

TÉSZTAHIDAK

PASTA BRIDGES

Gobesz Ferdinánd-Zsongor

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

Abstract

Spaghetti bridge building may seem a playful activity, but it is a major engineering task if it is properly conducted. The adventure and success experiences coupled with professional recognition have a great charm on young students, encouraging their thirst of knowledge and developing their research propensity, showing that training through game can be effective in engineering education to.

Keywords: Engineering education, competition, spaghetti bridge

Összefoglalás

Játékos foglalatosságnak tűnhet, de a tésztahidépítés komoly mérnöki feladat, ha szakszerűen végzik. A kaland és a siker élménye szakmai elismeréssel párosulva nagy vonzerőt gyakorol a fiatal hallgatókra, szítja a tudásszomjukat, és fejleszti a kutatási hajlamukat, igazolva, hogy a játékon keresztüli oktatás a mérnöki képzésben is eredményesen alkalmazható.

Kulcsszavak: mérnöki oktatás, verseny, tésztahid

1. Bevezetés

Első ránézésre talán furcsának és komolytalannak tűnhet a cím. Ugyan mi köze lehet a tésztahidnak a hidakhoz, ki épít tésztahidat és miért? Mi köze lenne ilyesminek a tudományhoz? Ezekre és hasonló kérdésekre fog válaszokat lelteni az, akinek e cikk felkeltette az érdeklődését.

Építőmérnökként és egyetemi oktatóként nyilvánvaló számomra a szakmai gyakorlat szükségessége és fontossága. Hiába komoly az elméleti háttére egy szakembernek, ha nem tudja tudását alkalmazni. A bolognai folyamatból eredő egyetemi mérnöki oktatás átalakulása folytán a szakmai gyakorlat eléggé felhígult az építőmérnöki

képzésben, de fontosabb szerepet kapott a kutatás. A szakmai gyakorlat háttérbe kerülése, illetve minőségi romlása javarészt az építőipar rendszerváltás utáni hanyatlásával függ leginkább össze. Másfelől az egyetemi oktatás és a társadalom fejlődésével, alakulásával egyre több intézményben, egyre változatosabb szakterületeken kínálnak képzést, ezért az egyetemek kénytelenek versenyezni a hallgatókért.

Ilyen megfontolásokból merült fel az a kérdés, hogy építőtelepek híján miként lehetne alkalmazni a hallgatók elméleti tudását a gyakorlatban, és hogyan lehetne ezt oly mértékben vonzóvá tenni, hogy a karunk előnyt élvezhessen és keresettebbé váljon a potenciális hallgatóink számára,

másfelől pedig a hallgatóink kényszer nélkül legyenek ösztönözve a tudásszerzésre, a tanulásra és a kutatásra. Egy lehetséges válasz erre az olyan tudományos vetélkedők szervezése, amelyek lehetőséget nyújtanak a fiatalok által igényelt kaland meg sikerélmény élvezetéhez úgy, hogy kutatást meg gyakorlati tudás alkalmazást feltételezzenek.

Számos tudományos vetélkedő létezik mind egyetemi hallgatók [1], mind iskolai tanulók számára. A kolozsvári Építőmérnöki Karon három nemzetközi vetélkedőn való részvételnek alakult ki mára a hagyománya. Az első, az óbudai RECCS (tészta-hídépítő bajnokság) volt, amin egyéves felkészülés után 2011 májusában sikerült résztvennünk először (ekkor vált világbajnoksággá), és esztétikai, innovációs, illetve „Gyermelyi” különdíjakkal tértünk haza. A második, az amerikai EERI (*Earthquake Engineering Research Institute*) évente sorra kerülő konferenciája mellett szervezett SDC (*Seismic Design Competition*) volt, amin 2011 őszén vettünk első ízben részt, majd miután 2013-ban 3. helyezést értünk el, 2014-ben és 2015-ben elsőkké lettünk. A harmadik, a rácskévei Duna-ágon szervezett „Mapei” beton-kenu kupa, amin Balázs György tanár úr (akkori FIB elnök) jóvoltából sikerült egy hallgatóknak részt vennie a BME csapatában, majd az elkövetkező három évben már saját (kolozsvári) csapatokkal jelentkeztünk.

2. Tésztahídépítő versenyek

Számos tésztahídépítő verseny létezik szerte a világon, különféle szabályokkal és változatos eredményekkel. Eleinte esztétikai, művészi jellegű építészeti vetélkedők voltak, majd a teherbírás került előtérbe. Ausztráliától Kanadáig oly sok országban szerveznek ilyen versenyeket, hogy szinte lehetetlen mindegyiket számba venni (jó példa erre [2], ahol csak néhány szerepel a sokból). Van, ahol csak a teherbírást mérik,

de van ahol az esztétika és a szerkezeti megoldás is díjazásra kerül.

Romániában két ilyen ismert vetélkedő létezik, az egyiket a jászvásári Műszaki Egyetem Építőmérnöki és Épületgépészeti Karán szervezik, május első felében általában. Ezen a vetélkedőn első nap terveznek, második nap építenek, majd harmadik napon tesztelik a szerkezetek teherbírását (**1. ábra**). Teherbírás mellett az esztétikát és a magasságot is elbírálják, de csakis a szervezők által rendelkezésre bocsátott anyagokból lehet építeni [3]. A másik vetélkedő a kolozsvári Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán kerül megrendezésre, általában a tavasszal, az óbudai Reccs előtt egy hónappal. Ezen a vetélkedőn bármilyen kereskedelembe kapható tésztafélét lehet használni, szabályzata az óbudai versenyt követi [4], és csupán a teherbírást mérjük (**2. ábra**).



1. ábra. Kép a jászvásári versenyről [3]



2. ábra. Kép a kolozsvári vetélkedőről

Teherbírás szempontjából az iráni versenyek tűnnek a legerősebbeknek (a száraz éghajlat előnyösen befolyásolja a tésztafélék teherbíró képességét), de nincs elég információnk a szabályzatokról és az alkalmazott terhelési módokról. Az [5] szerint az idei február 22–26. között zajlott versenyükön egy Bandar Abbas-beli csapat tésztahidja 750 kg-os terhelésre tört össze.



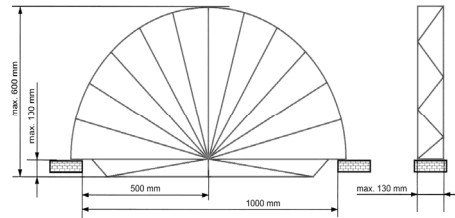
3. ábra. Iráni vetéledő, 2011-ben [6]

Mivel a rangosabb tésztahidépítő versenyek közül az óbudai bajnokság színhelye állt 2010-ben legközelebb a városunkhoz, és mert az ottani eredmények kemény ellenfeleket ígértek, ezt választottuk első nemzetközi megmérettetésünkre. Azóta rendszeresen részt veszünk rajta évente, dícséretes eredményekkel. A hallgatóink nemzetközi megmérettetése nemcsak nekünk, oktatóknak fontos, hanem a hallgatóinknak is, hiszen így kaphatnak igazi önbizalmat, látva, mit ér amit tudnak. Míg első versenyein csak ritkán értünk el 200 kg feletti törési értékeket az 1 t-ra „tervezett” szerkezeteinkkel, ma már gyakoriak a 400 kg feletti törési értékeink 7-800 kg-os teherbírársra tervezett tésztahidakkal.

3. Hogyan készül egy tésztahid

Az első lépés a csapat összeállítása. Nem elég, hogy jól egyezzenek a csapattagok, jól ismerjék egymás készségeit, el kell fogadnuk egyikük szervező-vezető szerepét.

Ha összeállt egy csapat, akkor tanácskozással kezdjük az elméleti felkészülést: mit, honnan és hogyan lehet beszerezni. Nemcsak tészta, ragasztóra van szükség, hanem kisebb-nagyobb eszközökre (vágáshoz csiszoláshoz, illesztéshez és ragasztáshoz, stb.). A hallgatók választják a szerkezet alakját a szabályzatban korlátozott méretek szerint, majd ellenőrzik, hogy ne lépje túl az előírt tömeget. Ezután következik a szerkezeti modell előméretezése.



4. ábra. A szerkezeti méretek korlátai [7]

Az anyagjellemzőket mérhetik maguk, vagy alkalmazhatják az előttük dolgozott csapatok adatait. A ragasztókat több hőmérsékleten és több keverési arányban is ajánlott tesztelniük. Minden mérést, számítást le kell jegyezniük és lehetőségükhöz mérten ellenőrizni, majd magyarázniuk is illik.



5. ábra. Próbatestek készítése az anyagjellemzők megállapításához [8]

Ez a tevékenység szilárdságtani gyakorlatként is felfogható [9]. Mivel az adatok mások számára is hasznosak lehetnek, bátorítjuk a hallgatók kutatási eredményeinek a közzétételét, publikálását.

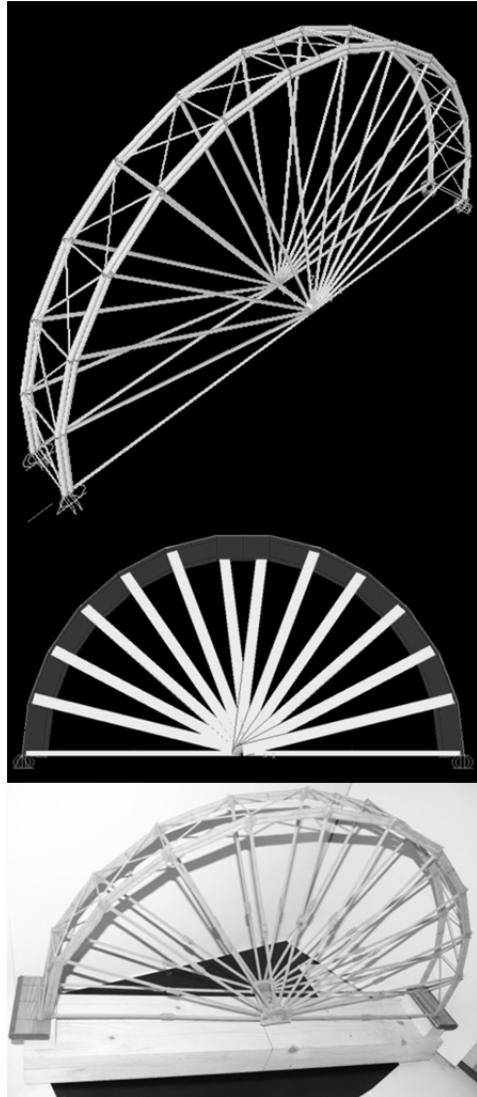


6. ábra. Szilárdságtani próbák [8]

Az elképzelt szerkezeti modellt ezek után számítógépen modellezve vizsgálják erőtani szempontból és elmozdulások, kihajlások szerint [8], [10].

Az építéshez előbb sablonokat és rögzítő rendszereket kell készíteni. Ezek elkészítése és gyakorlati kialakítása is sokszor bonyolult feladat. Fontos a pontos illesztés (és ragasztás), ezért a kiválókatott és méretekre szabott tészadarabokat csiszolni is ajánlott illesztés előtt. Nagyon óvni kell a nedvességtől (párától, izzadságtól) a tészaszálakat, a ragasztót pedig kézi előkészítés esetén apróbb adagokban ajánlott keverni, hogy minél egyenletesebb tapadás alakuljon ki.

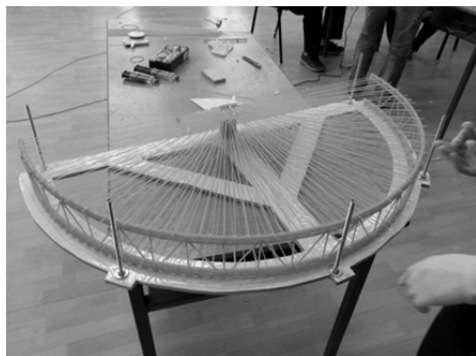
Az építési folyamat alatt a munkavédelem is fontos, nemcsak azért mert villamos gépek (kis körfűrész, csiszológép, porszívó stb.) kerülnek használatra, hanem azért is, mert a keletkező portól meg illanó vegyületektől óvni kell a szemet, a légzőszerveket és a bőrt.



7. ábra. Virtuális statikai modell (fent) és az egyszerűbb erőtani számítás eredménye (középen), majd a megépített tésztahid (alul) [8].

A megépített szerkezeteket óvni kell a nedvességtől meg az ütésektől, erősebb rázkódástól, ezért megfelelő védődobozokat kell készíteni a tésztahidak számára úgy, hogy tárolásra és szállításra is alkalmasak legyenek. Tapasztalataink szerint hosszabb

távú járműves szállítás esetén akár 100-110 kg-mal is csökkenhet a szerkezet törési határa a folyamatos rezgések miatt kialakuló aprócska repedések meg az anyagok fáradása miatt.

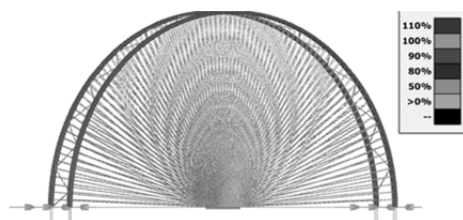


8. ábra. Rögzítő sablonba szerelt épülő híd

Mivel a tésztafélék szerkezeti viselkedése hasonló a nagyfeszültségű betonkéhoz (sokkal jobban bírják a nyomást, mint a húzást, hajlításra érzékenyek, és robbanás-szerűen törnek), azért olyan geometriai alakot kell kialakítani, mely a lehető legkisebb elmozdulásokkal képes a terhet elosztani a szerkezet elemeiben a törés pillanatáig. Ez magyarázza a körívhez közelítő felső talpak vastagságát és a húzott küllők sokaságát. Minél több küllő feszül meg a terhelés során, annál egyenletesebben alakul nyomássá a felső ívekben a feszültség, és annál jobban kerül kihasználásra az alkotóelemek anyaga (9. ábra).

A tervezés során nem árt azt is megvizsgálni, hogy a szerkezet mely terhelési fázisban vesztheti el a stabilitását. Tudva, hogy a tervezett végső teherbírás egy elméleti érték, melynek, a „pontos” kivitelezés függvényében, csupán 40-60%-át éri el a gyakorlati töréspróba során a megépített valós szerkezet, nem ritka a méretek, sőt az alkotóelemek számának és fajtájának a lépésenkénti változtatása a számítógépen végzett szerkezeti vizsgálatok során. E teherbírási eltérésben az apró, észrevétlen anyaghibák-

nak, a tészták nem tökéletesen egyforma keresztmetszetének is jelentős szerepe van.



9. ábra. Egy anyagkihasználtsági modell [10]



10. ábra. Kihajlás vizsgálata számítógépes modellen (másodfokú vizsgálat) [10]

A gyakorlati töréspróba után is sok tanulság születik, hiszen a törés módjából, a terhelés során keletkező elmozdulásokból, majd a tönkrement szerkezet részeinek az állapotából sok mindenre lehet következtetni. Az ily módon szerzett tapasztalatok biztosíthatják a hozzáértés fejlődését és a sikert a vetélkedőkön.

4. Következtetések

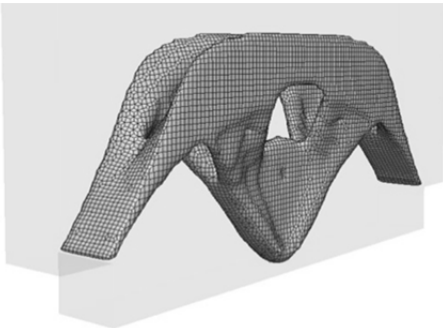
Bár játékos foglalatosságnak tűnhet, a tésztahidépítés komoly mérnöki folyamat, ha szakszerűen végzik. A csapatmunka jellegzeteségei, az időbeosztás és az anyagbeszerzés, valamint az eredményeket tükröző hozzáértés mind komolyabbá és felelősegteljesebbé alakítja a részt vevő hallgatók jellemét. Ezt igazolja az a tény is, hogy bár szabadidejükből sokat áldoznak ilyen tevékenységekre, mégis kiváló tanulási eredmé-

nyekkel rendelkeznek még azok a hallgatók is, akik előzőleg nem jeleskedtek. A nemzetközi megmérettetés eredményeként több nevesebb külföldi egyetemeken végzik ösztöndíjjal a mesteri vagy doktori tanulmányaikat. Ekképp, a tésztahidak nemzetközi kapcsolatokat is tudnak teremteni.

Az alábbi tantárgyakon szerzett ismeretek alkalmazhatóak leginkább a tésztahidépítés során:

- anyagismeret,
- szilárdságtan (és rugalmasságtan),
- mechanika (és statika, stabilitás),
- számítógéppel segédelt tervezés,
- munka- és folyamatszervezés,
- technológia.

Az sem elhanyagolható, hogy hogyan értékelik a munkavédelmi előírásokat, és hogy milyen műszaki etikai tapasztalatokat szereznek e tevékenységek során a mérnök-hallgatók.



11. ábra. Tésztahidak töréspróbájától ihletett topológiát optimalizáló alkalmazás eredménye KratosMultiphysics segítségével a Müncheni Műszaki Egyetemen [11]

A kaland és a siker élménye szakmai elismeréssel párosulva nagy vonzerőt gyakorol a fiatal hallgatókra, bizonyítva, hogy a játékon keresztüli oktatás a mérnöki képzésben is eredményesen alkalmazható. A tésztahidépítés révén szerzett tapasztalatok a tudományos kutatásban is hasznosíthatók (**11. ábra**).

Szakirodalmi hivatkozások

- [2] Nagy-György T., Demeter I.: *Diákverse-nyek az építőmérnöki oktatásban*. XVII. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, (Csíksomlyó, 2013. június 13–16.), EMT, Kolozsvár, 2013. 275–281.
- [2] A wikipédia szerzői: *Spaghetti bridge*. https://en.wikipedia.org/wiki/Spaghetti_bridge (hozzáférés: 2015.10.29).
- [3] Spaghete 2015., <http://www.ce.tuiasi.ro/ro/studenti/concursuri/spaghete-2015/> (hozzáférés: 2015.10.27).
- [4] A wikipédia szerzői: *Tésztahíd*. <https://hu.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9sztah%C3%ADd> (hozzáférés: 2015.10.29).
- [5] Iran Daily: *Iranians set record in spaghetti bridge contest*. <http://www.iran-daily.com/News/112359.html> (hozzáférés: 2015.10.28)
- [6] IFSSB (Iranian Federation of Spaghetti Structures Building), <http://www.ifssb.ir>, <https://www.facebook.com/ifssb/timeline> (hozzáférés: 2011.10.24).
- [7] Reccs – Tésztahíd építő világbajnokság, <http://reccs.uni-obuda.hu/hu/> (hozzáférés: 2015.10.15).
- [8] Péntek M. és mások: *Szerkezet-modellezés száraz tésztáblól*. 13. Műszaki TDK (Temesvár, 2011. április 8–10.), Orizonturi Universitare kiadó, Temesvár, 2011.
- [9] Bíró Cs. és mások: *Szerkezet-modellezéshez használt nem-konvencionális anyag tesztelése*. XVI. FMTÜ, EME, Kolozsvár, 2011, 59–63.
- [10] Bartalis Sz., Geréb A., Bárdi Z.: *Száraztésztából épült híd modellezése*. 15. Műszaki TDK (Temesvár, 2015. május 15–17.), U.P. Timișoara, Temesvár, 2015.
- [11] Gonzales, E.: *Efficient Three-Dimensional Topology Optimization of Arbitrary Geometries Using Open-Source General-Purpose Finite Element Software*. Master Thesis (advisor Daniel Baumgärtner). Technische Universität München, Lehrstuhl für Statik, München, 2015.