

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. Farkas János – Kocsis Ildikó – Németh Imre – Bodor Jenő – Bán Lajos**

Nagyszilárdságú – nagyteljesítményű betonok alkalmazása az M7 autópálya S65-ös jelű aluljárója felszerkezetének építésénél

14

Nemzetközi szemle

15**Ajtay Szilárd – Horváth Zsolt Csaba – Dr. Kovács András – Kovácsházy Frigyes – Küzmös György – Dr. Tóth László**

A gyorsforgalmi úthálózat és a főúthálózat kiemelt beruházásainak hosszú távú fejlesztési programja megalapozó vizsgálata

27**Dr. habil Jankó László**

Vasbeton szerkezetek korszerű megerősítése II. Hídszerkezetek

34**Bogár Zsolt – Dr. Tóth-Szabó Zsuzsanna**

Jelzőlámpás körforgalom tervezése és engedélyezése

37

Nemzetközi szemle

40

Magyarország földrengésbiztonsága konferencia

KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

Alapította a Közlekedéstudományi Egyesület.

A közlekedésépítési és mélyépítési szakterület mérnöki tudományos havi lapja.

Nagyszilárdságú – nagyteljesítményű betonok alkalmazása az M7 autópálya S65-ös jelű aluljárója felszerkezetének építésénél

Dr. Farkas János¹ – Kocsis Ildikó² – Németh Imre³ – Bodor Jenő⁴ – Bán Lajos⁵

1. Előzmények:

A nehéz gépjárművek súlyának és forgalmának növekedéséből következően a közeljövőben a gyorsforgalmi úthálózat egy részére az „R” rendkívül nehéz, nagyobb részére a „K” különösen nehéz, kisebb részére az „E” nagyon nehéz kategória lesz a jellemző [1].

A növekvő forgalmi terhelés hatására a hajlékony és félmerev útpályaszerkezetek aszfaltburkolatán nyomvályúk keletkeznek. Ezek elkerülésére a szakma a betonburkolatú merev és a nagymodulusú aszfalt kopórétegű kompozit útpályaszerkezetek, valamint a félmerev nagymodulusú aszfaltburkolat alkalmazásában látja a megoldást [4,5,6,7,8]. A betonburkolatú útpályaszerkezetek hidakon való átvezetéséhez olyan híd-felszerkezet kialakítása szükséges, amely az eddig alkalmazott megoldásokhoz képest magasabb erőtani és tartóssági igényeknek felel meg.

Itthon is megszülettek a szakmai válaszok, melyek az alábbiak:

- az útburkolat hézagaiban vasalt betontábláinak végigvezetése a hagyományos, szigetelt hídszerkezetben,
- az itthon még nem, de külföldön egyre nagyobb számban már alkalmazott nagyszilárdságú, nagy teljesítőképességű (továbbiakban NSZ/NT) betonok alkalmazása a pályalemezekben úgy, hogy az ilyen pályalemez egyben hídon átvezetett útburkolatát is adja.

Hazánkban ez utóbbi technológiával eddig nem készültek hidak. A Nemzeti Autópálya ZRt. ezért elfogadta a Vegyépszer ZRt. és a Mahíd 2000 ZRt. közös kezdeményezését arra vonatkozóan, hogy a Vegyépszer ZRt. generál kivitelezésében az M-7 autópálya Orda-csehi – Balatonkeresztúr szakaszát a 167+594 km szelvényben keresztező 6707 jelű utat átvezető S65 jelű aluljárót NSZ/NT betonból készített felszerkezetűvé tervezze át és így építse meg. Hozzájárult a megrendelő ahhoz is, hogy az ilyen felszerkezetű híd és a betonburkolatú útpályaszerkezet csatlakozási problémáinak kiderítése és megoldása céljából a híd előtti és utáni 35-35 m-es szakaszt hézagaiban vasalt betonburkolatú merev útpályaszerkezet épüljön a 6707 jelű úton.

¹ Okl. építőmérnök, tervező, K3f-1, K2-2 ZMK 20-0178

² Okl. építőmérnök, betontechnológus

³ Vegyépszer ZRt. Híd- és Mélyépítési igazgató, MAHÍD 2000 ZRt. vezérigazgató

⁴ Okl. építőmérnök, főépítésvezető

⁵ Okl. építőmérnök, betontechnológus Vegyépszer ZRt. híd-szakági főtechnológus, MAHÍD 2000 ZRt. főmérnök

2. A kutatási program

A célkitűzés a beton burkolatú út egyszerű, gazdaságos folytatása volt a híd betonburkolatú szigetelés és sókorrózió elleni bevonat nélküli pályalemezével, melyhez a következő programot dolgoztuk ki:

1. Tartós hídszerkezethez szükséges minimum C 50/60 minőségű nagy teljesítőképességű transzportbeton összetételének meghatározása laboratóriumi kísérletek alapján.
2. A kiválasztott betonösszetételek próbakeverése ipari körülmények között és a bedolgozás módjának meghatározása próbabeépítéssel.
3. A híd felszerkezetének áttervezése C 50/60 nagy teljesítőképességű betonból készített utófesztett szerkezetűvé. A híd pályalemeze szigetelés nélkül épül, ami egyben a forgalomnak kitett burkolat is.
4. Az S65 aluljáró felszerkezetének megépítése, mint kísérleti NSZ/NT felszerkezetű – szigetelés és aszfaltburkolat nélküli – híd pályalemeze csatlakozásának megoldása a betonburkolatú útpályaszerkezethez.

A tervezést és a betonnal kapcsolatos kísérletsorozatot az ÉPÍTEM Építőipari Technológiákat és Műszaki Megoldásokat Fejlesztő Kht. koordinálta.

3. Laboratóriumi kísérletek

A híd felszerkezetéhez szükséges minimum C 50/60 NSZ/NT transzportbeton összetételét négy kísérlet-sorozattal határoztuk meg.

3.1 I-III. kísérlet sorozat

Az I. kísérlet sorozatban azt vizsgáltuk, hogy azonos betonösszetétel mellett milyen hatást gyakorolnak a különböző gyárból származó adalékszerek és cementek a friss beton konzisztenciájára és a megszilárdult beton nyomószilárdságára.

A II. kísérletsorozat célja a legalább C 50/60 szilárdság osztályú NSZ/NT beton összetételének meghatározása az építkezés organizációs körzetében beszerezhető alapanyagok felhasználásával.

A beton összetételének tervezésekor figyelemmel kellett lennünk a munkahelyet kiszolgáló betonkeverő gépek műszaki adottságaira. Az NSZ/NT betonkeverékekhez szükséges szilikapor helyett a szilika szuszpenzió alkalmazása mellett döntöttünk, mert ennek adagolása a keverőbe egy speciális szivattyúval megoldható volt. A szilika szuszpenzió 50% szárazanyagot tartalmaz, víztartalmát a keverővíz számításánál figyelembe vettük.

A III. sorozatban a különböző helyről származó homokok, és a különböző típusú cementek hatását vizsgáltuk a friss és megszilárdult beton tulajdonságaira.

3.2 A IV. kísérlet sorozat

Ebben a kísérletsorozatban egy normál betont hasonlítottunk össze három különböző betonnal. A normál beton összetétele megfelelt a hídépítésben alkalmazott magasabb minőségű betonokra vonatkozó műszaki előírásoknak. Az NSZ/NT betonok összetételét az I.-III. kísérletek vizsgálati eredményei alapján állítottuk be.

Vizsgáltuk a friss beton tulajdonságait, a megszilárdult beton 2, 7, 28 és 90 napos nyomószilárdságát, vízzáróságát, fagyállóságát, fagy- és olvasztósó állóságát, a beton klorid-ionok behatolásával szembeni ellenálló képességét és kopásállóságát. A légbuborék-képző adalékszert tartalmazó betonkeveréknél mikroszkopos légbuborék elemzést is végeztünk.

Az A, B, C és D jelű keverékek összetételét az 1. táblázat, míg vizsgálati eredményeit a 2. táblázat tartalmazza. Az A, B, C és D betonkeverékek konzisztenciáját úgy állítottuk be, hogy a területtel jellemzett érték 54-57 cm legyen. Mértük a friss beton testsűrűségét, hőmérsékletét és a friss beton légtartalmát. A friss beton légtartalmát B típusú légtartalom mérő edényben vizsgáltuk. A friss beton vizsgálatok eredményei a tervezett értékeknek megfeleltek.

3.3 Alkalmazott vizsgálatok:

A próbakeverések előtt vizsgáltuk az adalékanyagok szemeloszlását, nedvességtartalmát, a zúzottkő szemalakját és a homok iszap-agyagtartalmát.

A beton **nyomószilárdságát** 15 cm élhosszúságú kockán vizsgáltuk. A próbatesteket törésig 20 ± 5 °C hőmérsékletű víz alatt tároltuk.

A beton nyomószilárdsági vizsgálati eredményeit különböző módon értékeltük:

- 1) Az ÚT 2-3.414:2004 Közúti hidak tervezési előírásai, ill. az MSZ 4720-2 szerint
- 2) Az MSZ 4798-1:2004 Megfelelőségi feltétel a nyomószilárdságra szerint

A beton **vízzáróságát** az MSZ EN 12390-8:2001 szerint végeztük és az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint értékeltük.

A beton **fagyállóságát** az ÚT 2-3.203:2003 szerint 3% NaCl oldatban végeztük. A fagyasztási ciklusok száma 150 volt.

A beton **fagy- és olvasztósó-állósági** vizsgálatát a pr EN 12390-9:2002 szabványtervezet szerint vizsgáltuk és az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint értékeltük.

Az MSZ 4798-1: 2004 szerint az 56 ciklus végén az XF2 környezeti osztályú beton esetén a mállott részek kiszáritott állapotban meghatározott összes tömegvesztés átlaga legfeljebb 500 g/m^2 , legnagyobb egyedi értéke legfeljebb 700 g/m^2 , az XF4 környezeti osztályú beton esetén a mállott részek kiszáritott állapotban meghatározott összes tömegvesztés átlaga legfeljebb 250 g/m^2 , legnagyobb egyedi értéke legfeljebb 350 g/m^2 legyen.

A beton **klorid-ionok behatolásával szembeni ellenálló képességét** az ASTM C 1202:2004 amerikai szabvány szerint vizsgáltuk és értékeltük. Ez a vizsgálati módszer az elektromos áram mennyiségének a felvételéből áll, amely 51 mm vastag, 102 mm névleges átmérőjű hengerekből kivett szeleteken 6 óra időtartam alatt átmegy. A Coulomb-ban kifejezett teljes átmenő töltés kapcsolatban van a próbatest klorid-ion behatolással szembeni ellenállásával. A vizsgálathoz 3 db 150 mm átmérőjű 300 mm magas henger próbatestet kell készíteni, és 28 napon át víz alatt kell tárolni. Az előbb említett amerikai szabvány a beton klorid-ionok behatolásával szembeni ellenálló képességére a 3. táblázat szerinti kategóriákat állította fel.

A beton **kopásállóságát** az MSZ 18290-1:1981 szabvány szerinti Böhme-féle eljárással végeztük, figyelembe véve a MÉASZ ME-04.19:1995 műszaki előírást. A koptatást szárazon és vizesen is elvégeztük. A beton kopásállóságát az MSZ 4798-1:2004 szabvány alapján értékeltük. Az értékelésben a kedvezőtlenebb vizsgálati eredményt tekintettük mértékadónak.

1. táblázat

A betonkeverékek összetevői

Betonkeverékek összetevői		A betonkeverék jele			
		A	B	C	D
		Betonkeverék összetétele			
Adalékanyag	OH 0/4 [m%]	43	39,4	30,4	39,4
	OK 4/8 [m%]	21			
	UKZ 5/12 [m%]		19,2	25,6	19,2
	UKZ 12/20 [m%]			44,0	
	OK 8/16 [m%]	36	41,4		41,4
Víz [liter]		148	114,5	129	115
CEM I 42,5 N [kg]		360			420
CEM II/A-S 42,5 [kg]			420	460	
Szilika szuszpenzió [kg]			50	50	50
Folyósító [kg]		3,60	7,14	5,24	8,4
Kötéskésleltető [kg]		1,08	1,26	1,38	1,26
Légpórusképző [kg]				1,15	
Tervezett testsűrűség [kg/m ³]		2424	2457	2425	2459
Víz-cement tényező		0,42	0,35	0,35	0,35

Vizsgált paraméterek		Keverék jele			
		A	B	C	D
		Vizsgálati eredmények			
Friss beton testsűrűsége (mért)	[kg/m ³]	2409	2452	2420	2479
Terület	[cm]	54	55	55	57
Légtartalom	[%]	1,3	1,0	4,3	1
Friss beton hőmérséklete	[°C]	22,2	26,5	25,8	23,3
Nyomószilárdság 2 napos	[N/mm ²]	45,0	52,5	41,4	59,2
Testsűrűség töréskor 2 napos	[kg/m ³]	2422	2461	2433	2492
Nyomószilárdság 7 napos	[N/mm ²]	59,3	75,4	60,5	74,7
Testsűrűség töréskor 7 napos	[kg/m ³]	2438	2477	2458	2433
Nyomószilárdság 28 napos	[N/mm ²]	67,0	84,6	70,5	99,3
Testsűrűség töréskor 28 napos (száraz)	[kg/m ³]	2371	2401	2364	2437
Nyomószilárdság 90 napos	[N/mm ²]	74,8	102,9	88,1	103,6
Testsűrűség töréskor 90 napos (száraz)	[kg/m ³]	2370	2396	2365	2440
Víz záróság (5 bar nyomáson 72 óráig) vízbehatolás mélysége	[mm]	4, 6, 0	0	0	0
Fagyállóság (150 ciklus, 3% NaCl oldatban)					
tömegveszteség	[%]	0,1	0,1	0,1	0,1
szilárdságcsökkenés	[%]	11,1	4,3	6,0	4,7
szilárdság vizsgálatkori kor	[nap]	160	154	152	138
etalon	[N/mm ²]	79,7	104,4	92,6	100,6
fagyasztott, [N/mm ²]	70,8	99,9	87,0	95,8	
Fagy- és olvasztósó-állóság					
tömegveszteség átlag	[g/m ²]	1094,4	90,1	115,6	84,1
legnagyobb egyedi érték	[g/m ²]	1229,12	118,54	179,46	118,6
MSZ 4798-1 szerinti környezeti osztály		–	XF4	XF4	XF4
Klorid-ionok behatolásával szembeni ellenálló képesség					
áthatolt töltés	[Cb]	1644, 1908, 1449	172, 179, 187	261, 165, 186	182, 188, 232
osztályba sorolás		III. csekély	II. nagyon kevés	II. nagyon kevés	II. nagyon kevés
Kopásállóság					
nedves térfogatveszteség	[cm ³]	12,8	12,47	12,25	10,78
száraz térfogatveszteség	[cm ³]	3,19	2,77	2,35	2,35
MÉASZ ME-04.19 szerint értékelve		k 10/15	k 10/15	k 10/15	k 8/12
MSZ 4798-1 szerinti környezeti osztály		XK 4(H)	XK 4(H)	XK 4(H)	XK 4(H)
A beton minősége		C 45/55	C 60/75	C 50/60	C 70/85

3.4 A mért vizsgálati eredmények kiértékelése:

Víz záróság: Az A jelű betonkeveréknél a legnagyobb vízbehatolás mélysége 6 mm volt, míg a B, C és D jelű betonkeverékeknél vízbehatolás nem volt tapasztalható.

Fagyállóság: A legnagyobb szilárdságcsökkenés 11,1% a normál betonnál (A jelű betonkeverék), a leg-

kisebb 4,3% szilárdságcsökkenés a B jelű betonkeveréknél volt.

Fagy- és olvasztósó-állóság: A normál betonkeverék (A jelű) az XF2 környezeti osztályú beton követelményeinek sem felelt meg, míg a nagy teljesítőképességű betonkeverékek (B, C és D jelű) megfelelnek az XF4 környezeti osztályú beton követelményeinek.

A beton fagyállósága érdekében a C jelű betonkeverékbe 3 v% mesterséges légbuborékot terveztünk bevinni légbuborékképző adalékszer segítségével. A betonkeverékből készített próbatesteken megszilárdulásuk után **mikroszkópos légbuborék elemzést** végeztünk.

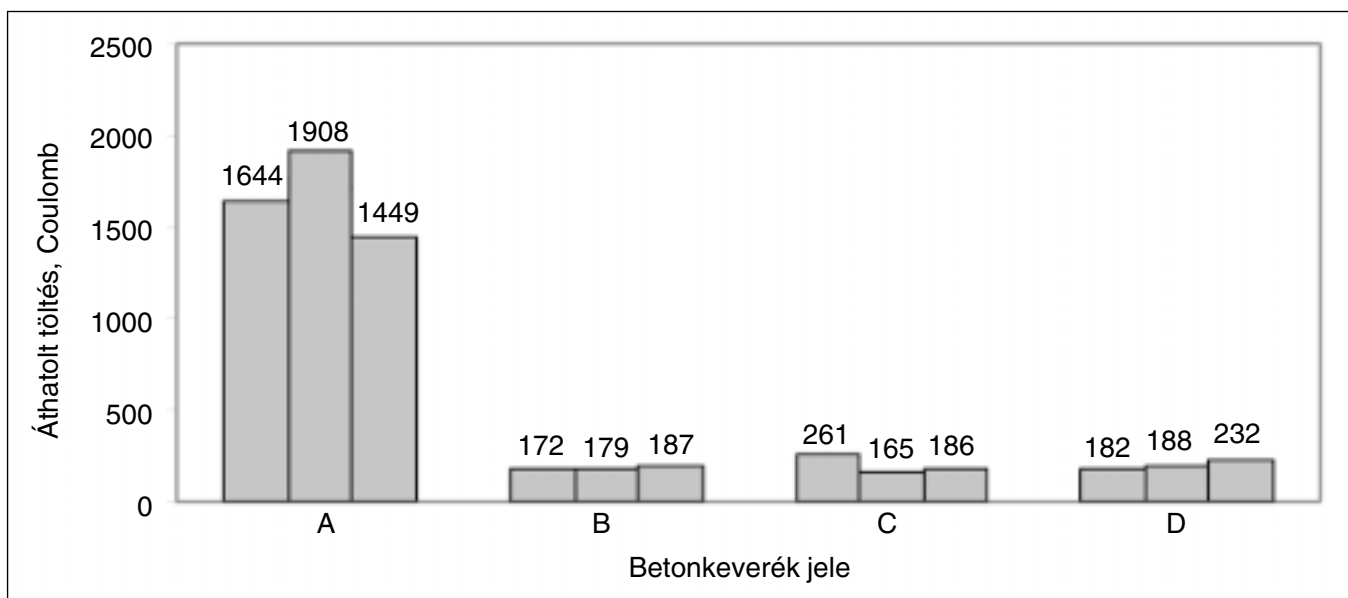
A vizsgálat eredményei:

- a beton teljes légtartalma: 6,05 v%, távolsági tényező: 0,29 mm
- ≤ 300 μm buborékok: 2,61 v%, távolsági tényező: 0,23 mm

3. táblázat

A klorid-ion behatolóképeség-vizsgálat eredményei

Kategória	Klorid-ion behatolóképeség	Áthatolt töltés, Coulomb	Klorid-ion behatolással szembeni ellenálló képesség ↑
I	elhanyagolható	< 100	
II	nagyon kevés	100 – 1000	
III	csekély	1000 – 2000	
IV	mérsékelt	2000 – 4000	
V	nagy	> 4000	



1. ábra: A beton klorid-ion behatolással szembeni ellenálló képessége

Klorid-ionok behatolásával szembeni ellenálló képesség:

A vizsgálati eredményekből látható, hogy a normál betonkeverék (A jelű) klorid-ionok behatolásával szembeni ellenálló képessége sokkal gyengébb, mint a B, C és D jelű NSZ/NT betonkeverékeké (1. ábra).

Kopásállóság: mind a négy betonkeverék megfelel az XK4(H) igénybevételi osztálynak.

3.5 Megállapítások

A normál betonhoz képest a nagy teljesítőképességű betonok vízzárósága és kopásállósága jobb, fagyállósága, fagy- és olvasztósó-állósága valamint a klorid-ionok behatolásával szembeni ellenálló képessége lényegesen jobb.

A CEM II/A-S 42,5 N kohósalak portlandcementtel készült nagy teljesítőképességű betonok vízzárósága, fagyállósága, fagy- és olvasztósó-állósága valamint a klorid-ionok behatolásával szembeni ellenálló képessége ugyanolyan jó, mint a CEM I 42,5 N portlandcementtel készült betonkeveréké.

A laboratóriumi vizsgálatok eredményei alapján úgy határoztunk, hogy a B és a D jelű betonkeveréket állítjuk elő ipari körülmények között.

3.6 Keverőtelepi próbakeverések

A laboratóriumi kísérleteket követően próbakeveréseket végeztünk a marcali és a fonyódi keverőtelepeken. Mindkét betonkeverő 0,5 m³ kapacitású, ezért szükségessé vált egy nagyobb kapacitású telepítése Marcaliba, melynek kapacitása 1 m³. A betonkeverők közül egyik sem rendelkezett olyan adagolási és keverési vezérlő rendszerrel, amely az NT beton előállításához szükséges. Fejleszteni kellett a számítógép vezérlő algoritmusait (megváltoztattuk az adagolási sorrendet, a mérlegek ürítési időzítését, megoldottuk a víz többlépcsős adagolását), meg kellett oldani a szilika szuszpenzió adagolását és a keverőben lévő beton nedvességtartalmának automatikus mérését.

A keverőtelepi próbakeveréseken mértük az adalékanyag nedvességtartalmát, ellenőriztük az adalékanyag, cement, víz, szilika szuszpenzió és adalékszerkezetek adagolási pontosságát, a keverés időtartamát, a levegő és a friss beton hőmérsékletét valamint a friss beton konzisztenciáját, testsűrűségét és víztartalmát.

Próbatesteket készítettünk a beton nyomószilárdság, vízzáróság, fagyállóság, kopásállóság, fagy- és olvasztósó-állóság és a beton klorid-ion behatolással szembeni ellenálló képesség vizsgálatához.

A keverőtelepi próbakeverések vizsgálati eredményei hasonló eredményt adtak, mint a laboratóriumi vizsgálatok eredményei, ami alapján megállapítottuk, hogy ipari körülmények között is lehetséges nagy szilárdságú/nagy teljesítőképességű beton gyártása.

A két különböző összetételű, különböző keverőtelepeken készített betonokat a szilárdságuk és a tartósságukat meghatározó tulajdonságaik alapján elemeztük.

3.7 A keverőtelepeken kevert betonok értékelése

A CEM I 42,5 N típusú cementtel készült keverékeknek magasabb volt a 28 napos nyomószilárdsága, mint a CEM II/A-S 42,5 N típusú cementtel készült betonoké. A CEM I 42,5 N cementes betonok szilárdulási üteme gyorsabb, mint a CEM II/A-S 42,5 N cementtel készülté.

A betonok vízzárósága, fagyállósága, kopásállósága, fagy- és olvasztósó-állósága, valamint klorid-ion behatolással szembeni ellenálló képessége mindkét betonösszetételből készített keverékek vizsgálati eredményeinél kielégítették a velük szemben támasztott követelményeket, és lényegesen nem tértek el a laboratóriumi eredményektől.

A keverőtelepi próbakeverések vizsgálati eredményei alapján próbabeépítésre a CEM II/A-S 42,5 N típusú cementtel készített betonkeveréket választottuk.

3.8 Próbabeépítések

Próbabeépítéseket végeztünk a Marcaliban lévő betonüzemek telephelyén, az M7 autópálya két hídjának

egy-egy kiegyenlítő lemezén, valamint egy kisebb híd pályalemezén.

A próbabeépítések során meghatároztuk a beton előállításához szükséges keverési időt, a keverőgépek ciklusidejét és vizsgáltuk:

- a betonkeverék egyenletességét,
- a betonkeverék eltarthatóságát,
- a beton szállíthatóságát mixer gépkocsival,
- a beton szivattyúzhatóságát,
- a beton tömöríthetőségét,
- az egyenletes betonfelület kialakításának módját,
- a betonfelület érdesítésének módját.

3.8.1 A keverési idő és a keverőgépek ciklusidejének meghatározása

A szükséges keverési időt – azaz a beton megfelelő homogenizálásához szükséges időt – a megkevert betonhalmaz különböző részeiből vett betonminták szemrevételezésével és konzisztenciájának mérésével határoztuk meg. A szükséges keverési idő 90 másodpercre adódott.

A keverési ciklusidő – azaz a töltés + keverés + ürítés ideje – a három betonüzemben 3-4 perc közötti volt, ami alapján kalkulált várható maximális kapacitás együttesen 36 m³/óra adódott.

3.8.2 A betonkeverék egyenletességének vizsgálata

A beton alacsony víz-cement tényezője miatt az adagolási pontosságokat szigorúan be kellett tartani. Ha a betonkeverék víztartalma 3 literrel több volt a tervezettnél, a folyósító adalékszer hatására a beton szétosztályozódott, ha pedig kevesebb volt a beton víztartalma a folyósító hatása nem működött.

A beton egyenletességének elérése érdekében minden mixerből mintát vettünk a keverőtelepen és az építés helyszínén is. A keverőtelepen vizsgáltuk az adagolási pontosságokat a szállítólevél alapján, a frissbeton konzisztenciáját, testsűrűségét és víztartalmát. Az építés helyszínén minden szállítmányból vett mintán mértük a beton konzisztenciáját.

A friss beton konzisztenciája területtel jellemezve a keverőtelepeken végzett vizsgálatok alapján jellemzően 57-60 cm volt, az építés helyszínén jellemzően 54-60 cm.

A beton 28 napos nyomószilárdságának vizsgálatához 50 m³-ként 5 db 15 cm élhosszúságú próbakockát készítettünk. A próbatesteket szabványosan töréssig vízben tároltuk. Ezen felül a feszítés időpontjának meghatározásához megvizsgáltuk a beton nyomószilárdságát 48, 60 és 72 órás korban.

3.8.3 A beton 28 napos szilárdsága

Átlagszilárdság: $R_m = 82,4 \text{ N/mm}^2$

Ha a beton minősítését az ÚT 2-3.414:2004 Közúti hidak tervezési előírásai alapján az MSZ 4720-2 szerint végezzük, akkor a beton **C 55/67** szilárdsági osztálynak felel meg.

Ha a beton szilárdságát az MSZ 4798-1:2004 szerint a gyártás kezdeti időszakára értékeljük, akkor a beton **C 60/75** szilárdsági osztálynak felel meg.

3.8.4 A betonkeverék eltarthatóságának vizsgálata

A betonkeverék eltarthatóságának vizsgálatát a mixer gépkocsiból vett mintákon végeztük. A betonkeverék területtel jellemzett konzisztenciájában 30 perc elteltével 0-4 cm, 1 óra után pedig 2-6 cm csökkenés volt tapasztalható. A beton konzisztenciája 0,1-0,2% (a cement tömegére vonatkoztatva) folyósító adalékszer segítségével felújítható volt.

3.8.5 A beton szállíthatósága mixer gépkocsival

A próbabeépítések során a betonkeveréket mixer gépkocsival szállítottuk az építés helyszínére. A szállításhoz a jó műszaki állapotú, megfelelően karbantartott mixer gépkocsikat találtuk alkalmasnak. A betonkeverő gépek nagy ciklusideje miatt az egy mixer gépkocsiban szállítható beton mennyiségét 4 m³-re korlátoztuk.

3.8.6 A beton szivattyúzhatóságának vizsgálata

A beton szivattyúzhatóságát 125 mm-es és ennél nagyobb csőátmérőjű szivattyúval próbáltuk ki. A beton jól szivattyúzható volt, amíg a beton konzisztenciáját területtel jellemezve 42-60 cm között tudtuk tartani.

3.8.7 A beton tömöríthetőségének vizsgálata

A beton tömörítéséhez különböző típusú és átmérőjű merülő vibrátort próbáltunk ki: A próbavibrálás során a LIEVERS P14 típusú 38 és 45 mm átmérőjű merülő vibrátorok bizonyultak a leghatásosabbnak. A beton tömörítéséhez szükséges vibrálási idő 15-20 másodpercre adódott. Az összevibrálhatóság megengedhető időpontját „vödörös módszerrel” határoztuk meg. A beton összevibrálhatóságának ideje: 9-10 órára adódott.

3.8.8 Az egyenletes betonfelület kialakítása:

A felső réteg bedolgozása után a betont a felületen végighúzott gerenda vibrátorral is be kellett tömöríteni. A próbabeépítéseken a TREMIX SM és a TREMIX SVE típusú vibrációs lehúzó-gerendát próbáltuk ki (2. ábra). A gerenda vibrátor a betonszerkezet végleges szintjét és felületét is kialakította.

Az NSZ/NT beton viselkedése a megszokott betontól lényegesen különbözik. A beton mozgatás, vagy



2. ábra: Felületképzés TREMIX SVE típusú vibrációs lehúzógerendával



3. ábra: A beton felületének érdesítése seprűvel



4. ábra: A beton felületének érdesítése műfüves hengerrel

vibrálás hatására képlékeny marad, de nyugalmi állapotban rövid időn belül merev és felülete nehezen munkálható. Ezért különösen nagy figyelmet kellett fordítani arra, hogy a beton konzisztenciája megfelelő és egyenletes, a bedolgozás pedig gyors és folyamatos legyen. A beton víztartalmának csökkenését a párolgás hatására úgy akadályoztuk meg, hogy az egyes betonrétegek felületét vizes permetezéssel nedvesen tartottuk.

3.8.9 A betonfelület érdesítésének módja:

A beton felületének érdesítésére az alábbi módszereket próbáltuk ki:

- a friss betonfelület érdesítése zúzalék bevibrálásával,
- a friss betonfelület érdesítése seprűzéssel,
- a friss betonfelület érdesítése műfü segítségével,
- a megszilárdult beton érdesítése a felület finom részének kimosásával,
- Whisper-Grip vékony bevonat felhordása a megszilárdult beton felületére.

A betömörített és lesimított beton felületének érdesítésére különböző kialakítású seprűket gyártattunk.

A felület esztétikai megjelenése és a felületen mért homokmélység vizsgálati eredménye alapján választottuk ki az érdesítésre legalkalmasabb seprűket.

A kézi seprűzéssel végzett érdesítés egyenletessége nagy felületen nem volt teljes mértékig kielégítő, ezért egy új módszert próbáltunk ki műfüvel borított henger használatával. Az így kialakított betonfelület mintázata egységes, érdessége homokmélységgel jellemezve 0,8 – 1,0 mm.

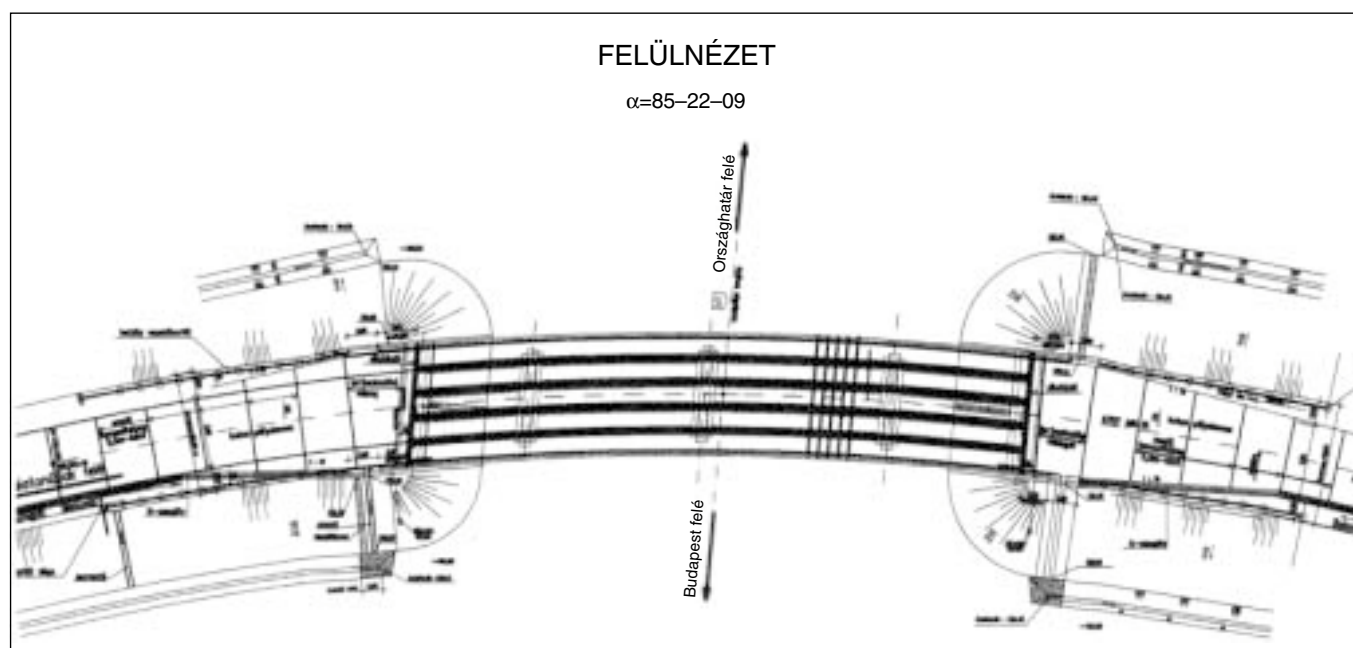
A 3. és 4. ábra a betonfelület érdesítésére irányuló kísérletezést mutatja.

4. Tervezés

4.1 Általános adatok

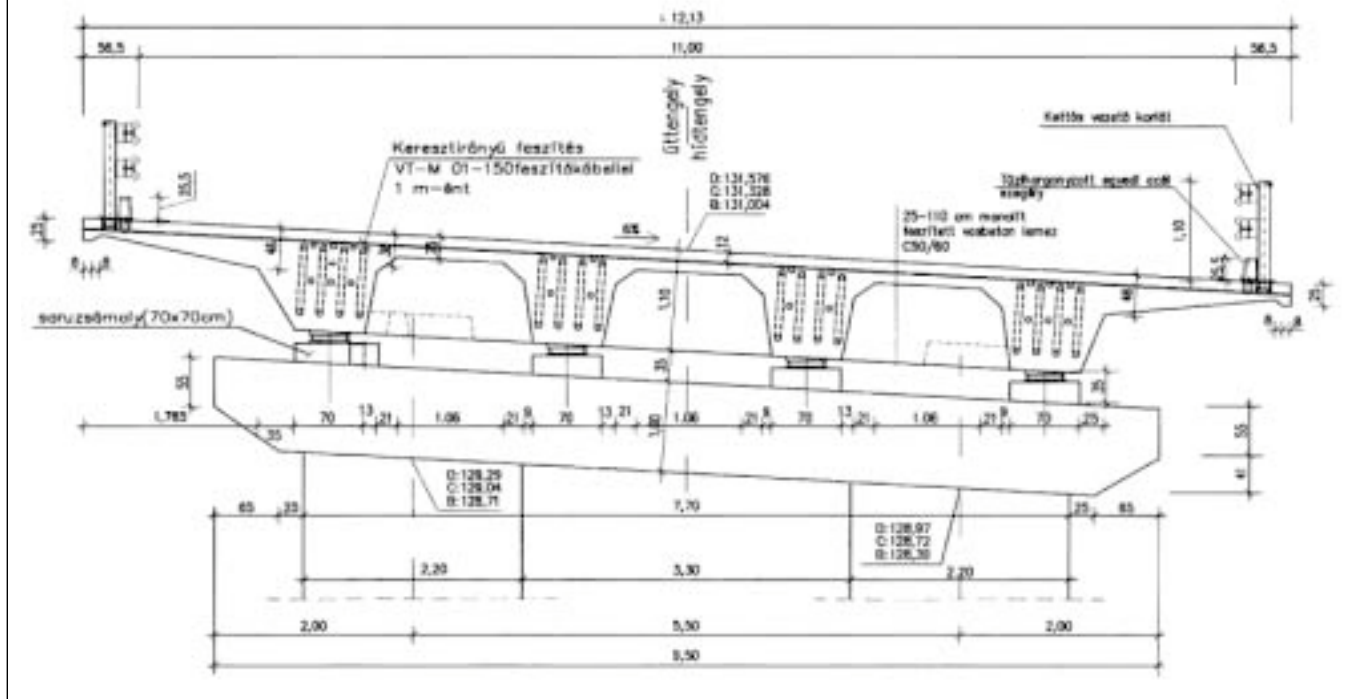
Átvezetett út, érintett szelvény: 6707 j. Balatonújlak – Balatonkeresztúr összekötőút, 2+799 km szelvény.

Áthidalt akadályok: M-7 autópálya.
Keresztezés szöge: kb. 85°.



5. ábra: A híd felülnézet a csatlakozó betonburkolattal

HÍDKERESZTMETSZET



6. ábra: A híd felszerkezetének mintakeresztmetszete

A híd geometriai adatai:

- A csatlakozó 6707-es út elkerülő szakasz koronaszélessége 12,00 m.
- Híd hosszirányú támaszközei beosztása: kb. 11,00+18,00+18,00+13,00 m.
- Híd keresztmetszeti beosztása: 0,565+11+0,565=12,13m.
- Oldalesés: 6% egy irányban.
- Magassági vonalvezetés: esik Balatonújlak felé 2,43%-0,72%-ig.
- Vízszintes vonalvezetés: a hídtengely R=300 m sugarú ívben fekszik, a hídtengely és az autópálya tengely 85,36°-os szöget zárnak be. Az alátámasztások az autópálya tengellyel párhuzamosak, ez azt jelenti, hogy metszéspontjukban a körívvel különböző szögekkel csatlakoznak az érintőhöz.

A híd felülnézete az 5. ábrán látható.

A híd teherbírása: az 5/2004 MFSZ szerint MSZ ENV 1991-3 (Eurocode 1.) szerinti terhekre (3 db iker-tengely és sávonként változó megoszló terhelés) és teherkombinációkra.

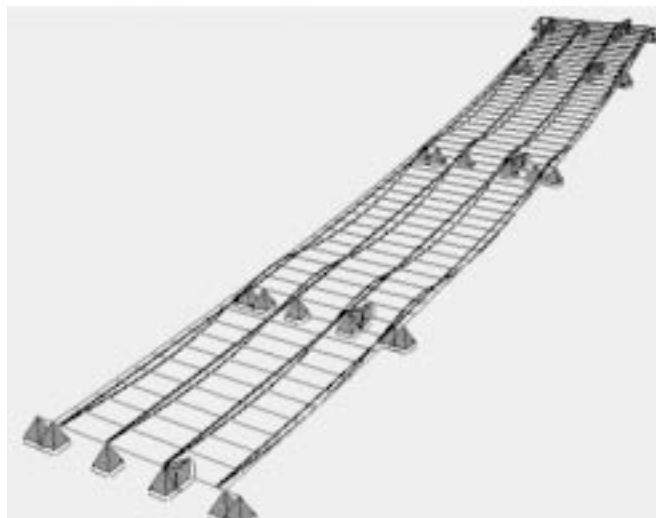
A híd szerkezeti rendszere: 5 támaszú, 4 bordás, egy ütemben betonozott, helyszínen feszített C50/60 monolit vasbetonra tervezett felszerkezet (6. ábra), egyedi monolit C35/40 pillérekkel és hídfőkkel, valamint a hídfőknél és a pillérnél C25/35-ös síkalapozással.

A felszerkezetet „interne” csúszófeszítéssel feszítettük meg hosszirányban (7. ábra), a hídfők mögé vizsgálókamrát terveztünk be. A vizsgálókamrában a víz-záró dilatáció állapota vizsgálható. Az állandó és használati terhek alatti nyomás igénye miatt elengedhetetlenül szükséges a keresztirányú feszítés alkalmazása, amit szintén csúszópásmás feszítéssel értünk el.

4.2 A híd tervezésének szempontjai

Az volt a célunk, hogy a NSZ/NT beton kedvező tartóssági tulajdonságait kihasználva szigetelés nélküli felszerkezetet építsünk, mert ez illeszkedik legegyszerűbben a csatlakozó út betonburkolatához. A szigetelés nélküli felszerkezet építése ugyanakkor csak úgy képzelhető el, ha a legszigorúbb repedésmen-tességi követelményeket támasztjuk. Ez a szigorú követelmény csak feszített híd betervezésével volt biztosítható.

A jelenleg érvényes útügyi műszaki előírásokban szereplő üzemi igénybevételekkel, ez a követelmény nem biztosítható, ezért a híd tervezéséhez az EC alapú „5/2004 Építőipari Műszaki Engedély: Műszaki Szál-



7. ábra: A felszerkezet tartórács modellje a feszítőpásmákkal

lítási Feltételek E, K, R forgalmi terhelési kategóriájú útszakaszok hézagaiban vasalt betonburkolatú, illetve kompozit felépítésű merev útpályaszerkezeteihez illeszkedő híd-felszerkezetek építéséhez.” előírást kellett alkalmaznunk.

Ezen előírás alapján megadott terhekre és a karakterisztikus kombinációra számolt használati igénybevételek kb. 60%-al magasabbra adódtak, mint az útügyi műszaki előírások szerinti üzemi állapot alapján számolt igénybevételek.

A feszített, szigetelés nélküli felszerkezetre az alábbi alapvető követelményeket támasztottuk:

- használati állapotban a felszerkezet összes elemében a keletkező feszültségeket nyomás alatt tartottuk, (a dekompressziós állapot kvázi állandó kombinációra, gyakori kombinációra)
- a karakterisztikus (ritka) kombinációra a húzást max. $1,2 \text{ N/mm}^2$ -re engedtünk meg, ami a C50/60 beton $f_{ctk5\%} = 2,9 \text{ N/mm}^2$ 40%-a,

A szigetelés elhagyása mellett egy sor új szerkezeti megoldást kellett beterveznünk:

- úszólemez helyett vasalt, a hídfőre feltámaszkodó pályatábla (8. ábra),
- trapéz alakú háttöltés-test,
- hossz-és keresztirányú feszítés,
- vasbeton szegély elhagyása, helyette acélszegély építése,
- H3-as acél korlátszerkezet beépítése.

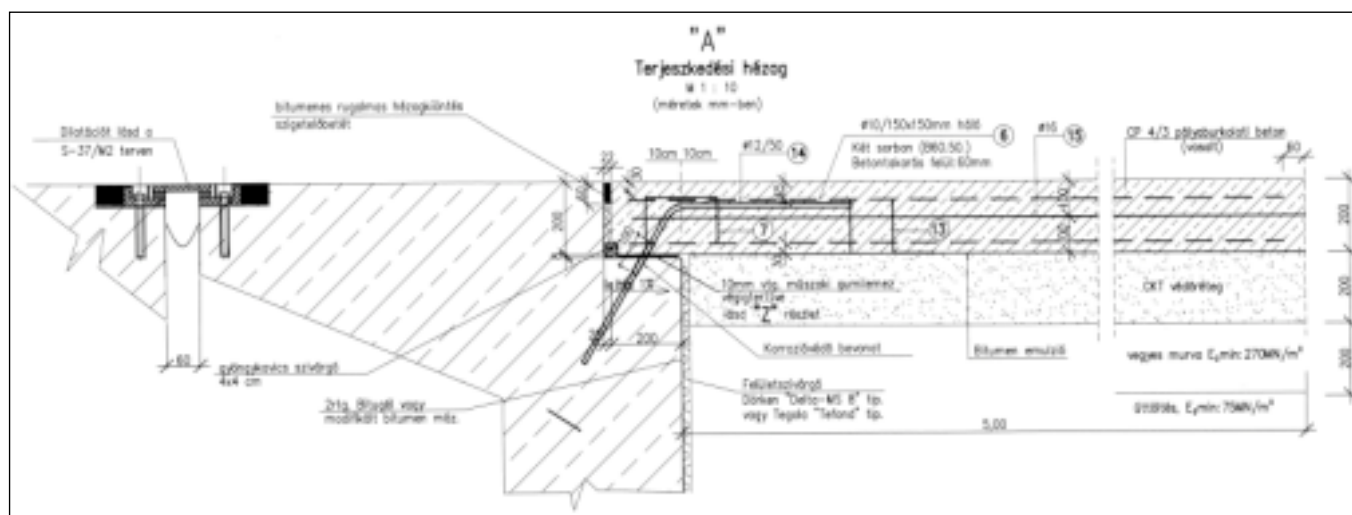
A tervezés során változtatás nélkül felhasználtuk a FŐMTERV Rt. eredeti alapozási és pillér terveit bár az új típusú felszerkezetből következően ezek kisebb terhelést kapnak. A Mahíd 2000 ZRt. tervezési tevékenysége a pillérfej gerendák és a hídfők kialakításától kezdődött.

A Nemzeti Autópálya ZRt. a tervező javaslatait elfogadta, a GKM Közúti Főosztálya a szükséges szabvány alóli felmentéseket megadta. A Központi Közlekedési Felügyelet független statikai ellenőrzést végeztetett és a tervezés feltételeit meghatározta. Az Állami Autópálya Zrt. a híd üzemeltetésével kapcsolatos előírásait fogalmazta meg.

4.3 A statikai számítások

Az NSZ/NT beton felszerkezetű hídra az alábbi számításokat végeztük el:

- tartórács modellen meghatároztuk a 4 főtartós híd kereszteloszlását, és ekkor külön a szélső és külön a közbenső főtartókkal, mint rúdszerkezettel foglalkoztunk,
- a főtartókra az elengedhetetlenül szükséges hosszirányú VT-CMM-nx150 jelű, „interne” csúszófeszítést alkalmaztuk, mértékét úgy határoztuk meg, hogy a használati terhekből a felszerkezet minden pontja gyakorlatilag nyomás alatt maradjon,
- ehhez a feszítési- és a statikailag határozatlan mennyiségekből képzett igénybevételek, valamint a teherbírási állapotnak megfelelően képzett további igénybevételek szuperponálása után kapott kombinációkra meghatároztuk a szükséges lágyvasalást (teherbírási állapot számítása a feszítőerőből különösen nyomott-hajlított vb. keresztmetszettel),
- a főtartók hosszirányú nyomófeszültségei a hátránt kontrakció miatt keresztirányú húzást adnak, amelyek a forgalmi terhekből eredő feszültségekkel összeadódnak. A keresztirányú húzást 1 mként egy kereszt-feszítéssel tartottuk kordában,
- a véglehorgonyzások vizsgálatára térbeli végeleemes számításokat végeztünk, rugalmas rendszeren,
- a híd mögötti süllyedések csökkentésére és a háttöltés optimális formájának meghatározására a valós talajrétegződés és az építési ütemek modellezésével, Mohr-Coulomb anyag törvényű nemlineáris síkbeli végeleemes számításokat végeztünk,
- a betontáblák vizsgálatához rugalmasan ágyazott, rugókkal összekapcsolt C_{kt} réteg és útbeton réteg nemlineáris végeleemes modelljét alkalmaztuk, mellyel a hídra feltámaszkodó kvázi úszólemez vasalását indokoltuk,
- tartórács modellen kísértük végig a feszített felszerkezet beforgatásával keletkező igénybevételeket és határoztuk meg a beforgatás megengedett aszinkron süllyesztéseit, a tartó repedésmertességét szem előtt tartva.



8. ábra: Az NSZ/NT betonból készült pályalemez csatlakozása CP 4/3 betonból készült útburkolathoz

1 m³ tömör beton tervezett összetétele

Megnevezés	Tömeg%	Térfogat% [dm ³]	Térfogat	Tömeg [kg]
OH 0/4	39	40	278	735
UKZ 5/12	19	18	125	357
OK 8/16	41	42	292	772
Adalékanyag összesen:			696	1864
Cement CEM II/A-S 42,5 N			136	420
Szilika szuszpenzió	6		36	50
Víz			115	115
Adalékszer				
Folyósító	1,7		6,4	7,1
Kötéskésleltető	0,3		1,1	1,3
Levegő			10	
Összesen			1000	2457
Víz-cement tényező	0,35			

5. Az S65 számú aluljáró megépítése

Az S65 jelű aluljáró NSZ/NT betonból készült utófezsített vasbeton szerkezet betonozásához külön Betontechnológiai Utasítást készítettünk. A beton összetételéről a 4. táblázat tájékoztat. Összesen 484 m³ ilyen betont építettünk be.

Az építés helyszínén a mixerben lévő betonkeverékekhez 0,9 kg/m³ polipropilén szálat adagoltunk. Konzisztenciát a keverőtelepeken, valamint az építés helyszínén a fibrin szál adagolása előtt és után is mixerenként mértük. A beépített friss beton hőmérséklete 20-25 °C között volt.

A feszítés időpontjának meghatározásához 15 cm élhosszúságú kocka alakú próbatesteket készítettünk a beton 48, 60 és 72 órás nyomószilárdságának vizsgálatára. A próbatesteket a betonozás kezdetén, közepén és végén vett mintákból készítettük. A nyomószilárdság alakulásának vizsgálatára 5, 7, 14, 28 és 90 napos korban készítettünk próbatesteket, amelyeket a törésig 20±5 °C hőmérsékletű vízben tároltuk.

A 48, 60 és 72 órás, valamint az 5, 7 és 14 napos

4. táblázat

nyomószilárdság vizsgálati eredményeket az 5. táblázat tartalmazza.

A beton minősítéséhez minden megkezdett 50 m³ betonból 1 sorozat (5 db 15-ös kocka) próbatest készült. A vizsgálati eredmények a 6. táblázatban találhatók.

Ha a beton minősítését az ÚT 2-3.414:2004 Közúti hidak tervezési előírásai alapján MSZ 4720-2 szerint végezzük, akkor a beton C 55/67 szilárdsági osztálynak felel meg.

Ha a beton szilárdságát az MSZ 4798-1:2004 szerint a gyártás kezdeti időszakára értékeljük, akkor a beton C 60/75 szilárdsági osztálynak felel meg.

A beton nyomószilárdsága az elvárásoknak megfelelően alakult.

Ha összehasonlítjuk a kísérlet folyamán végzett vizsgálatokat látható, hogy a beton nyomószilárdsága egyenletesen teljesíti az EN szerinti C60/75 szilárdság osztály követelményét.

A nagy teljesítőképességű beton tartósságát a víz-záróság, fagyállóság, kopásállóság, fagy- és olvasztósó-állóság és a beton klorid-ionok behatolásával szembeni ellenálló képesség vizsgálatával igazoljuk. Ezek az eredmények az idő rövidsége miatt még nem állnak rendelkezésünkre.

5.1 A próbabeépítések tapasztalatai kivitelezési szempontból

Összesen három helyen történt hídszerkezetbe történő próbabeépítés az alábbiak szerint

- 2 db kiegyenlítő lemez
- 1 db híd pályalemez

5.1.1 Próbabeépítés kiegyenlítő lemezen

Az első két próbabeépítés célja főként a beton hosszabb szállítás utáni viselkedésének, pumpálhatóságának, tömöríthetőségének vizsgálata volt.

5. táblázat

Betonvizsgálatok 14 napos korig

Mintavétel ideje	Beton kora	Nyomószilárdság [N/mm ²]		Testsűrűség töréskor [kg/m ³]
		egyedi	átlag	
2005.10.11. betonozás kezdetén	48 óra	35,3	37,1	2403
2005.10.11. betonozás közepén	-	37,6		
2005.10.12. betonozás végén		38,4		
2005.10.11. betonozás kezdetén	60 óra	41,8	42,1	2415
2005.10.11. betonozás közepén		42,3		
2005.10.12. betonozás végén		42,3		
2005.10.11. betonozás kezdetén	72 óra	50,1	48,6	2419
2005.10.11. betonozás közepén		47,2		
2005.10.12. betonozás végén		48,6		
2005.10.12.	5 nap	61,7	61,7	2433
2005.10.12.	7 nap	64,6	64,6	2426
2005.10.12.	14 nap	80,1	80,1	2400

6. táblázat

A próbatestek törési eredményei

Sorozat	Nyomószilárdság [N/mm ²]	Testsűrűség töréskor [kg/m ³]
1.	84,97	2421
2.	82,77	2396
3.	81,46	2409
4.	78,74	2390
5.	76,52	2369
6.	89,41	2439
7.	90,90	2456
8.	85,51	2440
9.	87,49	2458
10	85,00	2463
Átlag	84,3	2424

Megállapítható, hogy a beton területtel mért konzisztenciája a 30-45 perc szállítási idő alatt 25-30 °C levegő hőmérsékleten jelentősen nem csökkent. A beton eltarthatósága jó, a konzisztencia felújítható folyósító adalékszer segítségével.

A beton tömörítésére nagyfrekvenciájú tűvibrátorokat alkalmaztunk. A tömörítéshez szükséges idő hosszabb mint a normál beton esetén, valamint a vibrátor által átmozgatott beton sugár kisebb, ezért sűrűbb raszterben kellett a vibrátorokat a betonba engedni.

Mivel az NSZ/NT beton a tervezetthez képest 3 l/m³ többletvíz hatására megfolyósodik ezért a konzisztencia pontos beállítása a helyszínen – beépítés előtt – történt folyósítószer adagolásával.

Az S65 jelű híd vízszintes vonalvezetése egy 300 m sugarú ív, amiből adódóan a keresztelés 6%, míg az eredő esés helyenként a 7%-ot is eléri. A nagy keresztelésű pálya betonozhatóságának kikísérletezésére szolgált két híd kiegyenlítő lemeze, amelyek 10%-os eséssel rendelkeztek. Mivel a képlékeny, illetve folyós konzisztenciájú NSZ/NT betonnal készült felület nem volt teljes mértékig kielégítő, ezért úgy döntöttünk, hogy a híd felszerkezetét közel vízszintesen építjük meg, és a beton megszilárdulása, valamint a hossz és keresztirányú feszítőerők bevitele után forgatjuk a helyére.

5.1.2 Próbaépítés egy kisebb híd pályalemezén

A harmadik próbaépítés egy kisebb híd pályalemezének építése volt. Ez volt gyakorlatilag a technológia „főpróbája”. A fő szempont a felületképzés nagy összefüggő felületen történő megvalósíthatóságának vizsgálata volt. Az elkészült burkolat felületén az alábbi vizsgálatokat végeztük el:

- Felület érdességének meghatározása homokmélység méréssel ÚT 2-2.111:1977 szerint mérve,
- Felületi egyenetlenség vizsgálata ÚT 2-3.203:1981 szerint mérve.

5.2 Monolit felszerkezet építése az S65 jelű hídon

Az S65 jelű híd felszerkezetének építése az alábbi technológiai folyamatokra bontható.

- A tervek alapján egy közel vízszintes, elforgatott helyzetű híd zsaluzat megtervezése.
- Zsaluzat megépítése.
- Vasszerelés, feszítőkábelek, korlát és acélszegély lehorgonyzó szerelvényeinek elhelyezése.
- Betonozás, felületképzés, utókezelés.
- Feszítés.
- Zsaluzat részleges bontása után a süllyesztés/forgatáshoz szükséges hidraulikák elhelyezése.
- Zsaluzat bontása.
- A híd végleges helyére süllyesztése/forgatása.
- Saruk elhelyezése, aláöntése.
- A híd sarukra helyezése, hidraulika eltávolítása.

A híd közel vízszintes helyzetű megépítésére a nagy, 6%-os keresztelés miatt volt szükség. A zsaluzat koordinátáinak meghatározására elkészítettük a híd AUTOCAD 3D modelljét, majd ezt elforgatva megkaptuk a szükséges adatokat.

A korábbi kísérletek során tapasztalt egyenetlenségi probléma kiküszöbölésének érdekében a lehúzógerendát egy zsaluzaton kívül elhelyezett zárt szelvényű sínre helyeztük (9. ábra).

A betonozás két ütemben történt. Az első ütemben a hossz és keresztirányú bordák, majd második ütemben a lemez betonozása történt. Erre azért volt szükség, hogy a betonellátás a lemez betonozásánál nagyobb kapacitással történhessen, biztosítva ezzel a folyamatos haladást.

A beton vibrogerendával való lehúzását követte a simítólapos simítás, majd az érdesítés. A felületet műfüves hengerrel érdesítettük. Ennek előnye, hogy simítás után szinte azonnal elvégezhető a felületképzés.

A beton utókezelése párazáró szerrel történt, majd másnap a felület terfil és fólia terítést kapott.

A beton szilárdulásával járó hőfejlődést a főtartókban – betonozás közben és után – mértük, és megállapítható volt, hogy a beton hőmérséklete 20 °C-ról indulva kb. 20 óra múlva jutott a maximumra, amely 65 °C volt. A korai zsugorodást a korrekt és azonnali utókezeléssel kézben tudtuk tartani.

A felszerkezet feszítése hossz és keresztirányban történt, előre meghatározott sorrend és feszítési erők



9. ábra: A lehúzógerenda alátámasztása egy zsaluzaton kívül elhelyezett zárt szelvényű sínrel

szerint. A feszítés megkezdése előtt próbakockák törésével ellenőriztük a feszítéshez szükséges szilárdságot.

Az állványzat elbontása után megtörtént a felszerkezet végleges, terv szerinti helyzetbe forgatása/süllyesztése. Ennél a munkafázisnál ügyelni kellett arra, hogy a szomszédos támaszok közötti süllyesztés különbség nem lehetett 1 cm-nél nagyobb.

A munkafolyamat során folyamatosan mértük az egyes támaszoknál létrejött elmozdulásokat, valamint a hidraulikáknál ébredő reakcióerőket. A híd mozgása egy előre kiszámított táblázat szerint történt, a helyszínen számítógépes statikai számítással kontrollálva a pillanatnyi elmozdulásokhoz tartozó számolt és a valóságban fellépő reakcióerőket.

A híd terv szerinti helyzetbe kerülése után elhelyezésre kerültek a saruk, majd elkészült a saruk aláöntése is. Ezután a hidraulika tehermentesíthető volt, majd eltávolításra került.

A hídhoz kapcsolódó úton modelleztük az út betonburkolata és híd csatlakozását. Ehhez 35-35 m hosszban a tervezett aszfalt burkolatot betonburkolatra cseréltük. A CP 4/3 minőségű betont billenős tehergépkocsikkal szállítottuk a helyszínre, a burkolatépítéshez WIRTGEN típusú finishert használtunk. A pálya beépítése két ütemben, sávonként történt.

6. Összefoglalás

6.1 Főbb megállapítások

1. Az NSZ/NT beton felszerkezetű híd megépítésével, pótolhatatlan és értékes tapasztalatokat szereztünk a tervezéstől a betonösszetétel meghatározásán át a konkrét építésig. Újszerű számítási és szerkezeti megoldásokat, betontechnológiai kísérleteket és építési technológiákat alkalmaztunk, a kivitelezésben szakmai gyakorlatot szereztünk.
2. A vízcement-tényező csökkentésével, folyósítószer és megfelelő betonösszetétel alkalmazásával sikerült előállítani egy olyan pályalemezt, mely tartósabb a normál betonhoz képest
3. Konkrét kísérleteink a különböző NSZ/NT betonkeverékekkel és egy normálbetonnal igazolták – a külföldön már megtapasztalt – nyomószilárdság, vízzáróság, fagy és olvasztósó állóság, valamint a beton kloridionnal szembeni ellenállóság lényeges növekedését a normálbetonhoz viszonyítva, és ezen felül a beton kopásállósága sem csökkent.
4. Az alkalmazott folyós konzisztenciájú NSZ/NT beton bedolgozása közel vízszintes – maximálisan 2-3%-os esésű – zsaluzatban megoldható.
5. A tervezett oldalesés biztosításához speciális beforgatási-süllyesztési technológiát dolgoztunk ki.

6.2 További feladatok

1. Az NSZ/NT beton bedolgozásához speciális eszközök szükségesek, ezért tervezési, technológiai bedolgozó gépei vonatkozásában szükséges fejlesztéseken dolgozunk.
2. Az üzemeltetés tapasztalatainak leszűrése és értékelése a hídszerkezeti megoldások és csomópont-

tok, a betontechnológia és a bedolgozás módjának tökéletesítése szükséges.

3. Az NSZ/NT beton hídépítésben történő felhasználásához a vonatkozó szabványok és útügyi előírások korszerűsítése, illetve újak kidolgozása szükséges.
4. A fejlettebb hídépítési technológiákban az alkalmazhatóságot célszerű lenne vizsgálni. (A szilárdulás, kúszás, zsugorodás, hidratációs hőfejlődés időfüggvényeinek, és azok szerkezetre gyakorolt hatásának a vizsgálata.)
5. A nagy szilárdság miatt a kisebb szerkezeti magasságú, karcsú ugyanakkor kisebb duktilitással is rendelkező NSZ/NT hidaknál a dinamikai és fáradási számítási eljárások pontosítása indokolt.
6. Tömeges alkalmazás esetén a felületképzésre gépi technológia kifejlesztése célszerű.
7. A technológiát tovább kell fejleszteni előregyártott tartós felszerkezetű hídra is.

6.3 A jelenlegi kutatási eredmények alapján az NT betonok alkalmazásának a hídépítésben az alábbi előnyei vannak

1. Kevesebb beton, betonacél felhasználása magasabb teljesítőképességű híd létrehozásához.
2. Esztétikailag szebb szerkezetek létrehozásának lehetősége kisebb keresztmetszeti méretű könnyebb szerkezettel.
3. A szigetelés nélküli pályalemez.
4. A sókorrózió elleni védelem elhagyása.
5. Egyszerű csatlakozás beton pályaburkolatú utakhoz.
6. A felhasznált NT beton miatt a híd tartóssága nő, a hídfelújítások ciklusideje többszöröződik, várható költsége csökken, az élettartam növekszik.

7. A fejlesztés megvalósításában a következő cégek működtek együtt:

ÉPÍTEM Kht., Vegyépszer ZRt., MAHÍD 2000 ZRt., Nemzeti Autópálya Zrt., Duna-Dráva Cement Kft., Holcim Hungária Zrt. Danubiusbeton Dunántúl Kft., A Beton-Viacolor Térkő Rt., BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke, BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék, MAÉPTESZT Kft., CEMKUT Kft. és az ORKA Mérnöki Tanácsadó Kft.

Irodalom

1. *KTI Rt., BME Út- és Vasútépipítési Tanszéke, BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke MTA Mérnöki Szerkezetek Kutatócsoport, Orka Mérnöki Tanácsadó Kft.: 5/2004 Építőipari Műszaki Engedély, Műszaki Szállítási Feltételek E, K, R forgalmi terhelési kategóriájú útszakaszok hézagaiban vasalt betonburkolatú, illetve kompozit felépítésű merev útpályaszerkezeteihez illeszkedő híd-felszerkezetek építéséhez.*
2. *ÚT 2-3.208 „Útépipítési betonburkolatok tervezési előírásai”*
3. *1/2004 ÉME „Merev útpályaszerkezet hézagaiban vasalt bazaltbeton burkolattal”*

4. *Pálfay A.*: A gyorsforgalmi úthálózaton eddig alkalmazott pályaszerkezetek üzemeltetési és fenntartási tapasztalatai, kezelői elvárások a rendkívüli terhelésű útszakaszok pályaszerkezeteivel kapcsolatosan. Közúti és Mélyépítési Szemle, 53. évfolyam 2003. december.
5. *Ambrus K., Karsainé Lukács K., Pallós I., Vinczéné Görgényi Á.*: Lehetséges pályaszerkezeti változatok a rendkívül nehéz forgalmi terhelésű útszakaszok hosszú életciklusú pályaszerkezeteire a nemzetközi gyakorlat tükrében. Közúti és Mélyépítési Szemle, 53. évfolyam 2003. december.
6. *Keleti I.*: A forgalomnövekedés és az EU csatlakozás hatása a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztési programjában. Közúti és Mélyépítési Szemle, 53. évfolyam 2003. december.
7. *Gáspár L.*: Hosszú távon gazdaságos pályaszerkezet- változatokra adott javaslat a hazai rendkívül nehéz forgalmi terhelésű autópályákra. Közúti és Mélyépítési Szemle, 53. évfolyam 2003. december.
8. *Farkas Gy., Huszár Zs., Kovács T., Szalai K.*: A rendkívül nehéz forgalmi terhelésű útszakaszok hosszú életciklusú pályaszerkezeteihez illeszkedő hídszerkezeti megoldások. Közúti és Mélyépítési Szemle, 53. évfolyam 2003. december.
9. *Gáspár Cs.*: A 44-es főút Békéscsaba és Gyula közötti próbaszakaszok építésének előkészítése. Közúti és Mélyépítési Szemle, 53. évfolyam 2003. december.
10. *R. Silbereisen, K. Wassmann*: Nagyszilárdságú B85-ös beton mint tömegbeton a hídépítésben beton
11. *R. Silbereisen, K. Wassmann*: Késleltetési koncepció B85-ös nagyszilárdságú betonhoz beton
12. *W. Lindlbauer, K. Zehetner, J. Steigenberger, H. Handler*: Directly-Trafficable High Performance-Concret Bridge Structures – Practical utilisation demonstrated by the example of the Badhausbrücke Österreichischer Betonverein-Schriftenreihe Heft 32/1998
13. *J. Steinberger*: Brücken mit Hochleistungsbeton. Sorgenfrei für viele Jahre? Beton+Zement
14. *W. Lindlbauer*: Brücken mit Hochleistungsbeton ohne Abdichtung. Planung und konstruktive Durchbildung.
15. *P. Nischer*: Brücken mit Hochleistungsbeton ohne Abdichtung. Anforderungen und Eigenschaften des Betons.
16. *H. Huber*: Brücken mit Hochleistungsbeton ohne Abdichtung. Praktische Erfahrungen an ausgeführten Bauvorhaben.
17. *H. Handler*: Erforderliche Massnahmen für eine erfolgreiche Bauausführung

Summary

Dr. János Farkas – Ildikó Kocsis – Imre Németh – Jenő Bodor – Lajos Bán:

Use of high strength and high performance concrete in a new bridge over the M7 motorway

Due to the increased volumes and loads of heavy vehicles, the use of concrete pavements is considered on motorways. This leads to changes in demands against bridge structures. One of the possible solutions is the use of high strength and high performance concrete (HSC, HPC) structures where the bridge deck can also serve as pavement. The paper describes the design and construction of a bridge over the M7 motorway with HSC / HPC. Careful mixture design and extensive material tests were important parts of this pilot bridge construction project.

Acél aszfalterősítő hálók hatékonysága az új hajlékony burkolatrendszerek fáradási repedéseinek késleltetésében

Effectiveness of Steel Reinforcing Nettings in Combating Fatigue Cracking in New Flexible Pavement Systems

Mostafa A. Elseifi, Imad Al-Quadi
Journal of Transportation Engineering 2005. 1. p. 37-45, á:9, t:5, h:15.

A cikk a hengerelt melegaszfaltok erősítésére használt acél burkolati hálók hatékonyságát vizsgálja új hajlékony burkolatrendszerek esetén. A Virginia Smart Road két érzékelőkkel ellátott kísérleti szakaszán 3 különböző acél anyagú erősítő hálót építettek be. Az érzékelők nyomás-, feszültség- és hőmérsékletmérést tettek lehetővé. A mérési eredményeket véges elemes modellezéssel kombinálva értékelték az acél erősítés hatékonyságát a hajlékony burkolat teljesítőképességének javulásában és az aszfaltréteg alján keletkező fáradási repedésekkel szembeni ellenállásban. A dinamikus járműterheléseket háromféle teher konfigurációval, háromféle gumiabroncsnyomással és négyféle sebességgel végezték. A járműterhelések hatására kapott mérési eredményekkel kalibrált véges elemes modellel 3 különböző hőmérsékleten összehasonlították az erősítéses és az erősítés nélküli eseteket. A modellben a hengerelt aszfaltréteg viszko-elasztikus tulajdonságait figyelembe vették. Az egyik szakaszon a könnyű erősítő acélháló egy cementes nyitott szerkezetű víztelenítő rétegre került, itt a pályaszerkezet fáradási viselkedése keresztirányban 6 és 55% között, hosszirányban 25-82% között javult. A másik szakaszon, ahol a nehéz erősítő acélháló a hengerelt aszfaltréteg aljára került, a pályaszerkezet javulása keresztirányban 15-257% között, hosszirányban 12-261% között alakult. Az eltérő pályaszerkezetek és beépítési helyzetek miatt a két vizsgált esetben nem lehetett közvetlenül összehasonlítani az acélhálós erősítések viselkedését és hatékonyságát. A szerzők úgy vélik, hogy az erősítő acélhálók beépítésének hatása a pályaszerkezet teljesítőképességére legjelentősebb közvetlenül a repedések megjelenése után.

G. A.

A díjkapuk alkonya

The End of the Tollbooth?

Evelio Suarez, Kevin Hoeflich

Public Roads Vol. 68, No. 6, May/June 2005. (<http://www.tfhr.gov/pubrds/05may/10.htm>)

A közutak fejlesztésének finanszírozásában fennálló hiány szükségessé teszi az autópályákon a díjszedést. Florida állam autópályáin az elektronikus díjfizetés egyre nagyobb mértékben terjed, mely az úthasználók kényelmét is szolgálja. A Sun-Pass rendszer 2001-ben indult, és 2003-ra már a járművek 25%-a rendelkezett fedélzeti egységgel, melyet 1100 eladási ponton vásárolhattak meg. 2004. márciusban a készpénzfizető sávok számát 25%-kal csökkentették a díjkapuknál, ennek következtében áprilisban elérték az eredetileg az év végére tervezett 50%-os fedélzeti egység arányt. A további terv 2008. végére a 75%-os használati arány elérése. Az elektronikus díjfizető rendszerekkel szembeni egyik jelentős igény a névtelenség biztosítása a magánélet védelmében. A kanadai 407. autópálya elektronikus díjszedő rendszerében ezt – ha nem is könnyen – megoldták. A névtelenséget igénylő használó egy előre feltöltött számlát vehet igénybe. Az újrafeltöltés, melyre a fedélzeti egység kellő időben figyelmeztet, bármely pénztárból kezdeményezhető az autópálya társaság által kiadott csekkfüzet-szerű nyomtatványon. A számla kimerülése azonban a névtelenség megszűnését eredményezi. Az elkövetkező 8-10 évben a floridai autópályákon a díjfizetés várhatóan nagyobb részben elektronikusan és kisebb részben készpénzzel történik még. A teljesen elektronikus nyílt vonali díjfizetés a következő generációt jelenti, amikor az autósoknak nem kell lassítaniuk a díjszedő kapuknál, melyeket így meg is szüntethetnek majd. Jelenleg a díjkapu nélküli nyílt vonali díjszedés kísérlete folyik egy 16 km-es szakaszon, melynek célja az utazási sebesség akadálymentes fenntartása, a torlódások lehetőségének mérséklése. A közúti forgalom biztonságosabb és gyorsabb lebonyolódását segíti még Florida államban a megújított útellenőri szolgálat és a rendkívüli események kezelésének új szabályozása. A forgalom figyelését és befolyásolását intelligens közlekedési rendszer-eszközökkel érik el.

G. A.

A gyorsforgalmi úthálózat és a főúthálózat kiemelt beruházásainak hosszú távú fejlesztési programja megalapozó vizsgálata

Ajtay Szilárd¹ – Horváth Zsolt Csaba² – Dr. Kovács András³ – Kovácsházy Frigyes⁴ – Küzmös György⁵ – Dr. Tóth László⁶

1. Bevezetés

A közlekedési tárca Miniszteri kollégiuma a Közúti közlekedési főosztály javaslatára 2004. év júniusában határozott arról, hogy 2005. év II. negyedévéig el kell készíteni a hosszú távú (2020-ig szóló) közúthálózat-fejlesztési program részletes ütemezésének megalapozó vizsgálatát. A gyorsforgalmi úti és a térszerkezet-alakító nagyobb főúti beruházásokra kiterjedő feladattal a GKM, valamint az Útgazdálkodási és Koordinációs Igazgatóság 2004. év II. félévében közbeszerzési pályázat útján az UVATERV Rt-t bízta meg, valamint a kapcsolódó környezeti vizsgálatok elkészítésére külön megbízást adott a Közlekedéstudományi Intézet Kht-nak. A vizsgálat elkészítésének közvetlen szakmai vezetését – a megalapozó szakaszban – a hálózattervezési szakterületű országos intézményi egységek (szakminisztérium, Útgazdálkodási és Koordinációs Igazgatóság, Közlekedéstudományi Intézet Kht, Nemzeti Autópálya Rt) delegáltjaiból álló irányító bizottság látta el. Az optimalizálás végső szakaszában a főszerep már egy kiterjedtebb feladatra – az aktuálisan legfontosabb fejlesztési kérdések tisztázása céljából – felállított ún. hálózatfejlesztési bizottságnak jutott. (A szakfőosztály javaslatára miniszteri kinevezésekkel létrejött testület elnöke és tagjai: dr. Kovács András, Hamarné Szabó Mária, Jóna Péter, Keresztes László, Molnár László, dr. Vörös Attila).

Jelenleg a programjavaslat megalapozását célzó vizsgálat **hatásértékelési eredményei, környezeti vizsgálata, a szakmai és regionális megvitatás következtetései, valamint a környezetvédelmi hatóság állásfoglalása állnak rendelkezésre.** A közel múltban fejeződött be az 1995. évi LIII. tv. alapján előírt nyílt társadalmi egyeztetés és a környezeti vizsgálat hatósági egyeztetése, így elvileg nincs akadálya a tervezet előterjesztésének kormányhatározati javaslatként, de a további tennivalók tisztázására csak a közeljövőben kerül sor. Célszerűen a választási időszakot követően – a Magyar Köztársaság gyorsforgalmi közúthálózatának közérdekűségéről és fejlesztéséről

szóló 2003. évi CXXVIII. törvény kiegészülhet a 2007 és 2020 közötti programelemekkel. A vizsgálat elkészítésének alapvető indoka volt, hogy a hatályos törvény a fejlesztési programot *részletes* ütemezéssel (a beruházások befejezési évét megjelölve) csak 2007-ig határozza meg.

A vizsgálatnak nem volt célja a fejlesztési dinamika pontos meghatározása, így **a programjavaslat gördülő terv szemléletű**, a 2020. évi céldátum kizárólag munkaértéknek tekinthető, így a program pontos befejező éve egy 2015. és 2020. közötti, előre nem meghatározott időpont, amely a későbbiekben külön döntés eredményeként véglegesíthető. A gördülőterv **négy egymást követő programciklusra osztva határozza meg az építések ütemezését**, amelyek összhangban vannak az EU tervezési és költségvetési ciklusával.

Az egyes projektekre elkészített hatékonyság-értékelés alapján a vizsgálat első szakaszában elkészült azok rangsorba állítása. A lehetséges program-változatok hatáselemzése többlépcsős, az összességében legkedvezőbb nemzetgazdasági és társadalmi hatást célozva. Fontos hangsúlyozni, hogy – mind a projektek egyenkénti, mind a program-változatok értékelésekor – a hatékonysági szempontok mellett nagy súllyal kerültek mérlegre a területi kiegyenlítetttség és a felzárkóztatás céljai. A program-változatok értékeléséhez szolgáló indikátorokat már előzetesen meghatároztuk (alapvetően összhangban az időközben módosított 1988. évi I. tv. 11. §-ának (2) bekezdésével – 2006. évi IX. törvény), az alábbiak szerint:

- (1) a létesítés, a működtetés és a használat közvetlen társadalmi költségei,
- (2) a várható baleseti helyzet,
- (3) a települési környezet zaj-, rezgés- és szennyezőanyag terhelése,
- (4) az elérhetőség-javulásból fakadó térségi gazdaságélénkítő hatás,
- (5) a természeti értékekre és erőforrásokra gyakorolt hatások, illetve kockázatok,
- (6) az európai és a kétoldalú nemzetközi együttműködés segítése,
- (7) területi kiegyenlítetttség, a hátrányos térségek, települések felzárkóztatása,
- (8) kiemelt térszerkezeti célok (a centrális hálózat-szerkezet oldása),
- (9) egyéb, nem közlekedési szempontok (idegenforgalom).

2. A vizsgálat fő részei és menete

Az eddig elvégzett fő feladatrészek a következők:

1. helyzetelemzés,
2. a programváltozatok vizsgálatához használható kiinduló feltételek meghatározása,

¹ Okl. közlekedésmérnök, vezető tanácsos, Gazdasági és Közlekedési Minisztérium; ajtay@gkm.hu

² Okl. közlekedésmérnök, mérnök közgazdász, MBA, Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, közlekedési helyettes államtitkár

³ Okl. építőmérnök, mérnök közgazdász, Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, főosztályvezető

⁴ Okl. építőmérnök, okl. városi forgalmi szakmérnök, vezérigazgató helyettes, UvaterV Út-, Vasúttervező Részvénytársaság; 500@uvaterv.datanet.hu

⁵ Okl. matematikus, főmunkatárs, UvaterV Út-, Vasúttervező Részvénytársaság; kuzmos@uvaterv.hu

⁶ Okl. közlekedési mérnök, a közgazdaságtudomány kandidátusa, ügyvezető igazgató, TRAFFICON Kft.; laszlototh.traffikon@axelero.hu

3. a korábbi hazai, illetve a fejlett országok módszereinek vizsgálata,
4. a vizsgálati módszer pontosítása és az értékelési modell elkészítése,
5. az előzetes programjavaslatok elkészítése és értékelése,
6. az egyes elemi projektekre elvégzett összegző értékelések,
7. a környezeti értékelés előkészítése,
8. az optimalizált (négy különböző) stratégiai programváltozat értékelése,
9. több ütemű szakmai megvitatás, ennek eredményeként az 5. „kompromisszumos” programváltozat elkészítése és értékelése,
10. egyeztetés a régiók képviselőivel, az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főfelügyelőséggel, nyílt közreadás alapján a civil szférának lehetővé tett észrevételezés.

Amint azt a 9. vizsgálati lépés mutatja, a hálózatfejlesztési bizottság és több országos szakmai szervezet szakértője javaslatainak figyelembe vételével a tervezői kör a legsikeresebb programváltozatra építve további optimalizálásként ún. 5. programváltozatot készített. Ez egyben a – párhuzamosan elkészített – nagytávú terv (30 éves időtáv) javaslataival is biztosította az összhangot. A területi szereplők képviselőivel folytatott egyeztetés természetesen további módosításokat eredményezett, azonban a megalapozó munka jelenlegi állása szerint megállapítható, hogy

- a rendszerváltás óta ez az első (szakmai kezdeményezésnél többnek tekinthető, a korábbi módszereknél részletesebb) analitikus megalapozású,
- kollektív és független módszertani irányítással és
- igen széles körű területi egyeztetéssel, de szakmai keretek között elkészített program-javaslat.

A helyzetelemzés

E cikkben a terjedelmi korlátok miatt nem ismertetjük a vizsgálat helyzetelemzési eredményeit, valamint az abban meghatározott távlati kiinduló feltételeket, így lényegében csak felsoroljuk ezek fő elemeit:

- Áttekintő összegzés (a hálózat mennyiségi, minőségi, forgalmi és baleseti adatainak az elemzése).

- A programtervezés során figyelembe vett tendenciák és szempontok (EU-beli prioritások, támogatási irányelvek, készülő általános közösségi és nemzeti gazdasági stratégia, a jelenleg érvényes program célkitűzései, a TEN-T tranzithálózat mielőbbi kiépítésének szempontja, természet- és környezetvédelmi szempontok).
- A távlati programok vizsgálatához használható kiinduló feltételek meghatározása (a térségenként becsült gazdasági adatok, a lakosság, a gépjárművek száma, a forgalom, a nemzetközi közúti kapcsolatok fejlődésének elemzése, a reálisan feltételezhető forrásérték és a megvalósítási dinamika becslése).

A helyzetelemzés munkarészben kiemelten kezelt kérdések:

- A jelenleg érzékelhető kritikus útállapotok és a gyorsuló leromlási folyamatok a finanszírozási arányok alapvető megváltoztatását teszik szükségessé.
- Gazdasági, úthálózati és forgalmi térszerkezet (erővonalak): A közúthálózat szerkezetét és a forgalomáramlási viszonyokat alapvetően meghatározza a fővárosban koncentrálódó államigazgatási, gazdasági stb. potenciál kimagasló aránya.
- A teljes hazai közúthálózat baleseti helyzete – ellentétben a hazai és az EU-s célkitűzésekkel – nem javul, sőt a 2000. évtől enyhén romló irányzatot mutat.

A közúthálózat felújítási programjának felgyorsítására és a közúti közlekedésbiztonsági helyzet javítását célzó intézkedések és források biztosítására e vizsgálattal egyidejűleg külön (kormányzati előterjesztésre alkalmas) javaslat készült.

A vizsgálati módszer pontosítása és az értékelési modell elkészítése

A hatékonysági vizsgálatok eredményeiben meghatározó jelentőségűek (súlyát tekintve 52%) a közúthálózat fejlesztésének közlekedési és környezeti hatásai. Az így számítható integrált haszon/költség hányados (IHKH) figyelembe veszi a fejlesztés, a felújítás, az üzemeltetés és fenntartás költségeit, a járműforgalommal összefüggésben nemzetgazdasági szinten kimutatható járműüzemi, idő- és baleseti költségeket és a

Értékelési szempontok

1. táblázat

	Értékelési szempont	Számított értéke
1	Integrált haszon/költség hányados (IHKH)	A társadalmi hasznok (pl. idő- és üzemanyag veszteségek, lakóterületi környezeti terhelések csökkenése) és a ráfordítások aránya
2	Elérhetőség javítás, gazdaságélénkítés	Az összes körzet summa elérhetőség változása
3	Nemzetközi együttműködés segítése	Határátkelők, határon túli régiók, EU-centrum summa elérhetőség változása
4	Elmaradott térségek elérhetőségének javítása, az elérhetőség területi kiegyenlítetttségre gyakorolt hatás	Az elmaradott körzetek summa elérhetőség változása Átlag eltérés a mértékadó elérhetőségtől (perc)
5	Élő- és állatvilág, tájkép védelme, vízvédelem (együtt)	A javasolt fejlesztések Natura 2000 területen átmenő summa hossza
6	Hálózati hatás, beleértve a térszerkezeti célok elérésének segítségét.	A Dunán átmenő forgalom Budapesten kívüli %-a
7	Idegenforgalom	A jelentősebb idegenforgalmi körzetek summa elérhetőség változása

humán környezeti terhelés (zaj, levegőszennyezés) terén a fejlesztés eredményeként várható megtakarításokat, tehát számos igen fontos kritériumot.

A sokkritériumos vizsgálatban jelentős szerep jut továbbá

- az összes forgalmi körzetben a fejlesztés eredményeként bekövetkező elérhetőség-javulásnak, ami a versenyképesség, a gazdaságélénkítés fontos feltétele,
- a nemzetközi kapcsolatokban a határátkelők jobb, gyorsabb megközelítésével összefüggésben bekövetkező várható javulásnak,

- az elmaradott térségek elérhetőség- és a területi kiegyenlítettség-javulásának,
- a közúthálózat centrális, gyűrűs, főváros-központú térszerkezetét oldó, hálós szerkezet kialakításának,
- az előzőkön túlmenően vizsgálat tárgya a természetvédelemmel és az idegenforgalommal kapcsolatos hatások elemzése.

Az értékelési szempontokhoz tartozó jellemzők leírásának leírását tartalmazza az 1. táblázat.

Minden értékelési szempontnál külön meghatároztuk a négy programütemre és a teljes programra vo-

2. táblázat

Projektelemek értékelése a gazdaságossági, a környezetvédelmi, az elérhetőségi, a felzárkóztatási, a nemzetközi kapcsolatokat javító és az idegenforgalmi hatások figyelembevételével

Ranghely	Tranzit-szerep	Beruházás	Hossz* (km)	Ber. kts. (Mrd Ft)	Ranghely (hatásérték szerint)
1		M0 útgyűrű 11 – 10. sz. főút között	7	21	1
2	TEN	M2 Budapest – Vác	28	14	2
3	TEN	M4 Szolnok – Fegyvernek	35	38	3
4		M4 Üllő – Szolnok	41	49	4
5		M0 útgyűrű 10 – 1. sz. főút között	18	107	5
6	TEN	M8 Dunavecse – Kecskemét	52	62	6
7	TEN	M8 Jánosháza – Veszprém	59	65	7
8	TEN	M8 Körmeny – Rábafüzes (oh.)	28	48	8
9	TEN	M8 Kecskemét – Szolnok	50	65	9
10	TEN	M4 Fegyvernek – Püspökladány	54	62	10
11		M85 Győr (M1) – Csorna	27	30	11
12		M8 Szolnok – Füzesabony	69	90	12
13		M9 Nagykanizsa – Kaposvár	53	63	13
14	TEN	M3 Nyíregyháza – Vásárosnamény	48	71	14
15	TEN	M8 Körmeny – Jánosháza	48	68	15
16	TEN	M2 Vác – Parassapuszta (oh.)	37	56	16
17		Váci Duna-híd	24	47	17
18	TEN	M8 Dunaújváros – Veszprém	87	120	18
19	TEN	M35 Debrecen – Berettyóújfalú	30	36	19
20		M25 Füzesabony (M3) – Eger	16	29	20
21		M76 B.szentgyörgy – Z.egerszeg	42	71	21
22		M9 Hegyfalva (M86) – Kópháza	39	69	22
23	TEN	M43 Makó – Csanádpalota (oh.)	18	21	23
24	TEN	M9 – M86 Szombathely – Csorna	49	64	24
25		M9 Kópháza – Sopron (oh.)	15	27	25
26		M9 53. sz. főút – 54 sz. főút	37	48	26
27		Komáromi új Duna-híd	6	29	27
28	TEN	M3 Vásárosnamény – Barabás (oh.)	25	43	28
29	TEN	M9 Szombathely – Nagykanizsa	101	142	29
30		M40 Nyíregyháza – Debrecen	35	38	30
31		M9 Kaposvár – Szekszárd	69	96	31
32	TEN	M86 – Hegyeshalom (M1) – Csorna	31	40	32
33		M87 Szombathely – Kőszeg (oh.)	34	60	33
34		Esztergomi új Duna-híd	7	35	34
35	TEN	M6 Dunaújváros – Szekszárd	62	81	35
36		M100 Érd (M6) – Esztergom	58	135	36
37		M85 Csorna – Nagycenk	41	54	37
38	TEN	M30 Miskolc – Tornyosnémeti (oh.)	59	65	38
39		M9 Szeged (M5) – 53 sz.főút	34	37	39
40	TEN	M6 Bóly – Ivándárda (oh.)	20	28	40
41		Mohácsi Duna-híd	21	45	41
42	TEN	M15 Hegyeshalom – Rajka (oh.)	13	7	42
43		M49 Ór (M3) – Csengersima (oh.)	48	57	43
44		M21 Hatvan – Salgótarján	48	74	44
45	TEN	M4 Gáborján – Nagykereki (oh.)	15	18	45
46		M81 Komárom (M1) – Sz.fehérvár	61	94	46
47	TEN	M4 Püspökladány – Gáborján	39	46	47
48		M44 Kecskemét – Békéscsaba	116	136	48
49		M300 Vásárosnamény – Záhony (oh.)	33	40	49
			1927	2683	

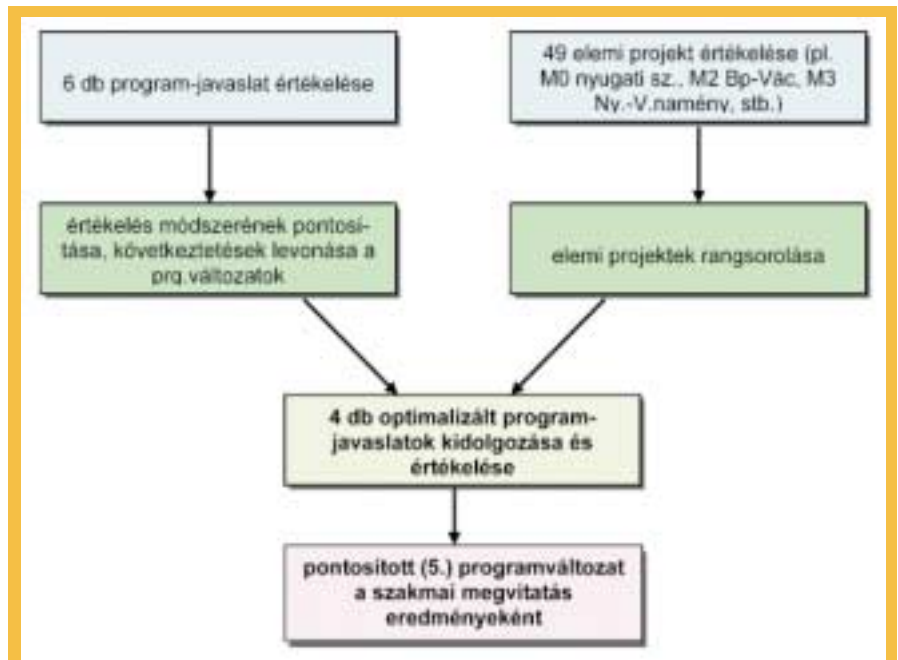
*Megjegyzés: hidak hossza a csatlakozó utakkal együtt értendő

natkozó megfelelőségi jellemzőt. A második programciklustól a haszonból mindig kivontuk az előző ciklus hasznát, és azt viszonyítottuk a ciklus költségeihez. Az értékelési mutatókat 2020-ra diszkontáltuk, és a beruházási költség minimumhoz viszonyított arányával súlyoztuk.

A programoptimalizálás menete

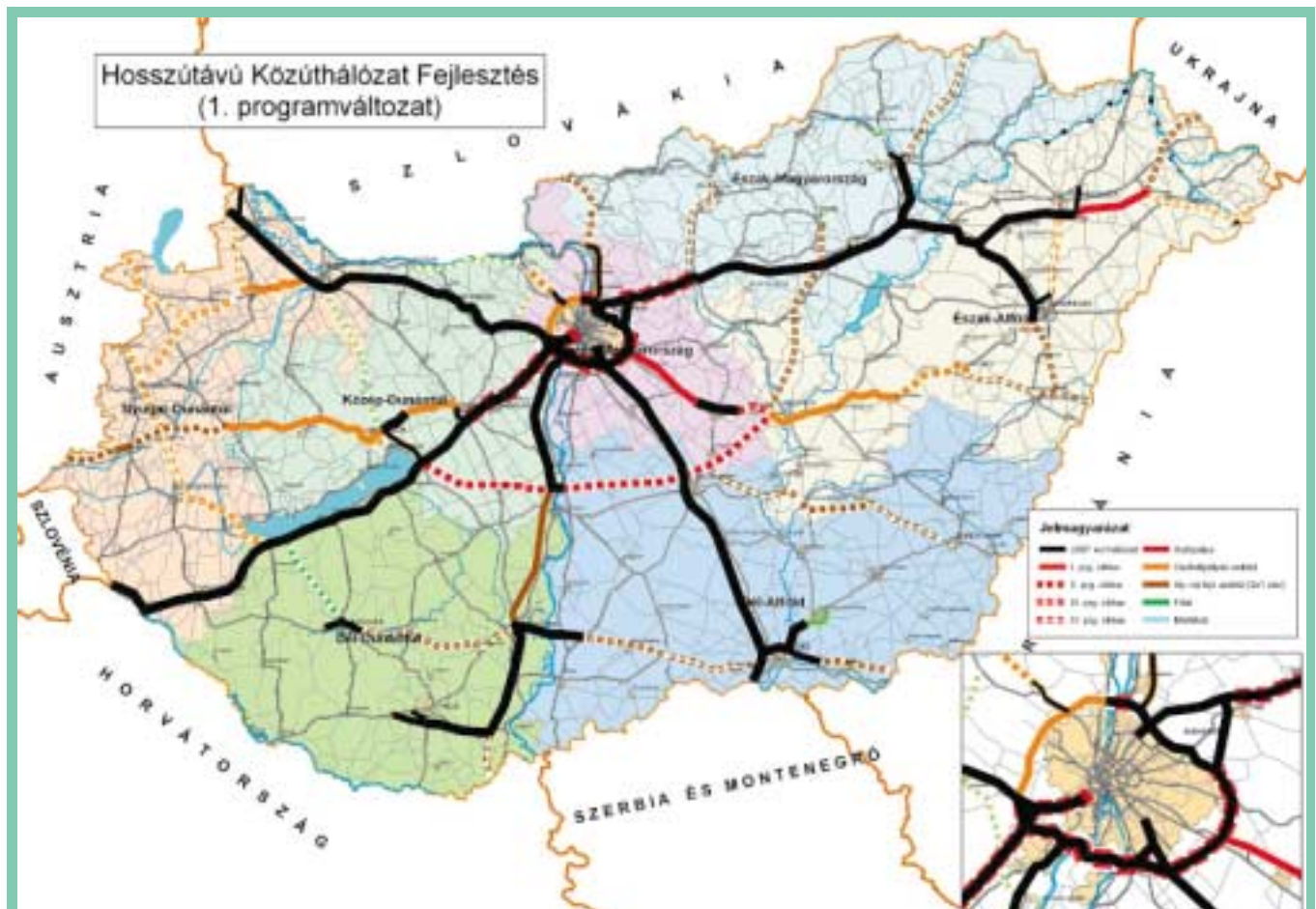
A stratégiai programjavaslatok felépítése során az egyik legfontosabb kiindulópontként a főbb **projektekre elemenként** elvégzett analitikus értékelés eredményei vehetők figyelembe. A 2. táblázatban szereplő **ranghelyértékek** az egyes projektek esetében vizsgált gazdasági hatékonyság, elérhetőség-javító, felzárkóztatást segítő, nemzetközi kapcsolatokat javító, valamint idegenforgalmat segítő hatások értékelése alapján adódtak.

A rangsorértékekkel kapcsolatban fontos felhívunk a figyelmet, hogy az semmiképp sem egyenlő a program-javaslattal: egyfelől a reálisan megvalósítható programhoz képest tudatosan több projektet elemeztünk, másrészt egy, a rangsor szerint szabályosan képzett program nem feltétlenül jelenti a legmegfelelőbb



1. ábra: A programoptimalizálás folyamata

ütemezési megoldást, ugyanis az egyedi projektek elemzése során nem lehet figyelembe venni a beruházások egymásra gyakorolt (az időbeliséggel összefüggésben erősítő, gyengítő, de más és más sorrendben mindig eltérő) hatását. Azt is fontos megjegyezni, hogy a vizsgálat természetesen nem terjedt ki a közeljövőben kezdeni tervezett és 2007-ig megvalósuló beruházásokra (pl. az M0 déli, keleti, északi szektora;



2. ábra: Az 1. programváltozat

M6 Szekszárd–Bóly, M60, M7 Balatonkeresztúr–Nagykanizsa).

A programváltozatok optimalizálási folyamatának első szakaszában a feladat szakmai irányítására kijelölt bizottság és a megbízott szakértők adták meg a saját szakmai elképzeléseik szerint legmegfelelőbb javaslatukat, ezek értékelésére került sor elsőként. Hat javaslattevő, jelentősen különböző szemlélettel egy-egy programváltozatot adott meg. Ezeket a megbízott tervezőintézet egységes módszerrel értékelte. Az eredmények igen sok – az optimalizálást segítő – tanulságot mutattak, emellett ez a tervezési ütem az értékelési módszer ellenőrzését is jelentette.

A tervezési folyamat – ezt követő – második lépésjében négy programjavaslat értékelésére került sor. Ezek a megoldási javaslatok egyenként valamilyen konkrét fejlesztési stratégiát testesítettek meg. E programváltozatok megalkotásában már lényeges szerepet kaptak az előzőleg elkészített elemi projekt-értékelések is (1. ábra).

3. Az optimalizált stratégiai programváltozatok bemutatása

A munka során következő fázisában meghatározásra kerülő programjavaslati változatok további kiindulási alapja természetesen az előzetes értékelések során legsikeresebbnek mutató programváltozatok voltak. Az új programváltozatok (2.–5. ábra) a fejlesztés egy-egy stratégiáját foglalmazták meg:

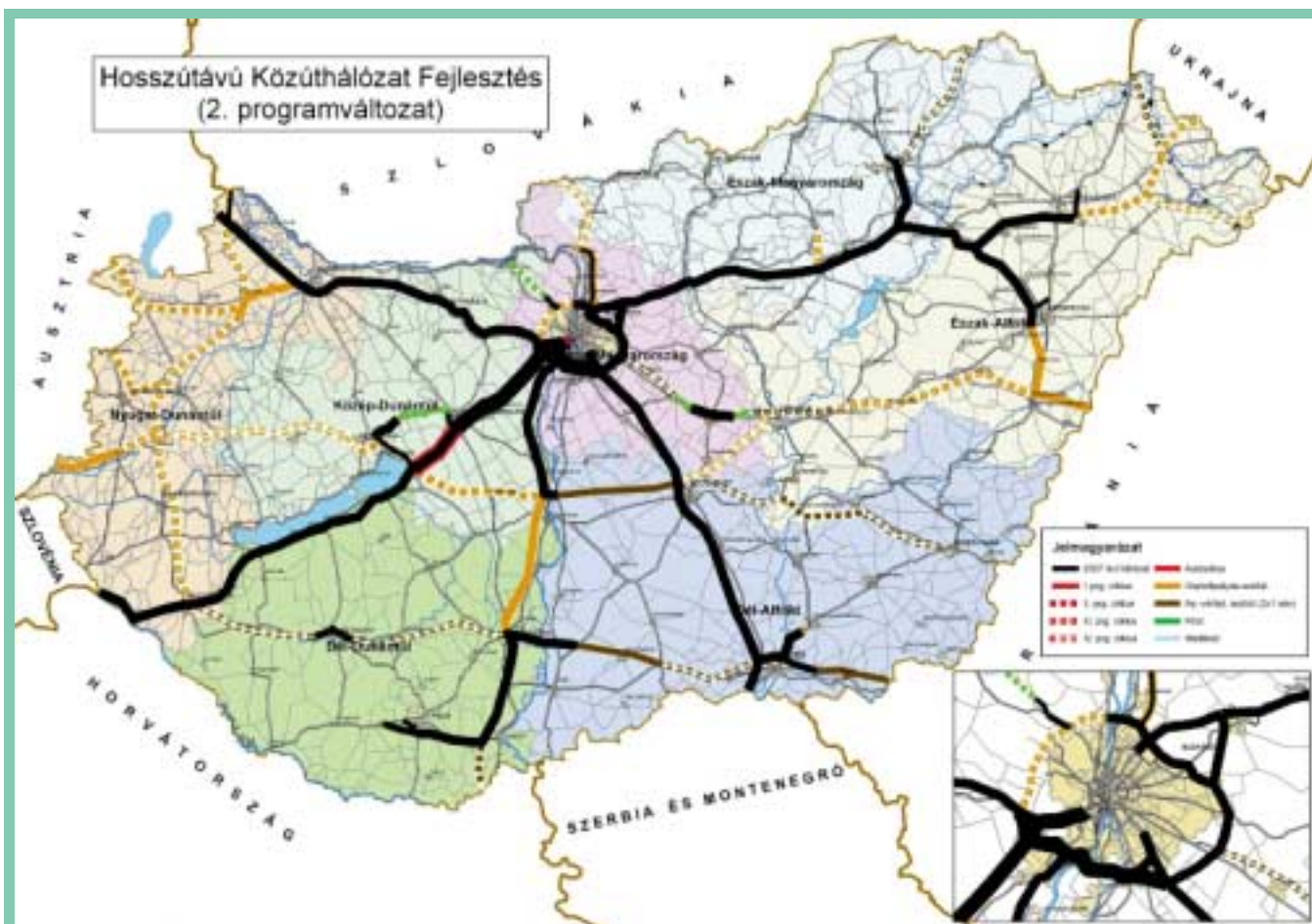
- Hatékonyság és versenyképesség javítása stratégiai változat (2. ábra)
- Nemzetközi együttműködés fejlesztése stratégiai változat (3. ábra)
- *Területi kiegyenlítettség javítása stratégiai változat* (4. ábra)
- Sugasas térszerkezet oldása stratégiai változat (5. ábra)

Az így elkészített programjavaslatok tehát az egyes ütemezési stratégiák versengését, hatékonyságának összevetését is lehetővé tették.

Az egyes stratégiai változatok képzésének koncepciója

A **hatékonyság-versenyképesség stratégiai változatnál** a tervező alapvető szempontként vette figyelembe, hogy a közlekedési és a környezeti megtakarítás önmagában (a haszon/költség hányados alapján) a lehető leghatékonyabb legyen, vagyis a fejlesztésre fordított erőforrások a legnagyobb eredményt, az optimumot hozzák a teljes vizsgálati időszak alatt. Másrészt a fejlesztések által érintett körzetekben összesítve a versenyképesség, a gazdaságélénkítés javítását segítő elérhetőség-javulás a maximumot eredményezze.

A **Nemzetközi együttműködés fejlesztése stratégiai változat** azt a célt tűzte maga elé, hogy a határlomásokhoz való összegzett eljutás idő – figyelemmel azok jelentőségére – a lehető legjobban csökkenjen.



3. ábra: A 2. programváltozat

hiszen a közlekedési-szállítási igények, az ország bel-földi gazdasági térszerkezete, valamint a nemzetközi kapcsolatok iránya és súlya minden változat esetében azonos. A stratégiai változatok nevében jelentkező eltérő hangsúlyok döntően az egyes fejlesztési ütemekben jelentkező, időben különbözően sorolt projektekben érhetők tetten. A négy cikusból az elsőben megvalósuló és az átlagosnál hatékonyabb fejlesztések hozadéka értelemszerűen a diszkontálás szabályai szerint nagyobb jelentőségűek, mint a későbbieké. Emellett a tervezett kiépítés szintjének megválasztása (autópálya, autóút, 2x2, 2x1 sáv, főúti fejlesztés) ugyancsak nagymértékben befolyásolja az ütemenkénti és az összesített hatékonyságot, a négy alapvető stratégiai változat filozófiájának megfelelően (3. táblázat).

A négy stratégiai program-változat a teljes vizsgálati időszakban átlagosan kb. 1880 km úthálózat-fejlesztéssel számolt, beleértve a meglévő, illetve a fejlesztendő gyorsforgalmi utak újabb sávval (sávokkal) való bővítését, valamint az üzemelő mellék-, illetve főúthálózati szakaszok további fejlesztését is. A 3. és a 4. program tervezett hálózatfejlesztése megfelel az átlagos fejlesztési hosszaknak, az 1. program mintegy 200 km-rel hosszabb, a 2. pedig kb. ugyanennyivel rövidebb hálózat fejlesztését tűzte ki célul a teljes vizsgálati időszak alatt, ami $\pm 10\%$ -os eltérésnek felel meg. **A 2007. és 2013. év közötti időszakban** (az EU következő tervezési-költségvetési időszaka alatt) **a négy program átlagos fejlesztési hossza mintegy 700 km, a következő hét évben, 2014 és 2020 között pedig átlagosan csaknem 1200 km.** Az első hét év lényegesen lassabb ütemében szerepe van a 2007-ig már eldöntött, e programokból értelemszerűen hiányzó projekteknek (az M0, az M3, az M6, az M7, az M9 folytatása, az M43 indítása), illetve a kisebb tervezett fejlesztési forrás-kereteknek.

A programok alapvetően gyorsforgalmi út-fejlesztés centrikusak. Az átlagos útfejlesztési hosszából a gyorsforgalmi utak átlagos fejlesztési hossza 1680 km, az egyéb, lényegében főúti tervezett fejlesztések átlagos hossza a 14 év során nem éri el a 200 km-t, ami az összes fejlesztés alig 10%-át teszi ki hosszban, és költségben ennek is a töredékét. Az átlagosnál az 1. program számol lényegesen nagyobb gyorsforgalmi úti célú fejlesztéssel, az összes hossz több mint 150 km-rel, 9%-kal haladja meg az átlagot. Ugyanakkor a 4. program az átlagosnál csaknem 130 km-rel rövidebb (8%-kal kisebb) gyorsforgalmi útfejlesztéssel számol. A négy program közül az előbbiekek összhangban a 4. program tartalmaz a legnagyobb hosszban és hányadban (több mint 300 km, illetve 16%) nem gyorsforgalmi-úti fejlesztést, a 2. program a legkevesebbet, alig 50 km-t, illetve 3%-os részarányt.

A négy program átlagos beruházási igénye a négy ciklus alatt összességében mintegy 2690 Mrd Ft-ot tett ki, ami a tervezés kiinduló alapját jelentő keretösszeget (közel 2500 Mrd. Ft-ot) csaknem 8%-kal, kb. 200 Mrd Ft-tal haladja meg. (Ez valamivel több, mint a teljes vizsgálati időszak egy évre eső átlaga, ami egy 14 éves időtávú gördülő tervezés esetén még hibahatáron belüli nagyságrendnek tekinthető.) Mind a négy program költségigénye meghaladja a jelzett keretösszeget. Az 1., a 2. és a 4. program 2640 Mrd Ft körüli előirányzatánál a többlet mintegy 140 Mrd Ft (5,5-5,8%), a 3. program esetében a 2840 Mrd Ft-ot meghaladó beruházási költségigény 350 Mrd Ft (14%-os) többletet jelent.

A teljes időszakra képzett, a közlekedési és környezeti hatékonyságot jelző mutató értelemszerűen a hatékonyságot, a versenyképességet célul kitűző 1. programban a legnagyobb, 2,5-szeres, a másik három programban ez átlagosan kétszeres, vagyis a diszkon-

3. táblázat

Az öt program összesítő adatai

Kiépítés (a 4 ciklus összesen)	sáv	1. program		2. program		3. program		4. program		5. program	
		hossz km	költség Mrd Ft	hossz km	költség Mrd Ft	hossz km	költség Mrd Ft	hossz km	költség Mrd Ft	hossz km	költség Mrd Ft
autópálya	2x3	57,0	65,9	24,9	28,8	75,7	49,1	24,9	28,8	107,8	86,2
autópálya	2x2	270,3	423,2					148,2	268,4	328,7	516,2
autópályává bővítés	2x2							27,6	16,0		
autóút	2x4	12,6	4,4							12,6	4,4
autóút	2x3	57,1	27,6							6,3	7,3
autóút	2x2	614,4	932,7	971,6	1694,4	1105,2	1891,9	859,8	1455,6	513,8	764,6
autóút	2x1	78,3	99,6	47,8	60,8	47,8	60,8			102,4	130,2
autóút	2x2/2x1	48,1	39,9								
autópályává fejlesztendő autóút	2x1	699,0	928,0	573,5	804,1	484,3	680,4	493,0	710,8	735,8	974,9
autópályává fejlesztendő autóút	2x1/2x2	15,9	24,6							15,9	24,6
főút	2x2			52,6	44,8	126,9	130,5	18,4	23,4	67,8	87,8
főút	2x1	236,8	130,7			61,9	30,1	216,2	97,4	354,0	253,2
főút új szakaszok	2x1							14,0	11,3		
mellékút	2x1							5,0	1,2		
mellékút főúttá fejlesztése	2x1							51,6	25,1		
híd	2x1									0,6	24,0
Összesen		2089,5	2676,7	1670,4	2632,9	1901,8	2842,7	1858,7	2637,9	2245,7	2873,5

tált hozamok a ráfordításokat ilyen mértékben haladják meg. Az 1. program esetében a legkiegyensúlyozottabb a négy ciklus fejlesztésének a **hatékonysága**: az I. ciklusban a négy program közül elért legkedvezőbb hatékonysági mutatót követően is valamennyi további ciklusban a legkedvezőbb hatékonysági érték 80%-a körüli, vagy azt meghaladó a program hatékonysági mutatója. A teljes programozási időszakban a vizsgált különböző célterületek legnagyobb összes éves **elérhetőség-javulását** is az 1. programnál lehetett kimutatni, ami megközelítette a 100 millió percegyenértéket. Ehhez képest a másik három program teljesítménye 86-90%.

A hazai TEN-T útvonalak lényegében valamennyi program részei, és az a törekvés is érzékelhető, hogy 2020-ra valamennyi megyeszékhelyet gyorsforgalmi út kösse be a hálózatba. (Ez utóbbi követelményt leginkább az 1. program elégíti ki.) Természetesen minden program tartalmaz – különböző mértékben – olyan projekteket (150-200 km hosszban) amely egy vagy több programból hiányzik. Az **1. és az 5. programváltozat** esetében mutatkozó nagy haszon/költség hányadost, és elérhetőség-javító hatást, végeredményben a kiemelkedő összegző pontértéket a javaslat több sajátossága magyarázza:

- A program ütemezésében az elemi projektekre meghatározott rangsort hangsúlyosan vettük figyelembe, igaz – a nehezen elérhető térségek (pl. Békés megye) fokozatos bekapcsolása, valamint a nemzetközi folyosók gyorsabb kiépítése érdekében –, e változat esetében is volt bizonyos kompromisszumra törekvés.
- Több projekt esetében, így elsősorban a kis forgalmú és a csekély hatásértékű fejlesztéseknél szisztematikusan feltártunk és figyelembe vettünk minden racionalizálási lehetőséget. Ez döntő részben – a meglévő főutak kedvező külterületi vonalvezetésénél – a már kiépített útpálya felhasználását, az (2020-ig újra kimerülő) M0 hidak esetében pedig a burkolt leállósávok forgalmi sávva alakítását jelenti. A nagyon csekély forgalmú gyorsforgalmi beruházások (pl. M9 Kisszállás – Szeged, M30 Miskolc – országhatár, M21 Hatvan – Salgótarján) a meglévő főút kibővítését autóúti településelkerülő szakaszokkal, és az alkalmasan felhasználható külterületi főútszakaszok autóúttá fejlesztését külön szintű csomópontokkal, párhuzamos mezőgazdasági szervizút kiépítését jelentenék, döntő részben a meglévő főút 2x1 sávós keresztmetszetének meghagyásával, kisebb hányadban 2x2 sávós előzési szakaszok kialakításával. E megoldások nélkül a program-javaslatra meghatározott gazdasági hatásmutatók, illetve a programba beállított új gyorsforgalmi elemek hosszúság értéke – az adott ráfordításérték figyelembevételével – nem lenne elérhető.
- A programjavaslatba beépítettünk bizonyos, a jelenlegi célkitűzések között nem szereplő, de jelentős hatásértékű beruházásokat (M8 Szolnok–Füzesabony, M40 Hajdúszoboszló–Debrecen–Nyíregyháza, M76 Zalaegerszeg–Balatonkeresztúr).
- A javaslatot a jelenlegi hálózatfejlesztési elképzelésektől egyes elemeket tekintve eltérő megoldások

figyelembevételével értékeltük, amelyek egy-egy elemi – a továbbiakban részletesen vizsgálandó – változatként fogalmazódtak meg. A különböző hálózat-szerkezeti megoldásokra irányuló közbelső részvizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy a Nyugat-Dunántúlon az M86–M9 vonalának Szombathely felé közelítése és a Szombathely–Nagymarton–Bécs kapcsolat (a Sopront érintő vezetés helyett) Kőszeg irányú megvalósítása a térség elérhetőségi viszonyait jelentősen javítja, illetve a beruházási ráfordítási igényeket alapvetően csökkenti. Az utóbbi módosítás pozitív hatása könnyen belátható, hiszen az eddigiekben elképzelt Szombathely–Sopron–Nagymarton nyomvonal párhuzamos lenne az alig több mint 20 km-re Ausztriában rövidesen az országhatárig kiépülő S31 autóúttal. Az 1. változatnál további eltérést jelent a Zalaegerszeg–Kaposvár kapcsolat első ütemű elhúzása Balatonkeresztúr irányába (M76 Zalaegerszeg–Balatonkeresztúr autóút; Kaposvár–Balatonkeresztúr közötti emelt szintű főút). E megoldás hatásértéke némileg jobb, mivel ez a fejlesztési vonal egybeesik az északzalai térség szempontjából legfontosabb 76. sz. főúti iránnyal. (Meg kell jegyezni azonban, hogy az utóbbi megoldás környezetvédelmi és logisztikai, valamint a továbbfejlesztettség szempontjából nem kedvező.)

A hálózatfejlesztési bizottság javaslatai figyelembevételével elkészített **5. programváltozat** a legtöbb elemében egyezik az 1. változattal, ezért értelemszerű, hogy ennél az összegző értékelés gyakorlatilag az 1. megoldásnak megfelelő – azt kissé meghaladó – hatásértékeket mutat. Ez a programváltozat a többihez képest nagyobb úthosszal és nagyobb beruházási költséggel számol. Az összes úthossz mintegy 2250 km, ebből a gyorsforgalmi úthálózat 1860 km. A beruházási költség 2870 Mrd Ft, ami az előzetesen meghatározott – reális célt közelítő – keretet már 15%-kal haladja meg. A változat esetében a többletköltséget alapvetően a főúti szakaszok megnövelt hossza okozza.

Eltérést jelent, hogy az 5. változatban a Zalaegerszeg–Kaposvár kapcsolat első ütemű elhúzása Balatonkeresztúr irányába nem történik meg, azonban az V/C észak–déli tranzitvonal északi „továbbvezetése” ez esetben nem Vác–Parassapuszta felé, hanem Zsámbék és Esztergom felé haladna (ez természetesen csak hálózati alternatívának számítana mindaddig, amíg a szlovák féllel a TEN nyomvonal módosításában nem születik megállapodás). Az előbbi hálózati módosítással összefüggésben az M0 útgyűrű nyugati és északnyugati szektora, valamint a 10. sz. főúttal párhuzamosan tervezett új kapcsolat (eddig „távlati M10”) nem autóúti jellemzőkkel, hanem csak emelt szintű főútként épülne ki. Hasonló eltéréseket jelentenek, hogy az M21, az M25, az M40 és az M80 jelű fejlesztések nem teljes kiépítésű autóútként, hanem csak ún. kiemelt főútként (de többnyire 2x2 sávós, osztottpályás keresztmetszettel, 110 km/h-s megengedett sebességgel, egyfajta alapszintű gyorsforgalmi útként) épülnének ki. Ez azt a célt szolgálja, hogy ezek a térségi – és semmiképp sem nemzetközi tran-

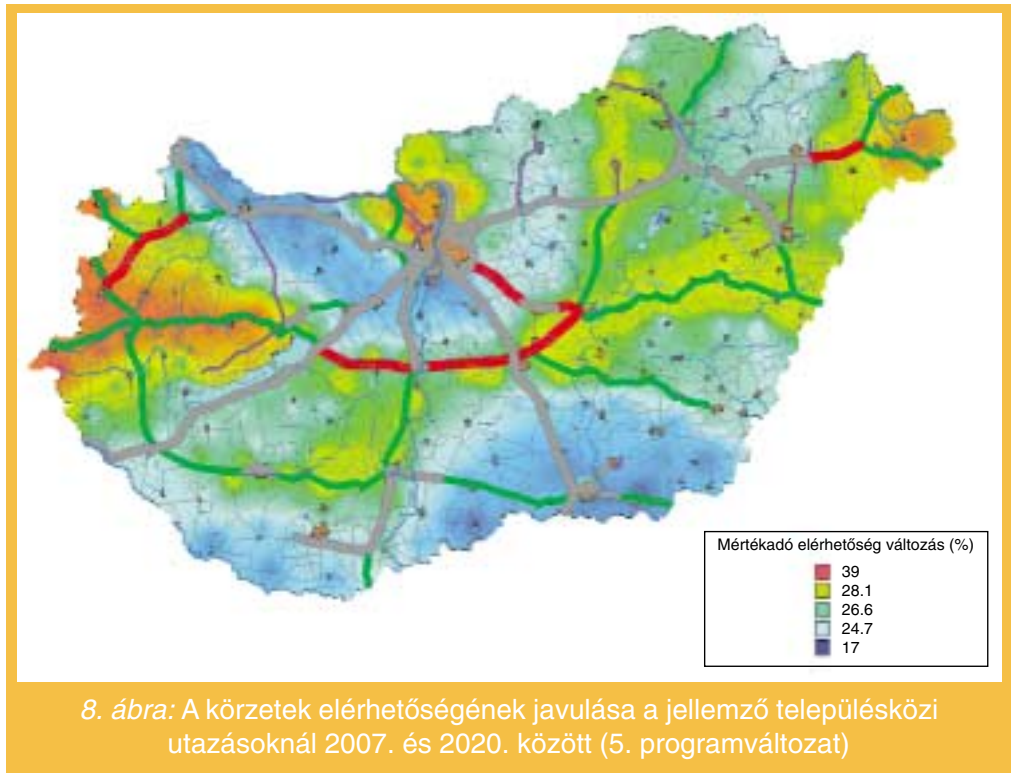
zit – szerepű kapcsolatok a sűrűbb csomóponti kialakításokkal az általuk érintett körzetekben a területfeltáró és gazdaságfejlesztő hatást minél nagyobb mértékben ki tudják fejteni.

5. Az elérhetőségi hatások és a kiegyenlítettség vizsgálata

Az elérhetőségi hatásokat elemezve elsőként ki kell emelni, hogy a fejlesztési program-javaslatok alkotói igyekeztek együttesen figyelembe venni a mobilitási adottságokból keletkező fejlesztési igényeket (a várható forgalomnagyság) és a perifériakusság problémájából adódó jogos felzárkóztatási, kiegyenlítési igényeket. Az utóbbi szempont szem előtt tartása ellenére az elérhetőségi hatások vizsgálatakor természetesen a 2020. évi prognózisokban is mutatkoznak különbségek az egyes régiók, illetve az egyes körzetek között (az 5. programváltozat elérhetőségi hatásait a 8. és a 9. ábra szemlélteti). A legfőbb sajátosságokat, így a legelérhetőbb és legkevésbé elérhető térségek jellemzőit fontos külön elemezni.

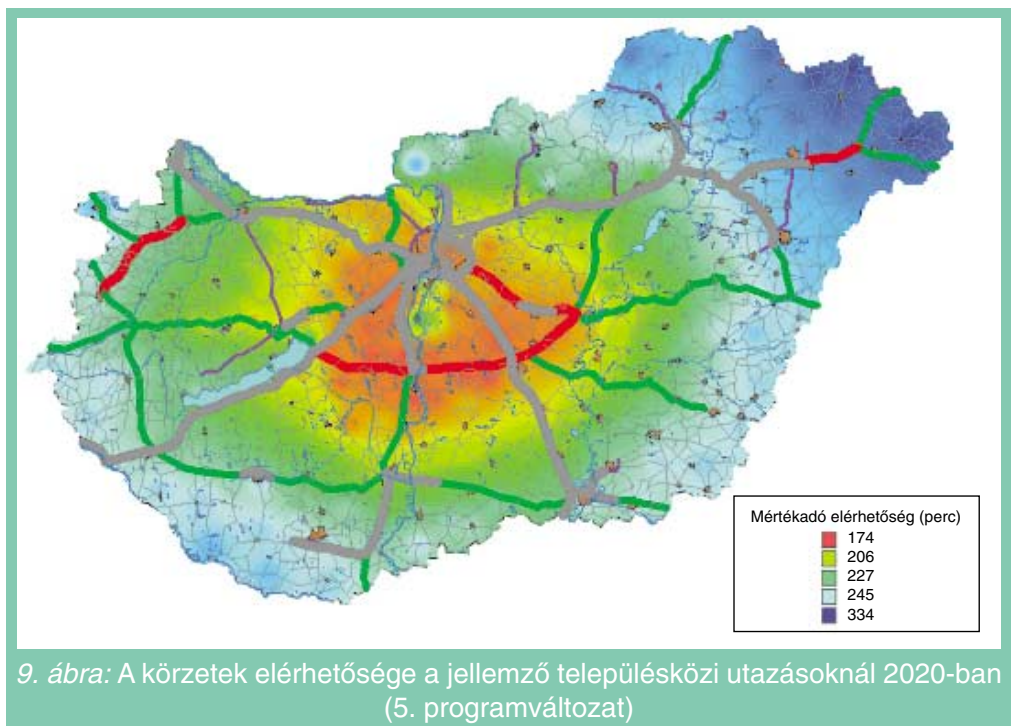
Az ország középső térségének (elsősorban az M8 autópálya Balaton és a Tisza közötti szakaszának környezete, emellett a budapesti agglomeráció) elérhetőségi jellemzője eleve kedvező a központi elhelyezkedés következtében, ezt fokozza, hogy a térség – annak kiemelkedő mobilitási és gazdasági jelentősége miatt – a fő forgalmi áramlatok, így egyúttal a törzshálózat gyűjtőpontjában van. Ezek miatt a közép-magyarországi régió megőrzi vezető szerepét az elérhetőségben, de fejlődése 2007. után már lassú lesz, és az „elérhetőségi maximum” helye eltolódik a fővárostól délre. Figyelemre méltó tény, hogy a főváros környezetében megvalósított új kapcsolatok a vidék elérhetőségére lényegesen nagyobb hatást fejtenek ki, mint magára Budapestre.

A határ menti térségek közül Nyugat-Dunántúl



nagyon erőteljes fejlődésének és viszonylag jó 2020. évi elérhetőségi jellemzőinek sem az indokolatlan túlfejlesztés az oka, hanem egyfelől a nagyobb gazdasági fejlettséghez kötődő jelentős mobilitás, valamint az a tény, hogy a régió két metropolisz, Budapest és Bécs között – az egyiktől még nem túl távol, a másikhoz már közel – helyezkedik el. Természetesen lényegesen javítják az elérhetőséget a – jelentős gazdasági és mobilitási potenciálok közelségéből szükségszerűen következő – időszerű fejlesztések (Bécs, Graz és Pozsony irányú útsűrűsödés).

Kelet-Magyarország határ menti térségeinek távlatban is kedvezőtlen elérhetősége egyértelműen a perifériális (elsősorban földrajzi és nem hálózati) adottsá-



gok következménye. Itt annak ellenére alacsony marad a mértékadó elérhetőség átlagos szintje, hogy már a *hosszú távú* program célhálózatába majdnem minden *nagytávra* tervezett magas szintű útkapcsolat beépítésre került. A periférikus térségeket vizsgálva az elérhetőségi hatások tekintetében vannak olyan kistérségek (pl. Bácsalmás), ahol a jellemzők javulása nem jelentős, de a viszonylag jó 2007. évi induló pozíció miatt (M9 szekszárdi híd, az M5 megléte) a 2020. évi eredményérték nem tekinthető kedvezőtlennek. Ehhez hasonló térségek Baranya és Somogy megye déli területei, ahol éppen a korábbi időszakban (a 2007-ig megvalósuló M6, M60 és M7 gyorsforgalmi útszakaszok következtében) javul lényegesen az elérhetőség. (A 8. ábra csak a 2007. utáni hatásokat mutatja!) Van olyan térség (pl. Vásárosnamény térsége), ahol az induló pozíció nagyon kedvezőtlen és a 2020. évi elérhetőség is alacsony értékű, holott a rendkívül rossz kezdő pozícióhoz képest a felzárkózás számottevő (M3, M49).

Nyilvánvaló, hogy a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztése még a kiegyenlítési cél szem előtt tartása esetén sem szakítható el a forgalmi igényekre alapozott tervezéstől, és semmiképp nem lehet reális a kiegyenlítési célokat csak ezzel az egy fejlesztési eszközzel elérni. A gyorsforgalmi program-értékelés alapján periférikussággal fenyegetett települések bekapcsolását és fejlesztését célozva ezért nagyon fontos a helyi igényeknek megfelelő főúti, mellékúti fejlesztések, illetve a közlekedési ágazaton kívüli felzárkóztató eszközrendszer fokozottabb alkalmazása.

6. Környezeti értékelés a környezetvédelmi törvény alapján

Az EU-s irányelvek (2001/42/EC irányelv) és a közelmúltban módosított környezetvédelmi törvény (1995. évi LIII. tv.) alapján a programjavaslat készítése során kötelező feladat az ún. környezeti vizsgálat elkészítése és egyeztetése is. Ugyancsak jogszabályi kötelezettség, hogy a vizsgálatot társadalmi megvitatás céljal országos napilapban jelezve nyílt internetes honlapon közre kell adni.

A vizsgálat részben a programváltozatok értékelési eredményeire támaszkodik, mivel az elvégzett modellszerű értékelés eleve nagy hangsúlyt fektetett a lakott területeket érő terhelések változásának prognosztizálására és külön elemezte a védett természeti terü-

tek érintettségének mértékét. A program vizsgálatának – országos léptékénél és ütemezési tartalmánál fogva – természetesen nem célja új nyomvonalai megoldások (főként pontos nyomvonal-változatok) vizsgálata, ami a környezetvédelmi vizsgálat részletességének is korlátját jelenti.

A vizsgálati tematika jogszabályban előírt egyeztetése a 2005. év elején történt meg, a kidolgozott dokumentum hatósági és társadalmi egyeztetése 2006 januárjában fejeződött be. Ez is érzékelteti, hogy a szabályozott és nyílt vizsgálati eljárás mekkora terhet ró a készítőkre és az államigazgatásra, azonban egyöntetű az a vélemény, hogy ez a megoldás végeredményben az érintett ágazatoknak és a régióknak egyaránt kedvező.

Az értékelés módját és vizsgálati területeit alapvetően meghatározta, hogy a tervezés országos léptékéből, illetve ütemezési (és nem nyomvonal) irányultságából következően az élővilág (elsősorban védett területek), a tájvédelem és a vízvédelem szempontjai figyelembevételének korlátjai voltak. Ezeket a hatásokat döntő mértékben a későbbi tervezési fázisban (az egyes projektekre irányuló konkrét tervezések során) lehet vizsgálni, ezért – e három kritériumot tekintve – az összegző értékelés szempontja alapvetően a Natura 2000 területek érintettségének összhosszúsága volt.

A változatok környezeti szempontú kritériumainak értékelését a 4. táblázat tartalmazza.

A környezeti összefüggésű externális hatások közül a zajterhelés pénzben kifejezett megtakarítása a legjelentősebb, kb. kétszerese a levegőszennyezés (NO₂) megtakarításnak, és közel hússzorosa a baleseti megtakarításnak. A zajterhelés, a levegőszennyezés, a Natura 2000 keresztezés és a gazdasági hatékonyság alapján a legkedvezőbb az 1. változat, de az úthossz szempontjából már nem olyan előnyös. Az 1–5 sz. programváltozat környezetvédelmi szempontú összehasonlítása alapján elsősorban az 5. programváltozat megvalósítása fogadható el.

A hosszú távú programmal megvalósított úthálózaton a fő forgalmi áramlatok a településeket, valamint a természeti területek jelentős részét elkerülik, így a települések környezeti állapota, lakhatósága – a gépjármű forgalom általános fokozódása ellenére – nagymértékben javul. A nagy közlekedési folyosókban jellemző magas színvonalú kiépítettség miatt a közúti közlekedés biztonsága ugyancsak javul, a közúti balesetekben meghalt személyek száma csökken. Az

4. táblázat

A program-változatok környezeti szempontú értékelése

Programváltozat	1.	2.	3.	4.	5.
Értékelési mutató	Naturália érték (sorrend)				
A teljes úthossz (km)	2 089 (4)	1 670 (1)	1 902 (3)	1 859 (2)	2 246 (5)
A Natura 2000 keresztezése (km)	106.1(1)	118.7(4)	118.9(5)	113.8(2)	116.7(3)
Megtakarítások					
légszennyezés (Mrd. Ft)*	2 110 (2)	1 922 (3)	1 917 (4)	1 883 (5)	2 277 (1)
zaj (Mrd Ft)*	5 502 (2)	4 943 (5)	5 502 (3)	5 134 (4)	6076 (1)

*A levegőszennyezési és zajhatások az összehasonlíthatóság érdekében Ft-ban vannak kifejezve.

útépítési területhasználat aránya nő, emellett a gazdasági jóléttel arányban növekvő járműteljesítmény ellenére a szennyező anyag kibocsátás – a javuló technikai, minőségi feltételekkel összefüggésben – előreláthatólag nagyságrendeket tekintve szinten marad. Összegezve a kedvező és kedvezőtlen környezeti hatásokat, valamint az egyértelműen pozitív gazdasági hatásokat (hozamokat) összességében indokolt a gyorsforgalmi úthálózat-fejlesztési program folytatása.

7. Összefoglalás

A vizsgálatok eredményeit összefoglalva megállapítható, hogy az alternatívákat összehasonlító összegző (minden szempontot tartalmazó) vizsgálat az 1. stratégiai program-változatot, és a környezeti vizsgálat is elsősorban az 1.. változatot értékeli a legmegfelelőbbnek. Az előzetes szakmai egyeztetések alapján elkészített **5. program-változat** esetében az összegző értékelés (az előzetes vizsgálatok alapján) az 1. megoldásnak megfelelő hatásértékeket mutat, a környezeti értékelés szempontjából pedig ez a megoldás **tekinthető egyértelműen a legjobbnak**.

A közúthálózat-fejlesztés programjának meghatározása során igen nagy beruházási források elosztásá-

ról van szó, melynek megfelelő felhasználása a gazdaság fejlődési üteme és a területi kiegyenlítettség szempontjából kiemelkedő fontosságú. Egy optimális fejlesztési program mind a megalapozás, mind a végrehajtás tekintetében tervszerűséget feltételez. Ennek eszközei a hosszú távú program, valamint a nagytávú (30 éves időtávú) terv. E nagy horderejű kérdésekben az elvégzett megalapozó munka alaposságát jól mutatja a feladathoz igénybe vett több mint 1,5 éves vizsgálati és egyeztetési időtartam. A fentiekben bemutatott kollektív irányítás, modell-megalapozás, többkörös optimalizálás, szakmai, hatósági és regionális egyeztetés – mint „befektetések” – az eddigi egyeztetési tapasztalatok szerint jól segítik a társadalmi és politikai elfogadást, így remélhetőleg a rövidesen napirendre kerülő kormányhatározati, majd törvényi előterjesztést, ezen túl a program-végrehajtás során is megkönnyíthetik a társadalmi kommunikációt.

A közúthálózat fejlesztés kormányzati ciklusokon átívelő jellege miatt is elemi érdek a konszenzus-teremtés. Ebből kiindulva a javaslati dokumentum lezárásaként a közlekedési tárca szakfőosztálya az országos szakmai szervezetek (Közlekedés-tudományi Egyesület, Magyar Útügyi Társaság, Magyar Mérnök Kamara) állásfoglalását is megkérte, amelynek kialakítása jelenleg is folyamatban van.

Summary

Szilárd Ajtay – Zsolt Csaba Horváth – Dr. András Kovács – Frigyes Kovácsházy – György Küzmös – Dr. László Tóth: Underlying study for long-term development program of preferential investments of high-speed and main road network

The aim of the study is to provide a good basis for the long-term road network development in Hungary. So far the results of impact evaluation, the environmental survey and outcomes of professional and regional discussion have been made ready. The final goal is a proposal for a Governmental Decree on the principles of preferential investments of high-speed and main road network. Based on effectiveness assessment of 49 road investment projects, four strategic versions have been prepared and compared. Main features of strategic versions are: accessibility for competitiveness, development of international co-operation, improvement of spatial equity, enhancement of the radial road network structure. The multi-criteria method has been used for the assessment of versions taking into account seven different performance indicators. The final program has been composed from these versions as a compromise.

Vasbeton szerkezetek korszerű megerősítése

II. Hídszerkezetek

Dr. habil Jankó László¹

1. Bevezetés

Ez a dolgozat egy, a vasbeton szerkezetek korszerű szerkezeti megerősítéseiről szóló háromrészes cikksorozat második darabja. A három egybefüggő témakör: **I. Anyagok**, **II. Hídszerkezetek** megerősítése, **III. Magas- és mélyépítési megerősítések**. Természetesen a **harmadik** részben tárgyalt megoldások értelem szerűen a hídépítésre is érvényesek.

Egy hídszerkezet teherbírása

túlterhelés,

funkcióváltozás,

baleset, katasztrófa, sérülés,

tökéletlen kábelkiinjektálás,

korróziós károk,

egyéb okok

következtében elégtelenné válhat; mind a rugalmas határállapotokban (repedések, lehajlások), mind a teherbírás határállapotban. A **megerősítést** általában

a) külsőkábeles/szabadkábeles utófeszítéssel vagy **b) szálerősítésű polimer (FRP) anyagú szalagok, szövetek vagy acélszalagok** felragasztásával oldják meg. Megjegyezzük, hogy ezekkel a módszerekkel mind a hajlítási teherbírás, mind a nyírási teherbírás, sőt a csavarási teherbírás is növelhető. A túlzott mértékű lehajlások kiküszöbölésére azonban a **b)** módszer nem alkalmas. A szakirodalomban a szálerősítésű megerősítések esetében a következő főbb tönkremeneteli módokat tapasztalták:

- a *nyomott* betonzóna (részlegesen) összemorzsolódik,
- a (húzott) *szalagok, szövetek elszakadnak*,
- a szálakat beágyazó *gyanta rideggé válik*,
- a lehorgonyzási szakaszokon a *betonfedést* letepi a szalag,
- a szalagok, szövetek *lehorgonyzása tönkremegy*,
- a *ragasztás* elégtelenné válik.

2. Hídszerkezetek megerősítése

2.1. Hagyományos eljárások

A hídszerkezetek közül csak néhány *hagyományos* szerkezeti megoldást mutatunk be, mégpedig azokat, amelyek elvi alapjául, forrásául szolgáltak a külsőkábeles/szabadkábeles korszerű megerősítési eljárásoknak. A **külsőkábeles/szabadkábeles utófeszítést** régóta sikerrel alkalmazzák, ezek közül két jellegzetes, szellemes megoldást mutat be a **3. ábra**. Valójában ezek nem megerősítési eljárások, hanem feszítési rendszerek (Leonhardt [13], Palotás [18]), de alapelveik a megerősítésekénél is jól használhatók.

A **3a)** ábrán bemutatott *Finsterwalder*-féle feszítési rendszer lényege: a tartó építési állapotban *túlelemeléssel* kialakított háromcsuklós vonórudas szerkezet, melyet önsúlyával és előteherrel megterhelve a feszítőkábelek megfeszülnek. Az ideiglenes építési csuklót kibetonozva alakul ki az utófeszített szerkezet végleges statikai váza (feszítőműszerűen).

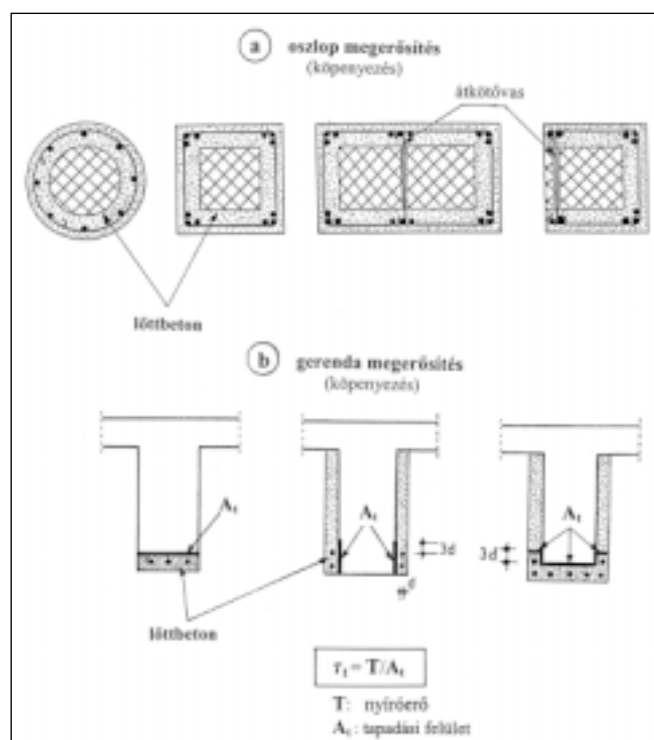
A **3b)** ábrán a *harántirányú erővel* való feszítés egyik változata látható. A feszítés elve azon a felismerésen alapszik, hogy a két végén rögzített kábelben viszonylag kis harántirányú **K** erővel nagy kábelirányú **H** húzóerőt lehet kifejteni.

Ezeket a feszítési eljárásokat ma már nem használják. Ugyanakkor ma a megerősítésekhez az ismertetett elvek fordítottját alkalmazzuk, ti. a feszítés révén valójában **K** emelő, tehermentesítő erőket hozunk létre.

2.2. Korszerű eljárások

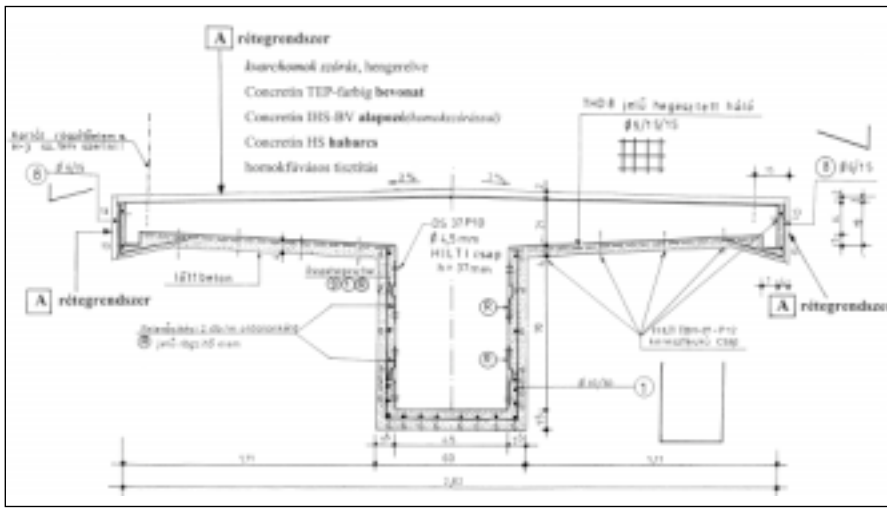
A **korszerű** eljárások közül először röviden foglalkozunk a **lőttbeton/lövelt beton/torkrét beton** segítségével végrehajtott jól ismert megerősítéssel. A legrégebbi megerősítő eljárások egyike a lőttbeton felhordása a régi szerkezetre, így ennek részleteit nem tárgyaljuk. Ismeretes, hogy az aprószemű 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 (**1. ábra**). Az ábrán bejelölt **A_t tapadási felület** segítségével megállapítható az a **τ_t** tapadási



1. ábra: Megerősítés lőttbetonnal

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



2. ábra: Egybordás gyalogos felüljáró megerősítése löttbetonnal

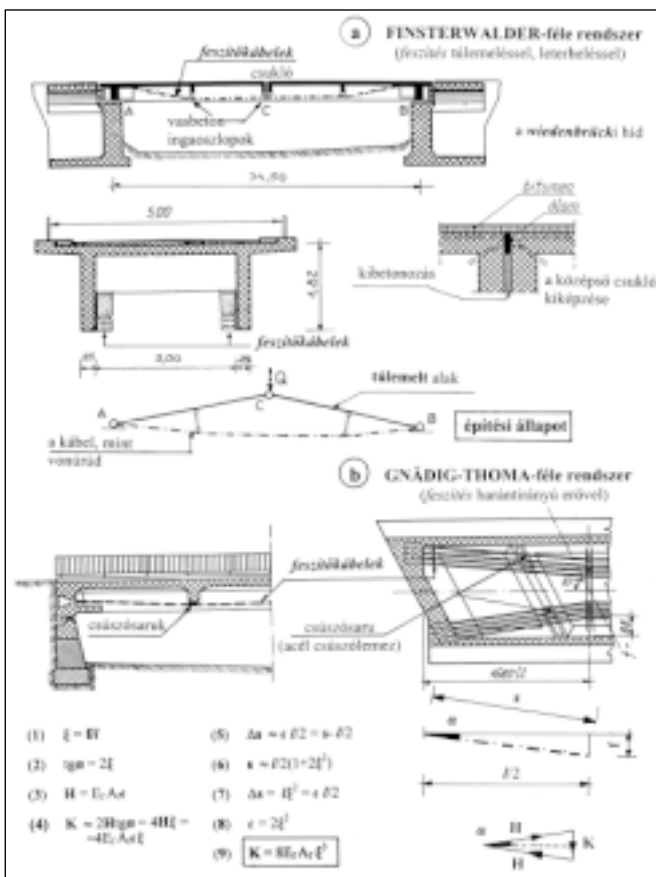
dási feszültség, mely vasalás nélkül felvehető (Hartl [9]). A tervezési gyakorlatunkból származó 2. ábra egy gyalogos felüljáró főtartója hajlítási megerősítési tervek részleteit mutatja be (Főmterv Rt. [5]). A függőleges felületek 1 jelű kengyelei hegesztéssel kapcsolódnak a gerendába Hilti csapokkal beerősített R jelű rögzítő elemekhez (a 9 jelű szerelővasat odahegesztik az R-hez). A THD8 jelű hálóvasalást Hilti csapok rögzítik a konzollemezek alsó részébe.

A **külsőkábeles/szabdkábeles utófeszítés** és megerősítés az 1970-es évek elején kezdett igazán elterjedni, mert ekkorra a hídépítők hozzájuthattak az eljárás alkalmazásához szükséges, gyárilag **korrozóvédett** (zsírozott, polietilén burkolócsőben vezetett) **feszítőkábelek**hez.

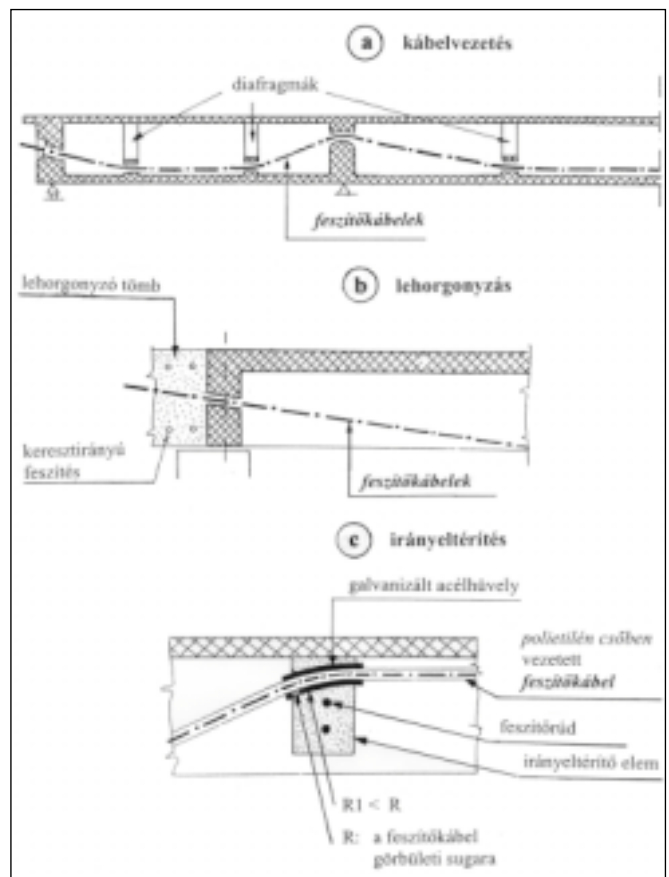
tartóvégeken külön **lehorgonyzó tömböket** kell kialakítani.

Az iránytöréseknél súrlódási veszteség keletkezik, továbbá külön szerkezeti megoldással (íves acélhüvely) kell gondoskodni arról, hogy az irányeltérítés ne töréspontos jellegű, hanem íves legyen: 4c) ábra.

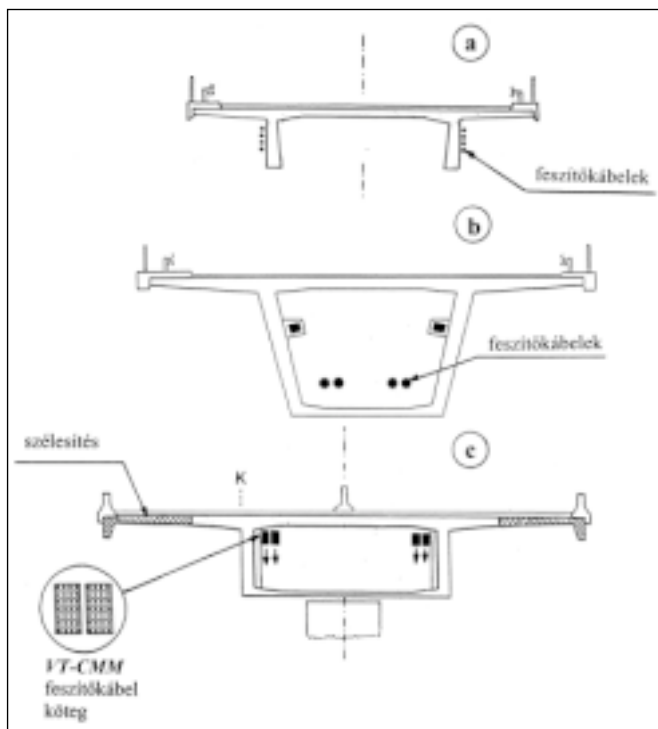
Az 5. ábrán Wicke [24] nyomán példákat mutatunk be külsőkábeles megerősítésre. Az 5c) ábrán pályaszélesítés miatt nagymértékű erősítésre volt szükség. Rámutatunk arra, hogy külsőkábeles feszítésnél alapkövetelmény az **egyszerű kivitelezhetőség**, továbbá, hogy a kábelek **cserélhetők** legyenek, és **feszítőerejük állítható, szabályozható** legyen. A 6. ábrán feltüntetett megerősítési módok alulnézetben elég csúnyán néznek ki. Azt is megmutatják, hogy 1990 táján Né-



3. ábra: Hagyományos külsőkábeles/szabdkábeles feszítési rendszerek



4. ábra: Korszerű külsőkábeles/szabdkábeles megerősítés részletei

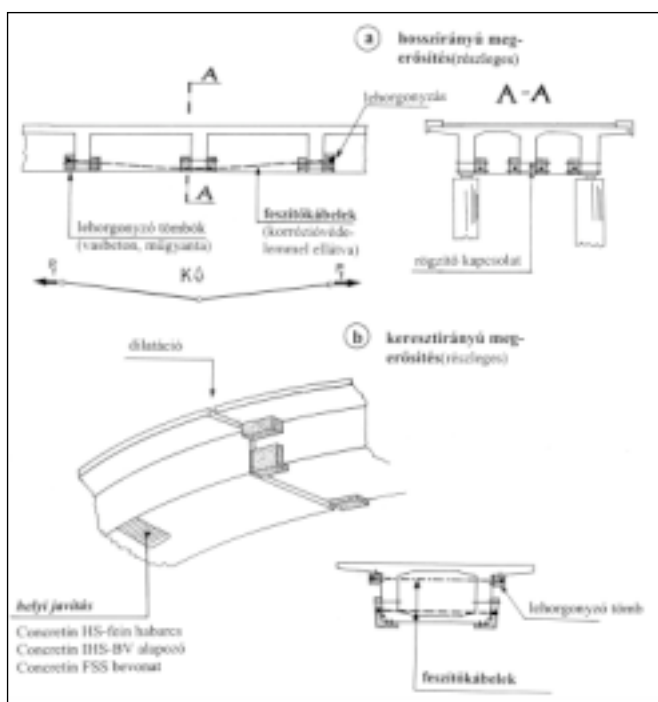


5. ábra: Példák külsőkábeles megerősítésre

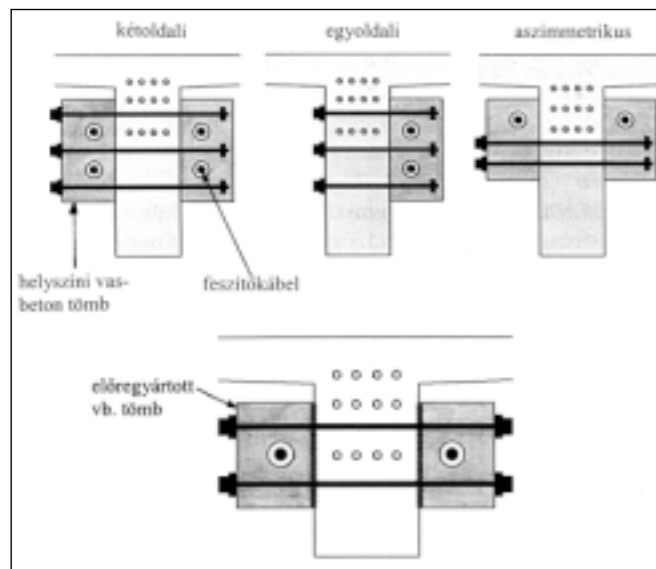
metországban is drágák voltak ezek az eljárások, ezért – legalábbis ennél a két hídnál – a javítások, megerősítések csak helyi jellegűek (helyszíni tapasztalatok).

Ponzel és társai [20] a külsőkábeles utófeszítéssel kapcsolatos legújabb eredményeket tárgyalják. A cikk nyomán a 7. ábrán a kábeleket *lehorgonyzó tömbök* elrendezési eseteit mutatjuk be. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a lehorgonyzás és az irányeltérítés szerkezeti kialakításának elemzése mellett Ponzelék térbeli véges elemes módszerrel szemléltetik az erőbevezetés előidézte feszültségeket a támaszkereszttartóba.

A 8.a) ábrán látható híd eredetileg közepén *vasbeton csuklóval* készült, annak érdekében, hogy a külsősági, zsurugodási, hőmérsékleti kényszerhatásokat



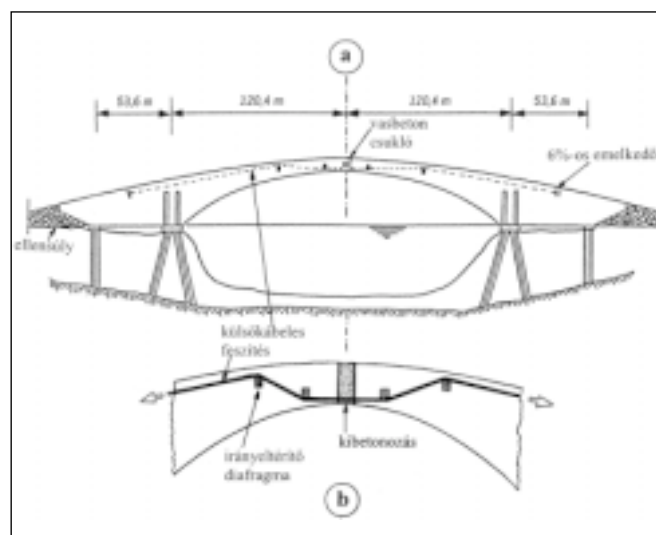
6. ábra: Külsőkábeles megerősítési példák



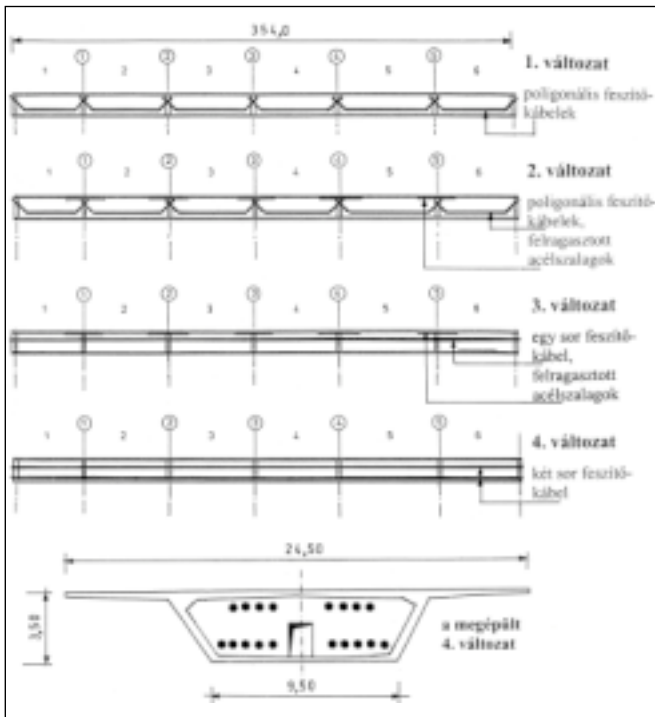
7. ábra: Lehorgonyzó tömbök elrendezési esetei

jelentős mértékben csökkentésük (Pilz [19]). Az eredeti tartót szemléltető 8a) ábrán szaggatott vonalakkal feltüntettük a későbbi *külsőkábeles* feszítés elrendezését is. A megerősítés során a csuklót megszüntették. A nagyított, torzított 8b) ábrán feltüntettük az *irányeltérítő* diafragmákat is. Az érdekesség kedvéért megjegyezzük, hogy a híd kb. 3 hónappal a megerősítés átadása után összedőlt. A katasztrófa okai bonyolultak; az elsődleges ok nem a megerősítés ilyen kialakítása volt.

Scholz [22] egy hat-mezős vasbeton gerendatartó külsőkábeles megerősítésének négy változatát elemezte (9. ábra). Az 1. változatnál a szekrénytartó belsőjében *poligonálisan vezetett feszítőkábelek* adják a megerősítést. A 2. változat abban tér el az 1.-től, hogy a támaszoknál *felragasztott acélszalagok* is dolgoznak. A 3. változatnál *egy* megfelelő síkban, tartótengellyel *párhuzamos feszítőkábeleket* alkalmaztak, mégpedig a támaszoknál *felragasztott acélszalagokkal* együtt. A 4. változatnál *két* megfelelő síkban helyezték el a tartótengellyel *párhuzamos feszítőkábeleket*, és a felragasztott acélszalagokat elhagyták.



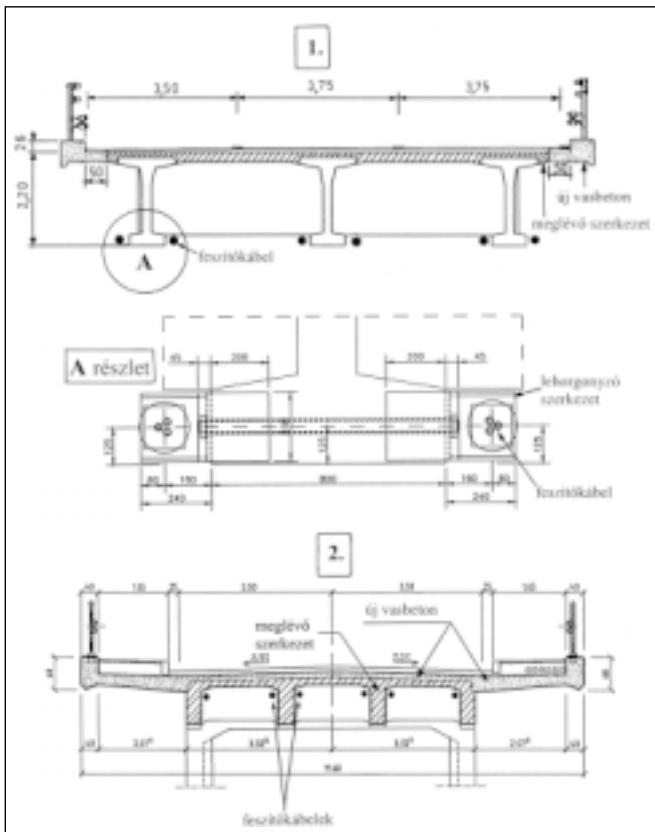
8. ábra: A Palau-i Koror-Babeldaob-híd megerősítése külsőkábeles feszítéssel



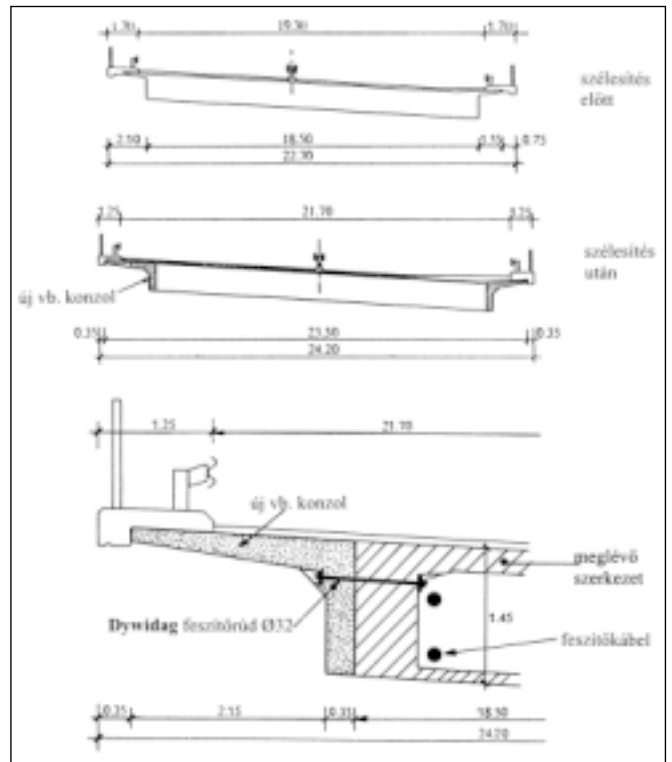
9. ábra: Változatok külsőkábeles megerősítésre

A költségek összehasonlítása: 1. változat: 163%, 2. változat: 159%, 3. változat: 100%, 4. változat: 118%. Végeredményben a tervezéskor a 4. változatot fogadták el, mert az volt a legkedvezőbb szerkezeti szempontból; ugyanakkor gazdasági szempontból is előnyös volt a második helyen (118%). A fő szerkezeti előnyt az jelenti, hogy nem kell sem irányeltérítő szerkezeteket, sem felragasztott acélemezeket beépíteni.

Híd szélesítés esetén természetesen szintén szükséges a megerősítés. A 10. ábrán külsőkábeles meg-



10. ábra: Híd szélesítés külsőkábeles megerősítéssel

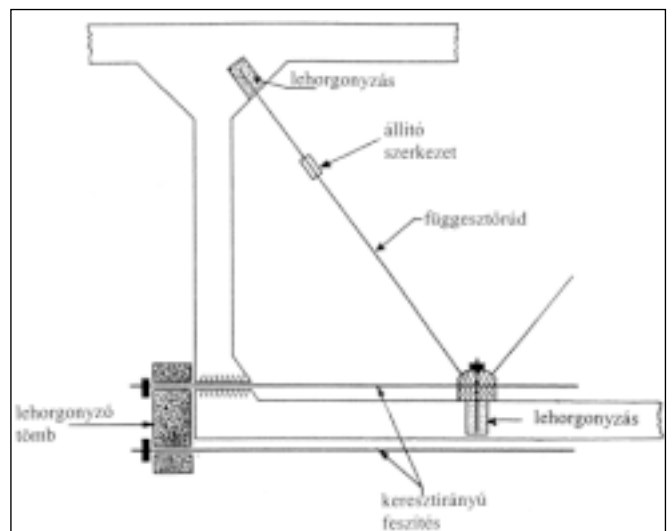


11. ábra: Híd szélesítés keresztirányú feszítéssel és hosszirányú külsőkábeles megerősítéssel

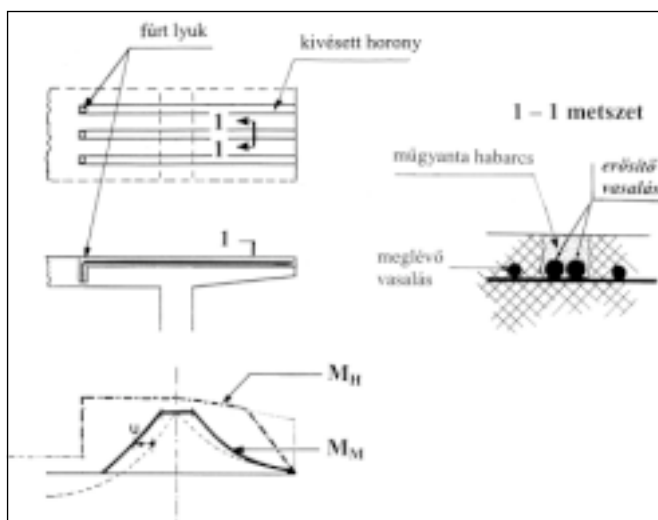
erősítési elrendezéseket szemléltetünk: az 1. esetet *Bergmeistertől* [2], a 2. esetet *Brühwiler és társaitól* [3]. Figyelmet érdemel az 1. esetben az előregyártott gerenda alsó övéhez kapcsolt egyedi lehorgonyzó szerkezet (A részlet).

Cikkünkben több olyan részlet található, mely a **keresztirányú igénybevételek, együttdolgozás** kérdéseinek megoldására szolgált ötleteket (11., 12., 13. ábra).

Straninger és Wicke [23] a híd szélesítést Dywidag rudakkal végrehajtott (részleges) keresztirányú feszítéssel oldották meg: 11. ábra. A tehernövekedés miatt hosszirányú külsőkábeles feszítésre is szükség volt. *Godart* [6] szekrénytartó alsó lemezének megerősítésére ad szellemes megoldást: 12. ábra. Az alsó lemezt a felső lemez csomópontjához rögzítő függeszórúd megfelelő húzófeszültségét külön szerkezettel lehet beállítani. A keresztirányú feszítés is részt vesz a te-



12. ábra: Szekrénytartó alsó lemezének megerősítése



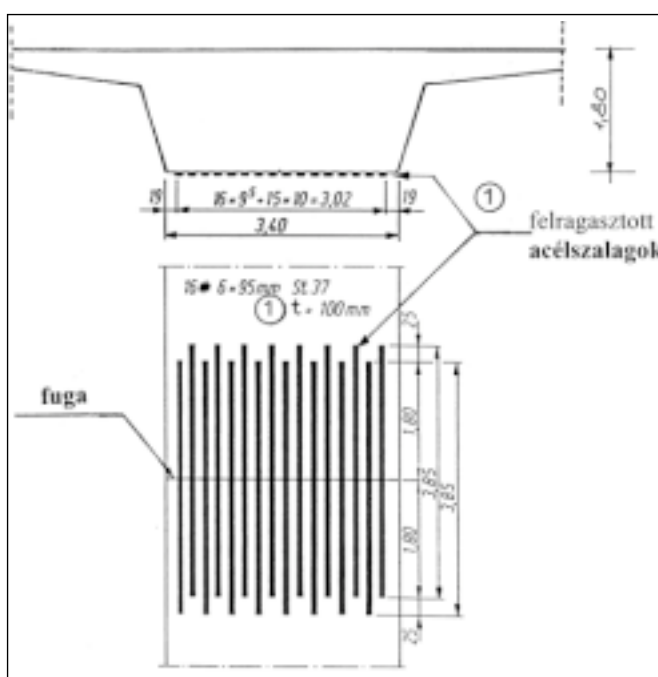
13. ábra: Konzol megerősítése ragasztott vasalással

herviselésben. A keresztirányú feszítést mint megerősítő eljárást gyakran alkalmazzák a gyakorlatban. A 13. ábrán vázolt konzol ragasztott **betonacélos** megerősítését Wicke [24] javasolja.

Megjegyezzük, hogy ma már inkább szálerősítésű polimer (FRP) szalagokat használnak, mégpedig lehetőleg kivésett horonyba, résbe beragasztva (15. ábra).

A 14. ábrán látható feszített szekrénytartó megerősítését felragasztott **acélszalagokkal** alakították ki (Iványi és Buschmeyer [10]). 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 acélszalagokkal, -lemezzel való megerősítés hátránya: az acélszalag, -lemez és a ragasztóréteg közötti **tapadás** az idő függvényében, ha az acéllemez korrodál, leromlik.

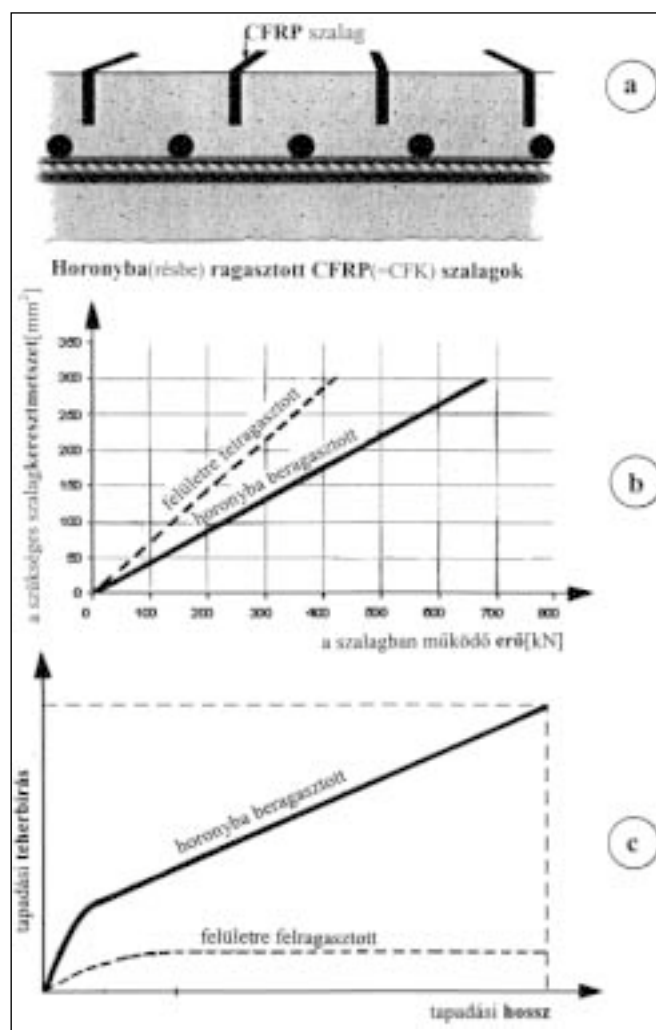


14. ábra: Szekrénytartó megerősítése felragasztott acélszalagokkal

A leghatékonyabb és leggyakrabban használt szálerősítésű 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:

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

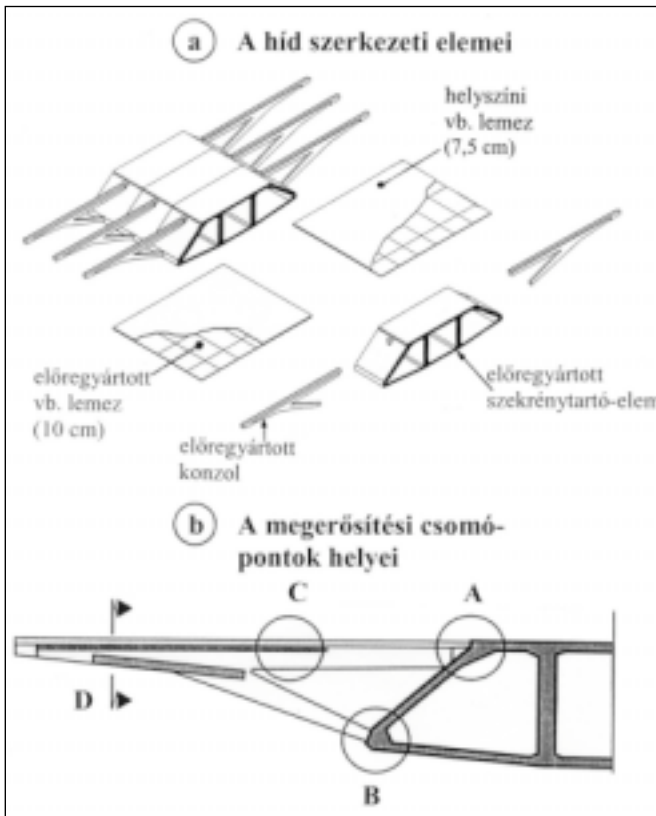
Többek régebbi hasonló eredményei mellett, most a legújabb eredményeket tesszük közzé (Knöfel [12], 15. ábra). Megállapítható, hogy a **horonyba beragasztott** CFRP szalagok teherhordó viselkedése jóval kedvezőbb, mint a felületre felragasztottaké. Ugyanakkor gondolnunk kell arra is, hogy ha a betonfedés nem éri el a 25 mm-t, akkor a **b)** eset nem kivitelezhető.



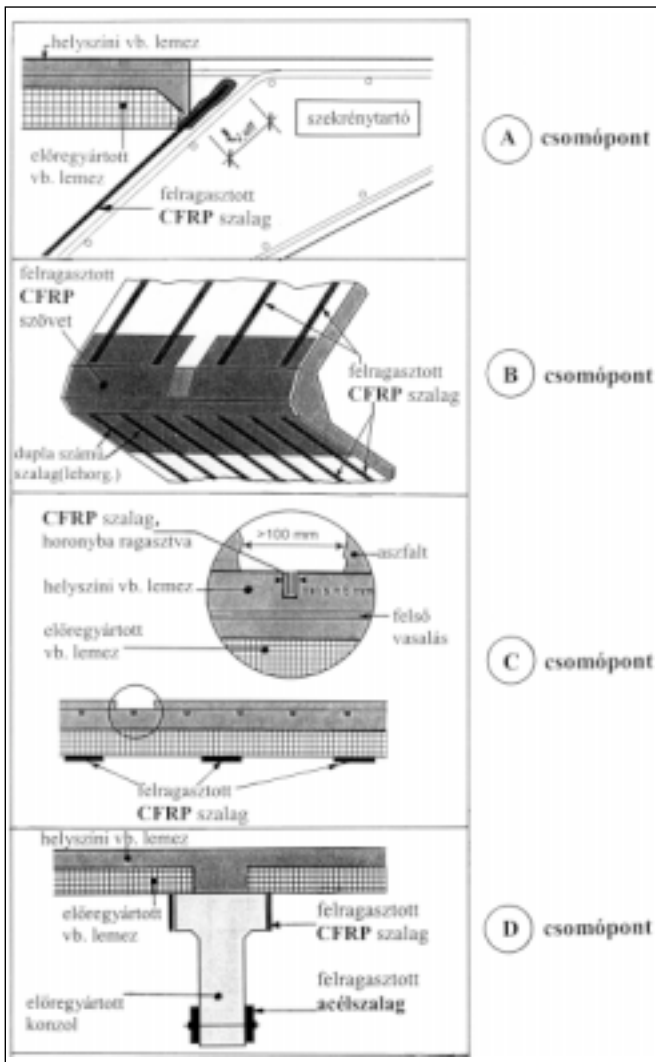
15. ábra: A szénszál erősítésű polimer (CFRP) szalagok ragasztási rögzítésének esetei

Különleges feladat volt a melburnei West Gate Bridge megerősítése (16. a) és 16. b) ábra). A megerősítés nem állagromlási, hanem tehernövekedési okokból vált szükségessé (új forgalmi sávok kiépítése). A felszerkezet zömmel előregyártott elemekből áll: szabadon szerelt (utófeszített), 3-cellás szekrénytartó elemekhez hosszú előregyártott konzolgerendák csatlakoznak. A vasbeton pályalemez egyik része előregyártott, a másik része helyszíni.

Onken és társai [16] a szekrénytartó **nyírási és csavarási** igénybevételeinek növekményeit **felragasztott**



16a. ábra: A West Gate Bridge híd (Melbourne) megerősítése I.



16b. ábra: A West Gate Bridge híd (Melbourne) megerősítése II.

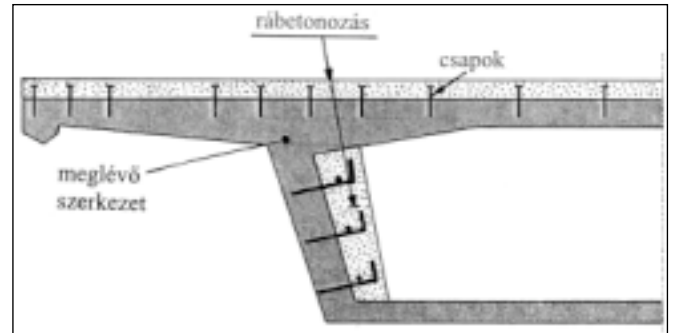
szénszál erősítésű szalagokkal és szövetekkel (CFRP) vették fel: **A** és **B** csomópont.

A **pályalemez** megfelelő hajlítási teherbírását egyrészt a lemezmezőkben *felfragasztott szénszál erősítésű szalagokkal* (CFRP), másrészt a lemez támaszaiban bevésített *hornyokba beragasztott szénszál erősítésű szalagokkal* érték el: **C** és **D** csomópont.

Az előre gyártott **konzolok** húzott zónájába *felfragasztott szénszál erősítésű szalagok* (CFRP) kerültek. A nyomott zónát is meg kellett erősíteni: erre szolgálnak a *felfragasztott acélszalagok*.

Onkenék [16] több más érdekességgel is foglalkoznak, így pl. a felületre felfragasztott és a horonyba beragasztott CFRP szalagok *lehorgonyzási* kérdésének megoldásával (v.ö. **A** csomópont: $I_{v,eff}$).

A szénszál megerősítés kiviteli technikáját, munkafázisait részletesen tárgyalja *Balázs* [5] (I. az I. részben). Az FRP anyagok szilárdságtanával és megerősítési alkalmazásukkal kapcsolatban ajánljuk *Balázs* és *Borosnyói* dolgozatait ([5-6], [10-13], (I. az I. részben).



17. ábra: Megerősítés rábetonozással

Jelenleg még nincs magyar szabályzati előírás az **FRP** anyagokkal kapcsolatos **biztonság** szintjéről. Néhány külföldi szabályzati előírást átvettünk *Onken és társai* [16] idézett cikkéből. Ezeket az I. részben ismertettük (**I. Anyagok**).

Amennyiben az önsúly növekedése az alépítményre elviselhető mértékű, akkor a 17. ábrán látható **rábetonozás** is alkalmazható: *Randl és társai* [21]. Ebben a dolgozatban részletes számítási eljárás található a régi és az új beton egymáshoz kapcsolódó felülete (fuga) nyírési teherbírásának meghatározására: *súrlódás, csaphatás; esetleg fogazás*.

Ugyancsak értékes eredményeket találunk *Katzik* [11] dolgozatában az új megerősítő betonnak a régihez *csapokkal* való rögzítésével kapcsolatban.

Irodalom

- [1] Andrä, H. P. – König, G. – Maier, M.: Einsatz vorgespannter Kohlefaser-Lamellen als Oberflächenspannglieder. *Beton- und Stahlbetonbau*, 2001/12, 737–747.
- [2] Bergmeister, K.: Brückenverbreiterung durch externe Vorspannung möglich. *Beton- und Stahlbetonbau*, 2000/12, 741–742.
- [3] Brühwiler, E. – Bernard, O. – Wolf, S.: Beton-Beton Verbundbauteil bei der Verbreiterung eines Brückenbaues. *Beton- und Stahlbetonbau*, 2000/3, 158–166.

- [4] Dalmy, D. – Farkas, Gy. – Szilágyi, É.: Vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek megerősítése utólagos feszítéssel. *Közlekedésépítés- és Mélyépítéstudományi Szemle, 1995/9, 343–350.*
- [5] Főmterv Rt.: A Moszkva téri gyalogos felüljáró megerősítési terve. *Budapest, 1992*
- [6] Godart, B.: Strengthening Prestressed Concrete Box Girder Bridges: The French Experience. *Structural Engineering International, 1995/2, 81–84.*
- [7] Hankers, Ch. – Rostásy, F.: Verbundtragverhalten laschenverstärkter Betonbauteile unter schwellender Verbundbeanspruchung. *Beton- und Stahlbetonbau, 1997/1, 19–23.*
- [8] Hankers, Ch. – Rostásy, F.: Klebverbund-Versagen unter statischer und dynamischer Beanspruchung. *Beton- und Stahlbetonbau, 1997/3, 84–87.*
- [9] Hartl, G.: Zur Frage des Zusammenwirkens zwischen Altbeton und Spritzmörtel bzw. Spritzbeton zur Instandsetzung und Bauteilverstärkung. *Symposium für Bauteilverstärkung (Concretin GmbH), Wien, 1992*
- [10] Iványi, Gy. – Buschmeyer, W.: Verstärkung von Spannbetonbrücken durch Stahllaschen. Anwendungskriterien. *Beton- und Stahlbetonbau, 1992/11, 265–270.*
- [11] Katzik, W.: Erhöhung der Brückenklasse der Murgbrücke in Forbach durch Verdübelung. *Beton- und Stahlbetonbau, 1998/4, 102–104.*
- [12] Knöfel, R.: Weiterentwicklung der Bauwerksverstärkung mit CFK-Lamellen. *Beton- und Stahlbetonbau Spezial, Juli 2005, A9–A11.*
- [13] Leonhardt, F.: Prestressed concrete design and construction. *W. Ernst u. Sohn, Berlin-Munich, 1964*
- [14] Leonhardt, F.: Vorlesungen über Massivbau. Teil 5. Spannbeton. *Springer-Verlag, Berlin-New York, 1980*
- [15] Leonhardt, F.: Vorlesungen über Massivbau. Teil 6. Grundlagen des Massivbrückenbaues. *Springer-Verlag, Berlin–New York, 1979*
- [16] Onken, P. – Berg, W. – Neubauer, U.: Verstärkung der West Gate Bridge, Melbourne. *Beton- und Stahlbetonbau, 2002/2, 94–104.*
- [17] Pakvor, A.: Repair and Strengthening of Structures. *Structural Engineering International, 1995/2, 70–73.*
- [18] Palotás, L.: Vasbetonhidak ábra- és tervgyűjteménye. *Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest, 1955*
- [19] Pilz, M.: Untersuchungen zum Einsturz der K-B-Brücke in Palau. *Beton- und Stahlbetonbau, 1999/5, 229–232.*
- [20] Ponzel, U. – Grebe, B. – Eisler, R.: Verstärken von Spannbetonbrücken mit externen Spanngliedern. *Beton- und Stahlbetonbau Spezial, 2005, 57–61.*
- [21] Randl, N. – Münger, F. – Wicke, M.: Verstärkung von Brückentragwerken durch Aufbeton. *Bauingenieur, 2005/4, 207–214.*
- [22] Scholz, U.: Anwendung externer Spannglieder am Beispiel der Isarbrücke Unterföhring. *Bauingenieur, 1993, 151–158.*
- [23] Straninger, W. – Wicke, M.: Bridge Strengthening with Additional Prestressing. *Structural Engineering International, 1995/2, 78–80.*
- [24] Wicke, M.: Verstärken von Betonkonstruktionen. *Symposium für Bauteilverstärkung (Concretin GmbH), Wien, 1992*

Summary

Dr. László Jankó: Modern strengthenings of reinforced concrete structures II.: BRIDGES

This work is the second 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.

Owing to their low weight they are easy to handle.

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. bridges. 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 an practical aid for the structural designers by means of modern **strengthening drawings** of r.c. bridges. We hope that these papers fill the gap between theory and practical design. Our results are presented for engineers working in **practical design**.

Egy ötlet felmerül

Az eseményeket egy újabb bevásárlóközpont építése indította el Győrben. A város központjához közel, a Rába Vagon és Gépgyár termelésének csökkenésével az ipari terület egy része eladhatóvá vált. A jelentős kiterjedésű területre két vevő is akadt, az Engelseport a terület nagyobb részét megvéve lakások építésével új városrészt szándékozik kialakítani, az ECE Kft. pedig a terület városközpont felőli végén hatalmas bevásárlóközpont építését tervezte. A befektetőkkel megkötötték az előszerződéseket, de az elvi építési engedélyek kiadásához a város rendezési tervének módosítására volt szükség. A közlekedési munkarész elkészítése során a megbízott tervező számításai alapján egyértelművé vált, hogy a Fehérvári út – Budai út kereszteződésében az épülő bevásárlóközpont és az új városrészt tervezett mintegy 5000 lakás többletforgalma olyan mértékben növeli a jelenlegi forgalmat, hogy hagyományos jelzőlámpás kialakítású csomóponttal nem érhető el megfelelő kapacitás. A város és a befektetők egyetértettek abban, hogy az új városrészt jól működő csomópontokkal kell a város jelenlegi főúthálózatához kapcsolni. Ekkor került fel először javaslatként a Magyarországon még nem épült jelzőlámpás körforgalmú csomópont ötlete, hiszen a jelenlegi forgalom (közel 30 000 J/nap) várhatóan megduplázódik a jövőben, és az új típusú kialakítás kapacitása 50 000 J/nap körül várható. A rendezési terv közlekedési munkarészét készítő tervező is arra jutott, hogy a terület adottságainak a körgeometriájú jelzőlámpás kialakítás a legmegfelelőbb. Így az ötlet megszületését követően – némi felesleges vargabetűk és idővesztés után – kialakult a rendezési terv közlekedési koncepciója, és 2002 folyamán a közgyűlés elfogadta a Fehérvári út – Budai út kereszteződésében építendő jelzőlámpás körforgalom kialakítást.

Az építési engedély

A befektetők természetesen nem akarták vállalni a csomópont átépítésével járó költségeket, de a műszaki kényszer hatására, a közlekedési terv meglétének kulcsfontosságát felismerve mindkét érintett belátta, hogy a terület és a városközpont kapcsolatát biztosító csomópont megfelelő kialakítása közös érdekük. A beruházások időbeli ütemezése alapján a város úgy állapodott meg a befektetőkkel, hogy a csomópont megépítésével járó terheket a bevásárlóközpontot építő ECE Kft. vállalja. A rendezési terv módosításá-

nak jóváhagyása után az új típusú, jelzőlámpás körforgalom megvalósulásának következő lépése a jogerős építési engedély megszerzése. A beruházó az engedélyezési tervdokumentáció elkészítésével a rendezési terv módosítását is előkészítő tervezőt bízta meg. A terveket végül – többszöri módosítás után – 2004 decemberében nyújtották be a Győr-Moson-Sopron Megyei Közlekedési Felügyelethez.

A hatóság a kézhez kapott tervdokumentáció alapján speciális helyzetbe került. Egyrésztől a benyújtott műszaki megoldás újszerűsége számos szakmai és egyedi kérdést vetett fel. Másrésztől a terv problémás pontjainak újratervezése lassította volna a 25 milliárd forintos beruházás megvalósulását, és ez mind a befektetőnek, mind a városnak komoly veszteséggel járt volna. Az így kialakult sajátos helyzetben a hatóság 2005. február 22-én kiadott egy olyan építési engedélyt, amely felért egy elutasítással. Az építési engedély előírta a részletes kiviteli terv készítését. A hatóság az építési engedély határozati részében felsorolta mindazokat a műszaki és jogi problémákat, amellyel az eljárás során találkozott, és előírta, hogy a felsorolt problémákra a kiviteli terv adjon megoldást.

Az építési engedély alapján azonban a csomóponttal szomszédos területek tulajdonosai a továbbiakban nem látták megfelelőnek saját ingatlanjuk jó színvonalú közlekedési kiszolgálását, ezért fellebbezést nyújtottak be a hatóságnak. A másodfokú eljárást a Központi Közlekedési Felügyelet folytatta le, és 2005 tavaszán az építési engedély iránti kérelmet másodfokon, jogerős határozatában elutasította.

A kiviteli terv

Az építési engedély birtokában az építető a kiviteli terv elkészítésére, az engedélyezési terv hiányosságainak kiküszöbölésére más tervezőirodát keresett meg. Mivel a kiviteli tervek készítése nem jogerős, fellebbezés alatt álló építési engedély birtokában kezdődtek meg, a beruházó nem akart jelentősen eltérni az eredeti tervben szereplő kialakítástól. A felmerült műszaki problémákat azonban csak a csomópont működési elvének megtartásával, a geometriai, magassági kialakítás teljes újratervezésével lehetett megoldani. A tervezés forgalomtechnikai munkarészeinek elkészítését továbbra is Maklári Jenő vállalta, akit méltán nevez a szakma a jelzőlámpás körforgalom magyarországi atyjának. Számítógépes szimuláció segítségével sikerült végül az új csomóponti geometriai kialakítást, a forgalmi sávok számát és a jelzőlámpák fázisidőtervét oly módon összehangolni, hogy a csomópont minden szempontból (műszaki – járhatóság, felismerhetőség, áttekinthetőség – és forgalomtechnikai szempontok szerint is) optimális kialakítású legyen.

A forgalomtechnikai kialakítás további szakmai döntéseket tett szükségessé. A magyar műszaki előírá-

¹ Ügyvezető, vezető tervező, Hidro-Plan Kft.; hidro-plan@hidro-plan.hu

² Egyetemi adjunktus, Széchenyi István Egyetem Közlekedés-építési és Településmérnöki Tanszék; tothzs@sze.hu

sokban nem szerepel a jelzőlámpás körgeometriájú csomópont, ezért a hatóság szabványon kívül engedélyezte a tervezett kialakítást. A körforgalmú csomópontok tervezési előírásainak módosításait előkészítő szakmai bizottságnak állást kellett foglalnia abban a kérdésben, hogy ez a kialakítás körforgalomnak minősül-e, vagy pedig jelzőlámpás csomópontok körgeometriába rendezett füzérének. A csomópont táblázása ugyanis az első esetben jóval könnyebb, hiszen a körforgalom tábla egyszerűen kezeli azokat az elsőbbségi problémákat, melyekkel a második esetben csak egy „táblaerdő” tudott volna megfelelően szabályozni. A bizottság 2005. szeptemberi állásfoglalása szerint a jelzőlámpás körforgalomnak minősített csomópont forgalomirányítását részben egyedi táblák segítik. Bár a jelzőlámpák működése többszörösen biztosított, az esetleges üzemszünet esetén is jogilag tisztább helyzetet jelent a körforgalom-elvű irányítás. (Érdekesség, hogy a késői döntés után Győrben más helyszínen már kivitelezés alatt álló hasonló jelzőlámpás körforgalom forgalomtechnikai kialakítását is – az egységesség érdekében – át kellett dolgozni fedvénytervvel.)

A kiviteli terv készítése alatt utasította el a hatóság az építési engedélyt másodfokon, így az építési engedélyezési eljárást újra kellett indítani. Az új engedélyezési tervek, már felszabadulva az előző engedélyes határozat előírásainak nyomása alól, az újragondolt kiviteli tervek alapján készülhettek. A 2005 májusában benyújtott tervdokumentáció alapján az elsőfokú hatóság (a Győr-Moson-Sopron Megyei Közlekedési Felügyelet) 2005. július 14-én – mint már korábban ugyanebben a témában – ismét jogerős építési engedélyt adott ki. Nagy különbség az előző engedélyezési eljáráshoz képest az a műszaki, eljárásjogi megalapozottság, ami aztán fellebbezés nélkül jogerőre emelte az építési engedély határozatát. Az engedélyezési tervdokumentációból részletes feldolgozás után kiviteli tervdokumentáció készült, ami jogerős kiviteli ter engedélyt kapott. Ezt követően a munkaterületet 2005. október 24-én átadták.

A megépülő változat ismertetése

A csomópont geometriájának kialakításakor a jelenlegi forgalmi terhelés mellett a 2006 őszén átadásra kerülő bevásárlóközpont által generált igényekre, a meglévő és az épülő kiszolgáló utak változó terhelésére is figyelemmel kell lenni. A megépülő változatot az 1. ábra mutatja be.



1. ábra: Forgalomtechnikai helyszínrajz

A keresztezés fő iránya a 81. sz. főút és a 14. sz. főút belterületi szakasza. Az út számozása a csomópont tengelyében változik.

A 81. sz. főút becsatlakozó ága négy sávossá bővül az 1. sz. főút lehajtó ágának, azaz a harmadik sávnak a becsatlakozása után. A csomópont jelenlegi kialakításával ebből az irányból a jobbra kanyarodás nem megengedett. Az új kialakítással a behajtó ág legkülső sávjából ez a csomóponti mozgás végrehajtható. A csomópont jelenlegi forgalmi rendje szerint két balra kanyarodó sávon halad a belváros felé a forgalom. E jelentős kanyarodó forgalmat a körforgalom két belső sávja vezeti át. A tájékozódást a behajtó ágon és a körpálya megfelelő sávján felfestett centrum jel is segíti. A kihajtó ág kétsávós. A körpályáról egy sávon induló forgalom mellé a mellékágról direkt jobbra kanyarodó sáv simul. Ha a kereszteződésen egyenesen áthajtó forgalom nagysága miatt szükségessé válna a kétsávós kihajtó ág, mind a geometriai elrendezés, mind a burkolati jelek lehetővé teszik a védett szélső sávba sorolást. A szélső sávból nyíló buszmegálló a szomszédos mellékirányú behajtó ágon megszüntetett megálló áthelyezése. Az ág teljes szélessége, tengelye nem változik jelentős mértékben az átalakítást követően.

A 14. sz. főút becsatlakozó ága szintén négysávos kialakítású. A belváros felé, kis ívben jobbra kanyarodó forgalom külön, burkolattal elválasztott sávon halad. A belváros felé tartó forgalmat ebből az irányból is segíti a „centrum” burkolattal. Az ágon jelentős a buszforgalom, ezért mind a behajtó, mind a kihajtó ágon két busz fogadására alkalmas öblöt alakítottak ki. A csomóponton egyenesen áthaladó buszok is a szélső sávból hajtanak be a körforgalomba – nem zavarva a fonódó forgalmat –, és a körpályára érés előtt válnak ki a jobbra kanyarodó sávból, majd sorolnak át az egyenesen haladó sávba. A kihajtó ág három sávos, mely fogadni tudja mind a belváros felől, mind a bevásárlóközponttól érkező jelentős kanyarodó irányú forgalmat. Az épülő körforgalom középpontja és a jelenlegi keresztező irányok tengelyének metszéspontja nem esik egybe, hanem kb. 20 méterrel eltolódik a 81-es út irányába. A behajtó és a kihajtó sávok közötti széles torkolati sziget méreteit azonban elsősorban a mellékirány ráfordításának korlátozott lehetőségei határozzák meg.

A keresztezés jelenlegi mellékiránya a Budai út belváros felől érkező iránya délről, és az épülő bevásárlóközpont felé vezető ága északról. A belváros felől érkező ág kialakításánál szintén adottak voltak az út meglévő határvonalai, melytől csak kis mértékű eltérésre volt lehetőség. A jelenlegi kialakítással is a közeli mellékút forgalma csatlakozott irányonként, szétválasztott keresztezés elvén az ág forgalmához. A mostani gyakorlattal mind a kihajtó, mind a 90 fokban elhajló behajtó ágon hagyományos négyágú keresztezést alakíthattak ki. A belváros felől a körforgalomba behajtó ág négy sávos, a 81-es útra, jobbra kanyarodó jelentős forgalom a két szélső sávot használhatja.

A bevásárlóközpont felől érkező mellékirány tervezésekor nemcsak az új létesítmény által generált forgalom nagyságot, hanem az újonnan megépülő kiszolgáló utat is figyelembe kellett venni. Az úttengelyek elhelyezkedéséből adódóan a kiszolgáló utat (ötödik ágként) nem lehetett a körforgalomhoz kapcsolni, ezért a Budai útba csatlakozik. A sávok elhelyezésénél meg-

határozó a Budai utat keresztező, ma is rendszeresen használt ipari vasúti vágány. A becsatlakozó ág három sávján a belvárosba vezető irányokon a tájékozódást burkolati jel segíti. A kiváló ág két sávos, de a körpálya elhagyásával nyílik a harmadik sáv. Így elegendő a kapacitás a Budai út és a bevásárlóközpont felé áramló forgalomnak.

A csomópont végső kialakítását számos egyéb körülmény hátráltatta. Említést érdemel a Budai út bevásárlóközpont felőli ága és a 14. sz. főút által közrefogott magáningatlan, melynek csatlakozását, és mindenirányú mozgási lehetőségét az 1. út lehajtója felé (vagyis a csomópont 14-es úti behajtó ágára) és a Budai úti kihajtó ágra nyitott csatlakozások biztosítják.

Elmondható, hogy a behaladó irányokban a járművek a körforgalmaknál megszokott méretűnél kisebb arányú irányváltásra kényszerülnek, majdnem egyenesen haladnak be a körpályára, ahol a sávok spirális elrendezése miatt a helyesen megválasztott (előosztályozott) sáv a kívánt irányba tereli a járműveket.

A csomópont kialakítása a gyalogosok és a kerékpárosok közlekedése szempontjából esetleg kissé bonyolult, de biztonságos. A hagyományos négyágú keresztezésnél hosszabb úton, több konfliktuspont keresztezésével, de a jelzőlámpás irányítás eredményeként a nagy forgalom ellenére is rövid várakozás után kelhetnek át a csomóponton.

Korkép vagy kórkép

A Győrben épülő jelzőlámpás körforgalom engedélyezése sajátosan mai történet. Elámulhatunk a tervezői látásmódok különbözőségén, a mérnöki elszántságon és sajnos az emberi természet sokféleségéből adódó lehetetlen helyzetek torokszorító összjátékán. S hogy végül mégiscsak minden engedélyt megkapott és épülni kezdett a jelzőlámpás körforgalom? Ez a bizonyosság a tervező és a mérnök számára, hogy küzdeni márpedig kell és érdemes...

Summary

Zsolt Bogár – Dr. Zsuzsanna Tóth-Szabó: Design and approval of a signalised roundabout

Although roundabouts are quite common in Hungary, signalised ones were not used until now. The first signalised roundabout will be opened in Győr in 2006. It is a four-armed junction in a built-up area, with several entry lanes in each arm. The total traffic volume of the junction is about 30 000 veh/day which is supposed to increase to 50 000 veh/day due to new commercial and housing developments nearby. As with every new solution, the design and approval procedure was not simple due to the lack of relevant technical guidelines.

Burkolatviselkedés adatelemzési fórum Trondheim, Norvégia, 2005. június 30.

A 7. Nemzetközi Utak, vasutak és repülőterek burkolatainak teherbírása konferenciához csatlakozóan tartották meg az egész napos Burkolatviselkedés adatelemzési fórumot (Pavement Performance Data Analysis Forum), melyet az USA Közlekedési Kutatási Tanácsa (Transportation Research Board, TRB) Adatelemzési munkacsoportja (Data Analysis Working Group) szervezett. A fórum célja a folyamatban lévő, még be nem fejezett kutatások, munkák eredményeinek és problémáinak bemutatása, megvitatása, a gyakorlati felhasználásra helyezve a hangsúlyt. A fórum témáinak rövid ismertetése a következő:

1. Marco Costanzi, David Cebon: Felületi zárások károsodásának szimulációja. A Cambridge egyetem munkatársai ausztráliai felületi zárások burkolatok viselkedését és károsodását vizsgálták a növekvő nehéz teherforgalom hatására különböző agresszívítású járműparkot feltételezve.
2. Johann Litzka, Hans J. Ertman Larsen: COST 354 – Útburkolatok teljesítmény mutatói. Az európai közös kutatási rendszerbe illeszkedő téma célja egy egységesen alkalmazható teljesítmény mutató kidolgozása, amely a burkolat funkcionális, szerkezeti és környezeti jellemzőiből tevődik össze. A kérrőves felméréssel összegyűjtött jellemzőkből képzett adatbázis a Bécsi Műszaki Egyetem honlapján megtalálható. A 2004-ben megkezdett munka befejezését 2007-re tervezik.
3. Jaro Potucek: Útállapot jellemzők felhasználása a Svéd Útügyi Adminisztrációban. A gyakorlati nézőpontjáról jól ismert kolléga előadásában az útállapot mérések eredményeinek felhasználását mutatta be a regionális területi egységek forráselosztásában. A mérnökök által fontosnak tartott műszaki jellemzők és az úthasználók igényeit leíró funkcionális jellemzők egyaránt szerepet kapnak a forráselosztási folyamatban. A központi egység által kidolgozott javaslat egy úgynevezett árnyékterv (shadow plan), mely a regionális konzultációk során a helyi igények beépítése után nyer végleges formát. A valóságban a közúti adminisztráció költségeinek reálértéke a költségvetési korlátok miatt magasabb, mint az úthasználói költségek reálértéke, a becsült arány 1:2,5.
4. Gulyás András: Adatbázis lekérdezéseken alapuló optimális nemzeti útfenntartási program. A készülő nemzeti útfenntartási program megalapozását szolgáló adatbanki lekérdezések célja az optimális technológia arányok megválasztása. A PMS rendszerek a rendkívül alacsony költségkorlátok miatt nem adnak reális eredményt. Az útállapot, forgalom és vízvezetés tényadataiból kiindulva különböző lo-

gikai feltételek lekérdezési eredményei a fajlagos költség és egy feltételezett költséghatár szerint optimalizálhatók.

5. Tristan Lorino: A francia nemzeti úthálózat vizsgálata túlélési modellekkel. A burkolatok tönkremenetelének időbeli alakulását valószínűségi alapon vizsgálták. A Weibull-féle eloszlás alkalmazásával kétféle modellt alkalmaztak, melynek célja a fenntartási beavatkozások várható élettartamra gyakorolt hatásának kimutatása.
6. Einar Vaernes: A norvég ALFRED útfelület profilmérő berendezéssel végzett nyomvályú mérések eredményeinek értelmezése. A keskeny utak keresztprofil mérése során a nyomvályú értelmezése és kimutatása gyakorlati nehézségekbe ütközik. A mért adatok feldolgozását a burkolatszél hibák tovább nehezítik. A probléma megoldására különböző számítási algoritmusokat próbáltak ki és értékelték.

A kutatási eredmények gyakorlati hasznosítása nagy érdeklődésre tart számot a skandináv államokban. Ezt jelzi, hogy az Északi Államok Útügyi Szövetsége (Nordic Road Association) a Közúti kutatások alkalmazása a modern útügyi adminisztrációban címmel szakmai szemináriumot rendez Koppenhágában 2005. szeptember 26-27-én. A szeminárium szekciói: útburkolatok, közúti hidak, teljesítmény-modellezés és útállapot monitoring.

G. A.

A gépjárművezetők útvonalválasztásának megértése utazás előtt hosszabb idővel biztosított és utazás közben rendelkezésükre álló rövid időtávlatú forgalmi információ esetén a generalizált becslő egyenletek alkalmazásával

Understanding Drivers' Route Choice Under Long-Term Pretrip and Short-Term En-Route Traffic Information Using Generalized Estimating Equations.
Mohamed Abdel-Aty, Fathy Abdalla
Journal of Transportation Engineering 2004. 6. p. 777-786, á:5, t:2, h:44.

A cikk a gépjárművezetők kétféle útvonal választási viselkedését vizsgálja a választásra ható tényezők modellezésével: egyrészt azt, hogy milyen mértékben veszik figyelembe a gépjárművezetők az utazás előtt hosszabb idővel előre javasolt útvonalat, másrészt pedig azt, hogy mennyire alkalmazkodnak az utazás közben rendelkezésükre álló rövid időtávú forgalmi információhoz. Egy utazási szimulációs programot használtak az adatgyűjtésre, melyet valós hálózati és valós torlódásos forgalmi adatokkal töltöttek fel. A szí-

mulációs vizsgálatban 63 kísérleti alany vett részt, és mindegyikük 10 utazást végzett. Az elvégzett statisztikai elemzés során részben az ismételt megfigyeléseken alapuló generalizált becslő egyenletek módszerét, és a binomiális probit kapcsolati függvényt alkalmazták. Négy különböző korrelációs szerkezetet használtak, és ezek összehasonlításából kitűnt, hogy az ismételt döntések közötti időszakos korrelációt a forgalmi elemzések során célszerű figyelembe venni. Az eredmények azt mutatták, hogy az utazás előtt javasolt útvonal figyelembe vételét és az utazás alatti információ elfogadását az útvonalválasztásban pozitívan befolyásolják a kedvezőtlen időjárási körülmények, és az, hogy a gépjárművezető mennyire ismeri az információt adó eszközt. Az úthálózat ismerete és az előzetesen javasolt útvonalon lévő jelzőlámpás csomópontok száma ezzel szemben negatív hatást gyakorol az információ gépjárművezetők általi elfogadására. Az utazás közben biztosított információ felhasználását kedvezően segíti, ha ez az információ mennyiségi elemet tartalmaz, és ha a gépjárművezető közel van az úti céljához.

G. A.

Utak, utcák és a jövő közlekedésének műtárgyai

Les routes, les rues et les ouvrages du futur
 Brigitte Mahut, Jean Michel Piau, Jean-Pierre Christory
Revue generale des routes N°838-839
 2005. április-május p. 105-111.

Ma már szinte senki sem tudja a holnapot autók nélkül elképzelni. A világ különböző pontjain, különböző témában készülő tanulmányok egybehangzóan állítják, hogy a közúti forgalomban meghatározó szerepet tölt be a személyautó – nem csak napjainkban, hanem az elkövetkező évtizedekben is. Természetesen a mobilitás és ezáltal a közlekedés növekedésével együtt nőtt az igény a biztonság és a kényelem iránt, a tájba illesztett vonalvezetés, a forgalom és a körülötte lakók számára egyaránt megfelelő kialakítás, a takarékos pénz-, és erőforrások felhasználása is egyre jelentősebb szempontokká váltak.

Közismert tény, hogy egy útszakasz tervezésének megkezdése és a kivitelezésének befejezése között eltelt idő gyakran 10-15 év is lehet. Ennek ellenére elvárjuk, hogy a létesítmény alkalmazza a legújabb technológiákat és hosszú távon – legalább 25 évig – elégítse ki a forgalmi követelményeket. Ezeket és a további igényeket könnyen elégíti ki az a futurista világkép, amelyet az egyes tudományterületek alakítanak ki egymástól függetlenül, s melyek sajnos gyenge kapcsolatban állnak a jelennel. A közlekedést érintő jövőkép kialakításánál célszerű egy reális, jelenlegi igényeken és problémákon, azok létező vagy képzelt megoldásain nyugvó, pragmatikusan felépített, legfeljebb 10 éves előrejelzést készíteni, a társadalmi fejlődés és a külső kényszerítő körülmények komplex figyelembe vételével. E kezdeményezés összefogná a

bel- és külterületen, valamint az építőmérnöki szakmán belül kialakult véleményeket.

A városi és az egyre népszerűbbé váló külvárosi lakóterület igen érzékeny és gyakran nehezen kezelhető környezet, melyet fokozott felelősséggel kellene kezelniük a politikusoknak, döntéshozóknak és a területrendezőknak. Néhány gyakori közlekedési probléma:

- A városlakók életét közvetlenül érinti az út környezete
- Az adódó problémák megoldásánál a technika önmagában már nem segít
- A döntések és a választott megoldások igen erősen hatnak a jövőre
- Egy esetleges hiba a közlekedés terén könnyen átalakul hosszú távú, nehezen megoldható szociális és/vagy biztonsági problémává.

Mindemellett a városlakók lakóhelyükkel szemben támasztott igényei is fokozódnak. Nem csak a kellemes életkörülményeket várják el, hanem az életüket – elsősorban a közlekedést – megkönnyítő szolgáltatások jelenlétét is. Habár az ilyen követelések ellentmondásosak, de az emberi életminőség szempontjából teljesen jogosak. Ily módon politikai és szociális tétje van a közlekedési szakemberek döntéseinek, vagyis különösen fontos a tudomány feladata: a problémák azonosítása, a lehetséges megoldások széleskörű elemzése és a legmegfelelőbb kiválasztása. Ehhez már nem elegendő az érintett csoportok igényeit egymás mellé helyezni, és egyesével megoldani azokat. Az életteret és a problémákat együtt, a maga egységében kell vizsgálni és elemezni. Ennek eszköze a mérnöki és emberi tudományok egyesítése – a szükséges helyeken – kiegészítve az emberi gondolkodást a legújabb technikai ismeretekkel, használva a legújabb eszközöket. Ily módon, egyesített erővel elrendezhetővé válhat a jövő.

A 6. Európai Keretprogram során indult NR2C (New Road Construction Concept) elnevezésű projekt igyekszik összefogni a fent megfogalmazott törekvéseket mind a kutatásban, mind a megvalósításban, mind az ismeretek széleskörű terjesztésében.

A NR2C projekt, ahogy a neve is mutatja, egy új utépítési elmélet kidolgozását tűzte ki célul. A 2003 decemberében indult kutatás feladata, hogy olyan újításokat határozzon meg, amelyek rövidtávon felhasználhatók a fejlődés okozta problémák megoldására. Emellett kidolgozza a legvalószínűbb közlekedési infrastruktúrát 2040-re. A kutatást a francia Utak és Hidak Központi Laboratóriuma (LCPC) irányítja, a résztvevő kilenc európai partner képviseli a kül- és belterületi infrastruktúrával, valamint az építőmérnöki műtárgyakkal foglalkozó tudományt. A kitűzött cél világosan meghatározott: technikai elemzéssel kiegészített szociális megközelítésű világkép kidolgozása, amellyel lehetővé válik a szolgáltatási szint javítása az infrastrukturális fejlesztéseken keresztül.

A projektben részt vevők munkacsoportokat alkottak, melyek négy fő feladatot oldanak meg. Az egyik csoport a jövőkép megalkotásán dolgozik, további három csoport a megvalósítható fejlesztéseket dolgozza ki, egy csoport az elért eredmények széleskörű tá-

jékoztatását valósítja meg, és egy csoport a kutatás vezetéséért, a részfeladatok összehangolásáért felel. A 2003-2007-ig terjedő időszak a megvalósulás szempontjából három szakaszra tagolódik:

- Az első szakaszban a társadalmi-szociális felmérés (a szükséges, speciális elemekkel kiegészítve) készül el, és a jövőkép kerül kidolgozásra.
- A második szakaszban a jövőképben alkalmazott, reálisan elkészíthető új eszközök megvalósíthatósági tanulmányai készülnek el.
- A harmadik szakaszban pedig a tényleges megvalósításra kiválasztott eszközök laboratóriumi vizsgálatai és a prototípus elkészítése kerül sorra.

A kutatóknak a projekt teljes időtartama alatt szem előtt kell tartaniuk, hogy elsődleges feladat a várható problémák azonosítása és a lehetséges megoldások elemzése. A kutatás végső eredménye – az alkalmazott ismeretek összetettségétől függően – nagyon komplex. Ezért az érintettek csak úgy fogják tudni használni az eredményeket, ha azok a megfelelő formában jutnak el a címzettekhez, vagyis a politikusok, környezetvédők, szociológusok, építészek, mérnökök széles köreihez.

T. Zs.

Útdíjak, finanszírozási kérdések, szabályozás és igazságosság: Mexikóban, Cancun városban megrendezett PIARC szeminárium összefoglalója

Tarification routiere, financement, régulation et équité: un synthese du séminaire AIPCR tenu Cancun, Mexique

(Road pricing, Financing, Regulation, and Equity: a Summary of the PIARC Seminar in Cancun, Mexico)
Fabien Leurent, Vanessa Minard, Émilie Mange
Routes Roads 2005. N° 327. p. 36-45.

2005. április 11-13. között szervezte az Útügyi Világszervezet szemináriumát, amelynek fő témája az útügyi finanszírozás, azon belül a szabályozás és igazságosság kérdése volt. Az előadássorozatot az 1.1. (útügyi rendszerek gazdasági helyzete) és 1.2. (útügyi beruházások finanszírozása) munkacsoport szervezte. A meghívott előadók 27 országból érkeztek, az összesen 28 előadást mérnökök, az útügyi adminisztrációban dolgozó kollégák, egyetemi és közgazdasági szakemberek és a szakmához tartozó társaságok vezetői tartották. A szeminárium több mint 200 résztvevője között 4 kontinens útügyi szakemberei élvezték a mexikói emberek és a mexikói PIARC bizottság vendégszeretetét. A szeminárium keretében elhangzott előadások két csoportba sorolhatók. Az egyik csoportba az egyes résztvevő országok útdíj fizetési gyakorlatának ismertetése tartozik, a másik csoport előadásai pedig minden más, kapcsolódó újdonságot, problémát mutat be.

A szeminárium keretében az előadók az alábbi országok gyakorlatát, tapasztalatait és projekteit mutatták be:

Tengely- vagy folyosó menti díjszedés: amerikai, chilei és japán példák

- USA: a New York belvárosát és külvárosát összekötő híres New Jersey Turnpike a díjas utak közé tartozik.
- Kaliforniában San Diego városának közlekedését szolgálja a szintén díjas I15 jelű út.
- Texas államban a beszedett útdíjakat elsősorban a Transtexas óriásfolyosó megépítésére fordítják (ez a gigantikus beruházás irányonként 6 közlekedési sávot biztosít a járműveknek – 3 a személyautóknak és 3 a teherjárműveknek – hat vágányt a vasúti közlekedésnek, egy olaj- és egy vízvezeték a csővezetékes szállítás részére)
- Chilében Santiago városa 2004 decemberétől vezette be a díjfizetést a városon átvezető öt legnagyobb tengelyen. Az elsődleges indok a környezetvédelem volt.
- Japánban kilátásba helyezték néhány olyan autópálya díjassá tételét, ahol párhuzamos, ingyenes útvonal is erősíti az adott irány forgalmát.

A teljes autópálya-hálózat díjassá tétele: osztrák, magyar, kolumbiai, mexikói és chilei tapasztalatok.

- Ausztriában az 1996-os törvény mondta ki a teljes autópálya-hálózatra érvényes matrica bevezetését.
- Magyarországon 1996-ban megkezdődött a szakaszonkénti díjfizetés, 2000-től érvényes a teljes hálózatra az autópálya-matrica.
- Kolumbiában az 1994-ben indított három nagy fejlesztési program keretében 486 km-rel bővítik a jelenleg 1958 km hosszú autópálya-hálózatot. Az állam a fejlesztést építési segítséggel és garantált jövedelmű koncesszióval valósítja meg.
- Mexikóban a 100 ezer km hosszú elsőrendű úthálózat mellett a díjas autópálya-szakaszok teljes hossza 6 ezer km hosszú 2004-ben. A díjas rendszer további bővítését tervezik és folyamatban van az elektromos díjfizetési rendszer bevezetése.
- Santiago de Chile városi autópálya-hálózatán a díjfizetés 3 különböző tarifaszinttel valósult meg. A fizetendő díj a hét napjainak, a napszaknak és az órának is függvénye. A program célja a városi torlódások csökkentése és az útügyi infrastruktúra finanszírozása.

Díjas körgyűrű: norvég példa

- A norvég lakosság az elmúlt 70 év alatt megszokta, hogy a tavakon való átkelésért fizetni kell. Ez idő alatt az úthálózatukon a díjfizetés ellenében használható elemek száma 100 fölé emelkedett. Általában az útdíjakat időszakos finanszírozási eszköznek használják, mintegy 15 évenként sort kerítve minden elemre.

Díjas zónák: brit példa és a latin amerikai kilátások

- Londonban a központi, belvárosi területen munkaidőben áthajtókra kivetett magas tarifa (5 font) rövid idő alatt sok ember meggyőződött az intézkedés hatékonyságáról. Az ott élők kényelme mellett a belvárosi dugókra is jó hatással van az új rendszer. A behajtó autókat kamerák figyelik, így rendszám alapján azonosíthatók a nem fizetők.

- Durham városában (Észak-Anglia egyik közepes városa) a történelmi városmaçon az áthajtás 2 fontba kerül. Az intézkedés 2002-ben került bevezetésre, azóta a forgalomnagyság drasztikusan, 85%-kal csökkent.
- Latin-Amerika nagyvárosaiban (Mexico, Rio de Janeiro, Sao Paulo, Santiago de Chile, Buenos Aires) egyre komolyabb probléma a torlódás. Az útdíjak bevezetését, mint lehetséges megoldást a torlódások csökkentésére csak mostanában kezdik vizsgálni. Az eddig bevezetett intézkedések (kapacitásnövelés, busz állomány javítása, forgalomkorlátozás rendszámtáblák alapján) hatása sajnos nem volt jelentős az autók egyre növekvő számának megállításában.

Az előadások másik csoportjába az útdíj-fizetés témához kapcsolódó, szomszédos tudományterületek és gyakorlati ismereteket bemutató előadások tartoznak. Az előadók az alábbi témákban osztották meg a hallgatósággal ismereteiket:

- Technikai rendszerek: elektronikus útdíj-gyűjtés, fizetési lehetőségek kiterjesztése, díjas zónák elő-

rejelzése, az egyes rendszerek közötti átjárhatóság (interoperabilitás), időalapú útdíj rendszerek.

- Közlekedés hatása a közlekedők viselkedésére: az útdíjak hatására kialakuló átrendeződések (térbeli és közlekedési módok átrendeződése, időbeli átrendeződés)
- Elfogadhatóság
- Az útdíj-rendszer feladata és a befolyt jövedelem felhasználása
- A legmegfelelőbb tarifarendszer kiválasztása, alkalmazása
- Az útdíjak bevezetéséhez tartozó optimális szervezeti felépítés
- Társadalmi-gazdasági becslések
- Az útdíjak gazdasági indokoltsága

Összefoglalásként elmondható, hogy az útdíjas rendszerekről tartott szeminárium lehetőséget adott a résztvevőknek az aktualitások és a lehetőségek megismerésére, összehasonlítására, gyakorlati tapasztalatok szerzésére, a finanszírozási rendszerek előnyei-
nek és hátrányainak feltérképezésére.

T. Zs.

**A Széchenyi István Egyetem
Baross Gábor Építési és Közlekedési Intézet Szerkezetépítési Tanszéke
2006. október 26-27-én mérnökszeizmológiai konferenciát rendez**

MAGYARORSZÁG FÖLDRENGÉSBIZTONSÁGA

címmel.

A konferencia témái: a biztonság fogalma, előrejelzés, földrengéskockázat, veszélyeztetettség, szerkezeti kialakítás, épületek sérülékenysége, modellezés, méretezés, megerősítés, tanulságok és katasztrófa elleni védekezés.

Részvételi díj 25 000 Ft, mely magába foglalja a konferencia kiadványán kívül, a csütörtöki közös ebédet, a konferencia szüneteiben háromszori kávét és üdítőt.

A konferencián az előadások bemutatása mellett szakmai bemutatókat szervezünk. Az elfogadott dolgozatok szerzőinek szerkesztési útmutatót küldünk. A dolgozatokat szerkesztve, nyomdakészen kérjük a szerzőktől. Az előadással jelentkezők 100-130 szavas rövid kivonatot küldjenek.

Jelentkezési határidő dolgozat kivonattal:	2006. 05. 30.
Elfogadás, szerkesztési útmutató:	2006. 06. 30.
Dolgozatok beküldési határideje:	2006. 09. 10.
Részvételi jelentkezés:	2006. 09. 10.
Számlát küldünk:	2006. 09. 30.
Befizetési határidő:	2006. 10. 15.

Jelentkezés: Levélben: Dr. Kegyes Csaba
Széchenyi István Egyetem, 9026 Győr, Egyetem tér 1.
E-mailen: Dr. Kegyes Csaba kegyescs@sze.hu
Müller Anikó mullera@sze.hu
Telefonon: Feketené Bezsélics Ilona 36-96-613633
Fax: 36-96-613635