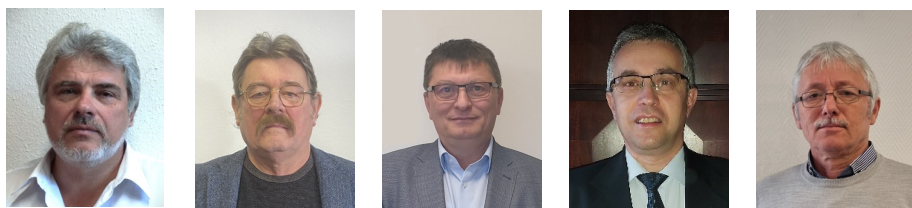


AZ FI-150 HÍDGERENDA-CSALÁD ALKALMAZÁSA, AZ ELSŐ 15 ÉV TAPASZTALATAI

<https://doi.org/10.32969/VB.2023.3.6>



Bedics Antal – Dubróvszky Gábor – Kardos Gábor – Kovács Tamás – Orosz Károly

Dr. Balázs L. György
65. születésnapjára ajánlva

A magyarországi autópálya-hálózat 2003-tól kezdődő gyors ütemű fejlesztése szolgáltatta a műszaki igényt és teremtette meg egyben az üzleti lehetőséget egy új, előfeszített, üzemben előregyártott, hazai hídgerendacsalád kifejlesztésére. Az FI-150 hídgerendacsalád kifejlesztését a szükséges műszaki követelményeken túlmenően funkcionális, geometriai és gazdaságossági szempontok határozták meg. A hídgerendák erőtani és tartóssági szempontból mind a hazai útügyi műszaki előírások, mind a vonatkozó Eurocode követelményeit kielégítik. Az FI-150 hídgerendacsalád C60/75 szilárdsági jelű betonból, 1,50 m tartómagassággal készül; a család leghosszabb eleme 44,80 m hosszúságú. A leghosszabb hídgerenda 44,20 m támaszköz áthidalására alkalmas, két- vagy folytatólagos többtámaszú kialakításban egyaránt. A Ferrobeton Zrt. mint gyártó, 2006-tól felkészült a nagyméretű hídgerendák a gyártására, melyeket az elmúlt 15 évben nagy mennyiségben terveztek és építettek be.

Kulcsszavak: feszített hídgerendacsalád, előregyártás, Eurocode alapú tervezés, leghosszabb 44,80 m

1. TERVEZÉS

1.1 Funkcionális igények és azok következményei

A közelmúltban végrehajtott magyarországi autópályák és gyorsforgalmi utak hidjainak tervezése során funkcionális, geometriai és szerkezeti kialakításból adódó gazdaságossági nehézségek merültek fel. Nem volt reális alternatíva a 15-20 m mély völgyeken áthaladó, 200-250 m hosszúságú viaduktok addig alkalmazott beton-felszerkezeteivel szemben. Versenyképes, alternatív tartószerkezeti megoldás, mint például ferdekábeles vagy extradoselt felszerkezetek hiányában leggyakrabban szakaszosan előretolt szekrénytartókat alkalmaztak. Ez esetekben nem csupán a tartószerkezet típusa és az építési költség a kérdés, hanem a szükséges építési idő is fontos szemponttá lépett elő.

Autópályák relatív kis szögben történő áthidalása nagy ferdeségű áthidaló szerkezetet (aluljáró) eredményez. Ez esetekben sem a hídfők, sem az áthidaló szerkezet közbenső alátámasztásának sikja, mely az autópálya két forgalmi irányát elválasztó sávba kerül, helyhiány miatt nem lehet merőleges a felszerkezet hossz tengelyére, ami erőtani szempontból is kedvezőtlen. Előregyártott felszerkezetek esetén további nehézséget jelent, hogy a nagy ferdeség miatt a hídgerendák szükséges alátámasztási hosszának biztosítása érdekében széles közbenső fejgerendára van szükség, mely geometriai szempontból korlátozza az autópálya szükséges űrszelvényét.

Autópályák esetén új követelményként merült fel olyan, közbenső alátámasztást nem igénylő autópálya aluljárók kialakítása, melyek eredményeként a híd alatt az autópálya beláthatósága megnövekszik, ami forgalombiztonsági szempontból rendkívül kedvező. Ez a követelmény tovább fokozódott 2006 után, amikor Magyarországon a szabványos autópálya korona-

szélességet gazdasági indokok eredményeként csökkentették. 2006 előtt a meglévő hazai előregyártott hídgerendacsaládok alkalmazásával elérhető legnagyobb gerendahossz 34,80 m volt. Ezekkel a gerendákkal Magyarországon közbenső alátámasztás nélküli, előregyártott felszerkezetű autópálya aluljáró megépítésére nyitott hídfővel geometriai okokból nem volt lehetőség.

Továbbá beruházói és tervezői igény volt a gyorsforgalmi utak folyó keresztezéseinek ártéri szakaszainál gazdaságos híd felszerkezetekre. A 2010 és 2023 között megépült autópályáknál több esetben sikeresen alkalmazták az előzőekben részletezett igényeknek megfelelő FI-150-es hídgerenda rendszert.

1.2 Erőtani tervezés

Az FI-150 hídgerenda-család erőtani tervezése egyidejűleg történt a hazai útügyi műszaki előírások és az Eurocode alapján egyaránt. Az útügyi műszaki előírások szerinti tervezést és a gyártmányterveket az Uvaterv Zrt., míg az Eurocode alapú tervezést a Sigma-Point Kft. készítette. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Hidak és Szerkezetek Tanszéke az erőtani tervezés független ellenőrzését végezte. A teljes tervezési folyamat során általában az Eurocode alapú tervezés volt a meghatározó, a tervezési változók értékeit az Eurocode szerinti erőtani megfelelőség feltétele határozta meg.

1.3 Tervezési szabványok

A hazai útügyi műszaki előírások szerinti erőtani tervezésre jogi szempontból volt szükség, ami a hídgerendák hazai alkalmazásának lehetőségét biztosította. A jelenlegi előírások szerint ezen útügyi műszaki előírások alkalmazása minden állami kezelésben lévő közúti műtárgy tervezésekor kötelező. Az Eurocode szerinti tervezésre stratégiai okokból, valamint a hídgerendák esetleges Magyarországon kívüli alkalmazhatóságának a feltételeként volt szükség. 2002-től kezdődően

Magyarországon az Eurocode szabványok párhuzamosan alkalmazhatók a meglévő nemzeti szabványokkal

1.4 A beton nyomószilárdsága

A tervezési számítások szerint a termék erőtani okokból jelentős mértékű feszítést igényel, melyhez mind a feszítőerő ráengedésének időpontjában, mind a végleges beépítési helyzetben viszonylag nagy betonszilárdságra van szükség. Az előírányozott nagyobb tartósság és az említett jelentős mértékű feszítőerő együttesen vezettek a C60/75 szilárdsági jelű beton alkalmazásához.

1.5 GEOMETRIAI TERVEZÉS

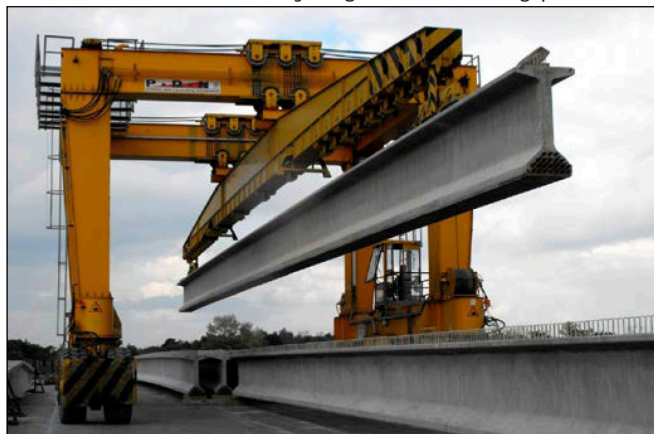
Az új FI-150 hídgerenda-család geometriai méretei egyrészt az 1.1. pontban felsorolt funkcionális igények, másrészt az üzemi gyártóberendezések és a meglévő szállítási lehetőségek (pl. közúti és vasúti pálya legkisebb görbületi sugara, megengedett legnagyobb tengely- és keréksúlyok közötti szállítás esetén, vasúti úrszelvény, szélesség stb.) által megszabott geometriai és súlykorlátok figyelembevételével kerültek meghatározásra. Ennek eredményeként a gerendacsalád leghosszabb eleme 44,80 m hosszúságúra adódott, a két végen 2x0,6 m felfekvési hossz figyelembevételével.

2. GYÁRTÁS

A Ferrobeton Zrt., mely 2008-tól a CRH cégcsoport tagja, 1994 óta a legnagyobb volumenű hídgerenda beszállítóként vett részt a magyarországi autópályák (M1, M15, M0/II/A, M5, M3, M7, M6, M60) hídépítési munkáiban. A gyártó cég és a tervező partnerei közötti hatékony együttműködésnek köszönhetően az említett időszakban több hídgerenda-család (2,0-34,0 m támaszköz-tartományban) került kifejlesztésre és hatósági engedélyeztetésre. E különböző típusú hídgerendák (FP, FCI, FPT, ITG), melyek gyártóbázisa a Ferrobeton Zrt. dunaujvárosi gyára, több mint 1000 hídfelszerkezethnél (többségében autópálya hidaknál) kerültek alkalmazásra.

A Ferrobeton Zrt. 2005-ben egy új gyártócsarnok építésével kibővítette a feszített elemgyártó üzemét, ahol a megvalósult gyártástechnológia lehetővé tette az FI-150 típusú előregyártott, előfeszített vasbeton hídgerenda-család gyártását (1,5 m tartómagasság, legfeljebb 44,8 m tartóhossz, 565 kN önsúly, 9430 kN feszítőerő, betonminőség C60/75). A gyártási körülmények mellett a cég teljeskörűen biztosította az egyéb logisztikai feltételeket is. Többek között az ilyen nagy méretű tartók alkalmazása érdekében megőrizte, és a mai napig is fenntartja a dunaujvárosi gyár közvetlen vasúti iparvágány kapcsolatát. Emellett megfelelő kapacitású tárolóteret alakítottak ki, majd a későbbiekben az 1. számú képen látható önjáró,

1. ábra: 600 kN teherbírású önjáró, gumikerekes emelőgép, elemmel



gumikerekes, nagy teherbírású emelőgépet is beszerezték, mely a tárolás mellett alkalmas a hídgerendák vagonba rakodására is. Ez a technológiai kapacitás lehetővé tette heti 20 db 44,80 m hosszúságú hídgerenda gyártását.

3. ALKALMAZÁS

Az első, FI-150 hídgerendák felhasználásával készült előregyártott autópálya híd-felszerkezet az M7 autópálya Balatoneresztúr-Nagykanizsa szakaszán épült 2007 decemberében. Az M7-es autópálya 7-es számú főút feletti Z15 j. felüljáró hídjának két pálya alatti felszerkezetébe összesen 2 x 12 = 24 db FI-150/42,80 j. hídgerenda került beépítésre.

Kiemelten fontos alkalmazási hely volt továbbá az M6 autópálya Dunaujváros – Szekszárd szakaszán megépült négy új völgyhíd Dunaujváros és Paks térségében (összesen kb. 26 000 m gerendahossz beépítése mellett, melyből kb. 470 db gerenda hossza nagyobb mint 43,80 m, (1. táblázat és 2. ábra).

Ezen túlmenően 10 db egynyílású autópálya aluljáró valósult meg az M3-as autópálya Vásárosnamény térségi szakaszán a 41,6-43,6 m nyílástartományban (3. ábra).

Jelentős műtárgyak épültek még az M43, M25 autópályákon, valamint az M8 autópálya Várpalotát elkerülő szakaszán.

A közelmúlt időszak fontos projektje az M44 autópálya hídépítési munkáinak lebonyolítása. Amellett, hogy ezeket a tartókat nyolc híd esetében elsősorban egynyílású autópálya aluljáró vagy felüljáró műtárgyakban alkalmaztuk. Kiemelten feladat volt a Körös-híd ártéri szakaszaiba beépített 176 db

1. táblázat: FI-150 tartó legyártott darabszámok

| | Műtárgy megnevezése | Tartótípus | Tartó darabszám | m | |
|---------------|---------------------|---------------|-----------------|----------|---------|
| M6 | H763 | FI-150/44,8 | 27 db | 1209,60 | |
| | | FI-150 /32,8 | 38 db | 1246,40 | |
| | | FI-150 /20,8 | 38 db | 790,40 | |
| | H774 | FI-150 /44,2 | 108 db | 4773,60 | |
| | | FI-150 /30,8 | 38 db | 1170,40 | |
| | H1019 | FI-150 /44,2 | 104 db | 4596,80 | |
| | | FI-150 / 30,8 | 36 db | 1108,80 | |
| | | H1040 | FI-150 / 44,2 | 168 db | 7425,60 |
| | | FI-150 / 43,8 | 56 db | 2452,80 | |
| | | FI-150 / 30,8 | 40 db | 1232,00 | |
| Mindösszesen: | | | | 26006,40 | |

2. ábra: Völgyhíd építése az M6-os autópályán Baracsnál (H7636-as híd)



3. ábra: M3 autópálya Nyíregyháza - Vásárosnamény szakasz





4. ábra: M44 Tiszakürti Tisza híd ártéri szakasza

FI-150/42,80 j. híderenda gyártása és szállítása (8 nyílás, nyílásonként 2 x 11 db = 22 db gerenda).

Az M44 autótű új Tisza-híd ártéri szakaszán, mivel a Tisza folyó igen jelentős árterületen árad, a meder mindkét oldalán lévő árterületre is hídszerkezetet kell építeni. A híd ártéri szakaszainak hossza 46,0 m a jobbparton, 201,55 m a balparton, összesen 247,55 m. Az ártéri hídníylásokba előregyártott előfeszített vasbeton híderendák kerültek beépítésre 38,80 és 43,80 m közötti hosszakkal, a híderendák magassága 1,50. Az együttdolgoztató vasbeton pályalemez vastagsága 0,25 m. Így a vasbeton híd felszerkezet vastagsága 1,75 m. A jobbparton 21 db, a balparton 5x22 db=110 db híderenda került beépítésre 23,53 m pályaszélesség mellett. A balparti teljes hídszerkezet egy dilatációs egységet képező töbtámaszú tartók sorozatából álló különleges és egyedi szerkezeti megoldás.

Az M49-es autópálya hamarosan megépülő szakaszán vadátjáró aluljáró hídban is alkalmazásra kerül a híderenda típus 38.60 m szabad nyílás mellett.

4. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Az előzőek szerint jelentős mennyiségű, a már megvalósult és a folyamatban lévő projektekben több mint 50.000 m, döntően nagy méretű (átlag 40 méteres hosszúságú) híderenda gyártása, szállítása és beemelése került megvalósításra, kifejezetten jó tapasztalatok mellett. A nagy méretek ellenére a gerendák felhajlás és kardosság szempontjából alapvetően egységesek. Amellett, hogy egy-egy esetben csak bonyolultabban lehetett megoldani a logisztikai kérdéseket, a tervezett műtárgyak esetében minden esetben át lehetett hidalni ezeket a problémákat. A Ferrobeton Zrt. továbbra is kiemelt projekteként kezeli a hidépítési feladatokat, amit mi sem bizonyít jobban, mint hogy a különböző típusú híderenda-családok vonatkozásában – kb. 10-44 m nyílástartományban – évi 200.000 m-t meghaladó gyártókapacitásokkal rendelkezik négy magyarországi gyártóüzemében.

A Ferrobeton Zrt., együttműködve az Uvaterv Zrt.-vel (mint tervezővel) és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Hidak és Szerkezetek Tanszékével (mint független szakértővel), 2006-ban egy teljesen új, előfeszített híderenda-családot dobott a piacra, mely alkalmas a magyarországi autópálya hidak tervezése során a megelőző időszakban felmerült funkcionális igények kielégítésére. Ez az FI híderenda-család C60/75 szilárdsági jelű betonból készül 1,50 m tartómagassággal. A család leghosszabb eleme 44,80 m hosszú. A gerendák szállítása vasúton mindenfajta forgalmi korlátozás nélkül megoldható, közúton nagyteljesítményű tréler alkalmazásával a forgalom rövid idejű, ideiglenes korlátozásával bonyolítható le. A híderenda-család a párhuzamos tervezésből adódóan teljes körűen kielégíti mind a hazai útügyi műszaki előírások, mind az Eurocode vonatkozó erőtan követelményeit, ezért a termék építőipari műszaki engedélye mindkét előírás szerinti alkalmazást lehetővé teszi. Vélhetően egyedülálló műszaki kialakításnak

minősíthető a szerkezeti rendszerrel kialakítható rendkívül karcsú hídfelszerkezet, 1,50m tartómagassággal és 0,25 m vastag együttdolgoztató vasbeton lemezzel, összesen 1,75m teljes felszerkezet magassággal 44,2 m hosszú támaszköznél.

Azt, hogy az FI-150-es tartókat megvalósító fejlesztési projekt szakmai megítélése pozitívan értékelhető, az is alátámasztja, hogy a gyártmánytervezésért az Uvaterv Zrt. (közreműködők: Ferrobeton Zrt., BME Hidak és Szerkezetek Tanszék) a tervezők számára kiírt pályázaton Tierny Clark-díjat kapott, valamint a kifejlesztett szerkezeti rendszerre – a jelentős volumenben történt tényleges megvalósulást is figyelembe véve – a Ferrobeton Zrt. megkapta (közreműködők: BME Hidak és Szerkezetek Tanszék, Uvaterv Zrt.) a magyar ipar számára kiírt Innovációs Nagydíj Pályázaton a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalának 2010. évi Innovációs Díját.

5. HIVATKOZÁS

Bedics A., Dubróvszky G., Kovács T. (2008), „Az FI-150 híderendacsalád kifejlesztése – tervezés, gyártás és alkalmazás”, VASBETONÉPÍTÉS 2008/2, pp. 34-42.

Bedics Antal (1959) Okl. Hid- és Szerkezetépítő mérnök. 1983-tól 1988-ig a Központi Bányászati Kutató és Fejlesztő Intézet (KBFI) acélszerkezeti osztályán tervező-mérnök, 1988-tól 1997-ig az Uvaterv Zrt. Hid-irodáján tervező-, majd irányító tervező-mérnök. 1998-tól 2013-ig UVATERV Zrt. Hid-iroda vezető helyettes, 2013-tól 2023-ig UVATERV Zrt. Hid-iroda igazgató. Az 1988 óta foglalkozik az előfeszített, előregyártott híderendák fejlesztésével és az abból készülő hidak tervezésével. 1993 tól az EDICON Kft. ügyvezetője, Vasbetonépítési szakmérnök, Vezető tervező, Hid- és Tartószerkezeti szakértő, Felelős műszaki vezető.

Dubrószy Gábor (1958) építőmérnök, 1982 és 1986 között statikus tervező 1986-tól vasbeton előre gyártó vállalatoknál vezető beosztásban dolgozik. 2006-tól 2019-ig a Ferrobeton Zrt. műszaki vezérigazgató-helyettese. 1994-től irányította a Ferrobeton Zrt. hidépítéssel kapcsolatos fejlesztési és vállalkozási tevékenységét. 2021-től a Betonwerk S.R.O. ügyvezető igazgatója. Mérnök Kamara tagja és fib tag.

Kardos Gábor (1964) okl. hid- és szerkezetépítő mérnök. 1989-től 2012-ig különböző beosztásban hidépítési számos gyorsforgalmi út kivitelezési projektben vett rész. 2012-2016 között a NIF Zrt. közút fejlesztési projekt igazgatója és műszaki igazgatója. Jelenleg a Ferrobeton Zrt. infrastruktúra üzletágvezetője.

Kovács Tamás (1974) okl. építőmérnök (1997), PhD (2010), egyetemi docens a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékén. Kutatási területei: betonszerkezetek dinamikai alapú károsodásvizsgálata, életciklus-elemzés, nagy teljesítőképességű hidbetonok, feszített szerkezetek modellezése, szerkezetek megerősítése, betonburkolatok, szerkezetek megbízhatósága, szabványosítás. Tartószerkezeti tervezés és szakértő. A Magyar Mérnöki Kamara tagja, a fib Magyar Tagozat titkára, a Magyar Út- és Vasúti Társaság tagja.

Orosz Károly (1963) okl. hidépítő mérnök 1984 óta a Hidépítő alkalmazottja, munkahelyi mérnök-építésvezető-főmérnök-projektvezető-ügyvezető beosztásokban. Kőröshegyi völgyhíd, M1, M7, több autópálya projekt, irányítása. A Hidépítő több szabadalommal védett technológiájának fejlesztője. Szakmai tapasztalat tolt, szabadon betonozott, extradosed szerkezetek építésében 6 db folyami hid építésében kivitelezői tapasztalat.

THE APPLICATION OF THE FI-150 BRIDGE BEAM FAMILY, THE EXPERIENCES OF THE FIRST 15 YEARS

Antal Bedics – Gábor Dubróvszky – Gábor Kardos – Tamás Kovács – Károly Orosz

The fast development of the freeway system in Hungary started in 2003 and provided the technical and economical background for new prestressed, precast bridge girders. The developed FI-150 bridge girder family was based on the updated technical requirements where also functional, geometrical and economical aspects were considered.

In addition to the requirements on ultimate limit states and serviceability limit states, requirements on durability were also met according to the Hungarian technical requirements and also to the Eurocodes. The new FI-150 bridge girder family is produced by the concrete grade of C60/75, overall depth is 1,50 m and max. length is 44,80 m. The span of the longest girder is 44,20 m and suitable as simply supported girders or as a system of multi span girders. The Ferrobeton Co. is prepared for the production by the FI-150 bridge girder family. The success of the FI-150 bridge girder family is indicated many applications in design and construction.