

# Non plus ultra, avagy a felhajlított pászma vezetésű könnyűbeton tartó gyártása

## Non plus ultra aka beam with bent strands made from light concrete

Dr. BENCZE Zsolt

Ferrobeton Zrt. Dunaújváros, Papírgyári út 18-22.  
bencze.zsolt@ferrobeton.hu; www.ferrobeton.hu

### ABSTRACT

*In the framework of the tender entitled “Material Science Development of Modern Concrete Elements” with tender identifier 2018-1.3.1-VKE-2018-00003, Ferrobeton Zrt describes the production technological conditions of beams developed and manufactured jointly with BME and UVATERV. We present the challenges of the materials that have rarely been designed in building construction in Hungary so far, and the challenges that the manufacturing technology that has not been used so far has posed to the manufacturer. The difficulties encountered were the implementation of the parts of the project, which are simply formulated in the title, but in fact form a complex system independently of each other, in one container, which was realized as a research work that was also a novelty in the world.*

### KIVONAT

*A 2018-1.3.1-VKE-2018-00003 pályázati azonosítójú „Korszerű betonelemek anyagtudományi fejlesztése” című pályázat keretében a Ferrobeton Zrt a BME és az UVATERV-vel közösen kifejlesztett és legyártott tartók gyártástechnológiai körülményeit ismerteti a cikk. Bemutatjuk, hogy milyen a magasépítésben hazánkban eddig ritkán betervezett anyagokból, és az eddig nem alkalmazott gyártástechnológia milyen kihívások elé állította a gyártót. A felmerült nehézségeket a projekt címében egyszerűen megfogalmazott, de valójában egymástól függetlenül is bonyolult rendszert alkotó részek, egy tartóban történő megvalósítása jelentette, ami világviszonylatban is újdonságnak számító kutatási munkaként valósult meg.*

**Kulcsszavak:** ferde pászma vezetés, könnyűbeton, gyártástechnológia

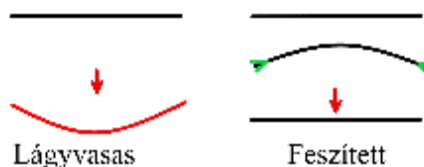
### 1. BEVEZETÉS

A ferde pászma vezetésű tartók statikai előnyéről minden építéssel foglalkozó mérnök hallott tanulmányai során. Az igénybevételeknek megfelelő geometriájú tartók, illetve az igénybevételi ábrák formájára mintázott geometriájú tartók a hétköznapi mérnöki gyakorlat részévé váltak. A feszített technológia fejlődése ma már lehetőséget teremtett arra, hogy olyan új technológiai megoldást próbáljunk ki, amelynek segítségével a hagyományos alsó pászma vezetés mellett ferde pászma vezetés is kialakítható, ezzel növelve a szerkezet teherbírást. A kutatási téma másik iránya a szerkezeti beton önsúlyának csökkentése volt. A m<sup>3</sup>-enkénti önsúly felezése, harmadolása komoly előnyt jelent nagy feszítávolságú tartók esetén, ahol a szerkezet önsúlya már jelentős. Ezen, két egymástól független, változók egy gerendában történő megvalósításával arra is választ kerestünk, hogy a könnyűbeton és a pászma kapcsolata milyen mértékben valósul meg. A cikkben nem kívánok foglalkozni a téma szakirodalmi részével [1,2], csupán a gyártástechnológiára koncentrálni ismertetem a projekt keretében készített tartók gyártását.

## 2. GYÁRTÁSTECHNOLÓGIA

### 2.1. Elméleti háttér

A „klasszikus” feszítés során előre meghatározott mennyiségű pászmát feszítünk előre meghatározott erővel annak érdekében, hogy a tartóban alkalmazott vázkitöltő anyag (általában beton) megszilárdulása után a megfeszített pászmákat elvágva a tartó két végén, ún. feszültség ráengedéssel egy nyomott övet hozunk létre a tartó alsó felén, amivel a hasznos teher által keltett húzófeszültség nagyságát tudjuk csökkenteni (1. ábra). A feszítés nagy biztonsági kockázattal járó munkafolyamat, amelynek komoly biztonságtechnikai követelményei vannak.



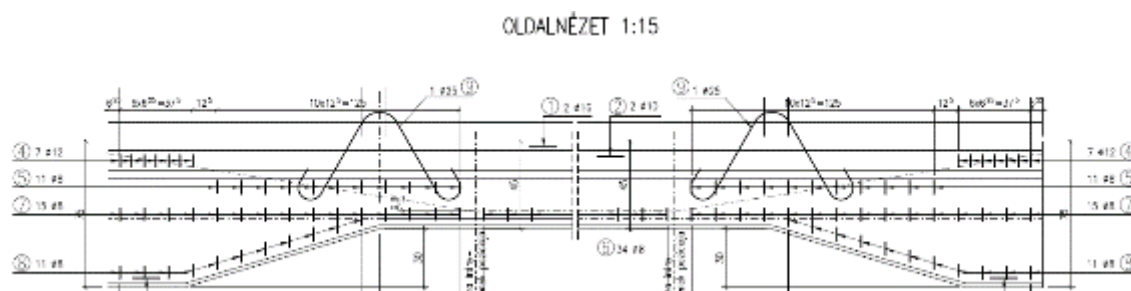
1. ábra

*A lágyvasas és a feszített tartó egyszerűsített elméleti ábrája*

### 2.2. A vasváz előkészítése

A hagyományos feszített tartókkal szemben a ferde pászmavezetésnek a legfontosabb eleme a szögelfordulás hatékony és tartós biztosítása. Ennek a technológiának nincs hazai és nemzetközi elterjedt gyakorlata, ezért a kutatási program keretében ki kellett fejleszteni egy technológiai megoldást, amellyel ezt kellő biztonsággal meg tudjuk valósítani. Önmagában a lágyvasas váz rész megkötése nem nagy technológiai kihívás. A feszítés napi munkafolyamatnak számít. A problémát az okozta, hogy a pászmák egy részét nem az eddig alkalmazott módon – a földdel párhuzamosan – kellett megfeszíteni. A szögben történő feszítés során a pászmát egy lehorgonyzó szerkezettel kellett a fenéklemezzel párhuzamosan rögzíteni (2. ábra). A lerögzítés módja azonban nem akadályoztathatta a zsaluzás és az öntés folyamatát, vagyis egy olyan szerkezetet kellett megalkotnunk, amely lehetővé teszi az utólagos sablon mozgatást és a beton tömöríthetőségét a pászmalefogó, a szerkezetben bent maradó, rész alatt is.

Elsőre ez könnyű feladatnak tűnik, azonban vibrátor által keltett mozgás a pászmában könnyen ékkicsúszáshoz vezethet, amely komoly munkavédelmi kockázati tényező a feszítést követő műveletek során.



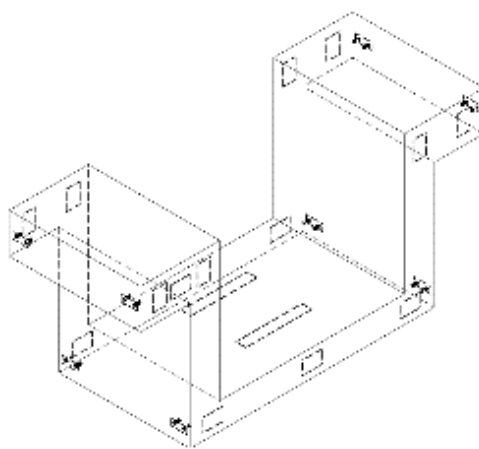
2. ábra

*A kísérleti elem vasvázterve*

### 2.3. A zsaluzás

A zsaluzás során arra törekedtünk, hogy a szerkezet szerelhetősége ne változzon jelentősen az eddig alkalmazott gyártástechnológiához képest. A célunk egy olyan szerkezeti megoldás kialakítása volt, amely lehetővé teszi a ferde pászmavezetésű tartók gyors és egyszerű gyártását. A vasbeton termékek zsaluzásánál és öntésénél elkövethető gyártástechnológiai hibák okaira és következményeire most nem térnék ki, csupán megjegyzem, hogy a tömörség hiánya vagy a váz nem megfelelő összeszerelése a tartó alakváltozásához, repedéséhez és/vagy a pászma kicsúszásához is vezethet, amelynek egyenes következménye a tartó selejtezése.

A kutatási téma keretében több méretű és anyagú tartót is legyártottunk. A nagy tartókat egy mobil öntőágyban (3. ábra), amely lehetővé teszi számunkra, hogy bárhol tudjunk ezentúl feszített tartót készíteni az építési helyszín közelében.



3. ábra

*A mobil öntőágy egy szerkezeti eleme*

A kisebb elemek zsaluzása okozott némi fejtörést, de sikerült megoldani a ferde pászmavezetés miatt többletnehézségeket. A zsaluzáshoz a hagyományos acél sablonparkunk elemeit használtuk fel és fenéklemez módosítással értük el a tervező által elképzelt geometriai alakot (4. ábra).



4. ábra

*A 8,8 méter hosszú kísérleti elem vázszerkezete zsaluzás előtt*

## 2.4. A könnyűbeton bedolgozása

A betonreceptúrákkal a háttérkísérleteket a BME végezte, ezért ezekre nem térek ki. Az egyes keverékek alkalmazása és alkalmazhatósága nagyban függ a termék geometriájától. A projekt sikere érdekében nem kísérleteztünk különleges tartóformákkal – törekedtünk az egyszerűsége. A korábbi tapasztalataink alapján a Liapor és a Leca adalékanyagokkal készült tartók (5. ábra) gyártása során különös odafigyelést igényeltek. A legkisebb technológiai fegyelmi hiányosság az adalékanyagváz azonnali szétosztályozódásához vezethet, mi szintén a tartó selejtezését vonja maga után. A kisebb tartók készítésénél ez nem jelentett problémát, de a nagy tartók esetén már komoly kockázati tényező. A tartó tömörségét, ezáltal a pászmák megfelelő lehorgonyozottságát csak tömörítő munkával lehet elérni, amit merülővibrátorral vagy zsaluvibrátorral tudunk megvalósítani. A korábbi tapasztalatok alapján mindkét technológiai megoldásnak vannak előnyei és hátrányai. A kísérleti elemek öntésénél a zsaluvibrátoros megoldást alkalmaztuk a korábban említett feltételek miatt.



5. ábra

*A könnyű adalékanyag tartóvég húzószilárdsági vizsgálatok után*

## 2.5. A tartók terhelése

A tartókat terheléses és egyéb vizsgálatoknak vetettük alá, amelyeket a BME végzett. A vizsgálati eredményekről itt nem számolunk be csupán a két tartóról osztoz meg képet (6. ábra), hogy a tartók geometriai méreteiről legyen elképzelése az olvasónak. A kisebbik 8,8 méter hosszú gerenda terheléses vizsgálata sikeresen lezajlott, amely alapján kijelenthető, hogy a tervezett teherbírást elérte.



6. ábra

*Két tartó egymás mellett*

### **3. ÖSSZEFOGLALÁS**

A 2018-1.3.1-VKE-2018-00003 pályázati azonosítójú „Korszerű betonelemek anyagtudományi fejlesztése” című pályázat keretében a Ferrobeton Zrt. sikeresen ötvözött olyan technológiai megoldásokat, amelyek segítségével könnyűbetonos adalékanyagvázú ferde pászmavezetésű tartókat gyártott. Ezen tartók teherbírása a számításoknak megfelelően alakult, így a magasépítési bevezetése műszaki oldalról megoldott. Az elkövetkező időszakban a műszaki jogi szabályozással szeretnénk kiegészíteni az eddig elkezdett K+F munkát, hogy sikeres piaci termékké váljon a kísérlet keretében megálmodott és megvalósított tartó forma.

### **KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

A projekt a „2018-1.3.1-VKE-2018-00003 pályázati azonosítójú Korszerű betonelemek anyagtudományi fejlesztése” című pályázat keretében valósulhatott meg.

### **FELHASZNÁLT IRODALOM**

- 1 Satish C. és Leif B. 2002: Historical Background of Lightweight Aggregate Concrete; Lightweight Aggregate Concrete, 5-19 USA
- 2 Jun at all. 2015: Numerical relationship between creep deformation coefficients of prestressed concrete beams; Materials and structures 1443-1453 Rilem