

ESETTANULMÁNYOK A MAI NÉMETORSZÁGI VASBETON HÍDÉPÍTÉSBŐL



Hajós Bence

<https://doi.org/10.32969/VB.2025.3.2>

Nemzetközi hídépítési példák megismerése kiváló lehetőséget adnak a tanulásra, újszerű megoldások alkalmazására. Jelen tanulmány hét németországi vasbeton hídépítést ismertet. Ezek a példák reprezentálják a német gyakorlatot, a hídépítésük fejlődésének irányát. Hangsúlyosan megjelenik az előregyártás, a lehető legkevesebb emberi munka végzése. A példákból megismerhetők igen gyors építésű hidak is. Rossz állapotú hidak átépítéskor kihívás a forgalom folyamatos fenntartása és a lehető legkevesebb út lezárással járó építési mód alkalmazása.

KULCSSZAVAK: hídépítés, Németország, előregyártás

1. BEVEZETÉS

A külföldi tanulmányút, nemzetközi példák megismerése mindig is előmozdította a magyarországi hídépítést. Hídtörténelemből ismeretes, hogy egyes nagyobb és újszerűbb híd építését jelentős előtanulmányok előzték meg. Ennek szép példája volt az Erzsébet kábelhíd tervezését megelőző nyugat-európai tanulmányutak, amelyen részt vett nem csak a tervező, hanem a megrendelő és a kivitelező képviselője is.

A jó példák megismerését és a megszokásból alkalmazott, de nem mindenben tökéletes hídépítési gyakorlat megváltoztatását tűzte ki célul a Hidászokért Egyesület is, együtt gondolkodásra hívva mindenkit, hogy szakítsunk azokkal a megoldásokkal, amelyek nem optimálisak, csupán biztonságosak, „így szoktuk” jelige mentén (Sitku–Hajós 2024). Kétség kívül a változás, az újítás kockázattal jár, s számos alkalommal hiába van erre szándék a folyamat elején lévő tervező részéről, ha azt utána a megrendelői oldal vagy a kivitelezés során elgáncsolják. Ez pedig hamar kedvét szegi azoknak, kik módosításon törik fejüket.

Szintén az újítási célt szolgálják a Hidászokért Egyesület által szervezett külföldi hidász tanulmányutak is, ahol kiváló alkalom nyílik más ország hídépítési gyakorlatába betekinteni, észre venni a magyarországi gyakorlattól, trendektől való eltéréseket akár pozitív, akár negatív irányban. Ennek egy látványos példája a külföldi minta után tervezett légköri korrózióálló acélszerkezetű öszvértartós hídszerkezet, előregyártott vasbeton zsáuzattal (Kövári 2024).

A bemutatott németországi aktuális vasbeton hídépítési példákat a német közlekedési minisztérium évente kiadott, híd és alagútépítési munkáit bemutató kiadványa alapján ismertetjük (Brücken 2023; Brücken 2024). A színes, adatgazdag, német nyelvű közleményben fényképek és tervrajzi részletek is találhatóak. A 2023 és 2024. évi kötetben található a vasbeton hidakat ismertetjük. A német példák jó betekintést adnak az ottani szakmai trendekre.

Az esettanulmányok között van új hídépítés, ami új útszakaszon épült, és vannak hídcserek. Ez utóbbiak építéstechnológiája mindig nagyobb kihívást jelent egyrészt a forgalom fenntartása, másrészt a fizikai akadályoztatás miatt. A hídátépítések

együttal betekintést adnak a német hídállományra jellemző korróziós károsodásokra és teherbírási elégtelenségekre is (Boros, 2024).

A példák tükrözik a hídépítésben terjedő nagy fokú előregyártást, ami egyre több esetben érinti az alépítményeket is. Az előregyártás gyorsítja a kivitelezési időt, csökkenti a helyszíni drága élőmunkát és összességében kedvezően hat a beruházás CO₂ kibocsátására és teljes életciklus számítására (Kövári–Megyeri 2024). Említést érdemel az is, hogy az előregyártott elemek betonszilárdsága jellemzően C80/95.

A példák között található rendkívül gyors átfutású autópályahíd és autópálya feletti híd átépítés. Ezek különösen érdekesek és aktuálisak a magyarországi autópálya (M1, M7) kapacitásbővítések tükrében, ahol több híd átépítése szükséges a többlet forgalmi sávok miatt.

A 2023. és a 2024. évi német minisztériumi kiadványban (Brücken 2023; Brücken 2024) 10-10 műtárgy ismertetése található meg. Ezek közül hetet ismertettünk. A vasbeton híd példák között van előregyártott hídgerendás és monolit építésű bordás és szekrény tartós szerkezet is. Mindegyik példánál megadtuk a felszerkezetek fajlagos betonacél felhasználását is. Térképvázlaton (1. ábra) jelöltük a hét híd elhelyezkedését a fejezetek sorszámaival (2-8).

2. AZ AUTÓPÁLYA HÍD ÁTÉPÍTÉSE

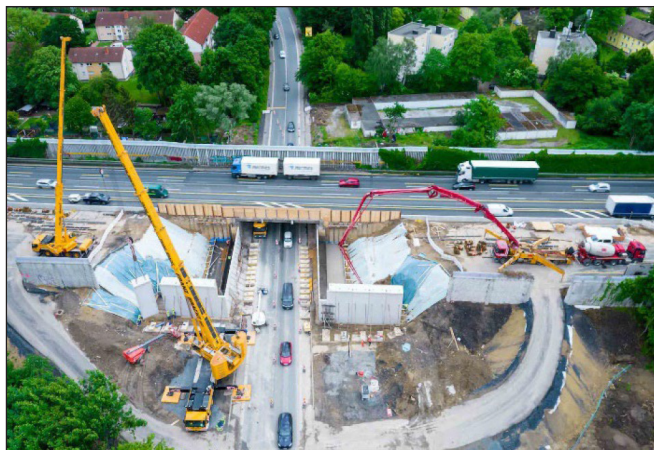
Kamen határában rekord idő alatt építették át teljesen az A2 szövetségi autópálya B233 jelű út feletti műtárgyát. A régi hidat 1936-ban építették az autópályán, irányonként önálló szerkezetként. A II. világháborúban a híd sérült, 1947-ben állították helyre, majd 1974-ben a hidakat szélesítették dilatációval elválasztva a régi szerkezettől. 1980-ban ismét szélesítették a hidat, 1983-ban a régi hídrészeket erősítették.

A szélesítési csatlakozási vonalak intenzív átázása miatt a régi híd súlyosan károsodott, a felszerkezet teljes átépítése mellett döntöttek. A régi alépítmények felhasználhatóságát elemző tanulmány eredményeként új alapozás építése mellett határoztak.

Az új hídszerkezet egyenylású, előregyártott, előfeszített



1. ábra: Ismertetett hidak térképázata

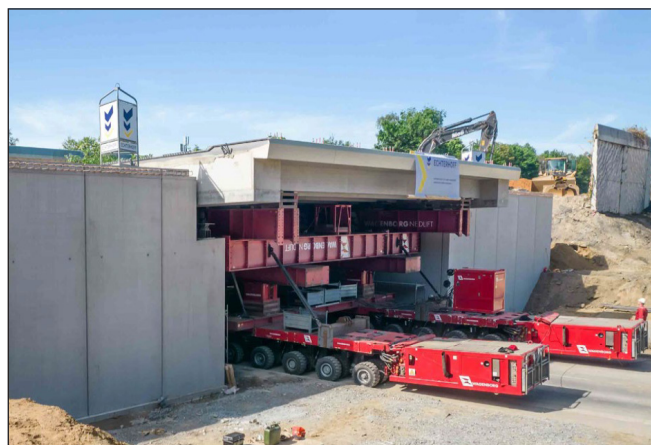


2. ábra: Előregyártott alépítményi zsalupanelek beemelése és betonozása [Brücken 2023: 30]

hídgerendás, együttdolgoztató vasbeton pályalemezzel. A híd támaszköze 16,26 m. Korlátok közötti szélessége 38,10 m. A híd legérdekesebb tulajdonsága a gyors építési idő. Az autópálya fél keresztmetszetű forgalom fenntartása mellett, két ütemben, alig több, mint hét hónap alatt elbontották a régi hidakat és megépítették az új szerkezeteket. Ezt a gyorsaságot nagy arányú előregyártással érték el.

A híd sicalapozású, a kellő teherbíró márgás altalaj 2 m mélységben van a terepszint alatt. A gyorsaság érdekében tömör vasbeton felmenő szerkezetek előregyártott vasbeton kéregelemekkel épültek (2. ábra). A helyszíni kitöltő beton minősége C35/45 volt. A 18 cm vastag bentmaradó beton zsaluzatot az alépítmények teherbírásában nem vették figyelembe.

A felszerkezet irányonként önálló, légréssel elválasztott a hazai építési gyakorlattal azonosan. A felszerkezeteket helyszíni szerelődőként állították össze: 35 cm vastag előregyártott keresztgerendákra helyezték a 95 cm magas, T-alakú előregyártott hídgerendákat, majd elkészítették a 23 cm vastag együttdolgoztató lemezt és a keresztartó monolit részeit. Egy felszerkezet 9 gerendából áll. Az előregyártott tartók széles (2,06 m) felső övei egymáshoz szorosan soroltak, közbenső zsaluzási igény nélkül.



3. ábra: Felszerkezet mozgatása SPMT-vel (www.echterhoff.de)

A híd különlegessége a kísérleti jelleggel alkalmazott hidszegély kialakítás. A szegély bentmaradó, önhordó acél zsaluzattal épült, amelyet a szélső hídgerendára rögzítettek. A bentmaradó zsaluzat tűzihorganyzást és háromrétegű festést kapott (duplex védelem). A szegélyekre 6 m magas zajvédő falat építettek.

Az előregyártott elemek betonminősége C80/95, az alkalmazott feszítőelemek minősége St 1680/1880 volt. A helyszíni beton minősége C40/50 volt. A felszerkezet végei műgumi sarukra támaszkodnak. A híd mindkét végén a németországi gyakorlatnak megfelelően dilatációs szerkezetek épültek.

A teljes felszerkezetet az autópálya nyomvonalán kívül elkészítették, majd önjáró moduláris szállítótérrel (SPMT – Self Propelled Modular Trailer) egyben mozgatták be az új alépítményekre (3. ábra). Az átépítést 2022. március 14-én kezdték meg a forgalomterelés kiépítésével és ugyanezen év október 27-én adták át a forgalomnak a két új hídgerendát.

Alépítményhez felhasznált beton mennyisége 1995 m³, 295 t betonacéllal. A felszerkezetek teljes betonmennyisége az előregyártott elemekkel együtt 485 m³, 120 t betonacéllal és 7 t feszítópásmával. A felszerkezetbe beépített fajlagos betonacél a hídgerendákkal, keresztartókkal együtt 194 kg/m².

3. A1 AUTÓPÁLYA FELETTI EGYNYÍLÁSÚ GERENDÁS HÍD

Davensberg és Amelsbüren közötti összekötő út keresztezi az A1 szövetségi autópályát. Itt 1965-ben kétnyílású, előfeszített hídgerendás híd épült az autópálya felett 2 x 20,65 m támaszközzel. A régi híd nyílása nem felelt meg az autópálya szükséges keresztmetszeti fejlesztésének, ezért a híd teljes átépítése mellett döntöttek. Hasonlóan több autópálya feletti híd teljes átépítése kezdődött meg Magyarországon, az M1 autópálya fejlesztéséhez kapcsolódóan.

Az átépítés előkészítésében kiemelt szempont volt a gyorsaság, a keresztezett autópálya lehető legkisebb forgalmi zavarása. A kis forgalmú keresztező alsó rendű utat le lehetett teljes keresztmetszetben zárni, terelőút kijelölésével, de az autópálya forgalmát összesen csak két hétvégére kellett lezárni, egyéb korlátozás az autópályán nem volt.

Az A1 autópálya új keresztmetszeti elrendezése a német RQ36 szabvány szerint kétszer 14,50 m széles burkolat, középen 4,00 m széles elválasztószárvval. Az új híd egynyílású, közbenső alátámasztás nélküli. Ez volt az első, közbenső alátámasztás nélküli autópálya feletti hídgerendás szerkezet Németországban. Támaszköze 44,78 m, a kocsipálya 11,41 m

széles. Az alkalmazott előregyártott feszített hídgerenda több tulajdonsága is eltér a hazai tartóktól.

A tartó üzemben részben előfeszített. A helyszínen a 7 tartó együttdolgoztató összebetonozása után a tartókban lévő kábelcsövekbe utófeszítő kábeleket is beépítettek. A tartók magassága nem állandó, a támaszoknál 1,41 m, a nyílás közepén 1,55 m, így optimális önsúly mellett kialakítható a domború lekerekítés, minimalizálva a hídhoz csatlakozó alépítmények szükséges magasságát. A hídgerenda gerince 85 cm vastag, közbenső részekben az önsúly minimalizálása érdekében csak 35 cm. Az előregyártott gerenda felső síkján kiálló betonacélok biztosítják az együttdolgozást a 22 cm vastag helyszíni pályalemezzel. A gerendák kereszttartókba bebetonozott végei fogazott kialakítású, segítve a jobb nyíró kapcsolatot a kereszttartó monolit tömbjével (5. ábra). A kereszttartót ennél a hídnál is két részből állították össze. A sarukra támaszkodó alsó 35 cm vastag része előregyártott, amire beemelhetők a gerendák. A kereszttartó felső 1,63 m szakaszát a helyszínen betonozták a pályalemezzel együtt.

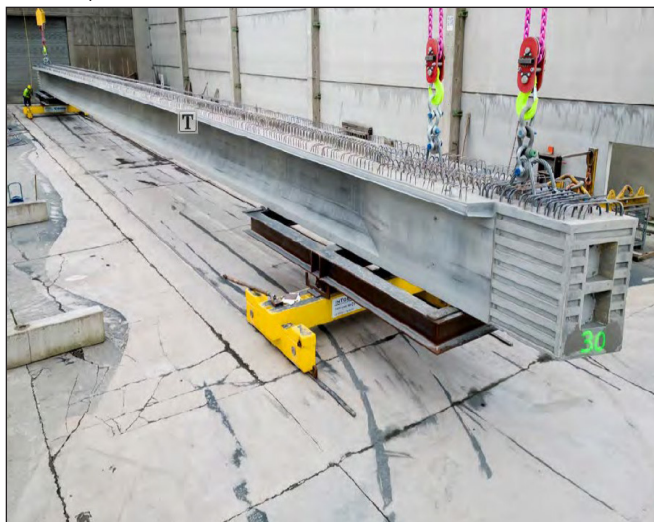
Az előregyártott tartók C80/95, az alépítmény és a felszerkezet monolit részei C35/45 minőségű betonból épült. A feszítőhuzalok minősége ST 1660/1860.

A hídszegélyeket vékony acélzsálatatba öntött C50/60 minőségű szálerősítésű betonnal kiképezett, önhordó kompozit

4. ábra: Alépítmények 1 m vastag előregyártott falelemei az együttdolgoztató kapcsolat betonozása előtt (Brücken 2024: 17)



5. ábra: Részlegesen előfeszített hídgerenda a gyárban (Brücken 2024: 18)



6. ábra: Szélső hídgerenda beemelése az acél szegélyzsálatat és korláttal együtt (Brücken 2024: 18)

zsaluelemmel építették. E rendszernek integrált része a híd végleges acél hídkorlátja is. Így még a pályalemez betonozása előtt, építési állapotban a szegély bentmaradó kompozit zsálatat és az erre erősített végleges hídkorlát betöltötte az ideiglenes munkavédelmi védőkorlát szerepét is. A kifejlesztett szegélyrendszer vasút feletti beépítés esetén felhasználható az érintésvédelem részeként is.

Az alépítmények sicalapozásúak, előregyártott, 1 m vastag falelemekből épült, helyszíni kibetonozott kapcsolatokkal (4. ábra). Az egynyílású híd a hídfőknél 4-4 műgumi sarura támaszkodik. A híd mindkét végén dilatációs szerkezetet építettek be.

A hídatépítés 2023. január 9-én kezdődött az átvezetett alsóbb rendű út lezárásával. A keresztezett autópályát csupán két hétre kellett lezárni: február 3. és 5. közötti hétvégi zárban elbontották a régi híd felszerkezetét és a közbenső támasz felmenő szerkezetét. A hídfők bontását és újjáépítését az autópálya zavartatása nélkül végezték, gyorsítás érdekében előregyártott bentmaradó falpanelelkel. A második hétvégi autópálya-zárban, 2023. március 17. és 19. között beemelték a részben előfeszített hídgerendákat (6. ábra). A további munkarészek már nem igényeltek az autópályán forgalomterelést. Az új hidat 2023. júniusában fejezték be, de a csatlakozó út-szakasz építési munkái miatt csak 2023. augusztus 2-án adták át. A teljes hídcseré fél év alatt elkészült a lehető legkisebb forgalomterelés mellett.

Az alépítmények beton mennyisége 558 m³, 157 t betonacéllal, a felszerkezeté 436 m³, 119 tonna betonacéllal és 31 t feszítőkábellel. A felszerkezet fajlagos betonacél felhasználása a hídgerendákkal együtt 233 kg/m² volt.

4. B525 JELŰ ÚT VÖHL-DORFITTER ELKERÜLŐ SZAKASZ ÚJ HÍDJA

Waldeck-Frankenberg térségében a B525 Vöhl-Dorfitter településen haladt keresztül. Az út rossz minősége és elégtelen szélessége miatt évek óta számos közepesen súlyos és súlyos közlekedési baleset volt. A biztonságosabb közlekedés érdekében településtől keletre, mintegy 3 km hosszú új elkerülő utat építettek. Az új út legnagyobb műtárgya keresztezi a kurhesseni vasútvonal vágányait, több mezőgazdasági utat, egy kőbányát és a Kuh-patakot.



7. ábra: A kész híd látképe (Brücken 2024: 197)



8. ábra: Utólagos betonbevonat nélküli, deszkaszalu-mintázatú híd-szerkezet (Brücken 2024: 199)

Az új híd négynyílású monolit vasbeton kétfőtartó bordás gerenda híd $33,70 + 35,08 + 35,08 + 31,85$ m támaszközökkel. A híd alaprajzilag 220 m sugarú ívben fekszik, a híd hosszesése 5,5%. A külső korlátok közötti szélessége 11,60 m. A kis ívsugar miatt a híd 4,5% egyoldali keresztesesű.

A híd alapozása négy támasz esetében síkalap, a középső támasznál cölöpalap 1,20 m átmérőjű fűrt cölöpökkel. Az aléptítmények felmenő szerkezetének betonminősége C30/37, a fejgerenda rész esetében pedig C35/45.

A felszerkezet klasszikus monolit kialakítású, utófeszítés-sel. A két főtartó borda 1,80 m széles és nyílásközépen 1,70 m magas, a pilléreknél 2,20 m magas kiékeléssel. Minden támasznál keresztartók merevítik a bordákat. A pályalemez vastagsága változó, széleken 25 cm, a két borda között híd-tengelyben 35 cm, a bordákhoz való csatlakozásnál 45 cm. Az utófeszítő kábel minősége St 1570/1770.

A híd építését 2019. június 18-án kezdték el. A híd építési munkáit 2020 novemberében fejezték be. Az elkerülő út egyéb részei miatt a hidat csak három évvel később, 2023. október 20-án adták át a forgalomnak. A részleteiben klasszikus megoldásokat tartalmazó szerkezet a németországi gyakorlatnak megfelelően deszkaszaluzattal készült, ami esztétikus megjelenést ad az utólagos betonvédelem nélküli monolit műtárgynak (7-8. ábra).

Az aléptítmények beton mennyisége 1140 m^3 , 176 t betonacéllal, a felszerkezeté 1345 m^3 , 215 tonna betonacéllal és 51 t feszítőkábelrel. A felszerkezet fajlagos betonacél felhasználása 137 kg/m^2 volt.

5. A44 – WEHRETALBRÜCKE

Az A44 szövetségi autópálya új szakaszán, Wehretal határában egyedi csomóponti műtárgy épült, irányonként önálló felszerkezettel, egyik irányban csatlakozó csomóponti hídággal. Az új műtárgy keresztezi a B27-es és a B452-es szövetségi utakat, a villamosított Frankfurt–Göttingen vasútvonal, öt mezőgazdasági utat és köztes területeket. A híd beékelődik az A44 Trimberg és Spitzenberg alagútja közé.

Az új híd 500 m sugarú ívben fekszik, a csatlakozó alagutak miatt a szokásosnál nagyobb a két pálya közötti távolság (11,45 m). A hidak hosszesése 0,5%, az ív miatt szükséges egyoldali keresztesés 4,5%. A híd észak-nyugati végében lévő, B27-es úthoz csatlakozó csomóponti ág a rendkívül kötött geometriai adottságok miatt 150 m sugarú ellenívben fekszik, keresztesése 5,5%, hosszesése pedig 6,0%.

Az előzetes tervek szerint szekrény keresztmetszetű öszvér-hidat terveztek, végül gazdasági számítások után kétfőtartós utófeszített monolit vasbeton híd épült. A 15 nyílású, 668 m hosszú híd-szerkezet egy dilatációs egységet képez. Az autópálya híd-szerkezetei 15,60 m szélesek. Az északi felszerkezethez mereven kapcsolódik az ötnyílású, 154 m hosszú csomóponti hídág. A csomóponti hídrész szélessége csak 9,60 m, ennek felszerkezete egybordás. A támaszok kiosztása az áthidalt akadályokhoz igazodik, így az egyes támaszközök különbözőek. A legkisebb támaszköz 23,0 m, a legnagyobb támaszköz ennek több, mint kétszerese, 67,50 m. A nagyobb nyílásoknál a támaszoknál kiékelte monolit főtartók magassága különböző az áthidalt támaszközöknek megfelelően. A tömör főtartók szélessége a pályalemez alsó síkjánál 1,95 m, lefelé keskenyedek, így alul csak 1,65 m.

A felszerkezet betonminősége C40/50, a feszítőkábelek minősége St 1660/1860. Az aléptítmények beton mennyisége 7750 m^3 , 1350 t betonacéllal, a felszerkezeté 20950 m^3 , 3000 t betonacéllal és 872 t feszítőkábelrel. A felszerkezet fajlagos betonacél felhasználása 134 kg/m^2 volt.

A híd építését 2015. december 15-én kezdték meg. A kivitelezést a kapcsolódó alagutak ütemterve jelentősen befolyásolta. A hidak 2022 tavaszára készültek el. Az autópálya megnyitását csak 2024. esztendő végére ütemezték (9-10. ábra).

9. ábra: A völgyhíd látképe kelet felől (Brücken 2024: 56)



10. ábra: Híd észak-nyugati vége a csomóponti hídággal és a Trimberg alagút bejáratával (Brücken 2024: 56)



6. ÚJ ILKSBACH-HÍD A B83-AS ÚTON

A B83-as út Bad Karlshafen elkerülő út jelentős, 8 kilométeres lerövidítésének az volt a célja, hogy a településeket tehermentesítsék az átmenő forgalomtól. A szakaszon épült meg a 180 m hosszú, ötnyílású völgyhíd, alaprajzilag 600 m sugarú ívbén.

A híd támaszközei 30,00 + 41,25 + 41,25 + 37,50 + 30,00 m. A felszerkezet kétfőtartós monolit utófeszített vasbeton gerenda. A híd szélessége 12,95 m. A széles konzolok árnyékoló hatása optikailag javítja a híd karcsúságát.

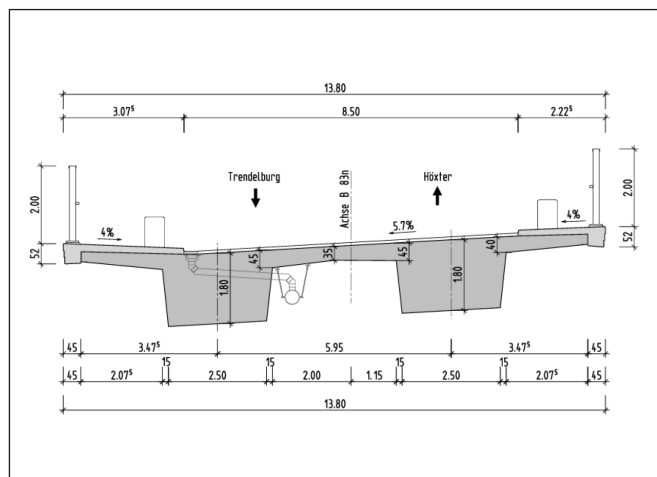
Az aléptítmények nagy átmérőjű (1,50 m) fűrt vasbeton cölöpök, 15-25 m hosszú cölöphosszakkal. A hídfők klasszikus monolitikus doboz szerkezetek, a pillérek felmenő szerkezete két téglalap keresztmetszetű oszlop felső összekötés nélkül. Az aléptítmények betonminősége C30/37.

A felszerkezet fa deszkaszaluzatban készült utófeszített tömör vasbeton gerenda, utólagos betonvédelmi bevonat nélkül. A főtartó bordák vastagsága 2,50 m (11. ábra).

Az építés 2020. január 20-án kezdődött és 2021. december 8-án fejezték be. Az elkerülő egyéb munkálatai miatt a forgalomnak csak 2023. május 12-én adták át (12. ábra).

Az aléptítmények beton mennyisége a fűrt cölöpök (2260 m³) nélkül 2340 m³, 299 t betonacéllal, a felszerkezeté 2624 m³, 336 t betonacéllal és 101 t feszítőkábellel. A felszerkezet fajlagos betonacél felhasználása 144 kg/m² volt.

11. ábra: A híd jellemző keresztmetszete (Brücken 2023: 107)



12. ábra: A kész híd oldalnézete (Brücken 2023: 110)



7. A GUMPENBACH-HÍD KORNWESTHEIM (B 27) KAPACITÁSBŐVÍTÉSE

A B27-es szövetségi út Ludwigsburg és Stuttgart közötti szakaszán Kornwestheim központ és északi csomópontja között található a 100 m hosszú Gumpenbach-híd. A régi híd 1954-55-ben épült ötnyílású feszített vasbeton szerkezet volt, irányonként önálló felszerkezettel. A híd korróziós károsodásai miatt korlátozásokat kellett bevezetni, szűkítették a forgalmi sávokat és a híd teljes átépítése mellett döntöttek. A távlati terveket is figyelembe véve szélesebb hidakat terveztek, a régi 10 m szélesség helyett 15,28 m széles szerkezetekkel.

A régi híd ötnyílású volt, támaszközei 21,70 + 3 x 28,20 + 21,70 m volt. Az új háromnyílású híd támaszközei 29,90 + 40,00 + 29,90 m, a két párhuzamos felszerkezet együttes szélessége 30,95 m. A híd egyenesben fekszik, hosszesés 1,0%, a keresztelés 2,5% tetőszelvényben.

A híd átépítésének különlegességét az adja, hogy a hidak cseréjét a forgalom folyamatos fenntartása mellett, további korlátozás bevezetése nélkül kellett megvalósítani, ráadásul a lehető legrövidebb idő alatt – tekintettel a régi hídszerkezet leromlott állapotára, kritikus jellegére. A tervezést tovább nehezítette a híd környezetének beépítettsége, védendő területekkel és sűrű közműhálózattal.

Számos változat elemzése után a kiválasztott építéstechnológia szerint először a meglévő két régi hídszerkezet keleti oldalán párhuzamosan megépítették teljesen az egyik új hidat, majd a forgalmat áterelték részben új szerkezetre, részben a keleti régi hídra. Így el lehetett bontani a nyugati oldali régi műtárgyat a végleges helyén megépítve helyére a szélesebb új hidat. Ezt követően a szélesebb nyugati felszerkezetre áterelték a teljes forgalmat (irányonként két-két forgalmi sávval), elbontották a két új híd közé beékeltek másik régi hidat, elkészítették az új keleti híd hiányzó alaptest részeit, majd a keleti oldalon megépített új szerkezetet az aléptítmények felmenő szerkezeteivel együtt kereszt irányba betolták a végleges helyére (15. ábra).

A felszerkezet félig integrált rendszerű, hogy alkalmas legyen az aléptítmény felmenő szerkezeteivel együtt a kereszt irányú mozgatásra. Az utófeszített monolit felszerkezet kétfőtartós, tömör főtartó bordákkal (13. ábra). A pályalemez vastagsága a konzolszéleken 25 cm, a két főtartó között híd-tengelyben 35 cm, a főtartók érintkezési pontjainál pedig 50

13. ábra: A kész hídpár alulnézetben (Brücken 2023: 65)





14. ábra: A keresztirányú mozgásra előkészített híd (Brücken 2023: 63)

cm. A tömör főtartó bordák szélessége lefelé kissé csökken, átlagos értéke 2,15 m, magassága a közbelső támaszok felett kiékelte. A felszerkezet betonminősége C35/45, a feszítőkábelek minősége St 1570/1770.

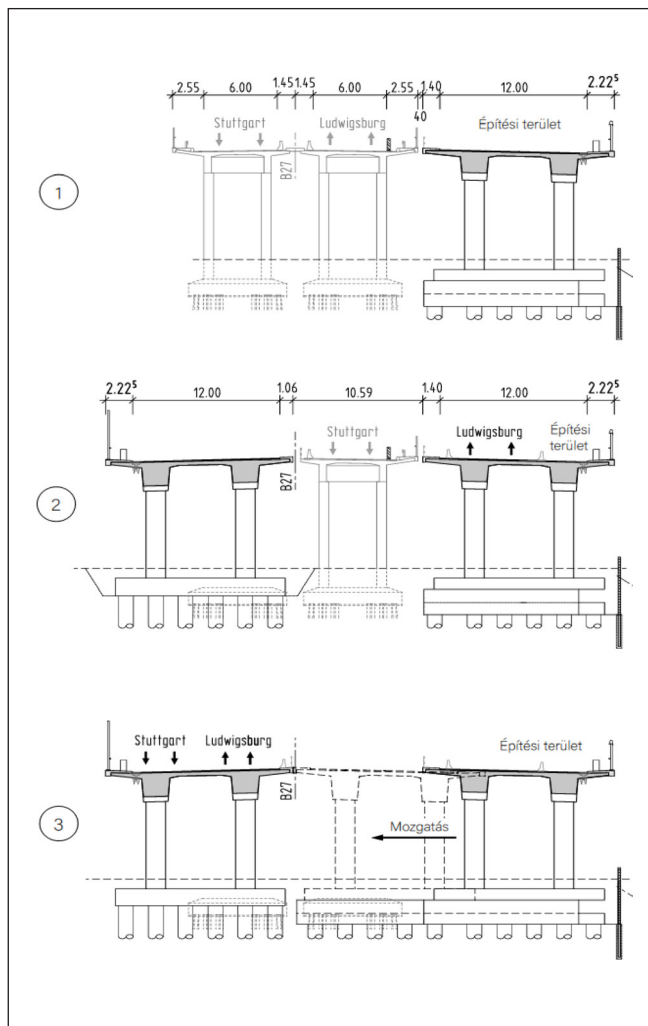
A híd építését 2020. szeptember 3-án kezdték el. A beruházás leglátványosabb pillanata, a kereszt irányú tolás 2022. március 9-én volt (14. ábra). A tényleges tolási sebesség 1,00 m/perc volt, a kapcsolódó munkákkal együtt a híd átköltöztetése csupán másfél órát igényelt. Az új hidat 2022. július 29-én adták át a forgalomnak.

Az alépítmények beton mennyisége 7400 m³, 1320 t betonacéllal, a felszerkezeté 2920 m³, 580 t betonacéllal és 110 t feszítőkábelrel. A felszerkezet fajlagos betonacél felhasználása 193 kg/m² volt.

8. A7 AUTÓPÁLYA VÖLGYHÍD ÁTÉPÍTÉSE

Az A7 szövetségi autópálya Würzburg–Estenfeld és biebelriedi csomópontja között található híd a Würzburg–Schweinfurt és Würzburg–Nürnberg vasutvonalakat, több alsóbb rendű utat és a Landleiten-patak felett vezet át. A forgalmas autópályán igen magas a nehéz tehergépjárművek aránya, a mértékadó napi forgalom 38 612 jármű.

A régi hidat 1965-ben építették öszvér szerkezetként, szögcselt szekrénytartóval és feszített vasbeton pályalemezrel. 2013-ban a hídvizsgálat súlyos károsodásokat tárt fel, feltártak több teljesen elszakadt feszítőkábelt, ekkor a híd



15. ábra: Az átépítés ütemei (Brücken 2023: 61)

teherbírását csökkenteni kellett. A híd élettartalmának meghosszabbítása érdekében a forgalmi sávokat átrendezték, hogy a nehéz forgalom elsősorban a hosszgerendákat közvetlenül terhelje, szűkítették a forgalmi sávokat, előzési tilalmat vezettek be, javították a vízelvezetést a további korróziós károk mérséklése érdekében és fokozott felügyeletet vezettek be.

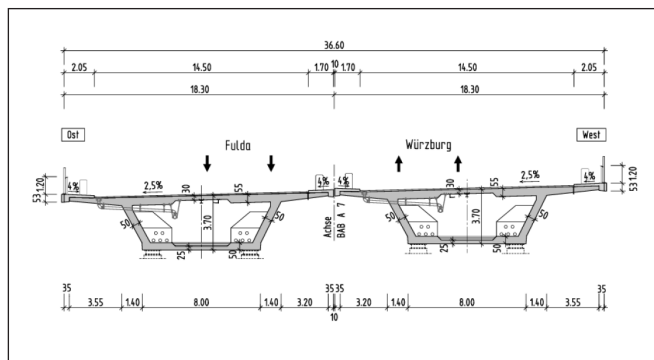
Gazdasági és műszaki okok alapján új híd építését határozták el. Kis mértékben korrigálták az autópálya nyomvonalát is, valamint többféle hossz-szelvényi lehetőséget vizsgáltak az optimális vízelvezetés kialakítása érdekében. A gyorsforgalmi út kiemelt forgalmi terhelése miatt a hidat szélesítették is.

Négy felszerkezeti megoldást elemeztek részletesen: a) egycellás vasbeton szekrény keresztmetszetet 60 m legnagyobb nyílással, szakaszos előretolások építéstechnológiával; b) 11 nyílású hídgerendás felszerkezetet, legfeljebb 40 m-es nyílással; c) öszvér szekrény felszerkezetet 70 m-es legnagyobb nyílással; d) öszvér szekrény keresztmetszetet 85 m-es legnagyobb nyílással.

A választás az a) változatra esett. Irányonként független két párhuzamos híd épült szekrény keresztmetszettel, utófeszített vasbeton gerendaként (16. ábra). A két egymás melletti híd együttes szélessége 36,60 m. A nyolcnyílású híd támaszközei: 35,00 + 50,00 + 4 x 60,00 – 50,00 – 35,00 m.

Az alapozás nagy átmérőjű (1,50 m) fűrt vasbeton cölöpözésű. A cölöpök részben 12:1 arányban dőlnek a függőlegeshez képest. A cölöpök hossza 12-20m. A felmenő szerkezetek keresztmetszete változó, tömör vasbetonból.

A párhuzamos övű felszerkezet magasság 3,70 m, így a 60 m-es legnagyobb támaszközre vetítve a karcsúsága 1/16.



16. ábra: A szekrény keresztmetszetű felszerkezet keresztmetszete (Brücken 2023: 43)



17. ábra: Építési állapot az ideiglenes támaszokról való áttolással előtt (Brücken 2023: 44)

A felszerkezet szokásos módon belső és külső kábelekkel feszített. Betonminősége C40/50, belső kábelek minősége St 1660/1860, a külső kábeleké St 1570/1770.

A híd építése 2017 márciusában kezdődött az A7 autópálya forgalmának folyamatos fenntartása mellett. Először a Fulda irányába vezető hídágat építették meg a meglévő hídtól keletre ideiglenes alépítményeken, majd a forgalmat erre az ideiglenes szerkezetre terelték át, és a meglévő szerkezetet elbontották. A második építési szakaszban az új híd alépítményeit építették meg és elkészült a Würzburg felé vezető irány felszerkezete, amire 2020 őszén áttérték a forgalmat. Ezt követően a fuldai irányú felszerkezetet az oldalsó ideiglenes támaszokról áttolták a megépített végleges támaszokra (17. ábra) és az összes ideiglenes alépítményt elbontották. Az új Rothof-völgyhíd 2022 szeptemberében készült el.

Az alépítmények beton mennyisége 3950 m^3 , 372 t betonacéllal, a felszerkezeté 12826 m^3 , 2535 tonna betonacéllal. A felszerkezet fajlagos betonacél felhasználása 171 kg/m^2 volt.

9. ÖSSZEFOGLALÓ

A bemutatott német hídépítési példák lehetőséget adnak a magyarországi gyakorlattól eltérő, jó műszaki megoldások átvételére. Ezek közé tartozhat a nagy arányú előregyártás, ami kiterjed az alépítményekre is. A bemutatott műszaki részletek hozzájárulnak a gyors kivitelezéshez. Az integrált, többcélú megoldásra is láthatunk követhető példákat (pl. előregyártott hidszegély megoldások).

Az esettanulmányok mutatják azt is, hogy Németországban mennyire hangsúlyosan jelenik meg megrendelői (közösségi) igényként a forgalom minél kisebb zavarása, még annak árán is, hogy emiatt a kivitelezés lényegesen bonyolultabb és költségesebb lesz. Erre mutatott példát a két különleges kereszt irányú mozgatással járó hídépítés és a moduláris trélerrel beszállított felszerkezet is (lásd 2., 7. és 8. fejezet).

10. FELHASZNÁLT IRODALOM

- Brücken (2023), „Brücken und Tunnel der Bundesfernstrassen 2023”, Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Setzpfandt Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG; p. 164
- Brücken (2024), „Brücken und Tunnel der Bundesfernstrassen 2024”, Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Setzpfandt Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG; p. 204
- Kővári Á., Megyeri A. B. (2024), „Vasbeton közúti hidak környezettudatos tervezése életciklus elemzés alapján”, *Ütügyi lapok*, 12(20) 62-79. doi.org/10.36246/UL.2024.2.04
- Kővári Á. (2024), „Környezettudatos szerkezettervezés és anyagválasztás kerékpáros- és közúti hidak esetén”, In Hajós B. szerk. (2024): *Hidász napok 2024 előadásainak gyűjteménye, Lánchíd füzetek* 40. Biri: Első Lánchíd Bt. 485-501.
- Boros V. (2024), „Közúti terhek statisztikai alapú meghatározása Németországban az Eurocode szerint – hazai alkalmazás lehetőségei”, In Hajós B. szerk. (2024): *Hidász napok 2024 előadásainak gyűjteménye, Lánchíd füzetek* 40. Biri: Első Lánchíd Bt. 154-170.

Hajós Bence, okl. építőmérnök, okl. építőmérnök-tanár. Év hidász 2012, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola doktorandusz. 2014-ig közúti és vasúti hidak üzemeltetésével és karbantartásával foglalkozott. Jelenleg magánmérnök, hídvizsgáló szakértő. Fő kutatási területei a hidak teherbírásának értékelése, a meglévő hidak, a túlterhelt szállítások és a hidak története.

CASE STUDIES FROM CURRENT REINFORCED CONCRETE BRIDGE CONSTRUCTION IN GERMANY

Bence Hajós

Learning about international bridge construction examples provides an excellent opportunity for learning and applying innovative solutions. This study presents seven reinforced concrete bridge constructions in Germany. These examples represent German practice and the direction of bridge construction development. Prefabrication and minimizing human labor are emphasized. The examples also include bridges that can be constructed very quickly. When rebuilding bridges in poor condition, the challenge is to maintain continuous traffic flow and to use construction methods that involve as little road closure as possible.