

VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF *fib*

Prof. Dr. h.c. mult. Polónyi István

A BETON ÉS A CÉLSZERŰEN ALKALMAZOTT BETONACÉL

Kaliszky Sándor professzor,
a képlékenységtan tudós
művelője emlékére

66

Dr. Hunyadi Mátyás Árpád –
Dr. Laczák Lili Eszter – Dr. Dunai László –
Dr. Kollár László Péter

VASBETON ÚSZÓMŰ MEGVALÓSÍT- HATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA ÉS TERVEZÉSI METODIKÁJA

71

Vörös József

90 ÉVES VASÚTI VASBETON HÍD BONTÁSA

79

SZEMÉLYI HÍREK

BÖLCSKEI ELEMÉR SZÜLETÉSÉNEK
100. ÉVFORDULÓJÁRA
(1917-1977)DR. ERDÉLYI LÁSZLÓ
70. SZÜLETÉSNAPJÁRADR. HAJTÓ ÖDÖN
80. SZÜLETÉSNAPJÁRAKIRÁLYFÖLDI LAJOSNÉ
85. SZÜLETÉSNAPJÁRA

83

ÖTVEN ÉVES A FESZÍTETT TARTÓK CÍMŰ EGYETEMI TANKÖNYV

88

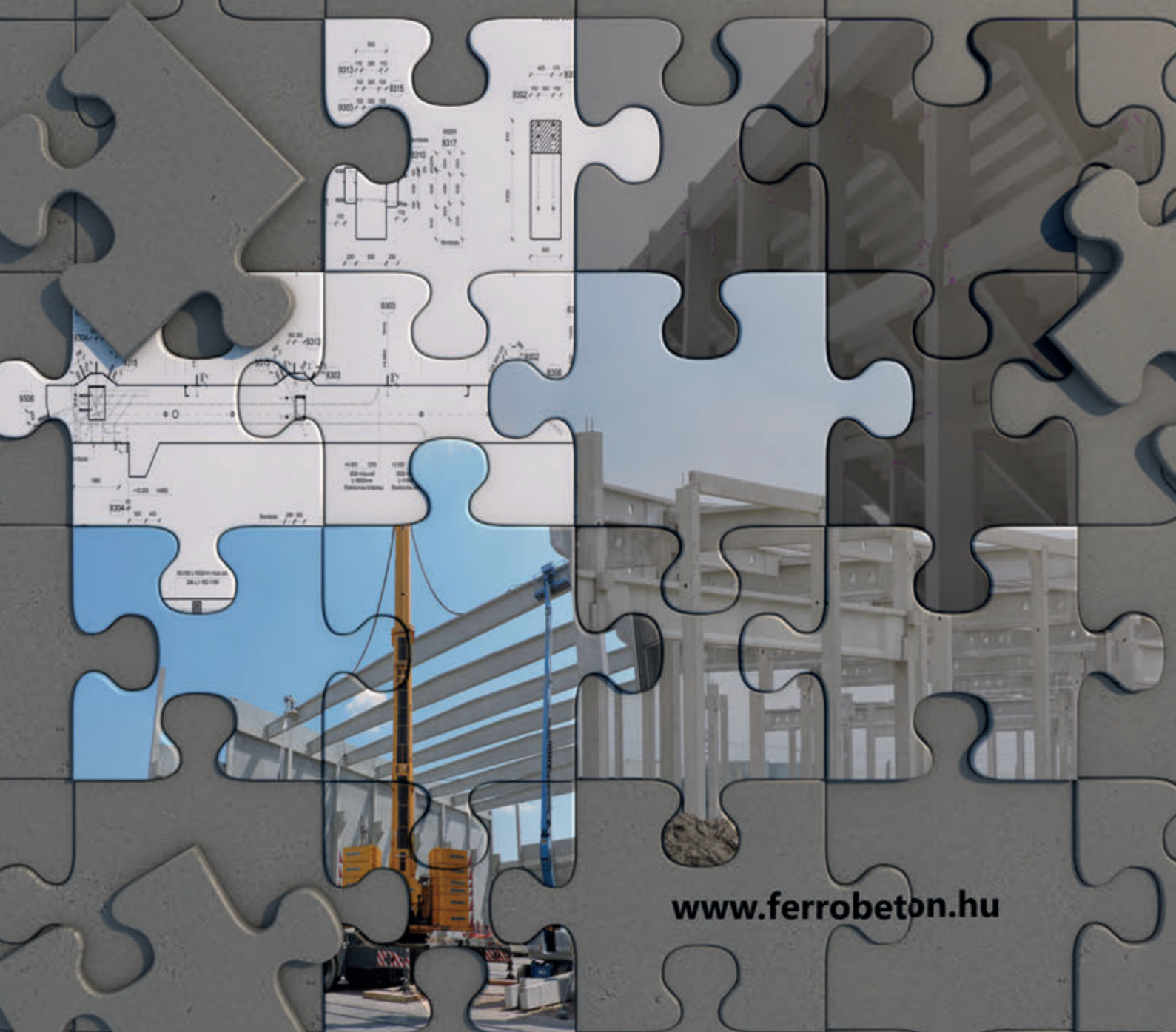
2017/4

XIX. évfolyam, 4. szám



FERROBETON

beton biztos alapokon



www.ferrobeton.hu

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Dr. Träger Herbert

Szerkesztőbizottság:

Dr. Bódi István

Dr. Csíki Béla

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Kolozsi Gyula

Dr. Kopecskó Katalin

Dr. Kovács Károly

Lakatos Ervin

Dr. Lublós Éva

Madaras Botond

Mátyássy László

Polgár László

Dr. Sajtos István

Dr. Salem G. Nehme

Telekiné Királyföldi Antonia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

Lektorai testület:

Dr. Dulácska Endre

Királyföldi Lajosné

Dr. Lenkei Péter

Dr. Loykó Miklós

Dr. Madaras Gábor

Dr. Orosz Árpád

Dr. Szalai Kálmán

Dr. Tassi Géza

Dr. Tóth Ernő

(Kéziratok lektorálására más
kollégák is felkérést kaphatnak.)

Alapító: a **fib** Magyar Tagozata

Kiadó: a **fib** Magyar Tagozata

(**fib** = Nemzetközi Betonszövetség)

Szerkesztőség: BME Építőanyagok és
Magasépítés Tanszék

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

Tel: 463 4068 Fax: 463 3450

E-mail: fib@eik.bme.hu

WEB <http://www.fib.bme.hu>

Az internet verzió

technikai szerkesztője: Czoboly Olivér

Tervezőszerkesztő: Halmai Csaba

Nyomdai kivitelezés: Navigar Kft.

Egy példány ára: 1275 Ft

Előfizetési díj egy évre: 5100 Ft

Megjelenik negyedévenként

1000 példányban.

© a **fib** Magyar Tagozata

ISSN 1419-6441 online ISSN: 1586-0361

Hirdetések:

Külső borító: 220 000 Ft+áfa

belső borító: 180 000 Ft+áfa

A hirdetések felvétele:

Tel.: 463-4068, Fax: 463-3450

Címlapfotó: Úszó betonsziget

(AB concrete design)

Boldog Anita diplomamunkája a MOME-ről

a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéken.

Fotó: Dr. Balázs L. György

TARTALOMJEGYZÉK

- 66** PROF. DR. H.C. MULT. POLÓNYI ISTVÁN
**A BETON ÉS A CÉLSZERŰEN ALKALMAZOTT
BETONACÉL**
Kaliszky Sándor professzor, a képlékenységtan tudós
művelője emlékére
- 71** DR. HUNYADI MÁTYÁS ÁRPÁD – DR. LACZÁK LILI ESZTER –
DR. DUNAI LÁSZLÓ – DR. KOLLÁR LÁSZLÓ PÉTER
**VASBETON ÚSZÓMŰ MEGVALÓSÍT-
HATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA ÉS TERVEZÉSI
METHODIKÁJA**
- 79** VÖRÖS JÓZSEF
90 ÉVES VASÚTI VASBETON HÍD BONTÁSA
- 83** **SZEMÉLYI HÍREK**
BÖLCSKEI ELEMÉR SZÜLETÉSÉNEK 100. ÉVFORDULÓJÁRA
(1917-1977)
DR. ERDÉLYI LÁSZLÓ 70. SZÜLETÉSNAPJÁRA
DR. HAJTÓ ÖDÖN 80. SZÜLETÉSNAPJÁRA
KIRÁLYFÖLDI LAJOSNÉ 85. SZÜLETÉSNAPJÁRA
- 88** **ÖTVEN ÉVES A FESZÍTETT TARTÓK CÍMŰ
EGYETEMI TANKÖNYV**

A folyóirat támogatói:

Vasúti Hidak Alapítvány, Duna-Dráva Cement Kft., ÉMI Nonprofit Kft.,
A-Híd Zrt., MÁV Zrt., MSC Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft.,
Lábatlani Vasbetonipari Zrt., Pont-Terv Zrt., Swietelsky Építő Kft., Uvaterv Zrt.,
Mélyépterv Komplex Mérnöki Zrt., Hídtechnika Kft.,
Betonmix Mérnökiroda Kft., CAEC Kft., SW Umwelttechnik Magyarország Kft.,
Union Plan Kft., DCB Mérnöki Iroda Kft.,
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék,
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék

A BETON ÉS A CÉLSZERŰEN ALKALMAZOTT BETONACÉL

KALISZKY SÁNDOR PROFESSZOR, A KÉPLÉKENYSÉGTAN TUDÓS MŰVELŐJE EMLÉKÉRE



Prof. Dr. h.c. mult. Polónyi István

Kulcsszavak: a vasbetontervezés kritikája, a betonacél szerepe, célszerű mennyisége, elrendezése

1. BEVEZETÉS

A beton, az *opus cementitium* a rómaiak gyakran használt építőanyaga volt. Mivel a betonnak a nyomószilárdsághoz képest kicsi a húzószilárdsága, olyan szerkezeteket építettek, amelyekben nem lépnek fel húzó igénybevételek: boltív, kupola (boltozat). Így például a 128-ban felavatott római Pantheon. A kupola átmérője 43 m.

Időközben a betont elfelejtették. A XIX. század közepén a francia kertész, Joseph Monier a virág vedreit homokból cementtel és drótgűrűvel készítette. Találmányát 1867-ben szabadalmaztatta. Az építőmesterek felfigyeltek erre a kompozit anyagra, és igyekeztek építményeikben felhasználni. Ehhez persze számítási módszereket kellett fejleszteni.

Roger Bacon már a XIII. században megfogalmazta a természettudomány menetét: ismeret – kísérlet (paraméterek szeparálása) – elmélet/matematika. A vasbetontudósai nem követték ezt az útmutatást. Először rögzítették az elméletet és az ahhoz tartozó számítási menetet, a matematikát, és azután bizonygatták kísérletekkel, hogy ez használható. Ez a vasbetonelmélet lehetővé tette csodálatos építmények létesítését, ami az addigi elképzelést messze felülmúlta. Ezt a kompozit anyagot azonban nem használták ki optimálisan.

Sokirányú tapasztalat, kritika készteti megfontolásra a mai mérnököket. Az elterjedt eljárásokkal tervezett szerkezetek gazdaságossága nem optimális, és a vasalás elhelyezése mindinkább felveti a betonacél-korrózió kockázatát.

A teherbírasi, használati követelmények további figyelembe vételével szükség van a tervezési-szerkesztési elvek reformjára.

2. A HAGYOMÁNYOS SZERKESZTÉSI ELVEK BÍRÁLATA

A vasalás elrendezésére és számítására három teherhordási modell alakult ki: a boltozathatás, a függőszerkezet és a rácsos tartó. A statikus tervezés az idők során az erők egyensúlyából levezetett rácsos tartó minta alatt állt. Így hát a vasbetontervezésben is a rácsos tartó-analógiát választották a teherviselés modelljének. Ennek megfelelően vasalást építettek be a betonba, ha kellett, ha nem. A kutatók sok kísérlettel igyekeztek ennek a vasalási analógiának a számítását tökéletesíteni. Más lehetőség nem jött számításba. Ha egyes kutatók kísérleteket végeztek más irányban, azokat a gyakorlatban nem vették figyelembe. Így a beton tulajdonságait nem használták ki megfelelően. Az előírások alkotóinak a gazdaságosság idegen fogalom volt, súlypontjukban a teherbírás igazolása kapott helyet.

A vasalást kosarak formájában alakították ki. Ezek hosszvasakból és kengyelekből állnak. Egy ideig még voltak 45°-os felhajlítások, de most úgy látszik, kimennek a divatból. Noha a feszítő kábeleket lehet ívesen vezetni, a nem feszített vasalásnál ez nem oldható meg, már csak azért sem, mert ezt nem tudjuk számolni. A nyírás okoz problémát, mert a fizikai folyamatot nem tudjuk tisztán követni. E téren kísérletekből levezetett képlettel segédkezünk.

Közben kiderült, hogy a kengyelek károsak is lehetnek. Hajlításra igénybe vett elemeknél a kengyelek merőlegesen állnak a húzófeszültségekre, zavarják a beton struktúráját, és repedést idéznek elő. Az itt behatoló nedvesség a kengyelek rozsdásodását okozza. Mivel ez térfogat-növekedéssel jár, e hatás repeszti a betont. Az előírások erre a betonfedés vastagításával reagáltak, ami persze nem csökkenti a repedés valószínűségét. Az a kérdés, hogy a kengyel szükséges-e, ha a fővasalást oly módon vezetjük, hogy a kengyelek fölöslegessé válnak. Ez nem vetődött fel.

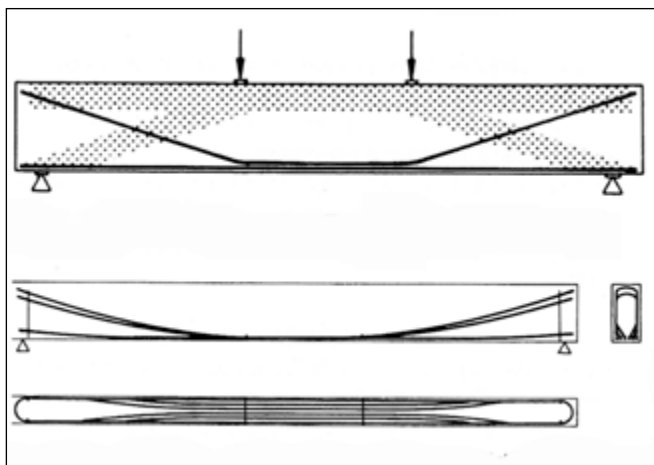
3. A VASALÁSI ELVEK REFORMJAI

Kísérletek bizonyítják, hogy kéttámaszú tartóknál az ív és a függőszerkezet-analógia szerint vezetett fővasalásnál a kengyelek elhagyhatók. Optimálisan vezetett vasalásnál a haránterő húzókomponensét a vasalás, a nyomókomponensét a beton veszi fel csúszó igénybevétel nélkül. Az ív és függő szerkezet analógia számításba vételével nem kell kengyel (*1. ábra*) (Polónyi, 1983, Balázs, 2010, Patzkowsky, 1990). Fontos ismeret, amiről eddig nem volt szó: a vasalás vezetése irányítja a feszültség menetét. Tehát először meg kell határozni a vasalás helyzetét, és aztán meg kell győződni arról, hogy a várt használatnál nem lép fel húzófeszültség, amit a beton nem tud felvenni. Ha vannak ilyen helyek, akkor a vasalás vezetését kell korrigálni, esetleg adalék vasat hozzátenni. Jó vasalás-elrendezésnél elegendő a keresztmetszetek méretezése a mértékadó nyomóerők helyén. Akkor gazdaságos a vasalás, ha a mértékadó teher alatt a törési repedések az összes kritikus helyen egyszerre lépnek fel (Kazinczy Gábor nyomában).

Kísérletsorozattal megállapítandó, melyik karcsúságig érvényes az ív- és a függőszerkezet-analógia és hol lép föl a „szendvicshatás”. Épp úgy tisztázandó, mi az optimális kombinációja az ív és a függő szerkezetnek.

Ne vezessük úgy a fővasalást, hogy abból húzó feszültségek lépnek fel más helyen, amit adalékvasalással pl. kengyellel kell felvenni.

Az elasztikus elmélet a vasbetontartót homogén izotróp



1. ábra: A vasalás vezetése az ív és függőszerkezet analógiája szerint (Polónyi, 1983)

anyagból készülnek gondolja, és az igénybevételeket az egyes keresztmetszetekben számolja. Ebből számítja a hajlításra szükséges betonacél keresztmetszetet. Ez a keresztmetszet-szemlélet. Az itt vázolt koncepció a tartószerkezetet vagy tartószerkezetrészt inhomogén szerkezetnek tekinti, amely nyomásra (beton) és húzásra (acélbetét) igénybe vett elemekből áll. A méretezést az így számított erőkre végezzük. Ez a tartószerkezet elmélet (Kaliszky, 1983).

A keresztmetszet-szemléletnél az igénybevétel független a vasalás vezetésétől. A vasalás helyzete rögzítve van. A tartószerkezet-szemléletnél a mérnök az acélbetét vezetésével különféle teherviselést tud beállítani, és azáltal tudja a szerkezetet

optimalni, statikailag határozott tartóknál is (Kaliszky, 1983).

A többlettámaszú tartókat, a kereteket és a lemezeket a törési elmélet szerint kell méretezni, ahol is a vasalás elrendezése a képlékeny csuklók kialakulására hat, és ezáltal a számított metszeterőkre is. Ezt az EUROCODE bizonyos határok között megengedi, de ezt ritkán veszik igénybe.

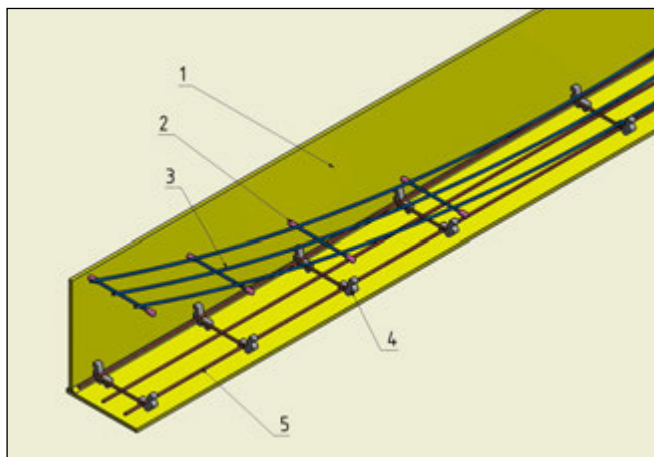
A kengyel nélküli vasalásnál a betonacélokat a zsaluzathoz rögzítjük (2. ábra gerenda, 3. ábra: fal, oszlop) (Bönninger, 2015).

Az építőmérnökök ortogonális síkokban gondolkodnak, ebből következik, hogy az oszlop-alaptest négyzetes, noha rotációs alakzat, aminek egy csonka kúp gyűrűvasalással felel meg (4. ábra) (Polónyi, 1983, Kaliszky, 1983, Bollinger, 1985 Balázs, 2010). Ehhez fele annyi vasra van szükség, mint az előírásban ajánlott ortogonális vasalásnál. A betonacél-gyűrű a peremen van. Egy szűkebb gyűrű az alaptest korábbi átszűrődését idézi elő: Az erő a kisebb gyűrűre támaszkodik, ami pedig nincs felkötve (5. ábra). Itt látható, hogy több vassal a teherviselés csökkenthető. Ez a gyűrűvasalás még bizonyos külpontosságnál is alkalmazható (Styn, 1991, Polónyi, 2003, Balázs, 2010).

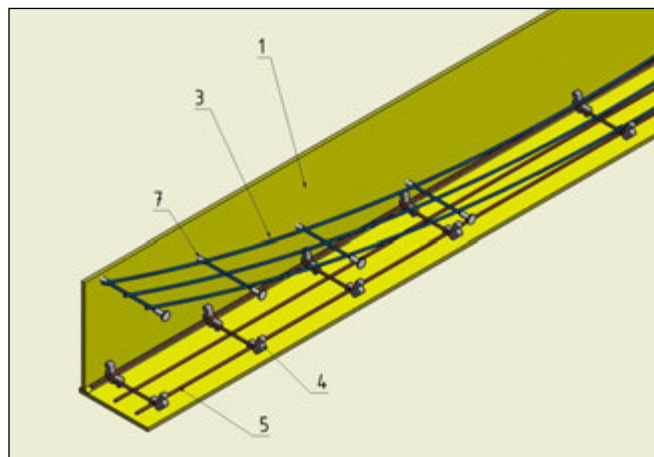
Furcsa, hogy mi a metszeterőket az elasztikus elmélet alapján számoljuk, de a keresztmetszeteket a törési elmélettel méretezzük (Kaliszky, 1983). Következetes lenne az egész méretezést a törési valószínűsége alapon (Kazinczy Gábor) és nem egy fiktív állapotra vonatkoztatni (Polónyi, 2016). A FEM-programok elemei rugalmasak. Tehát itt is az irányadó, amit számolni tudunk.

Felejtjük el a szerkezeti vasalást és a minimális vasalást. Ezeknek egyetlen indoklása, hogy a szerkezet a vasbeton

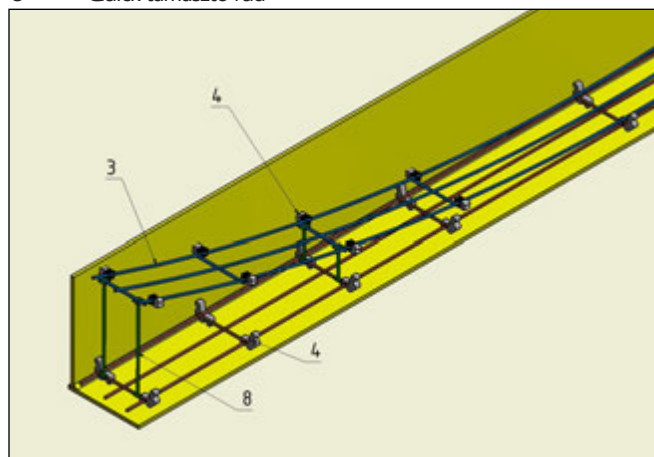
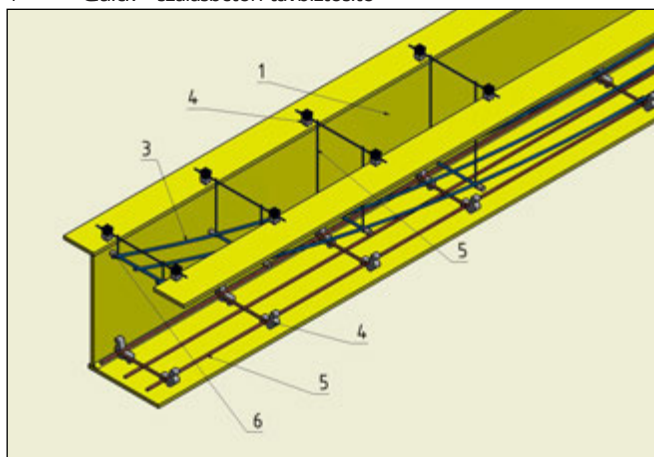
2. ábra: A betonacél rögzítése a zsaluzathoz gerendánál (Bönninger, 2015)



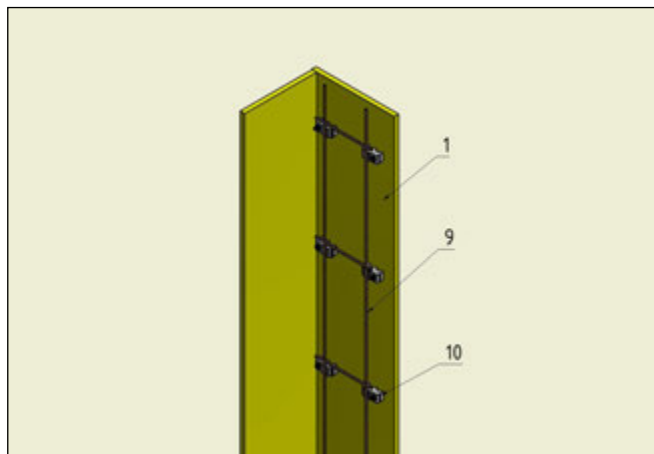
- 1 zsaluzat felülete
- 2 műanyag sapka
- 3 fölhúzott vasalás
- 4 Quick – szálacél-távbiztosító



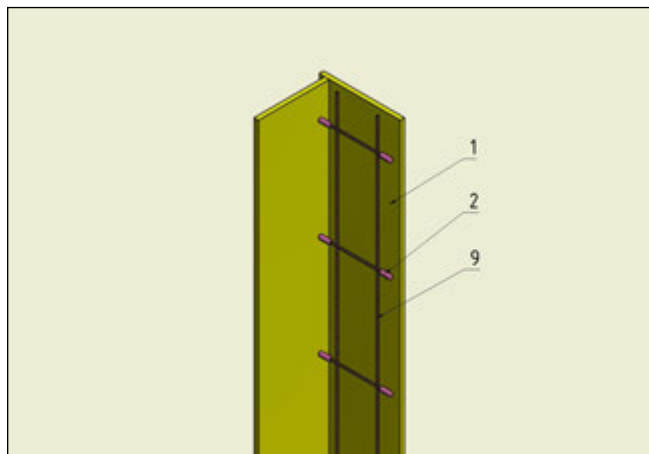
- 5 alsó vasalás
- 6 Quick – vasalás-támasz
- 7 műanyag tok rögzítés a faszaluzat furatában
- 8 Quick támasztó rúd



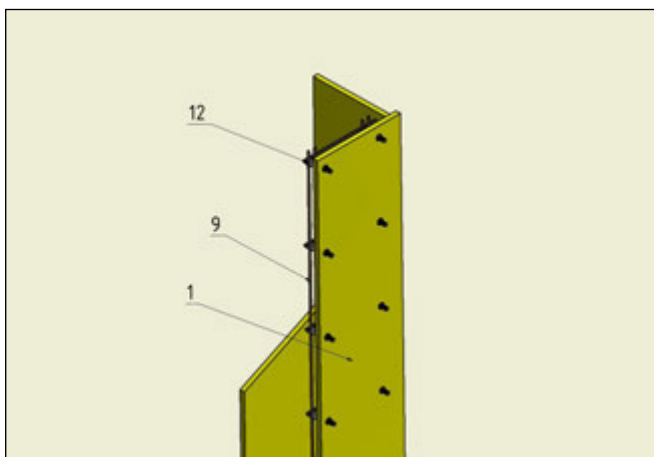
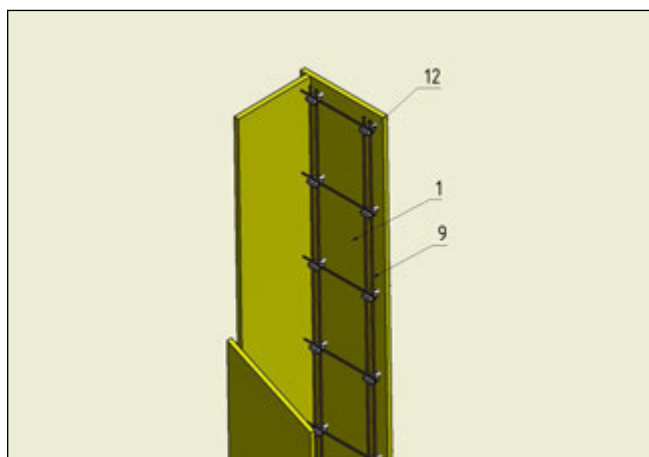
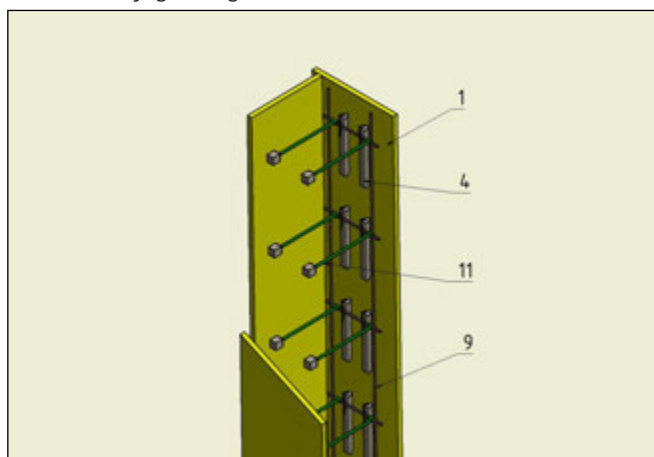
3. ábra: A betonacél rögzítése falaknál és oszlopoknál (Bönninger, 2015).



- 1 zsaluzat felülete
- 2 műanyagapka
- 3 fölhúzott vasalás
- 4 Quick – szálasbeton-távbiztosító
- 5 alsó vasalás
- 6 Quick – vasalás-támasz
- 7 műanyag tok rögzítés a faszaluzat furatában



- 8 Quick támasztó rúd
- 9 vasalás
- 10 Quick – szálasbeton-távbiztosító „Montage-Bipo” szeghüvellyel
- 11 Quick – támaszrúd szálasbeton kockával vasalástartó, rögzítés a faszaluzat furatában
- 12



megnevezést nyerhesse el. Ez a vasalás főlegesen költség, és az elemek használhatóságát rövidíti.

Lemezek szükséges betonacél mennyisége függ a vasalás elrendezésétől (6. ábra) (Gersik, 1991, Polónyi 2003). Kísérletek mutatják, hogy az ortogonális vasalás a leggazdaságosabb. A négyzet alaprajzú lemezek sarkában a torziós vasalás teljesen fölösleges.

A lemez a továbbított törési elmélet szerint akkor van minimális vasmennyiséggel vasalva, ha a törési felületnek egyenletesen elhelyezett repedései vannak.

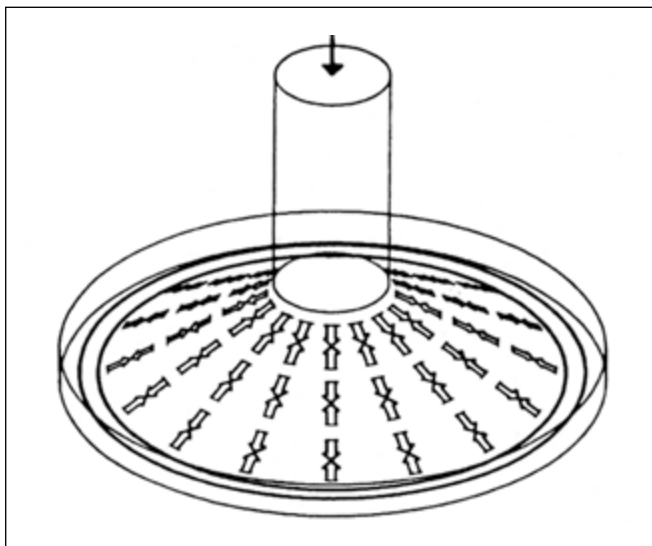
Az alaplemezen a zsugorodási vasalás káros (Polónyi,

2007). A zsugorodás okozta feszültséget nem vasalással, kell felvenni, hanem a zsugorodást betontechnológiai módszerrel kell leküzdeni: zsugorodásmentes cement, alacsony hidratációs hő, lassú lehűlés, dilatációs hézagok, amelyeket duzzadó cementtel töltenek ki. A zsugorodási vasalás káros, mert a mégis fellépő repedések rozsdásodást idéznek elő, ami a betont is tönkreteszi.

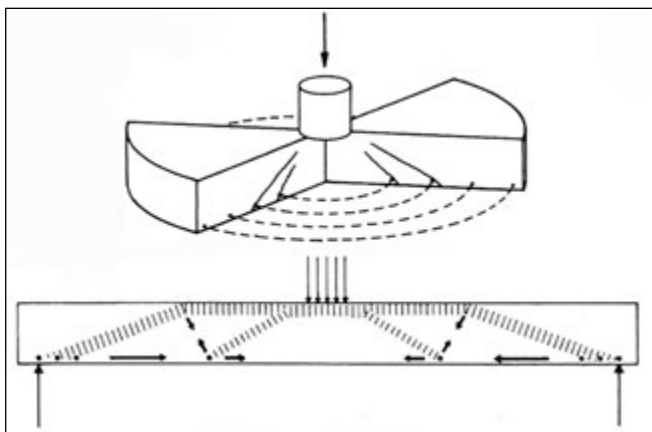
A beton lehetővé tesz görbe felület, héj, kialakítását, amelyekben csak nyomófeszültségek lépnek fel. Ezek felületek pozitív (sinklasztos) Gaussi görbületűek. Ilyenek Heinz Isler hártyahéjai (bubble shells) (7. ábra), amelyeket csak a peremen és a támaszerő bevezetésénél kellett volna vasalni, és a Keramion (Kerámia Múzeum Frechen/Köln) (8. ábra), ahol a felület geometriája úgy van meghatározva, hogy a feszített peremgyűrűvel ellátott héjszerkezetben domináns terhelésnél a feszültség minden pontban és minden irányban azonos (hártyahéj). Ezeket a felületeket vasalatlanul hagyni annak idején elképzelhetetlen volt.

Vasbetétet csak ott építsünk be, ahol húzófeszültség lép fel. Ez vonatkozik a falakra és az oszlopokra is.

A TU Dresden Otto-Mohr-Laboratóriumában végzett összehasonlító kísérlet 25x25 cm keresztmetszetű, 250 cm magas oszlop (C20/25, BSt500S) vasalatlanul és minimális vasalással mutatta, hogy a minimális vasalás 10%-kal növelte a teherbírást, de megduplázta az oszlop árát (Polónyi, 2016). Tehát ha szükség van a nagyobb teherbírára, akkor meg kell növelni a keresztmetszeti területet vagy/és a beton szilárdságát. A nyomóerő felvétele vassal négyszer drágább, mint betonnal.



4. ábra: Kör alaptest gyűrű vasalása (Bollinger, 1985)



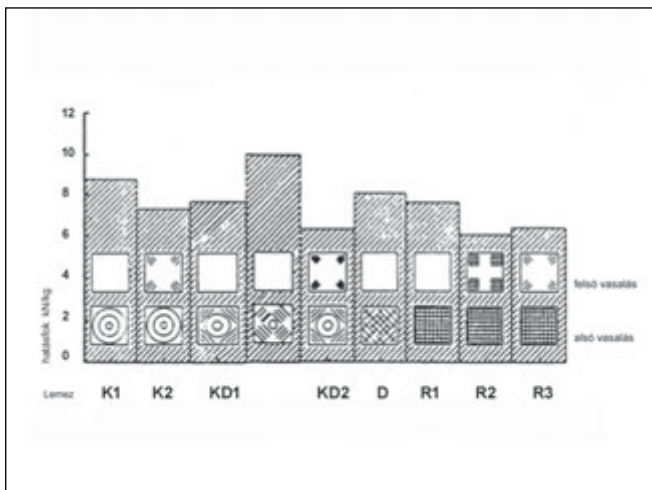
5. ábra: Adalék gyűrű káros hatása (Bollinger, 1985)

Az oszlopokkal végzett kísérletek azt mutatják, hogy a vasalt oszlop a törőteher felléptekor még egyben marad, de a vasalatlan elem darabokra esik. A hidraulikus eszközzel végzett laboratóriumi kísérletnél a töréskor a terhelés megszűnik, a természetben még megmarad. Tehát a törést azonosnak kell értékelni.

További kísérletek szükségesek a karcsúsági határ megállapítására, és a külpontosan terhelt oszlopok egyoldalú vasalására.

Felejtjük el a nyomott vasat!

6. ábra: A vasalás elrendezésének hatása négyzetes lemezeknél (Gersik, 1991)



7. ábra: Bubble shell: Deitinger Süd Rasstätte. 1968, Heinz Isler (fotó: Genzel)



8. ábra: Hartyahéj: Keramion Frechen/Köln 1970, Neufert/Polónyi (fotó: Polónyi)

4. HASZNÁLATI HATÁR-ÁLLAPOTOK

A teherbírasi határállapoton kívül megvizsgálandók a szerkezet használati határállapotai (alakváltozás, repedéskorlátozás), ezen kívül dinamikus hatás, rezgés, tartósság (fáradás), stabilitás, amelyek a rugalmasságtan körébe tartoznak. E követelmények kielégítésén a fővasalás elrendezése nem változtat. A minimális méretek, a karcsúsági előírások, a deformáció korlátozása általában elegendők a használati határállapotok betartására (Polónyi, 2016).

Ügyeljünk arra, hogy az épületgépészeti elemek bebetonozása ne tegye tönkre a tervezett teherviselést (9. ábra) (Polónyi, 2007).

9. ábra: A földemlemezbe elhelyezett kábelek (Polónyi, 2007) (fotó: Brandmaier)



5. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A tervezési-építési tapasztalat és több kísérleti kutatás nyomán felvetődik a klasszikus vasbetonelmélet alapján álló eljárások reformja. Logikus elvi megfontolások a beton anyagú szerkezetekben alkalmazott vasbetétek mennyiségének csökkentése, a csupán a vasbeton fogalmát szolgáló minimális vasalás mellőzése. Ez értelemszerűen együtt jár a fővasbetétek elrendezésének reformjával.

A ma érvényes előírások túl sok vasalást követelnek.

- Ezek megdrágítják építményeinket.
- Fölöslegesen terhelik a légkört CO₂-vel.
- Növelik a rozsdásodási veszélyt, csökkentik a szerkezet tartósságát.
- A vaskosarak megnehezítik az újrafelhasználást.

Mi ott is vasbetont alkalmazunk, ahol a vasalatlan beton is elegendő. Tehát tervezzük építményeinket betonból, és ahol szükséges, tegyük bele betonacélt. Ezt nevezhetjük acélbetétes betonnak.

6. HIVATKOZÁSOK

- Balázs, Gy. (2010), „Beton és vasbeton VII.” Az új vasbeton-koncepció. *Akadémiai Kiadó*, Budapest. pp. 295-308.
- Bollinger, K. (1985), „Zu Tragverhalten und Bewehrung von rotations-Symmetrisch beanspruchten Stahlbetonplatten”, *Dissertation an der Universität Dortmund, Fachbereich Bauwesen*
- Bönninger, T. (2015), „Zuschrift zu: Zuviel Stahl im Stahlbeton”, *Beton- und Stahlbetonbau* 110 (2015) Heft 12, S. 864-865.
- Gersik, M. (1991), „Tragverhalten quadratischer, allseitig frei drehbar und verschieblich gelagerter Stahlbeton Platten in Abhängigkeit von der Bewehrungsführung”, *Dissertation an der Universität Dortmund Fachbereich Bauwesen*
- Kaliskzy, S. (1983), „Die neue Stahlbeton-Konzeption und die Plastizitätstheorie”, *Die Bautechnik* Vol. 60 pp. 297-299.
- Patzkowsky, K. (1990), „Bewehren von Stahlbetonbalken mit ausgeklingten

Auflagern” *Dissertation an der Universität Dortmund, Fachbereich Bauwesen*

Polónyi, S. (1983), „Ansätze in der Konzeption des Stahlbetons”, *Die Bautechnik* Vol. 60 (1983), pp. 109-116.

Polónyi, S. (2003), „Die neue Stahlbetonkonzeption in Polónyi und Walochnik”, *Architektur und Tragwerk*, Ernst & Sohn 2003. pp. 309-318.

Polónyi, S. (2016), „Az épületstatika tudományos alapja”, *Mérnök Újság*, XXIII. 12, 2016. dec. p. 13.

Polónyi, S. (2007), „Der armierte Beton im Geschossbau”, *Beton- und Stahlbetonbau*. Heft 3, pp. 187-190.

Styn, E. (1991), „Unterschiedlich gelagerte Kreisplatten mit Ringbewehrung”, *Dissertation an der Universität Dortmund Fachbereich Bauwesen*

Polónyi István, Prof. Dr. h.c. mult. (1930 Gyula), 1948-1952 Budapesti Műszaki Egyetem építőmérnöki Kar diákja, 1957- Építőmérnöki iroda Kölnben, 1965-1973 tanszékvezető tanár a Tartószerkezetek Tanszéken, Modellstatika Intézet igazgatója, Műszaki Egyetem Berlin, 1973-1998 tanszékvezető tanár Tartószerkezetek tanszéke Dortmundi Egyetem (az építési Fakultás alapító tagja). Disz doktori címet kapott: Kasseli Egyetem (1985), Budapesti Műszaki Egyetem (1990), Berlini Műszaki Egyetem (1999). A Német Művészeti Akadémia tagja. A Magyar Tudományos Akadémia külső tagja. Számos kitüntetést kapott.

THE CONCRETE AND THE EXPEDIENTLY APPLIED REINFORCING STEEL

István Polónyi

The paper recalls briefly the history of plain and reinforced concrete (R.C.), including the first steps of design and sizing of R.C. in the 19th century. The first design methods were based on the conjecture of building masters.

Experimental works at the early 20th century were also ruled by the anticipations of specialists dealing with R.C. The result for flexural members was the reinforcing system based on the truss model applying longitudinal bars (eventually with bentups) and stirrups. A basket form was developed. Nowadays it can be stated that stirrups cause cracks along them and consequently lead to steel corrosion.

The Author advises a reinforcing system consisting of parabolic, bars (by chance plus strait bars. These are fixed to the formwork. Shear force should be resisted the concrete. Stirrups are recommended in extreme cases only.

Economical use of steel is generally advised. The role of concrete should be increased. Superfluous steel, e.g. compression bars are to be avoided. Bars should not be applied only for the sake of calling the concrete structure „reinforced.” For calculation, analysis according to the theory of plasticity and general application of probability theory is advised.

Examples for steel sparring for columns, foundation elements, walls and shells are presented.

VASBETON ÚSZÓMŰ MEGVALÓSÍTHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA ÉS TERVEZÉSI METODIKÁJA



Dr. Hunyadi Máttyás Árpád – Dr. Laczák Lili Eszter – Dr. Dunai László – Dr. Kollár László Péter

Megvalósíthatósági tanulmányt készítettünk egy folyóban létesítendő, vasbeton szerkezetű úszóműre és kidolgoztuk a tervezéshez szükséges metodikát. Megállapítottuk, hogy hosszú (~50 m-nél nagyobb) úszómű esetén az igénybevételek rohamosan növekszenek és – a repedéstágassági korlátozások miatt – irreálisan nagy méretek és vasalások adódnak. Ilyen esetekben az úszóművet (részlegesen) meg kell szakítani. Az építési pontatlanságokból és az egyenlőtlen hőmérsékletváltozásból keletkező igénybevételek – jó közelítéssel – az úszómű hosszának negyedik hatványával, a parciális teherből keletkezők pedig az úszómű hosszának négyzetével arányosak, egy folyóra telepített úszómű esetén a hullámszóból keletkező igénybevételek kicsik.

Kulcsszavak: vasbeton úszómű, megvalósíthatóság, vízzáróság, úszóképesség, tervezési metodika

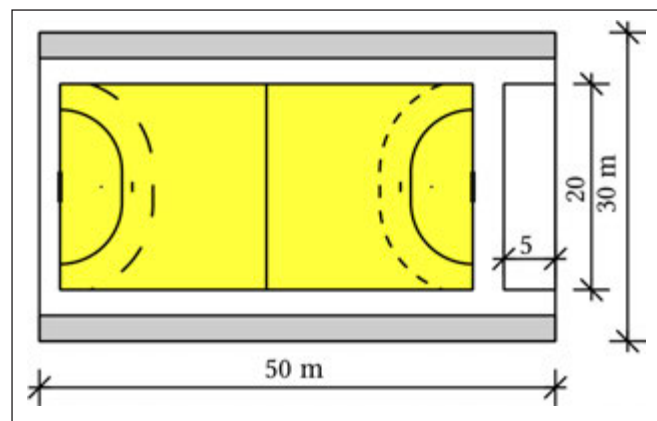
1. BEVEZETÉS

A BME-et 2014 tavaszán kérték fel, hogy közreműködjön egy körülbelül 30×50 m-es dunai vasbeton úszómű kialakításában, felül vasbeton síkfelülettel, amelyen elhelyezésre kerülhet egy kézilabdapálya, egy földszintes épület és két oldalon egy-egy lelátó (1. ábra). A megbízó későbbi kérésére a fejlesztés témája bővült: a feladat egy sokféle célra használható úszómű koncepcionális fejlesztése lett, amely kiterjedt egy általános megvalósíthatósági vizsgálat elkészítésére és a tervezési metodológia kidolgozására is (Dunai és társai, 2015).

A szerkezet fejlesztésében kezdetektől részt vett a BME öt tanszéke: Építőanyagok és Magasépítés Tanszék, Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék, Hidak és Szerkezetek Tanszék, Vasúti Járművek, Repülőgépek és Hajók Tanszék, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, valamint az építészeti kialakításban a Finta Stúdió. Jelen cikkben csak a Hidak és Szerkezetek Tanszéken folytatott kutatások legfontosabb eredményeit ismertetjük, de hangsúlyozzuk, hogy a kialakítás az összes közreműködő és a megrendelő folyamatos együttgondolkodásának eredményeképpen jött létre.

A fejlesztésben adott volt, hogy az úszómű szerkezete előregyártott, feszítetlen vasbeton, és az is, hogy a megbízó

1. ábra: Az úszómű sematikus alaprajza sportpálya befogadására



az úszóműben kialakuló teret is hasznosítani kívánja. Mivel a telepítés helyszíne a pesti Duna szakasz, az úszómű maximális merülése nem haladhatja meg a 2,8-3,0 m-t.

2. AZ ÚSZÓMŰ KIALAKÍTÁSA – ALKALMAZOTT ELŐÍRÁSOK

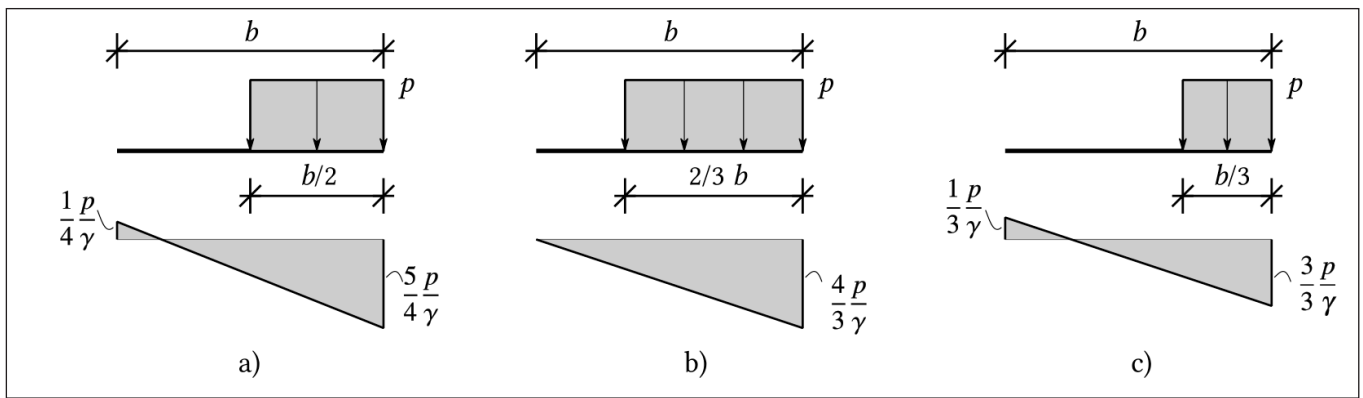
A koncepcionális tervezés első lépéseként tisztázni kellett az objektum úszóképessége szerinti terhelhetőségét, illetve magasságát. Azt is el kellett dönteni, hogy milyen előírások szerint méretezzünk. Egyszerűen fogalmazva, hogy a szerkezetet „hajóként” vagy „épületként” kell-e megtervezni (13/2001. (IV.10.) KöViM rendelet; Timmers, 2013; Tupper, 2004). A válasz a hatóságokkal való egyeztetés alapján dőlt el az előbbi javára, de érdemes körüljárni azt a kérdést, hogy mit jelentene az építőipari terhek szigorú alkalmazása. Előrebocsátjuk, hogy Archimédesz törvénye szerint 1 kN/m² teher körülbelül 100 mm merülést okoz.

Egy, a tervezetthez hasonló méretű úszómű falvastagsága kb. 200 mm, induljunk ki durván ebből a vastagságból, azaz 150-250 mm-ből. A teljes úszómű alaprajzra fajlagosított négyzetméter súlya (két födém és falak) így kb. 11-14,5 kN/m². A burkolatok, a könnyű felszerkezet figyelembeveendő súlya megbízói döntés, várhatóan mintegy 3-8 kN/m². Az önsúly biztonsági tényezője 1,35.

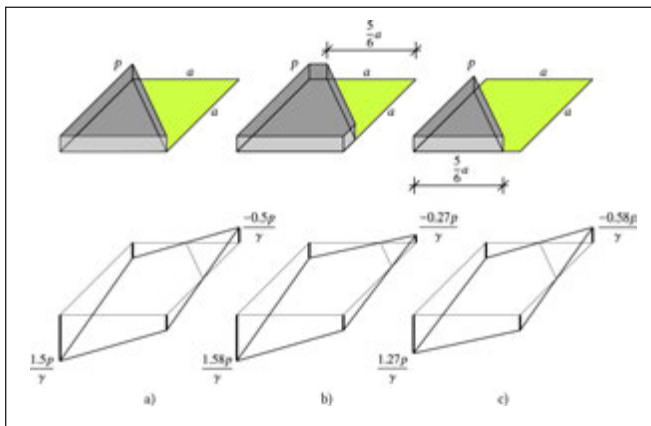
A sportlétesítményekre vonatkozó építőipari hasznos teher 5 kN/m², a biztonsági tényező 1,5. Abban az esetben, ha a hasznos teher féloldalasan helyezkedik el (2. ábra) a maximális benyomódás 1 kN/m² teherből 133 mm, sarokteher esetében pedig (3. ábra) 158 mm.

A fentiek figyelembevételével annak biztosításához, hogy az úszómű ne kerüljön víz alá (az önsúly féloldalas elhelyezkedését, a szélteher billentő hatását, a rögzítés külpontosságát és az ún. lékesedést elhanyagolva) a szükséges úszómű magasság

$$1,35 \times (13 - 22,5) \times 100 + 1,5 \times 5 \times 158 = 2940 - 4223 \text{ mm.}$$



2. ábra: Az úszómű alapjának eltolódása parciális tehernevekmény hatására



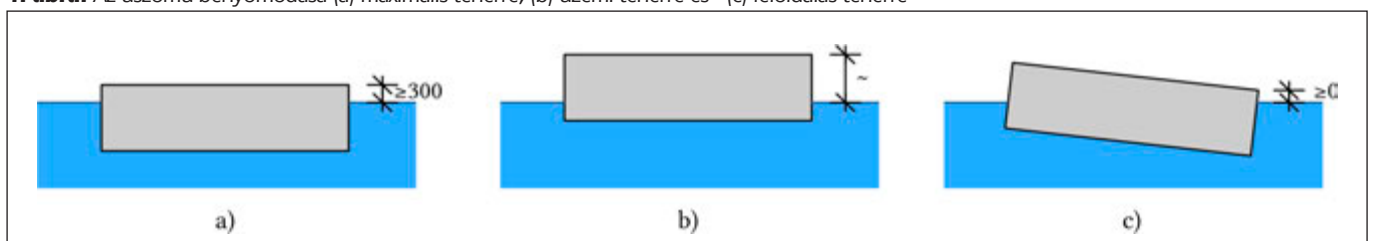
3. ábra: Sarokteher következtében bekövetkező billenés

(Megjegyzés: A lékesedés az úszómű egy cellájának elárasztása, amelynek hatására az úszómű megbillenhet.) Ebből az következik, hogy a minimális felszerkezeti önsúlyt és a fent elhanyagolt billentő hatásokat is figyelembe véve az úszómű a 3 m-es maximális magassággal nem valósítható meg. Meg kell jegyezzük, hogy a fenti terhek egy úszómű esetében véleményünk szerint nem reálisak: pl. az önsúly 1,35-ös növelése irreális a tervezett előregyártási technológia mellett és – a merülés mérésével – az önsúly igen egyszerűen ellenőrizhető is.

2.1. Előírások

Ahogy írtuk a hatóságokkal való egyeztetés alapján a figyelembe veendő előírás a 13/2001. (IV.10.) KöViM rendelet, amely nem vesz figyelembe a terheknél biztonsági tényezőket. A hajóterhet (az építőmérnök számára a „hasznos terhet”) úgy kell figyelembe venni, hogy totális teher esetén 3,75 fő van négyzetméterenként (azaz a teher 2,81 kN/m²), utastömörülés esetén (parciális teher) viszont 6 főt (azaz 4,5 kN/m²) kell számításba venni, de az összes teher ekkor sem haladhatja meg a teljes felületen négyzetméterenként a 3,75 ember terhét. Azaz a maximális intenzitású teherrel legfeljebb a felület 3,75/6=62,5%-a lehet leterhelve. A rendelet szerint az úszóműnek eleget kell tennie az alábbi két süllyedési kritériumnak (4. ábra):

4. ábra: Az úszómű benyomódása (a) maximális teherre, (b) üzemi teherre és (c) féloldalas teherre



- totális teherre a felső perem legyen a víz felett 300 mm-rel,
- féloldalas teherre a felső perem ne kerüljön víz alá,

valamint az

- úszási stabilitási feltételnek.

2.2 Magassági méret

Tipikusan a fenti három feltétel közül a második a mértékadó. Így jó közelítéssel az úszómű szükséges magassága:

$$(13 - 22,5) \times 100 + 4,5 \times 158 = 2011 - 2961 \text{ mm,}$$

amihez hozzá kell adni a lékesedésből, szélből stb. keletkező billenés hatását. A fenti egyszerű számítás alapján az úszómű külső magasságát 3 m-re vettük fel, lényegében ez a maximális méret, amely a Dunában gazdaságosan elhelyezhető, a kialakuló belső térben fel lehet állni és a némi tartalékkal így a szerkezet rendelkezik a kellő úszóképességgel.

2.3. Alaprajzi méret

Az úszómű kiterjedése a funkció függvényében a néhány tíz métertől akár a több száz méterig is terjedhet, így feltétlenül több elemből kell összerakni. Egy elem maximális alaprajzi mérete a gyártási korlátozásokat figyelembe véve kb. 10-15 m lehet, amelynek önsúlya elérheti az 1500-2000 kN-t.

A fenti magassági méretekből és süllyedésből számítható teher az úszómű alsó fenekére (22-30 kN/m²) meghaladja egy magasépítési vb. földem terhét, így első közelítésben legfeljebb hasonló támaszközt lehetünk figyelembe (tömör, borda nélküli lemezre): kéttámaszú átvitel esetében mintegy 6 m-t, többtámaszú földem esetén ennél 20-30%-kal nagyobbat. Elvileg a teherbírás szempontjából alkalmazhatnánk vékonyabb lemezt, vagy nagyobb támaszközt, de a repedéstágasság-korlátozás (és így a vízzáróság) miatt nem. Így egy 10-15 m alaprajzi kiterjedésű elemet legalább az egyik irányban fallal vagy bordával meg kell osztani. Mivel a lékesedés negatív hatását a (vízzáró) fal csökkenti, a fal kialakítása mellett döntöttünk.

Az egycellás elem mérete így (200 mm vastagsággal) kb. 6×6 m lehet. Két cella esetében a szélesség kb. 12-14 m, „korlátlan” hosszúsággal.

2.4. Úszómű rögzítése

A folyóban elhelyezett úszóművet a parthoz vagy mederhez fixen rögzíteni kell (pl. 5. ábra). Az ilyen rögzítésre adódnak át az úszóművet érő vízszintes erők, terhek, hatások.



5. ábra: Az úszómű rögzítése négyszög keresztmetszetű cölöppel (HafenCity, Hamburg)

Az úszómű rögzítésére alapvetően két módszert különböztetünk meg: vagy a meder aljához rögzített cölöpökhöz és oszlopokhoz való csatlakozást, vagy az úszóművet kapcsolhatjuk a partfalhoz ún. támdorongokkal és feszítő kötelekkel. Mindkét megoldásnak van előnye és hátránya, amelyek között a telepítési hely és a geometria függvényében lehet mérlegelni.

A számításokban mindenképpen figyelembe kell venni a kikötés esetleges (függőleges síkú) ferdeségéből keletkező függőleges erőkomponenst és elbillenést is. Célszerű úgy ki-

alakítani a rögzítést, hogy ezt a hatást minimalizáljuk. Azt is figyelembe kell venni, hogy a megtámasztó erő és a sodrásból keletkező erő nyomatékot adhat, amely az úszóművet szintén billenti.

2.5. Az elemek egymáshoz rögzítése

A kialakított úszómű olyan méretű, hogy feltétlenül több elem-ből kell kialakítani. Az elemeket külön-külön fogják a helyszíntre úsztatni, és várhatóan a helyszínen fogják összeszerelni. Jelen cikkben a végleges rögzítési lehetőségeket elemezzük.

Két úszó elem közt létrehozhatunk olyan kapcsolatot, amely csak a relatív vízszintes mozgásokat gátolja (6a ábra), de megengedi a függőleges mozgásokat és a szögtörést; vagy olyat, amely a vízszintes és függőleges mozgásokat is gátolja (6b ábra), de megengedi a kialakuló szögtörést. Ha a platformot labdajátékokra kívánjuk használni, mindkét kapcsolat kizárható.

Biztosan alkalmazható a merev kapcsolat (6c ábra). Várhatóan az is megengedhető, hogy a kapcsolatban bizonyos rugalmas deformációk létrejöhetnek, de csak korlátozott mértékben, ezt mutatja a 6. ábra (d) részén a két sematikus „rugó”. Ennek a megoldásnak az az előnye is megvan, hogy a deformációk csökkent(het)ik a fellépő igénybevételeket. Egy közbenső megoldás, hogy a felső szinten nem engedjük meg a vízszintes relatív mozgásokat, alul viszont igen (6e ábra). Egy bizonyos úszómű nagyság felett célszerű deformálódó kapcsolat kialakítása. A konkrét csatlakozási részleteket jelen cikkben nem közöljük.

A tangenciális erők felvételéről szintén gondoskodni kell, ennek néhány lehetőségét a 7. ábrán vázoltuk.

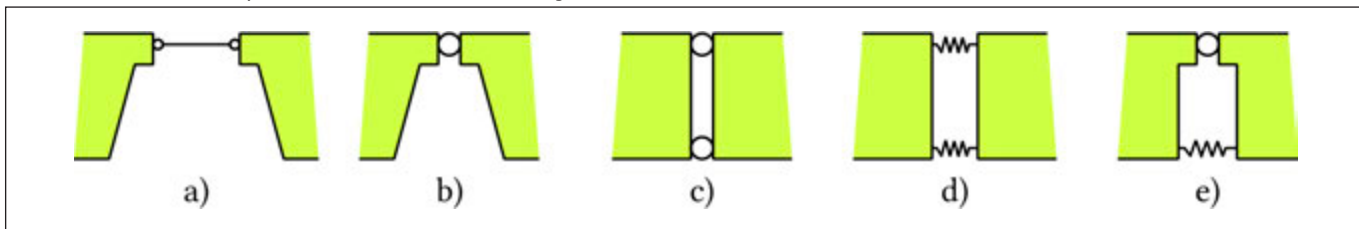
3. AZ ÚSZÓMŰ TERHELÉSÉNEK ÉS IGÉNYBEVÉTELEINEK EGYSZERŰSÍTETT ELEMZÉSE

Az úszómű igénybevételei két fő részre bonthatók: a „globális” igénybevételek, amelyekre a teljes mű, mint egy „gerenda” viselkedik, és a „lokális” igénybevételek, amely pl. két (cella) fal közt keletkezik. Az alábbiakban először a globális igénybevételeket elemezzük.

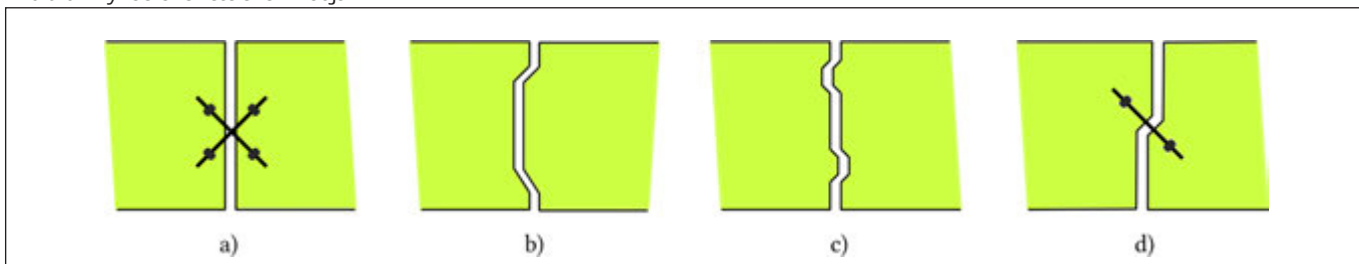
3.1. Globális igénybevételek

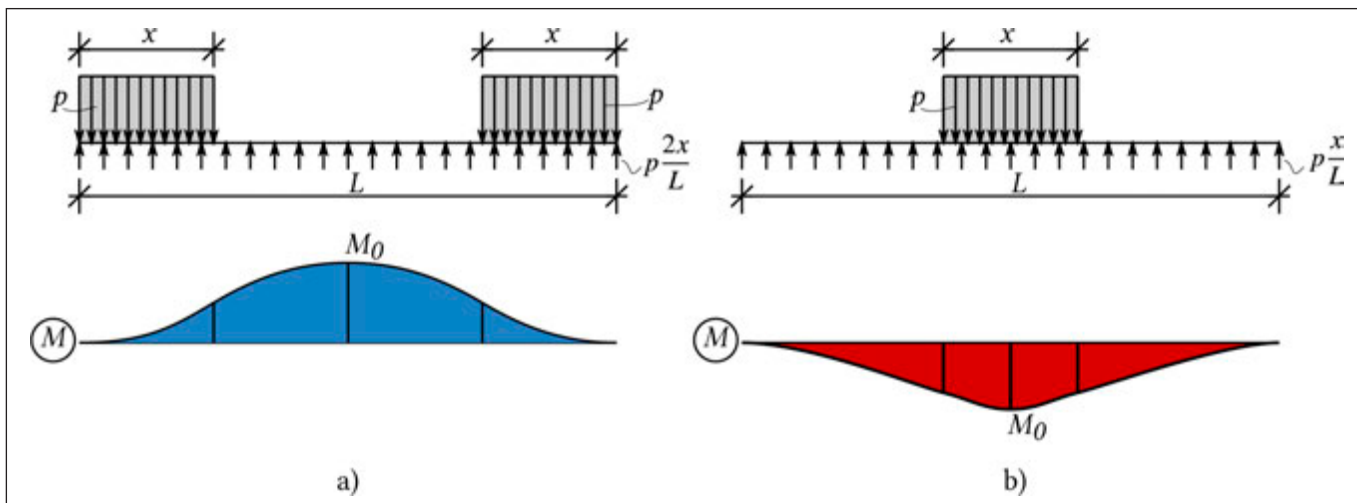
Közel egyenletes tömegeloszlás esetében, nyugvó vízben nem keletkeznek (globális) igénybevételek. Igénybevétel akkor

6. ábra: Két elem közti kapcsolat kialakításának sematikus rajza



7. ábra: Nyíróerő felvételének módjai





8. ábra. Nyomatékok a parciális teherből

lép fel, ha vagy a vízen hullám alakul ki, vagy pedig a terhek eloszlása nem egyenletes.

Nyomaték a hullámzásból

Az úszóműben keletkező nyomaték a hullámhosszal négyzetesen, a hullámmagassággal lineárisan arányos. A Dunán keletkező hullám keltette igénybevételek elhanyagolhatók a többi hatásból keletkező igénybevételek mellett.

Nyomaték az egyenlőtlen teherből

Merevnek feltételezett úszómű esetén a maximális nyomaték az úszómű hosszával négyzetesen arányos. A maximális nyomaték akkor keletkezik, ha vagy az úszómű középső fele, vagy a két szélső negyede van megterhelve (8. ábra).

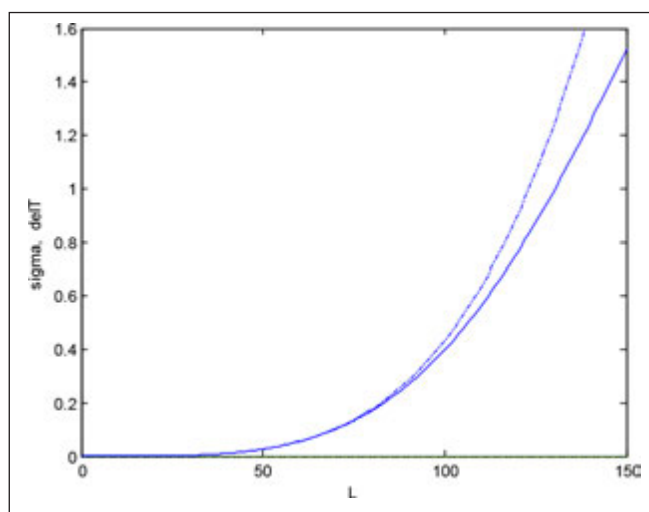
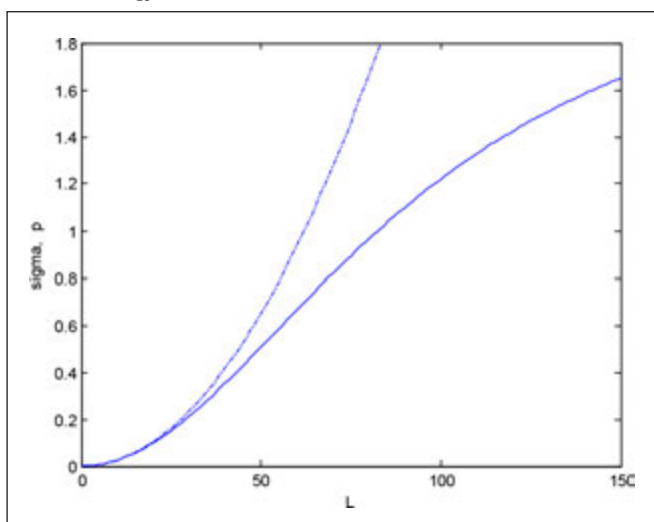
A felépítményi terhelés megoszlása megbízói döntés kérdése, a hasznos terhet mindenképpen a legkedvezőtlenebb elhelyezkedés szerint kell az erőtanai számításban felvenni.

Hosszú úszómű esetén az úszómű deformációja csökkenti az igénybevételeket és a feszültségeket, ezt mutatja a 9. ábra.

Hőmérsékleti teher

Az úszómű felső felületét közvetlenül érheti a Nap, alsó része pedig folyamatos hűtést kap a folyóból. Meg lehet mutatni (Dunai és társai, 2015), hogy merev úszómű esetén az igénybevételek az úszómű hosszának negyedik (!) hatványával

9. ábra: Globális feszültségek [N/mm²] a parciális teherből ($p=5 \text{ kN/m}^2$) az úszómű hosszának [m] függvényében (a felső vonal a deformációk figyelembevétele nélkül számított feszültségeket mutatja, az alsó deformációk figyelembevételével számítottat)



10. ábra: Feszültségek [N/mm²] a hőmérsékleti ($DT=30^\circ\text{C}$) teherből az úszómű hosszának [m] függvényében (a felső vonal a deformációk figyelembevétele nélkül számított feszültségeket mutatja, az alsó vonal pedig a deformációk figyelembevételével számítottat)

arányosak, amelyeket a szerkezet deformációi csökkentenek. $DT=30^\circ\text{C}$ -os egyenlőtlen hőmérsékletváltozásra meghatároztuk a feszültségeket (10. ábra). Látható, hogy 50 m-ig a feszültségek minimálisak. ~150 m hosszú úszómű esetében a feszültségek a hasznos teherből származó globális feszültséggel azonos nagyságrendűek.

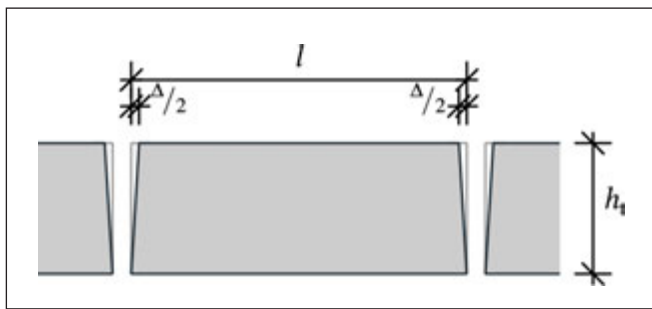
Geometriai pontatlanságból keletkező teher

Vegyük fel a 11. ábra szerint $\Delta=2 \times 15$ mm-es pontatlanságot a 3 m magas ($l=10$ m hosszú) úszómű csatlakozási felületén. A feszültségek számítása hasonlóan történhet, mint a hőmérséklet esetében, de a geometriai pontatlanságból keletkező feszültségek jelentősen, mintegy tízszeresen meghaladják a hőmérsékleti hatásból keletkezőt. (150 m-es hosszúságnál mintegy 11 N/mm^2 , 50 m-es úszóművön $\sim 0,3 \text{ N/mm}^2$.)

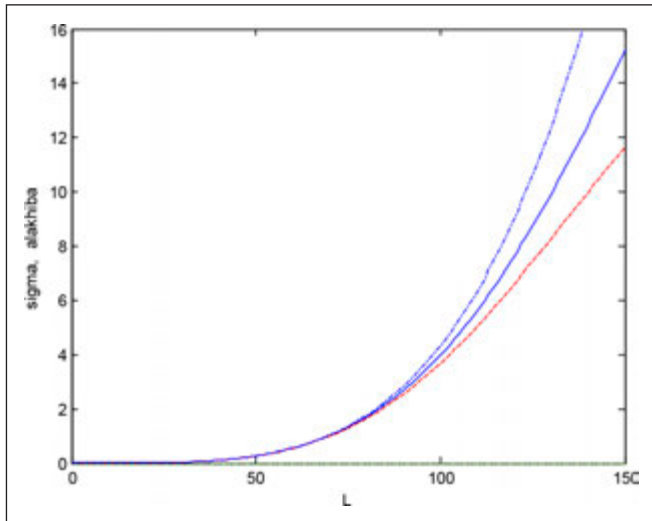
A beton kúszása miatt a geometriai pontatlanságból keletkező feszültség egy része leépül. Ezt mutatja a 12. ábra szaggatott vonala.

3.2. Feszültségek rugalmas állapotban lokális és globális igénybevételekből

Az alábbiakban közelítő értékeket adunk a feszültségekre abból a célból, hogy a feszültségek nagyságrendi összehasonlítása



11. ábra: A geometriai pontatlanság értelmezése



12. ábra: Feszültségek [N/mm²] a geometriai pontatlanságból ($\Delta=2 \times 15$ mm) az úszómű hosszának [m] függvényében (a felső vonal a deformációk figyelembevétele nélkül számított feszültségeket mutatja, a középső vonal a deformációk figyelembevételével számítottat, az alsó vonal esetében a lassú alakváltozás hatását is figyelembe vettük)

alapján következtetéseket vonhassunk le a koncepcionális tervezéshez. A közelítő értékeket VEM számítással is összehasonlítjuk.

Lokális feszültségszámítás

Az úszóelemek két fala között működő víznyomásból keletkező nyomoték, egyirányban teherviselő födémet és részleges befogást feltételezve $M \approx pb^2/24 - pb^2/8$ között alakul, ahol b a falak távolsága, azaz a támaszköz. 5 m-es támaszközt és $p=27$ kN/m² terhet feltételezve a 250 mm vastagságú fenéklemezben keletkező feszültség így $\sigma_{pi} \approx 2.7-8.1$ N/mm².

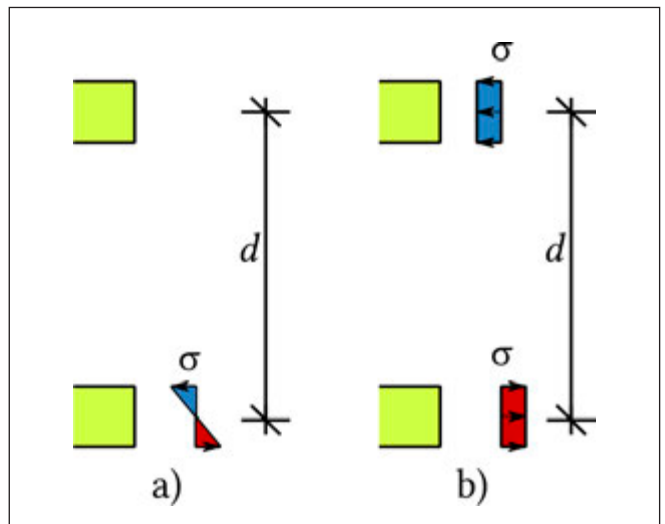
A repedéstágasság szempontjából lényeges, hogy a fent számított feszültség tartósan működik.

Globális feszültségszámítás

A globális feszültségek számításánál egy irreálisan nagy hullámot vettünk figyelembe, ennek a számításnak csak a VEM-mel való összehasonlítás volt a célja. A többi terhet reális értékkel lett figyelembe véve.

50 m-es úszóművön a hőmérséklet hatása elhanyagolható, a méretpontatlanságból 0,3 N/mm² feszültség keletkezik. A kapcsolóelemben keletkező erő elsősorban a parciális teherből és a méretpontatlanságból keletkezik. 1,5 m-es kapcsolóelem távolságot és 2,5 m-es belső erőkart feltételezve egy elemben a húzóerő $H=1,3 \times 200 \times 1,50 \times 2,8/2,5=440$ kN. (A VEM számítás ~560 kN-t adott.)

Fontos megjegyezni ugyanakkor, hogy a lokális hatásból keletkező feszültség hajlítási, azaz a fenéklemez-keresztmetszet egy részében nyomást okoz, a globális hatásból keletkező feszültség viszont a teljes fenéklemez-keresztmetszetben húzást jelent (13. ábra), amely a repedéstágasság, és az utóbbi a



13. ábra: Feszültség eloszlása (a) az lokális és (b) a globális igénybevételekből

vízáteresztő-képesség szempontjából sokkal kedvezőtlenebb, mint az előbbi.

Végeselemes modellt készítettünk az úszómű vizsgálatára ANSYS program környezetben. Az egyes elemek falait, felső-, illetve fenéklemezeit héjelemekkel, az elemek közti kapcsolatokat pedig rúdelemekkel és kényszerekkel modelleztük. A víz megtámasztó hatását rugalmas megtámasztás segítségével vettük figyelembe, míg a kikötéseket merev támaszokkal modelleztük. A héjelemek átlagos elemmérete 0,5×0,5 m volt. A kapcsolatok alul-felül diszkrét helyeken 1,5-2 m távolságokra találhatóak. A kapcsolatok két végükön egy-egy rúdelemből és az ezeket összekötő kényszerből állnak, melyek csak normál-, illetve nyíróerőket adnak át, nyomatékokat nem. A vizsgált modellekben egy-egy betonelem külmérete: 12,5×10×3 m, a falak és a fenéklemez vastagsága 25 cm, míg a felső lemez vastagsága 18 cm volt.

A modell verifikációját a fentiekben ismertetett terhek okozta hatások analitikus és numerikus számértékeinek összehasonlításával hajtottuk végre 50 m és 100 m hosszú úszóművek esetére. Az összehasonlításra az alábbi eredményeket kaptuk:

Az eredmények elegendően közel vannak ahhoz, hogy a továbbiakban elfogadjuk a VEM számítás eredményeit.

3.3. Csuklós kialakítású hosszú úszómű

Merev kapcsolatú, hosszú úszómű esetében a globális igénybevételek nagy mértékben megnövekednek. Amennyiben a hosszú úszóművet kisebb szakaszokra bontva, azok között csuklósoros kialakítást alkalmazunk, úgy a globális igénybevételek lecsökkennek. Ezzel csökkenteni lehet a hőmérséklet, a geometriai pontatlanság, illetve a parciális leterhelések okozta kedvezőtlen hatást.

A végeselemes modellen meghatároztuk egy 150 m hosszú úszóműben keletkező globális igénybevételeket, illetve az abból a fenéklemezre jutó hosszirányú húzó membránérőt két esetre:

- a teljes hosszban merev kapcsolatot feltételeztünk az elemek között,
- az úszóművet a 14. ábra szerint 3×50 m hosszú, egymás között csuklósorral kapcsolódó blokk alkotja, de a blokkokon belül merev kapcsolatot vettünk fel.

Az eredményeinket a 15. ábra mutatja, amelyben a csuklósoros kialakításban a középső blokkon változó hosszban terhelt eseteket is összehasonlítottunk. Megállapítható, hogy azzal, hogy az úszóművet a harmadaiban megszakítottuk, a

1. táblázat: 50 m hosszú úszómű

	elméleti, közelítő érték	végeselemes modell
globális hajlítás (4,5 kN/m ² parciális teher közepén)	0,51 MPa	0,52 MPa
hullámváz (csak az összehasonlítás miatt 2,5 m hullámmagasság, 50 m hullámhossz esetén)	2,23 MPa	2,20 MPa
lineáris hőmérsékletváltozás (30°C különbség)	0,03 MPa	0,03 MPa
önsúly+totális teher 2,7 m bemerülésig (lokális hajlítás)	2,7 – 8,1 MPa	3,43 MPa
önsúly+globális hajlítást okozó (7 kN/m ²) parciális teher közepén	0,79 MPa	0,7 MPa

2. táblázat: 100 m hosszú úszómű

	elméleti, közelítő érték	végeselemes modell
önsúly+globális hajlítást okozó (7 kN/m ²) parciális teher közepén	3,14 MPa	2,7 MPa

csuklósoros kialakításban az igénybevételek kb. negyedére esnek vissza a merev kapcsolatú megoldáshoz képest. (A középső elemnek ~70%-os hosszában alkalmazott teher adja a mértékadó igénybevételt.)

3.4. Jégteher

Téli időben a folyó részleges, illetve teljes befagyása terhet fejt ki az úszóműre. A jégteher olyan nagy nyomást okozhat, amelyet a vasbeton úszómű reális kialakítással nem tud felvenni. A telepítési helyszín ismeretében konkrét üzemeltetési módszert kell kidolgozni a jégnyomás kialakulása ellen.

4. TERVEZÉSI METODIKA

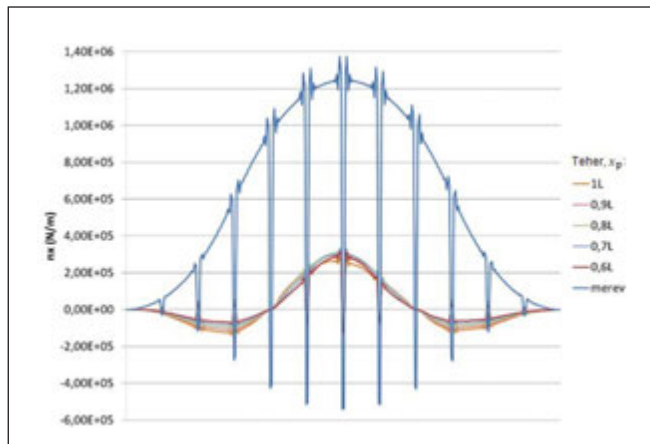
Az úszómű tervezésének két, koncepcionálisan különböző lehetősége az alábbi: (i) A szerkezet felépítménye és terhei pontosan ismertek, ehhez – esetleg több lépésben – meghatározható az úszómű geometriája, vasalása. (ii) Egy általános használhatóságú szerkezetet kívánunk tervezni, amelynek felépítménye és terhei később kerülnek meghatározásra. Az első a hagyományos méretezés, az alábbiakban az utóbbi (ii) lehetőséget tárgyaljuk.

Ahogy már írtuk a dunai adottságok és a szükséges minimális terhelés meghatározza az úszómű magassági méretét, amely mintegy 2,5-3 méter lehet. Korábban elemeztük, hogy az úszóműnek eleget kell tennie két süllyedési kritériumnak. Általános használat esetén a következő metodológiát követve tervezhetünk úszóművet.

Megbecsüljük az úszómű szerkezeti önsúlyát, majd egy adott mérethez fel tudunk venni olyan átlagos totális és parciális teherpárokat, amelyeknél ez a két süllyedési kritérium éppen teljesül. (Azaz ennél nagyobb terhet – bármilyen erőse is tervezzük – nem tud a szerkezet elviselni.)

Az úszómű (végállapotában) eleget kell, hogy tegyen az alábbi kritériumoknak is:

- a felborulással szembeni biztonságnak,



15. ábra: Globális membránereő a fenéklemezben parciális elrendezésű úszóműben: kék vonallal a merev kapcsolatú 150 m hosszú, a többivel a 3×50 m csuklós kialakítású úszómű

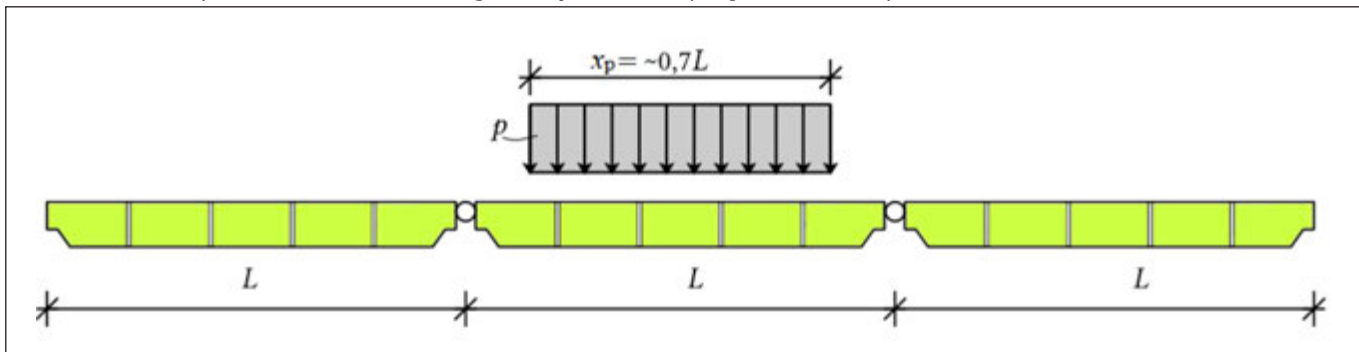
- a maximális teherre a szilárdsági (ULS) követelmény és
- a használhatóság (SLS) követelmény.

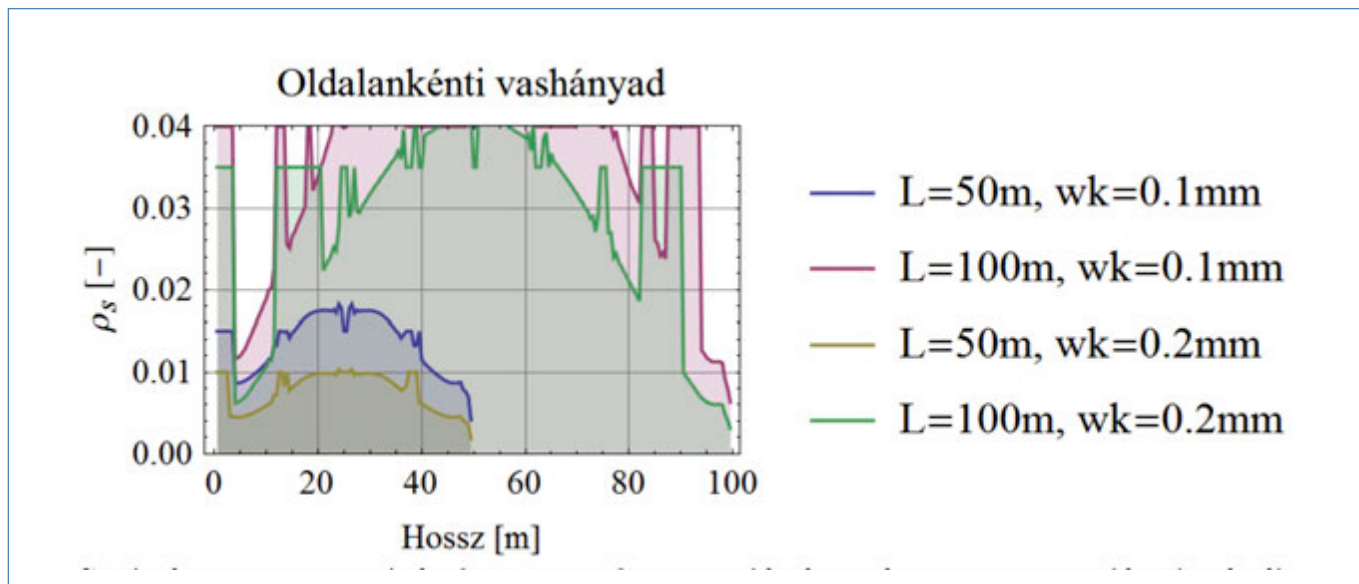
Ez utóbbi kettő (is) függ az úszómű méretétől. Célszerű úgy kialakítani az úszómű keresztmetszeit (beleértve a vasalást), hogy egy ésszerű nagyságig (pl. 30×50 m), esetleg egy korlátozott nagyságú parciális teherre a süllyedéskritérium adja a korlátot (ne az ULS vagy az SLS vizsgálat), ennél nagyobb úszómű (vagy nagyobb parciális teher) esetén viszont az ULS vagy SLS kritérium a mértékadó, és ezért az úszómű terhelését korlátozni kell.

Az így kiszámított teherértékek szabad kezűt adhatnak az építésztervezőnek a megadott terhelésen belül a felszerkezet kialakítására.

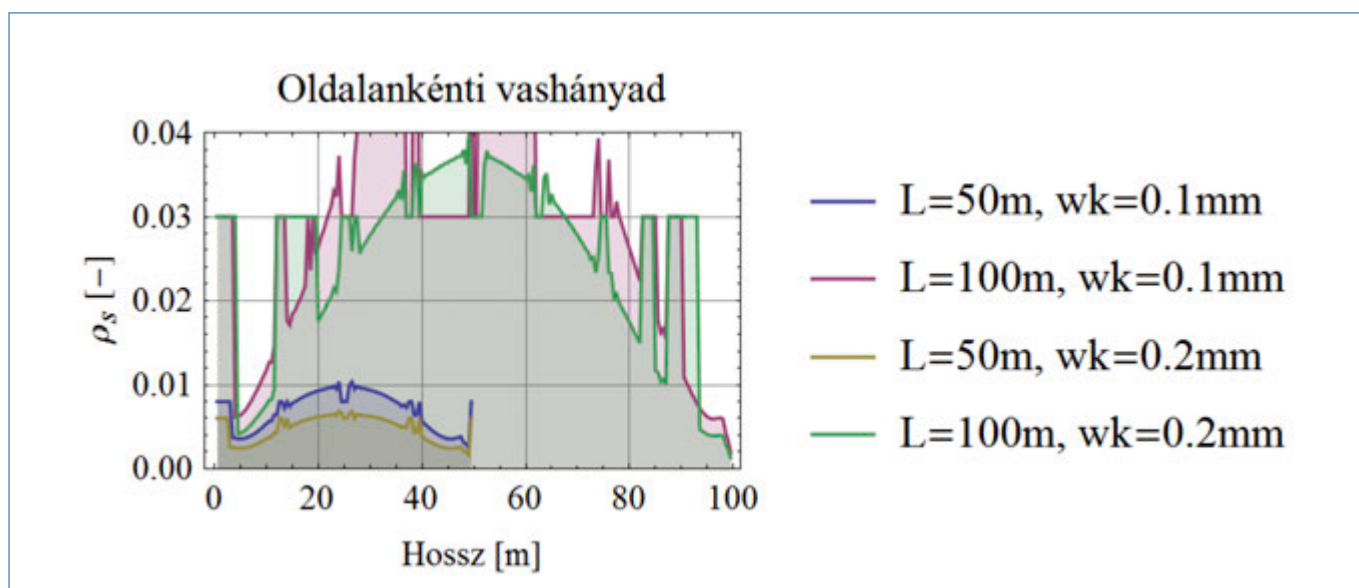
Az elvégzett VEM számítások szerint a fővasalás meghatározásában a kritikus követelmény a legtöbb keresztmetszetben a repedéstágasság vizsgálat, kivéve a kapcsolatok környezete, ahol a teherbírási vizsgálat a mértékadó. Egy példát mutat a 16. és a 17. ábra kétféle úszómű hosszúságra és repedéstágassági határértékre, beton zsguorodással és annak elhanyagolásával.

14. ábra: Csuklós kapcsolatú úszóműblokkok és a globális nyomatók szempontjából mértékadó parciális teherelrendezés





16. ábra: Szükséges vasmennyiség hosszirányban repedéstágasságra, a zsugorodás alapértéke $-0,4 \times 10^{-3}$



17. ábra: Szükséges vasmennyiség hosszirányban repedéstágasságra zsugorodás nélkül

5. ÉRTÉKELÉS

Megvizsgáltuk egy folyóban létesített, vasbeton szerkezetű, összekapcsolt elemekből álló úszómű létesítésének főbb kérdéseit, ennek részeként a geometriai kialakítás következményeit, az elemek közötti kapcsolatok különböző megoldásait, valamint azok hatását a szerkezet működésére. A vizsgálataink eredményeképpen tett megállapításokat az alábbiakban foglaljuk össze.

Az úszómű megvalósíthatóságának két fő eleme: az úszóképesség és a tartószerkezeti (ULS, SLS) vizsgálat.

Az úszóképesség vizsgálata alátámasztotta, hogy egyszintes kialakítású úszómű a rendelettel előírt utasterhet és azon felüli egyéb hasznos terhet el tud viselni. Több szint esetében azonban már korlátozásokat kell tenni az úszóképesség biztosítása érdekében: pl. kisebb felületű második szintet, hatósággal egyeztetve csökkenteni az utasterher előírt mértékét.

Hosszú úszómű esetében a keresztirányú igénybevételek nem változnak lényegesen, a hosszirányúak viszont a hosszal hatványozottan növekednek. Ez kihat a vízzáróság miatt megkövetelt vashányadra: ~50 m hosszú úszómű vasalása még elfogadható, a 100 m hosszú, merev úszómű vasalása már gyakorlatilag nem valósítható meg. A számított repedéstágasságok nagyon érzékenyek az úszómű hosszára.

Hosszabb úszómű úgy alakítható ki, hogy több, mereven összekapcsolt úszóelemből álló blokkot egymáshoz csuklósan csatlakoztatunk. Ekkor a zárófödém folytonossága megmarad, de az igénybevételek jelentősen lecsökkennek.

Az építési hiba és méretpontatlanság nagyban befolyásolja a hosszirányú igénybevételeket és így az úszómű megvalósíthatóságát. Az elemek közötti kapcsolat megfelelő kialakításával csökkenthető a méretpontatlanság hatása, ekkor azonban a kapcsolat bonyolultabbá válik, vagy több, különböző méretű kapcsolati elemet kell gyártani.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A jelen munka nem jöhetett volna létre a társtanszékek (Építőanyagok és Magasépítés Tanszék, Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék, Vasúti Járművek, Repülőgépek és Hajók Tanszék és a Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék), a Finta Stúdió és a megbízó (DUF Kft.) hathatós közreműködése nélkül, amit ezúton is köszönünk.

7. HIVATKOZÁSOK

Dunai L., Kollár L. P., Hunyadi M., Laczák L. E., Seidl Á. (2015), „Úszómű megvalósítási tanulmány, Szerkezet konstrukciós fejlesztés”, BME, Hidak és Szerkezetek Tanszék

13/2001. (IV.10.) KőViM rendelet

Timmers, J. (2013), „Technical feasibility of a demountable floating body for a demountable stadium”, *TU Delft*

Tupper, E. (2004), „Introduction to naval architecture”, *Elsevier, Amsterdam*

Dr. Hunyadi Mátyás Á. (1977), okleveles építőmérnök (2000), programozó matematikus (2002), a BME Hidak és Szerkezetek Tanszék adjunktusa. Fő érdeklődési területei: szél dinamikus hatásainak vizsgálata építményeken, ferdekábeles hidak belebegés vizsgálata

Dr. Laczák Lili E. (1988), okleveles szerkezet-építőmérnök (2013), a BME Hidak és Szerkezetek Tanszék adjunktusa. Fő érdeklődési területei: szerkezetdinamikai-vizsgálatok ütközési terhek esetén.

Dr. Dunai László (1958), okleveles építőmérnök (1983), az MTA levelező tagja (2016), egyetemi tanár, a BME Hidak és Szerkezetek Tanszék tanszék-vezetője, a BME Építőmérnöki Kar dékánja. Fő érdeklődési területei: acél- és öszvérszerkezetek.

Dr. Kollár László P. (1958), okleveles építőmérnök (1982), az MTA tagja (2007), a BME Hidak és Szerkezetek Tanszék egyetemi tanára, a BME tudományos és innovációs rektorhelyettese. Fő érdeklődési területei: kompozit szerkezetek, mérnöki tartószerkezetek, földrengési méretezés, vasbetonszerkezetek

FEASIBILITY STUDY AND DESIGN METHODOLOGY OF A REINFORCED CONCRETE FLOATING PLATFORM

Mátyás Hunyadi – Lili E. Laczák – László Dunai - László P. Kollár

A feasibility study has been made, and design methodology has been developed for a reinforced concrete floating platform installed in a river. It was found that in case of long (longer than ~50 m) platforms, the internal forces significantly increase with length of the platform and – because of limitation for crack width – required dimensions and amount of reinforcement become unrealistically large. In such cases the platform has to be (partially) separated. Internal forces resulted from construction inaccuracy and uneven thermal loads are – with a good approximation – proportional to the fourth power of the length of the platform, while internal forces resulted from partial loading are proportional to the square of it. Internal forces resulted from waves are small in case of platforms installed in rivers.

90 ÉVES VASÚTI VASBETON HÍD BONTÁSA



Vörös József

Keskeny nyomtávú vasútvonalon az első vasbeton hidakat Debrecen, illetve Nyíregyháza térségében közel egyidejűleg, 1905-ben építették. Ezek közül csak a Nyíregyháza–Dombrád keskeny nyomtávú vonal 92/3 szelvényében levő, 4,7 + 8,4 + 4,7 m nyílású, bordás-lemezes vasbeton kerethíd maradt fenn. A híd építésének és tervezőjének emlékét a Vasúti Hidak Alapítvány által 2005-ben állított emléktábla őrzi. Hasonló szerkezeti kialakítással épült 1927-ben a Szerencs–Sátoraljaújhely–országhatár vasútvonal 374+65 szelvényében a kisvasúti felüljáró. A mára használaton kívüli 90 éves hidat a vasút villamosítása miatt el kellett bontani. Cikkünk a karcsú, szép, és valamikor jobb időket megélt hídszerkezetnek és tervezőjének állít emléket.

Kulcsszavak: vasbeton híd, bontás, vasúti teher, emléktábla

1. BEVEZETÉS

Az immár 38 éve értelmetlenül megszüntetett Bodrogközi Kisvasút történetének számos írásos emléke van (Lenár, 2015) (Vasúti Hidak Alapítvány, 2015). Az átgondolatlan és gátlástalan elbontás miatt a vasútról kevés tárgyi emlék maradt fenn. Csupán néhány műtárgy dacolt az idővel. Ezek közé tartozott a Hegyközi–Bodrogközi Kisvasút 18+50, később 80+50 szelvényben épült hídja. Most azonban a hidat az alatta folyó vasút-villamosítás miatt el kellett bontani.

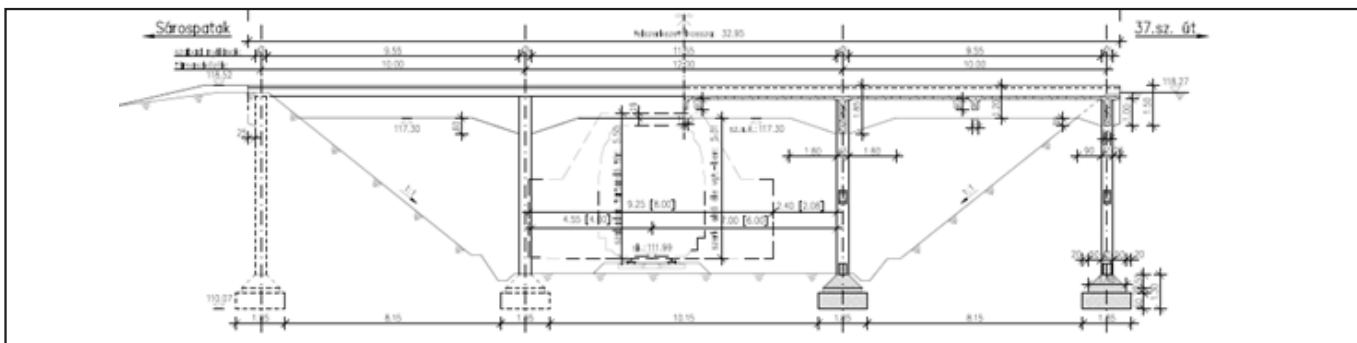
2. A BONTÁS ELŐZMÉNYEI

A Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. 2016/S 230-418771. számon nyílt közbeszerzési pályázatot írt ki 2016.

1. ábra: A híd helyének áttekintő vázlata



2. ábra: A híd oldalnézete

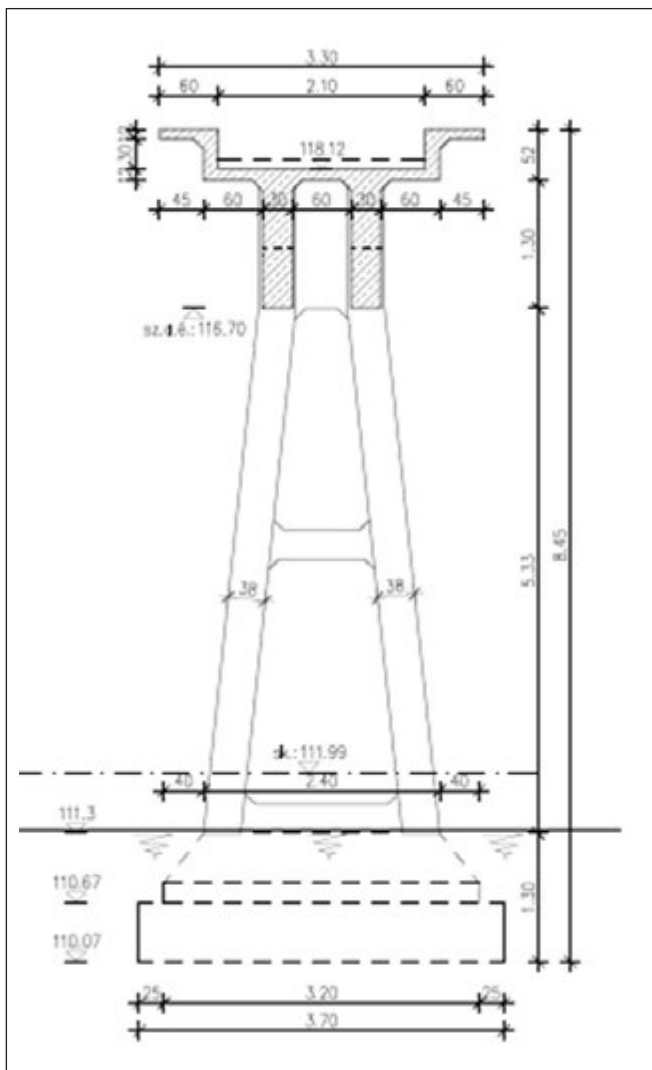


november 29-én a „Vállalkozási szerződés keretében a Mezőzombor–Sátoraljaújhely vasúti vonalszakasz villamosítása, biztosítóberendezési korszerűsítése, a vasúti pálya korszerűsítése, a kapcsolódó munkák megvalósítása” tárgyban.

Az eljárás nyertes ajánlattevője az M-S Konzorcium lett, mellyel a NIF Zrt. 2017. június 2-án szerződést kötött. A Konzorcium vezetője a Vasútépítők Kft., konzorciumi tagja a Vasútvill Kft.

A Konzorcium a tervezési feladatok elvégzésével a Speciálterv Kft.-t bízta meg. A 80 c vasútvonal átépítéséhez a MÁVTI Kft. 2007–2009-ben 41 999 és 42 167 tervszámon a kisvasúti híd bontását is tartalmazó engedélyezési tervet készített, mely alapján a Nemzeti Közlekedési Hatóság Kiemelt Ügyek Igazgatósága KU/VF/830/5/2010. szám alatt 2010. március 2-án építési engedélyt adott.

A munka előkészítése 2016. június 28-án megkezdődött. Az elbontott kisvasúti felüljáró a Mezőzombor–Sátoraljaújhely vasútvonal 374+65 hm szelvényében volt (1. ábra). A híd korábban a Hegyközi–Bodrogközi Kisvasút vonalat vezette át a vasútvonal felett. A kisvasút 1980-ban szűnt meg, azóta a vágányt elbontották, a háttöltés egy részét elszállították. A pályalemez feletti teknőt részben a kisvasút ágyzatával, részben helyi földanyaggal töltötték fel. A híd alsó síkja és a sinkorona között a villamosításnál előírt minimálisan 5,50 m-es szabadon tartandó tér nem volt biztosítható, ezért felmerült a műtárgy bontása.



3. ábra: A híd keresztmetszete

3. A BONTÁSRA ÍTÉLT HÍD TERVEZÉSE ÉS ÉPÍTÉSE

A híd tervezője *Jemnitz E. Zsigmond* volt. A terv kelte: 1927. március 19. A híd oldalnézete a 2. ábrán látható. A tervezésnél a tervező az úgynevezett „n”-es számítási eljárást alkalmazta. A betonban nyomásra 35 kg/cm^2 , a vasbetétekben pedig húzásra 1000 kg/cm^2 megengedett feszültségi értékekkel számolt. Vasúti teherként az 1925. évi Vasúti Hídszabályzat előírásait vette figyelembe. A Hegyközi és a Bodrogeközi keskeny nyomtávolságú vasútvonalakat a Sárospatak–Sátoraljaújhely vonalrészrel kötötték össze. Az akkor még kétvágányú Budapest–Sátoraljaújhely vasútvonalat nem akarták szintben

4. ábra: A még üzemelő híd oldalnézete



5. ábra: A bontásra ítélt 90 éves híd



6. ábra: A nagyvasúti pálya letakarása a híd bontásához

keresztelni a kisvasúttal, ezért a terep lehetőségeit kihasználva felüljárót építettek, ami 60 fokban, egyenes vonalvezetéssel, $0,66 \text{ ‰}$ eséssel keresztelte a nagyvasutat.

„A híd támaszköze $10,00 + 12,00 + 10,00$, szabad nyílása $9,55 + 11,55 + 9,55$ m. Alapozása sicalapozás, a felszerkezet és a felmenőszervezetek kapcsolata mind a közbenső, mind a szélső támaszoknál sarokmerv kialakítású.

A felmenőszervezetek két-két egymásnak támasztott ferde oszlopokból állnak (3. ábra). Az oszlopok 38×45 cm-es keresztmetszettel készültek, alul, középen és felül merevítő bordákkal vannak összekötve. A pillérek az alaptestekkel és a felszerkezettel is mereven összevasalták. A felszerkezet monolit vasbeton gerendahíd, ágyazatátvetéssel. A főtartók 30×70 cm keresztmetszeti méretűek, a közbenső támaszok felett $1,80-1,80$ m, a szélső támaszoknál 90 cm hosszún kiékelés található. A közbenső támaszoknál a főtartó magassága $1,30$ m, míg a szélén $1,00$ m. A főtartókat a támaszok felett, valamint nyílásközépen keresztbordák merevítik. A bordák keresztmetszetének mérete a támasz felett 25×130 cm, míg nyílásközépen 25×40 cm. A két főtartó tengelytávolsága 90 cm. A járdakonzolok szélessége 60 cm, ezeken üzemi korlátot helyeztek el. A felszerkezet teljes szélessége $3,30 \text{ m}^{\prime\prime}$ (Speciálterv, 2017).

A hidat 90 évvel ezelőtt, 1927. október 10-én adták át a forgalomnak, és több mint fél évszázadon át, 1980-ig szolgált a kisvasút hidjaként (4. ábra).

Miután feladatát elveszítette, felmerült a híd kerékpárút hidjaként történő hasznosítása, de végül a kerékpárutat más nyomvonalon vezették. A híd utolsó napjairól készült felvétel az 5. ábrán látható.

A híd bontása születésének 90. évfordulóját követő pár nap múlva, 2017. október 13-án kezdődött. Az építéskor gondosan előkészített munkafolyamatok alapján körülbelül fél évig tartott a híd megépítése. Az elbontásához néhány nap is elég volt. Hogy a nagyvasúti pályát megvédjék, gondosan letakarták (6. ábra). A bontást kotrógépre szerelt harapó olló adapterrel



7. ábra: A bontás megkezdése



8. ábra: A híd utolsó pillanatai

végezték aprózó bontással (7., 8. ábra). A híd lábait a terepszint alá bontották, az alaptestek a föld alatt maradtak. A szállítható darabokra aprított beton darabokat és a kibontott vasbetéteket (9. ábra) hulladéklerakóban helyezték el. A hídból ma már semmi nem látható (10. ábra).

Reméljük, hogy a beruházásra fordított összegből gizardájkodható a híd helyét, tervezőjét, építésének és bontásának évét megörökítő, a Nyíregyháza-Dombrád vonalon elhelyeztethez hasonló (11. ábra) emléktábla állításának



9. ábra: A hídból megmaradt összegyűrt vasak



10. ábra: Az elbontott híd helye

költsége. A 11. ábrán látható tábla helyszíne: a Nyírvidéki kisvasúti vonalán, Nyírszőlős közelében a 92/3 hm szelvények között.

4. HIVATOKOZÁSOK

Lenár Gy. (2015), „Az eltékozolt kisvasút”, Dr. Lenár György, Sátoraljaújhely Vasúti Hidak Alapítvány (2015), „Vasúti hidak a miskolci igazgatóság területén”, Szerk.: Dr. Halász József
 Speciálterv (2017), „A Sárospatak–Sátoraljaújhely 374+65 szelvényben levő kisvasúti híd bontási tervei”, SpeciálTerv Építőmérnöki Kft.

Vörös József (1946) okleveles építőmérnök, ny. mérnök főtanácsos a Hidépítő Vállalatnál kezdte pályafutását 1964-ben technikusként. Mérnöki diplomáját 1974-ben szerezte. Építésvezetőként több nagy folyami híd építését irányította. Munkáját az új vasbeton-építési technológiák bevezetése jellemezte (szabadon szerelés, szabadonbetonozás, szakaszos betolás). A szabadon szerelés első hazai alkalmazásáért 1976-ban megosztva Állami-díj kitüntetést kapott. A Budapesti Műszaki Egyetemen, a Közlekedési Távközlési Főiskolán és a Baross Gábor Oktatási Központban oktatott. Számtalan cikke, tanulmánya jelent meg különböző szaklapokban. A Vasúti Hidak Alapítvány kuratóriumának elnöke.



11. ábra: Emléktábla a Nyíregyháza-Dombrád vonalon

DEMOLISHING THE 90 YEAR OLD RAILWAY REINFORCED CONCRETE BRIDGE

József Vörös

On narrow gauge railway line the first reinforced concrete bridges were built in Debrecen and Nyíregyháza regions nearly simultaneously in 1905. From them only a reinforced concrete portal bridge of buckled steel plate remained with span of 4.7 + 8.4 + 4.7 m in the section of 92/3 of Nyíregyháza-Dombrád narrow gauge railway line. The memory of the construction of the bridge and its

designer is kept by the memorial tablet set up by Railway Bridges foundation in 2005. The narrow-gauge railway overpass was built with similar structural form in 1927 in the section of 374+65 on Szerencs – Sátoraljajhely – state border railway line. The 90 year old bridge being out of use by now must have been demolished due to the electrification of the railway. Our article intends to give a memory to the slim, beautiful bridge structure, which sometime lived better times and to its designer.

BÖLCSKEI ELEMÉR SZÜLETÉSÉNEK 100. ÉVFORDULÓJÁRA (1917-1977)



A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Hidak és Szerkezetek Tanszéke kegyelettel emlékezik meg egyik jogelődje, a Vasbetonszerkezetek Tanszéke egykori vezetőjéről, dr. Bölcskei Elemér egyetemi tanárról, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjáról, az ÉKME volt rektor-helyetteséről születésének 100. évfordulója alkalmából.

Bölcskei Elemér Pestszentlőrincen született 1917. november 12-én. A budapesti Kölcsey Ferenc Gimnáziumban érettségizett 1935-ben. 1940-ben a budapesti József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Mérnöki és Építésmérnöki Karának Mérnöki osztályán szerzett mérnöki oklevelet.

Magasra ívelő szakmai életútjának első szakaszát az a szerencse övezte, hogy minden idők egyik legzenésibb szerkezettervező mérnöke, Menyhárd István (1902-1969) irodájában dolgozhatott. A Menyhárd irodában 1946-ig eltöltött idő alatt számos jelentős mélyépítési műtárgy és ipari épület – többek között héjszerkezetű tetők – tervezésében vett részt. 1946-tól magántervezői praxist folytatott. Ezt követően az Építéstudományi és Tervező Intézet szolgálatában állt. Ennek az intézménynek az átszervezése után az Állami Mélyépítési Tervező Intézet (ÁMTI) munkatársa lett. 1953-tól az Út-, Vasútervező Vállalat (Uvaterv) vasbeton híd osztályát vezette.

E tervezői munkában telt éveikhez számos jelentős alkotás fűződik. Az elsők közé tartoztak hazánkban az általa tervezett feszített vasbeton lemezhidak és gerendahidak (pl. a perei Hernád-híd). Az első hazai helyszíni előregyártással készült vasbeton hídszerkezet, a Bolond-úti völgyhíd a 6. sz. főúton, s ennek közelében az első ferde lábú híd az ő munkája. A világviszonylatban új utat nyitó V-lábú hidat (a dunaújvárosi,

vasút feletti közúti hidat) Bölcskei Elemér neve fémjelzi. Magyarország mindmáig legnagyobb vasbeton ívhídja, a Mecsek-nádasd és Apátvarasd közötti híd is az ő alkotó munkájának eredménye. Az általa tervezett egyéb vasbeton hidak hosszú sorából álljon itt néhány: A monori felüljáró, a vasút feletti bonyhádi, hidasi, kiskunfélegyházi híd, a pocsaji Berettyó híd és a Berettyó Ér-híd, a rábahídvégi Rába-híd, a sajaszentpéteri Vörös Jankó híd, a Keleti Főcsatorna hídja Tiszavasvárinál, Tiszalöknél, a 3321-es úton.

Miközben munkája korszakalkotó volt a vasbetonépítés terén, otthon volt a szerkezetépítés többi ágában is. Tervezett acélszerkezetű antennatornyokat, faszervezeteket és alumínium hidakat. A szabadszállási alumínium híd európai viszonylatban is első volt.

Tervezői praxisa és tudományos vénája alapján 1955-ben az akkori Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem II. sz. Hídépítéstani Tanszékére hívta meg docensi állás betöltésére Mihailich Győző (1877-1966).

Bölcskei Elemér 1956-ban védte meg vasbeton rudak stabilitásának tárgykörében írt kandidátusi értekezését. Az ÉKME 1960-ban avatta műszaki doktorrá. Héjak általános elméletéről írt akadémiai doktori értekezését ugyanabban az évben védte meg. A Magyar Tudományos Akadémia 1967-ben választotta levelező tagjai közé. Akadémiai székfoglalóját a valószínűség-számításon alapuló méretezés tárgyában tartotta.

1955-ben nagy lendülettel kapcsolódott be az oktató munkába. A vasbeton hidak, a faszervezetek, a térbeli vasbeton szerkezetek oktatását szakmai és tudományos munkája alapján fejlesztette tovább. Előadásokat tartott a Mérnöki Továbbképző Intézetben és szakmérnöki tanfolyamokon.

Egyetemi tanárrá 1961-ben nevezték ki. 1962-ben, a II. sz. Hídépítéstani Tanszék kettéválásakor megalapította a Vasbetonszerkezetek Tanszékét, amelyet korai haláláig vezetett. Tanszékvezetői munkájára a határozottság, az igényesség és a példamutatás volt jellemző. Tanszéki feladatai mellett más fontos funkciókat is betöltött. Több évig a Művelődési Minisztérium felsőoktatási főosztályának helyettes vezetője volt. 1964-1966-ig volt az ÉKME tudományos rektorhelyettese. Több akadémiai bizottságban vállalt tisztséget, majd az MTA Tudományos Minősítő Bizottsága (TMB) építés- és közlekedéstudományi szakbizottságának elnöke volt. Szerepet vállalt többek között a Közlekedéstudományi Egyesületben, szaklapok szerkesztőbizottságában, az IVBH-IABSE-AIPC, a

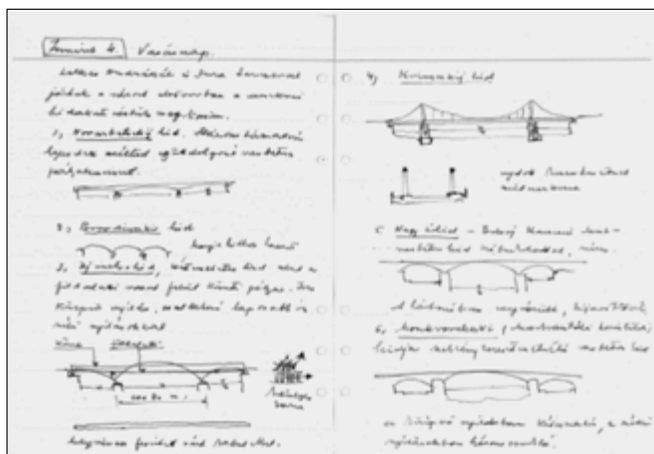
MTA levelező tagsági igazolványa



A mecsek-nádasdi völgyhíd

V lábú híd Dunaújvárosnál





Vázlatok az 1961-es moszkvai tanulmányútról

FIP és az IASS magyar tagozatában. Az 1960-as évek elején a nemzetközi kapcsolatok fejlesztése érdekében több külföldi tanulmányúton vett részt. 1960-ban Cottbusba, 1971-ben Moszkvába látogatott. Moszkvai tanulmányútján számos vázlatot készített az út során meglátogatott hidakról.

1962-ben a Magyar Tagozat küldöttként vett részt a FIP Római konferenciáján, ahol többek között találkozott Leonhardt professzorral.

Tudományos eredményeit nehéz lenne teljességében ismertetni. Itt csak áttekintő felsorolásra szorítkozunk. Első kutatásai szorosan kapcsolódtak tervezői tevékenységéhez. Kutatta az alumínium tartószerkezetekben való viselkedését, kidolgozta a V-lábú hidak elméletét, s később ezt fejlesztette tovább az általa ágas tartóknak elnevezett szerkezetek elméletére. Új elemekkel gazdagította az öszvértartók elméletét. Kidolgozta nagyszilárdságú acél kábelek ívhidak vonórúdjaként való alkalmazásának módját és a beszabályozás elméleti alapjait. Új eredményekkel járult hozzá a membránhéjak elméletéhez az alakváltozások pontosabb meghatározásával. Sok területen fejlesztette a stabilitáselméletet. Foglalkozott a két pontban felfüggesztett rúd állékonyságával s a rugalmas anyagú nyomott rúd határteherbírásával, ebben a témakörben írt disszertációja alapján ítélte oda számára az MTA a kandidátusi fokozatot. E téren elért általános érvényű eredményeit specializálta faszervezetű oszlopokra. Jelentősek voltak azok a kutatásai, amelyek újszerű szerkezetek megvalósítását célozták, ezek közé tartozott a héjszerkezetű hídfők elméletének és konstrukciós módszerének kidolgozása. Amikor felmerült a bauxitbeton szilárdságsökkenésével kapcsolatos, jelentős hazai építményállományt érintő probléma, munkatársaival sokrétű kutatást végzett az anyag és a szerkezetek viselkedésének alapos megismerésére. Hajlított héjak általános elméletének kidolgozásával gazdagította a héjelméletet, az e témakörben végzett kutatásai alapján nyerte el a műszaki tudomány doktora akadémiai tudományos fokozatot. Héjelméleti munkásságát kiterjesztette a lapos héjakra, ugyanakkor útmutatást adott a gyakorlati alkalmazásra is. A tartószerkezeti problémák során felmerült az anyagok tulajdonságaival összefüggő több kérdésre terjesztette ki kutatásait, és pedig a szilárd test reológiai tulajdonságaira, az epoxibeton viselkedésére, a feszítőacélok mechanikai tulajdonságaira. Építmények biztonságával kapcsolatban végzett kutatásait számos területen, így a gombafödémek és általában a nyírt vasbeton szerkezeti



Bölcskei Elemér, Tassi Géza, Palotás és Leonhardt professzorok a FIP római kongresszusán 1962-ben

elemek vizsgálatára alkalmazta. A szerkezetek biztonságának megítélését szolgáló valószínűség-elméleti módszerek kifejtése képezte akadémiai székfoglalójának tárgyát.

Bölcskei Elemér mindig arra törekedett, hogy a kutatási eredmények helyet kapjanak a gyakorlatban. Ezt egyrészt a tervezési munkákban, másrészt a szabványalkotásban realizálta. Az utóbbi érdekében hosszú időn át vezette az MSZ tartószerkezeti tervezés szabvány-sorozatának kidolgozásával foglalkozó bizottságot, s közreműködött a hídszabályzatok továbbfejlesztésében is.

Fáradhatatlanul dolgozott a szakterület, a tudományág, az oktatás fejlesztésében. Számottevő részt vállalt a tanszék működési feltételeinek javításában, nagymértékben járult hozzá az 1975-ben felavatott laboratórium létrehozásához s részt vállalt a két szerkezetépítő tanszéknek helyet adó Z épület megépítésének előkészítésében. Utóbbi elkészültét sajnos már nem érthette meg.

Bölcskei Elemér meghatározó személyisége volt a magyar híd- és szerkezetépítésnek, az építéstudománynak, a mérnök-képzésnek, az oktatás- és tudományszervezésnek. Több mint 120 publikációja, - köztük szak- és tankönyvei - ma is értékes források az iparnak és az oktatásnak.

Bölcskei professzort alkotó tevékenységének csúcspanyában súlyos betegség támadta meg, mely egyre nagyobb mértékben korlátozta mozgásában. Ő egyedülálló akaraterevével hosszú időn át úrrá lett az őt ért nehézségeken. Emelkedett elmével, derével, az elhivatottság tudatával dolgozott, irányította a tanszék, ápolta a tanszék ipari és tudományos kapcsolatait. Szinte utolsó lehetőséig aktív volt, tervezte a tanszék jövőjét, kórházi ágyán is tanácsokat adott munkatársainak.

Fiatalon távozott el körünkből, családjá köréből.

Emléke kimagasló műszaki alkotásaiban, műveiben és a magyar mérnök-társadalom emlékezetében él.

Farkas György

DR. ERDÉLYI LÁSZLÓ 70. SZÜLETÉSNAJÁRA



A ma is alkotó ereje teljében levő tagtársunkról alig hisszük, hogy ennek a jubileumnak jött el az ideje. Öt évvel ezelőtt lapunkban bemutattuk addigi életpályáját. Most csak a fő mozzanatokot ismételjük, és példákat sorolunk fel gyakorlati tevékenysége néhány területéről. Változatos, gazdag életpályára predesztinálta őt jó elméleti felkészültsége, kiváló műszaki érzéke, ügyessége, munkaszeretete. Segítette példamutató emberi kvalitása, és nem utolsó sorban

nyelvtudása.

Áttekintjük tanulmányait és munkahelyeit. Végzettségei: okl. építőmérnök 1972, okl. mérnöki matematikai szakmérnök 1979, műszaki doktor 1981 BME, okl. ingatlanszakértő 1998 (MSc Real Estate), posztgraduális diploma (a Nottingham Trent University, a BME és a Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetem közös képzésének keretében).

Munkahelyei, munkakörök: 1972-1973 AGROBER statikus tervező, 1973-1999 BME Vasbetonszerkezetek Tanszéke, tudományos munkatárs, közben 1981-1983 Nigéria, Idah, Federal Polytechnic Idah, oktatási szaktanácsadó és 1985-1988 Nigéria, Yola, Federal Polytechnic Mubi, oktatási szaktanácsadó, majd megbízott tanszékvezető. 1990-től napjainkig az E&H Tervező és Tanácsadó Kft. ügyvezetője. Közben 2007-2010 között a Brook Henderson Developments (Europe) Ingatlanfejlesztő és Szolgáltató Kft. ügyvezető igazgatója.

Szakmai/közéleti tevékenysége: 1983-86 a CEB, Com. VI/1 TG. „Anchorage Zones” meghívott bizottsági tagja. 1992-től a Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara tagja. 1994-1999 az ACI tagja. 1995-től a *fib* Magyar Tagozat tagja. 1996-2010 a Magyar Ingatlanszövetség tagja. 1998-2010 a Budapesti Építész Kamara tagja. 1999-től az Okleveles Ingatlanszakértők Magyarországi Szövetségének alapító, 1999-2002 között pedig elnökségi tagja. 1999 óta a brit Királyi Okleveles Ingatlanszakértők Társaságának (The Royal Institution of Chartered Surveyors, RICS) tagja. 1999-2000 az RICS tagja, az Ingatlanfejlesztés és Tervezés divízióban.

2001-től az RICS tagja, az alábbi szakterületeken: Ingatlanfejlesztés és tervezés (fő fakultáció), projekt menedzsment, létesítménygazdálkodás.

Oktató munkája: 1972-1999 Feszített vasbeton és Vasbetonszerkezetek, továbbá más szaktárgyak oktatója nappali tagozaton, a BME-n. 1981-1983 a Vasbetonszerkezetek Tervezése (és egyéb tárgyak) előadója mérnökhallgatóknak Idahban, Nigériában, hasonlóan 1986-1988-ban Yola-ban, szintén Nigériában. 1988-1999 A Vasbetonszerkezetek Tervezése tantárgy előadója a BME angol nyelvű kurzusán. 2000-2003

az Ingatlanfejlesztés és Tervezés tantárgy előadója, a hazai posztgraduális Okleveles Ingatlanszakértő képzés keretében (a Nottingham Trent University által akkreditált képzés). 2003-2008 Szakfelügyelő (external examiner) a Nottingham Trent University által akkreditált, hazai posztgraduális Okleveles Ingatlanszakértő (MSc Real Estate) képzésben.

Ipari tevékenységi köre: Lakó-, iroda- és ipari épületek szerkezettervezése, projekt menedzsment, műszaki ellenőrzés, ingatlanfejlesztés, értékbecslés, bérbeadói képviselő, iroda-épületek bérterület számítása stb.

Fő kutatási terület: A beton és betonacél együttdolgozásának elméleti és kísérleti vizsgálata. Feszített vasbeton szerkezetek feszítőelemeinek (huzal, pászma) erőátadódása, lehorgonyzási és tartóvég vizsgálatok.

Erdélyi László oktató és kutató munkája idején is örizte, fejlesztette tervezői felkészültségét. Erre építve hozta létre tervező irodáját (E&H Tervező és Tanácsadó Kft.), ahonnan nagyszámú, nagyrészt vasbeton szerkezetű építmény statikai terve került ki. Ezek közül tucatnyinál alig többet tartalmaz a következő felsorolás a 2000-2007 közötti időszakból. Mind-egyik terv az ő, mint az E&H Kft. ügyvezetője irányítása alatt jött létre és több esetben a vezető tervezői munkát is maga végezte.

2000-2001 Budaörs, TERRAPARK Irodaépület-komplexum (B-tömb), 2001-2003 Budapest II. Henger utca-Tölgyfa utca-Fekete Sas utca Irodaépület-komplexum (Margit Palace), 2003 Budapest I., Logodi utca 53-55. 20 lakásos lakóépület mélygarázzsal, 2004 Budapest XIII. ker. Yacht Kikötő épület, 2004-2006 Kazahsztán Olajfinomító létesítmények, tartályok, csőhidak, 2004-2005 Budapest IX. Ráday utca 58. Irodaépület mélygarázzsal, 2004 Budapest IX. Mester utca 48-52. 136 lakásos lakóépület mélygarázzsal, 2005 Budapest X. Martinovics tér 9. 84 lakásos lakóépület mélygarázzsal, 2005 Budapest X. Kolozsvári út 29-31. 84 lakásos lakóépület mélygarázzsal, 2006 Pécel, Szemere Pál általános iskola, 2006-2007 Budapest XII. Nagyenyed utca Irodaépület-komplexum (Kristina Palace), 2007 Budaörs, TERRAPARK Irodaépület komplexum (C-tömb), 2007 Eszterháza Eszterházy Kastély fogadóépülete.

Erdélyi László fentiekben ismertetett eddigi sokoldalú tevékenysége igazolja a pályája elején iránta tanúsított bizalmat, elvárásokat. Rátermettsége és felkészültsége lehetővé tette mindannyiszor új mérnöki szakterület keresését és mindenkori helytállását.

Örömeinkre szolgál, hogy tagtársunk e szép jubileum idején is friss erővel dolgozik. Kívánjuk, hogy őrizze sokáig fiatalos lendületét, munkakedvét. Mindehhez kívánunk jó egészséget és örömteli magánéletet.

T. G.

DR. HAJTÓ ÖDÖN 80. SZÜLETÉSNAPJÁRA



A Budapesten, 1937-ben született Hajtó Ödön iskolai és gimnáziumi tanulmányait ugyanitt, a VIII. kerületben végezte. 1956-ban első jelentkezésre felvételt nyert az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem (ÉKME) mérnöki karára, ahol 1961-ben diplomázott. Diplomaterve Freyssinet-rendszerrel utófeszített, előregyártott híderendákból álló, helyszínen keresztbefeszítéssel tartóráccsá

alakított hídszerkezet volt. Végzés után a Hídépítő Vállalathoz került, ahol előbb a tihanyi építésvezetőségen munkahelyi mérnökként a komp-kikötő építésén és közműépítéseken dolgozott.

1962-től a siófoki építésvezetőség vezetőjeként egy 500 köbméteres víztorony csúszószaluzatos megvalósítása volt a feladata. 1963-ban az egyetemen Vasbeton-építési Tanszék alakult dr. Bölcskei Elemér vezetésével. Bölcskei meghívta tanársegédnek és kikérte a Hídépítőtől. A kikérésre azt a választ kapta, hogy „alkalmatlan az ifjúság szocialista szellemben történő nevelésére”, így nem kerülhetett az egyetemre. Ezt az akkori cégének nem köszönte meg és azonnal kilépett. Akkor indult a félbehagyott 2. Metró építésének folytatása, az Uvaterv Metrótervező V. Irodáján ott kapott statikus tervezői állást. 1966-68-között vasbeton-építési szakmérnöki oklevelet szerzett. Kibetonozott acélcső oszlopok statikai méretezéséről

szóló kisdoktori disszertációját 1969-ben védte meg. 1969-1971 között a Vízépítő Vállalat fő-építésvezető helyetteseként a kiskörei Tisza-II. vízlépcső építkezésén dolgozott. 1972-1980 között a Mélyéptervnél - múltbeli alagútépítési gyakorlata kapcsán - a kitakarás nélküli csatornaépítés volt első feladata: a Rocla-cső sajtolás, és a 2,10 m átmérőjű pajzshajtásos főgyűjtő tervezési munkái. Később az NDK-ba irányuló exporttervezéseket koordinálta.

1981-től vált kisvállalkozóvá, a TETA Tervező és Tanácsadó Mérnöki Kiszövetkezet megalakításával. 1988-ban került a mérnöki kamarai szervezkedés élére.

A Kamarának 1989-2001-ig, 12 éven át volt elnöke. A rendszerváltáskor a privatizációban is részt vett: résztulajdonosa és alapítója volt a Csomiép Beton és Meliorációs Termék Gyártó Kft-nek. Kormányzati szerepvállalása során 1992 és 1994-között az Állami Vagyonkezelő Rt. alelnöke volt.

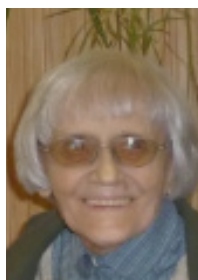
Mint 1956-os műegyetemi hallgató 2006 óta vezeti a „Műegyetem 1956” Alapítvány kuratóriumát, szervezi az évfordulós ünnepségeket és hívja fel a figyelmet a az akkori hallgatók forradalmi szerepvállalására.

Számos szakmai egyesület tagja: ÉTE, KTE, MHT, MAÚT, *fib*.

Köszöntjük nemcsak 80. születésnapján, hanem 50. házassági évfordulóján is, felesége, három gyermeke és kilenc unokája körében jó egészséget kívánunk.

T. H.

KIRÁLYFÖLDI LAJOSNÉ 85. SZÜLETÉSNAAPJÁRA



Királyföldi Lajosné Sárosi Antóni-át népszerűsége folytán szakmai körökben Toncsi néven emlegetik. Az elmúlt több mint hat évtized kiváló szerkesztervezőként elismerten már bevonult a magyar hidépítés történetébe.

Eddigi gazdag életpályáját nehéz e hasábokon összefoglalni. A következő ismertetés fő forrása az ünnepeelt egyedülálló kalligráfiájával papírra vetett írása.

Sokféle viszontagsággal átszótt életútja tartós szakmai szakaszának kezdetén, 1950 nyarán másoló rajzolóknak vették fel az ÁMTI Hídirodájára. Szorgalmával, munkája hasznával már akkor kitűnt. Rövidesen szerkesztési feladatokat kapott. Az 50-es években vasúti és közúti kishidak terveit készítette. Több nagy híd művezetői munkáit látta el.

1961-ben, a BME-n, esti tagozaton mérnöki oklevelet nyert. Szakmérnöki oklevelét 1974-ben szerezte. A MÁV megbízásából a dél-budai háromvágányos pálya tíz felsőpályás, gerinclemezes acélhidjának előregyártott vasbeton teknőlemezekre cseréjét tervezte meg. A közúti kishidak felszerkeztéhez gyakran használta a Metrober FT jelű 8-12 m hosszú előregyártott előfeszített tartóit, vagyis számításában már itt is szerepelt a kereszteloszlási ábra és a feszített gerenda igénybevételeinek feszítéskor, szereléskor és végleges állapotban való kimutatása.

1960-ban már megbízás alapján foglalkozott a Hídiroda az Erzsébet híddal, és a fiatal kollégán is kapott részfeladatokat. 1961-ben az Útiroda egyik mérnöke kért tőle szerkezeti megoldásokat és az ismertetést másnap délelőtt megkapta, egy 5 m nyílású patakhídról, amin 28 m koronaszélességű út fog haladni 10 m magas töltésen. A keresztelés ferde volt. Valóban szokatlan feladat. A tárgyaláson résztvevő kivitelező mondta: sejtette, hogy jó előre tudni a beépítendő anyag mennyiségétől a várhatóan elnyúló építési időig és bonyodalmakig sok mindent. Érdemes megoldási változatokban gondolkodni. Még sok feladatot adtak a kollégáknak. Az Erzsébet hídon megindult a forgalom. Az egészen komoly mérnökök is szívesen dolgoztak az M7 Budapest és Zamárdi közötti 160 híd nevezetesebb darabjain. (Igaz, nem sok egyéb munka akadt.) Toncsi szakadatlanul rajzolt a felüljárókhöz elrendezési tervet: mind a 2x3, mind a 2x2 nyomú pályára (35,5 m, ill. 28,0 m volt a teljes szélesség, de az I. ütemben mindig 15,5 m), és az aluljárókhöz támaszkiosztást. Továbbá a tényleges ütköztetési kísérletek elvégzése nélkül, irodalmi adatokat felhasználva a terelőkortát tervét az anyagraktárban talált acélsanyag felhasználásával. elkészítette. Tényleges kiviteli tervet 12 nagyobb hídra készített, de az összes 10 m-nél kisebb nyílású hídra is 50 tervet kellett kidolgoznia. Az M7 autópálya 2x3 nyomú szakaszán beton útburkolat készült. Emiatt főleg monolit aluljáró-hidak állványának hosszú ideig állnia kellett a híd érdekében, és egyben biztos mozgási lehetőséget adni az építési forgalomnak. Ez a körülmény sürgősen igényelte az előregyártást.

Az M1 autópálya Tatabánya-Győr szakaszának tervezésére 1970-ben kapott megbízást az Uvaterv. A 2x2 sávú pálya is két ütemben épült, de hengerelt aszfaltburkolattal. A feladat az M7 építésénél gyűjtött tapasztalatok birtokában, továbbá a Kisalföld terep- és talajviszonyai között szinte kellemes volt. Az adatszolgáltatás szerint szükséges 30 híd nagy részét jól lehetett tipizálni. A várható geometriai nehézségek a két

vasúti keresztezéssel nehezített közúti csomópontok és a Concó-völgyhid miatt jelennek meg. Az előzetes terv alapján a kisnyílású, többtámaszú, vasbeton lemezhidak jelentek meg, főleg síkalapozású támaszokon. Viszont közismert volt, hogy rövid időn belül megindul a feszített vasbeton híderendák sorozatgyártása, ami megkívánhatja a menet közbeni átállást. Az 1972-ben megjelent terméket az előterv szerinti alépitményekre simán rá lehetett építeni. Az EHGE rendszerű, 10-22 m hosszú gerendák a BVM hirdi telepén készültek. Az építési szakaszon a hétényílású híd és 19 négynyílású aluljáró felszerkezete együttműködő tartórács, amely az FT tartók M7-en alkalmazott beépítése során építéskor kéttámaszú, majd a monolit pályalemez megszilárdulása után többtámaszú szerkezet. A tatabányai, tatai, komáromi és gönyüi csomóponti, ívben fekvő, ferde hidak és a győrszentiváni, 40°-os ferdeségű, vasút és két földút feletti híd takaréktüreges vasbeton lemez. Az M1 Tatabánya-Budapest szakaszát a fentiek szerint, de alábányászott, rézsúomlásos terepen kellett építeni. Közben az M0 autópálya épülő I. és II. szakasza (az M1 és M5 közötti 20 km) volt nagyon érdekes és fontos feladat.

1976-tól részt vett az M0 autópálya tanulmányterveinek kidolgozásában. Elkészítette a környéknek az M1 autópálya és Budatétény közötti szakaszán épülő hidak engedélyezési terveit, a Budatétény és az M5 autópálya közötti kisebb hidak kiviteli terveit is. Részt vett az M5 – M0 keresztezési műtárgy tervezésében.

1994-től a Civilplan tervező irodában dolgozott. A 86 sz. út vasút feletti, valamint az Ikva patakon át vezető hidjának tervét készítette el. A 86. sz. út ajánlati tervéhez 500 m hosszú alagutat tervezett a Fertő-tó közelébe. A 10. sz. út ajánlati tervéhez Piliscsév közelébe ugyancsak 500 m hosszban tervezett alagutat.

A 8. sz. főközlekedési út felett, Veszprém közelében V-lábú híd épült Királyföldi Lajosné tervei alapján.

Az Utiber hidépítési tanácsadója volt hosszú időn át. Autópálya fölé gyalogoshidat tervezett Budaörsnél. Ez sajnos nem épült meg, akárcsak a kecskeméti egyetemi központ 600 m hosszú gyalogoshídja.

Mindezek mellett számtalan mérnöki létesítmény tervezésében vett részt. Kiváló szakemberek tudását vette át, és továbbította fiatalabb munkatársainak.

Szinte gyakorlatszerű volt, hogy az elméleti tudással is felvértezett gyakorlati munkában mestertervező átadja tapasztalatait a mérnöki pályára készülő friss nemzedéknek. A KTMF és a BME hallgatóinak jelentős része neki, gyakorlatvezetőjének köszönhette a gyakorlati tervezés élő megismerését. Biztos sikere volt annak a végző hallgatónak, akinek diplomatervezési munkáját ő irányította. Ha bírálói felkérést kapott, szigorú volt a műszaki korrektség elvárásában, de megértő a kezdő pályatárs bizonytalanságaiban. Mindig, mindenütt, mindenkinek kész volt segíteni. Másfél évtizeden át vett részt a BME angol nyelvű oktatási munkájában. Kiválóan illesztette a tanítást a világ számos részéből érkező diákok előtanulmányához, hogy tudásukat a lehető magas szintre emelje.

Sokszorosan megérdemelte az elismerést, amellyel a BME c. egyetemi docensi kinevezésben részesítette.

Tapasztalatait nagyszámú szakcikk útján is közzétette. Rendkívül hasznosak főiskolai és egyetemi jegyzetei, mintatervei és számításai. Hazai és nemzetközi szakmai fórumokon is átadta tudását hallgatóságának.

Királyföldi Lajosné munkáján kívül jellemzi puritánsá-

ga, példamutató humánus egyénisége. Ennek csak egy jele a munkájával szerzett jövedelméből létrehozott Scientia et Conscientia alapítvány egyetemi hallgatók számára. Szakmai társadalmi szervezeteknek nyújtott anyagi és szellemi segítsége további példája önzetlenségének. A *fib* Magyar Tagozata és jogelődje lelkes híve volt, és munkánkat ma is követi lehetőségei szerint.

Királyföldi Lajosné hatalmas empátiáját mutatja, hogy saját, sokszor nehézségekkel, balesettel, betegséggel sújtott

helyzetén felülemelkedve mindig segít, ahol segíteni tud, szolgálja a magyar építőipart és az egész országot. Sokszorosan kamatoztatta műszaki tudása mellett széles irodalmi, történelmi művészeti ismereteit, és mindenk feletti emberségét.

A *fib* MT e jubileum alkalmából tisztelettel és köszönettel kíván egészséges, nyugodt életet szép természeti, jó emberi környezetben, hozzátartozói, barátai, munkatársai és mindannyiunk örömére.

T. G.

ÖTVEN ÉVES A FESZÍTETT TARTÓK CÍMŰ EGYETEMI TANKÖNYV

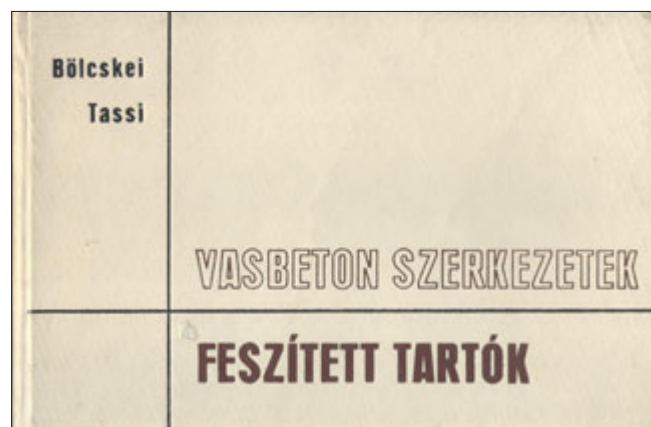
Ötven évvel ezelőtt, 1968. májusában jelent meg dr. Bölcskei Elemér és dr. Tassi Géza Vasbeton szerkezetek könyvsorozat *Feszített tartók* című egyetemi tankönyve.

A könyv úttörő munka volt, mivel születésekor a feszítés a vasbetonszerkezetek építése még nem volt általánosan elterjedve. A tankönyv a feszítéssel és a feszített vasbeton szerkezetekkel kapcsolatos általános kérdések után összefoglalja a feszített szerkezetek anyagaira és a hazánkban eddig használt feszítési rendszerekre vonatkozó ismereteket.

A könyv részét képezi a feszített vasbetontartók számításának és szerkesztésének ismertetése, amit kivitelezési példákkal és számpéldákkal mutatnak be a szerzők. A megjelenése óta elmúlt ötven évben tapasztalt rohamos fejlődés hatására ma már korszerűbb számítási módokat és szerkesztési megoldásokat alkalmazunk. Ezekhez az eredményekhez maga a könyv is hozzájárult, hiszen megírásakor a MSZ és a Közúti Hídszabályzat feszítésre vonatkozó fejezetei is kidolgozás alatt álltak. Meggyőződésünk, hogy a könyv megírása hatalmas szolgálatot tett a hallgatók és a gyakorló mérnökök számára,

amit mi sem bizonyít jobban, hogy a könyv megjelenését követően nagy léptekkel indult fejlődésnek a hazai feszített vasbeton építés, melynek eredményeit ma is láthatjuk.

V. J.



A HÍDTECHNIKA Kft. 1991-ben alakult.

Tevékenysége napjainkban:

- szigetelések (mélyépítés, magasépítés),
- korrózióvédelem (üzemi, helyszíni),
- sóvédelem,
- közlekedési, mélyépítési, magasépítési létesítmények építési munkái (autópálya-hidak, felüljárók, mélygarázs),
- hidak és egyéb mérnöki létesítmények rehabilitációs munkái,
- környezetvédelmi létesítmények készítése (hulladéklerakók, hulladékgyűjtő szigetek),
- injektálások, betonlövési munkák, zajvédő falak építése és felújítása, ipari padlóburkolatok kialakítása,
- földművek készítése,
- szennyvízkezelési, szennyvízelvezetési rendszerek építése,
- vízépítési kivitelezés.



HÍDTECHNIKA Hídépítő Karbantartó és Szigetelő Kft.

1138 Budapest, Karikás Frigyes u. 20. • Tel.: 06-1-465-2329 • Fax: 06-1-465-2335

E-mail: hidtechnika@hidtechnika.hu

www.hidtechnika.hu

AXISVM X4

Végeselem programrendszer statikusoknak



www.axisvm.eu