagy egyedi rendszerek ugyanis saját nézőpontjukból ugyan, de mégis ugyanazokat a vállalati folyamatokat szabályozzák és irányítják. Minél többféle rendszer működik ugyanannál a szervezetnél, annál nagyobb az esélye annak, hogy az egymástól elszigetelten működtetett rendszerek ellentmondásokat tartalmaznak, túlszabályozást jelentenek. Mivel a rendszerek száma nem csökken, ellenkezőleg: nő, egyre gyakrabban olvashatunk arról, hogy integrációra van szükség, egyre gyakrabban emlegetik az egy integrált menedzsment rendszer bevezetésének szükségességét.

Nyilván ott van erre a legnagyobb esély, ahol a rendszerek közös alapokon állnak. A rendszerszabványok szerinti irányítás forrásai a nemzetközi szabványok, ezek rokon szabályozásoknak tekinthetők. A leggyakrabban együttesen előforduló eset a minőségi és a környezeti irányítási rendszerek alkalmazása. Van ellenkező példa is, de nyugodtan állíthatjuk, hogy a rendszerek együttes, összehangolt alkalmazása helyesebb. Jól kifejezi ezt a nemzetközi szabványosítás iránya is: a három ISO-szabványon alapuló rendszer auditálásának egységesítése, a ma már Magyarországon is alkalmazható 10 019 szabvány megalkotása és bevezetése.

Tárgyunk, a kockázatkezelés is menedzsment funkcióként meghatározott szervezeti funkció, ezért itt is az a kérdés, hogy milyen alapokon lehet bevezetni. A kockázatkezelésre Európában még nem alakult ki szabványos rendszer. Világszerte mintának tekintik viszont az ausztrál kockázati menedzsment szabványokat: többen javasolták felhasználását egy nemzetközi szabvány alapjául.

Speciális kockázati menedzsment szabványok nélkül is lehet a fontosabb elveket és gyakorlatokat érvényesíteni. A széles körben használt rendszerek ugyanis tartalmaznak olyan elemeket, amelyek figyelembe veszik a kockázatokat, helyenként nagyon hangsúlyosan hívják fel erre a figyelmet. A Magyarországon is elterjedt, ma minőségügyinek, az ISO 9000:2000 szabvány bevezetése után pedig minőségirányításnak nevezett rendszerek szabványai sem kivételek. Kimutatható, hogy a korábbi szabványkiadások is foglalkoztak a kockázatokkal, de most az új szabvány utalásait emeljük ki.

Az új szabványsorozat a korábbiakhoz képest szemléletében a következő változtatásokat hozta: alapelve teszi az érdekeltek szolgálatát, ebben a körben is kiemelten kezeli a vevőket, valamint a vállalati rendszereknél előtérbe helyezi a folyamatszempléletű megközelítést. Az ISO 9000:2000 rendszer követelményeinek tökéletesítéséhez az ISO 9004 ad útmutatás-

kat. A 9004 szabvány több helyen emeli ki a kockázatokot, sőt egyes helyeken még módszertani ajánlásokat is tesz.

A szabványban többször szerepel a kockázat kifejezés. Máshol is vannak a kockázatkezelésre nézve fontos utalások, csak más kifejezések mögött. Az utalások egyik csoportjánál a szabvány a törvények és a szabályzatok betartására ösztönöz, erre nézve általános és konkrét javaslatok is fellelhetők. Az utalások másik csoportjánál pontosan megadott kockázati kört, kockázati tényezőket vagy veszélyeztetett elemeket nevez meg a szabvány, például a biztonságot, a munkabiztonságot, az egészség védelmét, az ergonómiai szabályokat, a munkakörnyezet kockázati elemeit (zaj, rezgés stb.), a természeti erőforrások felhasználásával kapcsolatos kockázati tényezőket.

Mivel a szabvány részletesen foglalkozik a kockázatokkal, véleményünk szerint a kockázatkezelés érdekében nem szükséges külön rendszer kiépítése, de a kockázatok kezelése a minőségirányítási rendszeren belül eléggé fontos ahhoz, hogy foglalkozzunk vele. A részletes kimutatást mellőzve leszögezhetjük, hogy a minőségirányítási szabványokhoz hasonlóan a környezeti irányítási szabványsorozat is tartalmaz hasonló utalásokat, sőt a szabványcsoport egyik elemét kifejezetten a környezeti kockázatoknak szentelték.

8. Javaslatok egy üzleti kockázatkezelési stratégia kidolgozásához

8.1. A stratégia általános szemlélete

Az első lépés a kockázatkezelés határainak a megállapítása, alapjainak a megteremtése és a tudatos kockázatkezelési magatartás kialakítása lehet. Miközben a gazdasági élet változásai kikényszerítettek egy sor kockázatkezelési eljárás gyakorlati alkalmazását, ennek látványos jeleit mindenki naponta láthatja, teljes mértékben hiányzik az elméleti megalapozás: az egyes elemek önálló életet élnek. A kockázatkezelés ugyanis számos, minden szervezetben, így minden közösségi szervezetben is alkalmazott elemet tartalmaz. Mint korábban már említettük, mindenhol vannak szabályzatok, amelyek a kockázatokra vonatkoznak, például tűzvédelmi, baleseti, egészségügyi, munkavédelmi, vagyonvédelmi, etikai, pályázati, szerződési, iratkezelési stb. Ezek rendszerbe foglalása azonban általában hiányzik, és ezért a kockázatokkal kapcsolatos elképzelések, döntések nem szerepelnek a vezetők stratégiai döntési mezőjében, ennek következtében nem emelhetők be a szervezeti célrendszer és a stratégia körébe. Ez okozza azt, hogy a kutatók általános megállapítása szerint a döntések gazdasági szempontból gyakran megalapozatlanok.

8.2. Az üzleti szervezetek

Az üzleti szervezeteknél jellemzőnek tekinthetjük a közszeletor sajátos, közismert feladatait: a közösségi szolgáltatások színvonaláért való felelősség, a közpénzekkel való gazdálkodás és az erről való tájékoztatás egyre növekvő igénye, valamint az, hogy ezek a szer-

vezetek közfeladataikat a privát üzleti szervezetekkel való együttműködéssel valósítják meg. E szervezetek jelentik tehát a közösségi célok és az üzleti szervezetek közötti kapcsolatot, ezért tevékenységüket fokozódó közfigyelem mellett kell végezniük.

Az üzleti szervezeteket tárgyunk szempontjából két részre oszthatjuk fel. Az egyik rész a kormányzati és költségvetési szervezetek köre, a másik pedig a közhasznú társaságok hálózata, az ÁKMI és a megyei közútkezelők.

A szervezeti rendszer központosított, a minisztérium az állami tulajdon képviselője a közhasznú társaságoknál. A döntési rendszert meghatározó legfontosabb tényező a tulajdonosi felügyelet, a finanszírozási és a közszolgáltatási szerződések rendszere, valamint a központi irányítás közvetlen lehetősége. Ezek a tényezők együttesen teszik összefüggő közútkezelő hálózattá a szervezeteket, amelyek egy központból vezéreltnek tekinthetők.

Vizsgálataink és javaslatunk a közhasznú társasági formában működő szervezetekre terjednek ki, tevékenységük jellegzetességei így foglalhatók össze:

- Közfeladatokat látnak el, tevékenységük az igazgatás jellegű tevékenységtől a tevőleges gyakorlati feladatokig terjed, sőt vállalkozóként is megjelennek az útépités, útigazgatás piacán. Tevékenységük a következő részekre osztható fel: közszolgáltatási szerződés alapján végzett, megbízásból végzett, vállalkozási munkák.
- A szervezetek állami tulajdonban vannak, állami irányítás alatt állnak, bevételeik – a vállalkozási tevékenység kivételével – egy forrásból származnak.
- A közszervezetekre általában jellemző, hogy a tevékenység megrendelője, a forrásokat átadó tulajdonos ugyanaz a szervezet, de a szolgáltatásokat a köz számára nyújtja, vagyis a szolgáltatás igénybe vevője és a szolgáltatásokat kifizető nem azonos. Ez így van az üzleti szervezeteknél is. A közszolgálata különbözteti meg a vállalkozóktól, akiknél a megrendelő és a munka átvevője ugyanaz a szervezet: az építtető, a vevő, a megbízó.

8.3. Stratégiai javaslatok

Az üzleti szervezeteknél általánosan alkalmazott ISO 9000 szabvány szerinti minőségi rendszerek megfelelő alapot nyújtanak a kockázati menedzsment egyes elemeinek az alkalmazásához. A rendszerek felülvizsgálataira különféle időpontokban kerül sor, de 2003-tól már az ISO 9001:2000 szerinti szabvány alapján működnek. Az új szabványok követelményei és az időközben szerzett tapasztalatok miatt véleményünk szerint az üzleti szervezetek minőségirányítási rendszerei mindig egységesebbek lesznek. Különösen igaz ez akkor, ha az integrált menedzsmentrendszerek bevezetésére irányuló munka időközben előrehalad, és ez magába foglalja a minőségügyi, környezeti, biztonsági és az egészségre vonatkozó intézkedéseket.

Javasoljuk, hogy a szakma vezetése fogadja el a kockázatkezelés fontosságát, alakítsa ki az erre vonatkozó stratégiai álláspontját, kezdeményezze ennek el-

fogadását a szakmában a következő fő pontok szerint:

- Az üzleti szervezetek tevékenysége számos kockázatot rejt magában. Az üzleti vezetés felhívja a figyelmet a kockázati menedzsment fontosságára. Javasolja az üzleti szervezetek vezetőinek és vezetősegeinek a kockázati menedzsment alapelveinek figyelembevételét. Az elkötelezettség jelzésére a legalkalmasabb eszköz az, ha a stratégiai tervekben és más hasonló általános szakmapolitikai iratokban, dokumentumokban először jelzésszerűen, később esetleg hosszabb, önálló részként deklarálják a kockázatkezelés fontosságát.
- A minőségügyi, minőségirányítási rendszerek felülvizsgálataikor, a rendszerek átdolgozásakor a vezetők és különösen a minőségügyi, minőségirányítási vezetők vegyék figyelembe a kockázatkezelés szempontjait, legalább olyan mértékben, amennyire ez a jelenlegi és a jövőben alkalmazandó minőségügyi, minőségirányítási szabványokban szerepet kap.
- Ha környezeti irányítási rendszert vagy munkahelyi egészségvédelmi és biztonsági rendszert vezetnek be, kiemelt szempont legyen a rendszerek egységesítése.
- Az integrált menedzsmentrendszerek kidolgozásakor a vezetők és a szakértők tekintsék a kockázati menedzsmentet a rendszer szerves részének.
- A rendszer kiépítésekor az üzleti tevékenységre jellemző speciális eljárások köre az alábbi lehet:
 - a közúti munkák vállalatba adása és lebonyolítása;
 - a közúton folyó munkák;
 - a közúton közlekedők által okozott károk kezelése;
 - a közútkezelői felelősséggel kapcsolatos kockázatok;
 - részvétel a katasztrófa-elhárítás országos és helyi rendszereiben.

8.4. A bevezetés lépései

- A szervezetek szabályzatainak áttekintése, viszonyuk tisztázása a minőségügyi rendszerrel. Az integrált rendszerek felé haladás mindenképpen megköveteli a szabályzatok egymással való összefüggéseinek a feltárását, a minőségügyi rendszerek felülvizsgálataikor is fontos kérdés a szabályzatok, különösen a kockázati szabályzatok (tűzvédelem, balesetvédelem, vagyonvédelem, információ stb.) beépítése.
- A menedzsmentrendszerek közös sajátossága a szervezeti folyamatok feltérképezése. Javasoljuk a minőségügyi rendszereknél alkalmazott folyamatábrázolásokat egységesebbé tételét.
- Javasoljuk az üzleti kockázati szakmai területek meghatározását, „szabványosítását”. Javasoljuk a következő összetételt: vagyon, egészség, biztonság, személyzet, információ, környezetvédelem (felkészülés a környezeti irányítási rendszerekre, illetve ennek a minőségirányítási rendszerrel való kombinálására), viselkedés (etika, reputáció védelme).
- Az egységes folyamatábrák és a fontos szakmai területek kijelölése után ki lehet dolgozni néhány olyan módszert, eljárást, technikát, amely segít meg-

győzni az illetékeseket a kockázati menedzsment szükségességéről.

- A kockázatokkal kapcsolatos gazdasági hatások elemzését a mai minőségirányítási rendszerekhez való csatlakozás nem oldja meg, mert a rendszerek nem szabályozzák a gazdasági folyamatokat. Két lehetőség van: az egyik, hogy a rendszerekben később már lesznek gazdasági eljárási szabályok is, és ezekhez lehet igazodni. A másik, hogy külön értékeljük a gazdasági hatásokat. Mivel a kockázatkezelésnek gazdasági vonzatai is vannak, ezért figyelmen kívül hagyása nem javasolható.

9. Összefoglalás

A kockázati menedzsment, a kockázatkezelés az üzleti vállalkozásoknál, különösen a nagyvállalatoknál rutinszerűen végzett tevékenység, a menedzsment egyik eszköze. Hasonló gondolkodást igényel, hasonló módszereket alkalmaz, mint más menedzsment-rendszerek, szervezeti elhelyezkedésük is hasonló.

A közügyeket intéző, közszolgáltatásokat végző szervezetek az elmúlt években széles körben veszik át az üzleti gazdasági szervezetek, vállalatok módszereit, figyelembe véve a sajátosságokat. Az üzleti szervezeteknél a közhasznú társaságok tevékenységével foglalkoztunk. Az ebben a körben általános minőségügyi rendszerek alkalmasak a kockázati menedzsment elemeinek az elhelyezésére, a rendszer alapját képező szabványok megengedik ezt, sőt a minőségi rendszerek gazdagodnak ezáltal. Javasoljuk tehát a minőségügyi rendszerek fokozatos kiegészítését. Ez a javaslat a folyamatos építkezésre utal, az állandóan változó, javuló rendszereken keresztül lassan érvényesülhet ez a másfajta gondolkodásmód. Nagyobb változást az integrált menedzsmentrendszerek kiépítésével lehet elérni. Addig is kialakítható egy stratégiai álláspont. Javasoljuk, hogy a szakmai vezetés kezdeményezze ennek elkészítését, figyelembe véve más szakmai törekvéseket is, elsősorban az integrált menedzsment rendszerre és az egészségügyi és munkabiztonsági munka javítására már megkezdett szakmai munkát.

A technikai és módszertani javaslatok közül a legfontosabb a szakmai feladatokra vonatkozó folyamatábrák egységesítése, a kockázatkezelési szakmai területek egységes meghatározása és a kockázatértékelések megkezdése.

Irodalom

- Knight, F.: Risk, uncertainty and profit. New York, Harper & Row, 1965 [[1921]]
- Hölscher, R.: Die Praxis des Risiko- und Versicherungsmanagement in der deutschen Industrie. In: Schierenbeck, H. (Hrsg.): Risk Controlling in der Praxis. Schaffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2000
- Farkas Sz. – Szabó J.: Kockázatkezelés a közúti igazgatás területén. A. rész: Elméleti áttekintés; B. rész: Esettanulmány és javaslatok, PMS Kft. Budapest, 1994.
- Farkas Sz. – Szabó J.: Kockázatkezelés. Állami Biztosításfelügyelet. Műhelytanulmányok 4. Budapest, 1996
- Farkas Sz. – Szabó J.: A vállalati kockázatkezelés jelentősége és összefüggései. 1997, Bankszemle, 1997/1. szám
- Farkas Sz. – Szabó J.: A vállalatvezetés és a kockázatkezelés integrációjának esélye. 1997, Vezetéstudomány, 1997/7–8. szám
- Farkas Sz. – Szabó J.: Kockázati menedzsment. PMS, Budapest, 2003
- Farkas Sz. – Szabó J.: Die Chancen der Risikomanagement-Firmenintegration. Journal für Betriebswirtschaft, 1/2000, Wien.
- Szabó J. – Farkas Sz.: Vállalatok a kockázattársadalomban. Vezetéstudomány, 2000. október.
- Sheila Boyce: On the road to nowhere? Business Risk, 1999. március
- Report on risk assessment procedures used in the field of civil protection and rescue services in different European Union countries and in Norway. Az Európai Tanács Polgári Védelmi Osztálya szakértő csoportjának jelentése, 1999
- Szabó J. – Császár G.: Húsz év vállalkozáskutatásai Magyarországon. Vezetéstudomány, 2004/4. szám
- A H/2436 szám alatt benyújtott országgyűlési határozattervezet az állami tulajdonban lévő vagyontárgyakat fenyegető kockázatok kezelésével és egyéb kockázatkezelési kérdésekkel kapcsolatos egyes kormányzati feladatokról. Kézirat, 2000
- Public Risk Management Association: Public Sector Risk Management. Arlington, 1998
- Közfeladatok ellátó szervezetek kockázati menedzsmentje. Üzleti szervezetek. Tanulmány, PMS Mérnöki Társaság, 2001. Szerzők: Farkas Sz., Petőcz M., Szabó J.
- ISO 9001 és ISO 9004:2000 szabvány
- ISO 14 001 és ISO14 015 szabvány
- MSZ 28 001 szabvány
- MSZ 10 019 szabvány
- AS/NZS 4360 szabvány

Summary

Principles of risk management in the national road management

The paper seeks the application possibilities of risk management within road agencies. Principles of risk management systems in business organizations are shown, specialties of public organizations are highlighted, and proposals to prepare implementations are outlined. Risk management systems should be based on existing ISO 9000 standards generally used within road agencies.

A gazdasági rendszeren belül infrastruktúrán a gazdasági és társadalmi tevékenységek olyan tárgyi, intézményi és személyi feltétel-együttesét értjük, amelynek hiányában azok nem, vagy nem a legkedvezőbbben hajthatók végre. A közlekedés (egyebek között az energiaellátással, a távközléssel, a vízellátással, a csatornázással és a szennyvíztisztítással együtt) az infrastruktúra körébe tartozik, annak jelentős alkotó eleme. Elismerve, hogy a közlekedési eszközök, járművek és tartozékaik is a közlekedési infrastruktúra elemeinek tekinthetők, vizsgálódásunkat a következőkben kizárólag a közlekedési pályákra és az azokhoz kapcsolódó kiszolgáló egységekre, intézményi és szervezeti, személyi feltételekre, azaz a közlekedési hálózatokra korlátozzuk. Ezeket fogjuk közlekedési infrastruktúraként, ezen belül vasúti, közúti, légi közlekedési stb. infrastruktúraként említeni.

1. A közlekedési infrastruktúra állapota

1.1. Az ellátottság

Az infrastrukturális ellátottság mérésére és nemzetközi összehasonlítására magyar kutatók dolgoztak ki jól áttekinthető, a hozzáférhető statisztikai adatokon alapuló, több kritériumos módszert (*Csernok A, Ehrlich É, Szilágyi Gy, 1975*). Eszerint célszerűen választott mennyiségi és minőségi mutatók alapján sorba rendezett országok közül az adott infrastruktúrával legjobban ellátottnak tekintett 100 pontot, a többi pedig, a szóban forgó mutatójával egyenesen arányosan 0 és 100 pont közötti értéket kap. Az egyes ellátottsági mutatók szerinti részpontszámok súlyozatlan átlagként számíthatók az ágazat, illetve a nemzetgazdaság viszonylagos (relatív) fejlettségi szintjét jellemző pontszámok. A módszer a pontszámok több egymást követő időpontra való kiszámításával a fejlődési tendenciák értékelésére is lehetőséget nyújt (*Ehrlich É, 1998, 2003*). Hátránya viszont, hogy a statisztikai adatok legtöbbször hiányosak vagy eltérő tartalmúak, és roppant nehéz a szolgáltatások minőségét is kifejező adatokat előállítani és az értékelésben szerepeltetni.

Az infrastrukturális ellátottság mérését és nemzetközi összehasonlítását, értékelését a kutatók a távközlés, az egészségügy, a lakásépítés, az oktatás és kultúra, valamint a környezetvédelem területén végezték el. A közlekedési infrastrukturális ellátottság mérésére a vizsgálatokhoz szokásosan a hálózat-sűrűségi (pl. pályahossz km/100 km²), ellátottsági (járműszám/1000 lakos), a teljesítményi (utaskm/év, tonnkm/év) és a statisztikai mutatókat használják fel. Minőségi mutatóként az autópálya-hálózat teljes úthálózatra vetített hosszát (%) vagy a kétvágányú, illetve villa-

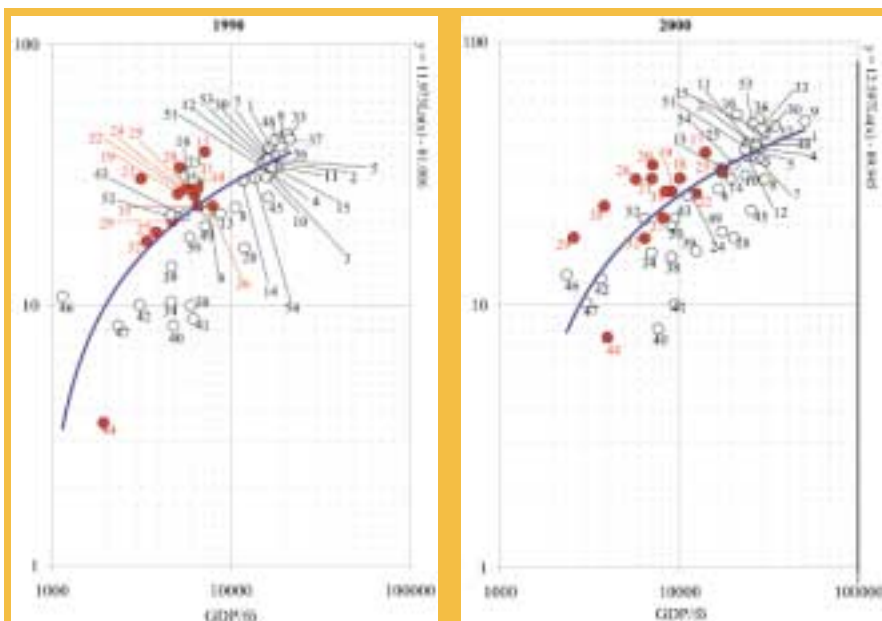
mosított vasútvonalak teljes vasúthálózatra vetített hosszát (%) használhatják.

A nemzetközi összehasonlító vizsgálatok igazolták, hogy a gazdasági növekedés és az infrastrukturális ellátottság között korreláció mutatható ki (1. ábra). Az országok közlekedési infrastrukturális ellátottságát tükröző nemzetközi rangsorban Magyarország mind helyezés, mind pedig pontszám tekintetében 1920. és 2000. között nem javított helyzetén, sőt kissé visszaesett. 1960-tól 1990-ig a minőségi színvonal és az ellátottság, felszereltség tekintetében az ország messze elmaradt a korábban, a 20. század első felében hasonló gazdasági fejlettségű európai piacgazdaságoktól. Az alacsony minőségi színvonal és az infrastrukturális hálózatok, berendezések, járművek avulása, előregedése miatt a mindennapi működőképességet biztosító fenntartási és üzemeltetési költségek rendkívüli mértékben megnövekedtek. Az ebben az időszakban egyébként valamennyi közép- és kelet-európai országra jellemző stagnálás, illetve visszaesés egyik lényeges oka, hogy a tőkeigényes infrastruktúra terén rendkívül kevés beruházást hajtottak végre, azaz az infrastruktúrából tőkét kivonva finanszíroztak más fejlesztéseket. A közlekedési beruházások aránya az összes beruházáson belül ezekben az országokban 1970-ben 7%-ot, 1984-ben alig több mint 8,5%-ot, 1989-ben pedig ismét 7%-ot tett ki. A közlekedési beruházások GDP-hez viszonyított aránya az Európai Unió fejlett közlekedési hálózatokkal rendelkező tagállamaiban 1,5-2,0% között változott, Magyarországon 1989-ben pedig csupán 1,3% volt, miközben az összes beruházásnak a GDP-hez viszonyított aránya is nagyon alacsony volt.

Ez az irányzat alapvetően nem változott meg a rendszerváltozás után, az 1990–2000 közötti évtizedben sem. A közlekedési teljesítmények máig tartó visszaesése jól tükrözte a tervgazdaságról a piacgazdaságra való sikeres átmenettel együtt járó súlyos gazdasági visszaesést és a gazdaság szerkezetének gyökeres átalakulását, a külkereskedelmi áramlatok szinte teljes átrendeződését (2. ábra). Az 1. ábrán Magyarország közlekedési infrastrukturális kínálatának romlását jelzi, hogy a helyzetét a választott (ellátottság/GNI- bruttó nemzeti jövedelem) koordináta rendszerben ábrázoló 22. sz. pont a nemzetközi trendvonalhoz viszonyítva kedvezőtlen irányban mozdult el. Az elmaradás megszüntetéséhez a közlekedési beruházásoknak a GDP-hez viszonyított arányát rövidtávon 2,0-2,5%-ra, hosszú távon tartósan legalább 1,5%-ra lenne szükséges és célszerű emelni (*Ehrlich, 2003*).

Gazdaságstatisztikai adatokkal vagy gazdaságtörténeti elemzéssel mindezt nem sikerült meggyőzően kimutatni, hogy mikor, melyik infrastruktúra-elem kínálatának megléte vagy hiánya válik a fenntartható gazdasági növekedés gerjesztőjévé vagy gátjává. Ez

¹ Ph.D., MTA doktor, egyetemi tanár, Pécsi Tudományegyetem



1. ábra: Korreláció a gazdaság teljesítménye és a közlekedési infrastruktúrális ellátottság között, 1990-ben és 2000-ben (nemzetközi összehasonlítás, pirossal jelölve a volt szocialista országok, Magyarország: 22) (Ehrlich, 2003)

JELMAGYARÁZAT

Pirossal jelölve a volt szocialista országok

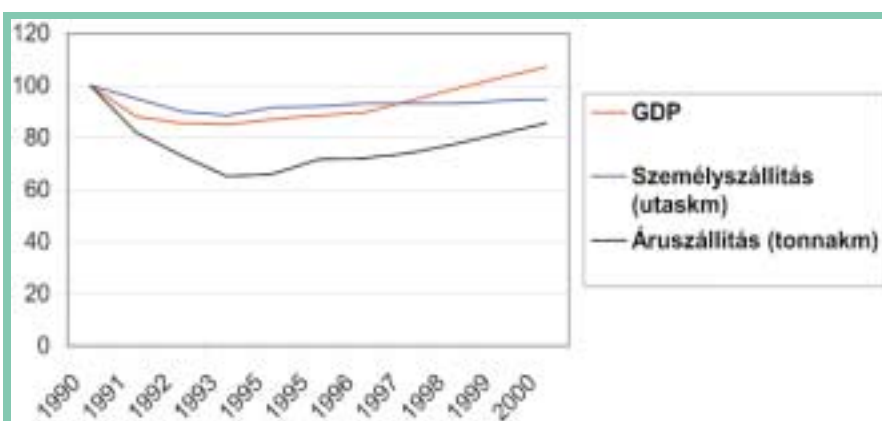
1 Ausztria	28 Izrael
2 Belgium	29 Jugoszlávia (Szerbia és Montenegró)
3 Dánia	30 Norvégia
4 Finnország	31 Oroszország
5 Franciaország	32 Románia
6 Görögország	33 Svájc
7 Hollandia	34 Törökország
8 Írország	35 Ukrajna
9 Luxemburg	36 Kanada
10 Nagy-Britannia	37 USA
11 Németország	38 Mexikó
12 Olaszország	39 Argentína
13 Portugália	40 Brazília
14 Spanyolország	41 Chile
15 Svédország	42 Egyiptom
16 Ciprus	43 Dél-Afrika
17 Csehország	44 Kína
18 Észtország	45 Hong-Kong
19 Lengyelország	46 India
20 Lettország	47 Indonézia
21 Litvánia	48 Japán
22 Magyarország	49 (Dél) Korea
23 Málta	50 Malajzia
24 Szlovákia	51 Szingapúr
25 Szlovénia	52 Thaiföld
26 Bulgária	53 Ausztrália
27 Horvátország	54 Új-Zéland

1.2. A hálózati teljesítmények, a szolgáltatás minősége

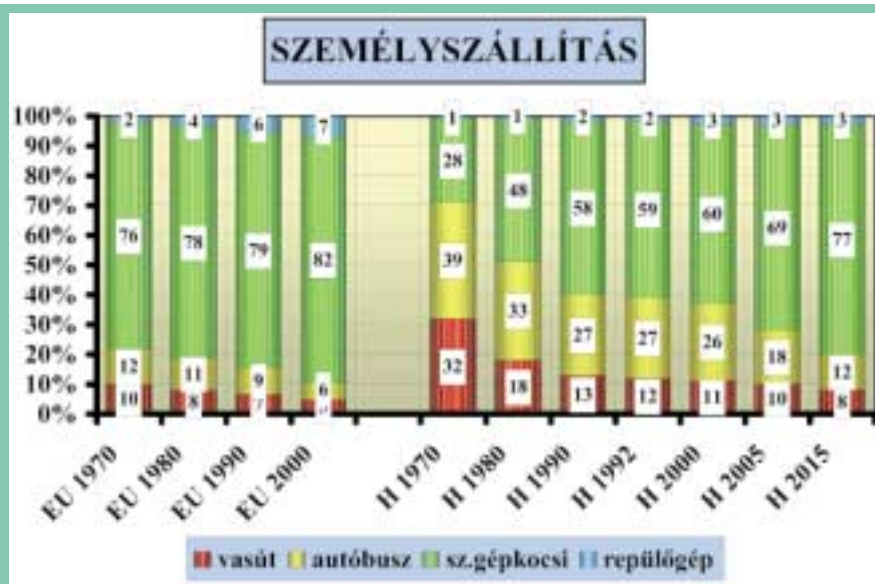
A közlekedési rendszer működéséhez erőforrásokat (energia, tőke, idő stb.) használ fel, „terméke” pedig szolgáltatásként maga a helyváltoztatás, amelyet létrehozásával egyidejűleg el is fogyasztanak. Adott időpontban és adott helyen a közlekedési hálózat megléte és elfogadható színvonalú műszaki állapota a közlekedés és ezen keresztül a fenntartható mobilitás, illetve a gazdasági növekedés feltétele. A közlekedési szolgáltatásokat hagyományosan közszolgáltatásoknak (újkeletű kifejezéssel általános gazdasági érdekű szolgáltatásoknak) tekintik, amelyekhez minden állampolgárnak egyenlő eséllyel és akadálytalanul kell hozzáférnie.

A közlekedési rendszer – mint a gazdaság egyik ágazata – teljesítményének mérésére a választott időegység (naptári év) alatt a megfigyelt (pl. egy adott ország területére eső) közlekedési hálózaton végrehajtott helyváltoztatások járműkilométerben, utaskilométerben vagy árutonna-kilométerben mért összege szolgál.

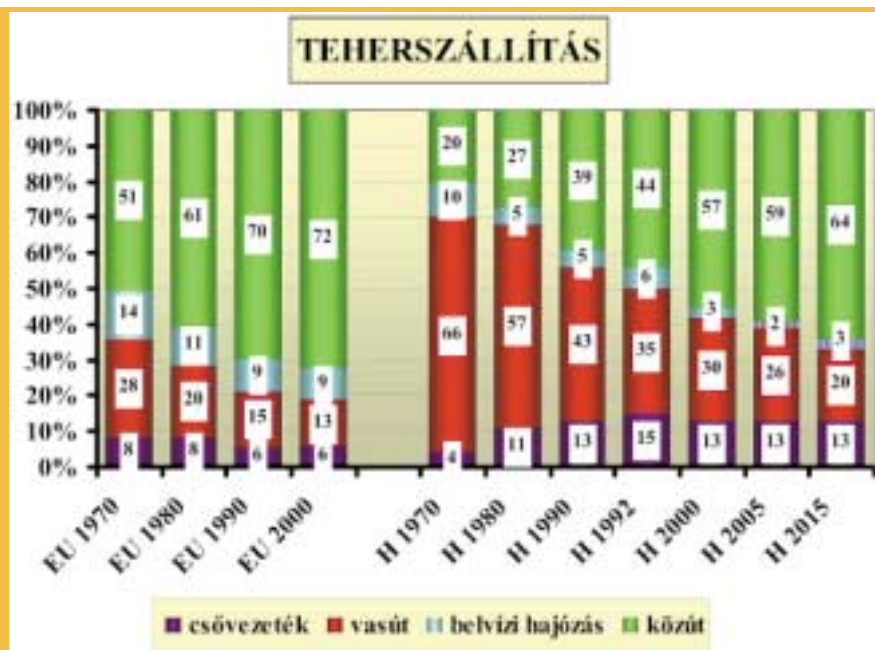
Személyszállításban a magyar közlekedés teljesítménye 80%-a, áruszállításban pedig alig 40%-a az Európai Unió átlagos teljesítményének. 2000-ben ugyanis a személyszállítás utaskm/fő/nap teljesítménye az EU-ban 35, Magyarországon 28 utaskm, az áruszállítás tonnakilométer/fő/nap teljesítménye pedig az EU-ban 20, Magyarországon 8 tonnakm volt. A magyar közlekedés teljesítménye 1990. és 2000. között ugyan súlyosan visszaesett, ám a közlekedési munkamegosztás (a közlekedési



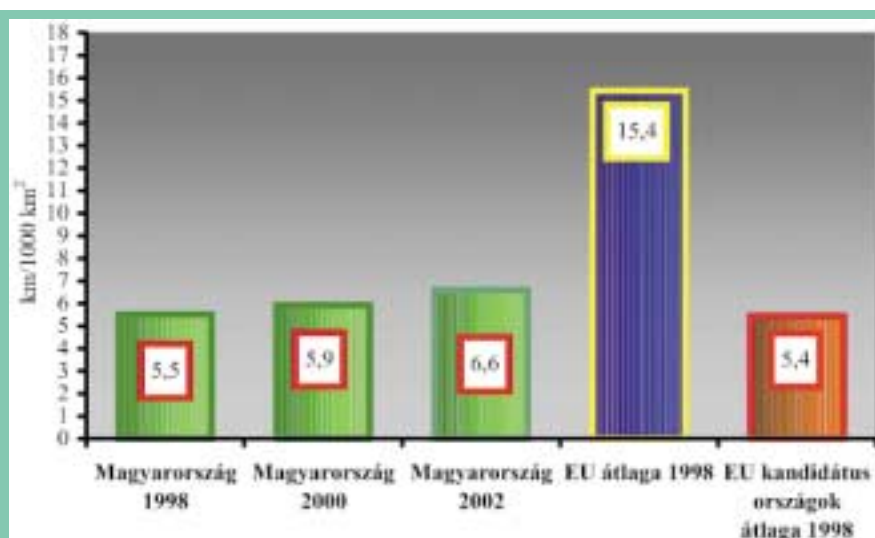
2. ábra: A magyar közlekedési rendszer teljesítménye (1990–2000)



3. ábra: A személyszállítási munkamegosztás az Európai Unióban és Magyarországon (tények és előrejelzés)



4. ábra: Az áruszállítási munkamegosztás az Európai Unióban és Magyarországon (tények és előrejelzés)



5. ábra: Autópálya-sűrűség – nemzetközi összehasonlítás

alágazatok teljesítményeinek aránya az összteljesítményen belül) továbbra is a nemzetközi tendenciáknak megfelelően alakul (3., 4. ábra).

1.3. Az infrastruktúra állapota az EU-hoz csatlakozáskor

1.3.1. Közúthálózat

Magyarország útjainak hossza ke-reken 190 000 km volt 2000-ben. Ebből 135 ezer km volt a közutak (30 ezer km országos közúthálózat és 105 ezer km önkormányzati tulajdonú helyi közút) és 55 ezer km a magánutak hossza. Az összege-zett területi ellátottsági mutató (1 456 km/1000 km²) jobb, az országos közutakból és a belterületi helyi közutakból (kerekén 51 ezer km) képzett 81 ezer km-es útállományra számított területi ellátottsági érték (870 km/1000 km²) viszont rosszabb az EU területi közúti ellátottsági átlagértékénél (1 121 km/1000 km²). Az országos közutak 99%-a, a belterületi helyi közutak 60%-a, a külterületiek 5%-a, az összes közút alig 50%-a volt szilárd burkolatú (Keleti, 2003). Az Európai Unióban ez utóbbi érték kb. 96%, a visegrádi országokban 76% volt 2000-ben. Magyarország gyorsforgalmi utakkal (autópályákkal és autótutakkal) való ellátottsága 1998-ban 5,5 km/1000 km² volt, ami alig haladta meg az EU akkori hasonló mutatójának (15,7 km/1000 km²) egyharmadát (5. ábra).

A közúti teljesítmények mintegy 70%-a az országos közúthálózaton keletkezik, amelynek szolgáltatási színvonala ma csak korlátozottan felel meg az ország átalakuló, fejlődő gazdasága és társadalmá által támasztott igényeknek (Ruppert, 2003). A feszültségek

- a főhálózat főváros-centrikus szerkezetéből, a folyami átkelések kis számából,
- a gyorsforgalmi úthálózat (640 km) viszonylagos rövidségéből, kedvezőtlen szerkezetéből és kevés nemzetközi kapcsolati pontjából (M1 és M15),
- a főutak (kb. 6000 km) 16%-ának elégtelen átbocsátó képességéből, a települések átkelési szakaszain a nehéz tehergépjármű-forgalom környezetszennyezéséből,

- a hálózat 36%-án a burkolatok elégtelen teherbírásából és szélességéből, valamint 54%-ának rossz felületi állapotából,
- a hálózat hídjai 20%-ának elégtelen szélességéből és 4%-ának elégtelen teherbírásából, valamint
- az utak rossz vonalvezetésére, a csomópontok korszerűtlenségére, a sok szintbeli vasúti-közúti keresztezésre is visszavezethető balesetekből erednek.

Az országos közúthálózat fenntartásában az elmúlt két évtizedben rendkívül nagy hiányok halmozódtak fel. Ezt alátámasztja az aszfalt-felhasználás rendkívüli visszaesése is (6. ábra). Számításaim szerint az Út-alap 1998-as megszüntetése óta a műszakilag és gazdaságilag indokolt összegnél évente mintegy 20 milliárd forinttal kevesebbet fordítottak az országos közúthálózaton fenntartási célokra (Timár, 2003). A tartós alulfinanszírozás következtében a nem gyorsforgalmi úthálózat közel fele felújításra szorulna. A helyzetet ugyan enyhíti, de az elmaradás felszámolását nem teszi lehetővé az európai uniós csatlakozási szerződés mellékleteként elfogadott és közösségi forrásokból támogatott burkolat-megerősítési program. Ennek célja, hogy 2008-ig kb. 7000 km útburkolat teherbírása az EU szabvány szerinti 11,5 tonnás egység tengely-terhelésnek megfelelően (korábban Magyarországon az előírásokban 10,0 tonnás egység tengely-terhelés szerepelt).

Az önkormányzati közutak becsült hossza 105 ezer kilométer. Ebből a belterületi utaké mintegy 60 ezer km, ezek 40%-a nem szilárd burkolatú. A tanácsi rendszer felbomlásával az önkormányzatok jelentős részénél a közutakkal foglalkozó műszaki osztályok és a közvagyonnal való gazdálkodás alapjául szolgáló nyilvántartások is megszűntek. Mérések szerint az új építésű önkormányzati utak 60%-a az első hat év után teljes felújításra szorul (jó műszaki színvonal esetén ez átlagosan 12-16 év után lenne indokolt). A belterületi helyi utakon a forgalmat akadályozó súlyos akadályok, torlódások – Budapest kivételével – nem voltak. Az ilyen közutak kiépítettsége az ezredfordulón csak 60%-os volt, ami az EU régi 15 tagállama átlagértékének 62%-a, a visegrádi országokénak 79%-a. A 90-es években az önkormányzatok gazdálkodásában állandósult a forráshiány, ami felgyorsította a helyi közutak és hídjaik leromlásának folyamatát.

Budapest közúthálózatának szolgáltatási színvonala nem felel meg a város jelentőségének és áhított nemzetközi szerepének, hátrányos feltételeket nyújt a gazdasági szereplők együttműködéséhez. A város közúthálózatának (3100 km) 41%-a földút, az útburkolatok egyötöde nem megfelelő,

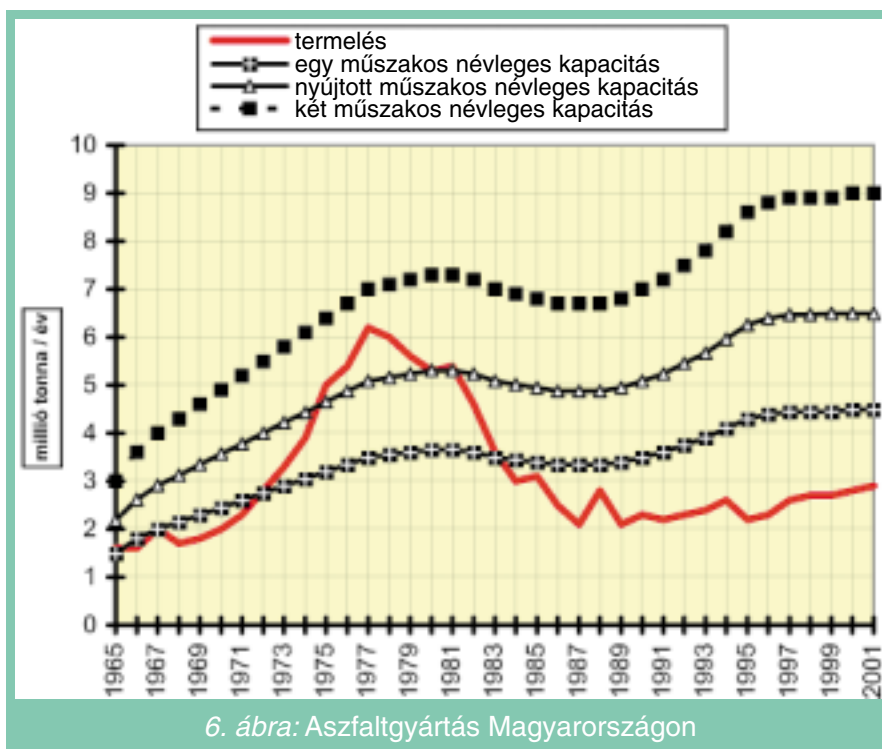
illetve rossz minőségű. Az úthálózat leromlási folyamata a fenntartás elhanyagolása, illetve annak rossz minősége miatt rendkívüli mértékben felgyorsult. A Duna-hidak átbocsátóképessége az egyre hosszabbra nyúló csúcsórákban elégtelen. A város belső területein a parkolás rendezetlen, rendkívül kevés a nem utcai, felszín alatti vagy célszerűen épített parkolóhely.

1.3.2. Vasúthálózat

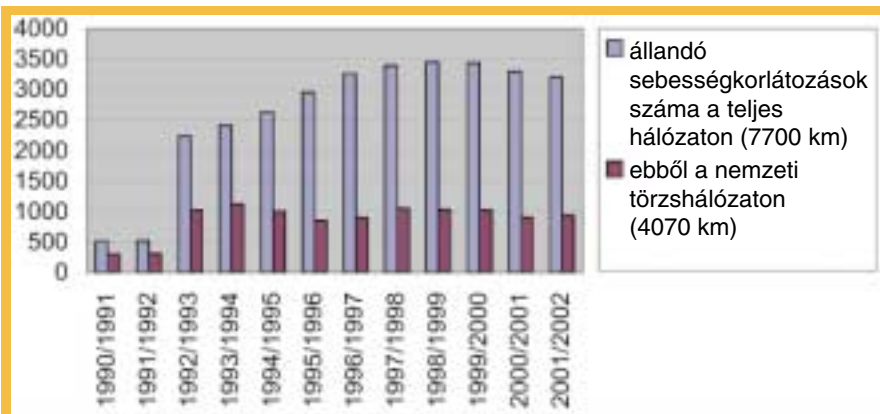
A kelet-közép-európai országokhoz hasonlóan a vasúti közlekedés volt a piacgazdaságra való áttérés nagy vesztese. A MÁV áruszállítási teljesítménye kb. 60%-kal csökkent 1990. és 2002. között. Ennek ellenére – mint korábban láttuk – a közlekedési munkamegosztásban a magyar vasúti közlekedés részesedése mind az áru-, mind a személyszállítási teljesítményekből ma még mintegy kétszerese az EU-s átlagértéknek. A gazdasági növekedéssel összhangban előrebecsült közlekedési teljesítmény-növekedés túlnyomó része azonban a közúti közlekedés teljesítmény-növekedéseként várható, így a vasúti teljesítmények részaránya a közlekedési munkamegosztásban, ha lassuló ütemben is, de tovább csökken.

A kb. 7500 km hosszú magyar vasúthálózat sűrűsége jóval meghaladja az EU15 értéket: 80,6 km/1000 km² az 51 km/1000km²-rel szemben. Ugyanakkor a kétvágányú vonalak, illetve a villamosított vonalak aránya nemzetközi összehasonlításban rendkívül alacsony, csupán 17,3%, illetve 35%.

A piacok elvesztése szinte minden európai vasúttársaságot – folyamatos állami támogatás ellenére is – veszteségesé tett. Ez alól nem kivétel a még mindig szinte monopol helyzetben lévő MÁV Rt. sem (üzemi vesztesége évente 30-40 milliárd Ft, eladósodottságának mértéke kritikus szintű), ahol a korábbinál jelentősen kisebb teljesítményt ma is majdnem ugyanakkora hálózaton, bár kisebb létszámmal állítják elő (Lovas, Sztrányainé, 2003). A finanszírozási és gaz-



6. ábra: Aszfaltgyártás Magyarországon



7. ábra: Állandó sebességkorlátozások száma a MÁV hálózaton

dálkodási problémák következtében jelentősen romlott a vasúti pályák állapota is, amit a lassújelek rendkívül nagy száma jelez (7. ábra). Részben erre is visszavezethetően a kereskedelmi sebesség nemzetközi összehasonlításban nagyon kicsi, rontva a MÁV versenyképességét.

Az európai uniós csatlakozással is összhangban évek óta előkészületben van a vasút reformja. Ennek keretében önállóan gazdálkodó társaságokra választanak szét a pályavasutat, a személy- és áruszállítást, a vontatást. 2003-ban, első lépésként számvitelileg különválasztották ezeket az üzletágakat, a tényleges reform azonban a finanszírozási források hiányára hivatkozva és a létszámcsökkentés társadalmi-politikai következményétől való félelem miatt egyre késik.

A vasúti reform egyik alapkérdése, hogy mi legyen a kisforgalmú mellékvonalak sorsa. A vasúti teljesítmények döntő többsége ugyanis a mintegy 4000 km hosszú törzshálózaton keletkezik. A kilencvenes évek közepén külföldi tanácsadók mintegy 3000 km mellékvonal önkormányzati és más érdekelt szervezetekből álló regionális társulásoknak való átadását (a teljesítményarányoknak megfelelő arányú állami támogatással együtt), illetve azokon a forgalom ideiglenes szüneteltetését javasolták, sikertelenül.

A versenyügyi feltételek megteremtése azonban a vasúthálózat esetében sem halogatható sokáig. Az állami tulajdon és felelősség elsősorban a törzshálózatra és a biztosítóberendezéseire, tehát a létrehozandó pályavasúti társaságra kell hogy kiterjedjen, valamint a menetrendi idők kiosztására, a pályahasználati díj megállapítására. A pályahasználati díjat a közeljövőben várhatóan már nem csak magyar vasúttársaságok, hanem a magyar vasúti pályát használó külföldi személy- vagy áruszállító kereskedelmi vasutak is megfizetik. Ugyanakkor nem halasztható tovább egy átfogó vasúti törzshálózat-felújítási program kidolgozása és a jelenleg folyó rekonstrukciós munkák felgyorsítása.

1.3.3. Légi közlekedés

A 2003-ban megkötött EU-hoz csatlakozási szerződés mellékletében a transz-európai közlekedési hálózat (TEN-T) részeként a Budapest-ferihegyi, a debreceni és a sármelléki repülőtér szerepel. A ferihegyi nemzetközi repülőtér versenyképessége az utóbbi években jelentősen romlott, mert a környező országok re-

pülőterei (Bécs-Schwechat, Pozsony, Prága, Varsó) erőteljes fejlesztésbe fogtak, itt pedig 2000 óta a 2/A terminál átalakításának kivételével (ezt a 100%-os poggyásellenőrzésre vonatkozó nemzetközi követelmények tették halaszthatatlanná), nem került sor fejlesztésre.

Közép-Európa repülőtereinek forgalma 2002-ben 2001-hez viszonyítva (ami rendkívül rossz összehasonlítási alap a szeptember 11-ei terrortámadás miatt) Bulgáriában 9,6%-kal, Horvátországban 10,0%-kal, a Cseh Köztársaságban 3,6%-kal

(egyedül Prágában 9%-kal), Lengyelországban 4,7%-kal, Romániában 5,1%-kal, Szlovákiában 20,7%-kal növekedett, Magyarországon pedig 2,5%-kal csökkent (Erdői, Tóth 2003). A forgalom 2003-ban ugyan növekedett, a ferihegyi repülőtér versenyképességét azonban jelentősen rontja, hogy a kor színvonalán álló vasúti és autópálya összeköttetése nincsen sem a fővárossal, sem az országos, illetve nemzetközi hálózatokkal.

A jelenlegi 2A-2B terminál-együttesen – elsősorban a nyári időszakban – nincs elégséges repülőgép állóhely. Az utóbbi időben megnőtt a kisebb méretű, ún. regionális repülőgépek forgalma, amelyek egyszerűbb kiszolgálást és egyre rövidebb forduló időt igényelnek. Elsősorban ezek számára további három állóhely kialakítása szükséges a 2B terminál térségében, továbbá az előteret is bővíteni kell.

A repülőtér várható forgalom növekedése, ezen belül a tervezett repülőtéri „HUB” szerep kialakíthatósága érdekében újabb terminál épületet (2C) kell építeni, mivel a jelenlegi 2A és 2B terminál utaskezelési összkapacitása 5,5 millió utas/év, és ez várhatóan 2006–2007-ig kimerül (Prága utasforgalma már 2002-ben 6,3 millió volt). Minél előbb meg kell kezdeni egy többszintes parkolóház építését is.

A ferihegyi repülőtér 1. terminálja felújításra, bővítésre és modernizálásra szorul. Az épület évtizedekkel ezelőtt több szakaszban épült, műszakilag elavult. A 2004-ben nagy számban Budapestet is hálózatukba iktató, úgynevezett fapados járatok növekvő utasforgalmához az 1. terminál alkalmassá tehető. A megnövekvő utasforgalom miatt viszont szükség van a felújításon túl az épület belső átalakítására is.

A debreceni és a sármelléki repülőtér jelenlegi kiépítettsége nem felel meg a nemzetközi polgári repülés feltételeinek, ugyanakkor folyamatos működtetésük módját adhat arra, hogy korszerű körzeti repülőtérre fejlődjenek. A repülőterek nemzetközi kereskedelmi forgalmú repülőtéri technikai színvonalának az elérése megalapozott cél. A fejlesztés józan előrejelzések szerint azonban megfelelő ütemben valószínűleg csak állami támogatással valósítható meg.

1.3.4. Vízi közlekedés

A Duna magyar szakaszán megvalósítandó víziút-fejlesztés is helyet kapott az EU által nemrég elfogadott, prioritást élvező közlekedési hálózat-fejlesztési

(TEN-T) projekt-csomagban. A projekt előkészítés meghatározó eleme a bős-nagymarosi vízlépcsőrendszerre vonatkozó szerződés teljesítésével, az ezzel foglalkozó 1997-es hágai bírósági döntés végrehajtásával kapcsolatban kialakult magyar-szlovák vita mielőbbi lezárása, közös dunai víziút-fejlesztési tervzet és program meghatározása. A dunai hajóút minősége az utóbbi években érzékelhetően romlott, a jelenleg regisztrált gázlók száma lényegesen nagyobb, mint néhány évvel ezelőtt (Valkár, 2003).

A dunai hajóút kapacitásának kihasználását akadályozza a magas szolgáltatási színvonalú folyami kikötők hiánya, illetve a meglévők leromlott állapota, gyenge felszereltsége is. A mohácsi határkikötő schengeni követelményeknek megfelelő kiépítéséhez szükséges fejlesztésről kormányhatározat rendelkezik, de a pénzügyi források egyelőre hiányoznak. A Győr–gönyüi országos közforgalmú kikötőben az állami finanszírozású alap-infrastruktúra kiépítésének befejezése egyre késik. A kikötőt érintő kotrási és terület-feltöltési munkák jelenlegi készülségi foka – több éves csúszással is – csak 80%-os. A kikötői infrastruktúrák – az állandósult pénzügyi gondok miatt is – elhúzódó megvalósítása elriasztja a betelepülni kívánó vállalkozókat, ami kimutathatóan komoly mértékű gazdasági veszteségeket okoz.

1.3.5. Kombinált szállítás, logisztika

A kombinált szállítás teljesítménye a viszonylag olcsó szállítási díjak ellenére is alacsony. A hazai nem kísért kombinált forgalomnak a vasúti összforgalmon belüli aránya csupán fele (10%) az EU 15 tagállamáénak (20%).

A kombinált szállításnak számottevő nagyságrendje a Ro-La forgalomban (8. ábra) és a vasúti konténerszállításban van. E teljesítmények elérésében jelentős szerepe van az állami támogatásnak (infrastruktúra-fejlesztés és járműbeszerzés), az EU-val harmonizált jogszabályi háttér megteremtésének.

Kombiterminál hálózatunk az elmúlt években jelentős racionalizáláson ment át, a terminálok száma 13-ra csökkent, Ro-La szállítás jelenleg a budapesti, a szegedi és a soproni terminálokon lehetséges. A ma-

gyarországi nem kísért forgalom 80%-át teszik ki a zárt irányvonalak, a szállítások alapvetően 13 viszonylatban közlekedő 65 kombinált vonatra koncentrálnak (Zsirái, 2004).

Az országos logisztikai szolgáltató központok hálózatának fejlődése felgyorsult. Budapest körzetében a BILK Logisztikai Szolgáltató Központ és Kombiterminál 2003-as üzembe helyezése következtében már három ilyen központ működik. A Debreceni Logisztikai Szolgáltató Központban 2003-ban kiépült a repülőtéri terület jelentős részének az infrastruktúrája, új raktár és kamionszervizt adtak át, és működik a kombiterminál is.

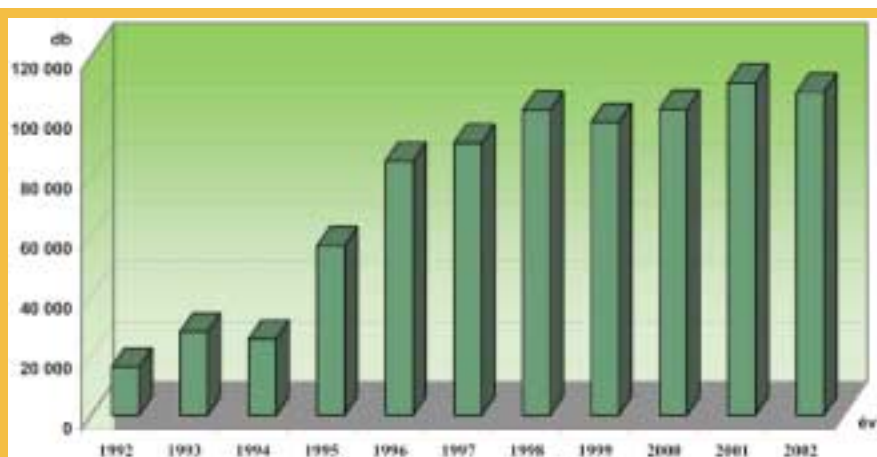
Az Európai Unióhoz való csatlakozásunkat követően várhatóan gyorsul a logisztikai szolgáltató központok és a kombinált szállítás fejlődése. A gazdaságos működtetéshez viszont elengedhetetlenül szükséges a vasúti pályák, a terminálok fejlesztésével létrehozni az európai kombinált szállítás versenyképes magyarországi részhálózatát.

2. Közlekedéspolitika és fejlesztési célok

2.1. Az Európai Unió közlekedéspolitikája

Az EU Közlekedési Minisztereinek Tanácsa 2001. szeptember 12-én közzétette a 2010-ig szóló közlekedéspolitika „Európai közlekedéspolitika 2010-ig: itt az idő dönteni” című Fehér Könyvét (Európai Bizottság, 2001). Az abban foglaltakat a fenntartható fejlődés közlekedéspolitikájaként javasolja alkalmazni. Ez a dokumentum azzal számol, hogy a jelenlegi szerkezeti adottságok változatlanul hagyása esetén 2010-ig a közlekedési szolgáltatások növekedése a gazdaság fejlődési ütemét két-háromszorosan meghaladja. Ez a közúti fuvarozásban az EU 15 tagállamában 30%-os, a személyszállításban 24%-os növekedést jelentene. A Fehér Könyv fontosnak tartja a közlekedési módok teljesítményarányai közötti egyensúly helyreállítását (a közúti áruszállítás növekedési ütemének fékezésével), a szűk keresztmetszetek megszüntetését, a zsúfoltság kockázatának az elkerülését, a globalizált közlekedés hatásainak a kezelését. Ez a politika az unió belső fejlődéséhez igazodik, és számol a 2004–2007-es bővítés hatásaival is. A politika fontos eszköze a tranz-európai közlekedési hálózat (9. ábra) fejlesztése, a szabályozott piaci feltételek kialakítása a közúti fuvarozásban, a korszerű közszolgáltatás megteremtése a városi közlekedésben, a fogyasztók igényének magasabb szolgáltatási színvonalon való kielégítése.

A politika kidolgozói világosan látták, hogy a közlekedési munkamegosztás kialakult teljesítményarányainak megváltoztatását célzó durva lépés – még ha lehetséges lenne is – rendkívüli módon destabilizálná az egész közlekedési



8. ábra: A Ro-La forgalomban szállított nehéz tehergépjárművek számának alakulása



9. ábra: A transz-európai közlekedési hálózat, a pán-európai közlekedési folyosók és a TINA hálózat magyarországi szakaszai 2004-ben

rendszer, és az utóbb csatlakozó országok gazdaságára kedvezőtlenül hatna. Megállapították, hogy a kibővült EU – egyéb intézkedéseket is szem előtt tartva – csak akkor tudja az új közlekedéspolitikát megvalósítani, ha megoldják a közlekedési hálózatok integrált fejlesztésének anyagi fedezetét is.

Hazánkban a közlekedési infrastruktúra és a közlekedési szolgáltatások helyzete számos ponton különbözik az EU jelenlegi helyzetétől, nehézségeitől, de a kihívások jellege – különösen hosszabb távon – azonos. Ez lehetővé teszi és egyben ki is kényszeríti, hogy igazodjunk az EU közlekedéspolitikájához. A döntő különbség, hogy az Európai Unióban a közúti áruszállítás teljesítmény-növekedésének fékezése az egyik legfontosabb cél, hazánkban azonban (a gazdasági fejlettség alacsonyabb színvonalából is következően) a közlekedési alap-infrastruktúra, ezen belül a gyorsforgalmi úthálózat kiépítése, a nemzetközi összeköttetések létrehozása áll a középpontban. Ezt szolgálta a 2044/2003 (III. 14.) kormányhatározat a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztéséről, az Európai Unióhoz 2003-ban benyújtott Nemzeti fejlesztési terv, az ahhoz kapcsolódó Európa terv, s az Országgyűlés által elfogadott 2003. évi CXXVIII. törvény a Magyar Köztársaság gyorsforgalmi úthálózatának közérdekűségéről és fejlesztéséről. A gyorsforgalmi úthálózat 2003. és 2006. között tervezett fejlesztések a 10. ábrán láthatók. Középtávon, 2015 végére a gyorsforgalmi úthálózat hossza 2 725 kilométerre (923 km autópálya és 1 802 km autótűt) növekedne. Így az ország gyorsforgalmi utakkal való ellátottsága ~29 km/1000 km²-re javulna, ami elérné az EU 15 tagállama 2015-re várható átlagértékét (11. ábra).

Az említett jogszabályok és fej-

lesztési programok közös jellemzője, hogy a megvalósítás ütemezése nem gazdaságossági vizsgálatok eredményein alapul, s hiányoznak a források is. A 2044/2003 (III. 14.) kormányhatározatban ugyan szerepeltek 2004-re előirányzott összegek, ezeket azonban a költségvetési nehézségek alig egy évvel meghatározásukat követően már érvénytelenítették.

2.2. A magyar közlekedéspolitika

Az országgyűlési határozattal 2004 márciusában elfogadott magyar közlekedéspolitikai koncepció alapvető célja gazdasági szempontból hatékony, a társadalmi igényeknek megfelelő, korszerű, biztonságos

és a környezetet egyre kevésbé terhelő közlekedés megteremtése (GKM, 2003). A közlekedéspolitika megvalósítása, a közlekedési rendszer működésképeségének javítása az ország tartós gazdasági növekedésének egyik alapfeltétele. A területi munkamegosztás javulását, a régiók közötti kiegyenlítődést és az országhatáron átnyúló termelési együttműködést, az Európai Unióba való integrálódást a megfelelő sűrűségű és állapotú, teljesítőképes közlekedési hálózatok és a korszerű járművek segíthetik elő.

A magyar közlekedéspolitika fő céljai:

- Az Európai Unióba való szerves integrálásunk segítése.
- A környező országokkal a regionális kapcsolat feltételeinek a javítása.
- A területfejlesztési célok elérésének a segítése.
- Az életminőség javítása, az egészség megőrzése, a közlekedésbiztonság növelése, a környezet védelme.



10. ábra: A gyorsforgalmi úthálózat tervezett fejlesztések 2003-2006



11. ábra: A gyorsforgalmi úthálózat 2015-ben a 2044/2003 (III. 14.) kormányhatározat javaslata szerint (hálózat-sűrűség 27-28 km/km²)

- A szabályozott verseny és a hatékony üzemeltetés feltételeinek a megteremtése.

A közlekedési rendszer 2015-ig meghatározott legfontosabb fejlesztési céljai a következők:

- a transz-európai közlekedési (TEN-T) hálózat részeként országhatártól országhatárig tartó, valamint az országot É–D-i és K–Ny-i irányban átszelő, a főváros központúságot oldó gyorsforgalmi úthálózat kiépítése olyan sűrűséggel, hogy a hálózattal az adott térség a vele kapcsolatban lévő más térségek felől kedvezően elérhető legyen;
- a fővárost elkerülő gyorsforgalmi körgyűrű befejezése, valamint a főváros északi oldalán épülő egy, és az MO déli hídjától az országhatárig terjedő Duna-szakaszon két Duna-híd megépítése a fővárosra nehezedő közúti nyomás csökkentése és a regionális kapcsolatok javítása céljából;
- az európai szabványoknak megfelelő vasúti törzshálózat fejlesztése (hazai és nemzetközi fővonalak) az egységes európai vasúti hálózat részeként, amellyel megteremthető Magyarország tranzit szerepe, valamint megteremthető az uniós tagországok irányában a nagy sebességű vasúti összeköttetés (12. ábra);
- a logisztikai szolgáltató központok hálózata és a korszerű kombinált fuvarozási terminálok fejlesztése, amelyek lehetővé teszik a környezetkímélő áruszállítások részarányának a növelését;
- a korszerű és jó minőségű helyi és helyközi közforgalmú személyközlekedés, amely megfelelő kínálattal, az utas-

kiszolgálás telematikai eszközökkel való javításával és a közlekedési módok integrálásával fokozza a közforgalmú közlekedés vonzerejét, segíti a családok szabadidejének hasznos eltöltését, mobilizálja a munkaerőt;

- a magyar Duna-szakaszon – nemzetközi összefogással – a megfelelő vízi út és az országos közforgalmú kikötők alap-infrastuktúrájának fejlesztése;
- a Budapest-Ferihegy nemzetközi repülőtér kapacitásának és szolgáltatásainak bővítése és a fővárosi gyorsvasúti kapcsolat megépítése;
- Debrecen és Sármellék regionális jelentőségű nemzetközi repülőtérének fejlesztése;
- a légitforgalmi szolgálat továbbfejlesztése, a légtér biztonságának a növelése, a légitforgalmi

irányítási rendszerek és eljárások európai harmonizálása és integrálása;

- az igényeknek és a követelményeknek megfelelő, korszerű járműpark megteremtése (a mozgásérültek akadálymentességi igényeinek a kielégítését is beleértve);
- a közlekedésbiztonság javítása (pl. a hazai közúti közlekedés fajlagos baleseti mutatói a jelenlegihez viszonyítva legalább egyharmaddal kedvezőbbek legyenek);
- kisebb környezetszennyezés, a jelenlegihez képest az üvegházhatást okozó szén-dioxid, a szénmonoxid, a nitrogén-oxidok, a részecske- és a szénhidrogén-kibocsátás jelentős csökkentése, a zajterhelés mérséklése, a természeti és táji értékek megóvása;
- a közlekedési pályák és szolgáltatások hatékonyabb kihasználását segítő intelligens közlekedési rendszerek alkalmazása;



12. ábra: A vasúthálózat-fejlesztés kiemelt fontosságú projektjei

- a közlekedési tarifák, díjak, kedvezmények és bevétel-kiegészítések korszerűsített, egységes alapokra helyezett EU-konform rendszerének, a díjbeszedés korszerű tematikai megoldásainak az alkalmazása;
- a közlekedésben foglalkoztatottak jövedelmének növelése, munkakörülményeik korszerűsítése, segítség a kor követelményeinek megfelelő ismeretek megszerzésében.

A közlekedéspolitikai sikeres megvalósítása szorosan összefügg a területfejlesztési, a városfejlesztési, a termelés szerkezetét, a munkavállalás gyakorlatát megváltoztató gazdaságpolitikai és társadalompolitikai döntésekkel, döntő mértékben az Európai Unióhoz való csatlakozásunk következményeivel. Várható, hogy a magyar költségvetésből a közlekedési beruházásokra fordított megfelelő erőforrásokkal, a 2004-es csatlakozással megnyílt európai uniós források igénybevételével (különösen a 2006. és 2013. közötti költségvetési időszakban) sikerül majd elérni, hogy a nagyszabású közlekedésfejlesztési tervek jelentős része meg is valósuljon.

Irodalom

- Csernok A., Ehrlich É., Szilágyi Gy.:** *Infrastruktúra. Korok és országok.* Kossuth, Budapest, 1975.
- Ehrlich É.:** *A magyar infrastruktúra jelenlegi helyzete, megfelelése az uniós csatlakozás követelményeinek.* In: Ehrlich É. (szerk): *A magyar infrastruktúra az Európai Unió követelményeinek tükrében.* Miniszterelnöki Hivatal, Budapest, 2003. pp. 11–113
- Ehrlich É.:** *Infrastruktúra Szolgáltatások.* MEH-ISM, Budapest, 1998.
- Ehrlich É.:** *Az infrastruktúrák nemzetközi összehasonlítása.* GKI tanulmány, Budapest, 2003.
- Erdei T., Tóth K.:** *Polgári légit közlekedés.* In: Ehrlich É. (szerk): *Kiemelt fontosságú aktuális teendők és fejlesztések a közlekedésben.* MTA-VKI, Budapest, 2004. (Kézirat)
- EU Commission of the European Communities:** *White Paper: European transport policy for 2010: Time to decide.* Brussels, 12/09/2001/COM (2001)370; 2002. EU Bizottság: *Fehér Könyv – Európai közlekedéspolitikai 2010-ig: itt az idő dönteni.* KHVM-MKIP, Budapest, 2001.
- Gazdasági és Közlekedési Minisztérium:** *Magyar Közlekedéspolitikai 2003–2015,* Budapest, 2003.
- Keleti I.:** *A közúthálózat állapota és fejlesztésének koncepciója.* In: Ehrlich É. (szerk): *A magyar infrastruktúra az Európai Unió követelményeinek tükrében.* Miniszterelnöki Hivatal, Budapest, 2003. pp. 163–205.
- Lovas J. – Sztrányainé dr. Kohánka Cs.:** *A magyar államvasutak és az uniós csatlakozás.* In: Ehrlich É. (szerk): *A magyar infrastruktúra az Európai Unió követelményeinek tükrében.* Miniszterelnöki Hivatal, Budapest, 2003. pp. 114–143.
- Ruppert L.:** *A magyar közlekedésfejlesztés és fenntartás legfontosabb teendői 2004–2006 között.* In: Ehrlich É. (szerk): *Kiemelt fontosságú aktuális teendők és fejlesztések a közlekedésben.* MTA-VKI, Budapest, 2004. (Kézirat)
- Timár A.:** *A közúti infrastruktúra finanszírozása.* In: Ehrlich É. (szerk): *A magyar infrastruktúra az Európai Unió követelményeinek tükrében.* Miniszterelnöki Hivatal, Budapest, 2003. pp. 144–162.
- Valkár I.:** *A belvízi hajózás hazánk EU csatlakozásának küszöbén.* In: Ehrlich É. (szerk): *A magyar infrastruktúra az Európai Unió követelményeinek tükrében.* Miniszterelnöki Hivatal, Budapest, 2003. pp. 206–223
- Zsirai I.:** *A logisztikai szolgáltató központok és a kombinált szállítás fejlesztési stratégiájának 2004–2006. évi legfontosabb feladatai.* In: Ehrlich É. (szerk): *Kiemelt fontosságú aktuális teendők és fejlesztések a közlekedésben.* MTA-VKI, Budapest, 2004. (Kézirat)

Summary

Transport infrastructure in Hungary today and tomorrow

Following an attempt to determine the meaning and scope of transport infrastructure, changes in transport infrastructure supply and transport system's performance in Hungary during transition towards market economy, from 1990 to date, are briefly analysed. Data characterising conditions of road and railway networks, waterways, airports and logistic centres are presented in detail. Density of transport networks in Hungary (except that of motorways and expressways), looks satisfactory in the light of international statistical comparison. Their condition, however, seems to be quite obsolete, as a consequence of long lasting underfunding, during the past decades. These bad conditions effectively hampers to provide high quality services of general interest and increase of competitiveness in the evening of EU accession. Main objectives of the EU common transport policy, issued in 2001, are enumerated and the transport policy concept approved by the Hungarian parliament in March 2003 is assessed against them. Finally the ambitious development plan of transport infrastructure are presented, financing of which will certainly need reallocation and increase of appropriate budgetary resources and substantial support expected from EU funds.

Az aszfalt reológiai jellemzőinek számítása dinamikus hajlítási kísérletből

Gajári György¹

1. Bevezetés

Az aszfalt fizikai igénybevétel hatására viszkoelasztikusan viselkedik. Ez azt jelenti, hogy nemcsak a terhelés és a deformáció nagysága, hanem azok időbeli változási sebességei között is kapcsolat áll fenn. E kapcsolat mérésel való meghatározásával foglalkozik a reológia. A méréseket célszerűen laboratóriumi körülmények között, megfelelően kialakított mérőberendezéssel lehet megvalósítani.

Ebben az értelemben beszélünk az aszfalt reológiai tulajdonságairól. Régen ismert, hogy rugalmas modulusa és viszkozitása hőmérsékletfüggő. Ennek következménye a magas hőmérsékleten jelentkező maradó alakváltozás és az alacsony hőmérséklet okozta repedés.

A folyadékok és műanyagok reológiai vizsgálatára kifejlesztett mérőeszközök lehetővé teszik egyben a bitumen vizsgálatát is. Ezek a laboratóriumi eszközök beszerezhetők a kereskedelemben. Az aszfaltminta vizsgálatára alkalmas készülékek azonban általában a kereskedelemben nem, vagy csak nagyon drágán kaphatók. Az aszfaltminta dinamikus hajlítására kifejlesztett mérőberendezést fázisvizsgálatokra szokás használni. Ebben a cikkben bemutatjuk, hogyan lehetséges a fázisvizsgálatok reológiai célú felhasználása, az úgynevezett reológiai modellek paramétereinek meghatározását is beleértve. Az új értékelési módszert gyakorlati célok eléréséhez kívánjuk felhasználni.

2. Aszfaltreológiai mérések és modellek

A reológiai mérések két nagy csoportját különböztethetjük meg:

- a statikus és
- a dinamikus

vizsgálatokat. Az első csoportra jellemző a mintatest statikus terhelése, a másodikra az igénybevétel időben periodikus – általában harmonikus (szinuszos) – változása.

Mérési eredményeken általában az idő függvényében mért igénybevételt (feszültséget) és szintén az idő függvényében mért deformációt értjük.

A mért értékeket a reológiai modellek paramétereinek a meghatározására használjuk fel. Viszkoelasztikus viselkedés esetén a modellek rugalmas (Hook test) és viszkózus alapelemek megfelelő számú soros és párhuzamos kapcsolása révén épülnek fel. A modell

paramétereit így a rugalmas alapelemek rugalmas állandói és a viszkózus alapelemek viszkozitásai.

A reológiai modelleket arra használjuk, hogy tetszőleges igénybevétel esetén kiszámítsuk a várható deformációkat. Végeredményben ez a reológiai vizsgálatok egyik végcélja. A másik pedig: egy adott igénynek a reológiai paraméterek szerint leginkább megfelelő keverék összeállítása.

A korszerű numerikus módszerek (például a véges elemek módszere) és a számítástechnika ma már lehetőséget ad a nemlineáris anyagi viselkedés – a viszkoelasztikus is ilyen – figyelembevételére és modellezésére [1]. A szakirodalomban megtalálhatók azok a numerikus kísérletek, melyek a nyomvályú kialakulását kívánják modellezni [2].

2.1. Kúszás és relaxáció

A statikus vizsgálatra jó példa a kúszás és a relaxáció. Kúszás esetén a terhelést időben állandó értéken tartjuk, miközben az idő függvényében mérjük a deformációt. Relaxációs kísérletnél gondoskodunk arról, hogy a deformációt állandó értéken tartsuk, miközben mérjük a csökkenő feszültséget.

Az aszfaltminta feszültségállapota eközben a legkülönbözőbb lehet. Az egyik legegyszerűbb eset az **egytengetlyű húzás**. Erre a terhelésre a többi között M. Hase végzett öntött aszfalt próbatesteken kúszási (retardációs) és relaxációs kísérleteket a braunschweigi egyetemen, Arand professzor intézetében [3].

Megállapította, hogy a Burgers modellel leírható aszfalt meghatározó viszkozitását egyszerűbben és megbízhatóbban lehet közelíteni a Maxwell modell viszkozitásával, melyet célszerűen retardációs (kúszási) kísérlettel lehet meghatározni. A viszkozitás függ a feszültség nagyságától (nem newtoni viszkozitás) és különösen erősen a hőmérséklettől. Az erős hőmérsékletfüggőség érzékeltetése céljából néhány adat:

egy adott aszfaltkeverék viszkozitási értékei
a hőmérséklet függvényében

20 °C	viszkozitás	$\lambda = 7,715 \times 10^5$ MPa s
5 °C	viszkozitás	$\lambda = 7,766 \times 10^6$ MPa s
-10 °C	viszkozitás	$\lambda = 5,538 \times 10^7$ MPa s
-25 °C	viszkozitás	$\lambda = 1,746 \times 10^9$ MPa s

egy adott aszfaltkeverék relaxációs ideje
a hőmérséklet függvényében

20 °C	relaxációs idő $t_R = 3,65$ s
5 °C	relaxációs idő $t_R = 59,3$ s » 1 min
-10 °C	relaxációs idő $t_R = 3\ 680$ s » 1 h
-25 °C	relaxációs idő $t_R > 62\ 100$ s = 17,25 h

Az alacsony hőmérsékleten jelentkező igen hosszú relaxációs idő azt jelzi, hogy a hideg következtében

¹ H – TPA Innovációs és Minőségellenőrző Kft.

összehúzódo aszfaltban keletkező húzófeszültségek nem tudnak leépülni, a szilárdtestszerű viselkedés dominál.

M. Hase munkájában vizsgálta a keverék egyes összetevőinek a befolyását is a reológiai paraméterekre.

A kúszási és a relaxációs vizsgálatok másik kedvelt módja a **hasábhajlítás**. Ebben az esetben aszfalttal szemben a feszültségállapot ugyan szintén **egytengelyű húzó-nyomó**, de **inhomogén**, közelítőleg lineárisan változik a semleges száltól való távolság függvényében. A hasábhajlítási kísérletet igen elterjedten használják a legkülönbözőbb anyagokra, így alacsony hőmérsékleten *bitumenre* is (ÁKMI Kht.).

A Műegyetem Út- és Vasútépítési Tanszékén Fi professzor végzett kúszási kísérletet, vizsgálva a keverék összetételének hatását öntött és hengerelt aszfaltmintákon [4].

A kísérleti eredményeket egy Kelvin modell és egy viszkózus elem sorba kapcsolásával nyert összetett modell egy darab rugalmas állandója (E_1) és két darab viszkozitásának (μ_1, μ_2) meghatározására használta fel. Megállapította, hogy a csökkenő viszkozitási értékek a maradó alakváltozások növekedését jelentik, amit pedig befolyásol a bitumennel való kitöltöttség foka, a bitumen minősége és a gömbölyű homokszemcsék részaránya.

2.2. Dinamikus mérések

Alacsony hőmérsékletű tartományokban a statikus terhelést megvalósító reológiai kísérletek több órát vehetnek igénybe. A statikus igénybevétel kevésbé felel meg a valós terhelési körülménynek, mint a dinamikus, ezért ma elterjedőben vannak a dinamikus vizsgálatok.

A statikus vizsgálatokhoz hasonlóan az alkalmazott dinamikus feszültségállapot a legkülönbözőbb lehet: **egytengelyű húzás, közvetlen nyírás, általános triaxiális**. A berendezések bonyolultsága természetesen magától az igénybevételtől függ. A dinamikus triaxiális terhelő berendezések a mai technikai színvonal csúcsai, hiszen a legáltalánosabb igénybevétel egyben a legtöbb változtatási lehetőséget, ezzel együtt a legtöbb vezérlési és szabályozási igényt is jelenti.

Bármilyen feszültségállapotot is hozunk létre dinamikus, tényként fogjuk megállapítani, hogy a szinuszosan változó feszültségintenzitásra időben bizonyos késéssel jelentkezik az ugyanazon frekvenciájú, szinuszosan változó intenzitású deformáció állapot. Tisztán formálisan ebből az következik, hogy a kísérlet végeredményét matematikailag korrekt módon két valós számmal le lehet írni, ezek: a két **amplitúdó aránya** = $|G^*|$ és a **fáziskésés szöge** = δ .

A jelenségre egyszerű a magyarázat. Ha a vizsgált anyagnak nincs viszkózus tulajdonsága, tehát például tisztán rugalmas, akkor a deformáció intenzitása és az igénybevétel (feszültség) intenzitása között fáziskésés nincs, a kettő egymással arányos, az arányossági tényező a rugalmas modulus. Viszkozitással is rendelkező anyag esetében feszültségre van szükség akkor is, ha a deformáció mértéke zérus, de a defor-

máció változásának a sebessége nem az. Vagyis amikor a szinuszosan változó intenzitású deformáció értéke zérus, az intenzitás változásának a sebessége éppen a maximális, ekkor a szinuszosan változó feszültség intenzitása nem zérus, tehát a feszültség hullám a deformáció hullámot időben megelőzi vagy a deformáció hullám időben késik a feszültséghez képest.

2.2.1. Bitumenvizsgálatok

Az ÁKMI Kht. Veszprémi Laboratóriumában lévő dinamikus TA Instrument AR 1000N típusú reométerre **nyírásra** veszi igénybe a bitumenmintát, mely 8 mm átmérőjű, 2 mm vastagságú bitumenkorong [5]. A nyíró deformáció eloszlása ebben az esetben sem homogén, a sugárral lineárisan nő.

Az adott frekvencián mért úgynevezett komplex modulus abszolút értéke $|G^*|$ és a fáziskésés szöge δ alapján SHRP specifikációnak megfelelően a bitumen minősíthető. A minősítés két jellemzője:

$$|G^*|/\sin \delta \text{ és} \\ |G^*| \sin \delta.$$

Maradó alakváltozás szempontjából a bitumen akkor kedvezőbb, ha az első jellemző minél nagyobb, fáradás szempontjából pedig, ha a második jellemző minél kisebb [6]. Ismeretes, hogy $|G^*| \sin \delta$ a komplex modulus G^* képzetes része. *A komplex modulus és a fázisszög kísérleti eredmény, és nem reológiai modell paramétere.*

2.2.2. Aszfaltvizsgálatok

A bitumen reológiai tulajdonságai nyilvánvalóan meghatározó jelentőségűek a keverék tulajdonságai szempontjából. A keverék tulajdonságait azonban kizárólag a bitumen tulajdonságai alapján nem lehet meghatározni, ezért szükséges a keverék vizsgálata.

Magyarországi laboratóriumban aszfalt reológiai modelljének vizsgálatát dinamikus igénybevétel alapján – tudomásunk szerint – a mai napig nem végeztek.

A szakirodalomból tudjuk, hogy az aszfaltot dinamikus **nyíró és triaxiális** cellában vizsgálják [1]. Ezek a berendezések azonban csak nagyon kevés kutatólaboratóriumban eszközárban található meg, sok esetben saját fejlesztésről van szó.

R. Blab és J. T. Harvey dinamikus **nyíró** cellában vizsgáltak aszfaltot magas hőmérsékleten (40 °C), különböző frekvenciákon (0,01 Hz–10 Hz), a kerékterhelésből adódó kontaktfeszültségek okozta deformációk véges elemes számítása céljából. A mérési eredmények célja tehát egy viszkoelasztikus modell paramétereinek a meghatározása volt. A mért komplex modulus valós és képzetes komponenseit hét paraméteres általános Maxwell modell célszerűen megválasztott négy rugalmas állandójával és három viszkozitásával jó pontossággal lehetett közelíteni. Mint ismert, az általánosított Maxwell modell párhuzamosan kapcsolt Maxwell részmodellekből áll. Jelen esetben az egyik Maxwell részmodell csak rugalmas elemet tartalmazott [1].

3. Dinamikus hajlító vizsgálatok

Az IMI Kft. SHRP aszfaltlaboratóriumában van UTM-5P/14P típusú dinamikus hasábhajlító berendezés.

A hasáb alakú mintatest a két végén csuklósan van megfogva, a két terhelőerő szimmetrikus elrendezésű két csuklón keresztül hat a mintára oly módon, hogy a négy csuklópont közötti három szakasz egyenlő nagyságú. A berendezés különböző vezérlési módokat is lehetővé tesz, de a cikkben szereplő kísérletek esetén a terhelés időben szinuszosan változott, a terhelőerő amplitúdóját vezérelve, annak nagyságát konstans értéken tartotta (erővezérlés). A harmonikusan változó terhelés időbeli átlaga nulla volt, vagyis a terhelés kétirányú.

A számítógép vezérelt berendezés század másodpercenként méri a terhelést (F) (erőt) és a hasáb behajlását (d), majd tárolja és értékeli az adatokat.

Az aszfalthasáb méretei:

Hossza: $3a = l \approx 380$ mm.

A téglalap keresztmetszet szélessége: $b \approx 65$ mm.

A téglalap keresztmetszet magassága: $c \approx 54$ mm.

Az igénybevétel bevezetése két ponton azt a célt szolgálja, hogy a hasáb középső harmadán a nyomtéli igénybevétel állandó, következésképpen a görbület itt szintén állandó legyen.

3.1. Fárasztási vizsgálat az aszfalt élettartamának meghatározására

Az európai előírásnak megfelelően a fárasztási vizsgálatot 15 °C hőmérsékleten és 10 Hz frekvencián végzik.

A próbatest fáradási tönkremenetelének a kezdeti merevség (S) felére való csökkenését tekintjük. A merevség a komplex modulus abszolút értéke:

$$S = \frac{\sigma_{\max}}{\varepsilon_{\max}} = |G^*| = \frac{a(3l^2 - 4a^2)}{4bc^3} \frac{F_{\max}}{d_{\max}},$$

ahol:

F_{\max} : a terhelőerő amplitúdója,

d_{\max} : a minta behajlásának az amplitúdója.

A minta merevsége erővezérlés esetén azért csökken, mert a minta behajlása a terhelési ciklusok számával nő, vagyis nő a nevezőben lévő megnyúlás nagysága is.

3.2. Reológiai célú felhasználás

A fárasztási vizsgálat során keletkező másik adat a fázisshift. Ez a kísérleti adat hagyományos felhasználás esetén tulajdonképpen felesleges, ugyanúgy, mint maga a komplex modulus is.

Kézenfekvőnek tűnik mindkét adat reológiai célra használása, különösen akkor, amikor a reológiai mérési lehetőségek egyébként korlátozottak.

Mód nyílik a **fáradás reológiai tulajdonságokra gyakorolt hatása vizsgálatára**. Ilyen jellegű eredményeket a szakirodalomból nem ismerünk.

Problémát jelenthet a magas hőmérsékleten (>25 °C) való mérés. Ekkor az aszfaltminta merevsége

ge annyira csökkenhet, hogy a tehetetlenségi erők befolyása már nem elhanyagolható.

3.2.1. A kísérleti eredmények

Az 1. ábrán a mért erő és az áthajlási értékek láthatók az idő függvényében, egy terhelési ciklus alatt.



1. ábra: Erő-elmozdulás mérési adatok

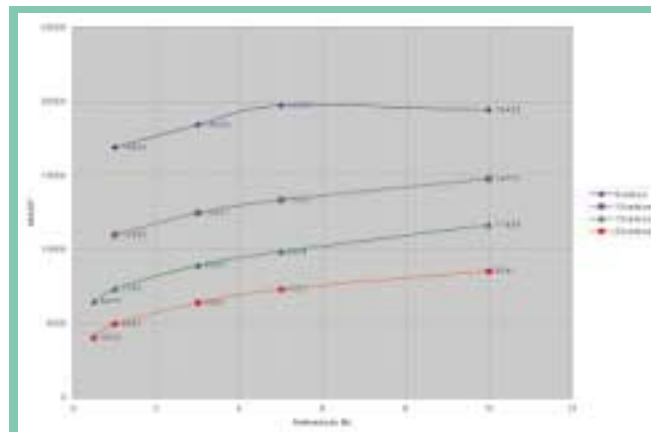
Jól megfigyelhető a fáziseltolódás, amellyel az erő maximális értéke megelőzi a minta behajlásának maximumát.

3.2.2. Az aszfalt modelljeihez felhasznált eredmények bemutatása

Az Illatos úti keverőtelepről származó, AB-12/B jelű aszfaltmintán a következő terhelési frekvenciákon végeztük a mérést: $0,5$ Hz, 1 Hz, 3 Hz, 5 Hz és 10 Hz. A különböző frekvenciákon való terhelést: 0 °C, 10 °C és 15 °C, 20 °C hőmérsékleten ismételtük meg. Az első két hőfoknál a $0,5$ Hz frekvencia alkalmazása elmaradt.

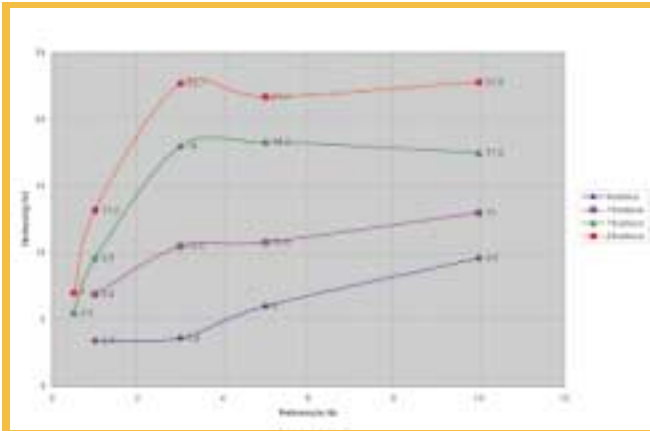
A 2. és a 3. ábrán a mérési eredmények láthatók. Az egyes mérések néhány percig tartottak, azokat a minta fárasztása nélkül végeztük el. A terhelőerő (F_{\max}) nagysága $0,496$ kN és $0,352$ kN (20 °C-nál) között változott.

A merevség erős hőmérsékletfüggése megfelel a tapasztalatnak. Jól megfigyelhető a szakirodalomból ismert frekvenciafüggőség is, ami nyilvánvalóan a visz-



2. ábra: A merevségi modulus $S = |G^*|$ a frekvencia függvényében

kózus tulajdonság következménye. Megjegyzendő, hogy a 0 °C mint a 5 Hz frekvencián történt mérési eredménye valószínűleg hibával terhelt, amire a görbe lefutásából lehet következtetni. Megfigyelhető az is, hogy alacsonyabb hőmérsékleten a frekvenciafüggőség csökken, vagyis egyre dominánsabb a szilárdtestszerű viselkedés.



3. ábra: A fázisszög frekvenciafüggése

Az előbbi megfigyelést igazolja, hogy a fázisszög csökkenő hőmérséklettel egészen markánsan csökken (3. ábra). A reológiai modellezés szempontjából – mint később látni fogjuk – fontos megfigyelés, hogy a vizsgált hőmérsékletek mindegyikén csökkenő frekvenciával a fázisszög csökken, statikus terhelésnél pedig feltételezhetően zérushoz közelít.

4. Reológiai modellek

A 2.2 pont szerint egy tetszőleges feszültségállapotot megvalósító dinamikus mérés végeredménye két valós szám: $|G^*| = S$ és δ . Ha bevezetjük a komplex merevséget vagy komplex modulusot, akkor e két valós érték egy komplex számban foglalható össze:

$$G^* = |G^*|(\cos \delta + i \sin \delta) = S(\cos \delta + i \sin \delta),$$

ahol: $i = \sqrt{-1}$

Az egyes modellek (Kelvin, Maxwell, Burgers) komplex modulusa a Hook-féle rugó és a viszkózus elemek állandóinak függvényei. Ez a fejezet a különböző modellek komplex modulusát – mint a modellt felépítő elemek paramétereinek függvényét – adja meg. A következő fejezetben megmutatjuk, hogy a megmért és fent bemutatott komplex modulusokból kiindulva hogyan lehet az elemek rugalmas állandóit és viszkozitásait kiszámítani, így a megfelelő modellt felépíteni.

4.1. A Kelvin modell komplex modulusa

A Kelvin modell egy rugó és egy viszkózus elem párhuzamos kapcsolásával jön létre. A modell modulusa felírható, ha ismert:

- a rugalmas elem komplex modulusa,
- a viszkózus elem komplex modulusa,
- a modulusok összeadási szabálya – párhuzamos kapcsolat esetén.

A rugalmas elem komplex modulusa G_e^* :

$$G_e^* = E(\cos 0 + i \sin 0) = E,$$

ahol: E a rugóállandó.

A viszkózus elem komplex modulusa G_v^* :

$$G_v^* = \omega\lambda(\cos \frac{\pi}{2} + i \sin \frac{\pi}{2}) = i\omega\lambda,$$

ahol:

$$\begin{aligned} \omega &= 2\pi f && \text{: a szögsebesség,} \\ f &&& \text{: a frekvencia,} \\ \lambda &&& \text{: a viszkozitás.} \end{aligned}$$

Párhuzamos kapcsolat esetén az eredő modulus egyenlő a modulusok összegével. Ez komplexben is igaz, vagyis:

$$G_{Kelvin}^* = E + i\omega\lambda = |G_{Kelvin}^*|(\cos \delta + i \sin \delta).$$

A valós és imaginárius részek összehasonlításával adódik:

$$E = |G_{Kelvin}^*| \cos \delta, \quad \omega\lambda = |G_{Kelvin}^*| \sin \delta.$$

Ezek szerint a Kelvin modell komplex modulusa – a viszkozitás miatt – frekvenciafüggő. Tekintsük E -t és λ -t állandónak. Érdekes megnézni, hogy a két szélső esetben, vagyis ha a frekvencia a zérushoz, illetve a végtelenhez tart, akkor hogyan változik a merevség és a fázisszög:

Rögtön látható, hogy **ha a frekvencia nullához tart, vagyis az igénybevétel statikus**, akkor:

$$S = |G_{Kelvin}^*| = E \quad \text{és} \quad \delta = 0$$

Statikus terhelés esetén a viszkózus elem nem működik, **az alakváltozás véges és rugalmas**.

Ha a frekvencia a végtelenhez tart, az imaginárius rész szintén a végtelenhez tart, ezért:

$$S = |G_{Kelvin}^*| \rightarrow \infty \quad \text{és} \quad \frac{\sin \delta}{\cos \delta} = \tan \delta = \frac{\omega\lambda}{E} \rightarrow \infty, \quad \delta \rightarrow \frac{\pi}{2}$$

Vagyis **a Kelvin modell merevsége végtelen nagy lesz, miközben a fázisszög a 90°-hoz tart**.

A $\frac{\lambda}{E} = T_R$ retardációs idő bevezetésével megadható a komplex modulus egy másik alakja:

$$G_{Kelvin}^* = E(1 + i\omega T_R)$$

4.2. A Maxwell modell komplex modulusa

A Maxwell modell egy rugó és egy viszkózus elem soros kapcsolásával jön létre.

A soros kapcsolat esetén az eredő modulus reciproka egyenlő a modulusok reciprokának az összegével.

$$\frac{1}{G_{Maxwell}^*} = \frac{1}{|G_{Maxwell}^*|(\cos \delta + i \sin \delta)} = \frac{1}{E} + \frac{1}{i\omega\lambda}$$

Az egyenlet két oldalát átalakítva kapjuk:

$$\frac{1}{|G_{Maxwell}^*|}(\cos \delta - i \sin \delta) = \frac{1}{E} - \frac{i}{\omega\lambda}$$

A valós és az imaginárius részek összehasonlításából adódik:

$$E = \frac{|G^*_{Maxwell}|}{\cos \delta} \quad \omega\lambda = \frac{|G^*_{Maxwell}|}{\sin \delta}$$

A komplex modulus pedig:

$$G^*_{Maxwell} = |G^*_{Maxwell}| \cos \delta + i |G^*_{Maxwell}| \sin \delta = E \cos^2 \delta + i \omega\lambda \sin^2 \delta$$

A modulus frekvenciafüggőségének vizsgálatához képezzük a következő hányadosot:

$$\tan \delta = \frac{\sin \delta}{\cos \delta} = \frac{E}{\omega\lambda} = \frac{1}{\omega t_R}$$

ahol:

$$\frac{\lambda}{E} = t_R \quad : \text{ az úgynevezett relaxációs idő.}$$

Ha a frekvencia nullához tart ($\omega \rightarrow 0$), akkor:

$$\tan \delta \rightarrow \infty, \Rightarrow \delta \rightarrow \frac{\pi}{2} \Rightarrow G^*_{Maxwell} = E \times 0 + i \times 0 \times \lambda \times 1 = 0,$$

a fázisszög a 90°-hoz tart, a merevség pedig a zérushoz.

Ha a frekvencia korlátlanul nő, akkor:

$$\tan \delta \rightarrow 0 \Rightarrow \delta \rightarrow 0 \quad E = \frac{|G^*_{Maxwell}|}{\cos \delta} \text{ miatt } |G^*_{Maxwell}| \rightarrow E,$$

vagyis **a merevség közelít a rugó elem modulusához, miközben a fázisszög zérushoz tart.**

A relaxációs idő és a:

$$\sin^2 \delta = \frac{\tan^2 \delta}{1 + \tan^2 \delta} = \frac{1}{1 + \omega^2 t_R^2}$$

$$\cos^2 \delta = \frac{1}{1 + \tan^2 \delta} = \frac{\omega^2 t_R^2}{1 + \omega^2 t_R^2}$$

trigonometrikus azonosságokkal megadható a komplex modulus egy másik alakja:

$$G^*_{Maxwell} = E \frac{\omega^2 t_R^2}{1 + \omega^2 t_R^2} + i E \frac{\omega t_R}{1 + \omega^2 t_R^2} = E \frac{\omega t_R}{1 + \omega^2 t_R^2} (\omega t_R + i)$$

4.3. Az általános Maxwell modell komplex modulusa

Az általános Maxwell modell egyes Maxwell modellek párhuzamos kapcsolásával jön létre. A párhuzamos kapcsolat miatt az egyes komplex modulusok összeadandók, vagyis külön összegzendők a valós és külön a képzetes részek:

$$G^*_M = \sum_{k=1}^n G^*_{k, Maxwell} = \sum_{k=1}^n E_k \frac{\omega^2 t_{R,k}^2}{1 + \omega^2 t_{R,k}^2} + i \sum_{k=1}^n E_k \frac{\omega t_{R,k}}{1 + \omega^2 t_{R,k}^2}$$

ahol:

G^*_M : az általános Maxwell modell komplex modulusa,

$E_k, t_{R,k}$: a részmodellek paraméterei,

k : a részmodellek száma

Frekvenciafüggés tekintetében az általános Maxwell megegyezik a Maxwell modell viselkedésével, az eltérés annyi, hogy növekvő frekvenciával a komplex modulus a rugóállandók összegéhez tart:

$$G^*_M (\omega \rightarrow \infty) \rightarrow \sum_{k=0}^n E_k$$

4.4. A Burgers modell komplex modulusa

A Burgers modell a Maxwell modell és a Kelvin modell sorba kapcsolásával áll elő.

Eredő modulusának reciproka az említett modellek modulusai reciprokának összege:

$$(G^*_B)^{-1} = \left(E_M \frac{\omega t_R}{1 + \omega^2 t_R^2} (\omega t_R + i) \right)^{-1} + (E_K (1 + i \omega T_R))^{-1} = (G'_B + i G''_B)^{-1}$$

ahol:

E_M : a Maxwell modell rugóállandója,

E_K : a Kelvin modell rugóállandója,

G^*_B : a Burgers modell komplex modulusa,

G'_B : a Burgers modell komplex modulusának a valós része,

G''_B : a Burgers modell komplex modulusának a képzetes része.

Számolás után a valós és a képzetes részekre, illetve azok hányadosára a következő kifejezéseket kapjuk:

$$G'_B = \frac{\omega^2 \lambda_M^* E_K \{ (t_R - T_R)(E_K + \omega^2 \lambda_M^* t_R) + (1 + \omega^2 t_R T_R)(\lambda_K + \lambda_M^*) \}}{(E_K + \omega^2 \lambda_M^* t_R)^2 + \omega^2 (\lambda_K + \lambda_M^*)^2}$$

$$G''_B = \frac{\omega \lambda_M^* E_K \{ (1 + \omega^2 t_R T_R)(E_K + \omega^2 \lambda_M^* t_R) - \omega^2 (t_R - T_R)(\lambda_K + \lambda_M^*) \}}{(E_K + \omega^2 \lambda_M^* t_R)^2 + \omega^2 (\lambda_K + \lambda_M^*)^2}$$

$$\tan \delta = \frac{G''_B}{G'_B} = \frac{\{ (1 + \omega^2 t_R T_R)(E_K + \omega^2 \lambda_M^* t_R) - \omega^2 (t_R - T_R)(\lambda_K + \lambda_M^*) \}}{\omega \{ (t_R - T_R)(E_K + \omega^2 \lambda_M^* t_R) + (1 + \omega^2 t_R T_R)(\lambda_K + \lambda_M^*) \}}$$

ahol:

$$\lambda_M^* = E_M \frac{t_R}{1 + \omega^2 t_R^2}$$

E_M : a Maxwell részmodell rugalmas modulusa.

Az összefüggések alapján könnyen belátható, hogy **frekvenciafüggés tekintetében a Burgers modell a Maxwell modellre hasonlít**, ezért, ha a frekvencia zérushoz tart, akkor:

$$G^*_B (\omega = 0) = 0 \quad \text{és} \quad \tan \delta \rightarrow \infty, \Rightarrow \delta (\omega = 0) = \frac{\pi}{2}$$

ha a frekvencia minden határon túl nő, akkor:

$$G^*_B (\omega \rightarrow \infty) \rightarrow E_M \quad \text{és} \quad \tan \delta \rightarrow 0, \Rightarrow \delta (\omega \rightarrow \infty) \rightarrow 0$$

5. A modellek anyagállandóinak meghatározása a kísérleti eredmények alapján

A 3.2.2. fejezetben bemutatott mérési eredményeket a reológiai modellek paramétereinek a meghatározására használjuk fel.

5.1. A Kelvin modell paramétere

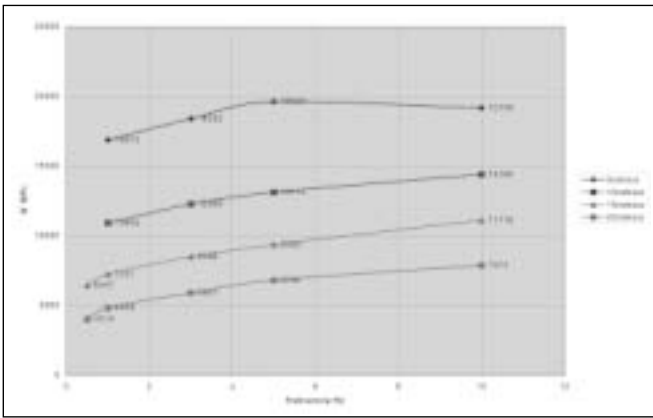
Mérési eredményként rendelkezésre áll – minden egyes frekvencián és hőmérsékleten – a komplex modulus abszolút értéke és a fázisszög. A meghatározandó két paraméter a rugalmas modulus és a viszkozitás. A keresett és a mért mennyiségek között a 4.1. fejezet alapján a következő két független összefüggés áll fenn, melyekből a keresett paraméterek közvetlenül számíthatók.

$$E = |G^*_{Kelvin}| \cos \delta, \quad \lambda = \frac{|G^*_{Kelvin}| \sin \delta}{\omega}$$

A rugalmas modulus egyenlő a komplex modulus valós részével, ami az úgynevezett tárolási modulus:

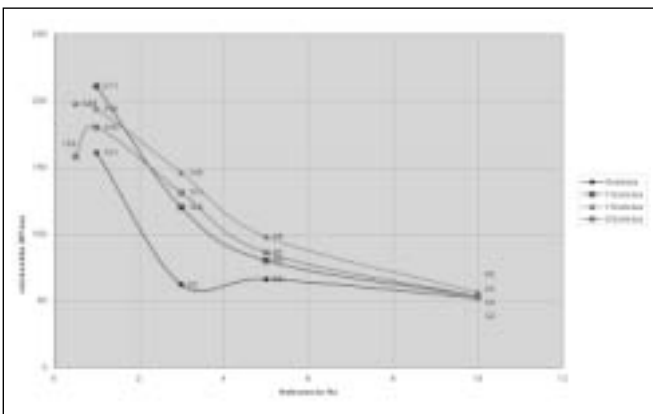
$$E = G'$$

A 4. ábrán ezek az értékek láthatók minden frekvenciára és hőmérsékletre.



4. ábra: A tárolási modulus frekvenciafüggése

Az 5. ábrán a viszkozitás értékei láthatók ugyan csak minden mérésre.



5. ábra: A viszkozitás frekvenciafüggése

A 4.1. fejezet szerint a **Kelvin modell statikus terhelésre rugalmasan reagál**, növekvő frekvenciával viszont egyre dominánsabb a viszkózus viselkedés. A 3.2.2. pontban bemutatott kísérleti eredmény szerint **statikus igénybevétel esetén a modell viselkedése jól megfelel a tapasztaltaknak**, hiszen a fázisszög csökkenő frekvenciánál egyre kisebb értéket mutat.

Növekvő frekvenciával **a viszkózus tulajdonság**

befolyása azonban csak körülbelül 3 Hz értékig növekszik, e frekvencia felett a fázisszög értéke gyakorlatilag állandósul, kivéve az alacsonyabb hőfokot. Ennek az a következménye, hogy **a viszkozitás értéke a növekvő frekvenciával csökken, vagyis az aszfalt strukturális viszkozitással rendelkezik.**

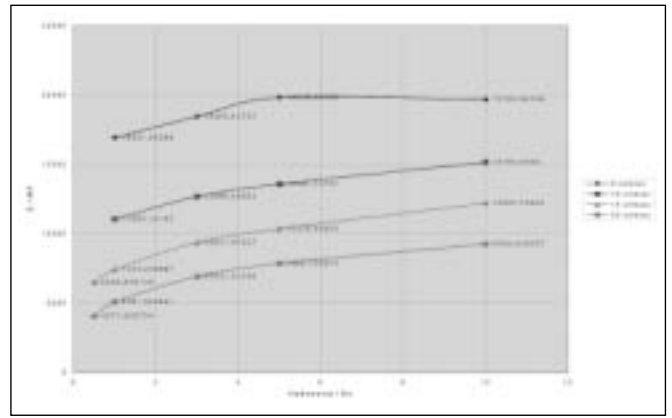
Érdekes eredmény, hogy a rugalmas modulus értéke erősen hőfokfüggő, a viszkozitás viszont nem.

5.2. A Maxwell modell paramétere

A keresett és a mért mennyiségek között a 4.2 fejezet alapján az alábbi két független összefüggés áll fenn, melyekből a keresett paraméterek közvetlenül számíthatók.

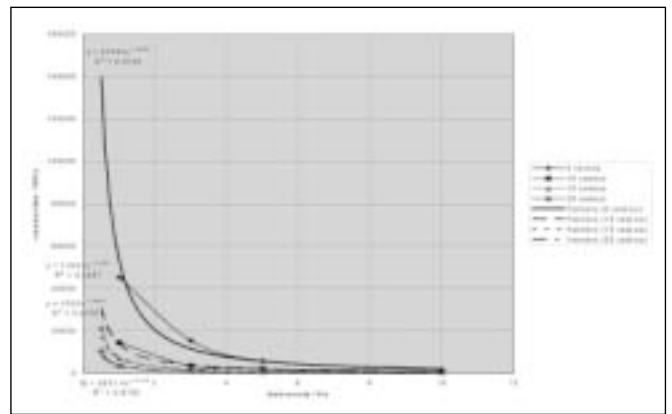
$$E = \frac{|G^*_{Maxwell}|}{\cos \delta} \quad \lambda = \frac{|G^*_{Maxwell}|}{\omega \sin \delta}$$

A 6. és a 7. ábrán a számított értékek láthatók.



6. ábra: A Maxwell modell E rugalmas állandója

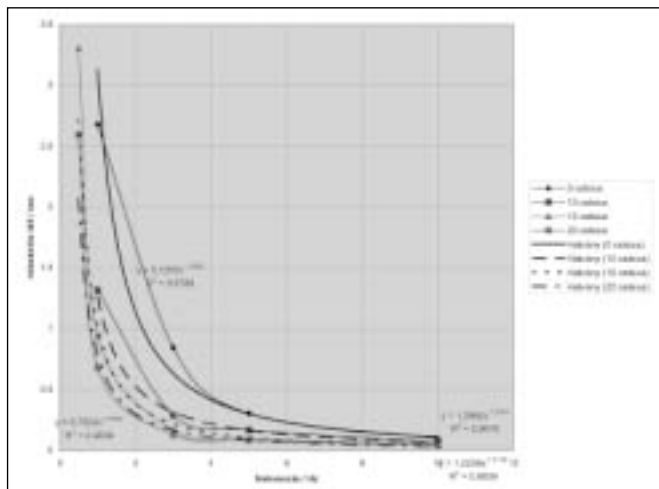
A 4.2. fejezet szerint **statikus terhelés esetén** (frekvencia=0) **a Maxwell modell – véges értékű**



7. ábra: A Maxwell modell szerinti viszkozitás

anyagparaméterekkel – viszkózan viselkedik, vagyis a fázisszög 90°-hoz tart, a merevség pedig szükségszerűen a zérushoz. A tapasztalat, főleg a fázisszöget illetően, ennek nem felel meg. A mért értékekhez a Maxwell modell csak úgy illeszhető, ha **a viszkozitás értéke – nullához közelítő frekvenciával – a végtelenhez tart.** Ennek megfelelő eredményt mutat a 7. ábra.

A 2.1. fejezetben idézett **M. Hase kutatási eredményei is ez utóbbi megállapítást látszanak alátámasztani**, illetve a 6. és a 7. ábra megfelel megállapításainak, hiszen a frekvenciától kevésbé függő rugalmas modulus következtében **a relaxációs idők is korlátlanul nőnek**, a 8. ábrának megfelelően.



8. ábra: Relaxációs idő (Maxwell)

Növekvő frekvencia esetén a Maxwell modell fázisszöge csökken (elvileg egészen a nulláig), viselkedése a rugalmas testhez közelít. Ebből a szempontból a Maxwell modell jobban megfelel a tapasztalatnak, mint a Kelvin modell.

5.3. Az általános Maxwell modell anyagállandói

A Kelvin és a Maxwell modellnek két meghatározandó **paramétere** van (E, λ). Minden egyes frekvencián a mérés két valós számot ad végeredményként ($|G^*|, \delta$), melyek alapján a két paraméter meghatározható. A meghatározott paraméterek a frekvencia függvényében változtak, ezért **nem** tekinthetők **anyagállandóknak**.

A komplex modulus frekvenciafüggőségének vizsgálata ad magyarázatot arra, hogy a **Maxwell** és a **Kelvin** modellek csak „elfajulva” ($\lambda \rightarrow \infty$ illetve $\lambda \rightarrow 0$) tudnak megfelelni a kísérleti eredményeknek. Ugyanez igaz a **Burgers** modellre is, hiszen minőségileg a Maxwell modellnek megfelelően viselkedik (4.4. fejezet).

Ez a három modell tehát nem tud megfelelni annak az igénynek, hogy a statikus terhelés és egy adott véges értékű frekvencia által határolt intervallumban állandó paraméterekkel – vagyis anyagállandókkal jellemezve – illeszkedjen a kísérleti eredményhez.

R. Blab és J. T. Harvey cikke nyomán tudjuk, hogy az **általános Maxwell modell** viszont **ki tudja elégíteni ezt az igényt** [1]. Az általános Maxwell modell az egyszerű Kelvin és a Maxwell modell egyfajta ötvözte akkor, ha a párhuzamosan kapcsolt Maxwell részmmodellek egyike csak rugalmas, vagy másként fogalmazva: az egyik részmmodell viszkozitálásának és relaxációs idejének értéke végtelen nagy ($t_{R,0} \rightarrow \infty, \lambda_0 \rightarrow \infty$). A modell komplex modulusának valós része:

$$G'(\omega_j) = G^*(\omega_j) \cos \delta(\omega_j) = E_0 + \sum_i E_i \frac{\omega_j^2 t_{R,i}^2}{1 + \omega_j^2 t_{R,i}^2}$$

képzetes része:

$$G''(\omega_j) = G^*(\omega_j) \sin \delta(\omega_j) = \sum_i E_i \frac{\omega_j t_{R,i}}{1 + \omega_j^2 t_{R,i}^2}$$

ahol:

az egyenletek jobb oldalán álló **két mennyiséget**: $G^*(\omega_j)$ és $\delta(\omega_j)$ tekintsük a mindenkor ω_j frekvencián mért **kísérleti eredménynek**, az E_i és $t_{R,i} = \frac{\lambda_i}{E_i}$ **keresett** paraméterek **az i -edik Maxwell részmmodell anyagállandói, értékük nem függ a frekvenciától.**

A frekvencia szélső értékeinél a komponensek értékei:

$$G'(\omega = 0) = E_0; \quad G''(\omega = 0) = 0,$$

$$G'(\omega \rightarrow \infty) \rightarrow E_0 + \sum_i E_i; \quad G''(\omega \rightarrow \infty) \rightarrow 0$$

a fázisszög pedig:

$$\tan \delta(\omega = 0) = \frac{G''(\omega = 0)}{G'(\omega = 0)} = 0 \Rightarrow \delta(\omega = 0) = 0;$$

$$\tan \delta(\omega \rightarrow \infty) = \frac{G''(\omega \rightarrow \infty)}{G'(\omega \rightarrow \infty)} = 0 \Rightarrow \delta(\omega \rightarrow \infty) = 0.$$

A meghatározandó, ismeretlen anyagparaméterek száma attól függ, hogy hány Maxwell részmmodell tartalmaz az általános modell. A meghatározandó anyagparaméterek számának megfelelően több frekvencián végzett mérési eredményre van szükség: a fenti modell esetén **a szükséges frekvenciák száma megegyezik a Maxwell részmmodellek számával.**

A továbbiakban az anyagállandók meghatározásának egy **közelítő, numerikus módszerét** mutatjuk be. A módszer lényege [1]:

- Becsléssel előre **rögzítjük $t_{R,i}$ keresett ismeretlenek értékeit.**
- A megmaradó E_0, E_i **ismeretleneket a legkisebb négyzetek módszerével, lineáris regresszió segítségével** határozzuk meg.

Rögzített relaxációs idő $t_{R,i}$ és frekvencia ω_i mellett a komplex modulus valós és képzetes része G', G'' , a két utolsó egyenlet szerint az ismeretlen rugalmas állandók lineáris függvényei. Az ismeretlenek meghatározásához elegendő a két egyenlet bármelyike, így például az első, ekkor **a hiba négyzetösszege az ismeretlenek kvadratikus függvénye, minimalizálанд az E_0, E_i ismeretlenek szerint :**

$$\sum_j (H_j)^2 = \sum_j \left(G'_M(\omega_j) - E_0 - \sum_i E_i \frac{\omega_j^2 t_{R,i}^2}{1 + \omega_j^2 t_{R,i}^2} \right)^2 = \text{Min.}$$

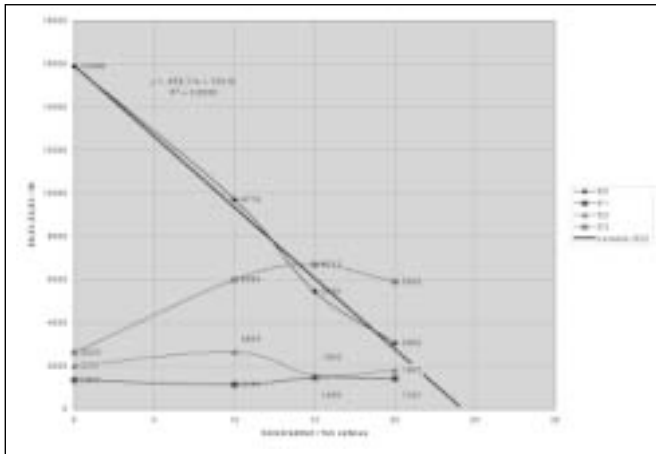
ahol:

$G'_M(\omega_j)$: az ω_j frekvencián mért komplex modulus valós része.

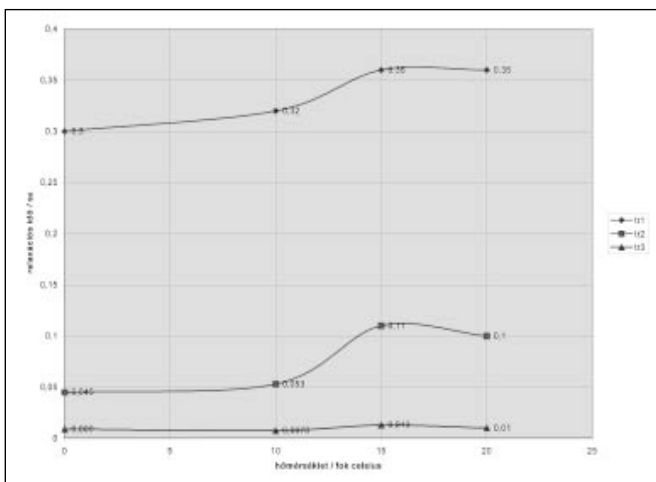
A négyzetösszegnek az E_0, E_i ismeretlenek szerinti minimuma megtalálható, ha a **négyzetösszeget az ismeretlenek szerinti parciálisan deriváljuk és azt egyenlővé tesszük nullával. Így inhomogén lineáris egyenletrendszerre jutunk, melynek megoldásai a keresett E_0, E_i rugalmas állandók.**

Az a körülmény, hogy négy, illetve öt különböző frekvencián kaptunk kísérleti eredményt, meghatározta, hogy az ismeretlen rugalmas állandók száma négy lehetett, **vagyis az általános modell három Maxwell részmodellt ($E_1, E_2, E_3, t_{R,1}, t_{R,2}, t_{R,3}$) és velük párhuzamosan kapcsolt rugalmas tagot (E_0) tartalmazott.**

A leírt közelítő numerikus módszerrel meghatározott anyagállandókat a 9. és a 10. ábrán mutatjuk be.

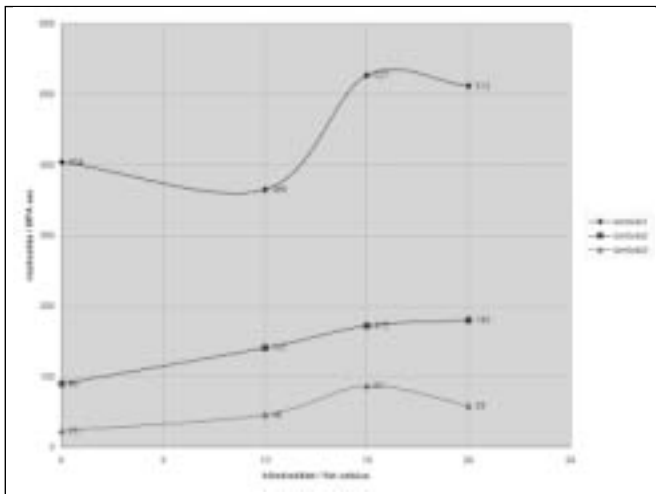


9. ábra: Rugalmas állandók



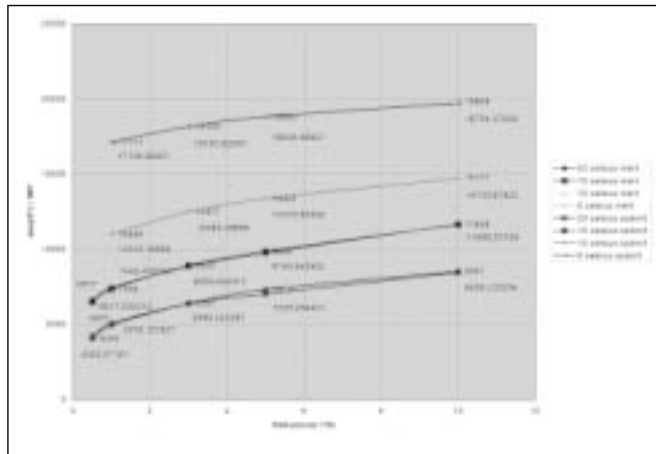
10. ábra: Relaxációs idő

A relaxációs idő és a rugalmas állandó szorzata a 11. ábrán látható viszkozitást eredményezi.

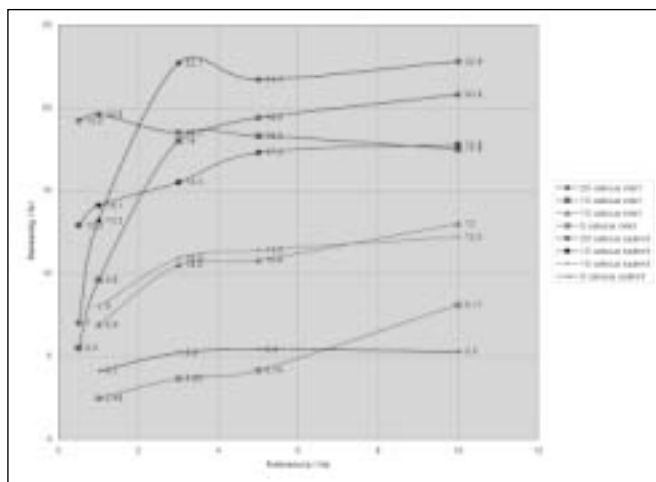


11. ábra: Viszkozitás

A numerikus kiértékelés eredményességét jól összefoglalja a következő két ábra, melyeken közvetlenül összehasonlíthatók a mért és a meghatározott paraméterekből számított eredmények. **A meghatározott anyagállandókkal közelíthető a fázisszög két végeredménye, nevezetesen a komplex modulus abszolút értéke és a fázisszög** (12. és 13. ábra).



12. ábra: Komplex modulus abszolút értéke (mért és közelített) $abs(G^*)$



13. ábra: Fázisszög (mért és közelített)

Az anyagállandókat meghatározva a vizsgált AB-12/B mintával kapcsolatban **megállapítható:**

- Az általános Maxwell modell a minimálisan elégséges frekvencián való mérési eredményhez illesztve **nagyon jól közelíti a komplex modulus abszolút értékét, a merevséget.**
- A fázisszög értékeihez való illeszkedés a magasabb két hőfokon numerikusan nem annyira helyes, mint a két alacsonyabban, „minőségileg” azonban megfelelő, hiszen a frekvencia nulla értékénél a modell is nulla értéket ad. Figyelembe kell venni azt is, hogy az eredetileg nem reológiai célú mérések száma, az alkalmazott frekvencia tekintetében, kicsi volt.
- **A komplex modulus bonyolult hőfok- és frekvenciafüggősége gyakorlatilag egy anyagállandó hőfokfüggőségében jut kifejezésre: a statikus rugalmas modulus E_0 lineáris hőmérsékletfüggőségében.**

- A statikus rugalmas modulus létezésének bizonyítéka az a mérési eredmény, hogy a fáziszőg csökkenő frekvencia esetén a zérushoz tart.
- A statikus rugalmas modulus 24 Celsius fokon gyakorlatilag megszűnik, az aszfalt viselkedése **húsz fok felett minőségileg megváltozik**, a viszkózus tulajdonság dominanciája várható, vagyis az **alakváltozások maradó jellegűekké válnak**, bármilyen kicsinyek is legyenek azok.
- **Csökkenő hőmérsékleteken** az aszfalt egyre inkább **szilárdtestszerűen** viselkedik.
- **A statikus rugalmas modulus létezése az aszfalt viszko-plasztikus viselkedésére utal, vagyis amíg a képlékenységi feltételt nem éri el az igénybevétel (deviátorfeszültség) addig az alakváltozások reverzibilisek.** Feltételezhető, hogy a képlékenységi feltétel erős hőfokfüggőséget mutat, amit azonban csak többtengelyű feszültségállapotban lehet meghatározni.
- A statikus rugalmas modulus létezését csak a szilárd kőváz teherviselő szerepe magyarázhatja.

E megállapítások nem általánosak, kizárólag a vizsgált keverékre vonatkoznak.

6. Összefoglalás, gyakorlati célok

Az eredetileg az aszfalt élettartamának meghatározását szolgáló aszfalt hasábhajlító fárasztási kísérleti eredményeket reológiai modell anyagállandóinak meghatározására használtuk fel.

A szakirodalomból megismert általános Maxwell modellel helyesen leírhatók a dinamikus hasábhajlítás kísérleti eredményei, melyek a merevség és a fáziszőg.

Az általános Maxwell modellel megállapítottuk, hogy a vizsgált AB-12 típusú aszfalt komplex modulusának hőmérséklet és frekvenciafüggősége a statikus rugalmas állandó lineáris hőmérséklet-függőségére vezethető vissza, mely a szilárd kőváz teherviselő szerepére utal.

Húsz Celsius fok alatt az aszfalt csökkenő hőmérséklet mellett egyre inkább szilárdtestszerű viselkedést

mutat, felette, növekvő hőmérsékletnél azonban egyre inkább dominál a viszkózus tulajdonság, vagyis az alakváltozások maradó jellegűekké válnak.

A maradó alakváltozási hajlam egyrészt függ az igénybevételtől, tehát a feszültségállapottól, másrészt viszont az anyag reológiai viselkedésétől. Az eredmények szerint kulcsfontosságú a statikus rugalmas állandó, vagyis a szilárd váz teherviselő képessége hőmérsékleti érzékenységének a csökkentése.

Laboratóriumunkban a ma használt keverékeket kívánjuk megvizsgálni a cikkben leírt kísérleti és értékelési technikával, hogy a többi aszfalt esetében is létezik-e a szilárdtestszerű és a viszkózus viselkedést egymástól elválasztó hőmérsékleti határ, valamint az mennyire különbözik az egyes keverékek esetében.

A hasábhajlító fárasztó kísérletek további lehetőségét is kínálnak, nevezetesen a fáradás reológiai tulajdonságokra gyakorolt hatásának a vizsgálatát.

Irodalom

- [1] *R. Blab and J. T. Harvey*: Modeling Measured 3D Tire Contact Stresses in a Viscoelastic FE Pavement Model. The International Journal of Geomechanics, Volume 2, Number 3, 271–290 (2002)
- [2] *J. Hua and T. White*: A Study of Nonlinear Tire Contact Pressure Effects on HMA Rutting. The International Journal of Geomechanics, Volume 2, Number 3, 353–376 (2002)
- [3] *M. Hase*: Zur Zugviskosität von Asphalten bei hohen und tiefen Temperaturen. Schriftenreihe Strassenwesen, Heft 11, Braunschweig, 1991
- [4] *Fi I.*: Aszfaltanyagok új típusú hajlító-kúszásvizsgálata
- [5] *Állami Közúti Műszaki és Információs Kht.*: Vizsgálati jelentés az IMI Kft. által rendelkezésre bocsátott bitumenek vizsgálati eredményeiről. Veszprém, 2002.
- [6] *Ambrus K. – Bartha G.*: Tömör emlékeztető néhány aktuális aszfaltmechanikai fogalomra és eljárásra. Közúti és Mélyépítési Szemle, XLIX. évfolyam, 1999. 7–8 szám 301–309.

Summary

Calculation of rheological parameters of asphalt based on dynamic bending test

Rheological behaviour of asphalt has been analysed up to now by creeping test in Hungary. The article describes calculation of parameters for a rheological model of an asphalt concrete sample based on experimental dynamic load test results. The dynamic test applied is a dynamic beam-bending test used for determining long-term strength of asphalt and its results are the complex modulus and the phase angle. Rheological model is a general Maxwell model of 7 parameters. Dependence on temperature and frequency can be characterised by temperature dependency of a single parameter, the so-called static elastic modulus.

Megalakult az „ITS Hungary” Egyesület

Hosszú szakmai előkészítő munka után 2004. május 20-án mintegy 20 alapító taggal megalakult az „ITS Hungary” – az intelligens közlekedési rendszerek koordinálásának magyarországi egyesülete.

Az ITS Hungary megalakulása a május 24. és 26. között Budapesten megrendezett „ITS in Europe” kongresszushoz kapcsolódott, mely az intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások kiemelt jelentőségű eseménye volt.

Az egyesület *alapító tagjai* az intelligens közlekedési rendszerek legfontosabb hazai képviselői – így az érintett minisztériumok, úthálózat-üzemeltetők, a hazai gyártók, fejlesztők és szolgáltatók, kutatással foglalkozó intézmények, egyetemek, tanácsadó cégek.

Az ITS Hungary főbb céljai között szerepel a közlekedés minden alágazatára kiterjedően a konszenzus és az együttműködés elősegítése a hazai telematikai alkalmazásokban; az intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások megvalósításának támogatása és integrálása a transz-európai hálózat szolgáltatásaihoz; nemzeti, regionális és nemzetközi együttműködés a projektekben való részvételhez és a technológia transzferhez; az intelligens közlekedési rendszerekre vonatkozó nemzeti stratégia megvitatása.

A szervezet részletes munkaprogramját jelenleg dolgozzák ki, a vezetőség a végleges változatot szeptember elejére hagyja jóvá.

Az elfogadott alapszabályzat rögzíti, hogy az ITS Hungary szerződés keretében nemzetközi és hazai szakmai szervezetekkel fog együttműködni. Az első és legfontosabb nemzetközi együttműködési lehetőség az ERTICO *Network of National ITS Associations* platformja, melynek a szervezet tagja kíván lenni.

A szervezet a jövőben kapcsolatot keres a Magyar Útügyi Társasággal, az Útügyi Világszövetség Magyar Nemzeti Bizottságával, valamint más hazai szervezetekkel.

Az egyesület alapító közgyűlése megválasztotta a tisztségviselőket, illetve a megalakítandó tagozatok vezetőit. Az elnök: dr. Csapodi Csaba, (ERTICO felügyelő-bizottság); általános elnökhelyettes: Kazatsay Zoltán (GKM); alelnökök: Szűcs Lajos (GKM) és Heinczinger István (SIEMENS Rt.); főtitkár: dr. Lindenbach Ágnes (Inter-út XXI. Kft.). A megalakuló tagozatok: üzemeltetési, szabványosítási, műszaki fejlesztési, vállalkozói, nemzetközi, valamint oktatási és továbbképzési.

Az egyesületbe számos szervezet szeretne belépni. Az ITS Hungary bővítésére a hivatalos bejegyzés után, várhatóan a szeptemberi közgyűlésen kerülhet sor.

További információk Dr. Lindenbach Ágnes főtitkártól kaphatók: itshungary@tvnetwork.hu

Nemzetközi szemle

Út menti infrastruktúra a biztonságosabb európai utakért

RISER Roadside Infrastructure for safer European Roads

Alvaro Figaredo

European Roads Review 2003. 2. p. 54-58. á 3, t 3.

Évente 14 ezer autós veszti életét az európai utakon magányos járműbaleset következtében, a súlyos sérültek száma ennél jóval magasabb. A magányos járműbalesetek az összes közúti balesetből eredő halálesetek egyharmadát jelentik. Ezek számottevő része elkerülhető lenne az út menti infrastruktúra jobb tervezésével és kezelésével. Az Európai Bizottság közlekedésbiztonsági akcióprogramjához csatlakozó „Út menti infrastruktúra a biztonságosabb európai utakért” (RISER) projekt e célt szolgálja. A 3 évre tervezett kutatásban 9 ország 10 intézménye vesz részt. A baleseti adatok és az út menti létesítmények műszaki jellemzőinek elemzése után a tervezett eredmény két útmutató létrehozása:

- tervezési útmutató az önmagát magyarázó és megbocsátó útkörnyezet kialakítására,
- fenntartási útmutató a megfelelő biztonsági szint elérését célzó üzemeltetési és fenntartási eljárásokra.

A tervezés alapelve a biztonsági zóna szabadon tartása, azonban az egyes országok gyakorlatában ez ma még erősen eltérő, pl. az angol autópályák esetén 4,5 m széles, míg a francia autópályák mentén 10 m széles ez a zóna. A természetes akadályok jelentik az ütközések mintegy felét, ezek áthelyezése vagy ütközés elleni védelme hatékony stratégiát biztosít. A két-sávos hagyományos utak esetén a burkolathoz helyenként csatlakozó korrekciós felület lehetőséget ad az ütközést elkerülő manőverezésre. A kutatás eredményeként kialakuló harmonizált európai útmutatók alkalmazása várhatóan mérsékli az út menti infrastruktúrával kapcsolatos balesetek és halálesetek számát.

G. A.

A közlekedés biztonságát fokozó járművisszatartó elemek európai normatívája

Az Osztrák Mérnökök és Építészek Egyesületének kezdeményezésére a Közlekedéstudományi Egyesület szervezésében 2004. június 22-én tartott félnapos anketon mintegy 85 érdeklődő hazai szakember vett részt.

Az 1998-ban kiadott és MSz EN 1317 szabványként 2001-ben megjelent előírás-sorozatot készítő CEN testület TC 226 WG 1 csoportjában dolgozó dr. Herwig Hansdorf miniszteri tanácsos, a bécsi szakminisztérium korábbi vezető munkatársa a szabvány-előkészítés elméleti megfontolásait – a járműmozgás hevességét jellemző ASI (Acceleration Severity Index) súlyossági mutató és a THIV (Theoretical Head Impact Velocity), a fej elméleti ütközési sebessége mutatók kialakításakor figyelembe vett korábbi vizsgálatokat – részletezte.

Példákat mutatott be a szabvány gyakorlati alkalmazására. Hangsúlyozta, hogy a járművisszatartó rendszerekkel szemben két követelmény van: egyrészt az ütköző személygépkocsiban ülők másodlagos sérüléseiből eredő végzetes kimenetelű következmények minimalizálása, másrészt az ütközésben résztvevő várható súlyú, sebességű, ütközési szögű nehézjárművel szemben mutatott visszatartó képesség javítása. A kérdésekre adott válaszában kiemelte, hogy a két követelmény közti súlyozás ma még a meghatározott útszakaszra vonatkozó döntést meghozó szakemberek felelőssége.

A TÜV SÜD Group képviselője részletesen ismertette a jelenlevőkkel a müncheni székhelyű, de Bécsben is telephellyel rendelkező, EN követelmények szerint akkreditált szervezetben kifejlesztett egyedülálló szabadalmat, az „Electronically Controlled Vehicle” Crash rendszert, amely biztosítja a törésteszt során alkalmazott jármű pontos hossz- és keresztirányú ve-

zetését, sebesség szabályozását és természetesen a szabványos mérések és vizsgálatok végrehajtását. A rendszer mobilizált, egy nap alatt telepíthető, így akár hazai törésteszt végrehajtására is lehetőség van!

Az előadó – Norman van Oudtshorn – a kérdésekre adott válaszában elmondta, hogy a magyar gyakorlattól eltérően Németország, Ausztria és Olaszország számára 7 cm-es kiálló szegélyhez alkalmazott visszatartó elemeket tesztelnek, melynek során hangsúlyosan veszik figyelembe az ütközés során a híd-szerkezetre ható többlet-igénybevételeket.

A hazánkban mintegy 15 éve alkalmazott USA New Jersey profilú betonfal felfogó rendszerek egyik gyártója – a Delta Block Európa – és magyar leányvállalata képviselői a terméklistát és az európai szabvány szerint elért teljesítmény-fokozataikat ismertették. Kiemelendő az Európában újszerű, mindössze 17 cm vastagságú vasbeton rendszerű pengefal konstrukció és hidakon való alkalmazására kifejlesztett és engedélyezett fal – mindkettő a szabvány szerinti H4b teljesítőképességre minősítve.

A németországi Aschaffenburgban gyártott akadályok előtti ütközéscsillapítókról a jelenlegi acélszalag korlát rendszerek kifejlesztésében korábban aktív szerepet vállalt Karl Urlberger tartott ugyancsak videofelvételekkel dokumentált előadást. Az acél elemekből készült rendszerek az idehaza az autópályákon mintegy tíz éve alkalmazott, az Amerikai Egyesült Államokból importált műanyag-fém kombinációjú berendezésekhez hasonló teljesítményfokozatban előállított berendezések szélesíthetik a piaci versenyt, de az előadó a licenc alapján történő gyártást sem tartotta kizártnak.

Dr. Szakos Pál

HIRDETÉSEK ELHELYEZÉSE, DÍJAI

A felelős szerkesztő jóváhagyásával szakmai hirdetés jelentethető meg a lapban.

A hirdetési díjak a következők:

Borító II. oldal	1/1 színes	250.000,- Ft + ÁFA
	1/1 fekete-fehér	220.000,- Ft + ÁFA
Borító III. oldal	1/1 színes	250.000,- Ft + ÁFA
	1/1 fekete-fehér	220.000,- Ft + ÁFA

További információ: Ciceró Kft. • Tel./fax: 301-0594, 311-6040

Könyvismertetés

Rudolf Szilárd: Theories and Applications of Plate Analysis. (Classical, numerical and engineering methods)

John Wiley & Sons
Inc., 2004.

A magyar születésű és máig gyönyörű magyarsággal beszélő Szilárd Rudolf klasszikus könyve (a fentihez hasonló címmel) harminc éve jelent meg a Prentice Hall kiadónál. Ez a munka – Timoshenko és Woinowsky-Kriger művével együtt – a lemez irodalom leghivatkozottabb könyvei közé tartozik, a világ vezető egyetemsein napjainkban is tankönyvként használják.

Az új kiadás nem a régi kötet egyszerű bővítése (700 oldal helyett több mint 1000 oldal a terjedelme), hanem annak jelentős átdolgozása, újraírása. Az olvasó ennek eredményeként egy, a modern mérnöki igényeket kielégítő szakkönyvet vehet a kezébe. A mű több mint 1500 irodalmi hivatkozást tartalmaz, bemutatja a lemezelmélet legfrissebb eredményeit is.

Szilárd Rudolf hármast tűzött maga elé megírásakor: (1) könyve tankönyv, amely a lemezelmélet klasszikus és numerikus módszereit tartalmazza, (2) a kutató mérnök számára referenciául szolgál a lemezelmélet témaköreiben, (3) praktikus eredményeket, módszereket tartalmaz a gyakorló mérnöknek.

Az egymásnak sok szempontból ellentmondó hármas célt el tudta érni a szerző. Segítette ebben hatalmas gyakorlata is: sok éven keresztül tervező mérnökként dolgozott, és évtizedeken át oktatott az USA és Németország egyetemsein. A kiadvány ezért egyetlen más lemezelméleti könyvhöz sem hasonlítható. Könnyen olvasható, mert mérnök írta mérnökök számára.

Könnyen áttekinthető, az olvasó egyszerűen megtalálhatja benne az őt érdeklő részeket. Hat fejezetből áll: 1. Lemezelméletek, analitikus módszerek (statika, lineárisan rugalmas feladatok); 2. Numerikus módszerek (statika, lineárisan rugalmas feladatok); 3. Különleges kérdések (ortotrop lemezek, ferde lemezek, hőmérsékleti teher, nem-lineáris feladatok); 4. Mérnöki módszerek; 5. Lemezek rezgésvizsgálata; 6. Lemezek horpadásvizsgálata. A könyv anyagának elsajátítása (az elemi matematikai és mechanikai ismereteken túlmenően) nem igényel előtanulmányokat.

Azokat a részfejezeteket, amelyeket egy lemezelmélet témájú egyetemi kurzuson célszerű tanítani, csillaggal jelöli a szerző. Ezek a többi rész olvasása nélkül is könnyen érthetők, így akár egy, akár két féléves egyetemi tárgy oktatásához jól használhatók. Az egyes fejezeteket összefoglalás és részletes mintapéldák követik, így az olvasó a gyakorlati alkalmazást is könnyen elsajátíthatja.

A felsorolásból is látható, hogy a szerző több olyan témakört tárgyal (pl. nemlineáris feladatok, hőmérséklet okozta horpadás stb.), amely igen összetett matematikai apparátust igényel. A szöveg mégis jól érthető, mert a szerző mindenhol a világos fizikai magyarázatra és a mérnöki szemléletességre teszi a hangsúlyt. A közölt összehasonlító számítások és diagramok alapján eldönthető, hogy az egyes jelenségeknek mikor, milyen mértékű hatása van az eredményekre.

A könyvben az elmélet sehol sem öncélú, hanem a gyakorlati alkalmazást szolgálja: ahol lehetséges, analitikus megoldásokat ad (amelyek egyrészt fontos mérnöki problémákra kínálnak megoldást, és ellenőrzésként szolgálnak a numerikus számításokhoz), vagy numerikus algoritmusokat közöl, amelyekkel a kitűzött feladat megoldható.

A mérnöki módszerek fejezetben a szerző részletesen tárgyalja a többmezős vasbeton lemezeket, amelyekkel a gyakorló mérnök gyakran találkozik, ismerteti a gyakorlat számára szintén fontos, ferde lemezek, ágyazott lemezek, síklemezfödémek és hídpálya-lemezek számítását is. A könyvben a mérnöki igényeknek megfelelően megtalálhatók mind a nagyon egyszerű közelítő megoldások, mind pedig a pontos (numerikus) módszerek. A könyvhöz programokat tartalmazó CD is készült, amellyel az olvasó fontos gyakorlati problémákat tud megoldani. A CD-n 170 közvetlenül használható lemezformula is helyet kapott.

Külön öröm, hogy a program elkészítésére a szerző dr. Dunai L., dr. Ádány S., Kovács N. és Kósa Z. személyében magyar közreműködőket választott.

A modern gyakorlati igényeknek megfelelően számos helyen megtalálható a véges elemes módszer alkalmazása, és több mint száz oldal terjedelmű fejezet tárgyalja a lemezek számításának véges elemes módszereit. A fejezetben megtalálható a módszer mérnöki és matematikai felépítése, számos határérték vizsgálat és gyakorlati tanácsok a véges elemes modellezés végrehajtására. Tárgyalja a gyakorlatban sokszor hatékonyan alkalmazható helyettesítő rácsok módszerét is.

A könyvet feltétlenül ajánljuk mind a lemezszervezeteket tanító egyetemi oktatóknak, mind a gyakorló mérnököknek, mind pedig a lemezelméleti kérdésekkel foglalkozó kutatóknak.

A könyv használhatóságát tovább javítja a gondos kiadói munka, a nagyszámú világos ábra és a sok kidolgozott mintapélda.

Dr. Kollár László

Dr. Rigó Mihály¹

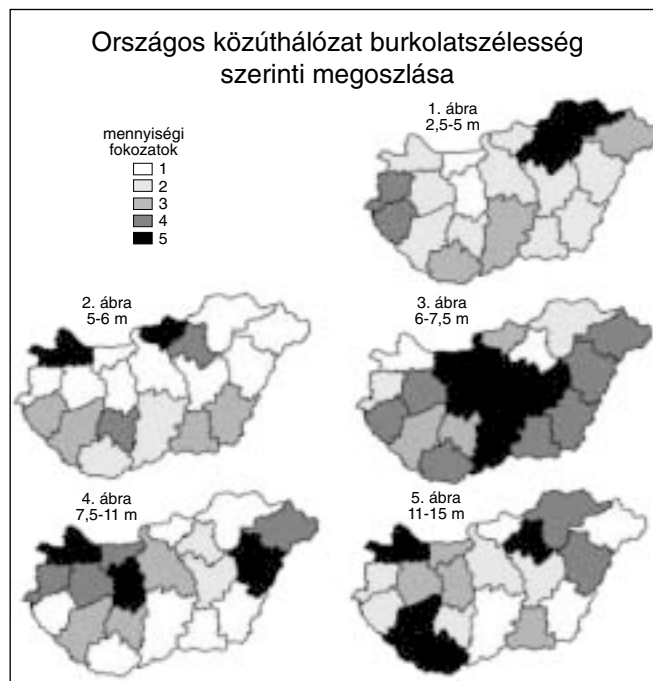
Az ÁKMI ez évben is kiadta „Az országos közúthálózat információs eredménytáblái” című füzetét, amely az OKA adatainak felhasználásával készült. Az adatok az állami közúthálózat 2004. évi állapotát írják le.

A füzet egysége a táblázat. A táblázatok oszlopai pedig kategóriánkra bontva tárolják az adatokat. Például: az 1.6. táblázat szerint – mely a burkolatszélességeket tartalmazza – Heves megyében 0,0 és 2,5 m közötti szélességű útból 7,8 km van, amely a megyei úthossz 0,7%-a, vagy a 2.3.2 táblázat szerint Békés megyében 4-es egyenetlenségi osztályú főútból 10,8 km van, amely a megyei hálózat 4,6%-a. A továbbiakban ezen %-okkal dolgoztam.

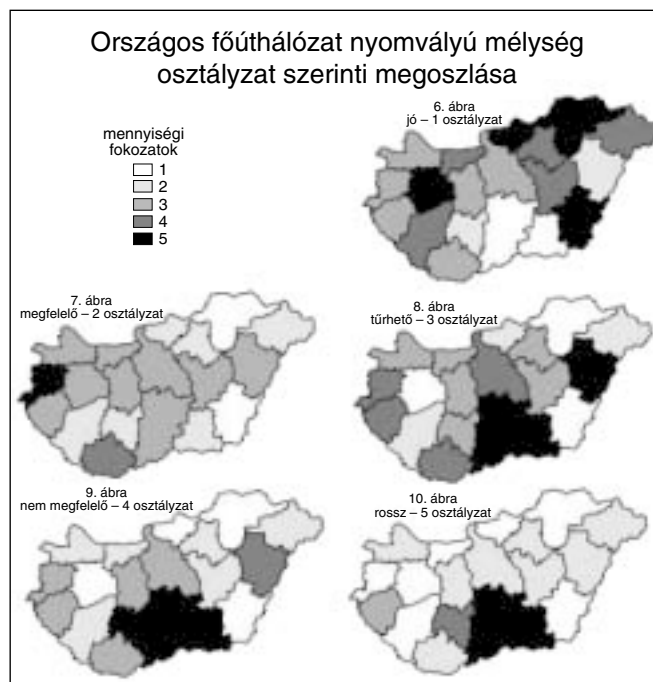
Annak érdekében, hogy a mennyiségi különbségeket 5 szürkéségi fokozattal be lehessen mutatni, az alábbi eljárást követtem:

- kiválasztottam egy táblázat egy oszlopát,
- megkerestem az oszlopban a legnagyobb és a legkisebb értéket,
- számoltam a különbségük ötödét,
- ezzel 5 rész-intervallumot számoltam a legkisebb és a legnagyobb érték közé,
- a legmagasabb értékű intervallumhoz hozzárendeltem az 5-ös, majd ehhez a fekete értéket,
- a legalacsonyabb értékű intervallumhoz pedig az 1-et és a fehér színt,
- a köztük lévőkre az 1-5 közötti értékeket rendeltem,
- az egyes megyéket a konkrét értékeik alapján a rész-intervallumokba soroltam.

A rajzokon feltüntetett az 1-5 közötti szürkéségi értékek nem a jószág fokmérői, hanem pusztán mennyiséget jelentenek. Csak azt, hogy egy valamilyen tulajdonságú útból egy megyében mennyi van. A sok, csak azzal együtt jelent itt valamit, hogy miből van sok. Ha egy megyében az 1-es teherbírású útból van sok, az nagyon jól jelent. De nagy a baj, ha 5-ös nyomvályús szakaszból van sok.



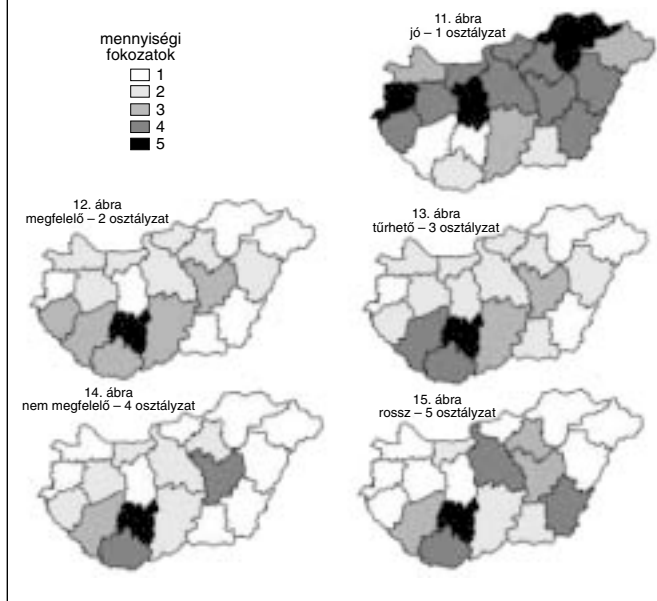
Az utak zöme 6 m körüli szélességű. A Közutak tervezése című műszaki előírásba érdemes lenne egy ilyen szélességű mellékutat visszaengedni, mivel nincs nálunk a világ legnagyobb pénztárcája. Az 1. és a 2. ábra azon megyéket mutatja, ahol lenne tennivalónk. A 3. ábra valamennyi közül talán a legegységesebb. Az 5-ös és a 4-es osztályzat majdnem lefedi az országot.



A 8-10. ábrák az ország legnyomvályúsabb főútjait tartalmazó megyéket mutatják. A legnagyobb nyomvályúk Bácsban és Csongrádban vannak. Nagyon érdekes a szomszédos Békés megye. Ott más technológus dolgozott?

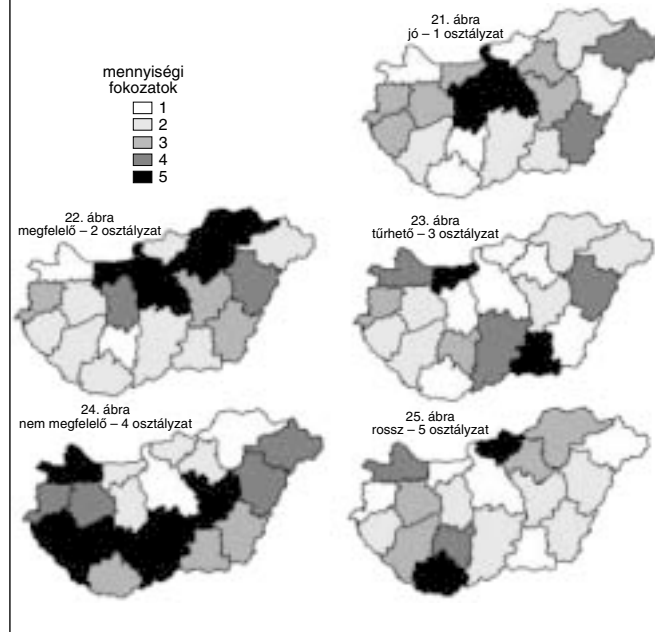
¹ Műszaki igazgató, okl. erdőmérnök, okl. építőmérnök, okl. szakmérnök, műszaki doktor, Csongrád Megyei ÁKKht

Országos mellékúthálózat nyomvályú mélység osztályzat szerinti megoszlása



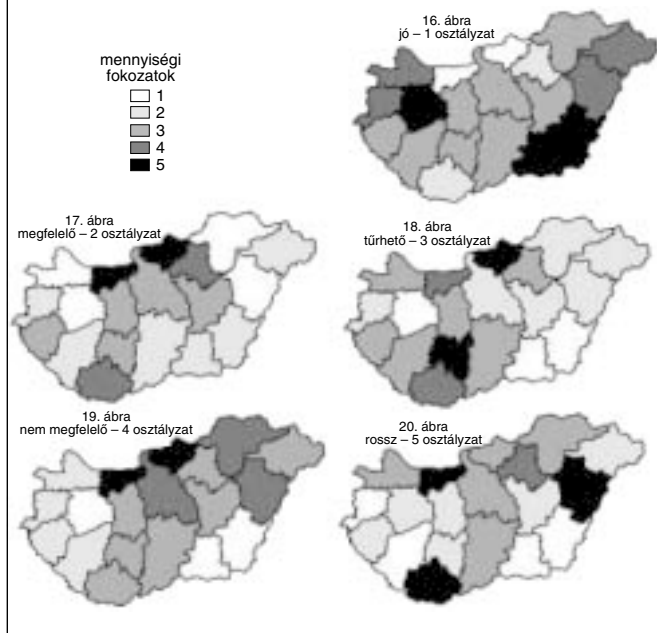
Érdekes az, hogy mennyire eltér a főúti és a mellékúti nyomvályú mértéke, elterjedése egymástól. Őt dél-magyarországi megyében a jó utak aránya a legkisebb, lásd az 11-es ábrát. Érdekes, hogy a más pályaszerkezetű mellékutak nem annyira rosszak, mint a főutak Bácsban és Csongrádban. A 11-es ábra, majdnem ugyanolyan egységes, mint a 3. Itt is a déli megyékkel van gond.

Országos mellékúthálózat egyenetlenség osztályzat szerinti megoszlása



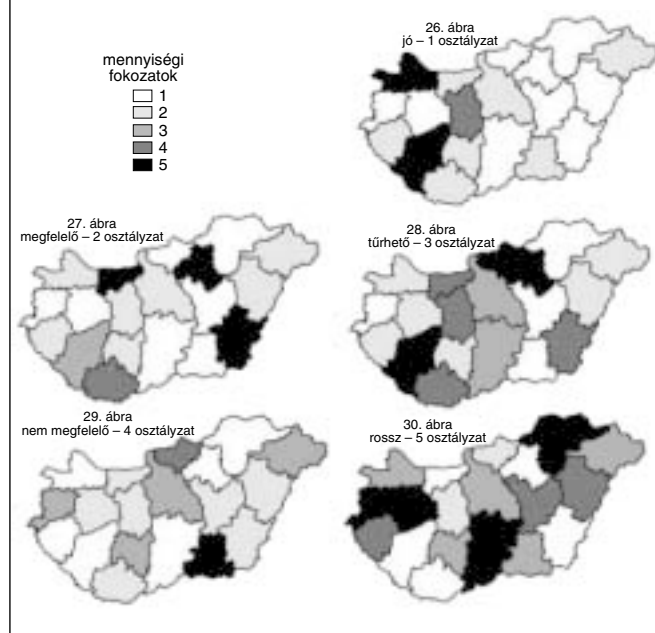
A 24. ábra súlyos gondokat jelez az ország nagy részén. Egyenetlenségben majdnem fordított a helyzet a főút és a mellékút viszonyában, mint a nyomvályúnál volt. A 24. ábra szerint egy M9-M47 irány mellett van baj.

Országos főúthálózat egyenetlenség osztályzat szerinti megoszlása

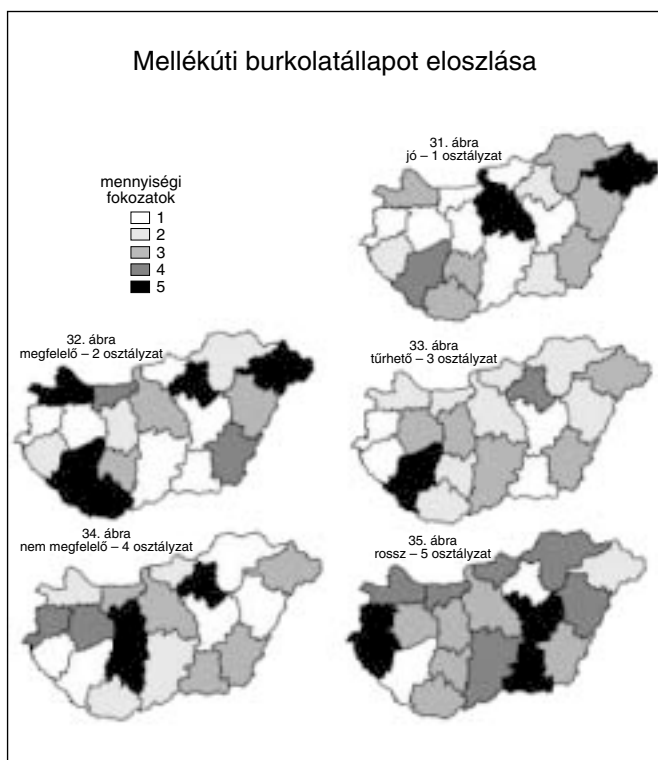


A 16. ábra szerint talán kijelenthető: a főúton az egyenetlenséggel nincs nagy baj, kivéve Baranya, Komárom – Esztergom és Hajdú – Bihar megyét.

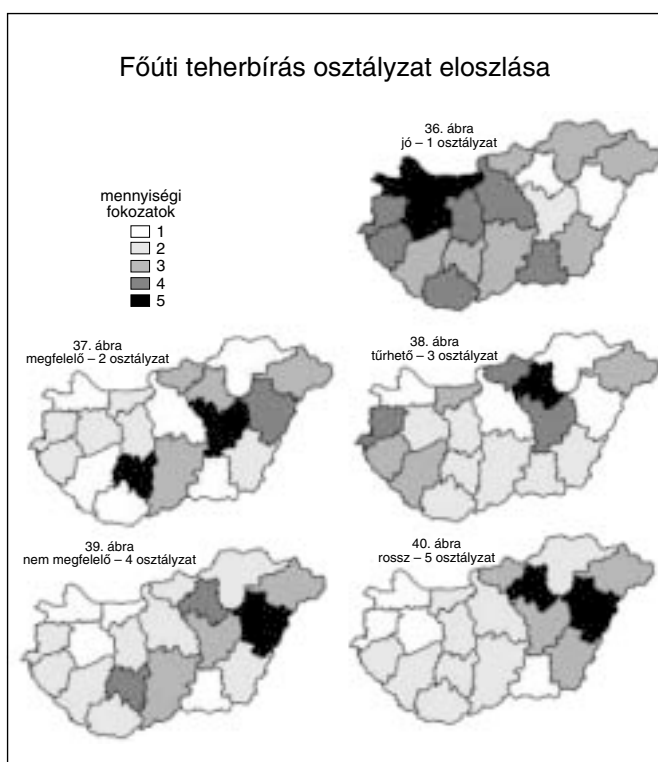
Országos főúthálózat burkolatállapot osztályzat szerinti megoszlása



A 30-as ábra, majdnem ugyanolyan egységes, mint a 3. Itt is a déli megyékkel van gond. Egyébként nagyon vegyes a kép.



Lehangoló a 35. ábra szerinti általános állapot.



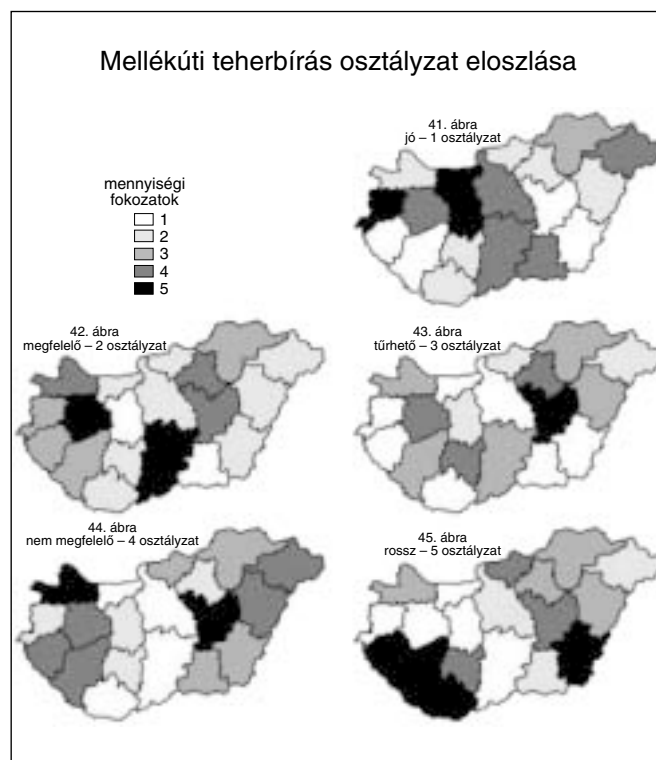
Kedvezőnek mondható a 36. ábra. Főúti teherbírásban az észak-dunántúli megyék állnak legjobban.

Dél-Dunántúl helyzete sajnos nem mondható ideálisnak.

A rajzokból megállapítható:

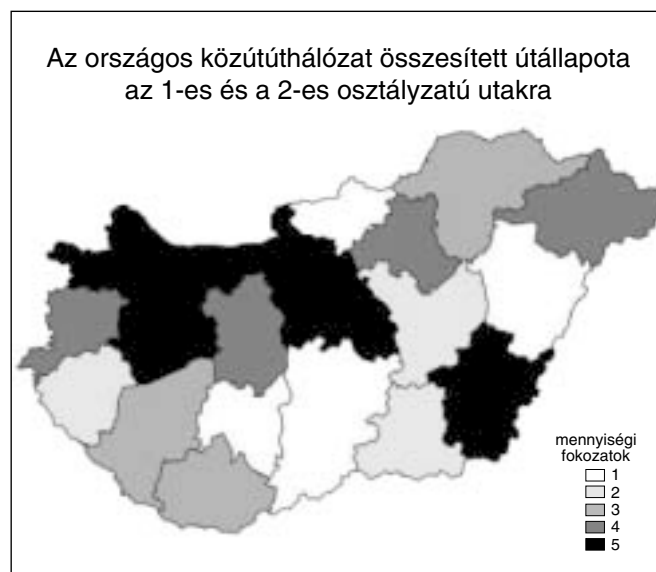
- Az ország úthálózatának állapota megyénként eltérő. A heterogenitás jellemző. Megyéenkénti specialitások figyelhetők meg.
- Az ábrák segítenek megyénként kijelölni egy-egy fő irányt, amellyel a megye hátrányos tulajdonsága enyhíthető lenne.

ÚTGAZDÁLKODÁS



A mozaik-szerűség összefogására, továbbá még általánosabb következtetések levonása céljából készítettem két összefoglaló grafikont.

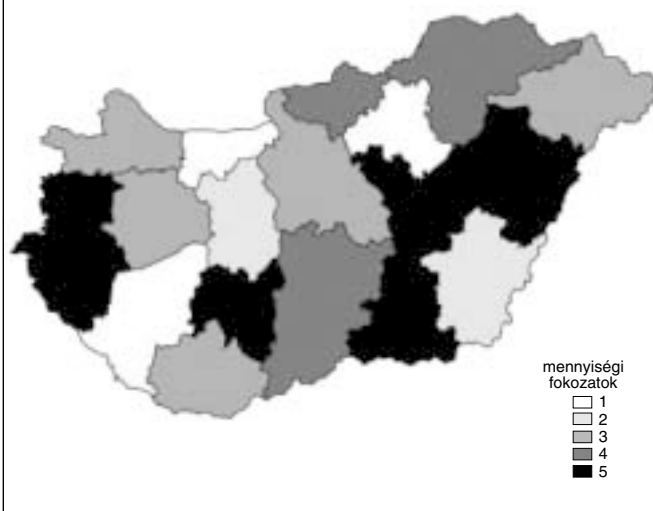
Minden tulajdonságnál az 1-es és a 2-es osztályzatú a jó és a 4-es, 5-ös a rossz. Azon megyék helyzete a kedvezőbb, ahol a jó osztályzatú utakból a több van. A kiinduló táblázatokból az eddig vizsgált tulajdonságok esetére kigyűjtöttem az 1-es és a 2-es osztályzatú, valamint külön a 4-es és az 5-ös osztályzatú utak megyénkénti arányát. Az arányokat megyénként összeadtam. Ez az összeg volt a megyék rangsorának az alapja. A következő ábra ezen rangsor alapján készült.



A 4-es és 5-ös utak arányára a megfelelő ábra a következő oldalon található.

Az első összesített ábra azokat a „diákokat” mutatja, akik „bizonyítványában” sok jó jegy. A másodikban az előbbieket szerinti, „akiknél” sok a rossz jegy.

Az országos közútúthálózat összesített útállapota az 4-es és az 5-ös osztályzatú utakra



A kettészakadt ország képe a két utolsó kép.

Az 1-es és 2-es osztályzathoz tartozó szürke és a fekete foltok többen vannak a Dunántúlon, mint az Alföldön, azaz a „jó” utak inkább ott vannak. A 4-es és 5-ös osztályzatúak zöme viszont az Alföldön van. Az érvényben lévő fenntartás finanszírozási rendszer egyik következménye ez a helyzet. El lehet dönteni, hogy komolyan akarja-e valaki a különbségeket csökkenteni vagy a különbségek tovább nőnek.

Két dolog sújtja a mai magyar állami közútúthálózatot:

- lemaradás az útfenntartásban minden megyében és ráadásul
- nagy, drágán orvosolható területi különbségek megyénként.

A dolgozat célja egyedül az volt, hogy a lényeges területi különbségekre ráirányítsa a figyelmet. A különbségek számszerűsíthetők. A homogenizálás célprogramokkal képzelhető el, amely esetben a táblázatok és az ábrák segítenek.

Summary

Regional differences in the pavement conditions of national roads

Conditions of national roads are analysed according to width, rutting, roughness, distresses, bearing capacity and the combination of these parameters. Grades 1 and 2 are good conditions, while 4 and 5 means inadequate characteristics. Those counties are marked dark where there are relatively more roads of the given condition, be it good or bad. The integrated evaluation in the last two figures shows large differences between various parts of the country.

Nemzetközi szemle

Új kutatási eredmények a burkolatok állapotának megőrzésében

Research Frontiers in Pavement Preservation
 Roger M. Larson, Larry Scofield, James B. Sorenson
 TR (Transportation Research) News 2003.
 szeptember-október (228. szám) p. 22-25.

Egy 2000-ben az USA-ban az úthasználók körében végzett felmérés szerint az úthasználókat elsősorban a forgalomlefolys, a biztonság és a burkolatállapot javítása érdekli. A vizsgálat azt is feltárta, hogy az úthasználók elégedetlensége növekszik a biztonság és a burkolatállapot tekintetében. Mindez arra utal, hogy nagyobb figyelmet kell fordítani a burkolat jellemzőire. A hosszabb élettartamot több tényező befolyásolja, ezek között lényeges a vízelvezetés megoldása, a jó minőségű alapanyagok felhasználása és a megfelelő kivitelezés. A rendszeres állapotfelmérés nélkülözhetetlen. Fontos, hogy meghatározzák az állapotjellemzők minimálisan megkövetelt szintjét. A csúszásellen-

állás értéke a biztonságot közvetlenül befolyásolja, ezért a minimális szintre ajánlást dolgoztak ki a nemzeti kooperatív közúti kutatási program keretében. A közúti munkaterületek biztonsága a figyelem középpontjába került, mert 2002-ben több mint ezer haláleset történt a munkaterületi balesetek miatt. A közelmúltban összeállított stratégiai közúti biztonsági terv többek között e témával is foglalkozik. A következő 10 évben a közúti baleseti halottak és sérültek számát egyaránt 20%-kal kívánják csökkenteni, mert a jelenleg évente előforduló 43 ezer közúti haláleset és 2,9 millió baleseti sérült elfogadhatatlan. A burkolatok állapotának értékelésére új technológiákat, lézeres és radaros mérőeszközöket alkalmaznak. A jó egyenletlenség, a kedvező felületi textúra és általában a felület egységes, megfelelő színvonalú megjelenése segít a burkolat állapotának megőrzésében. A felület helyes kialakítása csökkenti a zajszintet, ami mind az úthasználók, mind az út mentén elhelyezkedő ingatlan tulajdonosok szempontjából hasznos.

G. A.

Hajós Bence¹

2004. június 24. és 26. között Újvidék adott otthont a nemzetközi vándorkonferenciának. A hagyományindító első konferencia Dr. Iványi Miklós ötletgazda szervezésében egy hajón volt, így a tudományos ülés Bécsből Budapestig hajózhatott. 1992 óta háromévente más-más Duna-menti állam a konferencia szervezője (1995 – Bukarest, 1998 – Regensburg, 2001 – Pozsony).

Újvidéken a konferencia első két napján nyolc szekcióban összesen 18 ország előadójától több, mint 80 előadás volt. A legtöbb előadással jelen lévő házigazda ország mellett harmadik legtöbb előadó Magyarországról érkezett (10 előadás). A Duna-menti országokon túl érkezett előadó Görögországból, Macedóniából, Szlovéniából, Lengyelországból, Svájcban, Dániából, Norvégiából, Nagy Britanniából és az USA-ból. A konferencia előadás-kivonatait minden jelenlévő két kötetbe szerkesztve megkapta.



Újvidéki Duna-pontonhíd látképe

Csütörtök délelőtt a megnyitót követő első ülésen az 1999-ben lebombázott újvidéki hidakról hangzott el tíz előadás. A háború óta elkészült egy pontonhíd, a Varadinska Duka híd teljesen új felszerkezettel, valamint egy közúti-vasúti félállandó híd a lerombolt Zezelij híd felvízi oldalán. A Sloboda híd újjáépítése jelenleg is tart.

A második ülésen új Duna-hidak voltak terítéken. Két előadás ismertette a Pozsonyban épülő új Duna-hidat. Az ívtartó főnyílás támaszköze 231 méter lesz. Az acél felszerkezetet részben Nyíregyházán (MCE) gyártják.

Csütörtök délután, a harmadik ülés témája a korszerű hidak volt. Dr. Medved Gábor előadásában ismertette a hazai autópálya-építéshez kapcsolódó új folyami híd-terveket. Szegedre tervezett új ferdekábeles Tisza-hídról a belgrádi tervezőcsoport tartott bemutatót. A negyedik szekcióban Hídépítés, újjáépítés, hídkárosodás, felújítás és erősítés volt a téma. Több más előadás mellett a zágrábi mérnökök az 1992-93. évi háborúban megrongált Száva- és Dráva-hidak újjáépítéséről számoltak be. Este a program a városházán állófogadással zárult.

Péntek reggel, az ötödik és hatodik ülésnek hídkárosodás és hídvizsgálat volt a címe. Különböző statikai kérdések között kiemelt figyelmet kapott a gyalogos-hidak lehetséges lengéscsillapítása és a földrengésre való méretezés lehetőségei.

A hetedik ülésen több magyar előadó is szerepelt. A magyarországi Duna-hidak környezeti összehasonlításáról Dr. Tassi Géza tartott előadást. Egy-egy előadásban Dr. Iványi Miklós a Lánchíd láncszemeinek viselkedését, Földi András pedig az Erzsébet lánchíd történetét ismertette.

Az utolsó ülésen ismét építés, újjáépítés, modellkísérlet és hídkárosodás volt a téma. Dr. Dunai László a dunaújvárosi Duna-ívhíd 1:34 arányú modellkísérletéről számolt be, ígérve, hogy a következő konferencián 2007-ben folytatja előadását a híd próbaterheléséről. A péntek délután a Sloboda híd építésének meglátogatásával folytatódott. Az 1999 óta torzó ferdekábeles híd átadását 2005-re tervezik. A régi híd mederszerkezetét 1980-ban a Ganz gyár készítette. A hatalmas rombolás miatt a hídnak több mint felét újra kellett gyártani.

Péntek esti konferencia-vacsorán ünnepélyesen zárult le az igen sikeres és gazdag konferencia. A számos ünnepi köszöntő és szónoklat közül a legfontosabb számunkra, hogy Dr. Iványi Miklós átvette a konferencia rendezését szimbolizáló oklevelet, így 2007-ben hazánk rendezzi a 6. Nemzetközi Duna-hidak Konferenciát.

Szombaton egész napos szakmai hajókirándulást tartottak a konferencia résztvevői. Az újvidéki Duna-hidakon túl elhaladtunk a jelenleg fél-autópálya Beska Duna-híd alatt, melynek kapacitásbővítéséről előző napokon több előadásban is volt szó. A hajó-túra érdekessége elsősorban a belgrádi Száva-hidak ismertetése, illetve az ostruznicai Száva-híd újjáépítésének helyszíni megtekintése volt. Az utolsó zárótag beemelése csupán a konferencia előtti napokban készült el, ezért ismét a teljes hídon végig lehetett sétálni.

Találkozunk ismét 2007-ben, a 6. Nemzetközi Duna-hidak Konferencián!



Az újjáépített Varadinska Duka híd
(Szigeti Zoltán fényképei)

¹ hídmérnök Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Állami Közútkezelő Kht. Nyíregyháza hajos@szabolcs.kozut.hu

A hálózati hídállapotok javítása

Improving the Condition of Bridge Networks
David A. Juntunen

TR (Transportation Research) News 2003.
szeptember-október (228. szám) p. 26-30.

Az USA Michigan államában 1998-ban törvényt hoztak a közúthálózat finanszírozásáról. Ennek kapcsán stratégiai terv készült a legfontosabb hidak állapotának megőrzésére, azok fenntartására és fejlesztésére. A kitűzött hálózati célok: a kritikus beavatkozásokat azonnal el kell végezni, a tervszerű beavatkozások esetén az autópálya hidak 95%-a, a főúthálózati hidak 85%-a jó vagy megfelelő állapotú legyen. A beavatkozásokat 4 szinten irányozzák elő. A szerkezeti csere a rossz állapotú hidat jó állapotúvá teszi, de költséges. A rehabilitáció a rossz vagy megfelelő állapotú hídelemet javítja jó állapotúra, általában a szerkezeti csere költségének feléért. A megelőző, állapotmegóvó fenntartás megőrzi a hídelemek jó vagy megfelelő állapotát, és nem engedi azokat leromlani a rossz állapotig. Hat ilyen beavatkozás lehetséges, ilyen például az acéltartók mázolása vagy az epoxi alapú felületi bevonat, mely 5% alatti felület károsodás esetén tervezhető 10-15 év élettartammal. Átlagosan hat ilyen beavatkozás végezhető el egy szerkezeti csere költségéből. A negyedik szint a rutin fenntartás, ahol kiemelt figyelmet fordítanak a dilatációs szerkezetekre. Az állami költségvetésben a különböző beavatkozások optimális kombinációja szerepel, ez kezdetben 45% szerkezeti cserét, 25% rehabilitációt és 30% megelőző fenntartást tartalmazott. Az első néhány év tapasztalata azt mutatta, hogy a megelőző fenntartás aránya magas, mert túl sok projektet generál, amelyek végrehajtására nincs elegendő kapacitás. Az arányokat ezért mára módosították, jelenleg átlagosan 50% szerkezeti cserével, 30% rehabilitációval és 20% megelőző fenntartással számolnak. Az állam hét régiójában a hídállapotok eltérőek, ezért régióként differenciált stratégiát vezettek be.

G. A.

Burkolatok állapotának előrebecslése nemlineáris növekmény modellel

Incremental Nonlinear Model for Predicting Pavement Serviceability

Jorge A. Prozzi, Samer M. Madanat
Journal of Transportation Engineering Vol. 129,
2003. 6. p. 635-641, á:-, t:3, h:14

A burkolatok viselkedésének előrebecslésére egy nemlineáris rekurzív modellt fejlesztettek ki, melyben a független változók a forgalmi jellemzők, a burkolat szerkezeti tulajdonságai és a környezeti körülmények. A modellnek számos előnye van a burkolatviselkedési modellekben általában használt lineáris változathoz képest. Először a fizikai leromlási folyamatot jobban leíró függvényt lehet használni. Másodsor a becsült paraméterekben nincs rendszeres hiba a megfelelő meghatározásnak és az odaillő statisztikai technikáknak köszönhetően. Végül az előrebecslés standard hibája a felére csökkent a hasonló meglévő lineáris modellhez képest. Ez a kedvezőbb pontosság a burkolatgazdálkodás számára fontos gazdasági hatással bír. A vizsgálatokat az eredeti AASHO adatbázissal végezték, amely statisztikailag megfelel a kísérleti tervezés alapelveinek és gyakorlatának. A kísérleti szakaszok mérési adatokkal nem dokumentált heterogenitását a véletlen hatások módszerével vették figyelembe a paraméterek becslésénél. A bemutatott kutatás során kifejlesztett modell lehetőséget ad az úgynevezett hatványfüggvényes leromlási törvény kitevőjének rendszeres hiba nélküli meghatározására, valamint a különböző tengelycsoportok egyenértékű egységterhelésének megállapítására. A becsült kitevő 4,2 értéke igazolja a hagyományosan használt érték létjogosultságát. Meg kell azonban jegyezni, hogy ez a kitevő csak a burkolatállapotot befolyásoló károsodás esetén használható. A különböző tengelycsoportokra becsült egyenértékű egységterhelések viszont eltérnek a hagyományosan használt értékektől. Az új modell segítségével a burkolat fenntartási beavatkozások pontosabb tervezése és időzítése jelentős költségmegtakarítást eredményezhet.

G. A.