

FELELŐS KIADÓ:

László Sándor
(Magyar Közút Kht.)

FELELŐS SZERKESZTŐ:

Dr. habil. Koren Csaba

SZERKESZTŐK:

Dr. Gulyás András
Rétháti András
Schulek János
Schulz Margit
Dr. Tóth-Szabó Zsuzsanna

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
Dr. Szakos Pál
Dr. habil. Szalai Kálmán
Tombor Sándor
Dr. Tóth Ernő
Varga Csaba
Veress Tibor

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

TARTALOM

2**Dr. habil Gáspár László – Károly Róbert**

A betonburkolatok élettartama

11**Dr. Lőrincz János**

A töltések alatti talajok konszolidációja

14**Dr. Keleti Imre**

Egy újabb évtized eredményei a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésében

I. A hálózat fejlesztése

27**Dr. habil Jankó László**

Vasbeton szerkezetek korszerű megerősítése

III. Magas- és mélyépítés

31**Dr. Rigó Mihály**

Teljesítményelvű?

39

Nemzetközi szemle

KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

Alapította a Közlekedéstudományi Egyesület.

A közlekedésépítési és mélyépítési szakterület mérnöki tudományos havi lapja.

A betonburkolatok élettartama

Dr. habil Gáspár László¹ – Károly Róbert²

1. Bevezetés

Az aszfalt- és a betonburkolatú utak építését a világ nagyon sok országában békés – vagy kevésbé békés – egymás mellett élés jellemzi. Azok az országok szerencsésebbek, amelyeknek útgazdálkodásában a merev és a hajlékony pályaszerkezetek hosszú távú előnyeik reális figyelembevételével megtalálják célszerű alkalmazási területeiket. Kevésbé szerencsés helyzetnek tekinthető, ha valamely ország érdekcsoportjai – partikuláris érdekeiket követve – mindent megtesznek azért, hogy valamelyik burkolattípust (és ebben a tekintetben gyakorlatilag csak a betonburkolat jöhet számításba) teljesen kizárják a technológiai választékból. Az igazi gondot persze az jelenti, ha ez az említett érdekérvényesítés olyan hatásos, hogy a felső szintű szakmai döntéshozóknál is érvényre juttatható. Olyan eset is előfordul, hogy a szóban forgó burkolattípussal készült kísérleti szakaszok valamilyen klimatikus, tervezési, építési és/vagy fenntartási-üzemeltetési ok miatt sikertelennek bizonyultak, ennek következtében ebben az országban teljes mértékben lemondanak a burkolattípus alkalmazásáról.

Hazánkban egy 1976-os főhatósági döntés olyan mértékig visszavetette a betonburkolat-építést, hogy 1999-ig az országos közúthálózaton még kísérleti szakasz sem épült [1, 2]. Azóta több mellék- és főúthálózati kísérleti szakasz készült, majd 2005-ben az M0-s autópálya egy 13 km-es hosszúságú, betonburkolatú szakaszát átadták a forgalomnak. Újabb merev pályaszerkezetű szakaszok építését is tervezik a közeljövőre. A hosszú kihagyás miatt még mindig tapasztalható a hazai szakemberek nem jelentéktelen csoportjában bizalmatlanság és/vagy információhiány a betonburkolatok alkalmazásával kapcsolatosan. A gazdasági kérdéseken és a pályajellemzőkre vonatkozó kétségeken kívül az egyik fontos vitás terület a különböző típusú (hézagolt vagy folytonosan vasalt) betonburkolatok reálisan várható élettartama. E cikk ez utóbbi tárgykörre összpontosít, széles európai körképet nyújt, hasznosítva a cikk szerzőinek részvételével működő ELLPAG-munkacsoport eredményeit [3].

2. Merev útpályaszerkezetek tervezésének és építésének európai gyakorlata

A következőkben az ELLPAG-bizottságban képviselt tagországok általánosan alkalmazott tervezési és kivitelezési eljárásait mutatjuk be.

¹ Okl. mérnök, okl. gazd. mérnök, az MTA doktora, kutató professzor Közlekedéstudományi Intézet Kht., egyetemi tanár Széchenyi István Egyetem; gasparl@freemail.hu

² Okl. építőmérnök, MBA, laboratóriumvezető főmérnök, H-TPA Innovációs és Minőségvizsgáló Kft.

2.1. A merev pályaszerkezetek típusai

Európában általánosan kétféle betonburkolatot alkalmaznak:

- vasalatlan hézagolt betonburkolat (URC = jointed unreinforced concrete slabs),
- folytonosan vasalt betonburkolat (CRCP = continuously reinforced concrete pavement).

Az URC burkolatokban nincs vasalás, a betonlemezek belső feszültségek és hőmérséklet-változások miatti mozgását a 4-6 mm-es méretű kereszt-hézagok veszik fel. Az URC burkolatok alacsony ára miatt ezt a típust alkalmazzák a legelterjedtebben: az ELLPAG-tagországok mindegyikében használnak vagy használtak URC burkolatokat. A hézagolt burkolatok másik fajtája a vasalt hézagolt betonburkolat (JRC = jointed reinforced concrete). Ennek előállításához valamivel több kerül a vasalás miatt, de kedvezőbb viselkedésű, és karbantartási költségei is alacsonyabbak, tekintve, hogy a hézagokat egymástól akár 25 m-es távolságra is el lehet helyezni. Ezt a burkolattípust leginkább az Egyesült Királyságban alkalmazzák. A JRC burkolatok általában nem repedeznek, és a keresztirányú hézagok is zártak maradnak a vasalás összetartó hatása miatt.

A hézagolt merev burkolatok legjelentősebb problémái a hézagoknál jelentkező hibák, amelyek lényegesen megnövelik a karbantartási költségeket. A kereszt-hézagokkal kapcsolatosan felmerülő problémák megoldására fejlesztették ki a CRCP burkolatokat. A CRCP folyamatos hosszanti vasalást tartalmaz, így nincsenek dilatációs hézagai. A betonban a hőmérsékletváltozás hatására fellépő feszültségeket a kialakuló keresztirányú repedések veszik fel, ezeket a repedéseket azonban a vasalás szorosan zártan tartja, hogy az ásványi szemcsék kötését megőrizze és a burkolat szerkezeti egységét fenntartsák. A CRCP különösen rossz talajviszonyok vagy olyan utak építése esetén hasznos, ahol a várható forgalmi terhelés jelentős lesz, és a forgalom karbantartás miatti megzavarását a minimálisra kell csökkenteni. Egy CRCP burkolat kivitelezési költségei jóval magasabbak, mint egy hézagolt betonburkolaté, habár a beton-lemezek kisebb vastagsága és a jobb hosszú távú viselkedés összességében akár alacsonyabb élettartam-költségeket is eredményezhet. A CRCP jelenleg a legnépszerűbb merev burkolat-típus Belgiumban, Franciaországban, Hollandiában és az Egyesült Királyságban. A folytonosan vasalt betonburkolat koncepcióját alkalmazzák ott is, ahol a folytonosan vasalt beton burkolatalapra (CRCR = continuously reinforced concrete roadbase) 10 cm-es vastagságú aszfalt kopóréteg kerül.

2.2. Tervezési koncepciók

Bármely burkolatot úgy kell megtervezni, hogy az előre meghatározott forgalmi terhelésnek biztonságosan,

a lehető legkevesebb karbantartással megfeleljen. A burkolat élettartamát leginkább meghatározó tényezők: a burkolaton megjelenő forgalom, az alap típusa, a beton vastagsága, szilárdsága és a vasalt burkolatokban a vasalás mennyisége.

A betonréteget úgy kell tervezni, hogy ossza el a felmerülő forgalmi terheket, nagy hatékonysággal csökkentse az alapra jutó feszültségeket; az alapréteget pedig úgy kell megtervezni, hogy az alatta lévő teherhordó földműre jutó forgalmi terheket viselje úgy, hogy a felette lévő rétegekben ne alakuljon ki károsodás. A vasalás nem a burkolat teherbírásában játszik szerepet, hanem a repedések helyének és szélességének a kialakulásában.

A merev burkolatok tervezése nagymértékben empirikus adatokon alapul, amelyeket a kísérleti utak megfigyelt jellemzőinek a viselkedéséből származtatnak, és ezeket általában laboratóriumi vizsgálatokból kapott adatokkal támasztják alá.

Az Egyesült Királyságban különböző alapokhoz és betonszilárdságokhoz kifejlesztettek egy vastagsági görbesereget különböző összesített forgalmi terhek esetére. Hollandiában olyan analitikus tervezési eszközt alkottak meg, amellyel a burkolat vastagságát a burkolatalap fáradásához, a beton szilárdságához és merevségéhez, a repedések szélességéhez és elhelyezkedéséhez, illetve a vasalás mennyiségéhez viszonyítva lehet meghatározni.

2.3. Tervezési paraméterek

2.3.1. Forgalom

A merev burkolatok tervezésével kapcsolatos forgalmi jellemzők a maximális tengelyterhelés, a méretezési egységterhelés, a méretezési élettartam és a maximális forgalmi terhelés. A maximális tengelyterhelés a különböző országokban 10,5 és 13 tonna között változik, a legnagyobb értékeket Belgiumban és Franciaországban alkalmazzák. 11,5 t feletti tengelyterheket Franciaországban, Belgiumban és Hollandiában használnak.

A tervezéskor alkalmazott egységterhelés 80 és 130 kN közötti, a legnagyobb érték Franciaországban van. Hollandiában más megközelítést alkalmaznak, azaz a tengelyterhek eloszlását (spektrumát) vizsgálják, ahol 50% a 60 kN-nál nagyobb, 10% a 100 kN-nál nagyobb, 0,1% pedig a 200 kN-nál nagyobb terhek aránya. Az országok nagy részében a betonburkolatokat 40 éves élettartamra méretezik.

A legtöbb ország az egységterhelések összegezett számára tervez, bár annak terhelése országonként változó. Belgiumban az éves napi forgalom elvét alkalmazzák. Ausztriában és az Egyesült Királyságban a millió egységterhelés-áthaladás (msa) tervezési kritériumát alkalmazzák, Ausztriában 80 msa-t, az

1. táblázat

A beton méretezési szilárdsága

Ország	A beton szilárdsága	
	vizsgálati kor (nap)	tervezési érték (MPa)
Belgium	90	C = 62,5
Csehország	28	F = 3,5 - 4,5, C = 25 - 32
Franciaország	28	T = 2,7
Németország	28	C 30/37
Hollandia	28	C 35/45
Lengyelország	28	F = 4 - 6
Svájc	28	C = 30, F = 5,5
Egyesült Kir.	28	F = 4,5 - 6

C = nyomószilárdság, F = hajlító-húzószilárdság, T = hasító húzószilárdság

Egyesült Királyságban pedig 400 msa-t tekintik maximális értéknek.

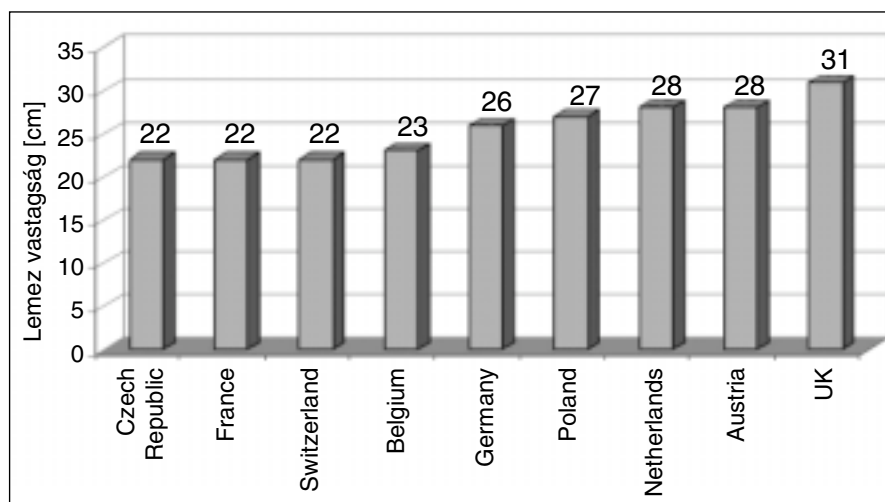
2.3.2. A beton szilárdsága

A betonok osztályozására nyomószilárdságuk, hajlító-húzószilárdságuk és hasító-húzószilárdságuk szolgál. Ahogy a beton szilárdsága nő, a beton merevsége, így teherelosztása is javul, illetve a nagyobb szilárdság az ismétlődő forgalmi terhelés alatt jobb fáradási tulajdonságokat ad. A beton méretezési értékét néhány európai országban az 1. táblázat foglalja össze. A méretezési nyomószilárdság a különböző országokban 25 és 62,5 MPa között változik, a hajlító-húzószilárdság 3,5 és 6 MPa közötti.

2.3.3. A beton vastagsági méretezése

Összehasonlították az egyes ELLPAG-országok minimális burkolatvastagsági előírásait vasalatlan hézagos betonburkolat esetében forgalmi terheléseire, vagy napi 5000 tehergépjármű áthaladási számra (1. ábra).

Ezek a URC vastagságok 22 és 31 cm közé esnek; a kisebb (22-23 cm-es) burkolat-vastagságok Csehország, Franciaország, Svájc és Belgium esetében jellemzők, Németország, Lengyelország, Hollandia, Ausztria és az Egyesült Királyság esetében 26 és 31 cm közötti értékek voltak jellemzők, Magyarorszá-



1. ábra: Hézagolt betonburkolatok legkisebb vastagsága egyes európai országokban, az ottani legnagyobb összegezett forgalom mellett

gon pedig 26 cm. Az Egyesült Királyságot nem tekintve, a 6 cm-es különbség, amely a többi ország között észlelhető, jelentéktelennek tekinthető, mivel nem vették figyelembe a betonszilárdságok, a teherhordó földmű típusok vagy az alap modulusok eltéréseit.

Ugyanazokat az URC esetében érvényes méretezési kritériumokat alkalmazzák a minimális CRCP-vastagság meghatározásához is. A CRCP-t alkalmazó négy ELLPAG-tagállamból származó eredmények azt mutatják, hogy a vastagságok Belgiumban és Franciaországban 20 cm körüliek, Hollandiában 25 cm-esek, az Egyesült Királyságban pedig 26 cm-esek. Franciaországban és az Egyesült Királyságban új terveket fejlesztettek ki a CRCP-re vonatkozóan. Ez utóbbi országban a kis forgalmi terhelésű, elhasználódott hajlékony pályaszerkezet esetében erősítőréteggént javasolják a 15 cm-es CRCP-t, Franciaországban a vastagságot 17 cm-re csökkentik, amennyiben a burkolatot 9 cm-es bitumenes kötőanyagú teherhordó alaprétegre helyezik.

2.3.4. Vasalás

A vasalás legfőbb feladata egy CRCP burkolatban az, hogy a hézagok kialakulását korlátozza, és szorosan zárva tartsa azokat, biztosítva a pályaszerkezet épségét. A vasalás miatt ugyan költségesebb az eredeti szerkezet, de a jobb hosszú távú viselkedés és a burkolat vastagságának csökkentése mégis költséghatékonyá teszi ezt a megoldást. Az ELLPAG-tagországok közül jelenleg Belgiumban, Franciaországban, Hollandiában, Spanyolországban és az Egyesült Királyságban a CRCP a legnépszerűbb merev burkolat.

A hosszanti irányú vasalás elhelyezése és mennyisége nagymértékben befolyásolja a keresztirányú hézagok szélességét és egymástól való távolságát, azaz a CRCP viselkedését. A hosszirányú vasalás mennyisége általában 0,6 és 0,7% közötti érték a burkolat kereszt-szelvényében, de Belgiumban 0,85%-ot alkalmaznak. A hosszirányú vasalás általában a betonlemez közepébe kerül, hogy minél kisebb legyen az acélbetétek korróziójának veszélye.

Keresztirányú vasalást 0,05-0,1%-os mennyiségben alkalmaznak, részben a hosszirányú vasalás elhelyezéséhez és rögzítéséhez, részben pedig a hosszirányú repedések kiküszöbölése érdekében. A keresztirányú vasak sokkal érzékenyebbek a korrózióra, mivel ezek sok esetben egybeesnek a keresztirányú repedésekkel. Belgiumban a hosszirányú vasakat a keresztirányúak mélységének a harmadában helyezik el, azokkal 60 °C-os szöget bezáróan. Így a hézagok alig nyílnak meg, és az elhelyezett vasbetétek hosszú idő után is csak kismértékben korrodálódnak.

2.3.5. Teherbíró földmű

A merev burkolatok előnye, hogy a forgalom okozta igénybevételeket az alsó alap vagy a javított földmű viszonylag nagy felületére osztja el. Ennek megfelelően a teherbíró földműre jutó igénybevételek kisebbek, így annak változása a pályaszerkezet teherbírására csekély hatással van. Ettől függetlenül rendkívül fon-

tos az egyenletes és megfelelően tartós alap, hogy a burkolat hosszú élettartamú legyen.

Ha a földmű nem eléggé szilárd, szükség van a teherbírás növelésére szemcsés javítóréteg beépítésével vagy a talaj helyi stabilizálásával. Ausztriában a tárcsás vizsgálattal kapott 35 MPa-s érték a minimális teherbírás modulus, Svájcban pedig 22,5 és 45 MPa közötti értékek a kötelezők. Két országban alkalmaznak javítórétegeket, Hollandiában a természetes talajt általában 500 mm vastagságú homokréteggel javítják, az Egyesült Királyságban pedig szemcsés réteggel növelik a teherbírást ott, ahol a CBR-érték kisebb 5%-nál.

2.3.6. Alapréteg

Az Egyesült Királyságban csak hidraulikusan kötött talajt lehet merev burkolatok alá alapréteggént alkalmazni, amely a repedéseken és a hézagokon beszivárgó felszíni víz eróziójának ellen tud állni. Franciaországban az alsó teherhordó réteg soványbeton vagy pedig cementtel stabilizált anyag. Habár gyakori eróziós problémákat okoz, a ma leggyakrabban elterjedt eljárás 9 cm-es vastagságú bitumenes anyag alkalmazása alapréteggént. Más országok, mint például Ausztria, Belgium és Hollandia, szintén 5-6 cm-es vastagságú közbelső bitumenes réteget alkalmaznak a beton és az alapréteg között.

Többféle alapréteget építenek Ausztriában, Belgiumban, Németországban, Lengyelországban és Svájcban. Belgiumban a 20 cm-es soványbetont csak a legnagyobb forgalommal terhelt burkolatok alá teszik kötelezővé, kevésbé nagy terhelésű burkolatok alá elegendő 20 cm-es kötőanyag nélküli teherhordó réteget tenni. Ausztriában, Németországban, Lengyelországban és Svájcban a kötőanyag és a kötőanyag nélküli alapréteget is elfogadják. Hollandiában 25 cm-es vastagságban, zúzott kőanyagot tartalmazó kötőanyag nélküli alapréteget készítenek.

2.3.7. Hézagok

Azok a tagországok, amelyek hézagolt merev burkolatokat építenek, keresztirányú zsugorodási dilatációs hézagokat vagy zsugorodási és tágulási dilatációs hézagok kombinációját alkalmazzák.

Csehország kivételével, ahol maximálisan 6 m-t írnak elő a hézagok között, a többi országban a maximális megengedett távolság 5 m. Tágulási dilatációs hézagokat kell kialakítani Ausztriában, Magyarországon, Lengyelországban és Svájcban, ezen belül Ausztriában és Magyarországon a tágulási dilatációs hézagokat csak a hídszerkezetek mellett lévő betonlemez végeinél kell alkalmazni.

Minden országban szabályozzák a hézagvasalás alkalmazását, néhány országban azonban ezek elhagyhatók. Hézagvasalást keresztirányú hézagoknál készítenek, hosszirányú hézagok esetén összekötő vasalást használnak. A hézagvasalás jellemző méretei: 20-25 mm-es átmérő és 500-600 mm hosszúság. A hosszú élettartamú merev burkolatok új tervezési módszerének kidolgozása során az európai országok-

ban alkalmazott hézagvasalásnak a méretek és az acél minősége tekintetében az EN 13877-3 számú Európai Szabványnak meg kell felelnie.

2.4. Tervezési gyakorlat

A nagy építési költség és a nagy gördülőzaj korlátozza elsősorban a merev burkolatok elterjedését. A korszerű tervezési eljárások szerint a csendes és hosszú élettartamú burkolatok zúzalékdús záróréteggel (Exposed Aggregates Surface – EAS), vagy csendes vékonyaszfalt felületi rendszerrel (Thin Asphalt Surfacing System – TSS) érhetők el. Az EAS technikával nem polírozódó ásványi anyagot alkalmaznak, amelyet a betonkeverékbe keverve önálló réteget készítenek, vagy amelyet – gazdaságosabb módon – kétrétegű szerkezetre lehet vékony réteggént felvinni. A kétrétegű szerkezet előnye, hogy az alsó betonréteghez másodlagos vagy újrahasznosított anyagokat is fel lehet használni, gazdaságos és fenntartható burkolatot eredményezve. A TSS alkalmazása nemcsak csendes és hosszú élettartamú felületet eredményez, hanem segít megakadályozni a reflexiós repedések kialakulását, amelyeket az alsó CRCP-réteg hőmérséklet-változás miatti elmozdulások okozhatnak, és így megvédi a betont és az alapot a víz és a téli sózás hatásaitól. Ennek megfelelően a TSS használatának előnye lehet a csendes felület, a kedvező csúszásellenállás és a fokozott tartósság, mivel ez a szerkezet jobban véd a fagyás-olvadás károsító hatásai és a vasalás korróziója ellen. Azaz a burkolatfelület minőségét közlekedési szempontból minden tekintetben növeli, meghosszabbítva a burkolat élettartamát is. A TSS ugyanakkor nem akadályozza meg a reflexiós repedések kialakulását, amelyeket a hézagok termikus mozgásai okoznak a hézagolt merev burkolatokban és a CRCP lezárásainál.

Közbenő aszfaltréteg alkalmazása a betonréteg és az alapréteg teteje között számos előnnyel jár, mivel megfelelő ágyazatot biztosít a betonréteg mozgásainak, és megvédi az alapot az eróziótól. Ez a technológia Ausztriában, Belgiumban és Hollandiában elterjedt. Más országok, mint például az Egyesült Királyság, csak kötőanyagú alapréteg használatát írják elő, amely tartós és nem erodáló ágyazatot ad [4].

3. Állapotfelmérés

A burkolatállapot értékelésének célja az adott burkolat szerkezeti jellemzőinek a meghatározása, az aktuális hibák, problémák felmérése és a károsodások okainak a meghatározása. Ezek alapján a következőkre nyílik lehetőség:

- annak ellenőrzése, hogy a burkolat hosszú élettartamú-e,
- annak eldöntése, hogy a meglévő szerkezet javítható-e hosszú élettartamú változatra,
- a leghatékonyabb fenntartási stratégia megtalálása.

3.1. A burkolat-állapotfelmérés módszerei

Az egyes vizsgált országok burkolat-állapotfelméleti módszere elsődlegesen a burkolatfelület időszakon-

kénti vizuális vizsgálatán, valamint megfigyelésén alapul. A megfigyelést gyakran kiegészítik olyan automatizált roncsolásmentes módszerek, mint a csúszásellenállás és a felületi egyenletesség mérése, a teherbírási statikus mérése, a dinamikus behajlás mérése rezgő teherrel vagy az ejtősúlyos behajlásmérés, valamint a modulusok visszaszámítása. Ezenfelül néhány országban (pl. Ausztria, Svájc és Hollandia) roncsolásos vizsgálatokat is szoktak végezni a szerkezet megismeréséhez, amelynek a burkolatmintákon laboratóriumban végzett merevségi és fáradási vizsgálat is részét képezi.

Az Egyesült Királyságban számos roncsolásmentes technológia alkalmazását készítik elő a burkolat állapotfelméréséhez forgalmi sebességgel: Falling Weight Deflectometer, Ground Penetrating Radar (burkolatvizsgáló radar), Portable Seismic Pavement Analyser (hordozható szeizmikus burkolatvizsgáló eszköz), Non-Destructive Crack Depth (roncsolásmentes repedés-mélység-vizsgáló).

3.2. A burkolat értékelése

Az Egyesült Királyságban a betonburkolatok állapotfelméréséhez olyan módszert dolgoztak ki, amellyel az útkezelő a megfelelő fenntartási stratégiákat előkészítheti. Ez az eljárás a nemzeti úthálózaton évenként elvégzendő rendszeres vizsgálattal kezdődik, amelybe beletartoznak a forgalmi sebességen végzett állapotfelmérések (TRACS = Traffic Speed Condition Surveys), a csúszásellenállás értékelése SCRIM-mel (SCRIM = Sideways Coefficient Routine Investigation Machine) és a vizuális állapotfelmérések (VCS = Visual Condition Surveys). Az állapot kezdeti értékelése határozza meg az utazáskényelmet és a burkolaton található repedések mennyiségét. Annak eldöntésére alkalmas, hogy van-e szükség a hálózat egy részének felújítására. Amennyiben a beavatkozásra szükség lehet, az adott burkolatszakas részletesebb vizsgálata érdekében számos mérést végeznek el. Az alkalmazott vizsgálatokat a kifizetett céloknak megfelelően kell kiválasztani, hogy bármilyen javasolt fenntartási munka szükségessége igazolható lehessen.

3.3. Rendszeres állapotfelmérés

Ideális esetben a nemzeti úthálózat rendszeres értékelésekor összegyűjtött minden adatot a forgalmi sebességgel haladó műszerek gyűjtenék be, hogy az úthasználóknak ne kelljen a forgalomzavarás kellemetlenségeivel számolniuk. Jelenleg azonban még szükség van manuális, vizuális vizsgálatra is a repedések mennyiségére vonatkozóan, mivel a nagy sebesség mellett végzett vizsgálatokkal a 2 mm-esnél keskenyebb repedéseket nem lehet megfigyelni. A rendszeres állapotfelmérés során összegyűjtött adatokat meg kell vizsgálni, hogy meg lehessen határozni: egy adott jellemző eléri-e a beavatkozási szintet, illetve a kapott adatokat össze kell hasonlítani az adatbázisban található adatokkal és a korábbi karbantartási jellemzőkkel, hogy a változás irányát meg lehessen határozni. Ezek a vizsgálatok lehetővé teszik annak eldöntését,

A merev burkolatok értékelési módszereinek jellemzői az egyes országokban

Értékelés	UK	BE	HU	NL	PL	AT	CH	CZ	GE	FR	GR
A módszer típusa											
Speciális módszer merev burkolatokhoz	X			X							
Speciális módszer hosszú élettartamú burkolatokra											
Általános módszer	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
Nincs módszer											X
Az adatgyűjtés módszerei											
Vizuális vizsgálat	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Repedezettség	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Egyenetlenség / lépcsőhibák	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Hézagok meghibásodása	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Hézagok feltöltődése	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
Csúszásellenállás	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Kipergés/felületi leválások/felületi károsodások	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Betontáblák függőleges elmozdulása	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
FWD	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
betonlemezeken közepén	X		X		X	X	X	X	X	X	
hézagok/repedések felett	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
Egyéb	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
Burkolatvizsgáló radar	X	X									
BRRC hibafeltevő		X		X							
Hordozható szeizmikus burkolatvizsgáló	X										
Roncsolásmentes repedésmélység-mérő	X										
Fúrt magminta vétele	X		X		X	X					

hogy a hálózat egyes részein kell-e részletesebb vizsgálatokat végezni. A 2. táblázat mutatja a tagországok merev burkolatok értékelésére vonatkozó módszereit.

4. Szintjavítás

A szintjavítás célja a pályaszerkezetek olyan mértékű megerősítése, hogy az hosszú élettartamúvá váljon. A legfőbb cél tehát a leggazdaságosabb technológia kiválasztása a burkolat élettartamának a növeléséhez. A leggazdaságosabb technológiát gyakran a teljes élettartam-költség elemzésével választják ki. Jelenleg még kevés információ áll rendelkezésre a fenntartás és a szintjavítás közötti döntést segítő eljárásokról. A teljes élettartam költségek gazdasági vizsgálata erre a célra megvalósíthatónak tűnik, amennyiben a romlási folyamatok sebességére, valamint a fenntartási megoldások átlagos élettartamára jó becslések adhatók meg. Egy Hollandiában végzett ilyen vizsgálat rávilágított arra, hogy a gyakori karbantartás – melynek célja, hogy a kisebb hibák ne alakuljanak nagyobb károsodássá – egyes esetekben sokkal költséghatékonyabb, mint a burkolat szintjavítása. Ez az eredmény ellentétben van az útfenntartóknak azzal a céljával, hogy minimálisra csökkentsék a forgalom beavatkozások miatti korlátozását. A forgalom folyamatos növekedése miatt ez a tényező a döntési folyamatban egyre fonto-

sabbá válik. Hollandiában tapasztalati alapú kritérium van a hosszanti repedésekkel rendelkező hézagolt burkolatokra: a feljavítást kell előnyben részesíteni, amennyiben a betonlemezeken 30-50%-án jelennek meg elágazó repedések.

4.1. Szintjavítási technológiák

Jelenleg nincs speciális eljárás a már létező merev burkolatok hosszú élettartamú szintjavítására. A merev burkolatok szintjavításának a tagországok által megadott jellemzőit a 3. táblázat összegzi. A legtöbb ország célja a meglévő pályaszerkezet megerősítése adott méretezési élettartamra. Csak Hollandiában végzik úgy a hosszú élettartamra a szintjavítást, hogy speciális anyagból készült réteget tesznek a burkolatra, amely késlelteti a meglévő repedések vagy hézagok feletti reflexiók repedések kialakulását.

Valamely merev burkolat szintjavítása végezhető a meglévő pályaszerkezet kicserélésével, illetve aszfalt vagy beton anyagú réteg ráhelyezésével. A meglévő burkolat és az új réteg közé kerülhet (de nem feltétlenül kerül) elválasztó réteg. A legtöbb esetben az aszfaltréteg építése az ajánlatos, a másik változatnál alacsonyabb építési költségei miatt. Továbbá az aszfaltréteg rövidebb idő alatt elkészül, így csökkenti az úthasználói költségeket az építés alatt. Ugyanakkor a

Felújítási módszerek és azok korlátai

Szintjavítási eljárás	Az eljárás alkalmazására vonatkozó megszorítások
Burkolathoz kötött beton javítóréteg (vékony felületi réteggel vagy anélkül)	A betonnak elfogadható állapotban kell lennie. Űrszelvény és önsúly korlátok
A burkolathoz nem kötött beton javítóréteg (vékony felületi réteggel vagy anélkül)	Űrszelvény és önsúly korlátok. Lehet, hogy előtte a betonfelületet javítani kell
Teljes mélységű felújítás – hajlékony – félig merev – merev	Mélyebb javításra lehet szükség Mélyebb javításra lehet szükség A CRCP-re vékony kopóréteg építésére lehet szükség
„Repezítés és leültetés” (C&S) technológia új réteggel (csak hézagolt és vasalatlan burkolat esetén)	Legalább 150 mm-es aszfalt javítórétegre van szükség, hogy ne alakuljanak ki a vasalatlan betonburkolatokban reflexiós repedések. A javítóréteg vastagsága a károsodás mértékétől függ. Csak akkor tanácsos alkalmazni, amikor a hézagfűrészelés és a hézagkiöntés már nem hatásos. A beton burkolatfelületet nem kell javítani a javítóréteg felvitele előtt. Űrszelvény és önsúly korlátok léteznek, de ezektől el lehet tekinteni, amennyiben a C&S után legfeljebb 75 mm-nyi betont építenek be
Hézagfűrészelés, „repezítés és leültetés” javítóréteggel (csak hézagolt vasalt burkolat esetén)	Az általában 150-180 mm-es réteget az Űrszelvény és az önsúly korlátok befolyásolhatják. A szabad magasság csökkentése nem ajánlott, a rövid idejű építést korlátozások alatt is el lehet végezni
Hézagfűrészelés és hézagkiöntés új aszfalt anyagú réteggel (50–180 mm)	Vasalt és vasalatlan betonburkolatokhoz. 50 mm-nél nagyobb vastagságú rétegek esetén megfelelő. A rossz állapotú hézagokat és repedezett betontáblákat ki kell cserélni. Űrszelvény és önsúly korlátok
Vékony rétegek (<50 mm), hézagkiöntéssel	Vékony rétegek esetében (<50 mm) vagy hézagolt betonhoz. Megegyezik az előzővel azzal a kivétellel, hogy a hézagokat egyenesen az alul elhelyezkedő hézagig fűrészelik, és nem alakítják. A hézagoknak keskenynek kell lenniük (<30 mm). A burkolatnak viszonylag jó állapotban kell lennie, szükség esetén javítani kell.
A helyszíni felújítás alapként való alkalmazása az új burkolatréteg előtt (hajlékony, félig merev vagy merev)	Nagyon erősen károsodott burkolatok esetében, ahol a C&S már nem alkalmazható. A technológiának határt szabhatnak az Űrszelvény és az önsúly korlátok.
A beton vagy a javított beton burkolatréteg újrahasznosítása, és alapréteggént vagy új burkolat ásványi anyagaként való újrafelhasználása	Nagyon erősen károsodott burkolatok esetében, ahol a C&S már nem alkalmazható. Új burkolat készítése szükséges.

reflexiós repedések csökkentik az élettartamot, így lehet, hogy hosszú távon nem ez a leggazdaságosabb megoldás.

Az utóbbi időben a hézagolt betonburkolatokra vonatkozóan számos innovatív felújítási eljárást dolgoztak ki. Az ajánlott eljárások a következők:

- a meglévő burkolathoz kötött beton javítóréteg,
- a hozzá nem kötött beton javítóréteg,
- aszfalt javítóréteg,
- felújítás a pályaszerkezet teljes mélységében
 - hajlékony kompozit vagy
 - hajlékony vagy CRCP, illetve CRCP pályaszerkezet alkalmazásával,
- „Crack and Seat” (C&S) „repezítés és leültetés” technológia új réteggel, vasalatlan hézagolt burkolatoknál,
- hézagfűrészelés, „repezítés és leültetés” technológia új réteggel kombinálva a vasalt hézagos burkolatoknál,
- hézagfűrészelés és hézagkiöntés az aszfalt anyagú rétegben (50-180 mm),
- hézagkiöntés, az előző változata vékony rétegek-nél (<50 mm),
- zúzalékterítés mint alap, és új pályaszerkezet beépítése (merev, félig merev vagy hajlékony),

- a beton vagy a javított beton burkolatréteg újrahasznosítása, alapréteggént vagy új burkolat ásványi anyagaként való újrafelhasználása.

4.2. Az optimális megoldás kiválasztása

A 3. táblázat bemutatja azokat a technológiai szempontokat, amelyeket a lehetséges szintjavítási módszer kiválasztásakor figyelembe kell venni.

A 4. táblázatban az egyes nemzeti jelentésekben leírt merev burkolatokra vonatkozó feljavítási módszereket foglaljuk össze.

5. Fenntartás

5.1. A meghibásodások okai

A merev pályaszerkezetek hibáinak leggyakoribb okai:

- burkolatalap-problémák
- hézagproblémák
- betontábla-problémák.

Ezek nem függetlenek egymástól, kölcsönösen kapcsolatban vannak egymással és hatnak egymásra, felületi hibát vagy szerkezeti leromlást okoznak. A hibák többsége szemmel látható a burkolat felületén, bár néhány csak a szerkezetben jelenik meg (ilyen, például a rétegek közötti kötés hiánya, a vízbehatolás, a

Szintjavítási módszerek jellemzői merev burkolatok esetében, egyes európai országokban

Fejlesztés	UK	BE	HU	NL	PL	AT	CH	CZ	GE	FR	GR
Megközelítés											
Szintjavítás a hosszú élettartam érdekében											
Szerkezeti megerősítés	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
Reflexiós repedések késleltetése	X			X					X	X	
Tervezési módszer											
Nincs tervezési módszer (empirikus)				X					X		X
Mechanikai alapú (félig empirikus)	X	X	X		X	X	X	X		X	
Végelem módszer				X							
Az eredeti burkolat kezelése az új réteg beépítése előtt											
Kicserélés	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Semmilyen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
„Repszítés és leültetés”	X		X	X	X	X		X	X	X	
Hézagfűrészelés	X									X	
A reflexiós repedések csökkentésére irányuló módszerek											
Vékony aszfaltréteg	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
SAMI	X			X			X	X		X	
Köztes aszfaltréteg		X		X	X	X		X		X	
Geotextíliák									X		
Acélrácsok				X							
Betonréteg	X						X		X	X	
Hézagfűrészelés és új réteg a hézagok felett	X						X			X	

vastagsági rendellenességek, amelyeket általában roncsolásmentes vizsgálatokkal lehet megállapítani).

5.2. A fenntartási tevékenység

A fenntartási tevékenység általában útállapot függő. Állapot-jelzőszámok alkalmazása esetén ezekhez megfelelő küszöbértékek jelölhetők ki. A magasabb szintű beavatkozások átvehetik az alacsonyabb szintűek funkcióját, amennyiben a költség-haszon elemzés alapján ez kedvezőbb gazdasági megoldást jelent. A károsodási folyamatok milyensége alapján inkább azokat a beavatkozásokat végzik el rendszeres gyakorisággal, amelyek a burkolat funkcionális (felszíni) tulajdonságait javítják. Csak akkor van szükség teljes szerkezeti rehabilitációra, ha a kívánt szolgáltatási szint nem tartható fenn vagy pedig nem érhető el elfogadható időn belül; ilyen esetekben a meglévő szerkezet megerősítése a fő cél. Ekkor általában úgy ítélik, hogy a meglévő szerkezet elérte élettartamának a végét, és a gyakori karbantartási munkálatok már túl költségesek lennének. A jellemző karbantartási munkálatokat aszerint lehet osztályozni, hogy a pálya vagy a szerkezeti rétegek javítását célozzák-e, valamint hogy lokális vagy a teljes felületre vonatkozó munkálatokról van-e szó. Ez természetesen nagymértékben függ a kijavítandó hiba típusától.

5.3. A nem szerkezeti jellegű fenntartás

A nem szerkezeti fenntartás célja általában az, hogy biztonsági és környezeti problémák ne merüljenek fel, valamint ériék el, hogy a kisebb problémák ne vezessenek később nagyobb, a pályaszerkezet épségét veszélyeztető károsodások kialakulásához. Az ilyen esetek három csoportba sorolhatók:

- I. A csúszásellenállással és a zajjal kapcsolatos követelmények
Ezek kielégítéséhez szükséges lehet:
 - a beton felületének lemarása,
 - vékony aszfaltréteg elterítése a betonburkolatra.
- II. Az anyagvesztés megakadályozása, és védelem a víz behatolása ellen
Ez a következőképpen érhető el:
 - a hézagkiöntések rendszeres átvizsgálása, javítása,
 - a repedések kijavítása,
 - a hézagok éleinek felújítása betonnal vagy műanyaggal,
 - a hibás betonfelület javítása betonnal vagy műanyaggal,
 - a repedések összezárása, különös tekintettel a hosszirányú repedésekre,
 - a haladó sáv anyagkipergéses hibáinak javítása egy- vagy kétrétegű drén-aszfalttal.

A burkolatalappal kapcsolatos szerkezeti problémák megoldási lehetőségei

Probléma	Eljárás
Konzolidáció	A betonlemez alatti injektálás (MT) vagy a betontábla kicserélése és az alap javítása (LT)
Nedvesség	A felszíni és a burkolat alatti vízvezetés javítása (LT), Hézagok kiöntése és minden egyéb felmerülő probléma kezelése (MT)
A talaj mozgása	A felszíni és a burkolat alatti vízvezetés javítása (LT). A meghibásodott felület helyreállítása, a betonlemez alatti injektálás vagy a betontábla kicserélése és az alap javítása (MT)

III. A hosszirányú felületi egyenetlenségek kijavítása

A következőképpen hajtható végre:

- a hibás betontábla vagy táblaszél-lépcső kijavítása a hézagok lemarásával, vagy a betontábla aláinjektálása speciális gyantával vagy cementhabarccsal,
- javítások vékony réteggel a sekély felületi leválásoknál és a hézagoknál,
- aszfalt vagy beton anyagú új réteg készítése.

5.4. Szerkezeti fenntartás

A fenntartás jelentheti a meglévő burkolat kijavítását, megerősítését vagy új burkolatra történő cseréjét. Itt most csak a burkolat javításával foglalkozunk, nem vesszük számba a megerősítés vagy a pályaszerkezet-csere lehetőségeit. A hézagolt burkolatokon végzett javítások – az eltérő hibatípusok miatt – gyakran különböznek a CRCP-n végzett javításoktól. A CRCP-ben fellépő legtöbb probléma azért alakul ki, mert a felületi hiányosságok miatt a burkolat egyes részei la-

zává válnak, és a forgalom ezeket a részeket a burkolatról eltávolítja. Ilyen problémák akkor fordulnak elő, amikor a keresztirányú repedések túl közel vannak egymáshoz, vagy amikor a kétfelé ágazó repedések fordulnak elő nagyobb számban.

Az Egyesült Királyság „Betonburkolat karbantartási kézikönyvének” javaslatai szerint néhány eljárás csupán középtávú (MT) megoldást nyújt (várhatóan 5-7 évre, más eljárások azonban hosszú távú (LT), 7 évesnél hosszabb időre jelentenek megoldást. Az Egyesült Királyságban létezik olyan előírás, amely szerint minden betonburkolat felületét vékony kopóréteggel (TWCS = Thin Wearing Course System) kell ellátni, és ezt a fenntartáskor figyelembe kell venni. Ha a pályaszerkezet szerkezeti jellegű felújítása nem gazdaságos, akkor a helyreállítás vagy a megerősítés az alkalmazandó eljárás.

Az 5., a 6. és a 7. táblázat a burkolatalappal, a hézagokkal és a betontáblákkal kapcsolatos szerkezeti problémákra vonatkozó javítási eljárásokat mutatja be. A javasolt megoldás függhet a károsodás okától.

6. táblázat

A hézagokkal kapcsolatos szerkezeti problémák megoldási lehetőségei

Probléma	Eljárás
A kiöntés hibája	Tisztítás és a hézagok újrakiöntése (MT). A teljes mélységű hézagok javítása, a szükséges mértékű mozgás lehetővé tétele (LT). A teherbíró földmű helyreállítása (MT)
Élek leválása (kis mélységben)	Vékony ragasztásos javítás (LT). A törmelék eltávolítása és hézagkiöntés (MT). A hézagok bővítése (max. 40 mm) (MT). Hézagok javítása részleges vagy teljes mélységben (MT, LT)
Élek leválása (nagyobb mélységben)	Az eltömődés eltávolítása, a károsodások kijavítása, hézagkiöntés (MT). Hézagok javítása teljes mélységben, az alap problémáinak javítása (LT). Hézagok teljes mélységű javítása (LT) vagy a betontábla acélbetéteinek összeillesztése (MT)
Repedés a hézagok mentén (hézagokkal párhuzamos)	A hézagkiöntés eltávolítása és újraöntése (MT). Hézagok teljes mélységű javítása (LT) vagy a betontábla acélbetonjának összeillesztése (MT). A betontáblák alátámasztásának helyreállítása, a betontáblák aláinjektálása vagy a lemez megemlése (MT) az alátámasztás-csökkenés okának javítása után (LT).
Repedés a hézagok mentén (hézagokra merőlegesen)	A betontábla teljes mélységű javítása vagy hézagjavítás (LT)
Dinamikus mozgás	A betontáblák alátámasztásának helyreállítása, betontáblák alatti injektálás vagy a lemez megemlése (MT) az alátámasztás-csökkenés okának javítása után (LT). Hézagok teljes mélységű javítása (LT) vagy a betontábla acélbetéteinek összeillesztése (MT)
Táblalépcső	A lépcső eltávolítása vagy a betontábla cseréje (LT). Hézagok teljes mélységű javítása (LT) vagy a betontábla-vasalások összeillesztése (MT). A betontáblák alátámasztásának helyreállítása, betontáblák alatti injektálás vagy a lemez megemlése (MT) az alátámasztás-csökkenés okának javítása után (LT)
A teherátadás romlása	Hézagok teljes mélységű javítása (LT) vagy a betontábla acélbetéteinek összeillesztése (MT). A betontáblák alátámasztásának helyreállítása, betontáblák aláinjektálása vagy a lemez megemlése (MT) az alátámasztás-csökkenés okának javítása után (LT).
Bezáródott hézagok	Hézagok teljes mélységű javítása (LT) vagy a betontábla vasalások összeillesztése (MT).

A betontáblák szerkezeti problémáinak megoldási lehetőségei

Probléma	Eljárás
Keresztirányú repedések	Lásd a lenti általános szabályokat. Teljes mélységű javítás hézag elhelyezésével (LT). Teljes mélységű javítás a repedésnél (LT), vagy a záródott hézagok otthagynása, és a repedés hézaggá való átalakítása teljes mélységű javítással (LT). Teljes mélységű felújítás (LT). Rehabilitáció, erősítés
Hosszirányú repedések	Lásd a lenti általános szabályokat. A hőtágulás kezelése. Az alátámasztás kezelése. Rehabilitáció, erősítés
Átlós repedések	Lásd a lenti általános szabályokat. Az alap problémájának kezelése
Sarokrepedések	Keresztirányú teljes mélységben történő javítás (LT) vagy a sarok javítása (MT)
A betontábla „imbolygása”	Az üregek teljes mélységű javítása (LT) vagy a betontábla alatti injektálás (MT)
Süllyedések	A betontábla aláinjektálása vagy táblaemelés (MT). A betontábla újrakészítése vagy új réteg beépítése (LT)
Repedések a vízelvezető csatornanyílások körül	A környező burkolat cseréje (MT) vagy a csatornanyílás áthelyezése és a betonlemez cseréje (LT)
Tömörítési hibák	Új vasalt hézagok készítése, a károsodott lemezek cseréje (LT)
Az ideiglenes javításokkal kapcsolatos hibák	Minden mozgó (laza) anyag eltávolítása, ha a lemez kevesebb mint fele ép, a lemez cseréje (LT)
Felületi hiányosságok*	Teljes mélységű javítás (LT)

* általában csak a CRCP-nél jellemző

LT = hosszú távú javítás

MT = középtávú javítás

A repedések kijavításának alapvető szabályai:

- Vasalatlan betontáblák esetében várhatóan nem keletkeznek repedések, így bármely keletkező repedést nagy gonddal meg kell vizsgálni. A közepes szélességű repedések (0,5 – 1,5 mm) teljes mélységben való javítására vagy a betontábla cseréjére van szükség, ha ezek a repedések keresztirányúak. Hosszanti repedések esetén a repedéseket ki is lehet tölteni. Az eljárások bármelyike hosszú távú javításnak számít. A széles repedések esetében (>1,5 mm) teljes mélységű javításra vagy a betontábla cseréjére van szükség
- Vasalt betontáblák esetén a közepes repedések kijavításához tisztításra és kiöntésre van szükség (MT), széles repedéseknél pedig teljes mélységű javítás vagy a betontábla cseréje szükséges (LT)

6. Összefoglaló megjegyzések

A betonburkolatok tervezési, építési, felújítási és fenntartási gyakorlatával kapcsolatos rövid európai körkép hozzásegítheti a merev útpályaszerkezetek hazai „visszahonosításán” fáradozó szakembereket az ennek során felmerülő egyes gondok megoldásához. Nyilvánvalónak mondható, hogy Európa számos országában a nagy forgalmú utak építésekor és felújításakor a betonburkolatok alkalmazása – akár vékony aszfalt kopóréteggel együtt – reálisan számba vett (esetenként akár előtérbe helyezett) változat.

Irodalom

- [1] Liptay A.: Beton pályaburkolatok új hazai műszaki előírásai; Közúti és Mélyépítési Szemle, 2000/5.
- [2] Boromisza T.: Betonburkolatok hazai méretezési előírása; Közúti és Mélyépítési Szemle, 1999/11.
- [3] Gáspár L., Károly R.: A hosszú élettartamú útburkolatokkal foglalkozó ELLPAG-bizottság tevékenysége; Közúti és Mélyépítési Szemle, 2005/9.
- [4] Making Best Use of Long-Life Pavements in Europe. Phase 3: A Guide to the Use of Long-Life Rigid Pavements (Draft Report), 2006.

Summary

László Gáspár – Róbert Károly: Long-life cement concrete pavements

The actual European practice of the design, construction, monitoring, upgrading and maintenance of long-life cement concrete pavements is briefly introduced. The information provided can be useful for the Hungarian experts dealing with the „resurrection” of rigid pavement construction after 25 years of break.

A töltések alatti talajok konszolidációja

Dr. Lőrincz János¹

1. A konszolidáció

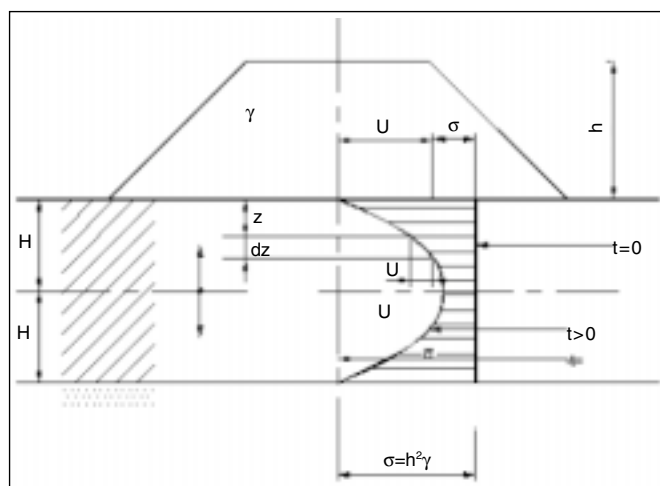
Régi építőmérnöki probléma közlekedési pályákat hordozó, illetve egyéb célú feltöltések puha, összenyomható, telített, ugyanakkor kis vízáteresztő képességű talajokra – agyagokra, iszapokra – építése. Az altalaj a megterhelés során labilis állapotba kerül. A ráhelyezett teher mértékétől – és saját paramétereitől – függő alakváltozást kell szenvednie ahhoz, hogy ismét létrejöjjön a stabil egyensúlyi állapot. Általában az okozza a gyakorlati nehézséget, hogy az elkerülhetetlen, de jelentős alakváltozások nagyon hosszú ideig, gyakran évekig tarthatnak. Az építés során, annak ütemétől függően előfordulhatnak átmeneti stabilitási gondok is.

A probléma alapvető oka az, hogy a víz összenyomhatatlan, tehát az alakváltozás létrejöttéhez a víznek távoznia kell a talajból. Ugyanakkor a vizet kibocsátani kényszerített talaj vízáteresztő-képessége rendkívül alacsony.

A talaj pórusaiban lévő vízben a terhelés hatására nő a nyomás, a semleges feszültség. A terhelés megkezdésének a pillanatában a talajvízben keletkező nyomás intenzitása megegyezik a terhelés okozta feszültséggel, azaz az összes elhelyezett terhet a talajvíz viseli.

A víz távozása – a dréneződés – azonnal megindul a vizet befogadni képes, nagyobb áteresztő képességű határos rétegek irányába. A szivárgás az összenyomódó talajréteg egyes pontjai, síkjai közötti nyomáskülönbség hatására a magasabb nyomású helyek felől az alacsonyabb nyomásúak felé kezdődik.

A drénezési folyamat néhány körülményét az 1. ábra mutatja (forrás: Kabai [3]). Látható, hogy ha a dréneződés egyéb beavatkozás nélkül zajlik, akkor a két irányba – föl és le, nyílt réteg – dréneződő talajréteg



1. ábra: A konszolidáció jellemzői

közepén marad legtávolab a ráhelyezett talaj terheléséből keletkező többlet semleges feszültség.

Ez a többlet semleges feszültség csökkenti a talaj nyírószilárdságát, a talaj könnyen törési állapotba juthat. A töltés a legnagyobb semleges feszültség síkja mentén szétcsúszhat, vagy a puha talaj a töltés alól két irányban kisajtolódhat. A konszolidáció addig tart, amíg ez a többlet pórusvíznyomás teljesen meg nem szűnik.

2. A konszolidáció fizikája röviden

Az egydimenziós konszolidáció folyamatát a

$$c_v \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = \frac{\partial U}{\partial t} \quad (1)$$

differenciálegyenlet írja le. Az egyenletben az egyes szimbólumok jelentése:

- c_v : a függőleges irányban értelmezett konszolidációs együttható, m^2/sec
- U : a pórusvízben ébredő semleges feszültség többlet, kPa
- z : mélység, m (1. ábra)
- t : a teher ráhelyezése óta eltelt idő

A konszolidációs tényező segítségével értelmezhető a T dimenzió nélküli időtényező a következő képlet szerint:

$$T = \frac{c_v t}{H^2} = \frac{k E_s}{\rho_v} \frac{t}{H^2} \quad (2)$$

A képletben:

- H : a legnagyobb szivárgási úthossz a nyílt felületig vagy pontig, m
- E_s : a konszolidálódó talaj összenyomódási tényezője, kN/m^2
- ρ_v : a víz térfogatsúlya, kN/m^3

A víz távozásához szükséges idő annak a távolságnak a négyzetével arányos, amit a vízrészecskének meg kell tennie a legközelebbi szabad felületig, vagy nagyobb áteresztőképességű talajrétegig vagy drénig. Ha egy adott talaj h_1 vastagságú rétegének konszolidációjához t_1 idő szükséges, akkor ugyanannak a talajnak a h_2 vastagságú rétege ugyanolyan mértékű konszolidációjához

$$t_2 = t_1 \frac{h_2^2}{h_1^2} \quad (3)$$

idő szükséges.

A T időtényező a megkívánt konszolidációs fok ($\kappa\% = \frac{\Delta h_t}{\Delta h_\infty} 100$) és a kerületi feltételek (nyílt, különböző mértékben zárt réteg) függvénye. Értékei egyszer s mindenkorra meghatározhatók, táblázatokból, ábrákból kiolvashatók. Így a munkánk ütemezése szempontjából legfontosabb információ, az összenyomódás megkívánt mértékéhez szükséges idő könnyen

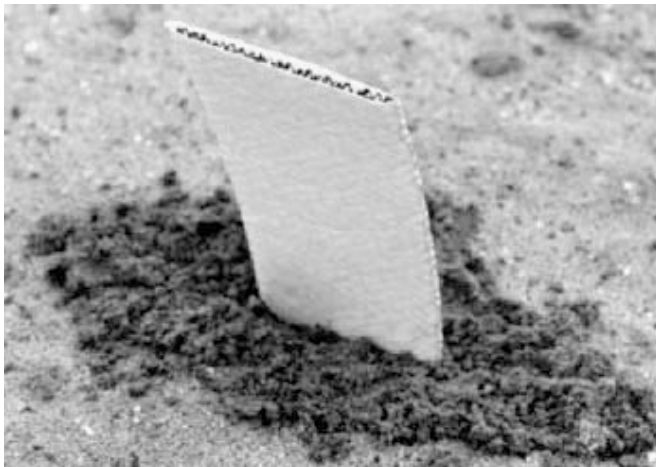
¹ Címzetes egyetemi docens, általános igazgató, ügyvezető, Gradex Kft.; lorincz@gradex.hu

kiszámolható. Ezek a képletek természetesen csak az egydimenziós, elsődleges konszolidációra vonatkoznak.

3. A konszolidáció gyorsításának eszközei

Régebben a probléma megoldására kavics-, illetve homokcölöpöket építettek a drénezendő talajba. Ezekkel a szerkezetekkel kapcsolatban az elsődleges probléma az, hogy a puha talajban – az oldalmegtámasztás csekély volta miatt – nem őrzik meg alakjukat, szétfolynak, már az építés során összekeveredhetnek a puha talajjal. Ugyanez történik a mélytömörítéssel talajba juttatott szemcsés anyagokkal is. Ha sikerül megépíteni őket úgy, hogy pórusaik a víz számára könnyen járhatók maradnak, akkor nagymértékben segítik a konszolidáció lejátszódását növelik, az altalaj teherbírását és összenyomódási tényezőjét. Tagadhatatlan hátrányuk azonban magas árak és kis termelékenységük.

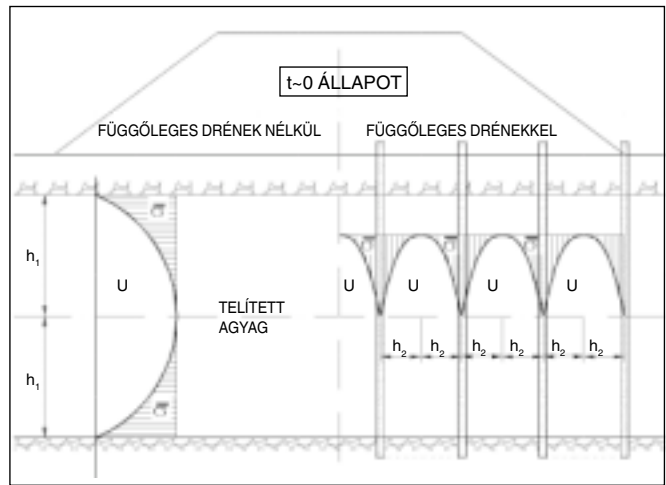
Komoly előrelépést hozott a talajba függőlegesen lejtatható drénszalagok megjelenése. Ezek kezdetben erősebb vízáteresztő papírral körbefogott, mintegy 10 cm szélességű műanyag szivárgótestek voltak. Mára a papírt leváltotta a nem szőtt geotextília szűrőréteg, de egyébként a technológia és a cél nem változott. Sok gyártó kínál szalagdréneket, egyik típus metszete látható a 2. ábrán.



2. ábra: Szalagdrén metszete

Ezeket a szalagokat lehorgonyzó „papucsokhoz” csatolva, megfelelő szerszámmal a talajba sajtoljuk. A szerszámot visszahúzzuk, a drénszalagot pedig a horgony a talajban tartja. A maximális lejtathatási mélység a magyarországi gyakorlatban 20 m körül van, ami általában elegendő is. Külföldi példa ismeretes 60 m mélységű drén lejtathatásról.

A terhelés megjelenése előtt a drénszalagok vagy a kavicscölöpök belsejében a talajvíz nyomása megegyezik a környezetben lévő hidrosztatikai nyomással. A terhelés a drénező szerkezet belsejében is növeli a víznyomást, azonban a nagy átteresztőképesség miatt pillanatok alatt visszaáll a korábbi hidrosztatikai nyomásra. Ugyanakkor a kis átteresztőképességű talajban nagy – a terhelés intenzitásával azonos mértékű – pórusvíznyomás ébred. A pórusvíznyomás és a dréneken, illetve a drénezendő réteg határfelületén lévő hidrosztatikai nyomás különbsége (potenciál-



3. ábra: A konszolidáció jellemzői drénekekkel és nélkülük

különbség) hatására indul meg a szivárgás a magasabb potenciálú hely felől az alacsonyabb felé. A szivárgás (összenyomódás) tart egészen addig, amíg a nyomáskülönbség meg nem szűnik, azaz a terhelés hatására keletkezett *többlet* semleges feszültség el nem tűnik.

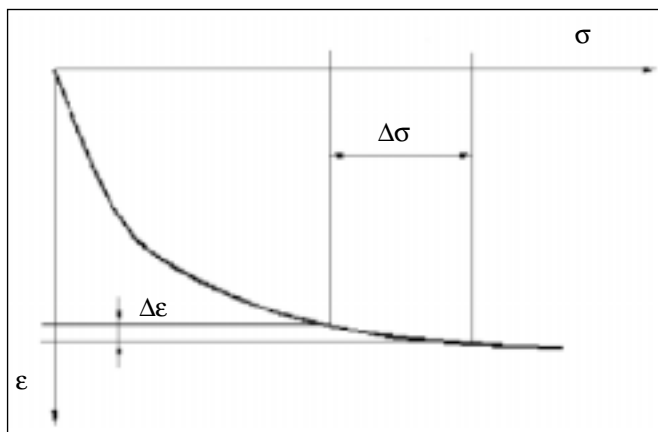
A 3. ábra bal oldalán a hagyományos konszolidációt jellemző feszültségviszonyok láthatók. Ekkor a konszolidációs folyamat kezdetén a réteg közepvonalaiban nincs hatékony feszültség, a nyírószilárdságot egyedül a C_u dréneztelen kohézió adja.

Az ábra másik oldala a függőleges drének nyírószilárdságra gyakorolt kedvező hatását mutatja: a kritikus síkon, a réteg közepén is jelentős hatékony feszültség ébred a függőleges drénekek köszönhetően, már a terhelés megjelenését követően azonnal.

4. Túltöltés és vákuum alkalmazása

Akármeekkora terhelés jut a kis átteresztőképességű talajra, összenyomódása ugyanakkora időt vesz igénybe. A nagyobb terhelésnél nagyobb összenyomódás, kisebb terhelésnél kisebb összenyomódás lép fel, de az összenyomódás lejátszódásához mindkét esetben ugyanannyi idő kell. Ha magasabb töltést építünk, mint a tervek szerint szükséges, akkor egy adott időtartamhoz nagyobb alakváltozás fog tartozni, mint kisebb terhelés esetében. A túltöltés eltávolítása után aztán az addig lezajlott alakváltozás akár meg is haladhatja a terv szerinti töltésmagassághoz tartozó teljes összenyomódás mértékét, tehát további süllyedés esetleg nem is történik. A túltöltés ráhordása kombinálható a függőleges drénekekkel is. Ugyanígy, a drénszalagok fölött kialakítható egy zárt tér, amelyben vákuum hozható létre. Ez a szívás csökkenti a nyomást a drén-csővekben, ami növeli a szivárgást okozó potenciálkülönbséget, azaz a víz távozásának a sebességét.

Mind a túltöltés, mind a vákuum alkalmazása jelentős többletköltséggel járhat. A terv szerinti töltésmagasság megnövelése csak kismértékben segíti a konszolidáció gyorsítását a 4. ábrán látható egyszerű ok miatt. A tervezett magasságú töltés terhe alatt a talaj kompressziója már olyan állapotba jut, hogy a terhelés akár jelentős további növelése is csak csekély alakváltozás-többletet eredményez.



4. ábra: Feszültség – alakváltozás összefüggés

5. A függőleges drének kiosztása

A függőleges drének csak abban az esetben jelentenek segítséget, ha a távolságuk egymástól kisebb, mint a konszolidálódó réteg vastagsága. A drénkiosztás számítása az úgynevezett Barron módszerrel történhet (Barron [1]), [2]). A képlet maga a következő:

$$c_h = \frac{D^2}{8t} \left[\ln \frac{D}{d} - 0,75 + 2\pi 1,61 \frac{k}{q_w} \right] \ln \frac{1}{1-\kappa} \quad (4)$$

A képletben

- c_h : a vízszintes irányban vett konszolidációs tényező, m^2/sec
- D : a drénszalag hatásmérője, m (az a távolság, ahonnan a víz az adott idő alatt a drénhez érkezik)
- t : a tervben megadott, megkívánt konszolidációs idő
- d : a drénszalag egyenértékű átmérője, m (a gyártó adja meg)
- l : a drénezendő réteg vastagsága, m
- k : a vízszintes átteresztőképességi együttható, m/sec
- q_w : a drénszalag vezetőképessége, m^3/sec
- κ : a megkívánt konszolidációs fok (nem %-ban adva).

A képlet nem oldható meg zárt alakban, de táblázatkezelő programokkal könnyen eredményre lehet jutni. A drének kiosztását úgy kell meghatározni, hogy a D hatásmérővel rajzolható körök kismértékben átfedjék egymást, ne maradjon drénezetlen tartomány.

6. Összefoglalás

A drénszalagok kiosztásával elméletileg tetszőleges konszolidációs időt érhetünk el. Nyilvánvalóan létezik optimális megoldás, amelynek meghatározásakor a költség és a kivitelezési idő lesz a két legfontosabb faktor. A manapság divatos szuperrövid kivitelezési időket tekintve számolni kell azzal, hogy ezek a megoldások növelni fogják a kivitelezési költséget.

Természetesen a függőleges drének egyes esetekben műszaki okok miatt sem nélkülözhetők. A kötött ívsugarak, kisajátítási gondok, egyéb körülmények nem teszik lehetővé a nagyon gyenge altalajú területek megkerülését.

A képletekbe beírandó paraméterek megbízhatósága, illetve azok pontosságának hatása az eredményre megérdemelne egy külön tanulmányt. Tapasztalataink szerint az elérhető talajparaméterek között ritkán találunk a Barron-képletbe közvetlenül beírható értékeket. Ennek nyilvánvalóan az az oka, hogy az ilyen paraméterek meghatározása – tekintve a zavartalan minták igényét és a laboratóriumi procedúrát – jelentős költség-többlettel jár. Alkalmazhatók viszont a bőségesen elérhető és az egyszerűbb meghatározás miatt megbízhatóbb adatokból (konzisztencia víztartalmak, konzisztencia index, szemeloszlás stb.) az ismert korrelációkkal kiszámolt és súlyozással átlagolt számok. Ez a módszer kedvező eredményekre vezetett és már a mai napig is nagy mennyiségben beépített és megbízhatóan működő drénrendszerekről számolhatunk be.

Irodalom

- [1] Barron, R. A. (1947): Consolidation of fine-grained soils by drain wells. Proc. Am. Soc. Civ. Engrs., 73 June, 811 – 835 old.
- [2] Barron, R. A. (1948): The effect of a slightly pervious top blanket on the performance of relief wells. Proc. 2nd Int. Conf. Soil Mech. Found. Engg. Vol. 4 Rotterdam.
- [3] Kabai, I. (1986): Geotechnika I. Egyetemi jegyzet. Tankönyvkiadó, Budapest, 1986.
- [4] Kézdi, Á. (1976): Talajmechanika. Példák és esettanulmányok. Tankönyvkiadó, Budapest, 1976. 236 – 250 old.

Summary

Soil consolidation under embankments

Embankment construction works on soft, compressible, saturated but low water permeability soils i.e. clay and silt always involve inevitable, large-scale deformations, lasting for a long period, not uncommonly for years. The article describes the methods applied for speeding up the consolidation, inter alia gravel and sand piles, drain ribbons, overfilling of embankment and/or application of vacuum above the drain ribbons. The spacing of the drain ribbons enables theoretically any consolidation time period, the particular solution shall depend primarily on two main factors, namely the construction costs and the deadline.

Egy újabb évtized eredményei a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésében¹

I. A hálózat fejlesztése

Dr. Keleti Imre²

1. Bevezetés

A múlt év december 10-én a miniszterelnök forgalomba helyezte az M5 Kiskunfélegyháza-Szeged Észak (M5/M43) közötti 49 km-es szakaszát, majd 17-én az M0 útgyűrű keleti szektorának az M5-ös autópálya és a 4-es főút közötti autópálya kiépítésű 13 km-es betonburkolatú szakaszát (1. ábra) a 4-es főút Vecsést és Üllőt elkerülő 12 km-es szakaszával együtt. Ez utóbbi két útszakasz bekapcsolta a Ferihegyi repülőtérrel a gyorsforgalmi úthálózatba. Ezekkel a forgalomba helyezésekkel a hazai gyorsforgalmi úthálózat 2005/2006 fordulóján elérte a 812 km hosszúságot és a 8,7 km/1000 km² értékű hálózatsűrűséget. Építés alatt állt 2006-os befejezési határidőkkel 228 km-nyi autópálya-szakasz (1. táblázat), valamint 2007-es befejezési határidőkkel korábbi szerződésekből kifolyólag 22 km autópálya (az M6-os M0 Érdi tető és az M7 Zamárdi-Szár-



1. ábra: Az M0 keleti szektorának első szakasza átadás előtt az M5 autópálya csomópontjából nézve

1. táblázat

A magyar gyorsforgalmi úthálózat 2005–2006 fordulóján, és a várható fejlődés a 2006 végéig munkába adott szakaszok alapján

Gyorsforgalmi út		Üzembe helyezett vonalak [km]					
		2005			2006		
		Ap.	Au.	Σ	Ap.	Au.	Σ
M0	déli szektor		29	29		29	29
	keleti szektor	13		13	13		13
	északi szektor		6	6		6	6
M1	Bp.–Hegyeshalom (oh)	166		166	166		166
M2	Bp. (M0) –Vác–Parassapuszta (oh)		31	31		31	31
M3	Bp.–Görbeháza–Nyíregyháza– (oh) és Nyíregyháza keleti elkerülés	180		180	227	16	243
M4	Bp. (M0) Szolnok–Püspökladány–Ártánd (oh)		10	10		10	10
M5	Bp.–Szeged–Röszke (oh)	146		146	161		161
M6	Bp. (M0)–Dunaújváros (M8)–Szekszárd (M9)–Bóly (M60)–Ivándárda (oh)				54		54
M7	Bp. (M1)–Lepsény (M0)–Balatonkeresztúr–Nagykanizsa (M9)–Lenti (M70)–(oh)	126		126	169		169
M8	Rábafüzes–Veszprém–Dunaújváros (M6) –Szolnok (M4)				5		5
M9	Sopron (oh)–Nagykanizsa (M7)–Kaposvár–Szekszárd (M6)–Szeged (M5)		40	40		40	40
M15	Levél (M1)–Rajka (oh)		13	13		13	13
M30	Emőd (M3)–Miskolc–Tornyosnémeti (oh)	29		29	29		29
M31	M0 (Pécel)–M3 (Gödöllő)						
M35	Görbeháza (M3)–Debrecen (4) és Debrecen északkeleti elkerülés				44	4	48
M43	Szeged (M5)–Makó–Nagylak (oh)	3		3	3		3
M60	Bóly (M6)–Pécs (6)						
M70	Letenye (M7)–Tornyiszentmiklós (oh)		20	20		20	20
Összesen		663	149	812	871	169	1 040
Hálózatbővítés							228
Hálózatsűrűség [km/1000 km²]				8,7			11,2

Forrás: NA ZRT.

¹ Készült a 33. útügyi napokon elhangzott előadás alapján.

² Okleveles mérnök, okleveles gazdasági mérnök, egyetemi doktor, az ORKA Mérnöki Tanácsadó Kft. ügyvezető igazgatója; drkiorkat@t-online.hu

A gyorsforgalmi úthálózat előkészítés alatt álló szakaszai 2005–2006 fordulóján

Útszám	Szakasz		A szakasz hossza [km]				Hálózati hossz [km]
			autópálya		autóút		
	-tól	-ig	2x2	2x3	2x1	2x2	
M0	11-es főút	10-es főút				8	8
M0 bővítés	M1	M5		30			30
M2 bővítés	Budapest (M0)	Vác észak	31				31
M3	Nyíregyháza kelet	Vásárosnamény			45		45
	Vásárosnamény	Barabás (oh.)			19		19
M6	Dunaújváros (M6/M8)	Szekszárd (M9)			67		67
	Szekszárd (M9)	Bóly (M6/M60)			47		47
	Bóly (M6/M60)	országhatár				23	23
M7	Balatonkeresztúr	Nagykanizsa	36				36
M8	Rábfafüzes (oh.)	Veszprém				138	138
	Veszprém	Dunaújváros (M6/M8)				92	92
	Dunavecse	Szolnok (M4/M8)				90	90
M9	51-es főút	54-es főút			12		12
	Kaposvár Ny	6-os főút			70		70
M31	M0 (Pécel)	M3 Gödöllő	12				12
M43	5-ös főút	Makó	34				34
	Makó	országhatár			24		24
M60	Bóly (M6–M60)	Pécs				55	55
Összesen			113	30	284	406	833
			143		690		

Forrás: NA ZRt.

szó szakaszok). Ezen felül újonnan kötött szerződésekkel 43 km autópálya (M0 keleti szektor és északi Duna-híd) adott már vállalatba a Nemzeti Autópálya ZRt. (NA ZRt.). Mintegy 830 km-nyi gyorsforgalmi út közbeszerzésre való előkészítése volt folyamatban (2. táblázat).

Egy tanulmány terjedelmi korlátai nem teszik lehetővé, hogy a gyorsforgalmi úthálózat elmúlt 10 évi fejlődésének minden eseményéről beszámoljak. Mondandómat a cikk I. részében a hálózatfejlesztést meghatározó kormányzati és törvényhozói munka összefoglalására, a programok teljesülésének áttekintésére, a létesítmények árának, műszaki paramétereinek és finanszírozásának néhány összefüggésére, a gyorsforgalmi utak fejlődésétől remélt gazdasági fejlődés eddigi eredményeinek felvillantására, míg a cikk II. részében a programok megvalósulást támogató műszaki fejlődés néhány markáns állomásának bemutatására korlátozom, és kísérletet teszek a gyorsforgalmi úthálózat további fejlesztésében a közeljövőben megoldandó néhány fontos feladatnak a felvázolására.

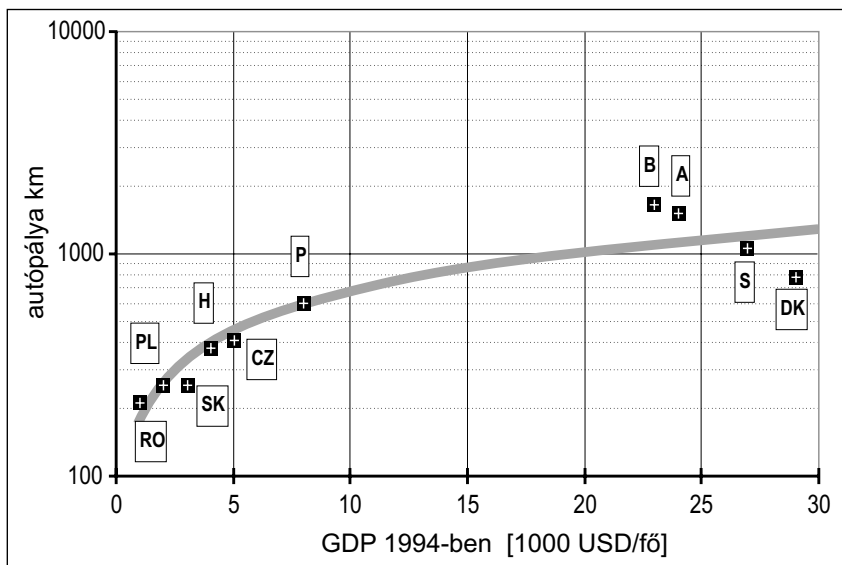
2. A hálózat fejlődése és az azt megalapozó kormányzati és törvényhozói munka

A folyamatok értékelésének megalapozása érdekében egy 1996-ban publikált tanulmányomhoz nyúltam vissza [1], amelyben a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésének az 1985-95-ös évtizedben elért eredményeit összefoglalva egyebek mellett rámutattam:

- A rendszerváltás után az infrastruktúra ügye, ezen belül az autópálya-hálózat fejlesztése a gazdaságpolitikában felértékelődött.

- Az országos közúthálózat fejlesztésének, fenntartásának és üzemeltetésének finanszírozásában az Útalap kiszámítható környezetet teremtett. A finanszírozás ennek dacára sem rendelkezett az elhatározott fejlesztésekhez (M0, M1, M3, M5, M9) elegendő saját forrásokkal. Addicionális forrásokra is szükség volt. Ezeket világbanki és európai pénzügyi intézményi hitelek, és az 1991-ben hozott koncessziós törvény alapján a magántőke szolgáltatta. Ez utóbbinak a közúti infrastruktúra fejlesztési forrásaként való alkalmazása eredményeként – elsőként a kelet-középeurópai térségben – az M1 Győr-Hegyeshalom (oh) szakasza BOT³ formájú koncesszióban épült meg, ami az útdíj bevezetésével járt együtt ezen a szakaszon.
- Az M1-es autópálya kiépítésének 1995/96 fordulójára történt befejezésével a kelet-középeurópai térség országai közül elsőnek kapcsolódtunk autópályákkal az európai autópálya-hálózathoz.
- Az M0 autóút 1994-be megnyílt déli szektora az M1 és az M5 autópályák között az akkor volt négy különálló autópálya-szakaszból (M1, M3, M5, M7) hármat (M1, M5, M7) hálózat-kezdeménnyé fogott össze.
- Az ország autópálya ellátottsága a vizsgált időszak végén az ország gazdaság fejlettségével arányos volt (2. ábra).

³ BOT= Built Operate and Transfer, azaz építsd meg, üzemeltesd, majd a koncessziós időszak végeztével add át az államnak.



2. ábra: Autópályák és a gazdaság fejlettsége 1994-ben

Az autópályák építésére 1991 és 1995 között BOT feltételrendszerben kiírt koncessziós versenytárgyalások⁴ értékelése élesen rávilágított az ország meglehetősen részének gazdasági elmaradottságára, hiszen a sugárirányú vonalakon (az M1 kivételével) fővárostól számított 100 km-es körzeten túl, útdíjas üzemben még hosszútávra sem lehetett olyan díjbevételeket prognosztizálni, amelyek a koncessziós pályázókat finanszírozó bankok a kiírások szerinti BOT koncesszióhoz tartozó hatékonysági kritériumainak megfeleltek volna. Ebből a körből kitörve a kormány 1995-ben az M3-as autópálya Gyöngyös utáni szakaszainak építését állami beruházként, európai pénzintézetek államilag garantált visszafizetésű hiteleire és az útdíj-bevételekre támaszkodó finanszírozással, a Gyöngyösig meglévő autópálya-szakaszt is magában foglalóan, zárt útdíjas üzemmel működő rendszerként határozta el. Ezzel megelőző jellegű infrastrukturális fejlesztésben kötelezte el magát [2]. Ez fordulatnak értékelhető a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztési politikájában és ez a fordulat alapozta meg a gyorsforgalmi úthálózat 40 éves fejlesztésének történetében a hálózat bővülésének azt a példanélküli mértékét, amelyet az 1996-2006-ig terjedő időszakban tapasztalhatunk.

Az 1995-ben végrehajtott gazdasági stabilizáció óta a kormányok az ország EU integrációjának előkészítése és megvalósítása, a gazdaság élénkítése, az elmaradott térségeinek felzárkóztatása, az emberi és a természeti környezet védelme érdekében egyaránt fontosnak tartják a közúti infrastruktúra, ezen belül kiemelten a gyorsforgalmi úthálózatnak gyorsütemű fejlesztését. Ennek köszönhetően, 1996 januárjában, BOT koncessziós formában építés alatt állt az M15 autótút; folyamatban volt az állami tulajdonú Észak-magyarországi Koncessziós Autópálya Fejlesztő és Üzemeltető Részvénytársaság (ÉKMA Rt.) létrehozása és az M3 továbbépítésre kiírandó nemzetközi versenytárgyalás előkészítése; soron volt a francia-osztrák tulajdonú Alföld Kon-

cessziós Autópálya Részvénytársasággal (AKA Rt.) megkötött koncessziós szerződés alapján az M5 építési munkáinak koratavaszi megkezdése; az 1993-ban megkötött koncessziós szerződésre támaszkodva a francia-olasz tulajdonú Új Duna-híd Koncessziós Rt. készítette a szekszárdi Duna-híd és a kapcsolódó M9-es autótúszakasz engedélyezési terveit és megújuló, de sikertelen kísérleteket tett a projekt pénzügyi zárásának tető alá hozására [3].

Az európai közlekedési miniszterek Helsinkiben, 1997-ben tartott konferenciája megerősítette a Páneurópai Közlekedési Korridorok (PEK, más néven Helsinki folyosók) kiépítésének fontosságát [4], [5], [6]. Ennek következményeként a gyorsforgalmi úthálózat fej-

lesztéséről 1998-2003 között számos⁵ kormányhatározat született. A folyamat a Magyar Köztársaság gyorsforgalmi közúthálózatának közérdekűségéről és fejlesztéséről 2003. december 22-én hozott 2003. évi CXXVIII. törvénnyel tetőzött. E törvényt megalapozó kormányhatározatok közül témánk szempontjából a 2117/1999. (V. 26.), a 2037/2000. (II. 29), a 2224/2001. (IX. 1.), a 2303/2001. (X. 19.) és a 2044/2003. (III. 14.) Korm. számúak érdemelnek figyelmet.

A 2000. év végig meghozott határozatok eredményeként 2001-ben 68 km autópálya (M3 Füzesabony-Polgár szakasz és az M30-as első szakasza), 72 km autópálya felújítás (M7 Budapest M0-Balatonaliga szakasz), 20 km autótút autópályává fejlesztése (M7 Balatonaliga-Zamárdi), 20 km autótút építése (az M9-nek a 6-os főút és 51-es főút közötti szakasza), két folyami híd (polgári Tisza-híd az M3-on, szekszárdi Duna-híd az M9-en) állt építés alatt⁶, összesen 180

⁵ **2252/1998. (X. 25.) sz. határozat** a gyorsforgalmi utak egysegés használati díjáról
2363/1999. (XII. 23.) **sz. határozat az M1 és M3 autópályák egységes használati díjáról**
2117/1999. (V. 26.) **sz. határozat a gyorsforgalmi úthálózat tízéves programjának megvalósításáról**
2037/2000. (II. 29) **sz. határozat a 2117/1999. (V. 26.) sz. határozat módosításáról**
2269/2000. (XI. 7.) **sz. határozat az M0 autótút forgalombiztonságának javításáról és autópályává fejlesztéséről**
2330/2000. (XII. 21.) **sz. határozat a matricás útdíjszedési rendszer működési tapasztalataiból adódó feladatokról**
2224/2001. (IX. 1.) **sz. határozat a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztési program megvalósításának helyzetéről és az ehhez kapcsolódó további kormányzati feladatokról**
2303/2001. (X. 19.) **sz. határozat a gyorsforgalmi úthálózat (autópályák, autótutak) 2015-ig terjedő fejlesztési programjáról, valamint az országos közúthálózat kiemelten fontos elemeinek megvalósításáról**
2044/2003. (III. 14.) **sz. határozat az országos közúthálózat fejlesztésének, fenntartásának és üzemeltetésének hosszú- és középtávú feladatairól, valamint finanszírozásának egyes kérdéseiről**

⁴ M1 Győr–Hegyeshalom, M15, M3 Gyöngyös–Palgár, M30 Emőd–Miskolc, M5 Újhartyán–Kiskunfélegyháza, M7 Balatonaliga–Balatonkeresztúr, a szekszárdi Duna-híd a rávezető M9 autótúszakasszal.

⁶ Befejelési határidők: M3 Füzesabony–Palgár és polgári Tisza-híd: 2002. 11. 30.; M7 rekonstrukció és autótúszakasza autópályává fejlesztése: 2002. 04. 30.; M9 és szekszárdi Duna-híd: 2003. 06. 30.

km hosszban. Ezen felül a 2007-ig terjedő időszakra közel 800 km gyorsforgalmi út építésének előkészítése volt folyamatban. Ilyen mértékű munkákra korábban nem volt példa.

A 2224/2001. (IX. 1.) számú kormányhatározatot megalapozó elemzések [pl. 7, 8, 9,] rámutatattak arra, hogy az ezredfordulón

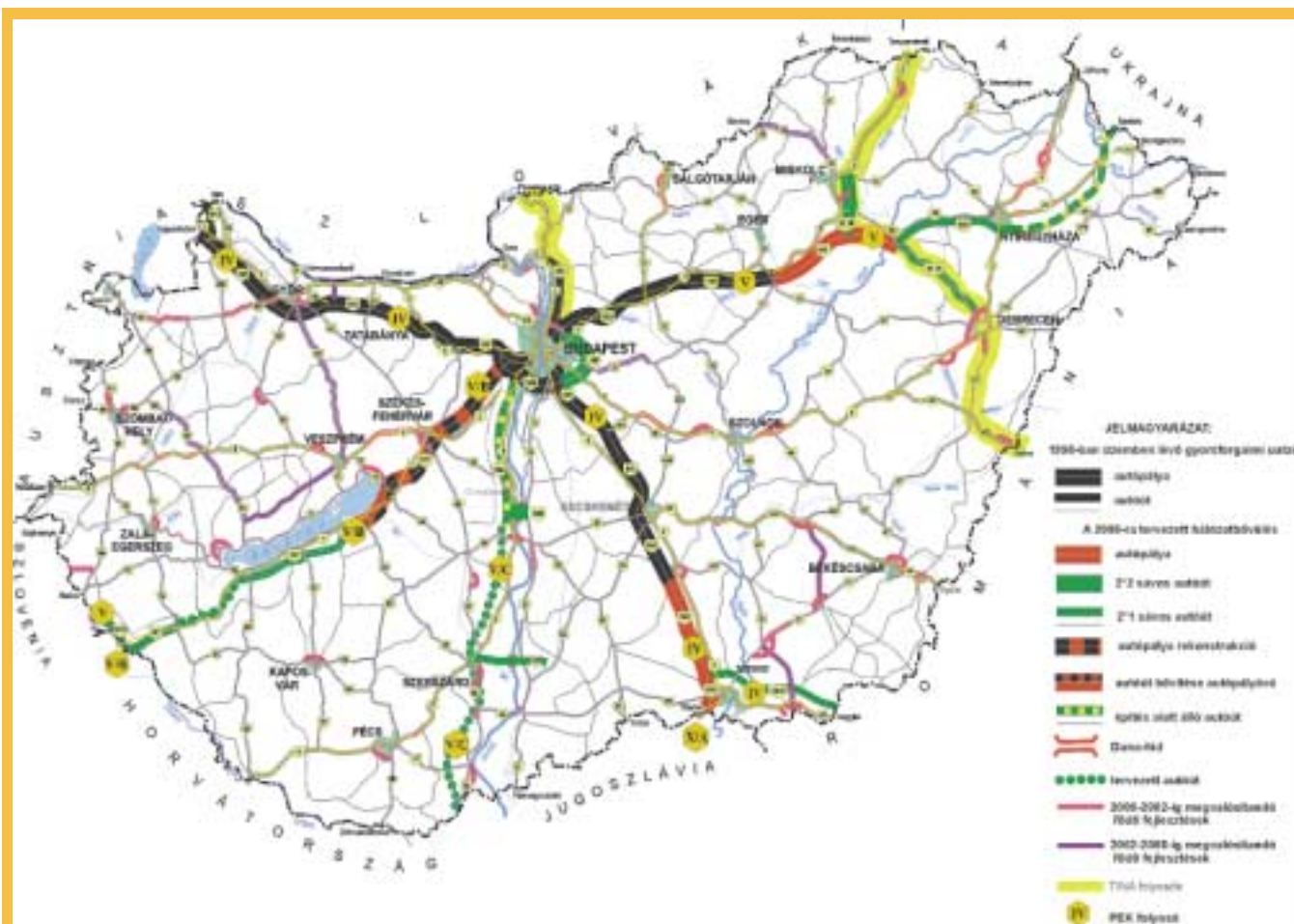
- az országos közúthálózat, a szolgáltatási színvonalában megerősödő hiányjelenségek⁷ miatt már csak korlátozottan tudta az ország átalakuló gazdasága és társadalma által támasztott igényeket kielégíteni. Ez a körülmény a közúti közlekedés résztvevőinek az ezredfordulón az akkori GDP tömegének kb. 11%-ára tehető kárt⁸ okozott.
- a fővároshoz és az ország nyugati határához mérve a hat kiemelt város közül közúton Győr, Székesfehérvár jó, Debrecen, Miskolc, Szeged és Pécs rossz elérhetőségű volt. Ugyancsak rossz elérhetőségűek voltak a Dél-dunántúli, a Dél-alföldi, az Észak-alföldi régiók települései.
- a közúti közlekedés okozta környezeti terhelés az

országos közutak főútjainak átkelési szakaszain, számos településen meghaladta a határértékeket.

A szakértői műhelymunka kiemelte azt is, hogy

- hatékonyan működő közúthálózat csak úgy alakítható ki, ha a gyorsforgalmi utak beágyazódását és további szakaszaik kiépítését előkészítő főúthálózati fejlesztéseket összehangolják a gyorsforgalmi utak kiépítési ütemével.
- az állami költségvetés szempontjából az egyik legjobb megtérülésű kiadás éppen a közúti infrastruktúra fejlesztése és fenntartása [10];
- a 2117/1999 Korm. számú határozatban megfogalmazott 10 éves fejlesztési programot (3. ábra) – meghaladó, 15 évre kitékintő hosszútávú program megfogalmazásának jött el az ideje.

A gyorsforgalmi úthálózat 15 éves távlatú fejlesztését keretbe foglaló új kormányhatározatot megelőző tervező munkához már rendelkezésre álltak azok a közútpolitikai megfontolások is, amelyeket az országgyűlési határozattal 1996-ban elfogadott közlekedés-



3. ábra: A gyorsforgalmi úthálózat tízéves (2008-ig szóló) fejlesztési terve a 2117/1999. (V. 16). számú kormányhatározat szerint

⁷ A hiányjelenségek: rossz hálózat-szerkezet, a híddal ellátott folyami átkelések kis száma, a főutak 16-17%-ának elégtelen átbocsátó képessége, a gyorsforgalmi hálózatrész kis mérete, a hálózat 36%-án a burkolatok elégtelen teherbírása és szélessége, 54%-ának rossz felületi állapota, a hálózat hídjai 20%-ának elégtelen szélessége és 4%-ának elégtelen teherbírása, valamint az utak rossz vonalvezetésére, a csomópontok elégtelen teljesítőképességére, a számos szintben vasúti-közúti keresztezésre is visszavezethető balesetek.

⁸ Ez annak ellenére következett be, hogy az országos közúthálózat fejlesztésére, fenntartására és üzemeltetésére az 1990-es évtizedben az aktuális GDP kerekén 1,3%-át fordították. Ez a mérték mintegy kétszerese volt az 1980-as évtized ilyen kiadásainak. Források: költségvetési támogatás, Útalap, külföldi tőke koncessziós formában és bankhitelként, illetve korlátozott mértékű EU-támogatás.

A gyorsforgalmi úthálózat tervezett mérete a kormány 2303/2001. sz. és 2044/2003. sz. határozata szerint

A gyorsforgalmi út		Hálózat 2015-ben [km]					
jele	leírása	2303/2001 korm.hat.			2044/2003 korm.hat.		
		ap.	aú.	Σ	ap.	aú.	Σ
M0	Déli szektor	24		24	30		30
	Keleti szektor		47	47	39		39
	Északi szektor (M3-10-es út)		11	11	10		10
	Nyugati szektor					18	18
10-es főút	Budapest–Pilisvörösvár					12	12
M1	Budapest–Hegyeshalom (oh)	167		167	166		166
M15	Mosonmagyaróvár (M1)–Rajka (oh)		13	13		13	13
M2	Budapest (M0)–Vác–Parassapuszta (oh)	31	38	69	31	38	69
M25	Füzesabony–Eger					18	18
M3	Budapest–Füzesabony–Prod–Nyíregyháza–oh	194	105	299			
	Budapest–Füzesabony–Görbeháza–Nyíregyháza–oh				229	65	294
M30	Emőd (M3)–Miskolc–Tornyosnémeti (oh)	24	60	84	29	60	89
M31	Pécel–Gödöllő összekötő út az M0 és az M3 között		12	12	12		12
M35	Prod (M3)–Debrecen		24	24			
	Görbeháza (M3)–Debrecen dél				44		44
4-es főút	Vecsést és Üllőt elkerülő szakasz az M0 keleti szektorához kapcsoltan		12	12			
M4	M0 (Vecsés)–Szolnok–Püspökladány–Ártánd (oh)				78	130	208
M43	Szeged (M5)–Nagylak (oh)		48	48		48	48
M44	Kecskemét (M8)–Békéscsaba–Gyula (oh)					139	139
M5	Budapest–Kiskunfélegyháza–Röszke (oh)	158		158	161		161
M56	Bóly (M6)–Ilocska (oh)		24	24			
M6	Budapest (M0)–Szekszárd–Bóly–Pécs		223	223			
	Budapest–Szekszárd–Bóly–Ivándárda				62	138	200
M60	Bóly–Pécs					55	55
M65	Pécs (M6)–Balatonlelle (M7)		120	120			
M7	Budapest–Letenye (oh)	222		222	220		220
M70	Letenye (M7)–Tornyiszentmiklós (oh.)		20	20		20	20
M8	Rábfüzes–Dunaújváros–Szolnok–Létavértes (oh)		471	471			
	Rábfüzes–Dunaújváros–Szolnok (M4)				5	320	325
M9	(Sopron oh.)–Kaposvár Ny–Szekszárd–Hajós– (Szeged)		122	122			
	Sopron oh.–Nagykanizsa; Kaposvár Ny–Szekszárd–Hajós– (Szeged)			230	230		
Összesen		820	1 350	2 170	1 116	1 304	2 420
Hálózatsűrűség [km/ km²]				23,3			26,0

politikai koncepció 2000-ben elkezdett korszerűsítését⁹ előkészítő munka során a szakértő intézmények kidolgoztak. Ebből a többi között ismert volt az a becslés, amely rámutatott, hogy az országos közúthálózat elégtelen szolgáltatási színvonalából 2000-ben keletkezett és az akkori GDP tömeg 10-11%-át kitevő nemzetgazdasági kár 2015-ig érdemlegesen abban az esetben redukálható, ha a hálózat fejlesztésére, fenntartására és üzemeltetésére 2015-ig folyamatosan a mindenkori GDP 2-4%-a közötti összeget fordítanak [11], [12]. Szakmai körökben ugyancsak ismertek voltak az Országos Területrendezési Terv (OTrT) közúti

fejlesztésének területi egyeztetése során megismert vélemények és az azokból levont következtetések.

Ilyen előkészítés után a Kormány 2303/2001. (X. 19.) számú, „A gyorsforgalmi úthálózat 2015-ig terjedő hosszútávú fejlesztési programjáról, valamint az országos közúthálózat egyéb, kiemelten fontos elemeink megvalósításáról” szóló határozatában – korábbi ezirányú állásfoglalásait kiegészítve – úgy döntött, hogy a 2000-ben működő gyorsforgalmi úthálózat 820 km autópályából és 1 350 km autóútból álló 2 170 km-es, 23,3 km/1000 km² sűrűségű hálózattá bővüljön¹⁰ 2015-ig (4. ábra és 3. táblázat). Ez a hálózatsűrűség az ak-

⁹ A korszerűsítést a belátható közelségbe került EU-csatlakozás és az EU új közlekedéspolitikai koncepciója (WHITE PAPER. European transport policy for 2010: time to decide. Commission of the European Communities Brussels, 12/09/2001/COM/2001/370) egyaránt indokolta.

¹⁰ A határozat rendelkezett arról is, hogy a Széchenyi-terv keretében a 4-es, a 26-os, a 44-es, a 47-es, a 63-as a 84-es és a 89-es főutakon 2008-ig olyan kapacitásbővítő fejlesztések és településeket elkerülő szakaszok valósuljanak meg, amelyek nagytávlatban a gyorsforgalmi hálózat részeivé válnak.



4. ábra: A gyorsforgalmi úthálózat 2015-re tervezett mérete a kormány 2303/2001. (X. 19.) számú határozata szerint

kori ismeretek szerint megközelítette az EU15 2008-ra várható ilyen átlagértékét. Az e határozat szerint a 2015-re tervezett gyorsforgalmi úthálózat a korábbi javaslatokhoz képest két újdonságot mutatott. Az egyik: az M65 új vonala, amely Balatonlelét Kaposváron át Péccsel kötötte volna össze, szemben az OTrT Székesfehérvár-Pécs javaslatával. A másik: az M8 Szolnoktól Debrecen irányba fordult és Létavértes térségében érte volna el a magyar-román határt, új határátkelőhelyet tételezve ott fel. Ez a hálózat

- nem egyezett teljes mértékben a törvényerőre emelés előtt álló OTrT-ben foglaltakkal,
- nem adott választ a Nyugat-dunántúli régióban egyre jelentősebb É-D-i tranzitforgalom levezetésének problémájára,
- nem vette kellően figyelembe a tranzit teherforgalom Ény-DK főirányának módosulását, hiszen teljesen negligálta a 4-es főút és az M5 közé eső szektort,



5. ábra: A gyorsforgalmi úthálózat 2015-re tervezett mérete a kormány 2044/2003. (III. 14.) számú határozata szerint

A 2002-es választások eredményeként megalakult kormány felülvizsgálta elődjének a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztési mértékére tett elkötelezettségeit és a program kiegészítést határozta el. A hálózat fejlesztésének prioritásai – figyelemmel az érvényben lévő kormányhatározatban foglaltakra és végrehajtásából következő determinációkra – a következők voltak:

a) A főváros tehermentesítésé az átmenő forgalomtól az M0 autópálya paraméterű útgűrű zárásával, déli szektorának forgalommal arányos bővítésével és az M8 autópálya kiépítésű dunaujvárosi Duna-hídjával, valamint a rájuk vezető autópálya szakaszokkal.

b) A budapesti autópálya körgyűrű elosztó szerepének jobb kihasználása érdekében új nagyteljesítményű főhálózati elemek kiépítése az agglomerációban (4-es főút Vecsést és Úllót elkerülő szakasza a későbbi M4 részeként, új elemként a 10-es főút, az M0 és az M3 összekötése Pécel és Gödöllő között).

c) Dunaújváros, Debrecen, Nyíregyháza, Szeged elérése autópályával, valamint Pécs elérése autópályává fejleszthető autópályával.

d) A kelet szlovákiai, az ukrán a román, a szerb, a horvát, a szlovén, a Hegyeshalomtól délre eső osztrák határszakaszok gyorsforgalmi utakkal való elérése.

e) Új folyami átkelések létesítése a Dunán és a Tiszán.

f) A gyűrű- és haránt irányú kapcsolatok fejlesztése a hátrányos sugaras hálózatszerkezet felszámolása végett.

g) A Dél-alföldi régió feltárására.

A Kormány 2044/2003 (III. 14.) számú határozatában [13], [14], a 2303/2001 (X. 19.) számú határozatában

szereplő fejlesztési célkitűzések többségének megtartásával és azok kiegészítésével, a 2015. év végére 2 420 km-es gyorsforgalmi úthálózat kiépítése mellett döntött. E hálózat sűrűsége kerekén 26 km /1000 km² értéket érhet el, megközelítve ezzel az EU 15 országainak akkora valószínűsíthető ilyen mutatója átlagát (5. ábra, 3. táblázat). E határozatot követte a 2003. évi CXXVI. II. törvény a Magyar Köztársaság gyorsforgalmi úthálózatának közérdekűségéről és fejlesztéséről. Ez a hálózat továbbfejleszthető az OTrT-ben foglalt, törvényerőre emelt¹¹ nagytávlatú hálózattá (6. ábra).

¹¹ A 2003. évi XXVI. törvény az országos területrendezési tervről.



6. ábra: A gyorsforgalmi úthálózat OTR szerinti nagy távlatú koncepciója

- 1998-ban elkészült az M3 autópálya Gyöngyös-Füzesabony szakasza az ÉKMA Rt. koncessziós beruházásában, az M5 elért Kiskunfélegyházáig, az AKA Rt. koncessziós beruházásában;
- 1999-ben az M0 északi szektorában osztótpályás kiépítéssel elkészült az M3-as és a 2-es főút közötti szakasz, a 2/a (M2) elérte az M0 északi szektorát, megnyílt az M15 nyomvonalán egy 2x1 forgalmi sávossal kiépített autópályás szakasz, amit ismeretlen megfontolásból főútként helyeztek üzembe;
- 2000-ban nem nyílt meg egyetlen gyorsforgalmi útszakasz sem;
- 2001-ben, 610-es főút fedőnéven, 2x1 sávossal kiépített autópályával forgalomba helyezték az M9

3. A programok teljesülése

3.1. A fejlesztés mértéke

A hálózat bővülését jelentősen 1996 kezdetétől 2005 végéig 440 km-nyi gyorsforgalmi utat helyeztek üzembe (4. táblázat). A forgalomba helyezések krónikája:

- 1996-ban 2/a főút fedőnével, 2x1 forgalmi sávossal kiépített autópályával, de főúti minősítéssel megnyílt a majdani M2 váci elkerülő szakasza;
- 1997-ben az M5 autópálya elkerülte Kecskemet (AKA Rt. koncessziós beruházása), újabb szakasszal bővült Budapest felé a 2/a főút fedőnével (M2) autópályát;

Kaposvárt elkerülő szakaszának első ütemét;

- 2002-ben az M3 Polgárnál átlépte a Tiszát, az M30-as autópálya első 4 km-ével megnyílik a gyorsforgalmi úthálózat Miskolc felé, elkészült az M7 rekonstrukció, aminek keretében autópályává fejlesztették a Balatonaliga-Zamárdi autópályaszakaszt és 3 forgalmi sávossá bővült a balpálya az M0 és Székesfehérvár között;
- 2003-ban az M30-as elérte Nyékládházát, az M9-es autópályát 21 km-es 2x1 forgalmi sávossal bővítették, az M9-es autópályának részeként felavatták a Szt. László hidat Szekszárdnál a Dunán, 19 km-re bővült az M9 Kaposvárt elkerülő szakasza még mindig 610-es főútként;

4. táblázat

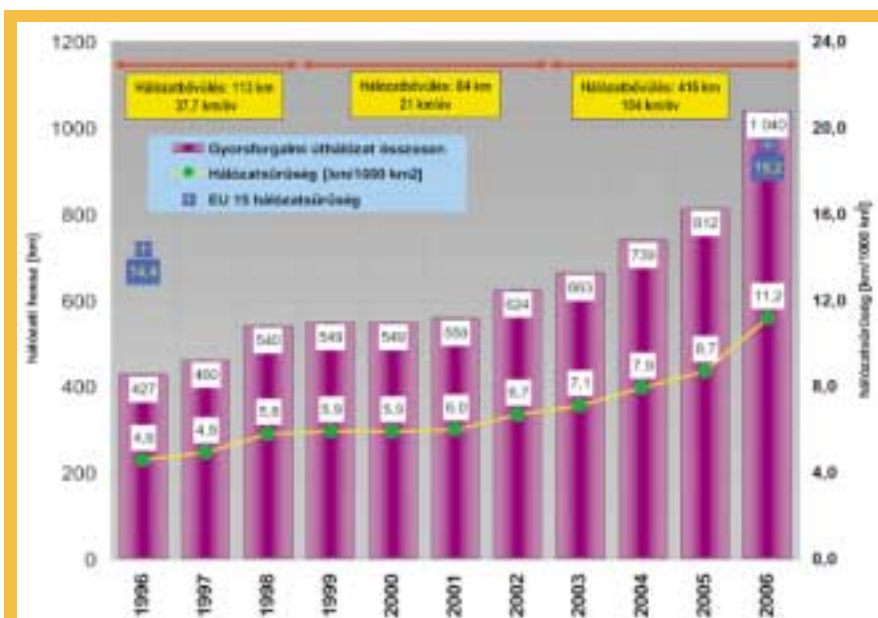
Hálózatbővülést jelentő forgalomba helyezések a gyorsforgalmi úthálózaton 1996 és 2006 között

Vonal	A forgalomba helyezett vonalhossz [km]											1996-2005	2006	1996-2006
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005				
M0				6						13	19		19	
M1	43										43		43	
M2	12	16		3							31		31	
M3			44				64		12		120	63	183	
M4										10	10		13	
M5		17	22							45	84	15	99	
M6												54	54	
M7								9	20	29	43	72		
M8												5	5	
M9						10	30				40	40		
M15				13							13	13		
M30							4	8	16		28	28		
M31														
M35												48	48	
M43										3	3		3	
M60														
M70								19	1		20		20	
Hálózatbővülés összesen	55	33	66	22	0	10	68	57	38	91	440	228	668	
Hálózati hossz	427	460	526	548	548	558	626	683	721	812		1040		

- 2004-ben az M3 elérte Görbeházát és az M30 megkerülte Miskolcot, megnyílt az M7 autópálya határra vezető Becsehely–Letenye szakasza a 2x1 forgalmi sávós M70-es Letenye–Tornyiszmetmiklós autópályával együtt.
- 2005-ben megnyílt az M0 keleti szektorában az M5 és a 4-es főút közötti első autópálya kiépítésű szakasza a 4-es főút Vecsést és Üllőt elkerülő, osztott-pályás kiépítésű szakaszával együtt, ami jelentős hosszban majd az M4-es autópályává lesz fejleszthető; az AKA Rt. PPP konstrukciójú beruházásában az M5 elérte Szegedet, az M7-en Balatonboglár és Ordacsehi között forgalomba helyezték a Balatont elkerülő vonalrész első szakaszát.
- Mindezekon felül, a Széchenyi terv keretében, a 4-es úton a ceglédi elkerülő szakaszon, az Abonyt elkerülő szakasz formájában, a 8-as úton Szekesfehervár és Várpalota, valamint Veszprém nyugati bejárata és Márkó között, több olyan osztott-pályás autópályás kiépítésű fejlesztés valósult meg, amelyek a majdani M4 autópálya, illetve az M8-as és M80-as autópályák részeinek tekinthetők.

A folyamatban lévő munkák ismeretében

- 2006-ban az várható, hogy az M3 eléri és elkerüli Nyíregyházát, ehhez kapcsolatosan megnyílik az M3-at a 4-es főúttal összekötő a várost keleten elkerülő út; az M3-ból Görbeházától induló M35 Debrecenben lesz a 4-es főútnál és ehhez kapcsolatosan 410-es főút néven megnyílik a majdani M40 első szakasza; befejeződik az M5 építése, hiszen Röszkénél az AKA Rt. beruházásában eléri az országhatárt; az M6 autópálya az Érdi tetőtől Dunaújvárosig¹² jut el; az M7-en a Zamárdi–Szárszó völgyhidas szakaszt kivéve a Balaton végéig és Nagykanizsától az országhatárig lehet már autópályán közlekedni. Megkezdődhet az M6 Szekszárd–Bóly és az M60 Bóly–Pécs osztott-pályás autópályai kialakítású szakaszainak építése. Ugyancsak megindulhatnak a munkák az M7 Balatonkeresztúr–Nagykanizsa szakaszon. Dunaújvárosnál megnyílik az M8 autópálya kiépítésű Duna-hídja az M6 és az 51-es út közötti M8 autópályaszakasszal, az 51-es főút Dunavecse–Apostag új szakaszával együtt. Megindulhatnak a munkák az M43-ason.
- 2007-ben befejeződik az M0 keleti szektorának építése, északi szektora átlép a Dunán az északi híddal. Az M0 keleti szektorából kiágazva az M31



7. ábra: A gyorsforgalmi úthálózat fejlődési dinamikája 1996 és 2007 között

autópálya befejeződik, és az M6, M43, M60 jelű autópályák építése folyamatban lesz. Elkészül az M7-en a Zamárdi–Szárszó és a Balatonkeresztúr–Nagykanizsa szakasza és építés alatt állhat a magyar–horvát közös beruházású Mura-híd, amely összeköti majd a magyar és a horvát autópálya hálózatot. Ennek a hídnak a forgalomba helyezésével az M7 kiépítése befejeződik.

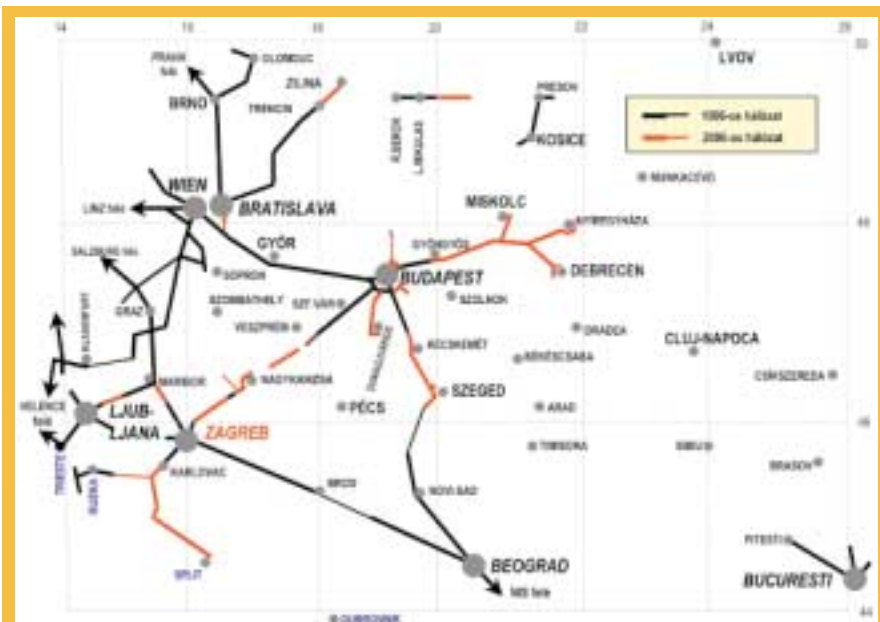
Ezt a teljesítményt a magyar közúthálózat fejlesztésében joggal egyedülállónak minősíthetjük. A hálózat fejlődési dinamikáját az 1996-2006-os időszakban a 7. ábra szemlélteti.

A vizsgált időszakban az összes M jelzésű gyorsforgalmi út, kivéve azok városokat elkerülőnek nyilvánított szakaszait, matricás rendszerű útdíjas üzemeltetésűvé vált. Legutolsóként az AKA Rt. üzemeltetésében lévő M5 csatlakozott a rendszerhez 2004. március 12-én a koncessziós szerződés módosítása révén. Az M1 Győr–Hegyeshalom (oh), az M3 Bp. (M0)–Füzesabony szakaszokon az ELMKA Rt., (majd ennek államosítása után NYUMA Rt.) és az ÉKMA Rt. működtette díjszedő kapukat lebontották, és erre a sorsra jutottak az M5 Kiskunfélegyházaig terjedő szakaszán az AKA Rt. kapus díjszedő berendezései is.

3.2. Nemzetközi összehasonlítás

Nemzetközi összehasonlítást e fejlesztés mértékének megítélése végett a környező országokkal és az EU 15 országaival, valamint Horvátországgal tettem. A gyorsforgalmi úthálózatok Magyarország közvetlen környezetében a 8. ábrán látható vonalakkal bővültek. Az EU 15 országában a gyorsforgalmi úthálózatok hálózatsűrűsége ~14,4 km/1000 km²-ről ~19,2-re nő 1996-2006-ig. Ez 1,3-szoros növekedési mérték. Magyarország esetében ezek a számok ugyanebben az időszokban: 4,6 és 11,4, valamint 2,5, Horvátországban pedig: 7 és 16,4, valamint 2,3. Ez utóbbi számokhoz a hálózathosszak is érdekesek. A magyar hálózathosszak: 1995: 372 km, 2006: 1040 km, a horvát

¹² Ebből az Érdi tető–Dunaújváros szakasz az M6 Duna Autópálya Koncessziós Rt. PPP típusú koncessziós beruházása.



8. ábra: A gyorsforgalmi úthálózat bővülése Magyarországon és környezetében

hálózathosszak¹³: 1995: 393, 2006: 903 km: A növekedés mértékek: 2,8 (H), 2,3 (HR).

4. A létesítmények árának, műszaki paramétereinek és finanszírozásának néhány összefüggése

A gyorsforgalmi hálózatbővítő program létesítményeinek beruházási költségei állandó kritika tárgyát képezik és 1999 óta a program teljesülése és ára a parlamenti pártok politikai küzdelemének egyik területévé vált.

Az országos közúthálózatért felelős megrendelő már az 1990-es közepén azon meggyőződésüknek adott hangot, hogy az út- és hídépítések árai magasak. A jelen cikk szerzője¹⁴ egy 1999-ben publikált tanulmányában [15] e vélemény vizsgálata során arra jutott, hogy

- az árak összehasonlítása csak az utak, vagy hidak, mint termékek összetevőinek egységárai alapján lehetséges, lévén a közutak és hidak minden esetben egyedi létesítmények és megépítésük az adott létesítményhez tartozó organizációkkal lehetséges csak.
- A vizsgált időszakban az új nyomvonalon létesült utak és hídjaik építési egységáraink színvonala a mélyépítőipari inflációt meghaladó mértékben emelkedett.
- A számítások azt mutatták: a kiszámítható középtávú programok, javuló előkészítési színvonal, a jobb pénzügyi feltételű szerződések, a nyílt verseny, a változatos műszaki megoldások, az új technológiák szabadabb alkalmazása az egységárok 3-10% mértékű csökkenését eredményezheti.
- a létesítmények árának közel 75% kitevő anyag- és szállítási költségek (zúzottkő, kavics, cement,

¹³ Forrás. Hrvatske Autoceste; 2005. június.

¹⁴ Akkor a Betonútépítő Nemzetközi Építőipari Rt. vezérgazgató helyettese volt.

bitumen, közúti és vasúti fuvardíjak) korlátozott piaci körülmények és a monopól hatások (föld, energia, kőbányák) alatt alakultak ki és ezért azokat a közutakat és műtárgyaikat építő vállalkozások érdemben nem redukálhatják. Különösen akkor nem, ha az állam az ezekből az árakból származó járadékaihoz (pl.: bányajáradék, üzemanyag jövedéki adó) ragaszkodik.

A tanulmány publikálása óta eltelt időben az egységárok alakulását meghatározó tényezők a versenyztetés feltételeit kivéve nem változtak.

1990-1999-ig, a hazai finanszírozású autópálya beruházások nagyobb részét meghívásos hazai, vagy nyílt nemzetközi¹⁵ versenytárgyalások eredményeként adták vállalatba az autópálya építéseket az arra alkalmas magyar bejegyzésű (ezek zöme akkor külföldi szakmai befektetők tulajdonában volt), vagy külföldi vállalkozásoknak. A munkákat költségvetési támogatás, az Útalap, illetve a magyar állami koncessziós társaság (ÉKMA Rt.) állami garanciával felvett hitelből finanszírozta. A BOT típusú koncessziók (M1 Győr–Hegyeshalom, M15 Levél-Rajka, M5 Budapest–Kiskunfélegyháza) munkáit a nemzetközi versenytárgyalásokon győztes a koncessziós társaságok (ELMKA Rt., AKA Rt.) finanszírozták és meghívásos tárgyalásos eljárással adták vállalatba a hazai bejegyzésű külföldi szakmai befektetők tulajdonában lévő kivitelező vállalatoknak.

1999-ben a kormány megszüntette az Útalapot, a gyorsforgalmi utak finanszírozását Állami Fejlesztési Bankra bízta, amely e feladatának ellátásához állami garanciával felvett hitelekkel teremtett biztos forrásokat. Ebben az időszakban EU forrásokat a kormány csak vasútvonal rekonstrukcióhoz igényelt, a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztéséhez nem. Az 1999-2002-ig az államnak a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésére nem állt szándékában a magántőke bevonásával új koncessziós szerződéseket kötni. Sőt, a csődök közelbe jutott ELMKA Rt.-től visszavásárolta az M1 és M15 koncessziót. A kormány magyar tulajdonban lévő, de autópálya építésre akkor még fel nem készült két vállalkozást jelölt ki a 2303/2001.(X. 19.) Korm. számú határozat szerinti program megvalósítására. A Nemzeti Autópálya Rt. (NA Rt.)¹⁶ tárgyalásos eljárás keretében

1999-ben a kormány megszüntette az Útalapot, a gyorsforgalmi utak finanszírozását Állami Fejlesztési Bankra bízta, amely e feladatának ellátásához állami garanciával felvett hitelekkel teremtett biztos forrásokat. Ebben az időszakban EU forrásokat a kormány csak vasútvonal rekonstrukcióhoz igényelt, a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztéséhez nem. Az 1999-2002-ig az államnak a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésére nem állt szándékában a magántőke bevonásával új koncessziós szerződéseket kötni. Sőt, a csődök közelbe jutott ELMKA Rt.-től visszavásárolta az M1 és M15 koncessziót. A kormány magyar tulajdonban lévő, de autópálya építésre akkor még fel nem készült két vállalkozást jelölt ki a 2303/2001.(X. 19.) Korm. számú határozat szerinti program megvalósítására. A Nemzeti Autópálya Rt. (NA Rt.)¹⁶ tárgyalásos eljárás keretében

¹⁵ A 2/a jelű (M2) főút váci elkerülő szakasza. Az M3 Budapest–Gyöngyös szakasz rekonstrukciója és a Gyöngyös–Füzesabony szakasz építése.

¹⁶ Az autópálya-kezelői feladatokat korábban ellátó szervezetek (Állami Autópálya Kezelő Kht., majd Rt.; ÉKMA Rt.) beruházói egységeiből az autópálya beruházások és a Szechenyi-terv közúti beruházásainak építetési feladatait ellátására 1999-ben létrehozott szervezet.

Autópálya-szakaszok összehasonlítható munkanemeire számított fajlagos megvalósítási költségek összevetése

Autópálya-szakasz és megvalósítási időszak	Az összehasonlítható műszaki tartalom munkanemeiből számított fajlagos beruházási költség 2005-ös árszinten [Mrd Ft/km]	
	vállalkozói finanszírozású munka	megrendelői finanszírozású munka
M3 Gyöngyös–Füzesabony, 1996–1998		0,76
M3 Füzesabony–Polgár a Tisza-híd nélkül, 2000–2002		0,94
M3 Polgár–Görbeháza, 2003–2004	1,18	
M3 Görbeháza–Nyíregyháza, 2004–2006	1,45	
M35 Görbeháza–Debrecen, 2004–2006	1,19	

* Forrás: www.gkm.hu

kötött e vállalatokkal az egyes projektekre megvalósítási szerződéseket. A kialakított árak fedezték e vállalkozások technikai, technológiai felkészülésének beruházásait és a személyi állomány megszerzésének költségeit is. Ez áremelkedéssel járt¹⁷. Ezek a vállalatok jól teljesítettek¹⁸ és új, azóta is jól működő kapacitásokat hoztak létre a hazai út-hídépítési iparban.

2002-től, az új kormány intézkedése nyomán, az előző időszakban kizárt külföldi tulajdonú vállalkozások az autópálya építésre és hídépítésre felfejlesztett hazai tulajdonú vállalkozások mellett, nyilvános közbeszerzés keretében ismét bekapcsolódhattak az érvényben lévő program, majd a 2044/2003 (III. 14.) Korm. számú határozat szerinti program nem koncesszióban építeni tervezett gyorsforgalmi útszakaszainak és az ahhoz tartozó hidaknak¹⁹ a megvalósításába. A várakozásokhoz mérten az egységárak a nyílt közbeszerzési eljárás hatására lényegesen nem csökkentek, hiszen a versenyben résztvevőknek kereskedelmi hitelt nyújtva a megrendelőknek, saját finanszírozással kellett áraikat kialakítani. A megbízó ugyanis úgy adta vállalatba a munkákat, hogy a vállalkozók jelentős mértékű kereskedelmi banki hitelek voltak kénytelenek felvenni a nagyobb előleg és az időben a munka befejezésére halasztott számlakifizetések különbségének finanszírozás végett [16]. Ez a finanszírozási módszer azért vált szükségesé, mert az előző időszak finanszírozási megoldásai nem minősültek EU konformnak²⁰ és ezért a beruházások költségeit teljes körűen az állami költségvetési kiadásaként kellett kezelni. Az állami költségvetés pedig nem volt abban a helyzetben, hogy a politikailag fontosnak tartott programot saját forrásból teljeskörűen finanszírozni tudta volna. Nagyrészt ennek tudható be, hogy nem alakulhatott ki a korábbiakhoz mérten alacsonyabb olyan új árszínvonal, amit a nyílt köz-

beszerzési eljárástól vártak mind a politikusok, mid a közvélemény²¹.

Az 1999-től közbeszerzéssel vállalatba adott autópálya-szakaszok ára 1-5,3 MdFt/km fajlagos költségeket eredményezett [16]. Ez a nagy szórás jól szemlélteti a szakaszok eltérő műszaki tartalma, a rájuk rakódott kapcsolódó beruházások és extra környezetvédelmi létesítmények hatását. Mindezek lényegesen eltéríthetik a fajlagos árakat attól a kereken 1 MdFt/km-es értéktől, amire mindenki lelkesen hivatkozott az 1996-98-ban megvalósult Gyöngyös-Füzesabony M3-as szakasz fajlagos árára emlékezve. Erről az árról – mielőtt elhamarkodott következtetéseket vonna le bárki is a többi autópálya szakasz árával összehasonlítva – azt illik tudni, hogy az éles nemzetközi versenyben elnyert, rendezett finanszírozású, sík terepen minden extra kapcsolódó beruházás nélküli, kereken 10 évvel ezelőtti költségszintű autópályaépítés fajlagos ára.

Az NÁ Rt. a 2000 és 2006 között megvalósuló autópálya-szakaszoknak csak az összehasonlítható munkanemeire (tervezés, előkészítés, földmunka, útpálya-szerkezet, vízépítés, környezetvédelmi beavatkozások, növénytelepítés, forgalomtechnika) vonatkozó, a finanszírozás költségeit is tartalmazó, 2005-re vetített, fajlagos beruházási költségeket számított ki [16]. Ezekből kiemelve az M3-ra vonatkozó adatokat és azokat összevetve az M3 két olyan szakaszának hasonló munkanemeire számított fajlagosaival, amelyek rendezett megrendelői finanszírozással 1996 és 2002 között valósultak meg, látható a vállalkozói finanszírozás árfelhajtó hatása (5. táblázat) és még az a hatás, ami a nyílt verseny átmeneti szüneteltetése, a tervezési sebesség 140 km/óra-ra való megemelése fejtet ki az árszínvonalra. Ebből a nagyon közelítő vizsgálatból mindazonáltal az a következtetés mindenképpen levonható, hogy csak alapos ismeretek birtokában lehet és szabad kritikát mondani az autópályák megvalósítási költségeiről, és különösen óvakodni kellene a bírálóknak attól, hogy más országoknak ilyen adatait a hazaiakkal összevetve, azok autópályaépítési gyakorlatát követendő példákat állítsák a hazai szak-

¹⁷ Ez pl. az M3 Gyöngyös–Füzesabony, illetve a Füzesabony–Polgár szakaszok egységárának összehasonlításával látható

¹⁸ Lásd: M3 Füzesabony–Polgár, M30 Emőd–Miskolc, M7 rekonstrukció, M9 szekszárdi Duna-híd és az ahhoz kapcsolt M9 szakasz.

¹⁹ Az M0, az M3, az M35, az M7, az M8 összes szakasza és az M6-os M0–Érdi tető szakasza. Koncesszióban épülnek: M5 Kiskunfélegyháza–Szeged–Röszke, M6 Érdi tető–Dunaújváros.

²⁰ Az Állami Fejlesztési Bank által felvett és államilag garantált hitelek valójában nem jelentettek költségvetésen kívüli forrást.

²¹ Az egyes autópálya-szakaszok megvalósítását nyílt közbeszerzési eljárás keretében elnyerő vállalkozásokat kartellezzel vádolták meg. A Gazdasági Versenyhivatal ezt bizonyítottan találta [16], és súlyos pénzbüntetésekkel sújtotta a vádlottakat. Az ítéletek nem jogerősek, mert minden vádlott fellebbezett.

mai és laikus közvélemény elé anélkül, hogy elmélyedtek volna a témában.

Az ország 2004-ben megvalósult EU tagsága végleg bezárta az olyan megoldások előtt a kaput, amelyek közkiadásnak számító autópályaépítési programot költségvetésen kívül kezelt forrásokkal finanszírozták volna. Ezt a körülményt az EU 2005-ben tette egyértelműen világossá. Ezt követően született a közúthálózat fejlesztését, fenntartását és üzemeltetést finanszírozó útpénztár²² forrásait kiegészítendő az az EU konform megoldás, ami az Állami Autópálya Kezelő ZRt.-t, mint költségvetésen kívüli forrásokkal (útdíjbevétel) rendelkező társaságot hatalmazta fel arra, hogy építettként, kötvénykibocsátással vonjon be magántőkét a finanszírozásba és így teremtsen forrást az un. program-utak²³, megépítéséhez [17].

Mindeközben az EU források igénybevételére a gyorsforgalmi utak esetében ismét²⁴ megnyílt a lehetőség. Elsőként az M0 keleti szektorának a 4-es főút és az M3 közötti szakasza tervezett megvalósításának hatékonysági mutatói ütötték meg azt a mértéket, ami lehetővé tette, hogy az EU annak építését 85%-ban társfinanszírozza. E finanszírozási biztonság tudatában a kiírt tenderek győztes ajánlatainak árszínvonala, éles versenyben, lényegesen csökkent a korábbi vállalkozói finanszírozást is tartalmazó színvonalhoz mérve. E két forráslehetőség kiaknázásával valószínűsíthető, hogy rendeződik a gyorsforgalmi utak építésének az elmúlt évtizedben mindenképpen zűrzavaros és sokba kerülő finanszírozása.

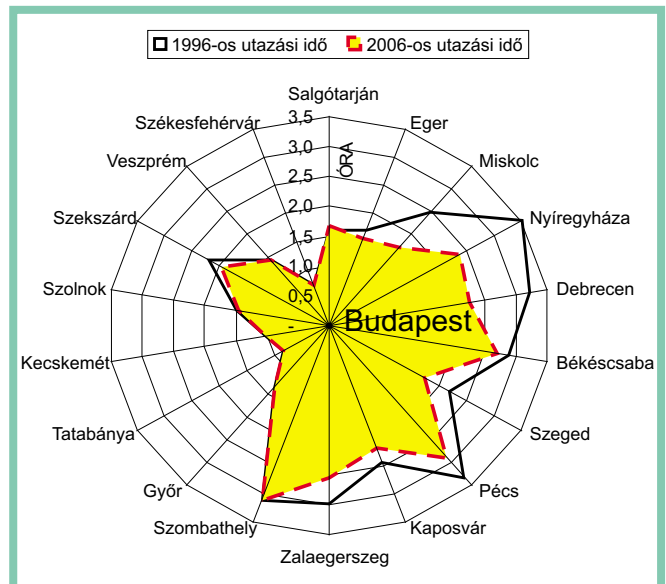
Az M7 Balatonszárszó–Ordacsehi szakaszának 2005 nyarán történt forgalomba helyezésekor a gazdasági és közlekedési miniszter megnyitó beszédében az autópályák beruházási költségeinek csökkentésére szólított fel. A lecke teljesítésére a GKM Közúti Közlekedési Főosztálya létrehozta az „Olcsóbb és korszerű autópályákért” nevű alkalmi munkabizottságokat. Ezek hamar eredményt produkáltak²⁵, ami megalapozta a miniszter XI-3/2296/3/2005. 12. 31. számú levelét, amely a „Közutak tervezése” című ütiügyi műszaki előírás ésszerű használatából fakadó megtakarítási lehetőség kiaknázására utasítja az arra illetékeseket. Rögvest győzelmi jelentéseket lehetet olvasni a sajtóban [pl. 18] arról, hogy az építés alatt álló szakaszokon már 2%, az engedélyezés alatt állókon 15%, az előkészítés fázisában lé-

²² Lásd: a 2005. évi CLIII. törvény a Magyar Köztársaság 2006. évi költségvetéséről, valamint a 122/2005. (XII. 28.) számú GKM rendelet.

²³ A programutak a 317/2005. XII. 25.) korm.rendelet szerint: M0 északi híd, M3 Görbeháza–Nyíregyháza és Nyíregyháza elkerülés, M35 Görbeháza–Debrecen, valamint Debrecen északnyugatról és nyugatról elkerülő szakaszok, M6 Szekszárd–Bóly, M60 Bóly–Pécs, M7 Zamárdi–Balatonszárszó, Ordacsehi–Balatonkeresztúr, Balatonkeresztúr–Nagykanizsa, Nagykanizsa–Becsehely, Letenye–országhatár, M8 Dunaújvárosi híd.

²⁴ 1996 és 1998 között az M0 északi szektorának M3-as autópálya és a 2-es főút közötti szakaszába 10%-nyi EU-forrást lehetett hosszú huzavona után – aminek lényeges áremelkedés lett a vége az akkori inflációs körülmények között – bevonni.

²⁵ Lásd az ÁAK Rt. honlapján 2005. december 22-én közzétett jelentést.



9. ábra: A megyeszékhelyek elérési ideje a fővárosból

vóknél 23%-kal is csökkenthetők a gyorsforgalmi utak beruházások költségei ...

A miniszteri beavatkozás hasznos volt. Így remélhető, hogy azok, akikre ez tartozik, folyamatosan és nem kampányszerűen vizsgálják majd azt, hogy

- miket kell a szabályozásokban és azok szemléletében ahhoz átalakítani, hogy az üzembe helyezés időpontjában szükséges és elégséges szolgáltatási színvonalú és a későbbiekben szisztematikusan és időben továbbfejleszhető gyorsforgalmi utakat építhessünk „value for money” azaz a „pénzért értéket” elv szigorú betartásával.
- a jövőben el lehessen kerülni az olyan feladatküszöbök, amelyek egy egyébként osztottpályás kiépítésűnek javasolt gyorsforgalmi út helyett akkor is autópálya kiépítést követelnek egy adott szakaszon, egy adott időpontra, amikor az ilyen kiépítést a forgalom fejlődése csak egy későbbi időpontban indokolja.
- ne lehessen a továbbiakban
 - elkövetni olyan tervezési és jóváhagyási hibákat, amiknek eredményei pl. a tervezési sebesség helytelen megválasztásából adódóan az M7 Zamárdi–Balatonkeresztúr szakaszán szép számmal található [19];
 - az olyan fundamentalista természetvédők igényeinek helyt adni, akik pl. kikényszeríthették az M3-on a mintegy 240 m hosszú és 1 milliárd Ft-ba került ún. szárazréti híd megépítését egy lefelé felett, avagy felhagyott kavicsgödröket védendő vizes élőhelyé minősítve, az M30-on a töltésekbe 8 m magasan békaátjárók építését.
- ellen lehessen állni az olyan önkormányzati követeléseknek, amelyek pl. az autópálya mentén lévő minden településhez legalább egy, esetenként két csomópont építését követelik akkor is, ha azok forgalmilag indokolatlanok.
- ne kelljen befogadni az olyan közútkezelői igényeket, amelyek az autópálya terhére gondolnak megoldatni az országos közúthálózat mellékútjain olyan lokális fejlesztési-fenntartási feladato-

kat, amiket az állami költségvetés, ki tudja mióta, nem finanszíroz, holott az lenne a dolga.

- ne legyen megengedhető olyan mértékben elhúzódozó építési engedélyeztetési eljárás, aminek pl. az M7-es Zamárdi–Szárszói szakasza esetéldozatul [20].

5. A gyorsforgalmi úthálózat hatása a gazdaságra

Csernok Attila, Erlich Éva és Szilágyi György 1975-ben [21], majd Erlich 1997-ben és 2003-ban [7, 22] publikálták kutatásaik eredményeit az infrastruktúra és a gazdaság fejlettségi szintjének kapcsolatait illetően. A vizsgálatok jó korrelációjú összefüggéseket tártak fel a gazdaság nemzeti jövedelemtermelő képessége és az infrastruktúra fejlettsége között. A jelen cikk szerzője a Gazdasági Minisztérium, valamint a Miniszterelnöki Hivatal számára készített tanulmányaiban [2, 23] e kutatásokra is támaszkodva rámutatott arra, hogy a történelem során azok a gazdasági régiók voltak sikeresek, amelyek a kor színvonalának megfelelő infrastruktúrát, ezen belül közlekedési hálózatokat hoztak létre és tartottak fenn jó állapotban. A gazdaságtörténet bizonyította, hogy a jó szolgáltatásokat nyújtó közlekedési hálózatok azok az eszközök, amelyek az áruk és szolgáltatások forgalmát lehetővé téve, a gazdaság expanzióját a gazdaság tényleges fejlődését meghaladó üteművé tették. A tanulmány a nyugat-európai országok közlekedési hálózatainak szolgáltatási színvonala és a gazdaságaik fejlődése között, különösen a nyitott gazdaságok esetén, a gazdaságtörténet adott szakaszaiban, jó korrelációjú kapcsolatokat mutatott ki. Látható volt ez a XIX században a vasút-, majd a XX. század második felében az autópálya-hálózatok kialakulása során. Tetten érhető ez a gazdasági fejlődést elősegítő hatás Magyarországon is, ahol a gyorsforgalmi úthálózat 1995-98 között bekövetkezett és a gazdaság fejlődési ütemét meghaladó ütemű bővülése (166 km) elősegítette a működő tőke beáramlását a központi és két dunántúli régióba és megnyitotta a lehetőséget a modern iparok és szolgáltatások megtelepedése előtt a Dunától keletre eső régiókban is.

Kálnoki Kis Sándor és Molnár L. Aurél 2003-ban közölték a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésének gazdaságélénkítő hatásáról folytatott kutatásaik eredményét [24], [25], [26]. Az M3-ashoz (Aszód, Hatvan, Gyöngyös, Füzesabony, Mezőkövesd), illetve az M5-öshöz (Kecskemét, Kiskunfélegyháza, Kistelek) kapcsolható kistérségek gazdálkodási körülményeinek vizsgálatából egyebek mellett megállapították, hogy 1992 és 2001 között, a szóban forgó kistérségekben jelentősen csökkent a 180 napon túl regisztrált munkanélküliek száma, számottevően növekedett a vállalkozások export árbevétele, nyereségadója, a munkavállalók adózott jövedelme. Ezek a jelenségek jól illeszkednek a magyar gazdaság fejlődési vonalához, de ahhoz is, hogy a vizsgált kistérségekben mikor jelentek meg az autópályák, illetve mikor vált világossá az a kormányzati szándék, hogy az autópályák építése kiszámíthatóan gyorsuló ütemben folytatódik a jövőben.

A 2006 végéig forgalomba helyezett szakaszokkal bővülő gyorsforgalmi hálózat jelentősen csökkent a főváros és a megyeszékhelyek, illetve a megyeszékhelyek többsége közötti eljutási időket, különösen az alföldi régiókban (9. ábra). Ennek meglehetősen a jelentősége, hiszen bármely tervezett működőtőke befektetés telephely választásánál a többi feltétel (szakképzett munkaerő, megfelelő energetikai, informatikai, távközlési háttér, élhető lakókörnyezet, jó oktatási környezet, stb.) mellett döntően esnek latba a logisztikai infrastruktúra szolgáltatási színvonala, az elérhetőség, a biztonságos piacra jutás feltételei. A Gazdasági és Közlekedési Minisztérium megvizsgálta, hogy a 2004-2007 közötti időszakban melyek azok a külföldi működőtőke befektetések, amelyek a gyorsforgalmi úthálózathoz köthetők akár úgy, hogy a térségben, ahova a beruházásokat eszközölték, vagy szánják, már ott van a gyorsforgalmi úthálózat egy eleme, avagy belátható időn belül ott lesz. E vizsgálat az M1 térségében 2 (ASAHI, NOKIA), az M3 és az M30 térségében 7 (BOSCH, ELEKTROLUX, MICHELIN, ZF), az M6–M8 térségében 1 (HANCOK), az M60 térségében 1 (ELCOTEC), az M7 térségében 1 (DENSO) olyan külföldi működőtőke beruházást azonosított, amely 157 Mdf-t befektetéssel kerekén 8 600 munkahely teremtését irányozza elő. Az M3 és az M5 térségében további egy-egy ipari beruházási szándék nyilvánosságra hozatala várható, amelyeknek a munkahelyteremtő képessége összesen 2 100 főre tehető. Ez utóbbiak beruházási előirányzatai és beruházói még nem publikusak²⁶.

A bemutatott példák Magyarországon is bizonyítják a gyorsforgalmi úthálózat pozitív hatását a területek gazdasági fejlődési lehetőségeinek kibontakozására, miközben látnunk kell, hogy ennek az infrastruktúrának a szerepe csak a többi anyagi és szellemi infrastruktúrákkal együtt, azokat erősítve fejtheti ki hatását.

Forrásmunkák

1. *dr. Keleti Imre*: Egy évtized eredményei a hazai autópálya építésben. Közúti és Mélyépítési Szemle 1996. 6.
2. *dr. Keleti Imre*: Közlekedési hálózatok és a gazdasági fejlődés. Közúti és Mélyépítési Szemle 2003. 02., 1997. 12.
3. *Állami Autópálya Kezelő Rt.*: A magyar autópályák története II. Bp. 2004.
4. *dr. I. Keleti*: The Hungarian M3 as part of the European motorway network. Proceedings of IRF Regional Meeting, Lahti, Finland, 16. 06. 1999.
5. *dr. Keleti Imre*: Gondolatok a magyar gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésének és működtetésének koncepciójáról. Közúti és Mélyépítési Szemle 2000. 10.
6. *dr. I. Keleti*: The Hungarian motorway network as vital part of the proposed Pan-European motorway system. Paper presented on 8th International Road Conference, Budapest, 21-23 May, 2001.

²⁶ Forrás: www.gkm.hu

7. *Erlich Éva Dr.*: Az infrastruktúra és szolgáltatásai. Európai Tükör 9-11. Integrációs Stratégiai Munkacsoport. Bp. 1997.
8. *KöVIM Közúti Főosztály*: Az országos közúthálózat működtetésének és fejlesztésének koncepciója, a koncepció megvalósításának finanszírozása és törvényi megalapozása. Bp. 2000. május. © dr. Keleti Imre, ORKA Kft.
9. *KöVIM Közúti Főosztály*: A közúti közlekedés nemzetgazdasági szerepe, az ország közútjai és állapotuk az ezredfordulón. Bp. 2001. március. © dr. Keleti Imre, ORKA Kft.
10. *Matolcsy György és társai*: A növekedés infrastrukturális feltételei. Növekedéskutató Intézet. Bp. 1999. szeptember
11. *KTI Rt.*: A magyar közlekedéspolitika felülvizsgálata és az EU integrációs igények szerinti továbbfejlesztése. Bp. 1999. december.
12. *KöVIM Közúti Főosztály*: Az új közúthálózati politika és annak műszaki-gazdasági méretezése, javaslat a politika törvényi támogatására. 2001. május. © dr. Keleti Imre, ORKA Kft.
13. *dr. Keleti Imre*: Kormányhatározat a közúthálózat fejlesztéséről. Mélyépítő Tükörkép. 2003. június.
14. *dr. I. Keleti*: The conception of the development of the Hungarian motorway network as part of the proposed Pan-European motorway system. Paper presented on the European Transport Conference 2003. Strasbourg, October 2003.
15. *dr. Keleti Imre*: Csökkenthető az útépités ára? Közúti és Mélyépítési Szemle 1999. 10.
16. *Hász János*: Pazarlóbban nemigen épülhet autópálya. Index. 2005. 08. 10.
17. *Stribik László*: Gyorsforgalmi útfejlesztés. 2006-ban 347 milliárd. Mélyépítő tükörkép magazin 2005. december
18. *Világ gazdaság Online*: Olcsóbb lehet a sztráda-építés. 2006. 01. 04.
19. *Kovács házi Frigyes*: A tervezési előírások változásának következményei. Közúti és Mélyépítési Szemle 2005. 06.
20. *Bíró József – Kovácsné Németh Klára – Papp Péter*: Az M7 Zamárdi és Balatonszárszó közötti szakasza – autópálya-engedélyezés több felvonásban. Közúti és Mélyépítési Szemle 2005. 06.
21. *Csernok Attila – Erlich Éva – Szilágyi György*: Infrastruktúra. Korok és országok. Kossuth könyvkiadó. 1975
22. *Erlich Éva Dr.*: A magyar infrastruktúra. Miniszterelnöki Hivatal Kormányzati Stratégiai Elemző Központja Európai Integrációs Irodája. ISBN 9639284866. Budapest 2003.
23. *dr. Keleti Imre*: A közúthálózat állapota és fejlesztési koncepciója. Tématanulmány. Megjelent a „Erlich Éva: A magyar infrastruktúra” című tanulmánykötetben. Kiadta a Miniszterelnöki Hivatal Kormányzati Stratégiai Elemző Központja Európai Integrációs Irodája. ISBN 9639284866. Budapest 2003.
24. *Kálnoki Kis Sándor – Molnár László Aurél*: Gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésének gazdaságélénkítő hatása. Közúti és Mélyépítési Szemle 2003. 04.
25. *KÁLNOKI Műszaki és Gazdasági Tanácsadó KFT, © Kálnoki Kis Sándor*: Az autópálya makrogazdasági hatásainak modellezése. EU területfejlesztési politikai összefüggések. Megrendelő: UKIG. 2003. május.
26. *Molnár László Aurél*: A gyorsforgalmi úthálózat racionális kialakítása. Közúti és Mélyépítési Szemle 2003. 02.

Summary

Dr. Imre Keleti:

Results of the last decade in the motorway and expressway network development in Hungary

Part 1: Network development

Between 1995 and 2005 the Hungarian motorway and expressway network increased from the total length of 372 km to 815 km, thus reaching a network density of 8,7 km/1000 km². This scale is to be considered from the point of view of traffic volume forecasts essentially as a preventive development, owing to a strategic government decision in 1995. However, economic assessments around 2000 heavily underlined that the public road network is able to meet the requirements of the transitional economy and society with a restricted efficiency only, thus causing damages up to 11% of the GDP of Hungary. The financing framework of the program always showed a very diversified picture. The consecutive governments never had sufficient resources from the state budget and made widespread attempts to involve diverse external resources, with varying success. The EU accession of Hungary was a milestone in this process and in the future the EU co-financing shall gain more and more ground, being the principal basic solution. The immense motorway investment costs are recently a main topic of the political debates and attract continuous criticism. This subject was addressed in detail by a special expert group in the summer of 2005, by making a thorough assessment of interactions between various price elements, technical parameters and financial framework.

Vasbeton szerkezetek korszerű megerősítése

III. Magas- és mélyépítés

Dr. habil Jankó László¹

1. Bevezetés

Ez a dolgozat egy a vasbeton szerkezetek korszerű szerkezeti megerősítéseiről szóló háromrészes cikksorozat 3. része. A három egybefüggő témakör: **I. Anyagok, II. Hídszerkezetek megerősítése, III. Magas- és mélyépítési megerősítések.** Természetesen a II. részben tárgyalt megoldások értelemszerűen a magasépítésben és a mélyépítésben is érvényesek.

Egy szerkezet teherbírása

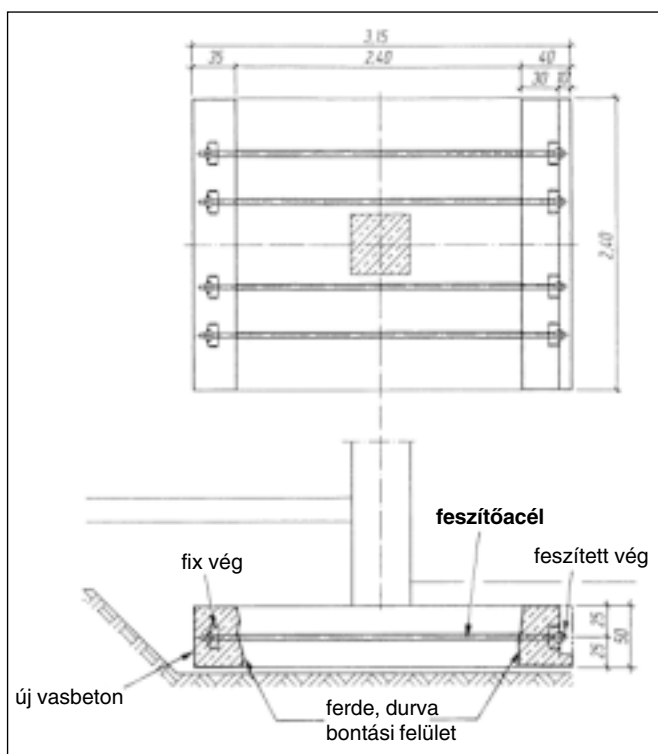
- túlterhelés,
- funkcióváltozás,
- baleset, katasztrófa, sérülés,
- tökéletlen kábelkiinjektálás,
- **korrozíós** károk,
- egyéb okok

következtében elégtelenné válhat mind a rugalmas határállapotokban (repedések, lehajlások), mind a teherbírás határállapotban.

A megerősítést általában

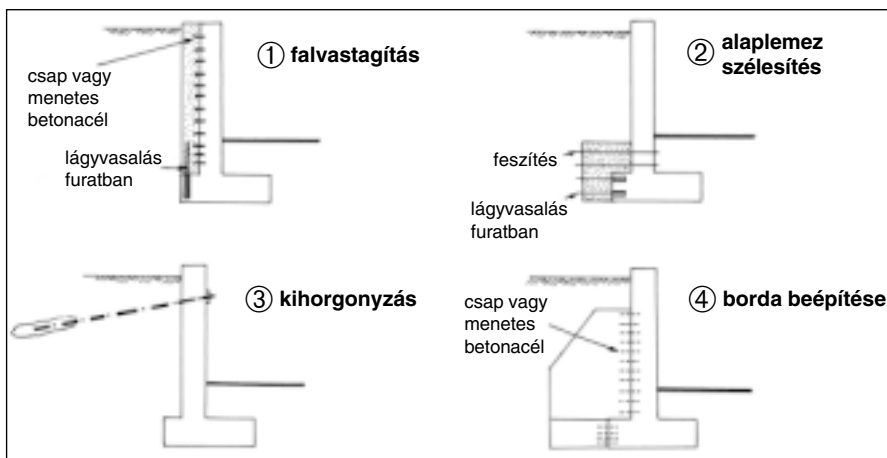
a) külsőkábeles utófeszítéssel vagy

b) szál erősítésű polimer (FRP) anyagú szalagok, szövetek vagy acélszalagok felragasztásával végzik.



1. ábra: Alaptest szélesítése feszítés segítségével

¹ Okl. építőmérnök, statikus szakfőmérnök, egyetemi magántanár, Főmterv Rt.



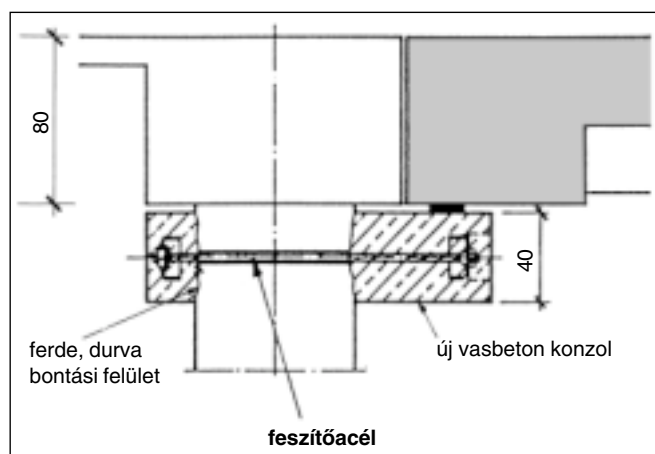
2. ábra: Támfal megerősítési példák

Megjegyezzük, hogy ezekkel a módszerekkel mind a hajlítási teherbírás, mind a nyírési teherbírás, sőt a csavarási teherbírás is növelhető. A túlzott mértékű lehajlások kiküszöbölésére azonban a **b)** módszer nem alkalmas.

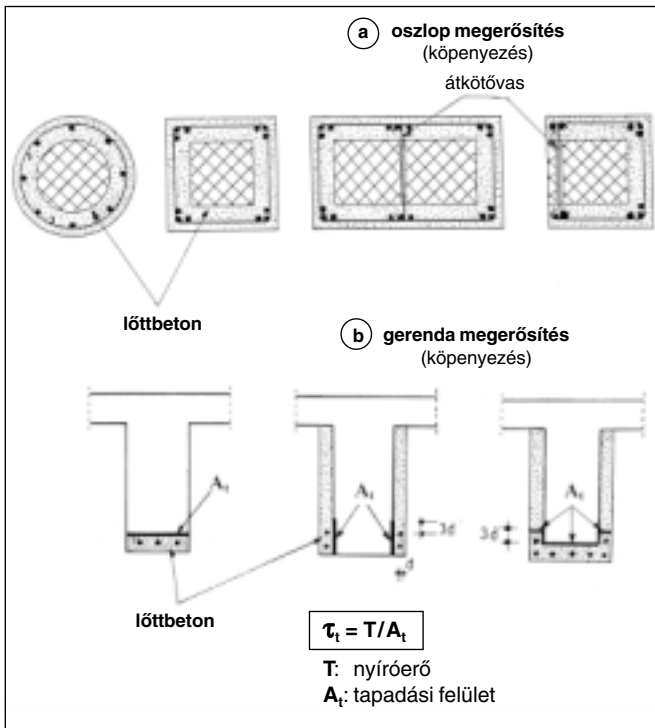
A magas- és a mélyépítés **hagyományos** szerkezeti megoldásait nem mutatjuk be, hanem csak a szakirodalomra utalunk: [4]–[7], [10]–[14], [18]–[20], [23]. A felsoroltak beton, vasbeton, feszített vasbeton, téglakő, fa anyagú szerkezetek hagyományos megerősítését teljes alapossgal tárgyalják.

Fastabend [9] az alaptest szélesítését **feszítés** segítségével javasolja végrehajtani (1. ábra).

A 2. ábrán támfal megerősítésekkel foglalkozunk. A megoldások többsége hagyományosnak mondható, de egy-egy modern utófeszítési eljárás, továbbá a sokféle alakú, kialakítású menetes betonacél és a csapok alkalmazása korszerű tervezést, építést tesz lehetővé (pl. DEHA, HALFEN, HILTI, LENTON, SCHÖCK, SUSPA, WAYSS&FREYTAG stb.). Gyakran van igény arra, hogy utólag konzolt hozzunk létre oszlopvégen. A 3. ábrán *Fastabend* [9] megerősítési javaslata látható: rögzítés **feszítéssel**.



3. ábra: Konzolkialakítás utólag



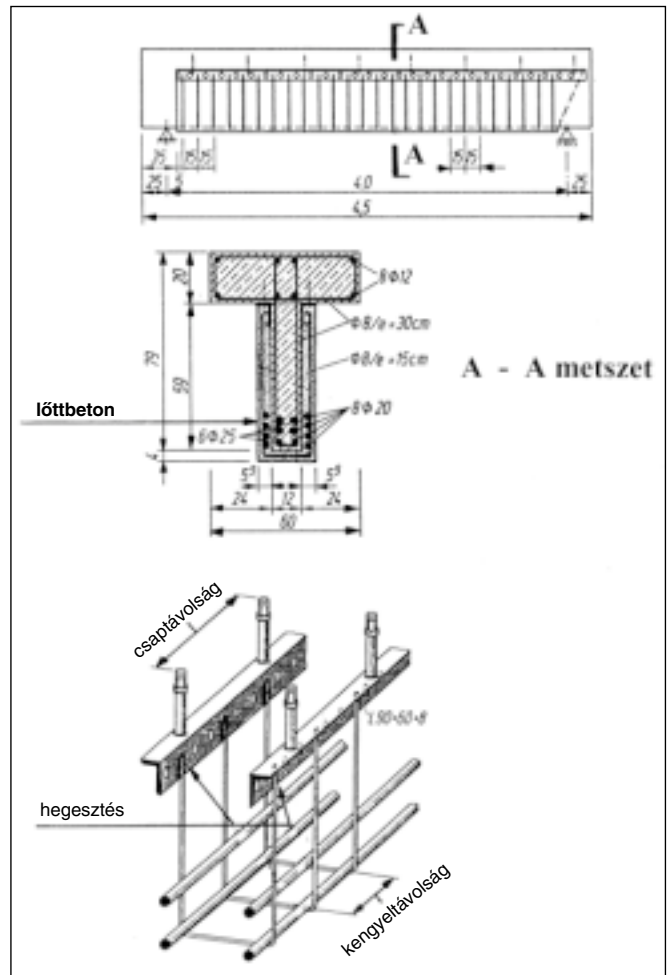
4. ábra: Megerősítés lőttbetonnal

A legrégebbi megerősítő eljárások egyike a **lőttbeton** (lövellt beton) torkrét beton felhordása a régi szerkezetre, így ennek részleteit nem tárgyaljuk. Ismeretes, hogy az aprószemű betont nagy nyomással, jól előkészített szilárd felületre lövik, s a keverék az ütközés hatására tömören feltapad a felületre. A lőttbeton eljárás magában foglalja új erősítő vasalás beépítését is. A 4. ábrán bejelölt A_t tapadási felület segítségével megállapítható az a τ_t tapadási feszültség, mely vasalás nélkül felvehető (Hartl [15]).

Eibl és Bachmann [8]-tól lőttbetonnal végrehajtott gerendamegerősítés szerkezeti részleteit vettük át (5. ábra). Az L-acélokhoz hegesztett kengyelszárakban fellépő függőleges erőket csapok (pl. HILTI) viszik át a felső övbe (felfüggesztés). A cikk a lőttbetonos megerősítésekre vonatkozóan kísérleti eredményeket, továbbá számítási eljárásokat is közöl (gerendák, oszlopok).

A 6. ábrán látható megerősítést felragasztott **acéllemezekkel** alakították ki (Jones és társai [16], Speidel [22]). A betonfelületnek teljesen síknak kell lennie, és az acéllemezek felragasztása előtt a betonfelületet és az acélszalagokat is homokszórással elő kell készíteni. A ragasztóanyag műanyag alapú. A ragasztott erősítőlemez végeinél általában egy-egy acél rögzítőelem is van (pl. HILTI csap).

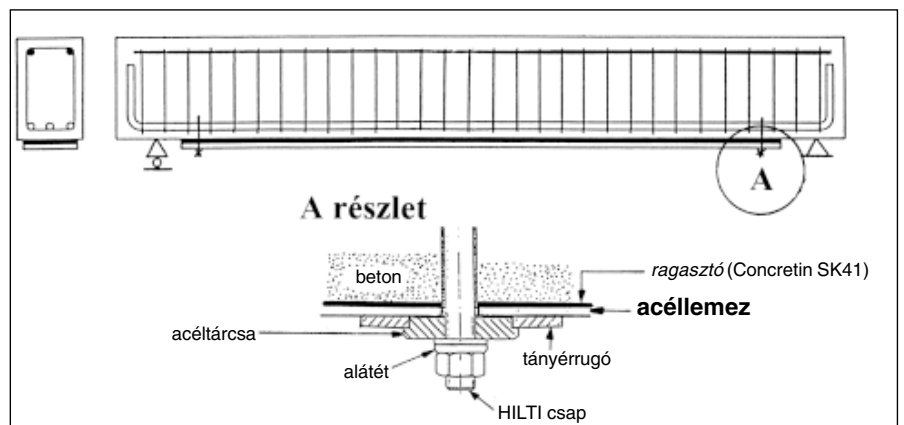
Rámutatunk arra, hogy a felragasztott acéllemezekkel való megerősítés fő hátránya az, hogy az acéllemez és a ragasztóréteg közötti tapadás az idő függvényében romlik, ha az acéllemez korrodál. Emellett az acéllemezes erősítés olyan állványzatot igényel, amely FRP-anyagú megerősítéseknel elmaradhat. Ragasztott vasalással akár konzolt is megerősíthetünk (7. ábra) (Wicke [24]). A hagyományos erő-



5. ábra: Gerenda megerősítése lőttbetonnal, a vasalás kialakítása

sítő vasalást kivésett hornyokba ragasztják. A II. részben olyan konzol-megerősítést mutattunk be, amelyet **CFRP**-szalagokkal alakítottak ki (II. rész 16. ábra). A **szénszál** erősítésű polimerből készült **CFRP** (=CFK) szalagokkal kapcsolatos megerősítésekkel foglalkoztunk a II. részben bemutatott 15., 16. ábra kapcsán. A szénszál megerősítés kiviteli technikáját, munkafázisait részletesen tárgyalja Balázs (I. [5] az I. részben).

A leghatékonyabb és leggyakrabban használt szál-erősítésű polimer betéteket (FRP) **szénszállal** alakítják ki: megerősítés **CFRP** anyagú betétekkel. Nem mindegy azonban, hogy a CFRP szalagokat milyen módon rögzítjük a megerősítendő szerkezethez. Kétféle rögzítési módszert ismerünk:



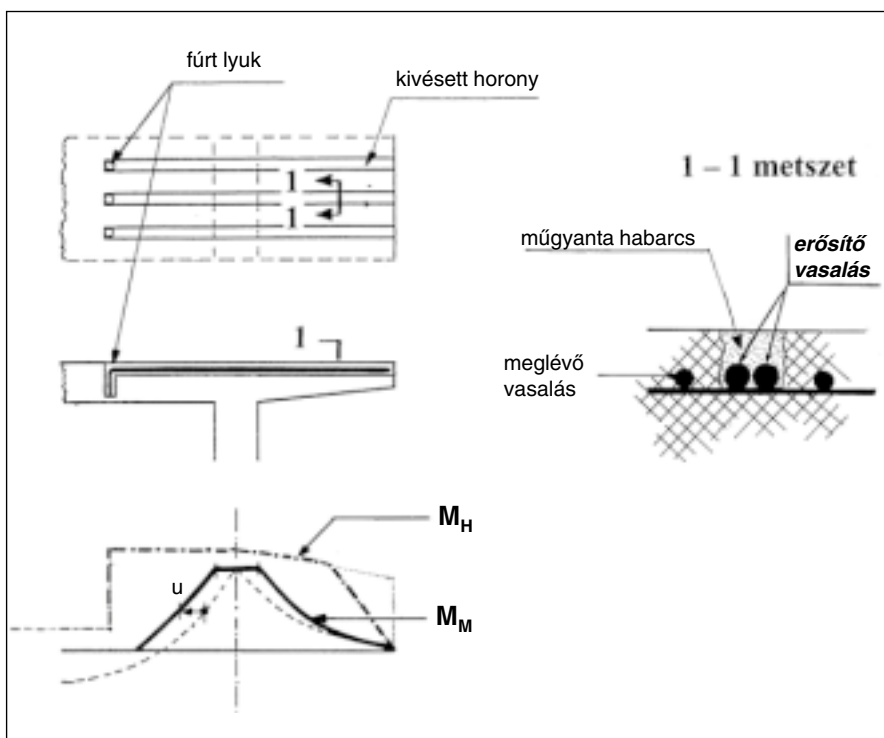
6. ábra: Vasbeton gerenda megerősítése ragasztott acéllemezekkel

**a) felületre felragasztás,
b) horonyba, résbe beragasztás.**

Többek régebbi hasonló eredményei mellett most a legújabbakat tesszük közzé (8. ábra [17]). Megállapítható, hogy a **horonyba beragasztott** CFRP szalagok teherhordó viselkedése jóval kedvezőbb, mint a felületre felragasztottaké. Ugyanakkor gondolnunk kell arra is, hogy ha a betonfedés nem éri el a 25 mm-t, akkor a **b)** eset nem kivitelezhető.

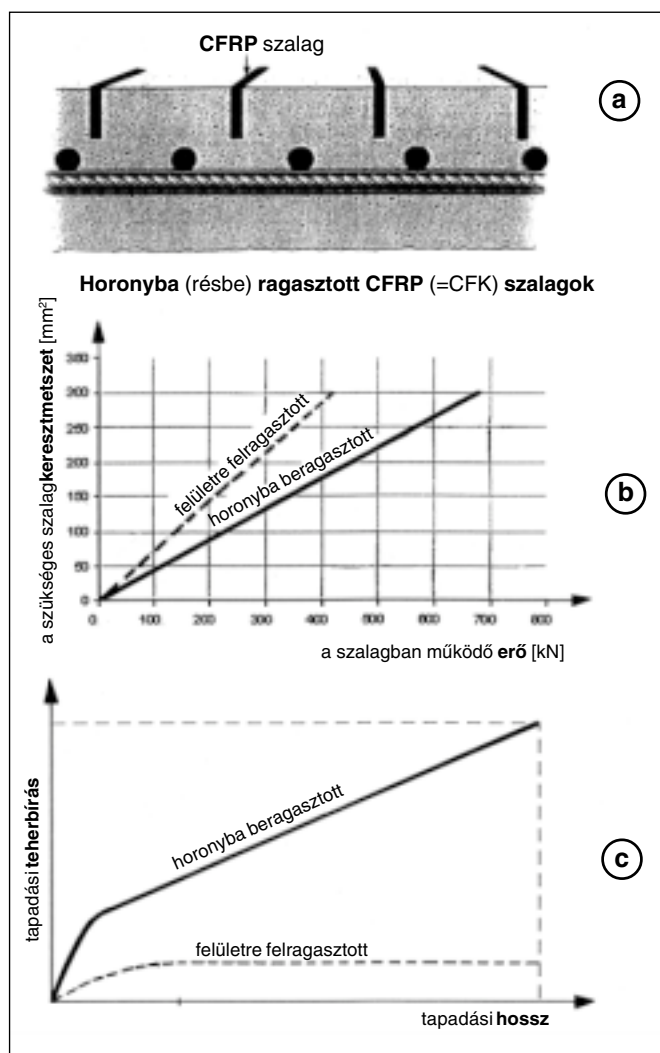
Gerendák és oszlopok megerősítésének korszerű eseteit vázoltuk fel a 9. ábrán.

A szálerősítésű polimer betéteket (FRP) szerkezetek **utófesztésére** is fel lehet használni (Bergmeister [1], Onken és társai [21]). Ez a feszítési eljárás persze különleges a feszítőacéloknál ismertekhez képest. Az **S&P feszítési rendszer** szerkezeti részletei láthatók Onken és társai [21]) nyomán a 10. ábrán. Bergmeister [3] **nyírásra** berepedt vasbeton gerendák **CFRP (CFK)**

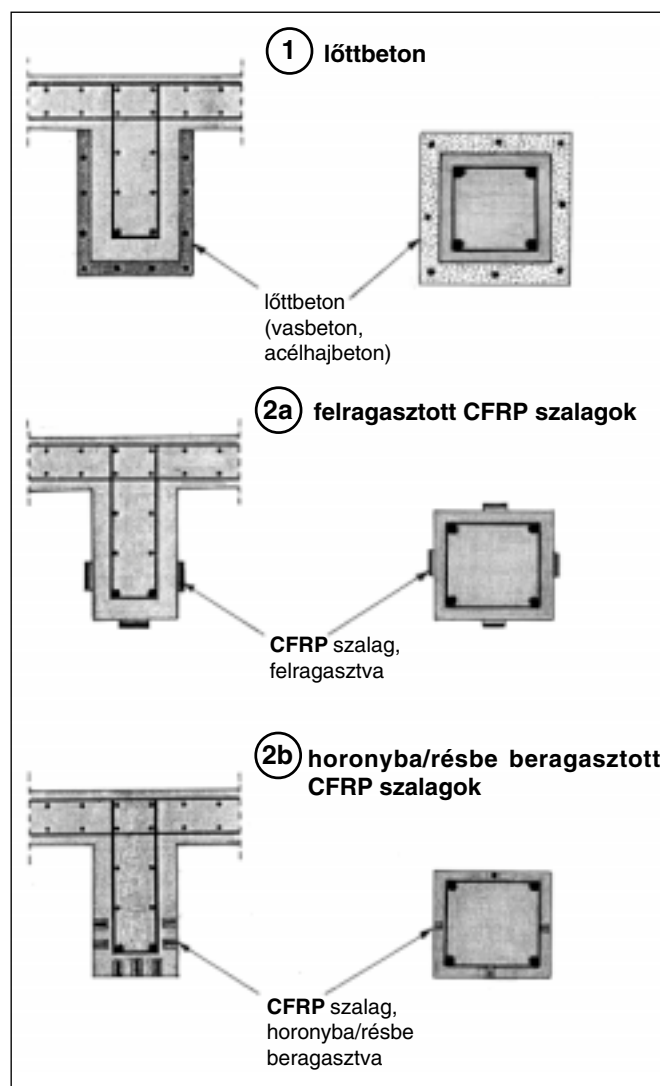


7. ábra: Konzol megerősítése ragasztott vasalással

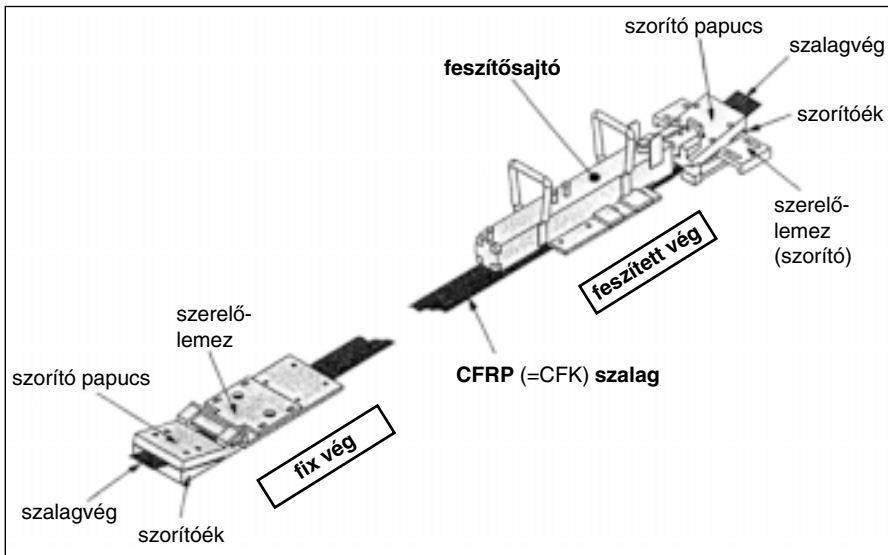
szalagos megerősítésére dolgozott ki számítási eljárást. Ennek néhány részletét tüntettük fel a 11. ábrán.



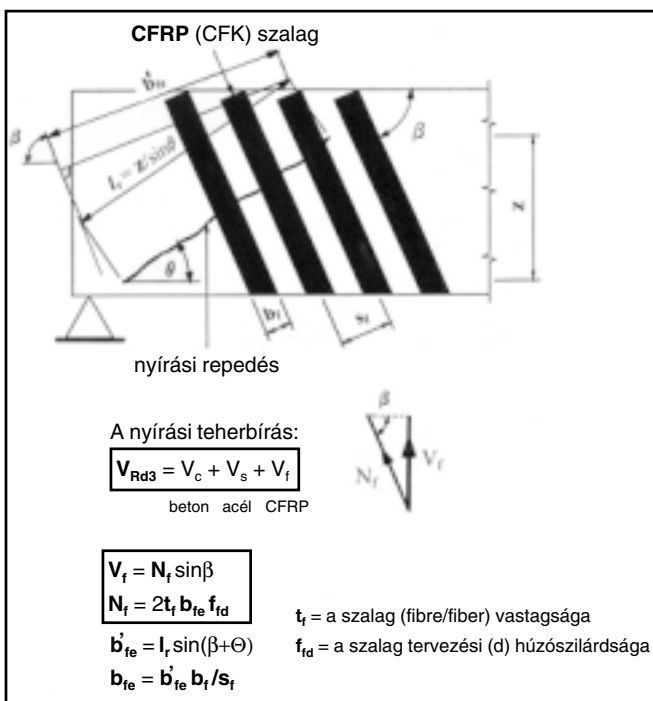
8. ábra: A szénzál erősítésű polimer (CFRP) szalagok ragasztási rögzítésének esetei



9. ábra: Gerendák és oszlopok megerősítése



10. ábra: Az S&P feszítési rendszer vázlatos ábrázolása



11. ábra: Nyírásra berepedt vasbeton gerenda megerősítése szálerősítésű szalagokkal

Irodalom

- [1] Bergmeister, K.: Verstärkung mit Kohlenstoffasern. Teil 1: Verstärkung von Biegeträgern. Beton- und Stahlbetonbau Spezial, Juli 2005, 62–68.
- [2] Bergmeister, K.: Verstärkung mit Kohlenstoffasern. Teil 2: Verstärkung von Stützen Beton- und Stahlbetonbau Spezial, Juli 2005, 69–73.
- [3] Bergmeister, K.: Schubverstärkung von Betonbalken. Beton- und Stahlbetonbau, 2001/5, 393–394.
- [4] Bohn, I. – Bognár, L. – Szörényi, J.: Régi épületek talajmechanikai és alapozási vizsgálata. TS-FÉ-3, TTI, Budapest, 1987
- [5] Dulácska, E. – Burián, Z. – Nemestóthy, É. – W. Arató, A.: Épületvédelem az alagútépítés káros hatásai ellen. Műszaki Könyvkiadó-ÉTK, Budapest, 1982
- [6] Dulácska, E.: Falazott és betonszerkezetek vizsgálata és megerősítése. Magyar Építőipar, 1983/6, 340–344.
- [7] Dulácska, E. – Dulácska, Zs.: A Bp., V. Belgrád rakpart 3–4. sz. épület törésnek indult utcai falazott pillérenek cseréje. Magyar Építőipar, 2003/1–2, 42–53.
- [8] Eibl, J. – Bachmann, H: Nachtträgliche Verstärkung von Stahlbetonbauteilen mit Spritzbeton. Beton- und Stahlbetonbau, 1990/1, 1–4.
- [9] Fastabend, M.: Vorspannung bei Verstärkungen im Hochbau. Beton- und Stahlbetonbau, 1994/12, 326–331.
- [10] Fábrián, P.: Épületszerkezetek helyreállítása egyedi megoldásokkal. BVTV, Budapest, 1974
- [11] Gilyén, J.: Régi épületek tartószerkezete; Értékelés, megerősítés, átalakítás; BME, Budapest, 1991
- [12] Gilyén, J. – Horváth, Z. K. – Iványi, J. – Kovács, B. – Polgár, L. – Tóth, L. – Zámbo, E.: Tapasztalatok és ajánlások tartószerkezetek tervezőinek és építőinek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1998
- [13] Gilyén, J. – Gilyén, N.: Régi épületek szerkezetei (diagnosztika, javítás, megerősítés). I. Magyar Építőipar, 2003/1–2, 34–41.
- [14] Gilyén, J. – Gilyén, N.: Régi épületek szerkezetei (diagnosztika, javítás, megerősítés). II. Magyar Építőipar, 2003/11–12, 312–321.
- [15] Hartl, G.: Zur Frage des Zusammenwirkens zwischen Altbeton und Spritzmörtel bzw. Spritzbeton zur Instandsetzung und Bauteilverstärkung. Symposium für Bauteilverstärkung (Concretin GmbH), Wien, 1992
- [16] Jones, R. – Swamy, R. N. – Charif, A.: Plate separation and anchorage of reinforced concrete beams strengthened by epoxy-bonded steel plates. The Structural Engineer, 1988/5, 85–94.
- [17] Knöfel, R.: Weiterentwicklung der Bauwerksverstärkung mit CFK-Lamellen. Beton- und Stahlbetonbau Spezial, Juli 2005, A9–A11.
- [18] Korda, J. – Szécsi, L. – W. Arató, A.: Födémek megerősítése és cseréje. TS-FÉ-7, TTI, Budapest, 1988
- [19] Mentésné Zöldy, S.: Tartószerkezetek hibái. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979
- [20] Mohácsy, L.: Tartószerkezetek átalakítása. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978
- [21] Onken, P. – Berg, W. – Grunewald, D.: Verstärkung mit vorgespannten S&P CFK-Lamellen. Beton- und Stahlbetonbau Spezial, Juli 2005, A30–A31.
- [22] Speidel, S.-R.: Verstärken von Betonbauteilen durch Aufkleben von Stahllaschen. Bautechnik, 1992/8, 402–408.
- [23] Urbán, I.: A műemléki restaurálás statikai vizsgálati és tervezési módszerei. BME, Budapest, 1983
- [24] Wicke, M.: Verstärken von Betonkonstruktionen. Symposium für Bauteilverstärkung (Concretin GmbH), Wien, 1992

Teljesítményelvű?

Dr. Rigó Mihály¹

A magyar nyelv gyönyörű, de sajnos büntetlenül lehet gyötörni. Korábban írtam a fenntartási fogalmak káoszáról – de eredménytelenül. Nemhogy fogynának a homályos fogalmak, hanem szaporodnak. A fizika egyszerűen és mindenki számára érthetően meghatározza a teljesítmény fogalmát. Leegyszerűsítve: időegység alatt végzett munka. Ezek után megjelenik a nagy teljesítményű aszfalt, a teljesítmény elvű út fogalma. Időegység alatt munkát végez az aszfalt vagy az út? A kár kettős: tönkretesszük a fizika egyik jól meghatározott fogalmát, másrészt egy „lágý” fogalommal szaporítjuk a fenntartási fogalom-rendszer káoszt.

Mi a gond?

Nincs tartóssága az útépitési munkáknak, nem tart semmeddig a friss munka. „... az utolsó években jelentős mértékben jelentek meg korai hibák az új építésű aszfaltburkolatokon.” „A hazai útépitési és fenntartási munkák elterjedten tapasztalt, az előzetesen elvárnál korábban bekövetkező minőségromlása szükségessé teszi a hazánkban jelenleg alkalmazott közúti minőség-ellenőrzési, illetve minőség-felügyeleti rendszer vizsgálatát, majd újragondolását.” „Miért készültek 15-20 évvel ezelőtt hosszabb élettartamú burkolatok, mint napjainkban?”

De majd mindent megold a teljesítmény-elvűség, mondják. Hogyan is szólnak az új „definíciók”? Mit jelent az például, hogy „az építési termékek teljesítmény-elvű képességeinek meghatározása, számonkérése”? Teljesítményelvű képesség? Vagy: „a használati jellemzőkre irányuló teljesítményi (performance) tulajdonság”? Vannak performance és nem performance tulajdonságok? Érdekes áthallásai lehetnek „a követelménycsoport valamilyen szintű kielégítését lehet teljesítőképeségként értelmezni” meghatározásnak. Más: „Az útburkolatokkal szemben támasztott gazdaságossági, biztonsági és kényelmi követelmények összességének kielégítési mértékét nevezik a burkolat teljesítményének (teljesítőképeségének).” Egy-mással össze nem mérhető dolgoknak mi az összessége és mi ennek a kielégítési mértéke? Kissé világosabb mondat: „A teljesítményelv mára elérte az útépitést is. Új nagy projektek műszaki paramétereiben végre nem előírt összetételekkel ill. anyagokkal, hanem elérendő mechanikai és forgalombiztonsági paraméterekkel találkozunk.” Itt egy adatcsoport helyett egy másik adatcsoport megadásának az igényéről van szó, de ennek megint semmi köze a teljesítményhez. „A nagy modulusú aszfaltbeton ... a 80-as években született azzal a céllal, hogy a hagyományos aszfaltbetonokénál nagyobb teljesítményű keverékek álljanak ren-

delkezésre. A fő gondolat az volt, hogy a kellően nagy teljesítmény következtében vagy hosszabb élettartamot lehessen elérni, vagy az útburkolat tervezési vastagságát lehessen csökkenteni.” Ez a mondat arról informál, hogy vannak az eddigieknél strapabíróbb, új aszfaltok.

A minőség helyett performance, de miért?

Az általános szótár szerint:

- Performer: előadó, előadóművész, színész, azaz aki tesz, aki csinál valamit.
- A to perform a teljesítés, a megtevés, a szereplés, a véghezvitel, a végrehajtás, az eljátszás, az előadás, azaz a tevés, a csinálás.
- A performance pedig az előadás, a mutató, a teljesítés, az eredmény, a teljesítmény, a minőség azaz ami létrejött az előbbiek segítségével. Egy színésztől gyakran írják kritikuskai, hogy ilyen olyan teljesítményt nyújtott. De nyilván nem azt értékeli ilyenkor, hogy a főszerepet két óra helyett fél óra alatt mondta el, hanem egyéb, átvitt értelemben. Ha negyed idő alatt adná elő a főszerepet, a kritikusok nem írnának jó teljesítményről, hanem hadarásról.

Ilyen közelítésben a mi performereink a kivitelezők, a mi színházi előadásunk az útépités, a performance pedig ennek a végeredménye, az út. Egy színházi előadáshoz mindenben hasonlóan ez a termék (az út) lehet ilyen is, meg olyan is, sikerülhet jól is és rosszul is. A szótár szerint a performance jelentheti a minőséget is, és a teljesítményt is. Szerencsétlen lenne a kettő közül csak azért is a teljesítményt választani. A milyenséget próbálják leírni a performance indicatorral, ahol az indikátor csak mutatót jelent. A műszaki szótárban van egy fogalom, amely megengedi az előbbiek szerinti értelmezést, fordítást. Ugyanis a performance criteiron = jósági feltétel. Nem érv az, hogy ha az angol nyelv használja a performance kifejezést, akkor mi is használjuk. Nyugodtan álljunk vissza a performance = minőségre, és azonnal nem kell a performance sem és ennek a teljesítményként való fordítása sem.

Az útszakasz jellemzői, mutatói és azok konkrét értékei

A színházi előadást, a terméket, azaz az útszakaszt akarjuk számokkal leírni. Az útszakasznak vannak különféle jellemzői. Van szélessége, átlagos nyomvályú mélysége, egyenetlenség értéke, csúszó súrlódása, az út rétegeinek különféle anyagjellemzői, mint pl. a rétegek rugalmassági modulusai, keréknyomképződéssel szembeni ellenállás, vízerzékenység, fáradással szembeni ellenállás stb.

Ezek után az útszakasz állapotát a szakaszjellemzők konkrét értékeivel adjuk meg. Ha tudományoskodni

¹ Okl. építőmérnök, területi főmérnök, Magyar Közút Kht. Csongrád Megyei Területi Igazgatósága

akarunk, akkor azt is lehet, hiszen egy útszakasz n-tulajdonságú, n-jellemzőjű, ahol minden jellemzőnek van egy konkrét értéke. Az „N” db rendezett szám matematikailag egy n-dimenziós vektor, amelyhez az n-dimenziós térben hozzárendelhető egy pont. Egy útszakaszhoz egy pontot. Bármit csinálunk az útszakasszal, a hozzá tartozó pont elmozdul, mivel az állapotjellemzők konkrét értékei részben vagy egészben megváltoznak. Fenntartási beavatkozásaink matematikailag vektor transzformációk.

Az út minősége

A minőség fogalmát sikerült lejáratnunk. Szégyelljük a sok ISO minőségtanúsítási „rendszer” (maga is eufémia) átadási ünnepség után a sok rossz utat, sőt magát a minőség fogalmát is? De nem a fogalom tehet róla, tehát nem eldobni kellene, hanem megtisztítani, visszahelyezni.

Nálunk ... „más országokban is irigyelt rendszer él az útügyi minőség szabályozás és minőség-ellenőrzés területén.” Lehet, hogy nálunk a minősítési rendszer a jobb, ott meg az út. Ha választani lehet a jó út – rossz minőségbiztosítás és a rossz út – kiváló minőségbiztosítás kombinációk között, akkor én az elsőre szavaznék.

„Minek vizsgáljuk agyon az útjainkat, ha nem csökkennek a garanciális hibák ... ? „Minek szerzünk mérhetetlenül sok információt az anyagról, ha nem jutunk az anyagra vonatkozó új következtetésekre ... ?”

Az útszakasz állapotát rossznak ítélve állapotjavítást kérünk, mely után az állapotjellemzők közül a fontosnak tartott állapotjellemzők konkrét értékei megjavulnak. Ha ez a javulás tartós, akkor a beavatkozás jó minőségű volt. A romlási folyamat során is ugyanez a helyzet. Hiszen az útszakasz állapotjellemzőinek konkrét értékei az idő folyamán változnak, romlanak. Szeretnénk például azt, hogyha az eddig egyenetlen útburkolat kisimulna, és húsz évig sima is maradna. Azaz van egy rossz, egy magas értékű IRI adatunk. Olyan beavatkozást kérünk, amely után 15 évig az IRI értéke jóval kisebb lesz, konkrétan: sőt nem emelkedik egy meghatározott határérték fölé. Az embert is csak nagyon sok számmal tudjuk leírni. De még a vérünket is. A vérvétel után az orvos kiolvassa azt, hogy mi a baj, melyik vérjellemezőnk tér el a jónak tartottól. Ezek után a magas vérnyomású beteg olyan orvost keres, aki el tudja érni azt, hogy a vérnyomása ne menjen egy megadott érték fölé. De nem mindegy, hogy az út mennyire „rossz”, azaz milyen értékről kell a vérnyomást leszorítani a normálhoz közelire, mekkora változást kell elérni. Az sem mindegy, hogy a határérték mekkora.

Tehát:

- beavatkozás előtti állapot (a beavatkozás előtti állapotjellemzőkkel és azok konkrét értékeivel),
- útfenntartási, jobbítási beavatkozás,
- konkrét értékek megjavulása, egy új állapot előállása a munka végén, a mű elkészültének pillanatában,
- az idő haladtával a konkrét értékek nagyon lassú romlása úgy, hogy egy megadottnál rosszabb ne

legyen, „az állapotértékek egy határértéknél” rosszabbak az előírt időszak végén se legyenek.

A minőség = jó út, sokáig.

Az elvárt szint pedig nem más, mint az útjellemzők, az állapotjellemzők olyan konkrét értéke, amelynél az utat jónak tartjuk. A különböző állapotparaméterek egy-egy határértékét lehet egy szerződésben egy megadott időszakra rögzíteni. Tehát a szerződés tárgya: egy időszak (10, 20, 30 év) és a hozzá kapcsolt küszöbérték halmaz. A küszöbértékek halmazát nevezhetnénk „alapvető követelménycsoport”-nak, még rövidebben: követelménynek. Végül: időszak és követelmény, de nem több. Kár, hogy érthető?

A soktényezős minőség

A színpadi előadáshoz mindenben hasonlóan az útépítés is és az útfenntartás is sokszereplős, ezért a siker is, a bukás is közös ügyünk. Néhány színpadi szereplőt, nem fontossági sorrendben, megszólítok, de nem biztos az, hogy valamennyit megtaláltam. Szaktársaim valószínűleg folytatni tudják a felsoroltakat.

1. Szabályzataink, műszaki előírásaink

„Az érvényben lévő „Útépítési aszfaltkeverékek és útpálya-szerkezeti rétegek” című ÚT 2-3.301:2002 sz. útügyi műszaki előírás, a szakma „aszfalto szabványa” már életbelépésének pillanatában sok vitát váltott ki.” „A problémák között szerepelnek a mindennapi munkát zavaró, ill. hátráltató jellegűek (pl. az említett műszaki előírás 20 évvel ezelőtti, zömében már érvénytelen vizsgálati szabványokra való kötelező hivatkozásai)...”

„... a szabványosítás európai egységesítésében (a CEN szabványok hazai adaptálása, bevezetése) szakmánk olyan lemaradásban van, hogy szinte elmúlt a 24. óra is.”

„Alapvető problémája a pályaszerkezet-tervezési előírásnak, hogy igen széles forgalmi kategóriákra vonatkozóan adja meg szerkezeteit (egy kategória határpontjai között háromszoros különbség is látható), így a számos tönkrement pályaszerkezettel párhuzamosan óhatatlanul is tapasztalhatunk feleslegesen túlméretezett szerkezeteket. Gondoljunk bele, mi történne akkor, ha minden egyes irodaház, vagy éppen híd terveit mechanikai méretezés nélkül, ... terveznénk meg.” A lényeg: „... a feladat meghatározása nem a típus-pályaszerkezeteknek megfelelő anyagok alkalmazásait írja elő, pusztán definiálja a kielégítendő paraméterek listáját.” Nagyon lényeges, hogy az M5-ön francia szabvány szerinti aszfaltok, mint a Colbase, épültek be. Nem kritika ez?

2. A rendszer-független, örökös pénztelenség

Az útfenntartás egyik kormánytól sem kapott elegendő forrást. Úgy látszik, hogy a pénztelenség rendszer-független. Ha a szervezet évtizedek óta arra kényszerül, hogy semmit vagy a minimumot fordítsa az utakra, akkor ez sem lehet a megyei közúti szolgálat hibája. Ha a pénz felületi bevonatra és víztelenítésre is kevés, akkor valóban nagy

bűnünk lehet az, hogy nem használunk nagymodulusú aszfaltokat, korszerű technológiákat? Pedig a szívünk nagyon fáj!

3. A közbeszerzés

Ha tavasszal tudjuk meg az utakra fordítható éves keretet, majd egész nyáron közbeszerzünk, akkor nem marad más hátra, mint imákat mondunk azért, hogy Erzsébetkor ne essen a hó. Régen szeptember vége után nem lehetett utat építeni. Ma az Útinform a decemberi útépítéseket úgy sorolja, mintha építési főidény lenne. Lehet, hogy a globális felmelegedés segít rajtunk? Hányszor javasoltuk a felújítási munkák közbeszerzésének egyszerűsítését, rövidítését, amely mind a kivitelező, mind az ajánlatkérő munkáját egyszerűsítene. Rutinszerűen végzett, évente sokszor ismétlődő, kevés szakmát foglalkoztató fenntartási munkákat másként kell kiírni, mint az operaház emberöltőnként egyszer előforduló építését, ahol szakmák százai egyedi megoldáson fáradoznak.

4. A finanszírozási ciklus

Nem a megyei közúti szolgálat találta ki az éves finanszírozási ciklust. Mi többször kértük a több éves tervezés lehetőségét. Azóta megvalósult egyfajta több éves finanszírozási ciklus, csak nem a várt. Inkább eladósodásnak lehetne magyarul mondani azt, hogy az idej munkát talán jövőre vagy még később fizetjük ki, az egységárat növelve. Végül: minden trükk után egyre kevesebb jut az utakra. A HDM kiváló lenne az egy és a több éves finanszírozási ciklus különbségeit bemutatni.

5. Öntanúsítási rendszer a kivitelezőknél

„Sanyarú sorsot jelentett a laboratóriumoknak, hogy a technológusok és a laboránsok közvetlenül a helyi operatív vezetők alá tartoztak, így prémiumuk, fizetésük, munkahelyük ki volt szolgáltatva az operatív vezetőknek, ami nem kedvezett a minőségtanúsítás objektivitásának. Mindez a rendszerváltás első éveiben tovább romlott.” Tehát: laboratóriumok, ahol a dolgozók fizetése, jutalma az általuk minősített cégtől függ. Több tonna papír igazolja nekünk azt, hogy az a „lila” anyag, ami a finiserből kijön, az a világ legnagyobb anyag.

6. Szintén rendszeremleges a tudomány és a kutatás véleményének a mellőzése

7. Összehangolatlanság, a közös felelősség megosztatlansága

„Az is egyre nyilvánvalóbb, hogy ... a minőség védelmét az útépítő-ipar résztvevőinek összehangolt, együttes cselekvése biztosíthatja csak, „... a megrendelők és a kivitelezők közösen alakítsák ki álláspontjukat a közös cél érdekében.” „... miként oszlik meg a felelősség az építkezés kivitelezésénél.” „... lehet közösen kutatni a keverékek anyagtulajdonságait befolyásoló tényezőket, a keveréktervezési eljárásokat, az anyagjellemzők megbízható meghatározásának lehetőségeit, a méretezés egyre pontosabb eszközeit és eljárásait. Az így adódó eredményeket azután már külön-külön, az

érdekek mentén lehet optimalizálásra felhasználni ...” Nagyszerű gondolat, de van még vevői, beruházói érdekképviselet?

8. Konkurencia(?)

„Fokozódik a konkurencia és a költségek csökkentésének kényszere. Mindenki tudja, hogy e kényszer nem tesz jót a minőségnek. A negatív hatások megakadályozására erélyes intézkedéseket kell tenni.” Ha a vállalkozók közötti konkurencia kényszerhez vezet, ami rossz a minőségnek, akkor a vállalkozók közötti konkurencia árt a minőségnek. A versenyhivatali közleményeket hallva konkrét jelentése van az „erélyes intézkedés”-nek. „A szakma szereplői között természetes érdeklődéskülönbségek vannak, így más az érdeke a vevői szerepkörben lévőknek, mint a szállítói szerepkörben lévőknek, a szállítók között konkurencia-ellentétek vannak.” „A globalizáció és a monopolizálódás feszültségeket keltett az iparágban, főleg a megrendelői oldalon. A fent leírt folyamatok a verseny ellen hatottak, így a várt versenyhelyzet nem alakult ki az elképzelt mértékben. Például a bitumenellátásban megmaradt a MOL monopóliuma, szemben a külföldi helyzettel. ...Vagy például Németországban az útépítési kivitelező társaságok száma ezres nagyságrendű, míg Magyarországon közvetlenül az átalakulások után még a húszat is alig érte el.”

9. A gyengébb minőség kivitelezője is a pályán marad

„A második és a harmadik vonalban olyan kivitelezők is szerephez jutottak, amelyek nem minden vonatkozásban voltak felkészülve a vállalt feladatokra.” Nagyon nagy baj! Az első vonalbeliek mindig a csúcson voltak? Melyik közbeszerzési eljárásban volt kizáró ok a korábbi rossz teljesítés?

10. A sokadik alvállalkozó

Ha a munkát az első vonalbeli cég nyeri, rögtön leosztja azt külön haszonért az alvállalkozóknak. Azok ugyanezért teszik tovább ugyanezt. Ki tudja, hogy a végén ki csinál meg valamit. Az utolsó, az 5. vagy a 6. szint talán már fizet azért, hogy dolgozhasson. A sokszintű alvállalkozói rendszer segíti a jó minőségű munkát?

11. Privatizáció

Egyesek szerint minél előbb el kell jutni oda, hogy még az útépítés megrendelője is magáncég legyen. Most a „magán kivitelező – állami megrendelő” szakaszban járhatunk. Az állam pedig mindenképp vonuljon ki – tartják.

12. Technológiai irányzatok

„... Nyugat-Európában az aszfaltburkolatok plasztikus alakváltozása a hetvenes évek közepén jelentkezett először ... Ez akkor olyan mértékben sokkolta az illetékeseket, hogy rekonstrukciós programjuk keretében teljes aszfalt pályaszerkezeteket építettek át azzal az igénnyel, hogy annak minden rétege deformáció-ellenállóbb legyen. ... Hazánkban ezzel szemben éppen a hetvenes évek végén ezzel ellentétes technológiai irányzat, a repedésképződés elleni küzdelem vált uralkodóvá.

... nem ritkán a megrendelők kifejezett kívánságára ... „Ha így volt, vállaljuk és valljuk be a hibás döntést a megrendelői oldalról! Ezután pedig ne menjünk a nemzetközi tendenciákkal szemben! „Európában Franciaország jutott legmesszebbre ...” „... az ún. nagy modulusú aszfaltokat ... Franciaországban fejlesztették ki ...” „Franciaországban kb. 20 éve nem foglalkoznak Marshall-vizsgálatokkal.” „... érdemes lehet a francia előírások néhány kedvező elemének átvételét megcélozni úgy, hogy eközben nem kell letérni a Marshall-eljárás szerinti tervezésről” A német vagy a francia aszfalttechnológia hívei nyerne? Az itteni két szekértábor mielőbbi kiegyezése nagyot lendítene az ügyön.

13. A kamionterhelés

Ha az USA-ban „felépítették a kapitalizmust” 82 kN-os egység tengellyel, akkor minek kell méregdrága utakat építeni a 100, a 115 majd a 130 kN-os miatt?

14. A bitumen

Volt a nagylengyeli bitumen, majd jött a szovjet. Mindenki tudta, érezte a törést, a minőségromlást. Akkor ezt szó nélkül kellett tudomásul vennünk. De ma? „Megvizsgáltunk ötfajta általánosan alkalmazott bitumént. A vizsgált öt bitumen a vizsgálati tűréseket is figyelembe véve megfelel a jelenlegi szabvány előírásainak. Megmértük azt is, hogy ezek a bitumenek hogyan teljesítik az SHRP követelményeket. Ha ellenőrizzük az eredményeket, abból az az első következtetés adódik, hogy a vizsgált öt bitumen egyike sem felel meg az SHRP előírásainak. ... Az SHRP követelmények szerint vizsgálva hazai útépítési bitumenjeinket, az látszik, hogy ezek a bitumenek melegviselkedés szempontjából megfelelnek, a hidegviselkedés, illetve a várható élettartam oldaláról nem megfelelőek.” Ez a magállapítás 1998-as. Azóta – sajnos – minden megy tovább. „... mindenkinek el kell gondolkodnia a MOL monopolhelyzetének szükségességén.” „Az utóbbi években az egyenetlen és helyjel-közzel nem kellően vizsgált minőségű módifikált bitumenek alkalmazása sok helyen csak felesleges pazarlás.” „Ha most a viszonylag enyhe követelmények mellé az ehhez képest is ingadozó minőséget is számba vesszük, akkor a hazai módifikált bitumenek előnyös tulajdonságairól több helyen nem győződhattünk meg.” „Ez azt jelenti, hogy ha a hazai aszfaltipar nem tudja a MOL-tól a megfelelő minőségű normál útépítési bitumenek szállítását kikényszeríteni, akkor más megoldást kell keresni, ...”

Egy MOL-os reakció: „Ezért javasolom, tisztelt laboros kollégák, óvatosabban fogalmazzuk meg véleményünket, amikor egy több évtizedes múlttal rendelkező gyártó bitumenjeit megkérdőjelezzük. ... a közetanyag kiválasztásának fontos szerepet kell tulajdonítani” Erről nem is beszélve!

Az M5 autópályán: „A kopórétegben keletkező termikus repedések, amelyek a kötőanyag nem kielégítő tulajdonságai (korlátozott relaxációs képes-

ség) miatt keletkeztek.” Érdekes lenne tudni, hogy az állami minőség-ellenőrzés milyen intézkedéseket tett a hasonló esetek miatt, és azoknak mi lett a következménye.

„A kivitelezés megkezdése előtt számos nehézséget kellett leküzdenünk. A kissé megváltoztatott technológiából eredően be kellett szerezni a megfelelő alapanyagokat, ami különösen a kemény bitumenek esetében jelentett problémát.” Mi a helyzet a bitumen kötőképességének csökkenésével? Rangsoroljuk ma ilyen szempont szerint a különféle román, magyar, lengyel, osztrák stb. bitumeneket?

15. Jótállás, szavatosság, garancia, kötelező alkalmaság – mesés „jogintézmények”. Ki tudja, hogy melyik mit jelent? A káosz ehhez képest sarkos rend.

16. „Az ÁKMI Kht. szerepét erősíteni kell”
Miért és hol van már?

17. Kivitelezői, keverékgyártói technológiai fegyelem
„A kísérleti szakaszokon gyakran meghibásodásokat lehetett észlelni, amelyek okai például a hibás keverék-összeállítás vagy a csekély kötőanyag-tartalom.” Ilyen természetesen csak Németországban és ott is csak a kísérleti szakaszokon fordulhat elő. „Az USA több szövetségi államában SUPERPAVE szerint tervezett, különösen SMA típusú kopórétegeken az utóvizsgálatok a burkolathibák elszaporodását észlelték a SUPERPAVE előtti időkben épített könnyen tömöríthető aszfaltbetonokhoz képest. ... kutatás rámutatott arra, hogy a burkolathibák alapvető oka az aszfaltkeverékek hőmérsékleti szétosztályozódása, amely a keverékek szállítása és beépítése során következik be. ... A finiserből kiterített aszfaltrétegben jelentős felületek mutattak tömörítési hőmérséklet alatti értéket. ... az Amerikai Egyesült Államokban már csak kényszerkeverővel ellátott aszfaltadagoló gép közbeiktatásával engedik meg az aszfaltozást a szövetségi utakon.” Nálunk régi a finiser, kényszerkeverő nincs, az utakon pedig inhomogén hőmérsékletű és inhomogén tömörítettségű, lazább-tömörebb felületrészek vannak egymás mellett mozaikszerűen a vadonutáj felületen, amelyet első osztályú minőségben veszünk át. Ez egy stabil, eleve beépített hiba. Mi kell még? De nincs normális hosszhezagunk sem.

18. Az időbeli egyenetlenség

„... e projektek ... (léte - R. M.) igen érzékeny függvénye a magas politikának. ... Sajnos egyelőre úgy látszik, nem számíthatunk arra, hogy a projektek egyenetlen ütemben fogják követni egymást. Ha a projektek elkészülnek, és újak pillanatnyilag nem indulnak, akkor e hatalmas értékű (gépi - R. M.) beruházástömeg haszon nélkül álldogál, amortizálódgat.” Mit várunk el a kivitelezőtől? „Legyen elegendő szakembere, a „lapátoló brigád”-tól kezdve a bejáratott művezetőkön át a műszaki vezetőig bezárólag.” „... össze lehet verbuválni néhány hónap alatt a munkaerő-piacon néhány száz embert,

de amíg ebből az amorf humánkapacitásból a projekt rangjához illeszkedő szervezet – működőképes, megbízható struktúra – alakítható ki, addig legalább kétszer annyi idő el fog telni, mint amennyi a verbuváláshoz kellett.” „Ha az ország egyik felében egy autópálya építés leáll, és helyette 350 km-rel odébb indul egy hasonló projekt, akkor a régi helyen összeszervezett helyi alvállalkozói és beszállítói kör, jól beállt terjedelmes együttműködő szervezetével együtt, szélnek eresztendő. Az új helyszínen újra kell építeni az egészet, és elkerülhetetlen az új struktúra rutinizódásáig eltelő néhány hónap rosszabb hatásfoka is, a rengeteg váratlan zavar és rögtönzés, feszültség, túlterhelés, mindezek minőségi és költségvonatával együtt.” Az össze nem szokott, a szakmai kultúrától oly távol álló emberek közben termelik nekünk az ún. „első osztályú” utat. Véleményem szerint előbb a jó minőségű embert kell megtalálni, aki majd jó utat csinál. Ha ez nem teljesíthető, akkor megönthetjük salátának a flancos minőségbiztosítási rendszereket.

19. Állandó átszervezés

Az előbbi, az „emberi tényező” a másik oldalon. Évtizedek óta 3-5 évente átszervezik a megyei közúti szervezetet, a megyei útügyi szolgálatot. Az idő és energia nagy részét nem a szakmai munkára koncentrálsák, viszi el. A szakmai kérdések másodlagossá válnak, pedig rengeteg a megoldatlan feladat. Az útfenntartás a korai szocializmusban volt már vállalat. Igazgatóságok eddig kétszer voltunk. Egymegyések legalább háromszor, kétfelvények legalább kétszer voltunk.

20. És a beruházói, a vevői érdek képviselőinek lépései?

Miközben mindezek a dolgok lezajlottak 1–19. között, mit tett a különböző neveken megjelenő állami, vevői, beruházói „minőség-felügyelet” a minőség biztosítása érdekében? Milyen intézkedéseket hoztak például a normális kötőanyag, a tiszta kő érdekében, és mi lett ezek hatása?

21. A rendeletek, szabályzatok lehetővé teszik-e ma napság a beruházói, az adófizetői érdekek hatékony képviselését?

Hogyan kérjük?

Tudjuk, hogy mi a jó út. Azt is tudja mindenki, hogy mit jelent a tartósság. A beruházói, a vevői oldal eddig próbált ennek megfelelő lépéseket tenni.

Tudjuk, hogy a jó halászlé fő titka a jó paprika, a jó hal. Az aszfaltnál mitől lenne másként? Az alapanyag tehát rendkívül fontos. Tartós, jó aszfaltot kérünk, de állítólag nem jól kérünk. Ne azt mondjuk meg, hogy a krémes miből legyen, hanem azt, hogy milyen színű, ízű, élettartamú stb. legyen – szól a kritika.

Pedig egy cukrászdában csak krémet szoktunk kérni, ilyen bonyolultan. Nem kérjük hozzá a porcukor alkalmassági vizsgálatát, nem mondjuk meg a krémes töltelék nyomószilárdságát, folyósságát sem.

Viszont, ha erre a „bonyolult” kérésre nem kapunk finomat, akkor oda többet be nem megyünk, aztán a cukrász vizsgálhatja, tanúsíthatja úgy a saját minőségét, ahogyan akarja.

Ugye hihetetlenül bonyolult így a minőségbiztosítási, tanúsítási rendszer? Nincs egy napra jó krémes, és nincs két hétre jó krémes.

Mivel a cél ugyanaz – a jó és tartós aszfalt –, nem gond az, ha most mechanikai jellemzőket kell megadni az aszfalt összetétele helyett.

Ha eddig a követelmény együttesét „A”-nak nevezzük, az új jellemzők halmazát pedig „B”-nek, akkor nekünk teljesen mindegy, nem okoz gondot az, hogy „A” helyett „B”-t mondjunk.

A kivonulás

Az eddigi szerződések nem teljesítményelvűek – szól a kórus.

Különböző szerződési módok lehetségesek aszerint, hogy a tervezést, a finanszírozást, az építést, az üzemeltetést, a fenntartást ki végzi. A különböző kombinációk betűjelei közismertek (DB, DBM, DBF, DBO, DBFO stb.).

A kivitelező, aki nálunk eddig csak épített, most szerepet kér a fenntartásból is, a kicsi közúti torta egy újabb szeletét szeretné, mint megjelenik: „Az ilyen típusú projektszerződések indokoltságát leginkább az érdekek, kockázatok és költségek harmonikus elosztása indokolja. Gondoljunk bele egyszerűsítve: kevésbé fog az olcsóság (építési költség megtakarítás) kedvéért vacakot tervezettni és építeni a vállalkozó, ha utána mindennek halmozódó hátrányos következményeit is ő fizeti, minthogy az első, mondjuk húsz évben az üzemeltetés, fenntartás, karbantartás, kijavítás is az ő feladata marad.” Ha így szerződünk, akkor itt van/lesz a Kánaán. De hogy is van ez?

Az M5 autópálya esete

1. Létesítésének egyik fázisában sem vettek részt a megyei közúti szervezetek, tehát semmi jót nem tudunk elrontani, megakadályozni. Nem szólhattunk bele elavult kéréseinkkel.
2. Az itteni építési, fenntartási szerződési forma a legkiválóbbnak minősített, mivel az út koncesszióban van, azaz a tervezés, az építés, a fenntartás magánkézben van.
3. Az építők az első vonalban lévők voltak.
4. Az elkészült művön a forgalomtásztó használati díj miatt nagyon sokáig forgalom sem volt.

Mégis az aszfalt rendszeren ugyanazt csinálja, amit másutt is szokott: nyomványúsodik, reped, kátyúsodik. Az M5-öt kátyúzni kell. A sok hézagkiöntés úgy néz ki, mintha a világ összes kigyója erre az aszfaltra jönne napozni. Lehet, hogy nem a szerződésforma a lényeg? A lényegi különbség viszont az, hogy az autópályásoknak van pénze beavatkozni, nekünk pedig nincs.

A beavatkozás tervezés időszaka

Ahogy az aszfalttechnológia, ennek mérés technikája fejlődik, újabb és újabb aszfalt jellemzők fontosságát

ismerik fel, és emiatt újabb és újabb aszfaltok készülnek. Nyilvánvaló az, hogy ezek ára is más. Az is kiderült, hogy ezek az aszfaltok kezdeti tulajdonságaikat különböző ideig tartják meg. Vannak hitványabb és jobb anyagok. Sajnos a jobb anyag általában nem mindig a legolcsóbb.

Először az aszfalt kontra beton burkolat vitára szeretném a figyelmet irányítani, mert a helyzet ott a mostani problémánkhoz hasonló. A sokadik, két itteni székértábor közötti vita lényege: egy hosszabb időszak alatt többször, olcsóbban avatkozunk be aszfalttal, vagy egyszer, de drágán és brutálisan a betonnal?

Az élettartam alatti összes költség fogalma végre szerephez jutott ebben a vitában. Ez, ha tisztességes, egyértelműen lezárja a több évtizedes vitát. A pénz dönt.

Hasonló megfontolási lehetőség adódik akkor is, ha csupa aszfaltos beavatkozások közül válogathatunk, de hosszabb időszakra, mondjuk tíz évre.

Ilyen esetben is számíthatók a különféle élettartam költségek.

Ki lehet számolni azt, hogy érdemes-e hitvány (azaz rövid élettartamú, olcsó) anyagokkal, technológiákkal évente felvonulni, forgalmat zavarni, vagy olcsóbb-e drágább anyagokkal, technológiákkal ritkábban megjelenni. Ez az a lehetőség, amitől az egy évre tervezés elzár bennünket.

Ha egy eszköztárban különböző költségű és különböző élettartamot biztosító anyagok, technológiák vannak, és van lehetőség több évre gazdálkodni (ahogyan a mi HDM-ünk is évek óta feltételezi), akkor van mód számolni.

Tudományosan úgy lehetne írni: a feladat matematikailag egy szélsőérték számítási feladat. A különbség csak a célfüggvényben van. A célfüggvény minden esetben a költségek minimuma. Nem mindegy azonban az, hogy csak az építési költségek, vagy az építési+fenn tartási költségek együtt, esetleg az élettartam alatti valamennyi költség van a célfüggvényben.

Ennek megfelelően a három végeredmény sem lesz azonos. A szereplők jelenleg más és más célfüggvényt használnak, de nem azért, mert tudatlanok, elmaradtak, hanem mert más méretű a pénztárcájuk.

Ha van mód a tervezési időszakot mondjuk egy évtizedre felvenni, akkor könnyen lehet az, hogy a nagyobb építési költségű aszfalt anyag hosszabb távon mégis olcsóbb lesz. Kár ezt nagy teljesítményűnek nevezni.

A célfüggvény tartalmát az érdekek döntik el.

A kivitelezői érdek és gondolkodás

„Az elfogadható legmagasabb áron, a lehető legkisebb költségen (azaz a lehető legnagyobb haszonnal – R.M.) és a még elfogadható minőségben”. Ha mi lennénk a kivitelezők, mi is így gondolkodnánk, ez teljesen normális vélemény.

Attól, hogy több évig kell esetleg bizonyos feltételeket kielégíteni, a helyzet, a gondolkodásmód semmit sem fog változni. Mindig megmarad a kivitelezői érdek. Csak egy dolog változhat: a kivitelező rögtön a munka elkészültekor, vagy mondjuk tíz éven át köte-

les bizonyos előírt feltételeket kielégítő burkolatot produkálni.

Nincs tehát szó semmilyen új irányzatról, új megközelítésről, ezért tévedés ilyesmikről írni.

A beruházói érdek és gondolkodás

„A lehető legolcsóbban a lehető legjobbat”.

Az érdekek ilyen tiszta megfogalmazása nagy érdeme a célszámnak! Az érdekkülönbség csak az ellenérdekeltségű fél erejének felhasználásával, a másik fél elnémitásával oldható meg, mivel mindkét törekvés teljesen normális, kár lenne bármelyiket is elfojtani.

Egy „óhaj”

„A szabályozás előírásainak betartását, azaz a kifogástalan minőség biztosítását a folyamatokban részt vevő szervezeteknek ki kell kényszeríteni.”. De hol van manapság ehhez a szándék és az erő? Van ma valaki, akinek az olcsóság és a tartósság lenne az érdeke?

A minőség régen

Nem igaz az sem, hogy csak 1979-től van hazai minőségügy. Szászi András úr volt segítségemre, aki kérésem után megtalálta az 5. sz. főút 167,1–169,1 km sz. közötti szakasz 1930 körüli építésével kapcsolatos dokumentumokat a kiskőrösi Szakgyűjteményben. Gyors munkáját most is köszönöm! Az útszakasz a főút egyik szegedi szakasza, az út ma is áll.

A korabeli ajánlatkérés ajánlati feltételeiben szerepel:

„A megadott egységárakért tartozik vállalkozó a burkolatért és felületi bevonatért 6 évig jótállani és ezen idő alatt kifogástalanul fenntartani, az ajánlati árakon felül tehát a vállalkozó utólag sem a burkolat hat évi fenntartása, sem más címen többköltség megtérítését nem igényelheti.”

„Az ajánlatban kötelezően ki kell terjeszkedni arra is, hogy vállalkozó a Különleges feltételekben kikötött kötelező 6 évi jótállási és karbantartási határidőn túl az általa ajánlott burkolatot még további 6 évig mily egységárért hajlandó fenntartani.” Sőt! „Az ajánlat e részéért vállalkozó a jótállási határidőig marad kötelezettségben, az építetőnek azonban jogában áll, hogy ennek elfogadása tekintetében csak a jótállási határidő letelte előtt három hónappal nyilatkozhat.” Így biztosították bölcs elődeink az utak tartósságát!

„A ministerium fenntartja magának a szabad rendelkezési jogot a tekintetben, hogy a beérkező ajánlatok közül egyrészt az ajánlati egységárakra való tekintet nélkül s főleg a megbízhatósági szempontok mérlegelésével választhasson” – a korabeli közbeszerzés ezt megengedte!

Az akkori építési szerződés mellékletét képező Különleges feltételek szerint:

„Építésvezetőség alatt az illetékes államépítészeti hivatalnak a munkák állandó helyszíni felügyeletével és ellenőrzésével megbízott közege ... értendő.” Tehát az államot a m. kir. államépítészeti hivatal képviselte, testesítette meg, volt tehát egy nagyon határozott vevő, megbízó! Ma hogy is van ez?

„Vállalkozó köteles a felügyeleti közegek számára a munkák beható ellenőrzése tekintetében teljes betekintést nyújtani, illetve ezirányban minden lehetőséget biztosítani. E célból tartozik a felügyeleti közegek felhívására az esetleg már beépített burkolatot fel is bontani, ...”

„A felügyeleti közegek utasítására köteles a vállalkozó az előirányzatnak meg nem felelő munkákat külön kártalanítási igény nélkül a szerződéses egységek mellett kifogástalan anyagok felhasználásával bírói beavatkozás nélkül megújítani, ...”

„A helyszínre szállított és felhasználásra kerülő anyagokból próbák veendő s azok az építésvezetőség által valamely hivatalos anyagvizsgáló állomáson vállalkozó költségére még a felhasználás előtt megvizsgálandók.”

„Az építés helyszínére szállított anyagokból veendő próbák számát, amennyiben a feltételek másként nem rendelkeznek, az építésvezetőség egyoldalúan állapítja meg.” Nyilvánvaló, hogy ezt és az ehhez hasonló mondatokat nem a kivitelezői lobbi sugallta.

A korabeli ajánlatadás időpontja: 1929. okt. 14. Már az ajánlatban benne van az, hogy „Köteleggünk magunkat, hogy az általunk ajánlott burkolatért a vonatkozó Különleges feltételekben előírt jótállási és fenntartási idő elteltével amennyiben az tőlünk kívántatnék, még további 6 évi és pedig m²-enként és évenként 10 fillérrel díjazandó fenntartási kötelezettséget vállalunk.” Az „igazi” kapitalizmusban ennyivel el lehetett intézni, nem kellett ehhez semmilyen különleges trükk.

Az 1931. évi VII. 15-i építési szerződés csak hat oldalas, amelyből kb. egy oldalt visznek el az aláírások. Ma mi értelme a túlkombinált, nagyméretű szerződéseknek? A szerződésben a vállalkozó kötelezte magát a magyar gépek, anyagok szakemberek használatára, alkalmazására.

A szerződés 5. §-a szerint: „Ha a vállalkozó ezen szerződésnek, vagy ezen szerződés kiegészítő részei képező mellékletekben foglalt határozmányok bármely rendelkezését pontosan nem teljesítené, minek megítélése az építésvezetőséget, illetve a vállalat által semmiféle kifogással meg nem támadhatólag a kereskedelemügyi m. kir. minisztériumnak jogában álland, tőle a munkát bírói beavatkozás nélkül saját hatáskörben elvonni és a munka folytatását vagy saját közegei által házilag vagy bárki által, vagy bármely árak mellett a vállalkozó költségén és veszélyére teljesíttetni.” Ilyen egyszerű a minőségbiztosítás.

„Vállalkozó munkájáért 6 évi ingyenes jótállással tartozik.”

Az eddig ismertetett munkát a M. Kir. Kereskedelemügyi Minisztérium és a Szegedi M. Kir. Államépítészeti Hivatal vizsgálta felül. A jegyzőkönyv 12 oldalas! A jótállási határidő letelte után utófelülvizsgálat készült, melyet az államtitkár rendelt el.

A korabeli Általános feltételekből:

„Az építető jogosítva van, hogy a vállalkozó biztosítékából és annak járulékaiból magát minden a szerződésből folyó követelésre nézve bírói közbenjárás nélkül kielégíthesse és a vállalkozó köteles a bármely

okból megcsorbított biztosítékot a szerződésszerű összegre kiegészíteni, ...”

„A vállalatba újabb társ csak úgy és akkor léphet be, ha ezt az építető megengedi.”

„A szerződéses munkákat ... a vállalkozó az építető előzetes engedélye nélkül sem egészben, sem részben másra át nem ruházhatja.”

Az ingának jó esetben a középpont közelében illik lennie. Az előbbieket látva nincs olyan érzése az olvasónak, hogy az inga manapság túlzottan az egyik oldal felé, az egyik oldal érdekei szerint leng ki?

A minőség még régebben

1770-ben az utépítők kétféle dolgon serénykedhettek: „az utaknak építésében 's jobbitásában”. Ez felel meg ma az építés és a fenntartás fogalmainak. A jobbitás szépen fedi a beruházói szándékot.

(A könyvben van egy „s”-betű, amelyet csak „f”-ként tudok leginkább közelíteni. Ezen „f”-ek helyett szíveskedjenek „s”-et olvasni.)

Ugyanez tovább: „hogy így ofztán lehetne egyfzer valamely tökéletes munkához reménységünk;” ... „a köz-jónak hafznára”.

„A' Rómaiaknál az Ország utak egy ékefségei voltanak a' Birodalomnak.” Ma ugyanez a szégyenünk.

A mérföldkövek feliratairól: „Fellyül való irás is volt rajtok, mely vagy az út hofzfzaságának meg-tudására, vagy annak tífztfeségére és emlékezetére iratott, a' ki azon utat kéfzittette.” A rossz út készítőjének a nevét kiírva ma is lehetne a minőséget javítani.

„Én azt tartom, hogy ha ki a' Római Tábor-utak építetetének ezen modját, mely itten le-iratik gondolóra véfzi, éppen nem fog előtte tsudának látfzani azoknak olly fok fzáz efdztendők alatt tartott kiváltképpen való állandóságok. 'S egyfzer 's mind azt-is által lát-hatja, mi az oka, hogy a' mi mái Ország utaink olly kevés ideig tartanak:” Van új a nap alatt?

„Ezen gondos vigyázat, mellyel a' Rómaiak az ő Tábor-utjaik állandóságának kéfzítésében éltek, minden ellene mondás nélkül igen nagy Summába került.” Ez utóbbi megvalósítva.

Meglepő, de még az élettartam költség is megjelenik:

„Ha az ember eleénte az illyes munkákat nem a' meg-kivántató fzorgalmatofsággal vitte végbe: 50 efdztendő alatt többbe kerül annak újjitatáfa, mint ha eleénte az illendő költséget reája meg-tette volna.”

„A' Materiálénak, kivált a' köveknek minémüségére is kell hafonlóan vigyázni.”

„Edy olly Indzfénér, a' kire illy munka bizattatik kétség kívül, ... a' maga Fejedelmének, annak tsekély költsége mellett, munkájának tökéletes tartófságával 's állandóságával udvarolhat.” A mai fejedelmeknek más kell?

Ismét egy mai fogalom, a munka tartófsága, az állandóság, továbbá: „a' költségnek meg-kéméllése”.

Már akkor éltek olyanok, akiknek „minden tzéljuk .. tsak a' pénz-haláfzás”.

Egy újabb korszerű törekvés: „A' kárt mindjárt igazithatja, 's az által fok költséget meg-nyerhet.” Nem

szabad megvárni, hogy „az út tífztfeségefen egézfzen el-romoljon.” Ma ezt is felrúgjuk. Ha jól csináljuk, akkor „egézf fáz eftendökig-is el-tart minden igazítás nélkül.” Ez lenne a mai cél is.

A korabeli kivitelezők meg is ijedtek, és azonnal kontráztak: „A' pádimentom-rakók, mint többnyire minden munkáfok azt tartják, hogy tsak egyfzer véghez menjen a' munka, már azzal a' bért a' fizetéft riktig megfzolgálták. Söt én már régen hallottam, hogy az illy munka körül az mondatott: Ha a' pádimentom mind örökké tartana, éhel kellene a' pádimentom-rakóknak meg-halni. Igen gyönyörű fundamentomos igazság!” A kivitelezői érdekről korábban idéztem egy mai mondatot. Gyakorlatilag ugyanazt megtaláltuk 1778-ból.

„§. 15. A' régi utakat nem kell el-hagyni.” Ne tegyük!

Egy falfirka szerint, ha utat akarunk építeni, kátyú sikerül. Akarjunk kátyút építeni, és ha elrontjuk, akár még út is lehet belőle!

Irodalomjegyzék

1. Közúti és Mélyépítési Szemle, 55. évfolyam, 3. szám
2. Az Aszfalt (1998/2, 1998/3, 2000/1, 2000/2–3., 2005/1., 2005/2.)
3. Az 5 sz. főút egyik szegedi átkelési szakaszának 1930-as évekbeli építési dokumentumai a Kiskőrösi Közúti Szakgyűjtemény anyagából Szász András segítségével
4. Kovats Ferentz M. O. E. Matematikus: Az utak', és utszak építésének módja (Landerer Mihály 1778.)

Summaries

Dr. László Jankó: Modern strengthenings of reinforced concrete structures III: Structural and civil engineering (Page 27)

This work is the 3. part of a paper-series consisting of three parts. New materials and construction methods/technologies were developed for strengthening of structures in the last time. New materials are the fiber reinforced polymers (FRP), which are non-corrosive and have a high strength. The carbon fiber reinforced polymers (CFRP) are widely used.

The improved durability requirements, and the problems at the corrosion resistance (corrosive/non corrosion-proof materials), and the increasing traffic claims, etc. mean challenge to develop new materials and **new construction methods**/technologies in the field of strengthening of r.c. structures. The paper deals with strengthening methods as follows: shotcrete/sprayed concrete, external prestressing, bonded CFRP strips/fabrics.

The purpose of this paper-series is to give a practical aid for the structural designers by means of modern **strengthening drawings** of r.c. structures. We hope that these papers fill the gap between theory and practical design. Our results are presented for engineers working in **practical design**.

Dr. Mihály Rigó: Performance based? (Page 32)

The author elaborates on the Hungarian translation of performance as well as on the differences between performance and quality. Later, he gives a comprehensive list and analysis of problems related to poor quality, among others about technical guidelines, lack of resources, tendering procedures, quality assurance systems, technological trends and conflicts of interests. Finally, he quotes some historical examples from the 18th and early 20th century.

Ütügyi szakkifejezések többnyelvű, on-line használható technikai szótára

Consulter en ligne de dictionnaires techniques routiers multilingues

(On-line consultation of multilingual technical dictionaries of road terms)

Patrice Retour

Routes Roads 2005. N° 327. p. 66-73.

A leggyakrabban használt útügyi kifejezéseket, szakvakat tartalmazó hatnyelvű szótár ötlete az 1926-ban Milánóban megrendezett V. Útügyi Világkongresszuson vetődött fel először. Ettől kezdve a szervezet munkacsoportja folyamatosan dolgozott szótár elkészítésén, a szakszókincs összegyűjtésén. Hosszú idő elteltével megjelent a szótár hagyományos, papíralapú kiadása, melynek hetedik, egyben utolsó kiadása 1997-ben készült. Az utóbbi évtizedek jelentős fejlődést hoztak a fordítás technikai hátterében, a szótár készítését magára vállaló munkacsoport célul tűzte maga elé az elektronikus szótár fejlesztését. Ennek lépései a következők:

- 2000-ben PIARC (mintegy 12 000 kifejezésből és címszóból álló angol és francia) lexikon kiadása
- 2002-ben a „PIARC szakszókincs” CD rom kiadása amely tartalmazza az ellenőrző programot és számos többnyelvű útügyi szakszótárt. A felhasználóknak lehetősége nyílik a frissítések folyamatos letöltésére.

2003-ban a XXII. Útügyi Világkongresszus (Durban) során egy teljes szekció foglalkozott a lexikonkészítés feladataival, ezen belül a fordítási elektronika fejlődésével, új eszközök megismerésével, mind a fordítás, mind a terjesztés és lexikonszerkesztés mai újdonságaival.

A megbeszélés végén a résztvevők elhatározták, hogy az új, elektronikus szótár legkésőbb a következő, 2007-ben, Párizsban megrendezendő kongresszusig elérhetővé válik az interneten – nem kereskedelmi célú felhasználás céljából. E célkitűzést követően 2005 februárjában elérhetővé vált a PIARC honlapján az új szolgáltató.

Szakszókincs adatbázis

Az Internetre fejlesztett alkalmazás jelenleg kilenc műszaki szótárt kezel, melyek az alábbiak:

- PIARC szótár
- Mindkét PIARC lexikon
- Útügyi szállítás-informatika (az Északi Útügyi Szövetség készítésében)
- Fenntartható fejlődés (az 1999-ben, Kuala Lumpurban megtartott konferencián meghatározott alapkonceptió)
- Hidak (finn 1982-ben és svéd 2000-ben készült munka alapján)

- Útközben (szlovén kiadású építőmérnöki szakszótár, 1999)
- Téli útfenntartási munkálatok (az AIPCR hasonló nevű munkacsoportja összeállításában 2002)

A Világszervezet hivatalos nyelvei, az angol és francia alapnyelveknek számítotak a szerkesztés során, mégis a felhasznált 9 szógyűjteményből 3 csak a két alapnyelv egyikét (csak angol és valamilyen más nyelvek) tartalmazza. Az elektronika korát megelőzően a PIARC az alkalmazott nyelvek közül 24 nyelven jelentette meg a szókincs-gyűjteményét. Ez az Útügyi Műszaki Szótár folyamatos kiadása mellett egyedülálló volt. Az elektronikus szótár szerkesztése során számos probléma merült fel. Az egyik ilyen a betűk problémája, hiszen minden esetben lehetséges a cirill betűs vagy akár japán írásjeleket tartalmazó billentyűzet latin betűre állításával bevinni a keresett címszót a rendszerbe, addig a talált címszavak visszajelzését az adott ország írásjeleivel kell megjeleníteni.

A szótárban az egyes címszavak keresésének menete:

- A használni kívánt szótár kiválasztása
- A fordítani kívánt címszó, vagyis a kérés nyelvnek megadása
- A célnyelv(ek) kiválasztása
- A keresett címszó beírása a megfelelő rovatba
- A keresési feltételek beállítása (teljes egyezés, csak címszó, kifejezések..)
- A kérés érvényesítése (a találatok felsorolása, megjelenítése a képernyőn)

A keresett címszó megadásakor a program a kis és nagybetű között, valamint az ékezetes betűk között nem tesz különbséget. Ha a keresett címszó megtalálható az adatbázisban, a program közvetlenül megjeleníti a talált definíciót vagy a címszó fordítását. Találat esetén a megjelenő ablak tartalmazza magát a címszót, megnevezi a felhasznált szótárt és a témamegjelölést (altéma megjelölést is, ha van). Továbbá tartalmazhatja a címszó definícióját, illusztrációját, a vonatkozó nyelvtani tudnivalókat és a szinonimákat. A szótár témakörhöz rendeli az egyes címszavakat, így segíti a felhasználást. Több találat esetén a témakörök szerinti besorolás segíti a helyes címszó kiválasztását. A gyorskeresési funkció megkönnyíti az összes szótárban a keresett szóhoz rendelt kifejezések és címszavak áttekintését. A felhasznált többnyelvű szótárak közötti keresés eredménye a képernyőn csak egyetlen, kiválasztott nyelven jelenik meg. A talált megoldás felhasználható más, például szövegszerkesztő programok által.

Keresés témánként

A használni kívánt szótár és a nyelv kiválasztása után a témákat felsoroló oldalon megjelenik a szótár szerkezete (a témák és altémák címeivel). Ezután a kere-

sett témára vagy altémára kattintva az ide tartozó szavak átnézhetők.

A szótár frissítése, aktualizálása

A munkacsoport a szótár megjelenésével nem tekinti befejezettnek a munkát. Az alap-adatbázis folytonosan bővül. Újabb szótárak, újabb nyelvek, újabb címszavak beillesztésén dolgoznak a készítők. A szótár frissítése, bővítése mindig az alapnyelveken kezdődik, ezért előfordulhat, hogy a szótár már tartalmazza az eredetileg megadott nyelven a címszót, de a fordítási opció még nem működőképes. A szótár folyamatos bővítéséhez a PIARC várja önkéntesek jelentkezését, akik lefordítanák saját nyelvükre az adatbázis egy tetszőlegesen megválasztott részét. Ez a munka nem csak a tagoknak, hanem más felhasználóknak is segítséget jelent.

További célok

A műszaki szöveg fordítására alkalmas szoftver fejlesztése csak a speciális műszaki szótár elkészülte után lehet eredményes. Az üzleti szakmának kiemelt fontosságú célkitűzése a gyors és szabatos információcsere megvalósítása, a lehető legtöbb nyelven. Ehhez nagymértékben járul hozzá a szakszótár léte, figyelembe véve a hosszú távon megtérülő fordítási többletmunkát, és a soknyelvűség ellenére a szótár használatát követő fejlődést a szabatos szakszókincs-használat terén.

T. Zs.

Az előrebecslések bizonytalansága

The Uncertainty of Forecasts
John S. Miller

Public Roads Vol. 68, No. 2, Sept/Oct 2004. (<http://www.tfrc.gov/pubrds/04sep/09.htm>)

A hosszú távú közlekedésfejlesztési terveket, melyek 10 vagy több évre becsülik előre a várható helyzetet, a döntéshozók gyakran felhasználják a különböző közlekedési változatok előnyeinek és hátrányainak értékelésében. A jövőkép megalkotásához figyelembe vett változók megbízhatósága azonban nem egységes. A társadalmi-gazdasági alapjellemzők, mint a népesség, foglalkoztatottság, jövedelem és háztartás összetétel általában elfogadhatók, még ha nem is tökéletesek, feltéve, hogy elég nagy földrajzi területre vonatkoznak. A technológiai újdonságok, a társadalmi viselkedés alakulása, a jogi háttér módosulásai ezzel szemben sokkal nehezebben becsülhetők. A közlekedéstervezés számos alapadata, például a személy- és teherforgalom közlekedési módok közötti megoszlása, a terület-felhasználást befolyásoló jogi háttér, a közlekedés üzemét segítő lehetséges technológiai váltások, valamint a közlekedési infrastruktúra bővítésének lakossági támogatása mind az utóbbi kategóriába tartozik. A trendek vizsgálata gyakran érdekes eredményekre vezet. Tréfásnak tűnik, de komoly alappal bír az a megfigyelés, hogy az elmúlt néhány ezer évben a munkába járás ideje lényegében állandó volt. A közle-

kedés technikai fejlődésére válaszul az emberek úgy változtatták meg lakóhelyüket, hogy a munkába utazás ideje átlagosan 20-30 perc között maradjon. Az előrebecslések megbízhatóságának javítása két úton lehetséges. Az egyik esetben a különböző trendekhez különböző megbízhatóságot rendelnek hozzá, például tudatosítják, hogy a népesség előrebecslése pontosabban, míg a telekommunikációs változások előrevetítése csak jelentős bizonytalansággal lehetséges. A bizonytalanság kezelésének másik útja jövőképek (szcenáriók) kialakítása és elemzése, mely megmutatja, hogyan hatnak a kulcsváltozók eltérései az előrebecslésre. A közlekedéstervező a hosszú távú javaslatot az alapul vett trendek megbízhatóságának figyelembe vételével készíti el.

G. A.

Közforgalmú közlekedési hálózattervezés változó igény esetén

Transit Network Design with Variable Demand
Young-Jae Lee, Vukan R. Vuchic
Journal of Transportation Engineering 2005. 1. p. 1-10, á:6, t:4, h:16.

A cikk a közforgalmú közlekedési hálózattervezés egy iteratív megoldását mutatja be adott összes utazási igény mellett változó közforgalmú közlekedési igényt feltételezve. Bár a közelmúltban az egyszerűsített kombinatorikus keresés módszerét használó kutatások jó eredményeket értek el az optimális közforgalmú közlekedési hálózat felépítésében és a közforgalmú közlekedési utazási idők összetett jellemzőinek kezelésében, csak a bemutatott iteratív megközelítés képes megfelelően kezelni a változó közforgalmú közlekedési utazási igény és az optimális közforgalmú közlekedési hálózattervezés kapcsolatának dinamikus jellemzőit. Minthogy a közforgalmú közlekedési igény függ a közforgalmú közlekedési hálózat kialakításától és az útvonalakon biztosított követési időktől, ez a megközelítés a közforgalmú közlekedési hálózatának tervezésében kedvezőbb, mint a kombinatorikus. Az alapeset egy olyan optimális közforgalmú közlekedési hálózatot hoz létre egy kiinduló hálózathoz, ahol a járművekben töltött idő a legrövidebb. A ráterhelési eljárás és a hálózat javítási eljárás iterálását addig alkalmazzák, amíg a hálózat már nem javítható tovább. Változó közforgalmú közlekedési igény esetén az alapesethez a közlekedési módok közötti megosztás eljárását hozzáadva az optimális közforgalmú közlekedési hálózat kialakítása és a közforgalmú közlekedési igény becslése egyidejűleg elvégezhető. A cikk vizsgálja még az optimális közforgalmú közlekedési hálózattervezés és a kritikus tervezési bemeneti adatok, mint a közforgalmú közlekedési működési sebessége, a teljes igény mértéke és az átszállási veszteségek közötti összefüggéseket. Az elemzések eredményeként kimutatható a változó közforgalmú közlekedési igény és az optimális közforgalmú közlekedési hálózat szinergikus hatása.

G. A.