

Nagyméretű acél hídszerkezetek mozgatásának kérdései és szerepe a természeti és épített környezet megóvásában

PhD értekezés téziszfüzete
v2.0

Szatmári Tibor

Pécsi Tudományegyetem
Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar
Breuer Marcell Doktori Iskola

Témavezető:

Dr. Iványi Miklós
egyetemi tanár

2012. február 23.



Pécsi Tudományegyetem
Pollack Mihály Műszaki Kar
Breuer Marcell
Doktori Iskola

1. Bevezetés

1.1 Áttekintés

A közelmúlt nagy hídépítési sikereit megvizsgálva, – külföldön és hazánkban egyaránt – arra a következtetésre juthatunk, hogy ezeket a lezajlott technológiai fejlesztések tették lehetővé. A technológia fejlődése azonban nem csak a csúcsteljesítményekben jelenik meg, az új hidak építése és a régi hidak felújítása a méretektől függetlenül is terepe az új technológiák használatának.

A technológia fejlődése mindkét területen megfigyelhető:

- a. az új, „nagyobb tudású” anyagok használatában,
- b. az acélszerkezetű hidaknál alkalmazott kapcsolási módszerekben (hegesztés), ill. öszvérhidaknál a monolit építés magasabb szintű „újra feltalálásában”,
- c. az egyben mozgatott szerkezeti elemek tömegének, kiterjedésének növekedésében,
- d. a tervezésnél alkalmazott számítási, szerkesztési módszerekben.

A dolgozatomban az *a.* és *b.* pontban érintett kérdésekkel nem kívánok részletesebben foglalkozni, mert az egy-egy másik szakterületre tartozik. A *c.* és *d.* pont alatt érintett területeket kívánom a továbbiakban részletesen vizsgálni.

Ha megnézzük, hogy melyek a fejlesztés legfontosabb indokai, mozgó rugói, azt találjuk, hogy ezek három területen jelentkeznek:

- a szorosan vett gazdasági előnyök (munka- és eszköz-ráfordítások csökkentése),
- az építési idő csökkentése,
- a környezetvédelem témakörében.

Mindhárom igény teljesítése megköveteli az egyben mozgatott hídrészek tömegének és terjedelmének növelését, miként azt – a nemzetközi tendenciákkal egybevágóan – a hazai hídépítésben is megfigyelhetjük.

A dolgozatom tárgya szempontjából a legfontosabb a mozgatási technológia és a környezeti hatások, az épített és a természetes környezet védelmének összefüggése.

1.2 A kutatómunka célkitűzése

Dolgozatomban célul tűzöm ki a mozgatási technológia eszközeinek és módszereinek bemutatását, közreműködésemmel megvalósított példák segítségével, bizonyítva hozzájárulásukat a meglévő, technikailag megtartható állapotú hidak további szolgálatának biztosításában.

Az új hidak építése és eközben a természetes környezet megóvása más tartalmú, de végrehajtásában hasonló mozgatás-technológiai feladatot jelent. Az új hidak építésénél a korszerű mozgatás-technológia feladata a már meglévő természeti és épített környezet lehetőség szerinti megóvása az építéssel járó károsító hatásoktól, hogy az új műtárgy minél kisebb károsítással illeszkedjék be a környezetébe.

Célul tűzöm ki a mozgatás-technológia környezetkímélő hatásának megvalósult példákon keresztül való bemutatását:

- a természeti környezet (ld. a Dunaújvárosi Duna-híd jobbparti ártéri hídja valamint a Millau-i völgyhíd építése) és
- az épített környezet, régészeti örökség (ld. Szebényi völgyhíd) védelmében.

A dolgozatomban meg fogom mutatni, hogy a megvalósított és bemutatott példák kivitelezése mögött

- a szerkezet és technológia tervezésének hatékony, számítástechnológián alapuló végrehajtása,
- a szerkezet és a technológiai berendezések nagyszilárdságú acélokat és az ehhez igazodó hegesztés-technológiát használó megvalósítása,
- a hidraulikus gépészeti rendszerek legfejlettebb elemeinek használata,
- az informatika és vezérléstechnika alkalmazása áll.

Hazánkban az utóbbi húsz évben a hídépítés területén a megvalósított szerkezetekben és megvalósításuk technológiájában egyaránt figyelemre méltó eredmények születtek. Dolgozatomban ezen eredményekből az acél és öszvérhidak területéről mutatok be néhány példát, amelyek létrejöttében személyesen is volt szerencsém közreműködni. A fejlődés állandó, az új feladatok új kihívást jelentenek és új megoldásokat generálnak. Remélem, hogy ezekhez a megoldásokhoz e dolgozattal szerény mértékű segítséget nyújthatok.

2. A kutatási feladat előzményei: a helyzet értékelése

Az acél és öszvérszerkezetű hidak mozgatási technológiájával kapcsolatos jelenlegi ismereteink alapvetően két nagy technológia-csoportba sorolhatóak: a betolás és a beúsztatás csoportjába.

2.1 Betolás

A betolós technológiát már viszonylag korán „feltalálták”, az egyik legelső, jól dokumentált eset a kanadai, Ontario állambeli Sudbury melletti French River hídja, ami a Canadian Pacific Railway számára épült, 1907 októberében. Később, a második világháborúban, a Normandiában partraszálló

szövetséges csapatoknak volt égető szüksége olyan hídra, amelyet a folyónak egyik (már elfoglalt) oldaláról lehet építeni, a másik (még ellenséges területen fekvő túlsó) part igénybevétele nélkül. Ezen igényeknek remekül megfelelt a kifejlesztője után Bailey Bridge-nek elnevezett moduláris hadihíd szerkezet. A XX. század végén világszerte 1000 körül járt a betolósos technológiával épült hidak száma. Ezek javarésze feszített vasbeton szerkezetű, ami nem véletlen, hiszen a tolás közben előforduló behatásokkal szemben a vasbeton szerkezetek érzékenysége lényegesen kisebb, mint az acél- vagy öszvérhidaké.

Ez utóbbiaknál a betolási technológia alkalmazása megkövetelte a lokális stabilitási problémák, a tolás közben fellépő ideiglenes igénybevételek támasztotta problémák kezelését. A kivitelezés eszközeinek ezekhez az adottságokhoz kell igazodniuk és ezért ezek alapvetően különböznek a vasbeton/feszített beton szerkezeteknél használatos eszközöktől.

2.2 Beúsztatás

Az igen nagy tömegű és terjedelmű szerkezetek vízszintes mozgatása úszóműveken (bárkákon) ősi – talán a hajózással egyidős – technológia. Egy korai, a technológia modern értelmezését jelentő alkalmazásra példa a kanadai második Québec Bridge (az első híd 1906-ban, építés közben összeomlott), amelynek építése során, 1916-ban, a 195 m fesz távolságú befüggesztett részt beúszatták, majd beemelték.

Sokszor fordul elő, hogy a beúsztatást és a betolást egymással kombinálva alkalmazzák, például Cigándon, vagy később Dunaújvárosban a beúsztatott elemeket még tengelyirányban is be kellett tolni.

A beúsztatásos technológiának három változata alakult ki:

- Fix magasságú állvánnyal, ballasztolással.
- Fix magasságú állvánnyal, hídra telepített emelő berendezéssel.
- Változtatható magasságú állvánnyal.

3. A kutatás módszere: esettanulmányok

A tudományos kutatás általános szabályai szerint kísérletek elvégzése eredményeként lehet következtetéseket levonni. Jelen esetben a kísérletek helyett valós építmények tanulmányozása után vonom le a tanulságokat. A 3. fejezetben tehát megépült hazai, illetve európai példák bemutatásával illusztráltam, hogy hol tart ma a gyakorlat, egyúttal alátámasztva a későbbi fejezetekben kifejtett következtetéseimet is. Az ismertetett hat híd építése közül háromban magam is részt vettem. A hat felsorolt példa:

- Millau-i völgyhíd
- Dunaújvárosi Duna-híd (Pentele híd) jobbpárti ártéri hídja
- Márkói völgyhíd építése
- Ráckevei Duna-híd rekonstrukciója
- Cigándi Tisza-híd építése
- Pozsonyi Starý most tervezett rekonstrukciója

4. Új tudományos eredmények

4.1 1. tézis

Megállapítottam, hogy a nagyméretű acélszerkezetek mozgatásával járó technológiájú hídépítések tervezési folyamata során új, átfogó tervezői szemléletre van szükség az építési technológia során bekövetkező változások miatt, mert

a statikai váz és a geometria többszöri változása, valamint a kiegészítő- és segéd szerkezetek tervezési igénye miatt a mozgatási technológia kiterjedtebb tervezést és számításokat igényel, mint magának a szerkezetnek a gyártási tervezése.

Bizonyítottam, hogy az így megjelenő tervezői munka-többlet anyagtakarékosabb és hatékonyabban építhető szerkezeteket eredményez, a tervezői többletmunka minden esetben többszörösen megtérül.

Kapcsolódó publikációim:

Szatmári Tibor: "Launching technology of the Márkó viaduct", EUROSTEEL 2011, 6TH European Conference on Steel and Composite Structures, Proceedings Volume B, pp. 1461-1466, Budapest, 2011

Szatmári István, Dr.; Satmári Tibor: „A 8. sz. főút Márkói völgyhídjának építése”, MAGÉSZ Acélszerkezetek, 2010/1, pp. 77-86, Budapest, 2010

Szatmári István, Dr.; Satmári Tibor: "New technology in composite bridge-building", Proc. 5th European Conference on Steel and Composite Structures (EUROSTEEL 2008), Vol. A, pp. 165-170, Graz, 2008

4.2 2. tézis

Megállapítottam, hogy a mozcgatás-technológia fejlődése és a jelenlegi technológiák létrehozása más mérnöki és tudományos ágazatoknak az elmúlt 20-30 évben látott fejlődése nélkül nem lett volna lehetséges. Ezért az építőmérnök legalább felhasználói szintű ismeretekkel kell, hogy rendelkezzen ezeken a területeken. E határterületek a következők:

- számítástechnika;
- anyagtechnológia;
- hidraulikus gépészet;
- vezérléstechnika.

Kapcsolódó publikációim:

Szalmári István, Dr.; Szalmári Tibor; Szalmári Gábor:
“Launching technology of erecting a steel girder bridge /right-bank flood-bridge of the Danube–bridge at Dunaújváros/”, Proc.6th International Conference on Bridges across the Danube 2007, pp. 289-302, Budapest, 2007

4.3 3. tézis

Megállapítottam, hogy a mozcgatás-technika fejlesztésének eredményeként az acél- és öszvérhídépítésben az elmúlt 50 évben

- az egyben mozcgatott tömeg az ötvenszeresére nőtt,
- a helyszíni élőmunka ezen időszak alatt a 0,1-szeresére,
- a kiépített energiaforrások kapacitása a korábbiak a 10-15%-ára, a helyszíni energia-felhasználás az 1-3%-ára csökkent.

Ezért a nagyméretű acélszerkezetek mozgatásának jelentősége a jövőben is emelkedni fog, mert egyre növekszik az igény az egyben mozgatott tömeg növelésére

- az új hidak növekvő átlagméretei, szigorúbb nyomvonal-kötöttségei, és
- az emelkedő hatékonyságból adódó gazdasági előnyök miatt.

Kapcsolódó publikációim:

Szatmári István, Dr.; Szatmári Tibor; Szatmári Gábor:
“Launching technology of erecting a steel girder bridge /right-bank flood-bridge of the Danube–bridge at Dunaújváros/”, Proc.6th International Conference on Bridges across the Danube 2007, pp. 289-302, Budapest, 2007

4.4 4. tézis

Megállapítottam, hogy a nagyméretű acélszerkezetek mozgatása segít a környezet védelmében és az épített környezet megtartásában, amennyiben:

- lehetővé teszi az építéskor-felújításkor keletkező környezetterhelés lokalizálását, mérséklését, megszüntetését a helyszíni élőmunka és energia felhasználás radikális csökkentésével;
- lehetőséget biztosít az építés környezetében a már ott található építmények károsodás nélküli megőrzésére;
- a funkcionálisan amortizálódott szerkezetek felújításának illetve újrahasznosításának már nincs műszaki akadálya, amennyiben azok új funkciója gazdaságilag indokolható.

Kapcsolódó publikációim:

Szatmári Tibor: "Two identical bridges - two different ways of revitalization", 7th International Conference on Bridges across the Danube, Proceedings, pp. 311-320, Sofia, 2010

Szatmári Tibor: "Eliminating the adverse effects of overweight transports to our bridges – an example", Pollack Periodica 2012 vol.7, No. 2, Pécs, 2012 (megjelenés alatt)

Szatmári Tibor: "Movement technology of the Starý most in Bratislava", Phd-DLA konferencia, Pécs, 2011

Szatmári Tibor: "Development of the erection technology of steel and composite bridges in Hungary", Pollack Periodica 2012 vol.7, No. 1, Pécs, 2012 (megjelenés alatt)

5. A téma továbbfejlesztésének céljai és lehetőségei

A dolgozatban tárgyalt mozzgatási technológiák fejlődése, fejlesztése nem áll meg. A fejlesztés ma is látható fő iránya az alkalmazott berendezések mozzgatási lehetőségeinek bővítése. Növekszik az igény az út- és a hídtervezők részéről az eddigieknél bonyolultabb alakú hidak tervezésére: a hídon szükség lehet a nyomvonal jellegének váltására (egyenes, átmeneti ív, körív), indokolt lehet a változó magasságú (kiékelt) gerendák, vagy a hossz-szelvény különleges alakjának alkalmazása. A mozzgatási technológiának a jövőben képesnek kell lennie ezeknek az igényeknek a kielégítésére, ami az alkalmazandó berendezésekkel szemben a térbeli mozzgatás követelményét támasztja. A megvalósítás a szerkezetépítő, gépész és villamos-informatikus mérnökök eredményes együttműködését feltételezi. Remélem, hogy lehetőségem lesz e folyamatban továbbra is tevőleges szerepet játszani.

