

KÖZLEKEDÉSÉPÍTÉS- ÉS MÉLYÉPÍTÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

XLIII. ÉVFOLYAM 5. SZÁM

1993. MÁJUS

Feszített hidak az országos közutakon

Apáthy Árpád*

1. Bevezetés

A beton, mint építőanyag a XIX. század első felében terjedt el. Hátrányként jelentkezett azonban, hogy a húzószilárdsága igen kicsiny, nyomószilárdságának mindössze 1/10–1/20 részé, így gerendaszerkezet építésére nem volt alkalmas. A XIX. század második felében kezdték meg vasváz beépítését a betonba, majd kialakult a klasszikus vasbeton szerkezet.

Magyarország az első vasbeton közúti híd 1889-ben épült Solton. A 2×5,0 m nyílású vasbeton boltozott híd ma is megfelelő állapotban van és ellátja feladatát. A vasbeton elterjedésével épült közúti vasbeton gerendahidak nyílása folyamatosan növekedett. Az 1959-ben forgalomba helyezett sárospataki Bodrog-híd középső nyílása már 39,8 m, az 1968-ban épült simontornyai Sió-hídé 55,5 m. Ez máig is a legnagyobb nyílású magyar vasbeton gerendahíd. A legnagyobb nyílású vasbeton ívhíd a 94,0 m nyílású varasdi Völgyhíd a 6. sz. főúton a Mecsekben.

Nagy nyílások áthidalására hosszú ideig csak az acélszerkezet volt alkalmas. A vasbeton versenyképessége jelentős mértékben nőtt a feszítés bevezetésével. Ennek lényege, hogy az acélbetéteket megfeszítették, így a megszilárdult betonban a feszültség ráengedése után nyomófeszültség keletkezett, ami megakadályozta húzófeszültségek létrejöttét és így a beton megrepedését is.

A feszítésnek kezdettől kezdve kétféle módja alakult ki, az előfeszítés és az utófeszítés. Az előfeszítés rendszerint üzemben való előregyártással párosul. Az acélhuzalokat feszítőpadon a zsaluzatban előre megfeszítik, ezután bebetonozzák a tartót. A beton megszilárdulása után a feszítést ráengedik a tartóra. Utófeszítésnél rendszerint kábelcsöveket helyeznek el a betonban, a tartó vagy szerkezet bebetonozása és a beton megszilárdulása után kerül sor a feszítésre. A kábelhüvelyekbe befűzött kábeleket sajtókkal megfeszítik és a tartóhoz lehorgonyozzák, végül a hüvelyeket injektálják. Utófeszítés végrehajtható a szerkezeten kívül elhelyezett kábelekkel is. Amint lát-

juk, a feszítés gyakran párosul üzemben vagy a helyszínen történő előregyártással.

2. A hősor

Feszített vasbeton szerkezeteket külföldön már a második világháború előtt építettek. Magyarországon az első ilyen közúti hidak 1948–53 között épültek. Ezek túlnyomó részben üzemben előregyártott, Hoyer-rendszerrel előfeszített vasbeton elemekkel készültek (1. táblázat).

Meg kell itt jegyezni, hogy a cikk táblázatai csak azokat a hidakat tartalmazzák, amelyek az 1992. év végén az országos közúthálózaton vannak. Az országos közutakon épült feszített hidak közül egyesek útkorrekció miatt, mások elbontás, más kezelőnek való átadás vagy egyéb okok miatt kerültek ki a hálózathoz. Számos feszített híd épült a tanácsi (önkormányzati) kezelésben levő közutakon, főleg a fővárosban. Mindezeket a táblázatok nem tartalmazzák.

Kishidaknál 3–7 m nyílásbatárok között 25 cm széles, a nyílástól függően 4–7 cm vastag feszített pallókat alkalmaztak. A pallók feleslegessé tették a zsaluzatot, és a helyszínen készült rábetonozással együttműködve felvették a húzófeszültségeket, az állványozást azonban nem lehetett teljesen mellőzni. Ilyen rendszerrel 17 db. lemez-híd épült ebben az időben, ezek közül azonban csak 6 db van forgalomban a mai országos közúthálózaton.

10–17 m közötti nyílások áthidalására I keresztmetszetű ugyancsak üzemben előregyártott, előfeszített Hoyer-tartók készültek, amelyek a helyszínen betonozott vasbeton pályalemezzel dolgoznak együtt. A tartók elhelyezése betolótartóval, vasút feletti felüljáróknál pedig vasúti gőzdaruval történt. Az első ilyen rendszerű híd, a perei Hernád-híd kétfőtartós, háromnyílású, 50 m hosszú szerkezet. E hidak legnagyobb részénél a pályalemez keresztirányban elhelyezett, feszített pallók felhasználásával és helyszíni rábetonozással épült. Állványozásra nem volt szükség, a pallók feleslegessé tették a zsaluzatot és magukban foglalták a pályalemez keresztirányú vasalását is.

* okl. mérnök, minisztériumi osztályvezető, nyugdíjas

Az 1970 előtt előfeszített vasbeton hidak az országos közutakon
(fordított T tartós hidak nélkül)

építés éve	közút száma	km szelvény	a híd neve	a szerkezet rendszere	legnagyobb nyílás m	híd hossz m	pályafelület m ²
1952	7328	38 + 276	Zalaszentváni Szentőrinc-patak		6,8	7,9	74
	7328	38 + 286	Zalaszentváni Sárvíz-patak	feszített	7,0	8,0	75
1953	7328	5 + 181	Mihályfai Tóvári patak		4,9	6,0	42
	56	15 + 345	Várdombi árok	pallós	3,0	4,0	32
	56	15 + 563	Várdombi árok	lemezes	3,0	4,0	32
	75	17 + 597	Zalaapáti Forrás-patak		3,0	4,0	28
Összesen				6 db		33,9	283
1950	3704	6 + 200	Perei Hernád		15,4	49,2	207
1951	6807	9 + 753	Háromfai Rinya árapasztó		7,0	8,0	65
	8113	9 + 866	Szári felüljáró	feszített	15,2	16,7	109
1952	33	18 + 620	Poroszlói Laskó-patak		13,6	29,5	248
	1401	38 + 436	Mosonmagyaróvári Malom-csatorna		12,2	14,9	170
1953	4	94 + 606	Szolnoki felüljáró	gerendák	14,5	16,2	178
	6	25 + 977	Szászhalombattai felüljáró		16,8	17,8	162
	51	118 + 953	Kalocsai Vajasér		9,5	10,9	102
1960	72301	2 + 519	Sárszentmihályi Malom-csatorna	feszített lemezsávok	6,9	7,9	62
1968	7353	1 + 956	Türjei Nádas-patak	feszített takarékküreges lemezsávok	9,9	10,9	87
Összesen				10 db		182,0	1390
Mind összesen				16 db		215,9	1673

Az előbbieken ismertetett, többször alkalmazott szerkezeti rendszerek mellett szórványosan épültek más keresztmetszetű előregyártott feszített elemekből álló hidak is, ezek azonban csak egyedi megoldások voltak és nem terjedtek el.

Ugyanebben az időszakban helyszínen betonozott, kábellel feszített hidak is épültek, azonban minden tekintetben megfelelő feszítési rendszer nem alakult ki.

Az egyik megoldás a Gnädig Béla és Thoma József által kialakított szabad kábeles, úgynevezett „nadrágtartós” feszítés. Ennél a tartók alsó síkján szabadon vezetett

kábelek keresztirányú összehúzásával, tehát keresztirányú erővel történt a feszítés. Ilyen feszítést három hídnál hajtottak végre, köztük a bőnyrétalapi Bakonyér-hídnál.

A másik Böröcz Imre megoldása; ennél a hajtúalakú kábelek szabad végei le vannak horgonyozva, a feszítés az íves részen történt különleges kettős sajtóval. Ezzel a lemezhiód szerkezettel, amellyel igen kis szerkezeti magasság volt elérhető, ugyancsak három híd épült. Ezek közül legnagyobb a 17,9 m nyílású dombóvári Kapos-híd.

Érdekességként kell megemlíteni, hogy Gállik István javaslatára Galambok községben épült egy 10 m nyílású,

hővel feszített híd is. Ennél az acélbetéteket elektromos árammal való felmelegítés útján nyújtották meg és ebben az állapotban lehorgonyozták. A vasbetétek lehülve összehúzódtak és így feszítették meg a betont.

Ezeket a hidakat a 2. táblázat első tételei tartalmazzák.

Az első eredmények után 1954–56 között stagnálás következett. Bár az építések műszaki szempontból megfelelőek voltak, gazdasági vonatkozásban nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket.

Az ezt követő időszakban az 1955-ben történt termelői árrendezés, a Freyssinet-rendszerű feszítősajtók beszerzése, a nagyszilárdságú beton előállítására és a feszítési eljárás begyakorlására vonatkozó kísérletek kedvező eredményei és néhány külföldi tanulmányút újabb lendületet adtak a feszített közúti hidak építésének. 1956 és 1960 között lényegében kialakultak a főbb szerkezeti típusok.

3. Előfeszített vasbeton szerkezetek

Hoyer rendszerű előfeszítéssel készültek 5–10 m közötti nyílások áthidalására a Mistéth Endre által kialakított fordított T keresztmetszetű tartók. Ez lényegében a feszített pallós típus önhordó kialakítású továbbfejlesztésének is tekinthető, amelynél már állványozás sem szükséges. A 25 cm széles, a nyílástól függően 30 vagy 40 cm magas tartók együttdolgozását a tartók gerincében kihagyott nyílásokon átvezetett acélbetétek és a helyszíni beton biztosítja. A megoldás előnyei: az állványozás és a zsuzálás teljes kiküszöbölése; 20–30 % acélmegtakarítás; a helyszíni munka nagymértékű leegyszerűsítése. Igen jelentős eredménynek kell tekinteni, hogy az ilyen módon épült hidak költsége kezdetben alig valamivel haladta meg a monolit lemezhidak költségét, rövidesen versenyképesé váltak, sőt költségük a monolit hidakénál kisebb lett. Ennél a rendszernél az üzemi gyártás évi kapacitásának maximuma 60 000 fm gerenda körül volt, amiből mintegy 2 000 fm hidat lehetett építeni.

Az előfeszített tartók továbbfejlesztése egy ideig stagnált, a nagyobb nyílásokra való kiterjesztésük csak 1971-ben – az EHGE jelű tartó gyártásával – következett be. Ez a tartó I keresztmetszetű, szélessége 50 cm, magassága a nyílástól függően 70, illetve 90 cm. A keresztirányú együttdolgoztatás rudas feszítéssel történt. A keresztirányú feszítéssel kapcsolatos nehézségek miatt át kellett térni az együttdolgoztatásnak a helyszínen betonozott pályalemezzel való megoldására. Ez lett az EHGE jelű tartótípus, amelynek geometriája azonos az EHGE jelű tartóéval. Ez a típus 9–23 m nyíláshatárok között épült.

A nyíláshatár további kiterjesztése az EHGT jelű tartótípussal történt, amely T keresztmetszetű; az együttdolgoztatás ugyancsak a helyszínen betonozott vasbeton pályalemezzel történik. Az első ilyen híd 1975-ben épült. Időközben a tartón kisebb módosítások voltak végrehajtva. Ezzel a típussal 14–30 m nyíláshatárok közötti hidak épültek és épülnek még ma is.

A legújabb előfeszített típus az UB jelű tartó, amely U keresztmetszetű és ugyancsak vasbeton pályalemezzel dolgozik együtt. 1988 óta van használatban 8–25 m nyíláshatárok között.

Az EHGE, EHGT és UB jelű tartótípusokkal az országos közutakon már mintegy 300 híd épült 200 000 m²-t meghaladó pályafelülettel. Az országos közutakon levő előfeszített tartós hidak összes száma 1305; 26.335 m hosszal és 315 900 m² hasznos pályafelülettel (3. táblázat).

4. Utófeszített vasbeton hidak

A Freyssinet feszítési rendszerre való felkészüléssel lehetővé vált mind a helyszínen állványon betonozott, mind a helyszínen előregyártott utófeszített vasbeton szerkezetek építése. A gerenda rendszerű utófeszített hidak nyíláshatára 30 m fölé nőtt. Az állványon betonozott hidak általában takarékküreges lemezek és szekrénykeresztmetszetű szerkezetek.

A helyszínen előregyártott tartók I és szekrénykeresztmetszetűek. Sor került utófeszített pályatáblás alsópályás vasbeton ívhidak építésére is. Később a konzolos szabad szerelés és szabad betonozás bevezetésével a feszített vasbeton hidak nyíláshatára túlhaladta a 100 m-t. Mindezek a hidak tételesen fel vannak sorolva a 2. táblázatban.

Külön kell foglalkozni az alsópályás vasbeton ívhidakkal. Ennek feszített pályás változata Tarpai Gyula és Lipták László kidolgozása alapján Magyarországon alakult ki. Itt a vonórúd maga a feszített pályatábla; a szerkezeti magasság 1,0–1,2 m-ről 50–55 cm-re volt lecsökkenthető. Az építésnél nincs előterhelés, az egész szerkezet egyszerre betonozható, így az építési időtartam jelentősen lerövidül. A kábelek elhelyezhetők a pálya szélé közelében, vagy a teljes pályaszélességben elosztva. A nagy merevségű végkeresztmetszetben elhelyezett keresztirányú kábelek biztosítják a tehereloszlást. 1957–1966 között nyolc ilyen rendszerű híd épült; legnagyobb a 70 m nyílású alsóberecki Bodrog-híd. Ennél a hídnál alkalmazták a leghosszabb feszítőelemeket. A három nyíláson – az ív pályájában és a kétoldalt csatlakozó 20 m nyílású vasbeton lemezekben – végigmenő kábelek hossza 114 m.

Az I keresztmetszetű, helyszínen előregyártott, utófeszített tartókat elsősorban vasút feletti felüljáróknál alkalmazták. Az egyik ilyen a 17,7 + 34,0 + 17,7 m nyílású, Gerber-csuklós, 1964-ben épült váci felüljáró a 2. sz. főúton. A szélső nyílások és a konzolok állványon betonozott takarékküreges lemezek, a befüggesztett rész 26 m hosszú, a helyszínen előregyártott utófeszített tartókból áll.

A szekrénykeresztmetszetű tartókra jó példa az 1962-ben befejezett szolnoki Tisza-ártéri híd, amelynél 15 nyílás épült a helyszínen darabokból előregyártott tartókkal. A tartók trapéz keresztmetszetűek, nyílásuk 15,2 m, és hosszirányban 5 elemből vannak összefeszítve. Figyelemre méltó, hogy az építés során öt tartót próbaterhelésnek vetettek alá, hármát mértékadó terhelésig, kettőt törésig. Mérték a függőleges és vízszintes elmozdulásokat, a tartóvégek szögforgását és 22 helyen elektromos nyúlásmérést végeztek. A mért alakváltozások jól egyeztek a számítottakkal. A számított törőteher 425 Mpm volt. Az első repedések 290 Mpm-nél jelentkeztek, de még a

Utófeszített vasbeton hidak az országos közutakon

2. táblázat

Építés, ill. feszítés éve	Közút szám	km szelvény	A híd neve	a szerkezet rendszere	feszítési rendszer	legna- gyobb nyíflás m	híd- hossz m	pálya- felület m ²
1949	5203	44 + 326	Szabadszállási Dunavölgyi főcsatorna	monolit lemez	Böröcz I.	10,0	11,8	96
	7511	5 + 257	Galamboki híd	monolit bordás lemez	hővel	10,0	11,6	94
1950	5217	7 + 050	Fülöpszállási Dunavölgyi főcsatorna	monolit lemez	Böröcz I.	9,5	11,3	107
1951	8136	37 + 808	Bőnyrétalapi Bakonyér	monolit bordás lemez	keresztirányú erő	14,5	16,3	132
1954	611	2 + 558	Dombóvári Kapos	monolit lemez	Böröcz I.	17,9	20,8	188
1957	3406	13 + 127	Hajdúszoboszlói KFCS	alsópályás feszített pályás ív	Fr. h.	46,2	49,0	441
	3631	13 + 200	Tiszavasvári KFCS	alsópályás feszített pályás ív	Fr. h.	47,0	51,0	449
1959	75	12 + 030	Zalaapáti Zala	alsópályás feszített pályás ív	Fr. h.	44,2	47,0	423
1960	42	29 + 062	Földesi KFCS	alsópályás feszített pályás ív	Fr. h.	48,6	51,4	509
	66141	0 + 484	Kaposvári Kapos	monolit szekrény	Fr. h.	25,8	28,1	377
1961	7326	0 + 159	Apácatornai Torna	monolit lemez	Fr. h.	15,0	16,0	134
1962	4	99 + 798	Szolnoki Tiszaártér	helyszínen darabokból előregyártott	Fr. h.	15,2	263,7	3349
	4802	9 + 150	Földesi KFCS	alsópályás feszített pályás ív	Fr. h.	48,6	51,4	463
1963	24304	0 + 310	Mátraverebélyi Zagyva	monolit szekrény	Fr. h.	20,3	21,7	204
1964	2	39 + 096	Váci felüljáró	helyszínen előregyártott tartós	Fr. h.	34,0	72,8	728
	74123	0 + 131	Barlahidai Cserta	monolit szekrény	Fr. h.	17,0	19,4	169
1965	46	26 + 629	Mezőtúri Hortobágy-Berettyó	monolit szekrény	Fr. h.	30,2	34,0	326
	84	77 + 242	Tompaládonyi Répcé ártér	helyszínen előregyártott tartós	acélrudas	12,3	14,2	142
	84	77 + 471	Tompaládonyi Répcé ártér	helyszínen előregyártott tartós	acélrudas	12,3	14,2	142
	84	78 + 093	Tompaládonyi Répcé ártér	helyszínen előregyártott tartós	acélrudas	12,3	14,2	142
	3225	0 + 147	Szolnoki Zagyva	helyszínen darabokból előregy.	Fr. h.	20,0	49,3	670

2. táblázat
(folytatás)

Utófesztített vasbeton hidak az országos közutakon

Építés, ill. fesztítés éve	Közút szám	km szelvény	A híd neve	a szerkezet rendszere	fesztítési rendszer	legna- gyobb nyílás m	híd- hossz m	pálya- felület m ²
1965	8155	0 + 130	Kecskédi Átalér	alsópályás fesztített pályás ív	Fr. h.	36,0	38,0	334
1966	86	185 + 299	Mosonmagyaróvári felüljáró	monolit szekrény	Fr. h.	19,7	20,0	188
	3615	0 + 236	Tarcali felüljáró	monolit szekrény	Fr. h.	15,4	16,0	128
	3807	6 + 450	Alsóberecki Bodrog	alsópályás fesztített pályás ív	Fr. h.	70,0	113,4	1111
	8452	13 + 912	Ragyogói Rába	alsópályás fesztített pályás ív	Fr. h.	61,5	64,1	603
1967	4	106 + 475	Szajoli felüljáró	helyszínen előregyártott tartós	Fr. h.	24,7	51,3	595
	3205	9 + 979	Tarnaörsi Tarna	monolit szekrény	Fr. h.	28,0	30,4	286
1969	30	60 + 351	Hatvani felüljáró	helyszínen előregyártott tartós	Fr. h.	15,7	16,7	184
	71	32 + 782	Alsóörsi felüljáró	monolit szekrény	Fr. h.	19,1	39,9	403
	311	33 + 145	Ceglédi felüljáró	monolit szekrény	Fr. h.	31,4	55,3	581
1970	8	73 + 454	Városlódi felüljáró	monolit szekrény	Fr. h.	15,4	33,4	367
	32	73 + 713	Szolnok vasútállomás felüljáró	monolit szekrény	Fr. h.	31,7	146,0	1664
	M7	60 + 386	Székesfehérvári felüljáró	helyszínen előregyártott tartós	Fr. h.	20,8	21,0	347
	M7	66 + 622	Szabadbattyáni felüljáró	monolit szekrény	Fr. h.	19,4	53,9	1758
1971	4	176 + 034	Püspökladányi felüljáró	monolit szekrény	Fr. h.	19,5	20,3	223
	M7	90 + 582	Balatonaligai felüljáró	helyszínen előregyártott tartós	Fr. h.	22,8	24,1	347
1973	4	96 + 517	Szolnoki Kolozsvári úti felüljáró	monolit szekrény	Fr. h.	31,4	192,7	3353
	38	10 + 617	Rakamazi Tisza-ártér	helyszínen előregyártott tartós	Fr. h.	22,0	230,4	2304
	47	1 + 342	Debrecen, Homok- kerti felüljáró	monolit szekrény	Fr. h.	32,4	83,8	939
1974	47	210 + 876	Algyői Tisza-ártér	helyszínen darabokból előregyártott	Fr. h.	24,5	250,4	2729
	58	0 + 429	Pécs vasútállomás felüljáró	helyszínen előregyártott tartós	Fr. h.	29,8	374,1	6048

2. táblázat
(folytatás)

Utófeszített vasbeton hidak az országos közutakon

Építés, ill. feszítés éve	Közút szám	km szelvény	A híd neve	a szerkezet rendszere	feszítési rendszer	legna- gyobb nyílás m	híd- hossz m	pálya- felület m ²
1975	44	50 + 322	Kunszentmártoni Hármas-Körös	konzolosan szabadon szerelt	Fr. p.	70,0	146,0	1607
	44	50 + 322	Kunszentmártoni Hármas-Körös-ártér	helyszínen darabokból előregyártott	Fr. h.	24,0	74,0	813
1976	5	167 + 518	Szegedi Izabella felüljáró	monolit szekrény	Fr. h.	23,7	24,4	473
1977	36	48 + 444	Nyíregyházi felüljáró	helyszínen előregyártott tartós	Fr. h.	22,9	95,3	1715
	47	101 + 142	Köröstarcsai Kettős-Körös	konzolosan szabadon szerelt	Fr. p.	70,0	147,1	1618
	47	101 + 142	Köröstarcsai Kettős-Körös-ártér	helyszínen darabokból előregyártott	Fr. h.	24,0	25,0	275
1978	1	127 + 843	Abdai Rábca	helyszínen előregyártott tartós	Fr. h.	21,7	70,8	779
1979	14	0 + 487	Győri Kis-Duna	konzolosan szabadon betonzott	Fr. p.	88,4	179,0	3079
	14	0 + 487	Győri Kis-Duna feljárók	helyszínen előregyártott tartós	Fr. h.	22,0	347,4	5976
	47	91 + 796	Körösladányi Sebes-Körös	konzolosan szabadon szerelt	Fr. p.	69,8	147,0	1617
	35	51 + 754	Hajdúböszörményi KFCS	alsópályás ív utólag fesz. pálya	Fr. p.	56,6	59,6	560
1980	4	199 + 529	Hajdúszoboszlói KFCS	alsópályás ív utólag fesz. pálya	Fr. p.	47,3	49,0	465
1981	451	31 + 195	Csongrádi Tisza	konzolosan szabadon betonzott	Fr. p.	90,0	207,2	2486
1982	4234	38 + 234	Dobozi Kettős-Körös	konzolosan szabadon szerelt	Fr. p.	83,8	234,4	2344
1984	3316	26 + 368	Balmazújvárosi KFCS	alsópályás ív, utólag fesz. pálya	Fr. p.	49,2	52,0	421
	14	11 + 615	Medvei Duna-ártér	monolit bordáslemez	rúddal erősítve	13,9	97,4	974
	14	11 + 929	Medvei Duna-ártér	monolit bordáslemez	rúddal erősítve	13,9	101,4	1014
	14	12 + 244	Medvei Duna-ártér	monolit bordáslemez	rúddal erősítve	13,9	105,2	1052
1985	3317	3 + 210	Balmazújvárosi KFCS	alsópályás ív, utólag fesz. pálya	Fr. p.	56,8	59,6	560

2. táblázat
(folytatás)

Utófesztített vasbeton hidak az országos közutakon

Építés, ill. feszítés éve	Közút szám	km szelvény	A híd neve	a szerkezet rendszere	feszítési rendszer	legnagyobb nyílás m	híd-hossz m	pálya-felület m ²
1985	4238	8 + 602	Békési Kettős-Körös	konzolosan szabadon szerelt	Fr. p.	75,8	213,5	2135
	36	21 + 330	Tiszavasvári KFCS	alsópályás ív, utólag fesz. pálya	Fr. p.	56,8	59,6	501
1986	3612	23 + 517	Tiszalöki KFCS	alsópályás ív, utólag fesz. pálya	Fr. p.	56,7	59,5	482
1990	M0	21 + 723	Soroksári Dunaág	konzolosan szabadon betonozott	Fr. p.	73,4	148,9	3082
	42	41 + 574	Berettyóújfalui Berettyó	szakaszosan betonozott, előretolt	Fr. p.	50,0	125,5	1381
1992	4	91 + 715	Szolnoki felüljáró vasút felett	szakaszosan betonozott, előretolt	Fr. p.	21,8	65,8	840
	4	95 + 565	Szolnoki felüljáró vasút felett	szakaszosan betonozott, előretolt	Fr. p.	21,8	65,8	840
	4	99 + 193	Szolnoki Tisza	konzolosan szabadon betonozott	Fr. p.	116,5	243,6	2933
			Tisza-ártéri részek	szakaszosan betonozott, előretolt	Fr. p.	34,8	434,3	5229
			Összesen		70 db		6381,9	79028

Fr. h. = Freyssinet rendszerű kábel, huzalokból

Fr. p. = Freyssinet rendszerű kábel, pászmkából

még a 390 Mpm-nél kialakult repedések is teljesen bezárultak a terhelés megszűntetésekor, ugyanígy az illesztési helyeknél keletkezett 3–4 mm-es felnyílások is. A törés 400, illetve 440 Mpm-nél következett be. A próbaterhelések a méretezés helyessége mellett azt is bebizonyították, hogy a feszített szerkezetek az igénybevétel minden stádiumában rendkívül rugalmasan viselkednek.

A Tisza-ártéri híd sablonjainak felhasználásával épült 1965-ben a háromnyílású szolnoki Zagyva-híd is. A tartókat kéttámaszúként helyezték el, majd felső egyenes kábelekkel többtámaszúsították.

Az állványon betonozott Freyssinet-kábeles utófesztített szerkezetek közül első volt az 1960-ban szekrénykeresztmetszettel épült egyik kaposvári Kapos-híd, 25,8 m nyílással. Ezt követte 1961-ben a Torna-patak 15,0 m nyílású apácatornai lemezhidja, 1963-ban a 20,3 m nyílású, többcellás szekrénykeresztmetszetű mátraverebélyi Zagyva-híd, 1964-ben a 17,0 m nyílású barlahidai Cserta-híd, és 1965-ben a 30,2 m nyílású mezőtúri Hortobágy-Berettyó-híd.

Ezek a szerkezetek mindaddig általánosak voltak a 30–35 m nyíláshatárig terjedő tartományban, amíg az

üzemben előregyártott EHGE és EHGT jelű tartók ki nem szorították azokat. Összesen 16 állványon betonozott és 15 helyszínen előregyártott tartós, kábellel utófesztített híd épült 1960 és 1978 között (4. táblázat).

A feszített vasbeton hidak nyíláshatárának növelésére a következő lépés a konzolosan szabadon szerelt rendszer bevezetése volt. Ezt háromnyílású hidaknál lehet alkalmazni, két szekrénykeresztmetszetű főtartóval, amelyek felső lemezrészét a főtartók elkészülte után helyszínen betonozott vasbeton lemezzel kötik össze. Az előregyártott elemek a parton készülnek kontakt betonozással; a közbenső pillérektől kiindulva mérlegszerűen helyezik el azokat, és az első két elemnél a pillér feletti indítózőmhöz, a következőknél pedig a már elkészült szerkezethez feszítik hozzá. A középső nyílás közepén a kétoldalról megépült főtartókat a helyszínen betonozott záró-zőm köti össze. Ezzel a módszerrel öt híd épült (zárójelben a középső nyílás mérete):

- 1975-ben a kunszentmártoni Hármaskörös híd (70,0 m)
- 1977-ben a köröstarcsai Kettős-Körös híd (70,0 m)
- 1979-ben a körösladányi Sebes-Körös híd (69,8 m)
- 1982-ben a dobozi Kettős-Körös híd (83,8 m)

3. táblázat

Előfeszített vasbeton hidak az országos közutakon

Szerkezeti rendszer	építési időszak év	nyílás-határok m	hidak száma db	összes hídhossz m	pálya-felület m ²
Feszített pallós lemez	1952-53	3-7	6	33,9	283
Feszített gerendás	1950-53	7-17	8	163,2	1241
Feszített lemezsáv	1960-68	7-10	2	18,8	149
Fordított T tartós lemez	1959-től	5-10	988	10145,8	104390
EHG tartós rudas keresztfeszítéssel	1971-75	15-22	3	247,0	2408
EHGE tartós együttdolgozó vasbeton pályalemezzel	1973-től	9-23	130	5607,6	68386
EHGT tartós együttdolgozó vasbeton pályalemezzel	1975-től	14-30	145	8572,8	119245
UB tartós együttdolgozó vasbeton pályalemezzel	1988-től	8-25	23	1545,9	19797
Összesen:			1305	26335,0	315899

4. táblázat

Utófeszített vasbeton hidak az országos közutakon

Szerkezeti rendszer	feszítés módja	építési időszak év	nyílás-határok m	hidak száma db	összes hídhossz m	pálya-felület m ²
Monolit bordás lemez	hő	1949	10,0	1	11,6	94
Monolit bordás lemez	kereszt-irányú erő	1951	14,5	1	16,3	132
Monolit lemez	kábel	1949-61	10-18	4	59,1	525
Alsópályás ív	kábel	1957-67	36-70	8	465,3	4333
Monolit szekrény-keresztmetszetű	kábel	1960-76	15-33	16	819,3	11439
Helyszínen darabokból előregyártott tartók	kábel	1962-77	15-25	5	662,4	7836
Helyszínen előregyártott tartók	kábel	1964-78	16-34	10	1303,9	19023
Helyszínen előregyártott tartók	rúd	1965	12,3	3	42,6	426
Konzolosan szabadon szerelt	kábel	1975-től	70-84	5	888,0	9321
Alsópályás ív erősítése	kábel	1979-86	47-57	6	339,3	2989
Konzolosan szabadon betonozott	kábel	1979-től	73-116	4	778,7	11580
Monolit bordás lemez erősítése	rúd	1984	13,9	3	304,0	3040
Szakaszosan előretolt monolit szekrény	kábel	1990-től	50	4	691,4	8290
Összesen:				70	6381,9	79028

5. táblázat

Utófesztített acélhidak az országos közutakon

Építés, ill. fesztítés éve	Közút szám	km szelvény	A híd neve	a szerkezet rendszere	fesztítési rendszer	legnagyobb nyílás m	híd- hossz m	pálya- felület m ²
1963	13	0 + 258	Komáromi felüljáró	rácsos acél, fesztített pálya	Fr. h.	48,4	50,1	581
1968	46	41 + 235	Endrődi Hármas-Körös	felsőpályás öszvér	szabadon vezetett kábel	48,0	50,0	475
1969	1	123 + 093	Győri Rába	felsőpályás öszvér	szabadon vezetett kábel	64,8	182,4	2316
1969	6	262 + 913	Barcsi Dráva	felsőpályás öszvér, fesztített pálya	Fr. kábel	67,6	281,5	2815
1974	47	210 + 877	Algyői Tisza	felsőpályás öszvér, fesztített pálya	Fr. kábel	99,0	218,4	2381
1977	49	50 + 255	Csengeri Szamos	felsőpályás öszvér, előregyártott feszt. p.	Fr. kábel	58,5	155,6	1712
1978	1114	0 + 236	Tahi Dunaág	felsőpályás öszvér, előregyártott feszt. p.	Fr. kábel	78,0	201,5	1955
1982	491	5 + 354	Tunyogmatolcsi Szamos	felsőpályás öszvér, előregyártott feszt. p.	Fr. kábel	58,5	155,6	1712
1989	15	0 + 880	Mosonmagyaróvári Malom-csatorna	öszvér, utólag fesztítve	acélrúd	12,0	13,0	144
1989	81	48 + 860	Ászári Malomér	öszvér, utólag fesztítve	acélrúd	10,0	10,8	87
1989	85	45 + 719	Kapuvári Répce	öszvér, utólag fesztítve	acélrúd	10,5	11,6	104
1990	M0	15 + 008	Hárosi Duna	felsőpályás öszvér, fesztített pálya	Fr. kábel	106,5	326,9	6865
Összesen:					12 db		1657,4	21147

Fr. h. = Freyssinet rendszerű kábel, huzalokból

1985-ben a békési Kettős-Körös híd (75,8 m)

Még nagyobb nyílások áthidalására alkalmas a konzolosan szabadon betonozott rendszer. Ez hasonló az előbbi módszerhez, azzal a különbséggel, hogy az egyes szakaszokat nem a parton gyártják, hanem végleges helyükön betonozzák be betonozó kocsik segítségével. Ilyen módszerrel négy híd épült:

1979-ben a győri Mosoni-Duna híd (88,4 m)

1981-ben a csongrádi Tisza-híd (90,0 m)

1890-ben az M0 autópályán a Soroksári Dunaág-híd (73,4 m)

1992-ben a szolnoki Tisza-híd (116,5 m)

Az állványozás nélkül konzolosan szabadon épített hidaknál könnyebbséget jelentett, hogy 1975-től a Freyssinet kábelek már nem csak huzalokból, hanem pászmákból is készültek.

6. táblázat

Fesztített hidak az országos közutakon

Szerkezeti rendszer	első alkalmazás év	nyíláshatárok m	hidak száma db	összes hídhossz m	pályafelület m ²
Előfesztített vasbeton hidak	1950	3-30	1305	26 335,0	315 899
Utófesztített vasbeton hidak	1949	10-116	70	6 381,9	79 028
Utófesztített acélhidak	1963	10-106	12	1 657,4	21 147
Összesen:			1387	34 374,3	416 074

A feszített vasbeton hidak építésének nálunk legújabbban bevezetett módszere a szakaszos előretolásos technológia. Ennél az építési módnál a szerkezetet a hídfő mögött, a híd tengelyében szakaszonként betonozzák (az első ilyen hídnál 10 m hosszú szakaszokban), majd feszítés után szakaszonként tolják előre. Ezzel a módszerrel négy híd épült (zárójelben a szerkezet hossza):

1990-ben a berettyóújfalui Berettyó-híd (125,5 m)

1992-ben a 4. sz. út Szolnokot elkerülő szakaszán két vasút feletti felüljáró (egyenként 65,8 m)

a szolnoki Tisza-híd ártéri részei (109,2 + 325,1 m)

Valamennyi utófeszített vasbeton híd adatait a 2. táblázat tartalmazza. Az országos közutakon 70 ilyen híd van, 6 382 m összes hosszal és 79,028 m² hasznos pályafelülettel.

5. Feszített acélhidak

Nem nagy számban, de utófeszített acélhidak is épültek az országos közutakon. Ezek közül kettő szabadon vezetett kábellel, négy feszített, helyszínen betonozott vasbeton lemezzel, három előregyártott, feszített pályalemezzel készült (5. táblázat).

A komáromi felüljáró 1963-ban épült alsópályás rácsos acélszerkezet 48,4 m nyílással, feszített vasbeton pályával. Az endrődi Hármaskörös híd középső nyílása öszvérszerkezet, szabadon vezetett kábellel feszítve; 1968-ban épült 48,4 m nyílással. A győri Rába-híd háromnyílású, folytatólagos, felsőpályás öszvérszerkezet, ugyancsak szabadon vezetett, poligonális vezetőségű kábellel feszítve; 1969-ben épült, középső nyílása 64,8 m.

A következő felsőpályás, helyszínen betonozott feszített pályás öszvérszerkezetek épültek:

1969-ben a barcsi Dráva-híd 67,6 m nyílásokkal

1974-ben az algyői Tisza-híd 99,0 m középső nyílással

1990-ben az M0 autópályán a hárosi Duna-híd meder feletti része 106,5 m nyílásokkal

Felsőpályás, előregyártott vasbeton pályalemezes feszített öszvérszerkezetek a következők:

1977-ben a csengeri Szamos-híd 58,5 m középső nyílással

1978-ban a tahi Szentendrei Dunaág-híd 78,0 m középső nyílással

1982-ben a tunyogmatolcsi Szamos-híd 58,5 m középső nyílással

6. Erősítés feszítéssel

Nemcsak új híd építése, hanem utólagos erősítés, illetve károsodott szerkezeti részek kiváltása is történhet utófeszítéssel.

A medvei Duna-híd közelében három, 14 m-es nyílásokból álló, összesen 304 m hosszú vasbeton bordáslemez ártéri hidat erősítettek meg feszítéssel (2. táblázat).

A Keleti Főcsatorna alsópályás ívhídjai közül hatnál kellett a tönkrement vonókábelek kiváltására a pályát Freyssinet kábelekkel utólag megfeszíteni (2. táblázat).

Az acélrudas feszítés igen jól alkalmazható kisebb nyílású öszvérhidak erősítésére. 1989-ben három, 10–12 m nyílású öszvérhíd erősítését hajtották végre ilyen módon (5. táblázat).

7. Összefoglalás, záró gondolatok

A felsoroltakat összevéve 1992 végén az országos közutakon 1.387 feszített híd van, 34.374 m összes hosszal és 416.074 m² hasznos pályafelülettel (6. táblázat). Ez azt jelenti, hogy az országos közúti hidak darabszám szerint egynegyede, szerkezeti hossz szerint több mint kétötöde, pályafelület szerint pedig több mint fele feszített szerkezet. Az is figyelemre méltó, hogy a feszített hidak átlagos pályafelülete 300 m², a nem feszített hidaké 93 m²; ez is jelzi a feszített hidaknak az országos közúti hidakon belül elfoglalt igen jelentős helyzetét. Ezért is feltétlenül szükség van a velük való rendszeresen megszervezett fokozott foglalkozásra; ezzel kapcsolatban át kell gondolni a következőket.

A feszítési technológia bevezetése és elterjedése a hídépítés területén igen nagy előnyökkel járt. Elegendő ha a vasbeton hidak nyíláshatárának jelentős növekedésére és az állványozás kiküszöbölésére utalunk. De a technológiának voltak olyan nehézségei, amelyekre már a tervezést és építést megelőzően fel kellett figyelni. Nagy gondot kellett fordítani a beépítésre kerülő anyagok előírás szerinti minőségére. Figyelembe kellett venni a várható feszültségvesztéseket, amelyek egyrészt az anyagok tulajdonságaiból (a beton zsugorodása és kúszása, a feszítőacél ernyedése stb.), másrészt a szerkezeti kialakításból (pl. leborgonyzási veszteség, tapadóbetét elcsúszása) következtek be. Mindezeket megfelelő előzetes kísérletek és vizsgálatok alapján már a tervezéskor igyekeztek kellő mértékben figyelembe venni. Ugyanígy gondoskodni kellett a feszítőelemek korrózió elleni védelméről is.

A következő évtizedekben azonban olyan tényezők is felléptek, amelyeket az építés idején nem lehetett előre látni. Itt elsősorban a betonkorrózióra kell gondolni, amely a hetvenes években általánosan bevezetett olvasztósózás hatására rendkívüli módon felgyorsult, olyannyira, hogy már a feszítőelemek korrózió elleni védelme is sok helyen hatástalanná vált. Ezt bizonyítják például a 2. sz. főúton levő váci felüljáró időszakos vizsgálata folyamán feltárt rendkívül súlyos korróziós károk.

A fenntartás folyamán szerzett tapasztalatokat a szerkezetek tervezésénél a legmesszebbmenően figyelembe kell venni. A tervezés az eddigieknél is jobban ki kell terjedjen a betonkorrózió elleni védelemre, valamint az üzemeltetés és fenntartás szempontjaira. De még ennél is fontosabb és sürgősebb feladat a meglévő feszített hidak gondos vizsgálata; különösen a korróziós károk megfigyelése és a lehajlás folyamatos figyelemmel kísérése, végül a feltárt hibák mielőbbi gondos kijavítása.