

A RECCS 2016 TAPASZTALATAI

THE EXPERIENCE OF THE RECCS 2016

Gobesz Ferdinánd-Zsongor

*Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, Tartószerkezetmechanikai Tanszék,
Cím: 400020 Románia, Kolozsvár, C. Daicoviciu (Bástya) u. 15; Telefon: +40-246-
401351, go@mecon.utcluj.ro*

Abstract

The third year students of the Civil Engineering Faculty from Cluj-Napoca participated with two teams at the „RECCS 2016 – World Championship in Spaghetti Bridge Building” organized by the Óbuda University, winning the first and the third place in the Bridge category. Comparing the measurements of the break tests with our structural analysis, it turned out that, during the design of such rigid and fragile structures, paying attention to get smaller deformations is more important than checking internal forces.

Keywords: spaghetti bridge, competition, engineering education.

Összefoglalás

A kolozsvári Építőmérnöki Kar harmadéves hallgatói két csapattal vettek részt az Óbudai Egyetem által szervezett „RECCS 2016 – tésztahídépítő világbajnokság”-on, első és harmadik helyet szerezve a híd kategóriában. A töréspróbák méréseit és a számításainkat összevetve kiderült, hogy e merév és törékeny alkotások tervezésénél fontosabb a minél kisebb alak változásra, mint az erők játékára figyelni.

Kulcsszavak: tésztahíd, verseny, mérnöki oktatás.

1. Bevezetés

A RECCS egy igen rangos és népszerű magyarországi tésztahídépítő verseny, melyet 2005-ben hirdettek meg először „RECCS 2005 – Kárpát Medencei Tésztahíd Építő Verseny”-ként, majd 2010-ben „Közép Európai Tésztahíd Építő Verseny” lett [1]. A kezdetei az Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Kar vetélkedőjéhez kötődnek, melybe 2004-ben a Bánki Dónát Gépész és Biztonságttechnikai Mérnöki Kar (akkor még Bánki Dónát Műszaki Főiskola) hallgatói is bekapcsolódtak. Eredményeiken felbuzdulva, nagy lelkesedéssel indították 2005-ben a RECCS-et, melyen eleinte négy

ország hallgatói vettek részt (Magyarország, Románia, Szlovákia és Szerbia), majd 2010-ben Olaszországból és Iránból is érkeztek résztvevők. A RECCS 2011-ben az Óbudai Egyetem által szervezett „Tésztahíd Építő Világbajnokság”-gá nőtte ki magát, melyen már 9 ország (Irán, Lettország, Magyarország, Németország, Olaszország, Portugália, Románia, Szerbia és Szlovákia) több egyetemének és főiskolájának a csapatai vettek részt [1]. Immár 2 kategóriában (híd meg tartó) folyt a verseny a teherbírás tekintetében, de innovációs meg esztétikai díjakat is osztottak. A Kolozsvári Műszaki Egyetem építőmérnök hallgatói is ez alkalommal vettek részt először a RECCS-en,

azóta rendszeresen jelen voltak, és a sorozatosan évente megrendezett világbajnokságokon gyűjtött tapasztalatok bizonyítékként egyre jobb eredményeket értek el.

A térsztahidépítésnek kevésbé ismert, de szép és gazdag hagyománya van világszerte, Kanadától Ausztráliáig [2]. Nem tudni pontosan, hogy mikor és hol kezdtek el ilyen szerkezeteket építeni (egyes feltételezések szerint az 1960-as évek végén Angliában), de az első komoly verseny a kanadai Okanagan College nevéhez fűződik. 1983-ban hirdették meg az első ilyen nyitott mérnökhallgatói vetélkedőt, majd 1988-ban vezették be a nehézsúlyú osztályt, megkülönböztetve a térsztastrkezeteket méreteik (és teherbíró képességük) alapján.

A RECCS is e nehézsúlyú osztály jellemzői alapján alakította ki a versenyszabályzatát (röviden: 1000 mm-es távolság a feltámasztási pontok között, 600 mm-ig engedett magasság és 130 mm-ig engedett szélesség, illetve 1000 g maximális ösztömeg), különbséget téve a futófelülettel rendelkező hidak meg a futófelület nélküli tartók között [1]. A töréspróbák során a száraztésztaból és ragasztóból készített szerkezeteket középen lefelé húzó növekvő erőnek vetik alá, folyamatosan mérve a terhelést és a függőleges elmozdulást. A végső teherbírást az összeroppanás előtti pillanatban rögzített erő értéke adja, ennek alapján jutnak helyezéshez a versenyző csapatok.

A Kolozsvári Műszaki Egyetem csapatai az Építőmérnöki Kar hallgatói közül verbuválódnak. A világbajnokságon való részvételhez át kell esniük legalább egy helyi versenyen. A 2016 tavaszán rendezett kari vetélkedőkre eleinte 7 csapat iratkozott fel, de a végén csupán 2 csapat bizonyított (a harmadéves hallgatókból álló „Kamikaze” és „Musztáng”), mindkettő túlszárnyalva a 410 kg-erő (402 daN) küszöbét a végső teherbírást tekintetében.

A térsztahidépítés folyamata mérnöki feladatként van kezelve. A kezdeti elképzelés

után (aminek a verseny szabályzatából eredő méretek és tömegkorlát meg a különféle térsztafajták mechanikai jellemzői adják az alapját) szerkezeti modellezés és számítás következik. Amikor megfelelőnek tartja a modell jellemzőit és viselkedését a csapat, akkor sablonok és segédeszközök tervezése következik. Ezt követi a szükséges anyagok beszerzése, selejtezése, majd kezdődhet az építés.

Eddigi tapasztalataink szerint a pontos és gondos kivitelezés fontosabbnak bizonyult a modellezésnél meg a szerkezeti számításnál. Előző években folytatott sorozatos kísérletek után a húzott elemekhez spagettit, a nyomottakhoz pedig rövidre vágott és csiszolt pennéket használnak, ezek átlagos teherbírási jellemzői az alábbi táblázatokban vannak röviden feltüntetve.

1. táblázat. Szakításra mért értékek átlagai a spagettiszálak esetében [3]

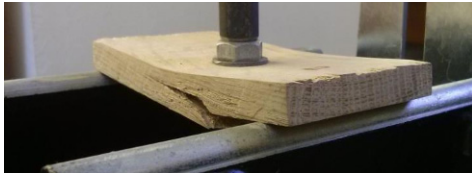
Spagettiszál	Hossz [mm]	Erő [N]
1	150	40-60
1	470	50
2	460	90
4	480	150
6	485	230
9	450	390
12	460	500

2. táblázat. Nyomásra mért értékek átlagai a toldott pennedarabok esetében [3]

Pennetoldás	Hossz [mm]	Erő [N]
2	50	-1600
4	95	-1200
6	125	-900
6	165	-600

A térsztahidak egyik fontos része a terhelőelem, mely egy 100×50×10 mm-es falemezből áll (**1. ábra**), melynek a közepén 9 mm-es furatban 8 mm-es szemes csavar van,

alátéttel és csavaranyával rögzítve. A megfelelő fafajta kiválasztásához szintén sok kísérlet vezetett. Szemléltetésként csupán háromféle falap jellemzőit összegeztük a **3. táblázat**ba. Nyilvánvaló, hogy a három közül az akác a legerősebb (és a legrugalmasabb), de nem szabad figyelmen kívül hagyni a rostok irányát a falapokban.



1. ábra. Egy terhelőelem töréspróbája [4].

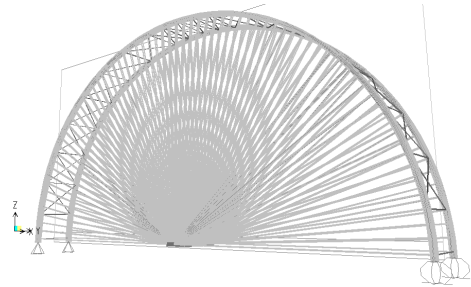
3. táblázat. Hajlítási eredmények a fa terhelőelemek töréspróbáiból [4]

Fafajta	Lehajlás [mm]	Erő [N]
Lucfenyő	6,90	1684
Bükk	7,45	2985
Akác	13,00	5678

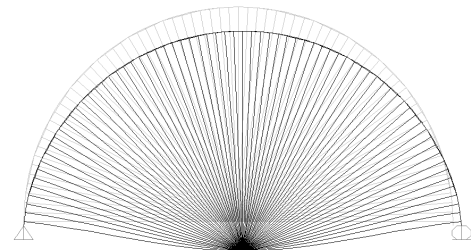
2. Előzetes számítások, tervezés és tesztelés

A szabályszerűen elkészített szerkezetek számítási modelljeinek statikai vizsgálata diszkrét központi húzóerőkre történt, külön-külön: 450, 500, 550, majd 600 kg-erőre (mivel a híd kategóriában 570,3 kg-erő, a terő kategóriában pedig 578,2 kg-erő jelent világcsúcsot eddig [1]). A helyi selejtezőkre tervezett téstahidak elméleti vizsgálatát a **2. és 3. ábra** meg a **4. táblázat** szemlélteti.

Mivel a ragasztott csomópontok és a terhelőelem (falap) anyagának a modellezése végtelen-merevként történt, nem volt eltérés a lineáris rugalmas meg a geometriailag nem lineáris (nagy elmozdulásokat figyelembe vevő) szerkezeti vizsgálat eredményei között.



2. ábra. A helyi versenyre tervezett szerkezetek számítógépes modellje térbeli nézetben



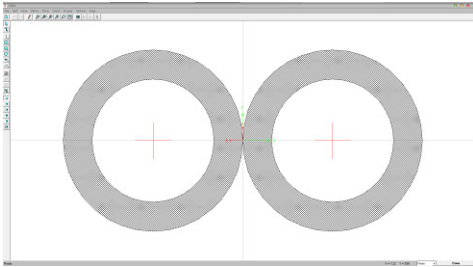
3. ábra. A téstahíd szerkezeti modelljének az alakváltozása központi húzásra

4. táblázat. A két azonos téstahíd számítási eredményei, soronként az említett húzóerőkre. A kihasználtság %-ban értendő.

Bekötők [daN]	Ívek [kN]	Süllyedés [mm]	Kihhasználtság	
			Bekötők	Ívek
Terhelés [kg-erő]: 450				
5,01	- 1,11	9,08	55,7	61,7
Terhelés [kg-erő]: 500				
5,56	- 1,23	10,08	61,8	68,3
Terhelés [kg-erő]: 550				
6,11	- 1,35	11,09	67,9	75,0
Terhelés [kg-erő]: 600				
6,67	- 1,47	12,10	74,1	81,7

A páros spagettikból készült bekötők szakítóértékeként az **1. táblázat** 3. sorában található 90 N értéket, a párosan illesztett pennékből készített íveknél (**4. ábra**) pedig a **2. táblázat** 3. sorában látható 900 N nyo-

más kétszeresét vettük számításba a kihasználtságághányad megállapításánál.



4. ábra. A párosan illesztett pennékből tervezett ívek metszeti modellezése

A 4. táblázatban látható adatokból úgy tűnik, hogy a számított modell még nagyobb terhelést is bírna, hiszen 600 kg-erő esetén a szerkezet alkotóelemei 75–80%-ban érnék el a végső teherbírásukat. Az alakváltozások mérete viszont intő jel, hiszen a ragasztott száraztészta ridegen viselkedik, kevésbé tűri a hajlítást.

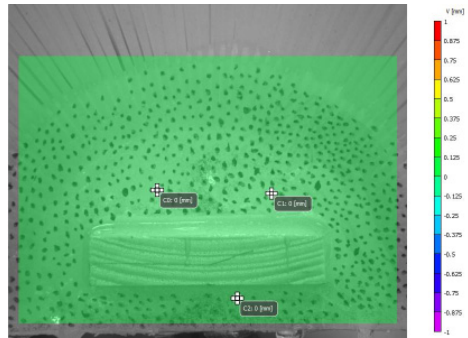
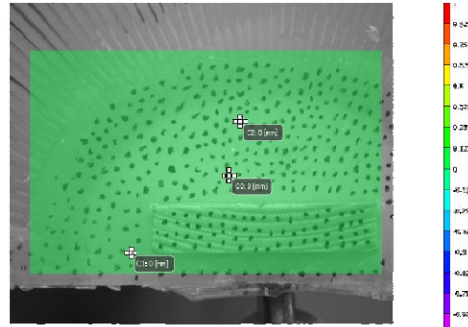


5. ábra. Kép a helyi selejtezőről, a használt berendezésekkel (törőállvány és mérőműszerek)

A gyakorlati töréspróbákra a fenti megfontolásokból elmozdulásmérő rendszert is alkalmaztunk (egy 75 mm-es Pentax lenséjű, 2448×2048-as felbontású, másodpercenként 75 keretet rögzítő Sony IMX250-es kamerával, amit egy VIC-2D digitális képkorrelációs mérőrendszerhez csatlakoztatunk), mint az 5. és 6. ábra szemlélteti.

A két csapat azonos geometriájú (a 2. ábrán látható) szerkezetekkel jelentkezett,

így a teherbírásbeli különbség csupán a kivitelezési pontatlanságokból adódhatott.



6. ábra. A digitális képkorrelációs rendszerhez szükséges pontok kijelölése (az elmozdulások kiszámításához) a két híd terhelőeleménél

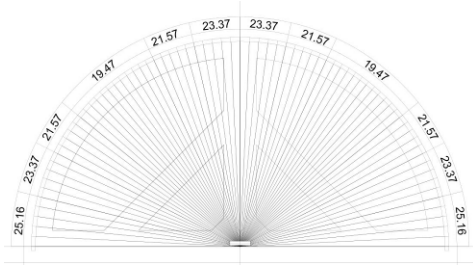
Az elmozdulásmérő rendszer alkalmazása nagyon szerencsésnek bizonyult, mert – bár a törőállványunk húzórendszere 800 kg-erő feletti terhelésre volt kivitelezve – 410 kg-erőnél lefagyott a húzórendszer, mindkét alkalommal. Így az esetleges balesetek elkerülése végett várjunk kellett, amíg a tésztahidak szétroppantak.

A végső teherbírást utólag, mindkét esetben, 440 kg-erő körüli értékre becsültük az elmozdulásmérő berendezés által rögzített adatok kiértékelése alapján.

3. Megméréstetés a RECCS-en

A RECCS 2016-ra e két csapattal jelentkeztünk. A „Musztáng” ugyanolyan geometriájú szerkezettel indult, mint ami-

lyent a helyi vetélkedőre épített, míg a „Kamikaze” egy áttervezett geometriájú téstahiddal (7. ábra) próbálkozott.



7. ábra. A „Kamikaze” csapat által használt új sablon, váltakozó küllőkiosztással

5. táblázat. Az újabb híd számítási eredményei, soronként a feltüntetett terhelésre. A kihasználtság itt is %-ban értendő

Bekötők [daN]	Ívek [kN]	Süllyedés [mm]	Kihhasználtság	
			Bekötők	Ívek
Terhelés [kg-erő]:		450		
5,34	-1,11	8,99	59,3	64,7
Terhelés [kg-erő]:		500		
5,93	-1,23	9,98	65,9	68,3
Terhelés [kg-erő]:		550		
6,52	-1,35	10,98	72,4	75,0
Terhelés [kg-erő]:		600		
7,12	-1,47	11,98	79,1	81,7

A 4. és 5. táblázat értékeiből észlelhető, hogy a változatos küllőkiosztás nem okoz számottevő eltérést a bekötők meg az ívek igénybevételeiben (bár az új híd esetében a bekötők meg az ívek kihasználtság hányada közelebb került egymáshoz). Az ívekben szinte azonos nyomás keletkezik, olyannyira, hogy KN -ban kifejezve azonosak az értékek, de a terhelési pont úthossza az újabb modellnél csökkent (mind az 5 erő értékére).

Mindkét hidat Budapesten, az Óbudai Egyetem által rendelkezésre bocsátott munkahelyiségben építették meg a csapatok 5 nap leforgása alatt.



8. ábra. Téstahidak építése a munkahelyiségben

A 2016-os világbajnokságon hét ország (Bulgária, Irán, Lettország, Litvánia, Magyarország, Románia és Törökország) felsőoktatási intézményeiből érkezett csapatok vettek részt. A szervezők az előzetes elbírálás után 6 híd és 10 tartó nevezését fogadták el.



9. ábra. Verseny közben szétrobbanó tartó [1]

A legjobb eredményt a lettországi Rigai Műszaki Egyetem „Stiks 7” csapata (Lubgans Lauris, Lodītis Lauris és Zeps Kristaps) érte el 468,8 kg -erővel a tartó kategóriában. A harmadik helyet is ők szereztek meg, míg a második helyen az Óbudai Egyetem csapata végzett [1].

A híd kategóriában a kolozsvári „Kamikaze” csapat (Zajzon Csaba, Szász Gábor, Ambrus Lénárd és Bálint Róbert) lett a nyertes 455,3 kg -erő végső teherbírásával, második helyen a törökországi Atatürk Egyetem csapata végzett, míg a szintén kolozsvári „Musztáng” csapat (Veres Le-

vente, Balázs Levente, Takács Edmond és Kiss Tekla) 430,9 kg-erővel érdemelte ki a harmadik helyet [1].



10. ábra. Csoportkép a RECCS 2016 díjazott csapataival (fehér trikóban középen a rigai „Stiks 7” csapat, jobboldalt pedig a kolozsvári „Musztáng” és „Kamikaze” csapat látható).

4. Következtetések

A RECCS honlaprendszerén [1] közzétett adatok szerint a nyertes „Kamikaze” csapat hidjánál a terhelési pont gyakorlatilag 9-10 mm-nyi utat tett meg a vonólánc megfeszülésétől a tésztahid szétroppanásáig, míg a „Musztáng” csapat hidjánál ez valamivel kevesebb, 8-9 mm körüli érték volt. Kolozsvárra visszatérve újrazivizgáltuk a két szerkezet modelljét, hogy értékelni tudjuk a kivitelezések pontosságát és a megépített tésztahidak viselkedését a RECCS-en elért eredmények tükrében.

A „Kamikaze” csapat hídja 455,3 kg-erő terhelésre 9,09 mm lehajlást eredményezett (a maximális erők értéke 1119,7 N nyomás volt az ívekben és 54,04 N húzás a bekötőkben). A „Musztáng” csapat hídja 403,9 kg-erő terhelésre 8,69 mm lehajlást eredményezett (a maximális erők értéke 1059,6 N nyomás volt az ívekben és 47,92 N húzás a bekötőkben). Ezek az értékek igazolták, hogy a szerkezeti modellek statikai vizsgálatánál a lineáris rugalmas számítás megfelelő, nem érdemes másodfokú geometriai vagy fizikai modellekkel komplikálni. Másrészt azt is igazolták (amit egyébként a

szerkezetek építésekor is tapasztaltam és kifogásoltam), hogy a hallgatóink nem ügyeltek kellőképpen a kivitelezés pontosságára, ugyanis az íveket alkotó részek a „Kamikaze” csapat esetében 65% körüli kihasználtságnál, a „Musztáng” csapat esetében pedig 60% alatti kihasználtságnál roppantak szét.

A RECCS 2016-on tapasztalt és mért értékek, majd az itthon újraszámított szerkezeti modellek vizsgálata azt is alátámasztotta, hogy a tésztahidak tervezésénél érdeme-
sebb az alakváltozásra figyelni, mint az alkotóelemek végfeszültségeire. A szerkezeti geometria függvényében változik a terhelési pont útjának a hossza, ezért érdemes olyan alakváltozásokat keresni, amelyeknél ugyanakkora teherre minimális lesz ez az elmozdulás.

A legfontosabb dolog talán nem is a számítási eljárás vagy az elért eredmény, hanem az, hogy különböző országok felsőfokú intézményeinek a hallgatói megismerhetik egymást, összemérhetik az alkalmazott tudásuk szintjét, ügyességüket, és önbizalmat meg nemzetközi elismerést nyernek hála az Óbudai Egyetem által szervezett világbajnokságnak.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] RECCS 2017 – Tésztahid építő világbajnokság, <http://reccs.uni-obuda.hu/hu/> (hozzáférés ideje: 2016.11.03), Óbudai Egyetem, Budapest, Magyarország.
- [2] A wikipédia szerzői: *Spaghetti bridge*, https://en.wikipedia.org/wiki/Spaghetti_bridge (hozzáférés ideje: 2016.11.03).
- [3] Bíró Cs., Hadi Sz., Kádár Gy., Kis A., Péntek M.: *Szerkezet-modellezés száraztésztaból*. 13. E-MTDK (Temesvár, 2011. április 8–10.), Orizonturi Universitare kiadó, Temesvár, Románia, 2011.
- [4] Bartalis Sz., Bárdi Z., Geréb A.: *Száraztésztaból épült hid modellezése*. 16. E-MTDK (Temesvár, 2015. május 15–17.), U.P.T., Temesvár, Románia, 2015.