

Öszvérszerkezetű hidak építéstechnológiái a közlekedésbiztonság fényében

Gosztola Dániel 

Széchenyi István Egyetem, Építész-, Építő- és Közlekedésmérnöki Kar, Szerkezetépítési és Geotechnikai Tanszék,
Győr, Magyarország
E-mail: gosztola.daniel@sze.hu

Beérkezett: 2022. szeptember 1.; elfogadva: 2022. december 5.

Összefoglalás

Számos meglévő infrastruktúra-beruházás esetén – legyen az felújítás, rekonstrukció vagy fejlesztés – szükségessé válhat új hidak építése, ezek közül kiemelt kérdéskör azon beruházások, ahol az áthidalandó keresztmetszet bővül és a feszített vasbeton gerenda szerkezet helyett az öszvérszerkezetű híd gazdaságilag indokolttá válik. A híd építéstechnológiája forgalombiztonsági és forgalomszervezési oldalról kulcsfontosságú. Az építés ideje alatt a forgalmat biztosítani kell, amit a hagyományos építési módnál forgalomterelés mellett lehet megtenni. A kutatásom ezért a hídépítés miatt szükséges forgalomterelések közötti biztonságával foglalkozik, illetve az új, a problémát feloldó hídépítési technológiákkal.

Kulcsszavak: forgalomterelés, közlekedésbiztonság, öszvérszerkezetű híd, hídépítés forgalom felett, pályalemez előregyártás

Traffic safety aspects for the construction technologies of steel-concrete composite bridges

Dániel Gosztola 

University of Győr, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Transport Sciences,
Department of Structural and Geotechnical Engineering, Győr, Hungary

Summary

In the case of many existing infrastructure investments – be it renovation, reconstruction or development – it may become necessary to build new bridges. The investments where the cross-section is expanded and instead of the prestressed reinforced concrete beam structure, the use of composite bridge becomes more economically. The construction technology of the steel-concrete composite bridge is crucial from the point of view of traffic safety and traffic management. Traffic must be ensured during construction, which can be done with traffic diversion in the case of the traditional construction method. My research therefore deals with road safety, the traffic diversions required due to steel-concrete composite bridge construction, and the new bridge construction technologies that solve this problem. In the reconstruction of the M1 motorway, the prefabricated prestressed reinforced concrete beam structure could be built with intermediate support, but there are several arguments in favor of abandoning the intermediate support and building steel-concrete composite bridge with single span. The strongest of these is ensuring road safety. In addition to the existing traffic, in order to avoid traffic disruption, it is necessary to avoid an intermediate support, which reduces traffic jam and waiting time. I illustrate the impact of traffic diversion on traffic safety by analyzing a previous renovation work on the M1 motorway. During the research, I compare the traffic diversion accident data with the control section. The control section is the same road section, with the same length of time, before the renovation in this study. The comparison confirms that traffic disruption should be avoided during bridge construction. It is economically justified to build steel-composite bridges, but it is necessary to deviate from the cast-in-place

on concrete construction of deck slab, because it requires traffic diversion. I present new construction technologies for the construction of steel-concrete composite bridges, which can be used to ensure road safety. Overall, the raising the degree of prefabrication results in the avoidance of traffic disruption. Among construction technologies, economic aspects are typically decisive, such as the availability of human resources, capacity utilization and reduction of construction time. We developed a new construction technology for achieve the deck slab of steel-concrete composite bridges with less human resources, in a shorter time, with the available capacities, more economical construction and without traffic disruption.

Keywords: traffic diversion, traffic safety, composite bridges, bridge construction over traffic, prefabricated deck slab

Előszó

A doktorandusz a Kooperatív Doktori Program keretében öszvérszerkezetű hidak újszerű építési módjaival foglalkozik. Az A-Híd Zrt. kutatóival szabadalmaztatásra került egy építéstechnológia, ami lehetővé teszi forgalom feletti egyenylású öszvérszerkezetű híd építését. A kutatása során építéstechnológiához kapcsolódó kérdésköröket járunk végig, egészen a technológia közlekedésbiztonsági aspektusától a különböző, részletes tartószerkezeti vizsgálatokig. Az eredmények elősegítik az építéstechnológia gyakorlati megvalósítását, illetve a főtartó-pályalemez kapcsolatok valóság-hű modellezésével az öszvérszerkezetekről eddig ismert tudásunk bővülését várjuk. A kutatási irányok kidolgozásával olyan eredmények érhetőek el, amelyek egyszerre újak, tudományosak és hasznosak a vállalat, tágabb értelemben pedig a hídépítő szakma számára.

Dr. Szép János, doktori témavezető
Széchenyi István Egyetem, Építész-,
Építő- és Közlekedésmérnöki Kar,
Szerkezetépítési és Geotechnikai Tanszék,
Győr, Magyarország

Az A-Híd Zrt. és a Széchenyi István Egyetem együttműködése keretében Kooperatív Doktori Program megvalósításában az öszvérszerkezetű hidak építésével kapcsolatos kutatás folyik. A gyorsforgalmi utak állapota, forgalmuk, illetve a leendő fejlesztések igénye miatt bizakodunk a jövőbeni hídépítési munkákban, ahol vélhetően ezt az építéstechnológiát alkalmazni tudjuk. A kutatás az építési módon belül vizsgál bizonyos témákat, mint a hegesztéssel létrejövő kapcsolat, a hegesztés hőhatása a beton viselkedésére vagy a sűrűlőanyagok alkalmazása hídmozgatásokhoz. A témák önállóan is hasznosíthatók a vállalat tevékenysége során, például a hegesztés betonra gyakorolt hőhatásának vizsgálata elősegítette az M0 Deák Ferenc (Hárosi) híd acélszerkezetének hegesztéssel történő megerősítését. A kutatástól további vállalati relevanciával bíró eredményeket remélünk, amelyek közvetve vagy közvetlenül becsatolhatók az A-Híd Zrt. szakmai tevékenységébe.

Némethné Vidra Zsuzsanna, vállalati szakértő
A-Híd Zrt., Budapest, Magyarország

Bevezetés

A Kooperatív Doktori Program keretében öszvérszerkezetű hidak újszerű építési módjaival kezdtem el foglalkozni, amely keretében, öszvérszerkezetű hidak témájában az A-Híd Zrt. számára magas vállalati relevanciával bíró, ugyanakkor tudományos eredményeket kívánok elérni. A téma fókuszában az öszvérszerkezetű hidak főtartó-pályalemez kapcsolata áll, amelyet itthon az esetek többségében ugyanazon építéstechnológiával valósítunk meg. Foglalkozom a kapcsolat méretezési kérdéseivel, építéstechnológiai lehetőségeivel és forgalombiztonsági szempontjaival is. A területen főként tartószerkezeti témákban igyekszem újabb tudományos eredményeket elérni, de korábbi munkatapasztalataim rávilágítanak, hogy bizonyos esetekben a közúti infrastruktúra-beruházások műszaki-szakmai megvalósításának kiemelt hatása van a közúti biztonságra.

A cikkben a meglévő infrastruktúrák feletti hidak és hídépítési technológiák közlekedésbiztonsági kérdéseit vizsgálom, bemutatom a vélhetően elkövetkezendő infrastruktúra-beruházások keretén belül megvalósítandó hídépítési feladatokat, ahol öszvérszerkezetű hidak építése várható és indokolt. Ezt követően a kutatás tárgyát képező, forgalomzavarást minimalizáló építéstechnológiákkal és külön a helyszínen előregyártott csaplemezes mozgatott pályalemez építéssel foglalkozom.

Hídépítések meglévő nyomvonalak felett

Meglévő forgalmú infrastruktúra feletti híd építésének építéstechnológiája forgalombiztonsági és forgalom-szervezési fókuszra kiemelt fontosságú (*Hällmark 2018; Berthelley-Schavits-Erre 2016*). Számos infrastruktúra-beruházás esetén szükségessé válhat hidak építése, amelyeket a beruházástól függően eltérő nyílástartományban kell megépíteni. Ilyen esetek például meglévő vasúti feletti híd építése vagy vasút bővítése, rekonstrukciója miatti felüljárók építése, mint Érden a B30, B40-es jelű műtárgyak.

Utaknál is hasonló eset az M1-es autópálya rekonstrukciója és 2 × 3 sávra való bővítése, ahol a pálya feletti műtárgyak jelentős részét újra kell építeni, de a követke-

ző időszakban várható az M3-as autópálya beruházása vagy a rendszeresen előkerülő M0 továbbépítése is.

A hazai utak beruházásainak körében jelenleg a fejlesztési feladatok dominálnak, de állapotuk jelzi, hogy hamarosan a felújítási és rekonstrukciós tevékenységek kerülnek előtérbe. Ezek közül is műszaki tekintetben kiemelkednek a gyorsforgalmi utakat érintő beruházások, melyek szükségességét az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat | Autópályák és autóutak burkolatállapot-osztályzatai

Osztályzat	Hossz (km)	Arány (%)
Tűrhető	755	34
Rossz	675	31
Jó	357	16
Nem megfelelő	175	8
Megfelelő	157	7
Nem mért	80	4

Forrás: Szilvni 2020

Az autópályák és autóutak burkolatállapotai előrevetítik a megjelenő beruházásokat. Az állapotok mellett fontos szerepe van a forgalom mértékének a beruházásokkal kapcsolatos döntések megítélésében, így döntöttek az M1-es autópálya rekonstrukciójának előkészítése mellett és vélhetően az M3-as autópálya esetén is hamarosan hasonló tevékenységek kezdődhetnek el.

Az M1 autópálya feletti hidak felszerkezeti hosszát tekintve elmondható, hogy az autópálya építése során nem vették figyelembe a keresztmetszet-bővítés lehetőségét, így a pálya feletti hidak többségénél építési beavatkozás szükséges, amely mértéke és műszaki tartalma hidanként egyesével mérlegelendő. A 2 x 3 sáv miatt kialakuló keresztmetszet átlagosan 50–55 méter nyílású szerkezet építését kívánja meg, amely nyílástartományban az egy-nyílású, öszvérszerkezetű hidak építése gazdaságos megoldás. Az itthon népszerű előregyártott feszített vasbeton gerendás szerkezet egy nyílással – annak mérethatárai miatt – nem építhető. Ennek megfelelően, illetve az elkészült előkészítő munkák alapján az M1 rekonstrukciója során a műtárgyak jelentős része öszvérszerkezetként épülhet meg.

A közbelső támasz elhagyása önmagában csökkenti az építési időt. Ezenkívül az elhagyásának több előnye van. Nem jelentkezik a folyópálya fenntartási munkákon kívül semmilyen karbantartási igény az elválasztósávban. Homogén módon építhető a korlát, a folyópálya korlát átvezetésével és a közbelső oszlopok elhagyása biztonságosabbá teszi a főpályahasználók oldaláról is az autópályát. Tekintettel arra, hogy csak hídfők épülnek, a szerkezetnek ütközés kockázata minimálisra csökken, még pályaelhagyás esetén is. A támaszok csökkentése egyébként általános esetben is kívánalom lehet, mivel az Európai Bizottság közlekedésbiztonsági célja a közúti balesetek redukálása, a halálos kimenetelű balesetek elkerülése (European Commission 2020).

Meglévő pálya feletti építés esetén a főpályaépítés, közbelső támaszépítés koordinációs nehézségei csökkennek, hiszen ott a kivitelezéséhez jelentős korlátozás, terelés kiépítése és hosszú távú fenntartása szükséges. Emellett ugyanakkor hangsúlyozni kell, hogy forgalom fölött a monolit vasbeton pályalemez építése a hagyományos módszerekkel nehézkes, és komoly kihívásokat jelent, így ennek a problémának a megoldására külön gondot kell fordítani.

A szakmánkban számos esetben nem megfelelően számolnak az építési beruházásokkal járó közlekedési vonatkozásokkal, pedig jelentős forgalmat lebonyolító infrastruktúra esetén ennek hatása kritikus lehet. Ilyen, meglévő infrastruktúra bővítésénél kiemelt hangsúly kerülhet a forgalomszervezési kérdésekre és a forgalomzavarás minimalizálását célzó építéstechnológiai megfontolásokra.

Autópályák és autóutak építési feladatainál alkalmazott forgalomterelések a közlekedésbiztonság fényében

Az autópályák és az autóutak felújítási és rekonstrukciós feladatai során elvárás, hogy a kivitelező a munkavégzés során biztosítsa a helyszíni organizációt, építésütemezést, építésszervezést. Az építéstechnológiát úgy kellene megválasztania, hogy a közlekedők részére biztosítható legyen a megfelelő kapacitású és biztonságú útpálya az építés közben. A hídépítési tevékenység során is fontos a forgalomzavarás minimalizálása. A fejezetben szemléltetem a forgalomterelés hatását a közúti biztonságra, egy korábbi, már szükséges felújítási munka során. A munka az M1-es autópálya a 19–31 és 37–56 kilométerszelvények közötti szakaszokon, a 2019. 08. 01. és 2019. 11. 17. közötti időszakban zajlott, így az ezen az útszakaszon történt baleseteket hasonlítottam össze az úgynevezett „kontrollszakasszal”, azaz a beruházás előtti, azonos időszak (2019. 04. 01. – 2019. 07. 17.) baleseti adataival.

2. táblázat | A kontrollszakaszok és a forgalomterelések személyi sérüléssel járó balesetei

	2019. 04. 01. és 2019. 07. 17. közötti időszak	2019. 08. 01. és 2019. 11. 17. közötti időszak (forgalomterelés)
Anyagi káros balesetek (db)	nem ismert	62
Személyi sérüléssel járó balesetek száma (db)	13	22
Könnyű sérüléssel járó baleset (fő)	21	11
Súlyos sérüléssel járó baleset (fő)	6	11
Halálos kimenetelű baleset (fő)	0	3

Forrás: a Magyar Közút NZrt. mérései és adatszolgáltatása alapján készült.

A két időszak összevetéséből látszik, hogy azonos időszaknál az autópálya érintett szakaszán jelentősen csökkent a közúti biztonság. A személyi sérüléssel járó balesetek száma 70%-kal növekedett, míg a balesetek kimenetele lényegesen súlyosabb volt. A súlyos sérüléssel járó balesetekben érintettek száma 83%-kal emelkedett, illetve amíg a terelésmentes időszakban nem történt halálos kimenetelű baleset, addig a forgalomterelés időszakában 3 személy is elhunyt az útszakaszon. A forgalomterelés időszakáról rendelkezésre áll a személyi sérüléssel nem járó, anyagi káros balesetek száma, amely 62 darab volt. A fennálló 108 napos forgalomterelés alatt összesen 84 baleset történt, ami azt jelenti, hogy 30 óránként történt baleset az M1-es autópálya forgalomterelésében.

Az érintett útszakaszon naponta többszöri bejárást végeztem, akár a forgalomterelés-mentes, akár pedig a forgalomtereléssel érintett időszakban, a közlekedés megismerése céljából. A terelésben több frontális ütközés is történt, az irányok elválasztására alkalmazott burkolati jelzőtestek nem nyújtottak elegendő védelmet, illetve több esetben emiatt szabálytalan manőverekre is lehetőség nyílt, mint például az autópályán való visszafordulás. Jellemző volt a terelés kezdeténél a hirtelen fékezés, így többször alakult ki torlódás. A be nem tartott követési távolságok miatt előfordultak ráfutásos balesetek. A terelt szakasz megengedett sebessége 90 km/h volt, azonban a tapasztalataim szerint a gépjárművezetők 110 km/h sebességgel haladtak, mivel a terelés hossza és gyakorisága (12 km, 19 km terelt szakasz 6 km távolságra egymástól) bátrabb sebességválasztásra ösztönözte őket. A forgalomterelésben a külső és a belső sávok között jelentős sebességkülönbség mutatkozott. A terelésben lévő szakaszok felhajtóinál az úrszelvényi korlátok miatt nem volt elegendő tér a besorolásáv létesítésére, így többször előfordult, hogy felhajtó gépjárművek miatt a külső sávot használók hirtelen irányváltásra kényszerültek. A baleseti adatok alátámasztják, hogy a besorolásáv hiánya miatt több baleset is történt. A felhajtóknál ki volt téve stoptábla, de számos esetben a gépjárművezetők nem tartották be, a sémától eltérő helyzetet nem ismerték fel. A két egymáshoz közeli terelési szakasz, illetve hosszuk ingerültté tette a vezetők, agresszív vezetési stílus volt tapasztalható.

A balesetek döntő többségében, 73,8%-ban anyagi káros balesetek történtek, de a balesetek az adott forgalmisáv zárásával, vagy az egész irány zárásával jártak. Amikor az egyik irány ideiglenes lezárása vált szükségessé, úgy a balesetből fakadó műszaki mentés órákig állt fent. Amikor csak a baleset miatt részleges sávzárásra volt szükség, akkor is minimum 20 perces, de inkább órás forgalmi torlódások alakultak ki.

A balesetek egy része megelőzhető lett volna a gépjárművek helyes sebességének megválasztásával, amely elősegíthető a külföldön erre a célra is alkalmazott átlagsebesség-mérés bevezetésével (Stefan 2006). Hazánkban erre korábbi vizsgálatok és elemzések folytak (Sándor-Monostori 2020) és a gyorsforgalmi útjainkon lévő kame-

rák és kamerarendszerek alkalmasak rá, de jogi és döntéshozói szempontok miatt erre nem nyílt még lehetőség.

Az összehasonlítás alapján a forgalomterelésben több személyi sérüléssel járó baleset történt, valamint a balesetek kimenetele súlyosabb volt, így az összehasonlítás alapján kijelenthető, hogy a forgalomterelés negatív hatással van a közúti biztonságra. Az M1-es autópálya felújítási és rekonstrukciós munkái során kiemelt szerepe lesz az építésszervezésnek és a közlekedésbiztonságot biztosító építéstechnológiai eljárásoknak.

Új építési eljárások öszvérszerkezetű hidak építésére

Az M1-es autópálya rekonstrukciójánál az előregyártott feszített vasbeton gerendás szerkezet közbenső alátámasztással épülhetne meg, de több érv szól a közbenső támasz elhagyása és az egy nyílású öszvérszerkezet megépítése mellett. Ezek közül a legerősebb a meglévő forgalom fenntartása és a közúti biztonság biztosítása. A meglévő forgalom mellett forgalomzavarás elkerülésének érdekében közbenső támasz elkerülése szükséges, amely csökkenti az építésből adódó forgalmi torlódásokat és az ebből fakadó túlzott várakozási időket, biztonságosabbá teszi a közlekedést.

Az organizációs és forgalomszervezési összehasonlítás az öszvérszerkezet előnyét hozza, de a pályalemez monolit módon történő építése olyan nehézségeket okoz forgalom felett, amik megnehezíthetők, vagy el is lehetetlenítik a kivitelezést. Hagyományos, monolit pályalemez építésénél az állványzat és zsaluzat kivitelezése okoz szerkezet alatti átjárhatósági problémát, illetve betonacél-szereléskor, betonozáskor és kiszaluzáskor a szerkezet alatti térben munkavégzés történik. A pályalemez-építési geometria kialakításában a gyakorlatban az úrszelvényben nincsenek jelentős tartalékok, így vagy forgalomterelést kell végezni az építési helyszín alatt, vagy magassági korlátozás szükséges, ami működő infrastruktúra esetében a korábbi fejezettel összhangban jelentős közlekedési kockázatokat hordoz. Az előző fejezetben bemutatott, a gyorsforgalmi utak bővítésének az öszvérszerkezetű híd építési feladataival összefüggő forgalomterelés negatív hatásainak elkerülésére a hazánkban nagy számban alkalmazott monolit pályalemez építési módszer helyett építéstechnológiai változtatásokat célszerű bevezetni az ideális forgalomszervezés érdekében.

Az A-Híd Zrt. által az Érdi Szent István úti (B30 és B40 jelű) pálya feletti hidaknál alkalmazott eljárással (Feczkó 2017), azaz a pályalemez részben előregyártásos, beemeléssel technológiájával a fenti probléma kiküszöbölhető. Azonban támaszközeli nyíró-igénybevételek miatt a pályalemez támaszközeli része továbbra is monolit módon készülne, így vagy a felszerkezet hosszát kell növelni, vagy az úrszelvényben a külső sávok feletti munkavégzés válna szükségessé, ami forgalomterelést ered-



1. ábra | Érd, Szent István úti aluljárók (B30, B40 jelű)
Forrás: *Gosztola 2019*

ményezne. Ezért további technológiai fejlesztésekre volt szükség.

A nemzetközi szakirodalomban más kutatók is foglalkoztak az öszvérszerkezetek közbenső alátámasztásának témájával, mivel a gyorsforgalmi utak bővítése miatti hídépítés és a forgalomzavarás elkerülése más országokban is ismert probléma. A szakirodalomban több építési eljárás is megjelent, amely az öszvérszerkezetek építési módjait igyekszik megújítani, míg idehaza leginkább monolit módon építünk öszvérszerkezetű hidakat. Lehetséges megoldás a bennmaradó zsaluzattal való építés, ahol trapézlemezeket helyeznek el a főtartókra, amelyek járható felületet és zsaluzatot is biztosítanak a pályalemez megépítésére (*Ahmed–Tsavdaridis 2019*).

A zsaluzat és állványrendszer kiváltására megfelelő lehetőség az előregyártott öszvérszerkezetű tartók alkalmazása (*Berthelley 2013; Petzek et al. 2014*), olyan módon, hogy a főtartó felsőöve vasbetonból készül üzemi körülmények között, helyszínen pedig az előrefeszített vasbeton gerendás technológiához hasonlóan darukkal beemelik. A főtartó felsőövek összeérve és zárva egy felületet hoznak létre a vasbeton pályalemez megépítésére.

Franciaországban megjelentek új építési lehetőségek, ahol az előregyártott pályalemezeket a helyszínen hidrau-

likák segítségével helyezik végső pozíciójukba (*Berthelley 2009; Brozzetti 2000*). A főtartó-pályalemez kapcsolat kialakításra kerülhet úgynevezett „csöves” módon, azaz a pályalemez előregyártásánál nyílásokat hagyva utólagosan betonozható a főtartó-pályalemez közötti légrés. De kialakítható nyitott módon is, átmenő betonacél szereléssel hosszirányú kapcsolattal, amit a pályalemez mozgását követően lehet betonozni.

A pályalemez utólagos rögzítésére is létezik kidolgozott módszer (*Hällmark–Collin–Hicks 2019*). A hídon elhelyezett előregyártott pályalemez szakaszokat a hídról kosaras daruval lehet rögzíteni. A technológia hátránya, hogy ezen rövid időszakra a forgalmat korlátozni kell, ennek mértéke néhány óra, de időzíthető a munkavégzés az autópálya kevésbé forgalmas napi időszakára.

Az előregyártott pályalemez-főtartó kapcsolati kialakításának több típusa is lehet. A pályalemez kapcsolat megoldható zsebes és akár fülkés kialakítással (*Berthelley 2001; Chang-Su–Pil-Goo–Sung-Pil 2001*). Ilyenkor a pályalemez gyártása közben kialakítják a kívánt helyre a légüres tereket, majd a helyszínen öntik ki a nyílást nagyszilárdságú betonnal. A kapcsolóelemek zsebes kialakításnál előre felhelyezésre kerülhetnek a főtartóra, de megoldható azok hegesztése a pályalemez elhelyezését

követően. A másik megoldásnál a fejescsapokat a pályalemez elhelyezését követően hegesztik fel a főtartó felső övére a fiülkéken keresztül.

Belátható, hogy az M1-es autópálya öszvérszerkezeteinek építésénél az előregyártási szint fokozásával lehetséges a hídépítésből adódó forgalomterelések elkerülése.

Az A-Híd Zrt. kutatóival kifejlesztettünk egy új építéstechnológiát, melynek során helyszínen előregyártjuk a pályalemezt (Feczkó et al. 2020), ezzel célunk egyrészt az öszvérhidak kivitelezése során alkalmazott szokásos építési megoldások hiányosságainak kiküszöbölése volt, másrészt, hogy lehetővé tegyük a pályaszerkezet kisebb élómunka ráfordítással, rövidebb idő alatt, a rendelkezésre álló kapacitásokkal a híd gazdaságosabb megépítését.

A technológia lényege, hogy a híd főtartóin, illetve a háttöltésen előregyártó terület kerül kialakításra, ahol a pályalemez egységként készül. A pályalemezelemek csaplemezen keresztül támaszkodnak a főtartó felső övére, a két felület érintkezése mellett a híd hosszirányában kerül folyamatos mozgatásra, csúsztatásra. A pályalemez végleges pozicionálását követően a felső öv és a talplemez között hegesztve alakul ki a kapcsolat.

Az építési technológia kifejlesztése során az alábbi szempontokat vettük figyelembe:

- a monolit építési mód korlátai, meglévő forgalom feletti hídépítésnél (mint forgalomzavarás nélküli munkavégzés),
- a hagyományos monolit módon készülő pályalemez-építés zsaluzat- és állványigénye, ennek anyag- és szállítási költségei,
- a hagyományos eljárás élómunkaigénye és költségei,
- a hagyományos eljárás organizációs és ütemezési hátrányai,
- az előregyártott pályalemez építésével elérhető tartalékidő és humán erőforrás-kapacitás,
- az előregyártott pályalemez szállítási korlátai és költségei, ebből adódó technológiai hátrányok,
- az előregyártott pályalemez építésének alkalmazhatósági korlátai, nyírási igénybevételek szempontjából,
- az előregyártott pályalemez építésének daruigénye és többletköltségei.

A technológia alkalmazását elsősorban a fent bemutatott forgalom feletti létesített új, 45-60 méter nyílású öszvérszerkezetű hidak megvalósítására tartom fontosnak. Másodsorban pedig alkalmas nagynyílású öszvérszerkezetű völgyhidak építésére, ahol az azonos kialakítású nagy mennyiségű pályalemezrész építése jelent további számottevő költségcsökkenést.

Összefoglalás

A cikk a meglévő forgalmú infrastruktúrák feletti hídépítési technológiák lehetőségeit mutatta be. A részletesen kifejtett autópálya-bővítések során a hagyományos feszített vasbeton hidak építése méretkorlát miatt nem célszerű, mivel a közbenső támaszok elhagyása ebben az

esetben a közlekedésbiztonság javát szolgálja. Az M1-es autópálya korábbi forgalomtereléseinek közötti biztonságra gyakorolt hatását mutattam be, amelyet kontrollszakasz segítségével hasonlítottam össze. Az összevetés a forgalomterelés közlekedésbiztonságra gyakorolt negatív hatását bizonyította. Megerősítve, hogy az autópályák és autóutak felújításánál, rekonstrukciójánál a forgalom-szervezés elsődleges, olyan építéstechnológiák priorizálása szükséges, amelyek lehetővé teszik a forgalomzavarás minimalizálását. Gazdaságilag indokolt az öszvérszerkezetű hidak építése, de a hazánkban többségében alkalmazott monolit pályalemez építésétől el kell térni, mivel ahhoz forgalomterelés szükséges.

Bemutattam új és újszerű építéstechnológiákat öszvérszerkezetű hidak építésére, amelyekkel a közúti biztonság biztosítható. Összességében a pályalemez előregyártása teszi lehetővé a híd alatt lévő forgalom átjárhatóságát. Az építéstechnológiák választása között jellemzően gazdasági szempontok a mérvadók, mint a humán erőforrás rendelkezésre állása, kapacitáskihasználtság és az építési idő csökkentése. Az A-Híd Zrt. – Érden – megvalósított aluljárói részben előregyártott pályalemez alkalmazásával készültek, amelyek építési tapasztalatai elvezettek bennünket egy új, a forgalomzavarás minimalizálását célzó építéstechnológia kitalálásához. Az építéstechnológia során ötvözve a monolit építés és az előregyártás technológiai előnyeit, helyszínen előregyártott módon, pályalemez-mozgatással készül el a szerkezet.

Köszönetnyilvánítás

A 1017865 számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a KDP-2020 pályázati program finanszírozásában valósult meg.



Irodalomjegyzék

- Ahmed, I. M. & Tsavdaridis, K. D. (2019) The evolution of composite flooring systems: applications, testing, modelling and eurocode design approaches. *Journal of Constructional Steel Research*, Vol. 155. No. 1. pp. 286–300. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2019.01.007>
- Berthelley, J. (2001) Composite Construction - Innovative Solutions for Road Bridges. Proc. 3rd International Meeting on Composite Bridges. Madrid

- Berthelley, J. (2009) French bridges experiences from prefabricated deck elements. Bridges built with prefabricated elements, ELEM-workshop. Stockholm
- Berthelley, J. (2013) Fatigue designed CL-cutting shape: A new economic steel-concrete connection system and some applications for bridges. *Procedia Engineering*, Vol. 66. pp. 138–149. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.12.069>
- Berthelley, J., Schavits, D., & Erre, C. (2016) Crossing motorways under traffic without intermediate piers. *Steel Construction*, Vol. 9. No. 3. pp. 200–206. <https://doi.org/10.1002/stco.201610028>
- Brozzetti, J. (2000) Design development of steel-concrete composite bridges in France. *Journal of Constructional Steel Research*, Vol. 55. No. 1–3. pp. 229–243. [https://doi.org/10.1016/S0143-974X\(99\)00087-5](https://doi.org/10.1016/S0143-974X(99)00087-5)
- Chang-Su, S., Pil-Goo, L., & Sung-Pil, C. (2001) Design of shear connection in composite steel and concrete bridges with precast decks. *Journal of Constructional Steel Research*, Vol. 57. No. 3. pp. 203–219. [https://doi.org/10.1016/S0143-974X\(00\)00018-3](https://doi.org/10.1016/S0143-974X(00)00018-3)
- European Commission (2020) EU road safety policy framework 2021–2030 – Next steps towards „Vision Zero”. Luxembourg, Publications Office of the European Union
- Feczkó R. (2017) Nem mindig szerelemből házasodunk, azaz az Érd Szent István úti hidak szerkezeteinek kiválasztása és megvalósítása. *Hídépítő A-Híd Zrt. magazinja*, Vol. 44. No. 4. pp. 16–19.
- Feczkó R., Gosztola D., Orosz K., Magyar J., Sal L., & Szabó B. (2021) Eljárás öszvérhíd pályaszerkezetének megvalósítására. *Szabadalmi Közlöny és Védjegyértesítő*, Vol. 126. No. 4. p. 42.
- Gosztola D. (2019) Újgenerációs öszvérszerkezet építésének eljárása. *Hídépítő A-Híd Zrt. magazinja*, Vol. 46. No. 4. pp. 33–35.
- Hällmark, R. (2018) Composite bridges – Innovative ways of achieving composite action, Ph.D. thesis. Luleå University of Technology
- Hällmark, R., Collin, P., & Hicks, S. J. (2019) Push-out tests of coiled pins vs. headed studs. *Journal of Constructional Steel Research*, Vol. 161. No. 3. pp. 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2019.06.009>
- Petzek, E., Schmitt, V., Metes, E., & Toma, L. (2014) New Integral Bridges Solutions for the Romanian Motorway. In: Petzek, E. & Bancila, R. (eds) *The Eight International Conference „Bridge in Danube Basin”*. Springer Vieweg, Wiesbaden. pp. 339–352. https://doi.org/10.1007/978-3-658-03714-7_25
- Sándor Zs. P. & Monostori Á. (2020) Gyorsforgalmi útszakaszok forgalmi elemzése az átlagsebesség-mérés módszerével. *Közlekedéstudományi Szemle*, Vol. 70. No. 2. pp. 54–67. <http://doi.org/10.24228/KTSZ.2020.2.5>
- Stefan, C. (2006) Section Control–Automatic Speed Enforcement in the Kaisermühlen Tunnel (Vienna, A22 Motorway). Vienna. Austrian Road Safety Board (KvF)
- Szilvai J. A. (2020) Az országos közúthálózat felújításának irányai. *Az aszfalt: a Magyar Aszfaltipari Egyesülés (HAPA) hivatalos szakmai lapja*, Vol. 27. No. 1. pp. 8–10.

A cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje és az esetlegesen végrehajtott módosítások feltüntetésre kerülnek. (SID_1)