

HIDAK SARUERŐINEK IMPERFEKCIÓ- ÉRZÉKENYSÉGE ÉS AZ E-UT 07.03.11:2018 JAVASOLT MÓDOSÍTÁSA



DOI: 10.32969/VB.2020.1.6

Dr. Völgyi István – Puzstai Pál – Dr. Kollár Dénes – Dr. Kövesdi Balázs

A tanulmány célja, hogy áttekintse a hidak építésének azon körülményeit, amik a saruknál számítás szerint fellépő várható reakcióerőket jelentősen befolyásolhatják, és nem megfelelő kezelésük esetén a saruk és a felszerkezet károsodásához vezethetnek. A szerzők célja, hogy néhány tipikus kialakítás elemzésével felhívják a probléma jelentőségére a szakmagyakorlók figyelmét, és javaslatokat fogalmazzanak meg, hogy a jövőben elkerülhessük az ezzel kapcsolatos szerkezeti károsodásokat. A folyóiratcikk segítséget kíván nyújtani a saruerők meghatározását szabályozó e-UT 07.03.11:2018 műszaki előírás értelmezéséhez, alkalmazásához is.

Kulcsszavak: imperfekció, elcsavarodás, építési pontatlanság, saruerők

1. A SARU KIHASZNÁLTSÁGÁT JELENTŐSEN BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

A saruk méretezését tipikusan erre specializálódott cégek végzik az (MSZ) EN 1337-es szabványsorozat előírásai alapján. A szabványalkotó által meghatározott teherbírási, használhatósági és tartóssági kritériumok az előírt megbízhatósági szintet a hatás és az ellenállás oldali parciális tényezők és kiegészítő előírások együttesének alkalmazásával garantálják. A károsodások elkerüléséhez szabvány-kompatibilisen kell beállítani a hatásoldali és ellenállás oldali biztonsági szintet, illetve szükséges az EN 1337-2 igen szigorú előírásainak megfelelően kialakítani a saruhoz kapcsolódó szerkezeti részek felfekvési pontosságát, merevségét. Úgy kell egyeztetni a tervezés alapfeltevéseit, az építéstechnológiát és a minőségellenőrzést, hogy a megvalósuló sarureakciók ne térjenek el jelentősen a számított és a sarugyártónak adatszolgáltatásként küldött értékektől.

Elemzésünk fókuszában a szerkezeti imperfekciók (tökéletlenségek) állnak. A felfekvési környezet lokális imperfekciói (síktól való eltérés) jelentősen befolyásolhatják a saruk egyes elemeinek kihasználtságát, és kedvezőtlen hatásukat üzemi állapotban és teherbírási határállapotban egyaránt kifejtik. Részletes elemzésük meghaladja jelen cikk terjedelmét. A híd globális imperfekciói – ide értve a híd gyártási alakjának hossz-szelvényi hibáját és a feszültségmentes gyártási alak elcsavarodottságát – egyszeri, állandó jellegű hatásként jelennek meg. Ez a témakör áll a dolgozat középpontjában. Nem kerülhető meg a téma tárgyalásakor az építés és a sarucseré közben előálló ideiglenes állapotok érintése sem.

2. JELLEMZŐ SZERKEZETTÍPUSOK ÉRZÉKENYSÉGE

A gerendahidak igen változatos keresztmetszeti kialakítással, statikai vázzal és felszerkezeti anyagfelhasználással készülnek. A cikk főként gerendahidakra koncentrálna, de érdekesség kedvéért néhány ettől eltérő statikai vázú híd is szerepel az összehasonlításban.

A nyitott keresztmetszetű és a zárt szekrény keresztmetszetű hidak hajlítómerevsége között általában nincs nagyságrendi különbség azonos tervezési alapadatok esetén. A sarureakcióknak a pillérek között fellépő egyenlőtlen süllyedéssel szembeni érzékenysége függ azonban a statikai váztól, de általánosságban megállapítható, hogy a hatás viszonylag csekély. Ez lehetőséget teremt a hidászoknak, hogy – elsősorban betölt hidak esetén – viszonylag szabadon mozgathassák a hidat, különösebb reakcióerő változás nélkül, különösen igaz ez acél- és öszvérhidakra. A sarucserék alkalmazásával alkalmazott pillérenkénti emelés sem okoz jellemzően számottevő reakcióerő-átrendeződést a pillérek között, ahogy egy-egy aléptípus süllyedése sem okoz jellemzően számottevő igénybevétel növekedést egyik pilléren sem.

A reakcióerők érzékenysége szempontjából a nyitott keresztmetszetű és a zárt szekrény keresztmetszetű hidak viselkedésében az alapvető különbséget a nagyságrendileg eltérő csavarómerevség okozza. A nyitott keresztmetszetű hidak kis csavarómerevsége azt eredményezi, hogy egy támaszkeresztmetszet kismértékű elcsavarása nem okozza a felszerkezet feszültségeinek jelentős növekedését és a saruerők számottevő átrendeződését. A szekrény keresztmetszetű hidak nagy csavarómerevsége előnyös a külpontos terheléssel szembeni viselkedés szempontjából, de hátrányos az imperfekció-érzékenység oldaláról nézve.

Az 1. táblázatban összefoglaljuk néhány tipikus kialakítású

közüti híd alapadatait és jellemző saruerőit az 1. és a 2. alépitményen. Ez folytatólagos híd esetén az egyik hídfőt és a szomszédos pillért jelenti. A táblázatban szerepel a hasznos járműterhekből származó és a teherbírási saruerő, valamint az állandó hatásokból, illetve az egyéb hatásokból származó sarureakció alapértéke. Szerepeltettük továbbá a saruerők változását az 1. vagy a 2. alépitményen fellépő 10 mm-es egyenletes süllyedés, illetve az 1. vagy a 2. alépitmény sarui közötti 1 mm-es süllyedéskülönbség hatására. Utóbbi jellegű hatás előállhat az alépitmény egyenlőtlen süllyedése, a saruzónák egyenlőtlen alakváltozása (felszerkezet benyomódása, saruzsámoly benyomódása, saruösszenyomódás, „lágú”, hézagos felfekvések), pontatlan sarura helyezés, vagy a felszerkezet feszültségmentes alakjának tervezettől való eltérése (elcsavarodott feszültségmentes gyártási alak) következtében. A gyártási alak hibájából származó hatás akkor realizálódik, amikor a hidat a sarupozíciók megadott magasságra állításával a tervezett hídalakra kényszerítik.

A pillérenkénti szélső saruk közti egyenlőtlen süllyedést tehát inkább egy fiktív, több hatást magában foglaló hatásnak tekinthetjük. Az alépitmény keresztirányú egyenlőtlen süllyedése általában 0-2 mm között van, ezt jellemzően nem meghaladó érték. A kapcsolódó szerkezetek és a saru összenyomódása közötti oldalankénti eltérés általában 0-1 mm nagyságrendű lehet.

A nem minden felfekvési felületen kiöntéssel készülő sarubeépítések esetén a felfekvési hézagok nagysága erősen függ a kialakítás módjától, a megmunkálás pontosságától. A saru alsó és felső felületén az oldalankénti szinteltérés gondos tervezés és kivitelezés esetén 0-1 mm közötti értékre becsülhető, de a gyakorlatban ennél jóval nagyobb eltérések is tapasztalhatók. Ez a gyakorlatban részlet sokkal inkább fontos a sarura való egyenletes erőátadás, mint a saruerő tervezettől való eltérése szempontjából. A saru akkor van tervezési állapotának megfelelő helyzetben, ha a felszerkezet és az alépitmény csatlakozó zónája olyan merevséggel és méretpontossággal lett kialakítva, hogy kvázi egyenletesen adja át terhét a sarunak. A saru teherelosztó lemezétől csak azt várhatjuk, hogy a saru terhét 45°-ban képes egyenletesen szétosztva továbbítani a kapcsolódó felületig. A saru a nagyságrendekkel nagyobb merevségű kapcsolódó szerkezet alakhibáinak korrigálására nem képes.

A felszerkezet feszültségmentes alakjának tervezettől való eltérése a legfontosabb hatás, nagyságrendjének építés közbeni vagy utólagos felmérése a legnehezebb. A szerzők ezt tipikus, támaszközönként több darabból szerelt hidak esetén a mai technológiai színvonalon 0-5, a XX. században készült hidak esetén 0-10 mm-re becsülik. Az imperfekció *nagysága* és annak következménye nagyban függ az építési és a saruzási technológiától.

Az 1. táblázat egyenletes támaszsüllyesztés esetén 10 mm, elcsavarodás esetén 1 mm-es értékeket tartalmaz. A táblázat értékei ismeretében megállapítható, hogy az alépitményenkénti egyenletes süllyesztés csak csekély hatással van a saruerőkre. A nyitott keresztmetszetű hidak saruerői a tervezési saruerőkhöz képest csak kismértékben változnak. A szekrényhidak saruerőinek elcsavarodás okozta változása erősen függ a felszerkezet csavarómerevségétől, vagyis az alkalmazott építőanyagától és a keresztmetszet kialakításának pontosságától. Csekély, 1 mm-es támaszkeresztmetszeti elcsavarás hatására az állandó jellegű terhekből a változás számított mértéke a sarureakcióra vonatkoztatva 3% és 27% között változik a vizsgált szekrényes hidak hídfőn elhelyezett támaszai esetében. Előbbit számottevőnek, utóbbit extrémnek nevezhetjük. Fontos megjegyezni, hogy a tárgyalt hidak támaszköz/szélesség/

magasság aránya jelentősen változó. Lágúvasalású vasbeton szerkezeti elemek merevségét a húzott zónában a repedezettség miatt redukáltuk. A beton rugalmassági modulusát és nyírási modulusát rövid idejű terhelésnek megfelelően vettük fel. Az így számított hatások a kúszás miatt idővel csökkenhetnek, de sarura helyezéskor, sarucserkor a figyelembe vett érték a releváns.

A táblázatos adatokból jól látható, hogy a közbenső pilléri egyenlőtlen támaszsüllyesztés jóval nagyobb abszolút értékű saruerő változást okoz. Ugyanakkor az egyik oldali támaszsüllyesztés hatásának mintegy fele megjelenik a szomszédos támaszok saruin is. Ez az 1. támaszon lévő saruk esetében százalékos értelemben nagy lehet, hiszen ezek a saruk tipikusan a közbenső támaszi saruk erejének 20-40%-ára vannak méretezve. Fontos még kiemelni, hogy a nagyban eltérő tervezési saruerők miatt a 2. támaszon végrehajtott egyoldali emeléssel kivitelezett sarucsera az 1. támaszon lévő saruk túlterhelését okozhatja.

Egy hidat jellemzően minimum négy saru támaszt meg, vagyis a szerkezeteink függőleges irányban határozatlanok. A tárgyalt jelenség tehát – ha kisebb mértékben is – érinti az egyenylású hidakat is.

Röviden említést teszünk az alépitményenként kettőnél több saruval szerelt hidak esetéről. Az e-UT 07.03.11:2018 szerint ez lehetőség szerint kerülendő kialakítás, mert az egyes sarureakciók rendkívül érzékenyek az elhelyezési imperfekciókra. 1 mm-es nagyságrendű hiba is a sarureakciók sarucsoporton belüli drasztikus átrendeződéséhez vezethet. Az ilyen hidak rendkívüli figyelmet igényelnek a tervezés és az építés fázisaiban egyaránt. Az e-UT 07.03.11:2018 az alépitményenként kettőnél több saruval szerelt hidak esetén a saruerők növelését írja elő. Felhívjuk a figyelmet, hogy ez a növelés csak igen pontos kivitelezéssel együtt garantálja, hogy számításunk a biztonság oldaláról közelítse a valóságot.

3. A VÉLETLEN ELCSAVARODÁS ÉS AZ ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA

A realisan létrejövő hídalak-elcsavarodás, illetve annak jelentősége nemcsak a szerkezeti anyag, a keresztmetszeti kialakítás és a statikai váz függvénye, hanem – különösen szekrényes keresztmetszetű hidaknál – jelentősen függ az építéstechnológiától is, így a továbbiakban csak ezekkel foglalkozunk.

A végleges helyén betonozott hidak (állványos építés, konzolos építés vagy vendéghíddal gyámoltott betonozás) esetében az esetleges alakhiba a saruerőkben nem feltétlenül jelenik meg. Ha a végleges saruk elhelyezése a betonozás megkezdése előtt történik, a fenti problémák közül csak az alépitmény tényleges egyenlőtlen süllyedésével kell számolni. Utólag elhelyezett saruk vagy sarucsera esetén az egyenlőtlen emelés, süllyesztés vagy a felfekvési zóna nem megfelelő kialakítása (elégtelen merevség, egyenlőtlen felfekvés) okozhat elcsavarodást. A többi, később tárgyalt kialakítás esetén a végleges sarukat tipikusan utólag helyezik el. Az ezzel kapcsolatos hibaforrások ilyen esetekben a fentihez hasonlóan fennállnak.

Előregyártott vasbeton, vagy egyben beemelt acélhidak esetén a gyártási alakhiba is hibaforrás. Az alakhiba akkor módosítja a saruerőket, ha a hidat a terv szerinti alakra kényszerítik a sarumagasságok terv szerinti beállításával.

Betolt hidak esetén szétválasztandó a helyrejuttatás és a sarura helyezés esete. A betolás tipikusan olyan tolopálya kialakítást igényel, amely aktívan képes a tervezetthez közeli

1. táblázat: Saruerők néhány tipikus kialakítású híd esetén

Alapadatok	Statisztikai váz	Folytatólágos	Folytatólágos	Folytatólágos	Folytatólágos	Folytatólágos	Folytatólágos	Folytatólágos	Folytatólágos	Folytatólágos	Kéttámaszú ívhíd	Folytatólágos
Támaszközök [m]	37 + 2 x 33 + 44	41 + 10 x 47 + 46	38 + 4 x 50 + 39	2 x 40	7 x 31	47 + 8 x 60 + 47	2 x 52	24 + 40 + 5 x 35 + 41 + 24	60	49 + 4 x 99 + 49		
Felszerkezet anyaga	festített mon.vb.	festített mon.vb.	festített mon.vb.	szekrény	szekrény	szekrény	szekrény	szekrény	szekrény	szekrény	szekrény	acél
Keresztmetszeti kialakítás	szekrény	szekrény	szekrény	szekrény	előregyártott feszített gerendás	szekrény	két főtartós, I-tartós	két főtartós, I-tartós keresztartók	két főtartós, I-tartós	két főtartós, I-tartós	két főtartós, I-tartós	ortotrop pályalemez, kétcéllás szekrény
Híd szélessége [m]	16,9	16,9	13,5	13,8	7,9	12,6	12,3	15,6	6,5	30,6		
Építéstechnológia	beton híd	beton híd	beton híd	jármon betonozás után támasz-süllyesztés	egy. gerendákkal együttdolgozó pályalemez	jármonok a helyén épített	teljes km. beton + támasz-mozgatások	jármon épített acélszerkezetre járómbontás után szakaszosan betonozva	szereleltérről betonva	jármon építés		
Saru db / tengelytávolság [m]	2 db / 5,50 m	2 db / 5,50m	2 db / 3,90 m	4 db / 3,20 m	2 db / 5,00 m	2 db / 5,40 m	2 db / 8,60 m	2 x 2 db / 8,00 m	2 db / 8,70 m	2 db / 12,50 m		
Állandó hatások	2290	2480	2970	940	1360	1246	1800	700	1650	950		
Egyéb e-UT szerint	160	160	250	130	190	48	65	180	50	250		
Hasznos jármű teher	1380	1460	1370	840	500	1294	1050	950	1150	4200		
Teherbírási ¹	5700	6000	6700	2800	3000	3217	4000	2500	3800	7500		
1. km. 10 mm süllyesztése	2,8%	1,8%	2,8%	0,9%	0,6%	0,8%	0,2%	5,0%	-	3,7%		
2. km. 10 mm süllyesztése	6,6%	3,5%	5,7%	1,7%	1,4%	1,4%	0,4%	9,3%	-	6,3%		
1. km. 1 mm elcsavarása	12%	10%	27%	3,5%	0,2%	3,0%	0,1%	1,8%	0,3%	5,7%		
2. km. 1 mm elcsavarása	11%	9%	26%	0,9%	0,3%	3,1%	0,2%	2,1%	0,3%	5,5%		
Szélső saru imperfekció 1 mm	-	-	-	71%	-	-	-	-	-	-		
Közbenő saru imperfekció 1 mm	-	-	-	195%	-	-	-	-	-	-		
Állandó hatások	5740	7570	7850	1770	2810	5623	3800	4500	1650	11000		
Egyéb e-UT szerint	110	80	400	810	180	61	90	250	50	400		
Hasznos jármű teher	1840	2090	1950	1310	790	1951	1860	1950	1150	12100		
Teherbírási ¹	11600	14000	14800	5500	5400	9326	7000	8500	3800	30000		
1. km. 10 mm süllyesztése	2,6%	1,3%	2,0%	0,8%	0,7%	0,4%	0,2%	1,4%	-	0,5%		
2. km. 10 mm süllyesztése	7,7%	3,1%	4,4%	1,7%	1,8%	0,9%	0,4%	2,8%	-	1,0%		
1. km. 1 mm elcsavarása	4,4%	3,0%	10%	0,6%	0,2%	0,6%	0,1%	0,3%	0,3%	0,5%		
2. km. 1 mm elcsavarása	9,3%	5,7%	16%	8,3%	0,4%	0,6%	0,2%	0,6%	0,3%	0,8%		
Szélső saru imperfekció 1 mm	-	-	-	129%	-	-	-	-	-	-		
Közbenő saru imperfekció 1 mm	-	-	-	395%	-	-	-	-	-	-		

Megjegyzés: 1) A megadott értéket határteherkombinációból határoztuk meg. 2) Öszvérnek tekintettünk az előregyártott gerendákkal együttdolgozó monolit pályalemez hidakat is.

reakcióerő biztosítására. Ez komplex tervezési feladat, de nem érinti a végleges saruk erőtani viselkedését. A végleges saruerők szempontjából a kulcs a gyártási illetve a szerelési hídak és a tervezett hídak közti különbség. Ha a szerelt hídakat utólagos beavatkozással (erőhatással, határozatlanul megtámasztott szerkezetnél támaszmozgatással) nem módosítják, akkor káros saruerők nem keletkeznek. Ugyanakkor hangsúlyozzuk, hogy nagy csavarómerevségű hidak esetében kismértékű elhelyezési pontatlanság is nagy reakcióerő-eltérést okoz.

4. A PROBLÉMA JAVASOLT KEZELÉSE

A szerzők a fenti eredmények ismeretében az e-UT 07.03.11:2018 kiegészítését javasolták. A javasolt szöveget az előírás megfelelő fejezeteihez illetve teljes egészében közöljük.

4.1. Imperfekciók figyelembevétele

Új hidak saruit, és – amennyiben műszakilag reálisan megvalósítható – meglévő hidak újonnan beépítendő saruit, méretezni kell a felszerkezet feszültségmentes alak véletlen elcsavarodásának és a saruk pontatlan elhelyezésének hatására kialakuló többlet reakcióerőre.

Egyszerűsített számítás alkalmazása esetén az imperfekció¹ a következő összefüggéssel veendő fel: $5 \text{ mm} + 0,0005 \times L_s$, ahol L_s az azonos aléptímenyen fekvő szélső saruk tengelytávolsága [mm]. Az első tag a saruk magassági elhelyezésének potenciális pontatlansága a sarukörnyezet minden imperfekcióját is figyelembe véve. Az imperfekciót a vizsgált saru szempontjából legkedvezőtlenebb aléptímenyen kell felvenni. Az aléptímenyenkénti imperfekciók kombinálása és biztonsági tényezővel való szorzása nem szükséges, de az imperfekció az alapértékű tehercsoportosításban is figyelembe veendő.

A második tag a felszerkezet feszültségmentes alakja véletlen elcsavarodásának hatása. Ez a tag minden olyan híd esetén számításba veendő, ahol a felszerkezet szerelt elemekből készül, vagy mozgatással jut a helyére (kivétel pl. a végleges helyén betonozott híd).

A számításba vett imperfekció mértéke részletes vizsgálat keretében – a kidolgozott építéstechnológia függvényében – csökkenthető, de minimum 2 mm-es helyettesítő egyenlőtlen süllyedést minden esetben számításba kell venni. A részletes vizsgálatban a következő lehetőségeket célszerű figyelembe venni:

- A saruerők szerkezetípustól függő imperfekció-érzékenységének részletes elemzése.
- A saruzási technológiai tervekre vonatkozó határértékek kiviteli tervdokumentációban való rögzítése. A feléptímeny helyreállításának, a saruzás és a sarucsere technológiájának részletes kidolgozása a technológiai tervezési fázisban, különös tekintettel a támaszmozgatás sorrendjére. A kidolgozott technológia elemzése, és a reálisan teljesíthető egyenlőtlen mozgatási határérték meghatározása.
- A saruerők szempontjából kulcsfontosságú globális szerkezeti imperfekcióra vonatkozó szokásosnál szigorúbb határérték előírása kiviteli tervezési fázisban a számításban alkalmazott imperfekció értékével összhangban.

¹ A hatás felvehető úgy, hogy az egyik szélső sarun az egyenlőtlen támaszsüllyedés +50%-a, a másikon -50%-a jelenik meg. A két szélső saru között esetlegesen elhelyezkedő további saruk mozgatása lineáris interpolációval határozható meg.

- A kivitelező technológiai utasítást ír (ha van, a gyártáshoz és) a szereléshez, amelyben részletesen intézkedik a tervezett feszültségmentes hídak előállításához szükséges eljárásokról, az ellenőrzések rendjéről és módjáról, a tervben megadott tűrések betartásáról, az esetleg szükséges javítások módjairól, és a saruzásról.
- A feszültségmentes hídak felmérése helyreállítás előtt.
- A hídkeresztmetszetek mozgatásának folyamatos elektronikus mérése (emelési pontonként erő és elmozdulás) és dokumentálása a végleges saru(reakció) szempontjából releváns állapotokban. Egyéb intézkedés híján a számított sarureakciótól való 10%-os eltérés megengedett kedvezőtlen irányban a mozgatott és a szomszédos aléptímenyeken.
- Szükség esetén laboratóriumban kalibrált erőmérő szenzorral szerelt saruk alkalmazása; saruerő mérés a saru megterhelésekor. Nyomásmérés alapú saruerőmérő szenzor alkalmazása esetén elemzést kell végezni, hogy az adott híd esetén alkalmazott felfekvési viszonyok mellett milyen nyomás-erő összefüggés várható.

A hídak hibája egyenlőtlen támaszmozgatással csak a beavatkozásnak a saruerőkre és a saru tartósságára, illetve a felszerkezet igénybevételeire gyakorolt hatásának részletes elemzését követően korrigálható.

A saruk méretezésekor az állandó jellegű terheket a teherbírási határállapotra vonatkozó teherkombináció alkalmazásakor – egyéb szerkezeti elemektől eltérően – 1,35-ös biztonsági tényezővel kell figyelembe venni. Az intézkedés célja, hogy az MSZ EN 1337 szerint méretezett saruk megbízhatósági szintje (ezáltal tartóssága és teherbírása) a hatás és ellenállás oldalon összhangban legyen az MSZ EN szabványrendszerrel.

2.11.2 1. bekezdés után

A saruk elhelyezését, cseréjét olyan technológiával kell végezni, ami garantálja, hogy egyenlőtlen támaszmozgatás vagy dinamikus hatás miatt nem áll elő a terhek alapértékéből számított mértékadó saruerőt meghaladó saruerő. Az egymásra hatás miatt különös figyelemmel kell lenni nagy csavarómerevséggel rendelkező hidak azon saruira, ahol a szomszédos pilléreken fellépő reakcióerők között többszörös eltérés van.

2.11.2 4. bekezdés után

Csúszófelülettel készülő saruk beépítésekor minden olyan feltámaszkodási felületen, ahol nem két síkra munkált felület található, alkalmas anyagból készülő, teljes felületű felfekvést biztosító kenést vagy kiöntést kell alkalmazni. A felület a kitöltő anyag megszilárdulása után terhelhető.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők számos tipikus hídkialakítás esetére elemezték a hidak saruerőinek imperfekció-érzékenységét. A saruerőknek számítottól való eltérése elsősorban a szerkezet és a beépítés pontatlanságaiból adódik, pl. a tervezetthez képest elcsavart gyártási alak, pontatlan sarubeépítés, aléptímenyen belüli egyenlőtlen sarusüllyedés vagy saruzóna összenyomódás. Az imperfekciók „várható” nagysága függ a szerkezeti kialakítástól és az építéstechnológiától. Az imperfekció saruerőkre gyakorolt hatása ugyancsak jelentősen függ a szerkezet anyagától és kialakításától. Tipikus hídkialakítások elemzése nyomán a következő kockázati tényezőket emeljük ki:

- nagy csavarómerevségű hídkeresztmetszet,
- több elemből összeállított felszerkezet,

- mozgatással helyére juttatott felszerkezet,
- jelentősen eltérő szomszédos támaszközök,
- aléptímenyeként kettőnél több saru,
- jelentősen eltérő szomszédos támaszközök, illetve reakcióerők.

A saruerők tervezettől való jelentős eltérése a saruzóna és a saru károsodása mellett a saruk élettartamának drasztikus csökkenéséhez vezethet, hiszen a kopás szempontjából kulcsfontosságú üzemi teherszint nő meg jelentősen.

A tapasztalatok felhasználásával – a keresztirányú imperfekciók nagyságrendi becslésére alapozott – javaslatot fogalmaztunk meg az e-UT 07.03.11:2018 kiegészítésére. Nyitott keresztmetszetű hidak esetén az egyszerű számítás minimális tervezői többletmunkát és minimális többletreakciót eredményez. Zárt keresztmetszetű, nagy csavarómerességi hidak esetén javasolt a pontosított számítás alkalmazása. A gazdaságos végeredmény eléréséhez vasbeton szekrényhidak esetén várhatóan szükségessé válik a kérdéskör részletes vizsgálata, és a saruelhelyezés korábbinál pontosabb végrehajtása és ellenőrzése.

A szerzők reményüket fejezik ki, hogy az előírás módosítása segíti a jövőben az imperfekcióból származó – nehezen felderíthető – sarukárosodások elkerülését.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönjük a BME Hidak és Szerkezet Tanszék, a CÉH Zrt. és az Unitef 83 Zrt. hídadatok összegyűjtésében nyújtott segítségét Horváth Adriánnak és dr. Farkas Györgynek a lektori munkájukat.

7. HIVATKOZÁSOK

- e-UT 07.01.11:2011 Közúti hidak tervezése 1.
- e-UT 07.01.12:2011 Erőtani számítás. Közúti hidak tervezése 2.
- e-UT 07.01.13:2011 Acélhidak. Közúti hidak tervezése 3.
- e-UT 07.01.14:2011 Beton, vasbeton és feszített vasbeton hidak. Közúti hidak tervezése 4.

- e-UT 07.01.15:2011 Öszvérhidak. Közúti hidak tervezése 5.
- e-UT 07.03.11:2018 Közúti hidak sarui és dilatációs szerkezetei. MSZ EN 1337-1-11 Szerkezeti saruk MSZ EN 13670: 2010 Betonszerkezetek kivitelezése

Dr. Völgyi István okleveles építőmérnök (2002), betontechnológiai szakmérnök (2009), PhD (2011), a BME Hidak és Szerkezetek Tanszék egyetemi docense. Fő kutatási területek: vasbeton rúdszerkezetek nyírási viselkedése, vasbeton lemezek átszűrődési viselkedése, saruk szerkezeti viselkedése, tartószerkezeti monitoring. *Afib* Magyar Tagozat tagja.

Pusztai Pál okleveles építőmérnök (1998). Hídtervezői pályafutását a Hídépítő Zrt.-nél kezdte, ahol részt vett a Zalaötv-Bajánsenye vasúti feszített vasbeton híd tervezésében. 2000-tól a CÉH Zrt. munkatársaként részt vett az M6 autópályán egy szekrényes keresztmetszetű betolt híd tervezésében, az M31 autópálya hídjainak szakaszvetőként való tervezésében, az M0 Északi Duna híd (Megyeri híd) engedélyezési és kiviteli terveinek készítésében és Kalocsa-Paks térségében építendő új Duna-híd engedélyezési és ajánlati terveinek készítésében.

Dr. Kollár Dénes okleveles építőmérnök (2015), európai és nemzetközi hegesztőmérnök (2019), a BME Hidak és Szerkezetek Tanszék tudományos munkatársa. Fő kutatási területek: hegesztett szerkezetek vizsgálata, hegesztésszimuláció numerikus módszerrel, virtuális gyártás és virtuális kísérletek.

Dr. Kövesdi Balázs okleveles építőmérnök (2007), PhD (2010), a BME Hidak és Szerkezetek Tanszék egyetemi docense. Fő kutatási területei: acél és öszvérhidak stabilitása, fáradása, nagyszilárdságú acélszerkezetek hídépítési alkalmazása, acél kapcsolatok vizsgálata, numerikus modell alapú méretezési eljárások fejlesztése. A Magyar Acélszerkezeti Szövetség (MAGÉSZ) tagja, Európai Acélszerkezeti Szövetség (ECCS) TC8/TWG8.3 bizottságának titkára, több európai szabványosítási bizottság tagja: CEN/TC 250/SC3 / WG5, WG13, WG22.

IMPERFECTION SENSITIVITY OF BRIDGE REACTION FORCES AND THE PROPOSED MODIFICATION OF E-UT 07.03.11:2018 István Völgyi - Pál Pusztai - Dénes Kollár - Balázs Kövesdi

The purpose of the study is reviewing the circumstances of bridge constructions resulting in a significant increase of calculated probable reaction forces which can, without any treatment, lead to damages of structural bearings and the superstructure. Firstly, the aim of the authors is highlighting the importance of the problem for practicing professionals by analysing several typical structural configurations. Secondly, proposals are also made in order to avoid the related structural damages. The paper longs to assist in the application and interpretation of the technical directives of e-UT 07.03.11:2018 regulating the calculation of reaction forces.