

# FABETON® Födémrendszerek



## 1.) FABETON® Födémrendszerek

A **FABETON®** építőanyag sajátossága, hogy összeépíthető a normál kavicsbeton szerkezetekkel, azokkal „együtt dolgozik”. Ezt a kedvező adottságot kihasználva fejlesztette ki a különféle födémváltozatokat a NÁDÉP-**FABETON®** Kft. Ezeknek a konstrukcióknak általános jellemzője, hogy a **FABETON®** alacsony térfogatsúlya miatt gazdaságos szerkezetek építhetők. A födém szerkezet kis önsúlya révén csökken a tartószerkezet igénybevétele, avagy azonos igénybevétel mellett növelhető a hasznos terhelhetőség. A **FABETON®** födémváltozatok a **FABETON®** rendszer szerves részei, de más építési rendszerekhez, szerkezetekhez is alkalmazhatók.

A **FABETON®** bélestestes födém tartószerkezeti része, vagyis a vasbeton gerenda és a vasalt felbeton, fejlemezés gerendaként méretezhető. Minden tervben elő kell írni a két szerkezeti elem együttbetonozását és az építés alatti túlemelés mértékét. Az építés során mód van kiegészítő vasalat beszerelésére, ezért a gerendát konzolosan, vagy többtámaszú változatban is kezelhetjük. Ha a nyomott öv a födém alsó síkján alakul ki, szükség lehet arra, hogy a támaszvonala mentén a **FABETON®** bélelem helyett tömör kibetonozást alkalmazzunk. A födémáttörések helyén rejtett gerendakiváltást is alkalmazni szabad.

A kéregpaneles födémváltozat monolit vasbeton lemezként működik és leginkább egyirányban teherviselő szerkezetként vesszük figyelembe. Kiegészítő helyszíni vasalattal azonban módosítani lehet az erőjátékát, sőt konzolosíthatjuk, vagy többtámaszúsíthatjuk azt.

A **FABETON®** tetőpanelek hőszigetelt, járható, de nem teherbíró felső lezáró födém elemként használhatók. A panelek vasbeton-, acél-, vagy fa tartószerkezetre helyezhetők el megfelelő lekötéssel. A csapadékvíz elleni szigetelést egyszerűen rögzíthetjük felületére.

A tervezett fővasmennyiség kéttámaszú szerkezetek esetén már gyártáskor beépítésre kerül mind a gerendába, mind a kéregpanelbe, mind a tetőpanelbe. Egyedi jelleggel csak a kiegészítő vasalatot kell tervezni. **A Tervezőnek az előregyártott szerkezetek betervezése során csak az összteher mértékadó értékét és az igénybevételeket kell meghatározni, melyhez felhasználhatja a tábláiban megadott összsúlyadatokat.** A megrendeléskor közölt fenti adatok alapján az igénybevételekhez rendelt vasmennyiséget és annak elrendezését a Gyártó állítja össze. A gyártási folyamat során segíti a feladat egyértelmű kezelését, ha a megrendelő levél mellékleteként engedélyezett tervdokumentációt is kap a Gyártó. A legyártott szerkezeti elemek mozgatásához, célszerűen megválasztott megfogási pontok kijelölésére van szükség, amit szintén a Gyártó határoz meg. A járatostól eltérő méretűre tervezett szerkezeteket már a tervezés időszakában célszerű a Gyártó képviselőjével leegyeztetni. Általában érvényes szabály, így a **FABETON®** rendszerű épületekre is vonatkoztatható, hogy építésük csak statikai kiviteli tervek alapján végezhető. Az építési engedélyezési tervdokumentációt készítő Tervezőnek fel kell hívnia erre az Építető figyelmét. Az ismertett födémrendszerek alkalmasak minden teherbíró falazattal határolt tér lefedésére a megadott fesztáv tartományon belül, függetlenül a fal vagy az épületváz anyagától. Kellő megfontolással ferdesíkú födémek is építhetők. A **FABETON®** Mesterfödém jelentős rugalmassággal és teherbírási tartalékkal rendelkezik, így képesek kivédeni a váratlan, erős természeti hatásokat is (széllökések, földrengés, robbanás, stb.).

## 2.) Gerendás **FABETON®** Mesterfödém

### 2.1 Általános ismertetés

A födém ún. lágyvasas gerendából, **FABETON®** bélésteSBől és helyszíni felbetonból áll.

A gerendák jellemzője a folyóméterenkénti kis tömeg, ami (18 kg/fm) kézzel történő mozgatást tesz lehetővé. A födémszerkezet daru használata nélkül összerakható. A gerendák szerkezetükénél fogva 10 cm-es hossz méreti lépcsőkkel gyárthatók, 0,80 m –9,00 m fesztáv között. További fontos jellemzője a gerendáknak, a teherbírási követelményekhez igazított vasalás. A „túlvasalás” elkerülése kedvező beszerzési árat eredményez.

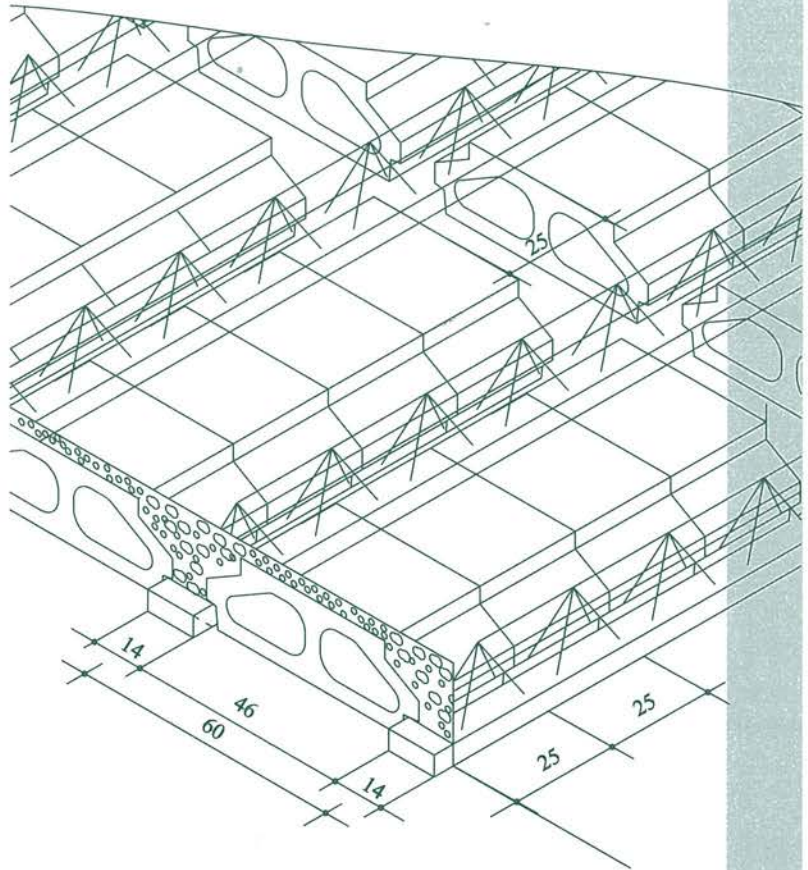
A fesztáv, illetve a hasznos terhelési adatok ismeretében a gerenda, illetve födém szerkezet vastagsága is célszerűen megválasztható 23–28 cm között. A födémgerendák osztástávolsága általában 60 cm, de válaszfalak alatt, illetve különösen nagy terhelési követelmények esetén a gerendák kettőzhetők. A mesterfödém gerendákhoz **FABETON®** bélésteSBeket célszerű alkalmazni, ami több előnnyel is jár.

- a.) **FABETON®** bélésteSBet könnyű (7 kg/db).
- b.) Gazdaságos, mert gerenda folyóméterenként 4 db szükséges.
- c.) Javítja a födém hőszigetelési értékét.
- d.) Alsó felülete igen jól vakolható.

A **FABETON®** Mesterfödém a felbeton megszilárdulása után válik teherbíróvá, ezért építés közben ideiglenes, ritkított alátámasztást kell készíteni, továbbá kibetonozás előtt a gerendákat túl kell emelni. A túlemelés mértéke 1/300 legyen. A gerendás **FABETON®** Mesterfödém alkalmazható pince-, közbenső- és lezáró födémként.

Az épületek rendeltetését illetően **FABETON®** födémrel építhetők

- egy- és többszintes lakóépületek,
- irodák, közösségi létesítmények,
- egészségügyi és oktatási intézmények,
- ipari és mezőgazdasági épületek,
- üdülők, garázsok,
- tetőtérbeépítések;
- emeletráépítések készíthetők, és
- épületfelújításoknál is alkalmazható.



## 2.2 A FABETON® Mesterfödém rendszer elemeinek gyártástechnológiája

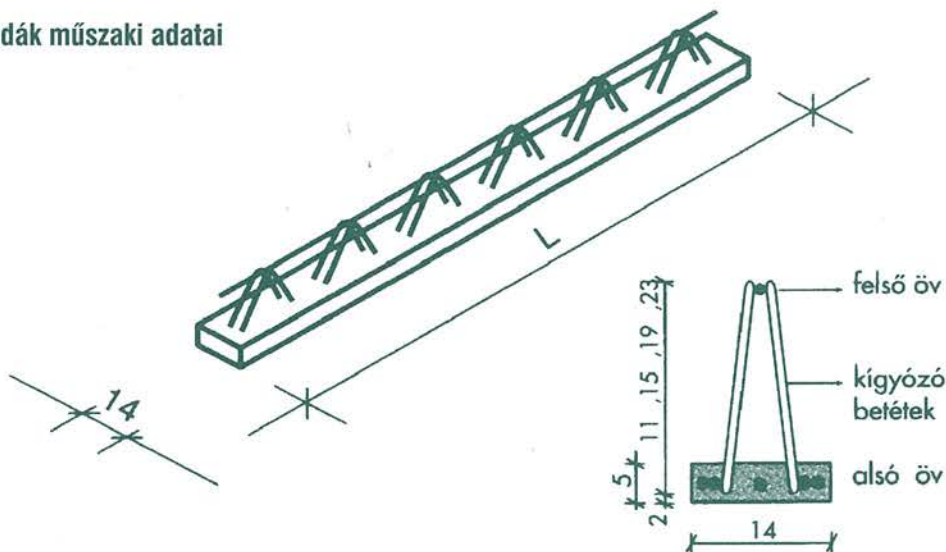
### Gerenda gyártása

A mesterfödém gerendákat 24 m hosszú csoportzsaluban gyártják, a teljes hosszuknak megfelelő méretre lehatároltan. Az 5 cm magas zsalut C25-16/KK betonnal öntik ki. A pótvasakkal kiegészített, méretre vágott, szerelt armatúrákat bevibrálják a 14 cm széles betonpapucsba. Az acélarmatúrákra szereléskor azonosító címkét erősítenek, mely tartalmazza a gerenda méretét, teherbírását, az acélok keresztmetszeti adatait, a megrendelő nevét. A beton megszilárdulása után zsaluzhatók ki az elemek, melyek megrendelőnkénti csoportosításban kerülnek tárolásra.

### Béléstest gyártása

A FABETON® béléstestet a padlóragyártó gépen vibropréseléssel gyártják nyersméretre. Megszilárdulás után ún. frézelési megmunkálással vágják méretpontosra.

## 2.3 A gerendák műszaki adatai



2. ábra – A FABETON MESTERGERENDA GEOMETRIÁJA

Tömeg	18 kg/m
Beton talp	C25-16/KK
Felső övaccél	Ø8, ST70 minőség
Diagonális acél	Ø5, hullámhossz 200 mm, ST70 minőség
Alsó alapacél	Ø5, 8, 10, 12, 14 ST70 minőség
Pótacélok	Terhelésnek megfelelő keresztmetszetek B60.50, C15H vagy B60.40 -es minőség
Felbeton	C16-16/KK
Teherhordó háló felbetonban	Ø4,2 -es 15*15-25/25-ös háló C15 minőség

## A FABETON® Mesterfödém Gerendák jelölése

FMG 10/23 – 42/45

FMG: a gerenda megnevezése, **FABETON®** Mesterfödém Gerenda

10:  $q_H$  határteher értéke kN/m<sup>2</sup>-ben

23: a födém szerkezeti vastagsága cm-ben

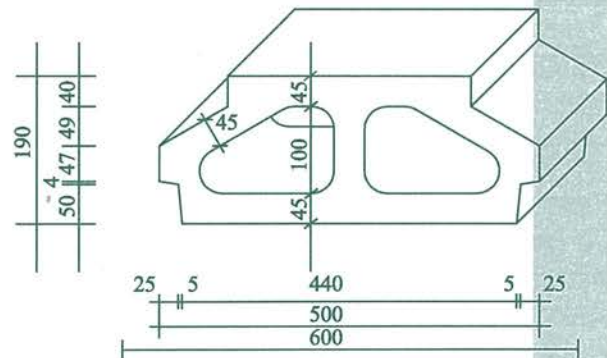
42: falköz méret, fesztáv dm-ben

45: teljes gerendahossz dm-ben

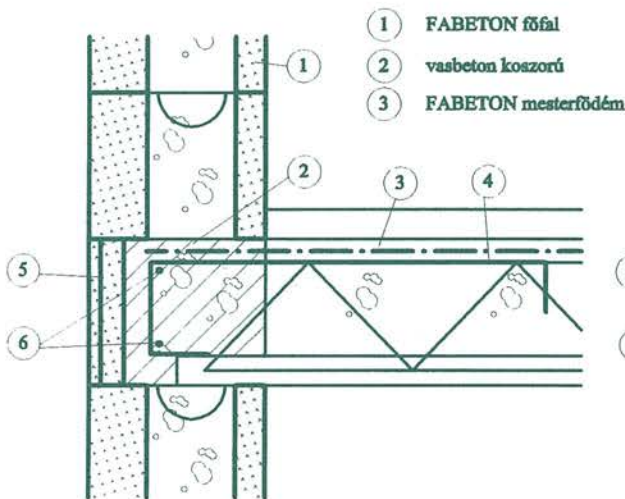
## 2.4 A FABETON® béléstest műszaki adatai

### Béléstest:

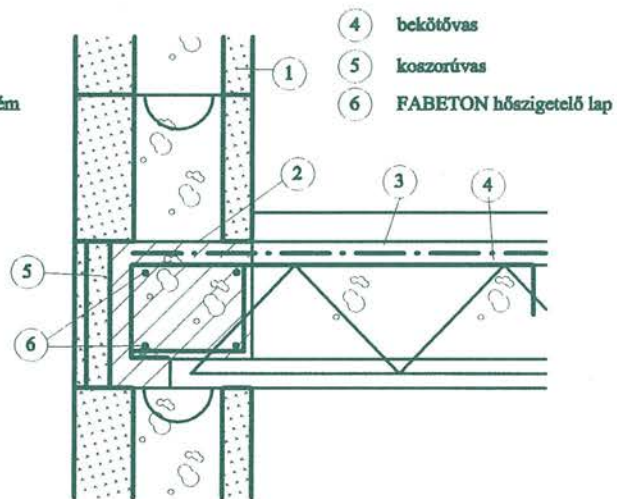
Jelölése:	FB 60/19/25
Tömege:	7 kg/db
Mérete:	50*25*19 cm
Béléstest szükséglet:	4 db/fm gerenda
Törőerő mértéke:	5,3 kN
Felhasználási területe:	mesterfödém gerendás, E- és EP gerendás födémek zsaluzó béléselmekeként.



## 2.5 A Gerendás FABETON® Mesterfödém szerkezete



4/a. ábra – NYÍLTKENGYELES  
KOSZORÚKÉPZÉSSEL



4/b. ábra – ZÁRTKENGYELES  
KOSZORÚKÉPZÉSSEL

3. ábra – FABETON® BÉLÉSTEST

## 2.6 A Gerendás FABETON® Mesterfödémek tervezése

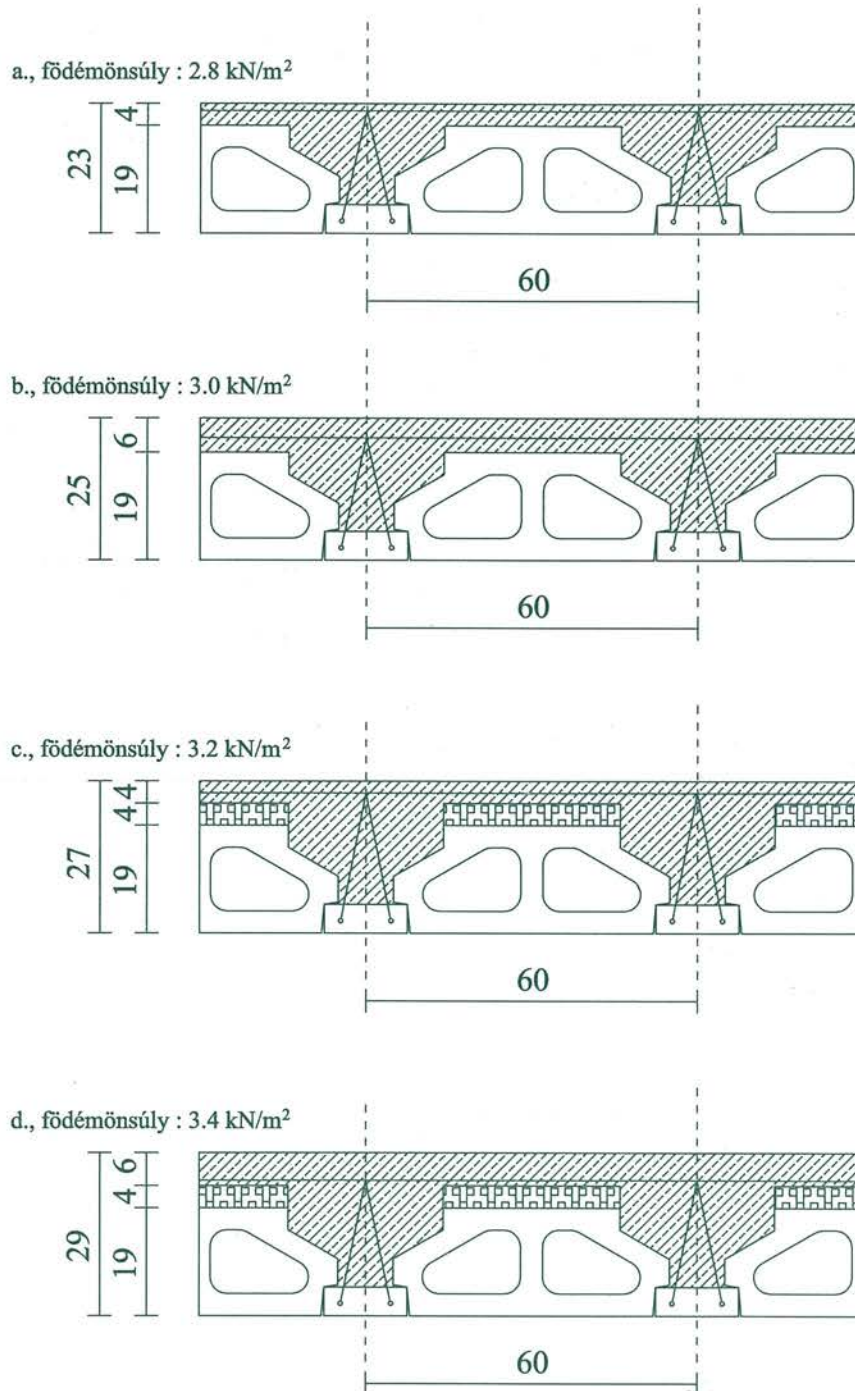
A FABETON® béléstestekkel készülő mesterfödémek mindig teherhordó vasbeton gerendákkal készített felbetonos szerkezetek.

### 2.6.1 A födémek tervezési elvei

A födémek méretezését az MSZ 15020/86, az MSZ 15021/2/86, valamint az MSZ 15022/1/86 szabványok előírásai szerint fejlemezés gerendaszerkezetként kell végezni. A mesterfödém tartószerkezeti tervében meg kell határozni a gerendakiosztást (a gerendakettőzéseket), az egyes gerendák szükséges teherbírását, a födémkiváltásokat, a szerkezeti csomópontokat, födémáttöréseket, lépcsőcsatlakozásokat. A mesterfödém gerendák két, illetve többtámaszú, sőt konzolos szerkezetként is betervezhetők. Középső támasznál szükséges lehet az alsó nyomott ív kiszélesítése. Fontos méretezési szempont, hogy a gerendák fővasalása nyomtatékarányosan van beépítve a betontalpba.

Kész **FABETON**<sup>®</sup> béléstartes gerendás, mesterfödémek műszaki adatai:

	19 cm-es béléstartes		23 cm-es béléstartes	
	4 cm felbeton	6 cm felbeton	4 cm felbeton	6 cm felbeton
Tengelytáv (cm)	60	60	60	60
Gerendaszükséglet (fm/m <sup>2</sup> )	1,67	1,67	1,67	1,67
Béléstartes szükséglet (db/m <sup>2</sup> )	6,67	6,67	6,67	6,67
Betonszükséglet (l/m <sup>2</sup> )	80	100	100	120
Nyers födém súlya (kN/m <sup>2</sup> )	2,8	3,0	3,2	3,4



5. ábra – KERESZTMETSZETVÁLTOZATOK A GERENDÁS FABETON MESTERFÖDÉMRE

## 2.6.2 Gerendás födém tervezési szempontjai

Általános elv a födémvastagság kiválasztásához, hogy a gerendák közé mindig egy fajta béléselmet helyezünk, így a bélelt közben a szomszédos gerendák távolsága 60 cm. Egy konkrét szerkezeti vastagságú födém teherbírását a fővasalat bizonyos határértékek közötti változtatásával, illetve gerendakettőzéssel tudjuk szabályozni. Az optimális keresztmetszet egy tervegyeztetés során kiválasztható, felhasználva a magassági lépcsők által nyújtott alternatív lehetőségeket is. A fővasalat mennyisége természetesen a Tervező által is kiszámolható. A számítás során minden egyes gerendát fejlemez vasbeton rúdelemként célszerű figyelembe venni akár kéttámaszú, akár többtámaszú, akár konzolos szerkezetként kezeljük azokat. A támaszközeli keresztmetszetek nyomott övének megfelelőségét is vizsgálni kell, ha a fesztáv méret meghaladja az 5,4 métert. E mérettartományban szükséges betervezni a keresztkötéseket, melyekkel összhangba hozhatjuk az egyes gerendák lehajlási értékeit. A gerendavégeket mindig el kell látni bekötővassal, amit helyszíni szereléssel építünk be a szerkezetbe. A túlelemelés mértékére célszerű utalni a tervben is, annak ellenére, hogy az általános alkalmazási szabály.

## 2.6.3 A FABETON® béléstest, gerendás mesterfödém tűzállósági jellemzői:

A FABETON® gerendás mesterfödémek tűzállósági határértéke

$T_H = 1,5$  óra, vakolatlan szerkezetre

A FABETON® béléstestekkel készített szerkezetek éghetőségi besorolása: **nehezen éghető**

Beton vagy Vázkerámia béléstesttel épített födémek éghetőségi osztálya: **nem éghető**

## 2.6.4 A FABETON® mesterfödémek gerendás változata alkalmazható

- emeletközi, tetőtér alatti és tetőfödémként korlátozás nélkül
- pince és alagsor feletti födémként II-V. tűzállósági falazatú, legfeljebb ötszintes épületekhez

## 2.6.5 A FABETON® gerendás mesterfödém hőtechnikai adatai:

Hővezetési ellenállása:

- 19 + 4 = 23 cm-es födém esetében:  $R = 1,35 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
- 19 + 6 = 25 cm-es födém esetében:  $R = 1,36 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
- 23 + 4 = 27 cm-es födém esetében:  $R = 1,63 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
- 23 + 6 = 29 cm-es födém esetében:  $R = 1,64 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

## 2.6.6 Akusztikai adatok

Súlyozott léghanggátlási mutató:  $R_w = 49 \text{ dB}$  alulról vakolt födémre.

## 2.6.7 A gerendák kiválasztásának módja

A gerendák nem szériagyártmányok. Minden esetben a felelős statikus Tervező által megadott terhelési értékeknek megfelelő teherbírással kerülnek legyártásra. A megfelelő betonacél armatúrát a Gyártó határozza meg és szereli be a gerenda papucsába. *Ez lényeges különbség a tipizált gerendafajták alkalmazásához képest.*

A födém összsúlya, a burkolatok és válaszfalak súlya, a hasznos teher, továbbá a szabvány szerinti biztonsági tényezők figyelembe vételével határozható meg a mértékadó teher értéke. A fesztáv, a falazat fajtája, a tervezett födémvastagság és a  $q_H$  értékének megadásával választható ki a megfelelő gerenda armatúra. A gerendás mesterfödémeket 19+4=23 cm, 19+6=25 cm, (19+4)+4=27 cm, és (19+4)+6=29 cm-es szerkezeti vastagságban tervezhetjük. Az utóbbi esetben a gerendarács magasság 23 cm.

Többtámaszúsítás vagy konzolos kialakítás esetén lehetőség van egyedi vasalat elhelyezésére is a Tervező és a Gyártó egyeztetése alapján.

## 2.7 A gerendás FABETON® mesterfödém építése

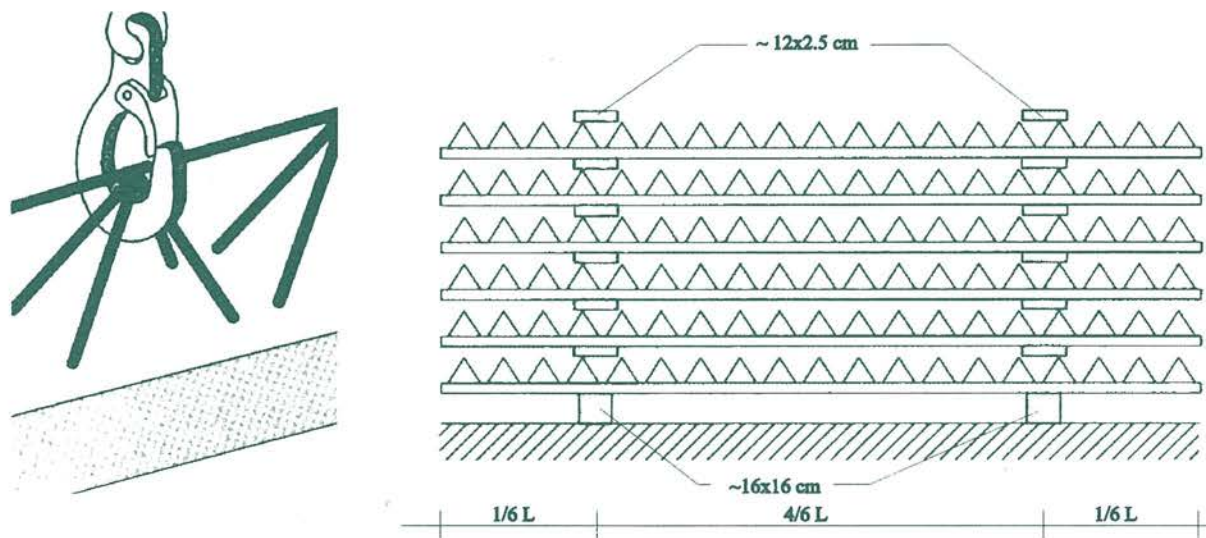
### 2.7.1 Tervezés

A kivitelezést csak szakember (statikus) tervei alapján javasolt végezni. Az építkezés felelős műszaki vezetőjének, a Tervező által a tervekben meghatározott utasításait be kell tartania. Ez vonatkozik a beépítési, gerenda elhelyezési és a dúcolási utasításokra egyaránt.

### 2.7.2 Szállítás, tárolás

**Szállítás:** A gerendákat a járműveken alátétfára helyezve, maximum 6 sor magasságban, hossz- illetve keresztirányú elcsúszás ellen rögzítve kell szállítani. Az alátámasztást, végeitől 1/6-nyi távolságra helyezzük el úgy, hogy a sorok közötti alátétfák egymás fölé kerüljenek. Gépi rakodáskor az emelő kötélt horgait a diagonál vas felső csomópontjába, a gerenda végétől a hossz 1/6 távolságára kell beakasztani. A gerenda és a kötelek által bezárt szög nem lehet kisebb 15<sup>o</sup>-nál. A béléstesteket 100\*100 cm-es raklapokon, 210 cm magas fóliás (pántoszlopos), rögzítésű egységakatokban szállíthatjuk. A viszonylag nagy rakatmagasságok miatt a rakományt eldőlés ellen lekötéssel biztosítani kell. Egy rakat 72 db béléstestet foglal magába, súlya cca 600 kg/rakat.

**Tárolás:** A kivitelezés helyszínén, vízszintes terepen kell deponálni a gerendákat illetve a béléstestet. Egyik termék sem érzékeny az időjárásra, így nem szükséges a fedett tárolás. Az alátétfák minimális keresztmetszete 5\*2,5 cm legyen és lapjával helyezzük a gerendákra úgy, hogy a diagonál váz felső hegesztési pontjára essen.



6. ábra – A FABETON MESTERGERENDÁK RAKATKÉPZÉSE

### 2.7.3. Alátámasztás, túlemelés

**Alátámasztás:**

A mesterfödém gerendák önmagukban nem terhelhetők. Ezért még a gerendák elhelyezése előtt el kell készíteni az ideiglenes alátámasztó állványzatot. Az alátámasztás készülhet csavaros csőállványból vagy ácsolt faszervezetből. A dúcolatnak megfelelő teherbírással kell rendelkeznie. Ehhez tájékoztató adatokat az alábbi táblázatból vehetünk:



Födéntípus	Födém súlya	Építési teher + födém súlya
19 cm FABETON® béléstest + 4 cm felbeton = 23 cm	2,8 kN/m <sup>2</sup>	3,5 kN/m <sup>2</sup>
19 cm FABETON® béléstest + 6 cm felbeton = 25 cm	3,0 kN/m <sup>2</sup>	3,7 kN/m <sup>2</sup>
23 cm-es FABETON® béléstest + 5 cm felbeton = 28 cm	3,2 kN/m <sup>2</sup>	3,9 kN/m <sup>2</sup>
23 cm-es FABETON® béléstest + 6 cm felbeton = 29 cm	3,4 kN/m <sup>2</sup>	4,1 kN/m <sup>2</sup>

Az alátámasztó állványzatot a gerendákra merőlegesen helyezük el. A dúcsorok közötti távolság ne legyen nagyobb 2 m-nél. Az oszlopok legfeljebb 3 m-re legyenek egymástól. Az oszlopokat kidőlés és megsüllyedés ellen biztosítani kell. Az alátámasztásokat csak a födém teljes megszilárdulása után szabad eltávolítani. Ha az alátámasztó állvány födémre kerül, akkor az alsó födémet az alátámasztások alatt alá kell dúcolni. Feltöltésre, fagyott vagy átázott talajra az alátámasztó dúcsor nem állítható. Faanyagú állványok alkalmazása esetén a szelemet és az oszlopokat lefektetve erősítik össze, majd pallóalátéttel állítják fel. A székállás oszlopait átlóirányban, felszegezett deszkákkal merevítik egymáshoz. A szelemenre merőleges irányban pedig mindkét irányban kitámasztják elbillenés ellen.

Csőállványok alkalmazása gyorsabb, pontosabb munkát tesz lehetővé és többször felhasználható.

Az állványzat merevítését, teherbírását, stabilitását a felelős műszaki vezetőnek ellenőrizni kell.

#### *Tülemelés:*

A födémgerendákat az alátámasztások segítségével, a fesztáv 300-ad részével (L/300) túl kell emelni. A tülemelést az oszlopok alatti ékpár segítségével kell beállítani. Menetes csőoszlopok alkalmazása esetén a tülemelést menetes orsóval állíthatjuk be egyszerűen.

#### **2.7.4. A gerendák elhelyezése**

A gerendákat a vízszintes faleyenre gépi vagy kézi erővel lehet beemelni. A gépi beemelésre az 2.7.2. pontban leírtakat be kell tartani. A gerendák elhelyezése előtt a támasz alá cementpép terítendő. Gerendáknál a felfekvés, a falazat anyagától függően 10–15 cm legyen. A gerendák távolságát a gerendák két végénél elhelyezett bélés-elemekkel lehet beállítani. A további béléstesteket a gerendákra merőleges irányban haladva helyezük el úgy, hogy a gerendák ne kapjanak egyoldalú terhelést.

#### **2.7.5. A födémhez kapcsolódó kiegészítő vasszerelés és zsaluzat készítés**

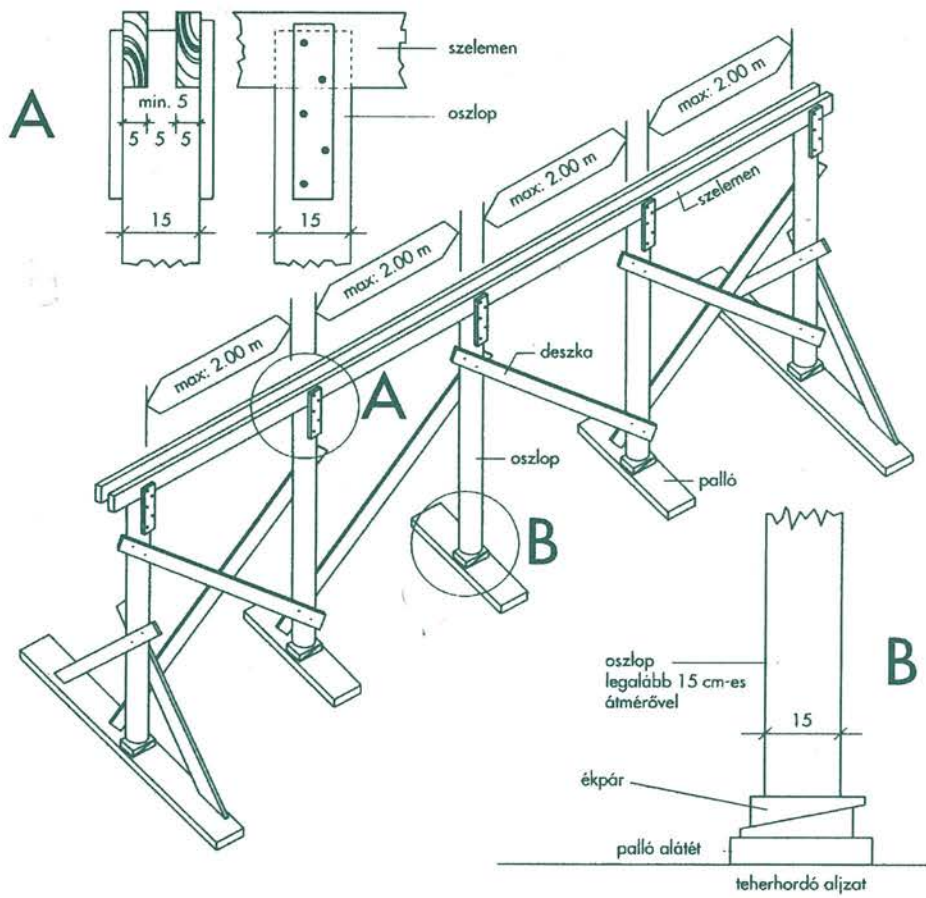
A statikus Tervező által készített el a vasbeton koszorúk, a kiváltók, a födémáttörések zsaluzási és vasalási terveit. A kiegészítő vasalatokat megszerelésük után ellenőriztetni kell a felelős műszaki vezetővel.

##### *A gerendák bekötő vasainak elhelyezése*

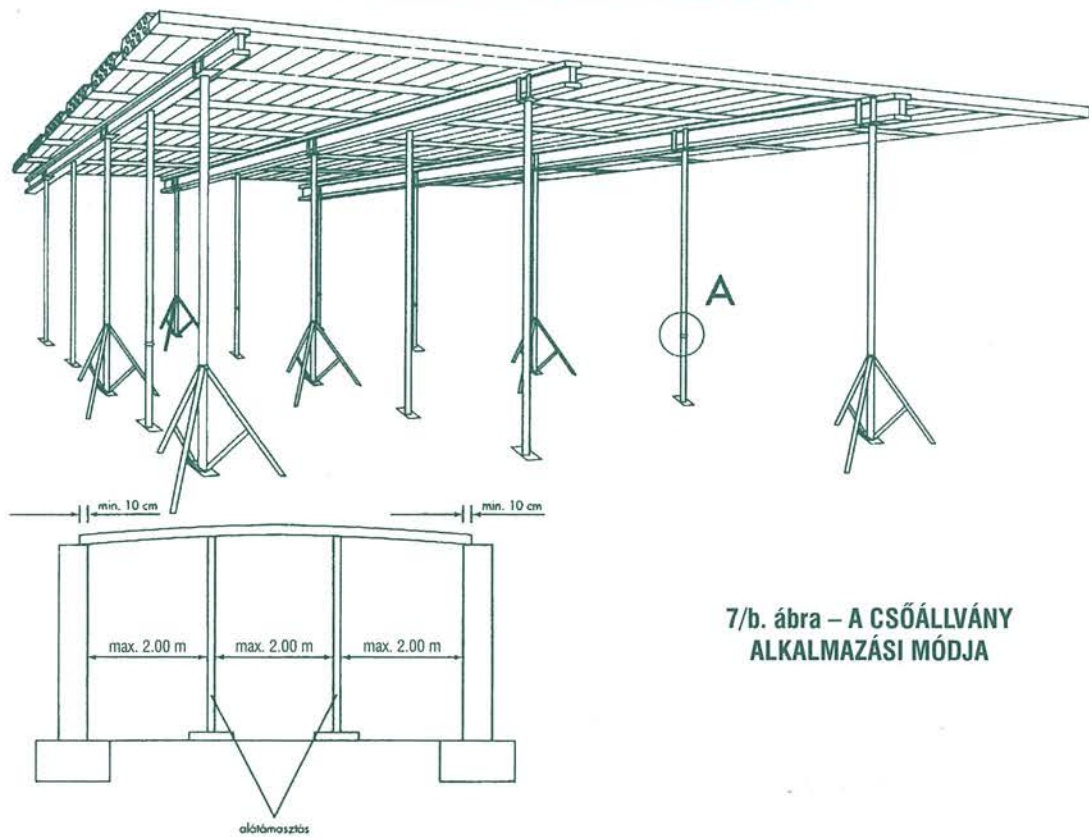
A gerendát a koszorúba be kell kötni, az erre a célra szolgáló pótvasakkal. A bekötővas hossza a fesztáv 1/6-a, de min. 80 cm. Keresztmetszete 4,5 m-ig Ø8, e felett Ø10 legyen. A bekötő vasat a diagonál vasak közé behúzva kell felkötni a felső övácélra, a koszorúba beeső túlnyúlással.

##### *Átkötő gerendák készítése*

6 m feletti falköz méretű födémmezőkben ún. átkötőgerendákat kell kialakítani. Az átkötő gerendák merevítik a födémmezőt, biztosítják a gerendák „együtdolgozását”. 6–7 m-es fesztávokhoz egy, 7–8 m-es falközökhöz kettő, e fölött pedig három átkötőgerenda kialakítása szükséges. Az átkötőgerenda min. 4 db Ø8-as átmérőjű



7/a. ábra – A FAÁLLVÁNY ÖSSZEÁLLÍTÁSA



7/b. ábra – A CSŐÁLLVÁNY ALKALMAZÁSI MÓDJA

B60.40-es acélból szerelendő – kengyelezés nélkül –, a diagonál acélokra felkötve. Az átkötő gerenda 25 cm széles vonalát, a gerendákra merőleges irányban kiszédett, egy sor béléstesttel alakítjuk ki. Természetesen az átkötő gerenda vonalában, kibetonozáskor min. 30 cm széles alsó zsaluzatot készítünk. Az átkötő gerenda hosszvasait be kell kötni a koszorúba, a középfőfalhoz pedig át kell vezetni.

#### Koszorúk készítése

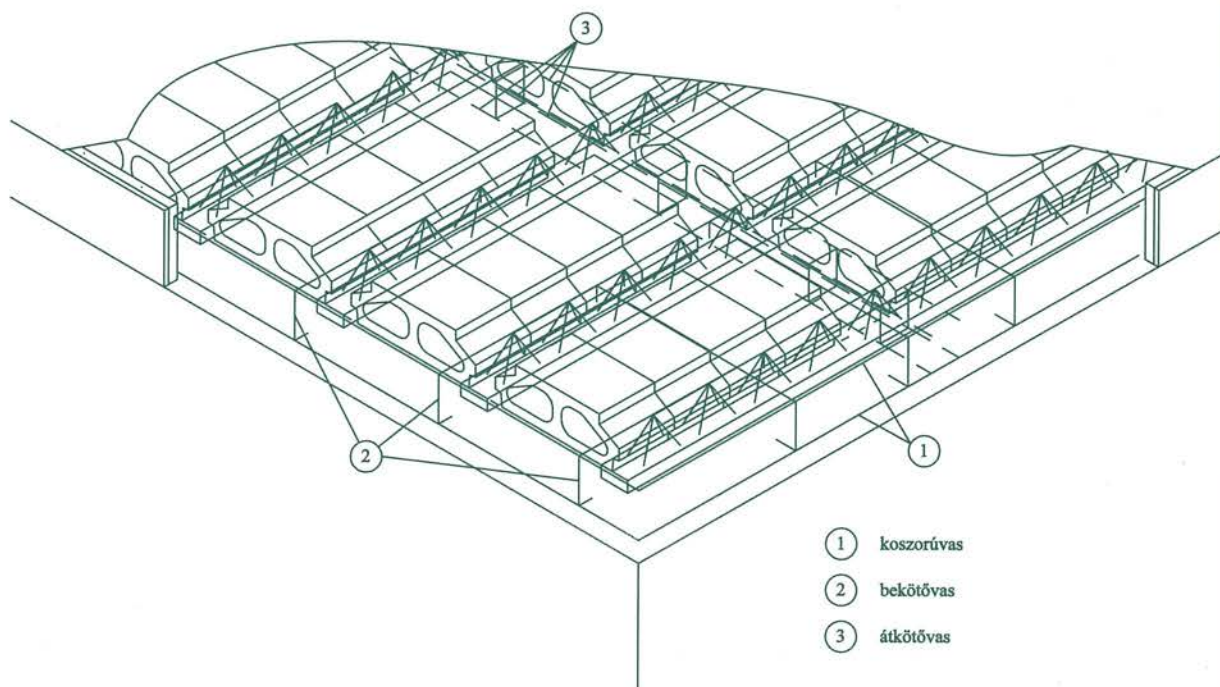
Teherhordó falknál legalább min. 4 db Ø8-as bordás acélból, kengyelezetten szerelt armatúrával vasaljuk a koszorút és egyszerre betonozzuk a födémmezővel. A gerenda alsó lapja **FABETON**® bentmaradó papucselemmel is zsaluzható.

#### Felbeton vasalása

A **FABETON**® mesterfödémek felbetonnal készülnek. A pontszerű terhelések elosztása érdekében a felbetont teherhordó vasalattal kell ellátni. A felbeton vasalását kétféleképpen oldhadjuk meg.

Az egyik megoldás a hegesztett hálóval történő vasalás. A háló lyukméret 15\*15 cm legyen, de legfeljebb 25\*25 cm. A háló acéljainak átmérője min. Ø4,2 mm, a minősége pedig C15H legyen. A háló hossz- illetve keresztirányú acélszáleit be kell nyújtani úgy, hogy egy koszorúról is érjen be a koszorú betonmagjába. A hálóvasat a harántfalakon és az átkötő gerendákon át kell futtatni.

A másik megoldás, ha min. Ø6 mm-es B38.24-es acélbetéteket fektetünk 25 cm-es kiosztással a gerendákra merőlegesen. Ez esetben is át kell fussanak a szálak a harántfalakon, és végeiket a koszorúba kell bekötni.



8. ábra – KIEGÉSZÍTŐ FÖDÉMVASALAT

#### 2.7.6. A födém kibetonozása, utókezelése, kiszaluzása

A födém – annak megtisztítása után – C16-16/KK-s betonnal kell kibetonozni. A beton kissé képlékeny, plasztikus, de nem folyós állapotú legyen.

## A kibetonozás betonszükséglete:

FABETON® béléstestekes födémek	Betonszükséglet	Födém összsúlya
19+4 = 23 cm-es födém	80 l/m <sup>2</sup>	2,5 kN/m <sup>2</sup>
19+6 = 25 cm-es födém	100 l/m <sup>2</sup>	3,0 kN/m <sup>2</sup>
(19+4)+5 = 28 cm-es födém	100 l/m <sup>2</sup>	3,0 kN/m <sup>2</sup>
(19+4)+6 = 29 cm-es födém	120 l/m <sup>2</sup>	3,5 kN/m <sup>2</sup>

A beton korrózióveszélyes adalékot nem tartalmazhat. A gerendák, koszorúk és a felbeton kibetonozása egyszerre készüljön. A szükségessé váló munkahézag helyét a műszaki ellenőr határozza meg. Kibetonozáskor gondoskodni kell a béléstest üregeinek lezárásáról a koszorúk, átkötő gerendák, harántfalak vonalában. Betonozáskor a födémre pallóterítés készítenőd, így az esetleges talicskázás ezen végezhető.

Betonozásnál az egyenletes terítésről gondoskodni kell. Óvni kell a födémeket a kíméletlen pontszerű megterheléstől, ezért szivattyús vagy konténeres kiöntéskor kis magasságból, alacsony nyomással eresszük be a betont.

A födém vasalatainak betontakarása min. 1,5 cm legyen. A betont, felhordás után tömöríteni kell és a felületet úgy kell lesimítani, hogy a felbeton vastagsága a túlemlés pontjain is elérje az előírt mértékeket. A betonozást mindig támaszoknál kell kezdeni. Az elkészült betont a gyors kiszáradás ellen takarással és nedvesítéssel kell védeni. Az utókezelés legalább egy hét. A beton kellő megszilárdulása után a Tervező vagy a Műszaki Ellenőr által meghatározott napok eltelte után az alátámasztó állványzat elbontható. Gyakorlati tapasztalat, hogy a +12°C feletti hőmérséklet és C16-16/KK-s beton alkalmazása esetén 21-28 nap után bontható el az állványzat. Többszintes épület esetén az alátámasztó állvány csak fentről lefelé haladva bontható.

### 2.7.7. Épületgépészeti szerelési módok

A szerkezeti rendszer ugyan lehetővé teszi, de az épületgépészeti szabványok nem engedik meg, hogy a tartószerkezetekbe vezetékeket rejtünk el. Így csak a marófejes áttörés jöhet szóba védőcső kíséretében. A villanszerelés esetében már mód van arra, hogy a felbetonba védőcsővezetést rejtünk el kibetonozás előtt, lekötve az acélhálózhoz. A gerendába rögzítő elemeket fúrni, belőni nem szabad, azt bármilyen célból megvésní tilos! Függesztési igény esetén a felbetonból acélhuzalokat kell lenyújtani.

### 2.7.8. Felületképzés

A gerendás **FABETON®** mesterfödémek felülete vakolatot igényel. Vakolóanyagként gyári vagy hagyományos vakolatok egyaránt használhatók. Fontos, hogy három rétegben hordjuk fel a teljes vakolatvastagságot. A födémfelületet vakolás előtt portalanítani, szükség esetén enyhén nedvesíteni kell.

Első réteggként a cementes alapgúzt kell „felcsapni” a födémre úgy, hogy az hiánymentesen takarja a felületet. Vastagsága 3-5 mm legyen. Keverés aránya: 1 térfogatrész cement, 3 térfogatrész 0/4-es szemcsés homok.

A következő réteg az alapvakolat. Ennek felhordása az alapgúz megkötése és hálószerű berepedezettsége – feszültségmentessé válása – után végezhető. Az alapvakolat vastagsága 8-10 mm. Összetétele hagyományos vakolat esetén 2 térfogatrész mészhidrát, 1 térfogatrész cement és 8 térfogatrész 0/4-es éles szemcsézetű homok. Előkevert vakolatok is használhatók a gyári leírások szerinti gépi vagy kézi felhordással. A harmadik, fedőréteget az alapvakolat feszültségmentessé válása – hajszárperepedések jelzik – után hordjuk fel, 3-5 mm vastagságban hagyományos simítóvakolat esetén. Összetétele „soványabb” kell, hogy legyen az alapvakolatként használt habarcsénál. Gyári vakolat esetén az előírások szerint kell eljárni.

### 3.) Kéregpaneles FABETON® Mesterfödém

#### 3.1 Általános ismertetés

A kéregpanel monolit födémszerkezetek zsaluzópanelja, mely megfelel az érvényes MSZ előírásoknak, és alkalmas – betonra nem agresszív környezeti feltételek között – épületek födémezésére.

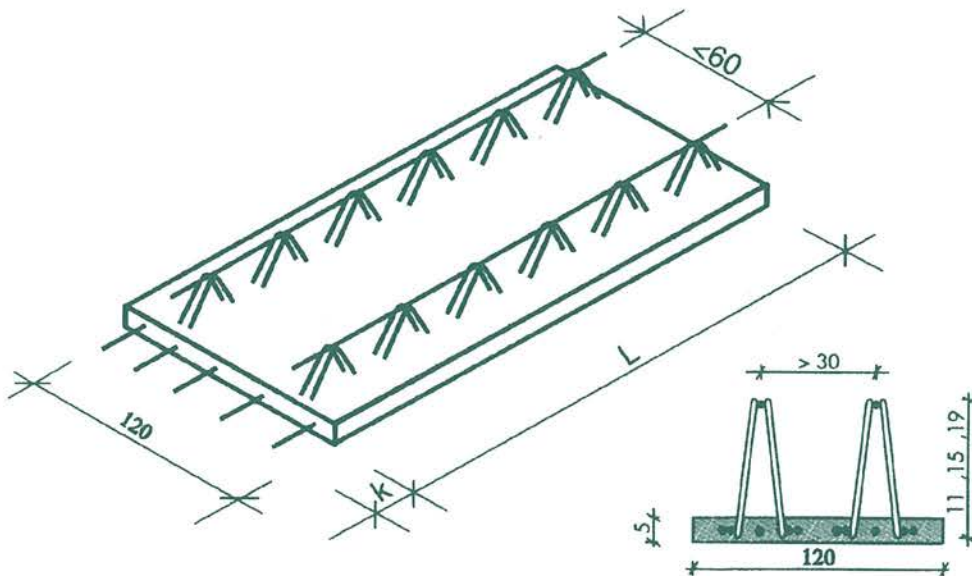
*Beépíthető:*

- családi-, társas- és sorházak, üdülők,
- oktatási, közösségi és irodaépületek,
- szállodák,
- ipari és tároló épületek födémjeként.

*A kéregpanel alkalmazás előnyei:*

- vakolatmentes födém készíthető,
- a födém felbetonjában elhelyezhetők a gépészeti csövek, szerelvények,
- a födém vastagsága a szerkezeti és teherbírasi igényektől függően változtatható,
- a födémek alaprajzi kontúrja szabadon megválasztható,
- bármilyen falszerkezethez alkalmazható,
- konzolos és többtámaszú födémmezők is kialakíthatók.

#### 3.2 A zsaluzó kéregpanelek szerkezete, méretválasztéka



9. ábra – A FABETON KÉREGPANEL GEOMETRIÁJA

A kéregpaneleket nagyméretű acél gyártótálcákon gyártják. A peremprofil zsaluzata mobil, a hosszúság és a szélesség változtatható. Az előszerelt acélarmatúrák elhelyezése után öntözőkonténerből történik a zsaluzat kibetonozása.

A kéregpanel vastagsága 5 cm, mely tartalmazza a beépítés helyén, helyszíni kibetonozással véglegesített födém pozitív nyomatéki vasalását, hálós alapvasalásként. Tartalmazza továbbá a 11, 13, 15 vagy 19 cm-es magasságú, H und S típusú rácsbordákat – 60 cm-es kiosztással – és a teherbírasi értéknek megfelelő pótvasalást. A panelek járatos szélességi mérete 120 cm, de ettől eltérő méretű elemek is gyárthatók, elsősorban a tetszőleges alaprajzú födémmezők teljes lefedetősége miatt.

A kéregpanelek mértékadó határterhelése, biztonsági szorzóval növelt értéként 7 kN/m<sup>2</sup> és 15 kN/m<sup>2</sup> között választható meg. A panelek felfekvési hossza jellemzően 10 cm.

A kész födémek szerkezeti vastagsága 15, 17, 19 és 23 cm lehet.  
A panelhossz 10 cm-es méretlépcső szerint választható 2,0 m és 8,4 m között.

A födém önsúlyának csökkentése érdekében a felbetonban könnyítő elemek helyezhetők el kibetonozáskor.

A födémkonstrukciók megtervezése statikai szakági feladat, a felső fesztáv és terhelési tartományok alkalmazhatósága speciális tartószerkezeti megoldásokat igényelhet.

### 3.1 A zsaluzó kéregpaneles födémek műszaki adatai

Födém összvastagsága	15 cm	17 cm	19 cm	23 cm
Kéregpanel súlya (kN/m <sup>2</sup> )	1,20	1,20	1,20	1,20
Felbeton vastagság (cm)	10	13	15	17
Felbeton szükséglet (l/m <sup>2</sup> )	100	120	140	180
Rácsborda magasság (cm)	11	13	15	19
Kész födém súlya (kN/m <sup>2</sup> )	3,75	4,25	4,75	5,75

A betonkéreg anyaga: C25-16/KK  
A felbeton anyaga: C16-16/KK  
A gerendarács minősége: B 70.50  
A hálóvas minősége: C15H  
A pótcélok minősége: B 60.40

### 3.2 A FABETON® zsaluzó kéregpanelek jelölése

Példa: FMP 10-18-48/50

FMP: **FABETON®** Mesterfödém Panel  
10: 10 kN/m<sup>2</sup> határterhelés  
18: a kész födém szerkezeti vastagsága cm-ben  
48: a fesztáv (falköz) dm-ben  
50: a panel teljes hossza dm-ben

### 3.3 A kéregpaneles födémek tervezési szempontjai

A kéregpaneles födém is monolit vasbeton lemezszerkezetnek számít, ezért akként is méretezzük. A különbség annyi, hogy a kéttámaszú alkalmazáshoz szükséges húzott fővasat már a gyártáskor beépítik a panelbe, a más jellegű fővasakat és a kiegészítő vasalatot pedig helyszíni szereléssel helyezik el. A fővas fajlagos mennyiségét a Tervező határozza meg. A panelkéreg és a felbeton együttműködését a hegesztett betonacél armatúra biztosítja. A célszerű bordamagasságot a födémvastagság függvényében a Gyártó választja ki és ő dönti el a fővasalat kiosztási rendjét is.

Az 5,40 m fölé eső fesztáv tartományban e födém típusnál is szükséges keresztkötő vasalatot betervezni. A bekötővasakat a borda meghosszabbításaként helyezjük el, a túlemelést pedig l/300 értékkel írjuk elő. Ügyelni kell ugyanakkor arra is, hogy az elem végeit ne emeljük fel a támaszsíkról.

### 3.4 Kivitelezési előírások

a.) Szállítás, tárolás

Az elemek a rácsbordákba akasztott horgokkal emelhetők. A kötélágak panelekkel bezárt szöge nem lehet 60°-nál kisebb. Amennyiben ez nem biztosítható emelőgerendákat vagy emelőkeretet kell alkalmazni. Az elemeket

sík terepen tároljuk, szállításkor és tároláskor a panelek közé 20 cm széles pallódeszkát kell elhelyezni L/6 távolságra végeitől. Legfeljebb 5 elemet rakhatunk egymás fölé. A rakatokat megcsúszás ellen biztosítani kell. Sérült, törött elem nem építhető be!

#### b.) Alátámasztás, túlemelés

A kéregpanelek a szállítási és elhelyezési igénybevételnek megfelelnek, de a helyszíni kibetonozás előtt alá kell azokat támasztani. Alátámasztás nélkül a panelek nem terhelhetők.

Az alátámasztó gerendasorok ajánlott távolsága, 7 kN/m<sup>2</sup> összes kiöntési teherig:

$L < 3$ m	falköz esetén L/2 a támaszköz,
$3,1 \leq L < 4,6$	falköz esetén L/3 a támaszköz,
$4,7 \leq L < 6,6$	falköz esetén L/4 a támaszköz,
$6,7 \leq L < 8,4$	falköz esetén L/5 a támaszköz.

Ettől eltérő esetekben külön ellenőrzés alapján kell meghatározni a támaszközt.

Az alátámasztások vonala merőleges legyen a panelek hossz tengelyére. Az alátámasztásokat kidőlés és süllyedés ellen biztosítani kell. (Az alátámasztások készítését részletesen tárgyalja a gerendás födémek fejezetel!)

A paneleket kiöntés előtt túl kell emelni!

A túlemelés mértéke: L/300

#### c.) Kivitelezési fogások

A kéregpanelek minimális felfekvése 10 cm. A zsaluzóelemeket végeiken koszorúba kell bekötni. A felfekvési felületnek egyenletesnek és síknak kell lennie. A kéregpaneleket 1 cm vastag, cementpépbe ágyazzuk. A kéregpanelek áttörési helyeit a gyártóhelyen kell kialakítani. Kivitelezéskor csak rendkívül korlátozott mértékű áttörések készíthetők (max. 20\*20 cm). A helyszíni áttörésekkor a rácsbordák nem gyengíthetők és a műveletet a legkisebb roncsolással, célszerszámmal végezzük. A kéregpanelek csatlakozásánál az együttlőzést a felbeton és az abban elhelyezett pótvasalás biztosítja. A repedésgátló pótvasalást általános esetben Ø5-ös acélból készített, 20-20 cm-es átfedést biztosító, legfeljebb 20\*20-as osztási hálóval oldjuk meg a panelek között. A panelek együttlőzését biztosító pótvasalást a panelek síkja fölött 1 cm-re megemelve ágyazzuk a felbetonba. Közbenő főfalra kétoldalról felfekvő panelek esetében az alábbi ábrák szerinti megoldásokat alkalmazunk:

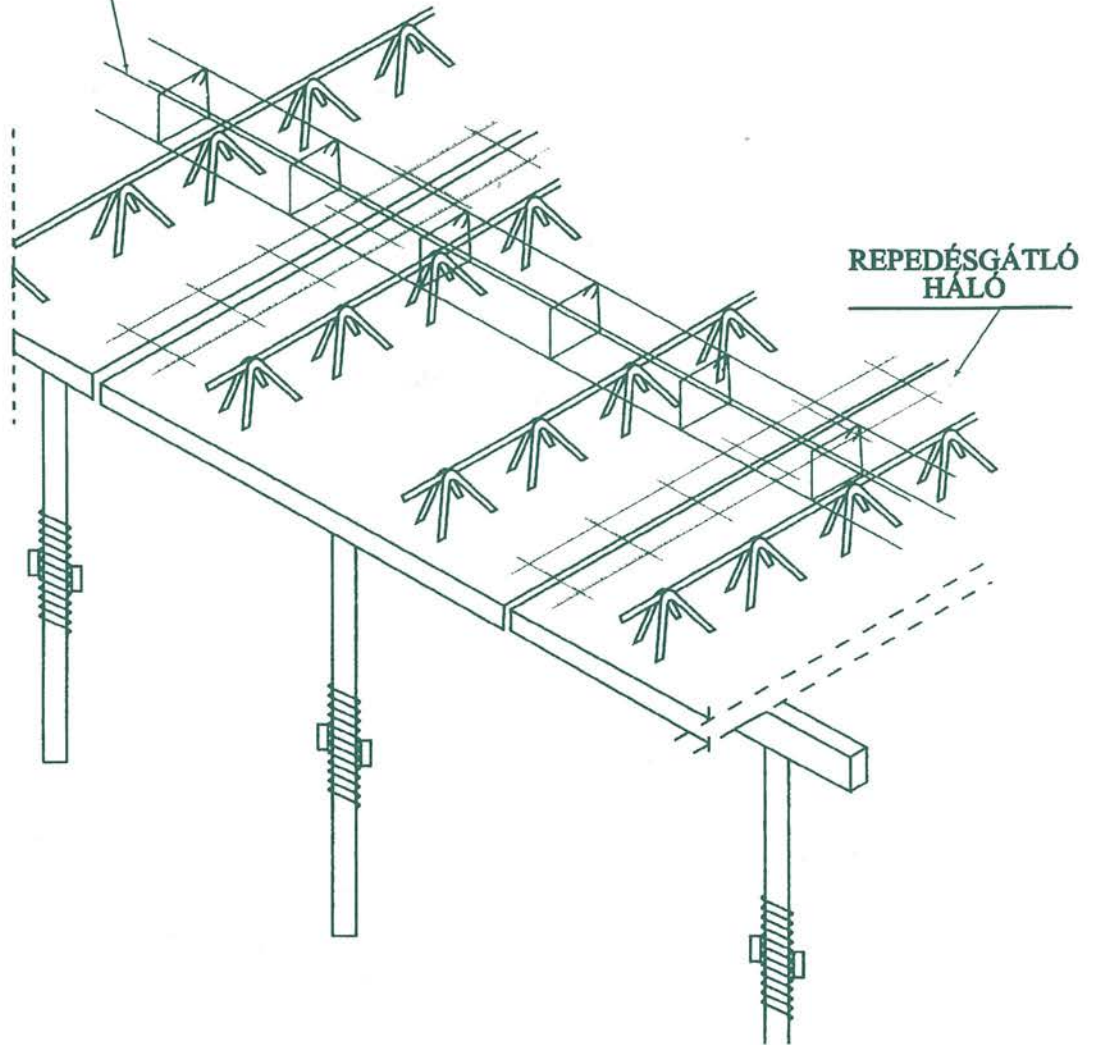
A kéregpanelek csatlakozásánál, 0,3–0,6 cm-es hézag legyen. Ezt elasztikus tömítőanyaggal (pl: SONOLASTIC NP-1) kell alulról kifugázni. Kibetonozás előtt ismét ellenőrizzük a dúcolatot. Ahol meglazult, feszítsük utána.

A felbeton kiöntése előtt tisztítsuk meg és nedvesítsük be a kéregpanelek felületét. A felbeton minősége C16-16/KK legyen, melyet bedolgozáskor tömöríteni kell. Amennyiben konténerből, tartályból betonozunk, kerüljük a födém pontszerű hirtelen megterhelését. Az összefüggő födémmezőket – a koszorúkkal együtt – lehetőség szerint munkahézag képzése nélkül egy ütemben öntsük ki. Amennyiben ez nem kerülhető ki, a munkahézag kialakításnál (helye, kitérítése, felület érdesítése stb.) a felelős műszaki vezetőnek kell intézkednie. A friss betont az esőtől, a kiszáradástól, az erős napsugárzástól védeni kell takarással, permetezéssel. A beton utókezelését 10°C feletti min. hőmérséklet esetén min. 21 napig folytatni kell. Az alátámasztások elbontása 10°C feletti min. hőmérséklet és C16-16/KK minőségű beton alkalmazása esetén kb. 28 nap után kezdhető. Többszintes épület esetén a dúcokat a felső szintről indulva bonthatjuk el.

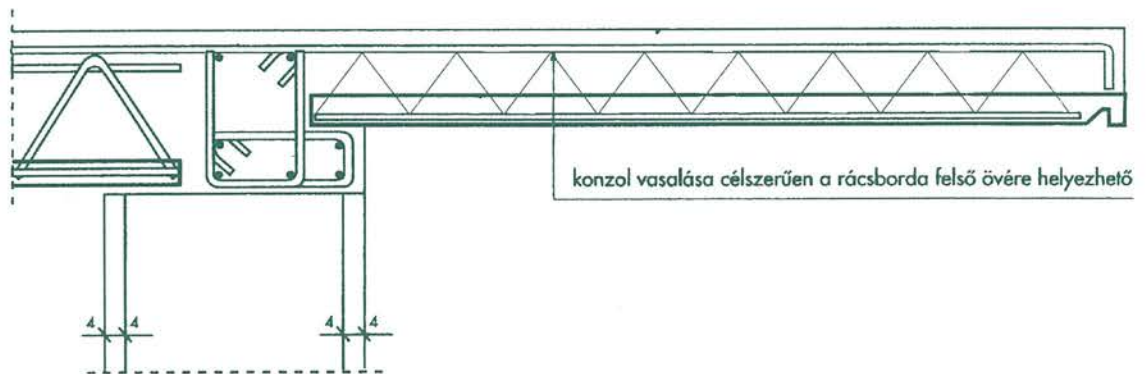
#### d.) Felületképzés:

A gerendás mesterfödém fejezetben leírtak szerint végezhető.

KERESZTBORDA

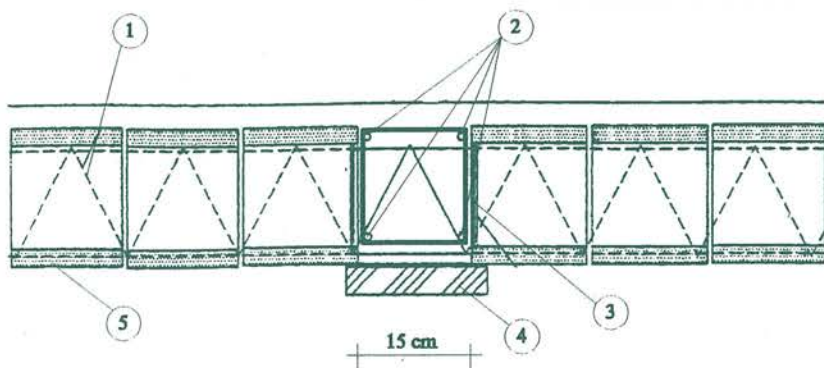


10/a. ábra – REPEDÉSGÁTLÓ KIEGÉSZÍTŐ VASALAT



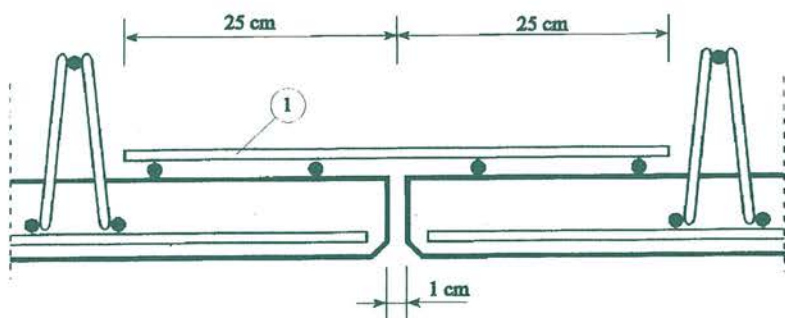
10/b. ábra – KONZOLOS LEMZBEKÖTÉS





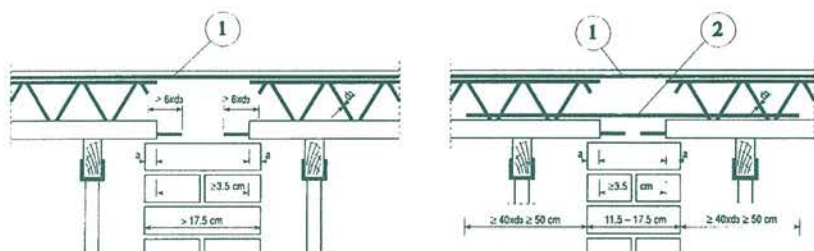
- 1 FABETON gerenda
- 2 Keresztirányú átkötővasalat - méretezés szerint -
- 3 üregzáró FABETON béléstest
- 4 zsaluzat
- 5 FABETON béléstest

10/ c. ábra – ÁTKÖTŐGERENDA KIALAKÍTÁSA



- 1 repedésgátló vasalat Ø 5/20 #

10/d. ábra – ILLESZTŐÉL MENTI PÓTVASALAT



- 1 negatív fővas
- 2 átkötővas

10/c, d. ábra – TÁMASZVONAL MENTI PÓTVASALAT

### 3.5 Hőtechnika

Hőtechnikai számításokban a monolit födémelek hővezetési ellenállásának megfelelő értékek az irányadók.

### 3.6 Tűzállóság:

Nem éghető anyagúak a szerkezetek, ezért alkalmazhatók alkalmazhatók:

- emeletközi és tetőtér alatti födémként II-V tűzállósági fokozatú épületekben szintszám korlátozás nélkül,
- pince és alagsori födémként III és V tűzállósági fokozatú épületekben.

A kéregpaneles födémekben a betonacél takarása 2 cm, így a MSZ 595/3/86 szabvány szerint figyelembe vehető tűzállósági határértéke 12 cm öszvastagságig 0,60 h, 12 cm födémvastagság felett pedig 0,75 h. Egyedi igény esetén a gyártási folyamatot tudja úgy szabályozni a Gyártó, hogy elérhető legyen a  $T_H = 1,00$  h érték is.

#### 4.) **FABETON®** tetőpanelek

##### 4.1 Általános ismertetés

A **FABETON®** tetőpanel kavicsbeton és a fabeton konstrukciós társításával készül. Elsősorban ipari és mezőgazdasági vázszerkezetes épületek hőszigetelt lefedésére használható. Kéttámaszú, szabadon felfekvő elem, mely csak megoszló teherrel terhelhető. Előnyös alkalmazásuk a lapostetős vagy kis hajlásszögű tetők lefedésére, mert

- jó hőszigetelési paraméterek mellett,
- könnyűek,
- egyszerű a szerelésük és rögzítésük,
- a csapadékvíz elleni szigetelés gazdaságosan végezhető el felületén,
- karbantartási igénye elhanyagolható.

##### 4.2 **FABETON®** tetőpanelek műszaki adatai:

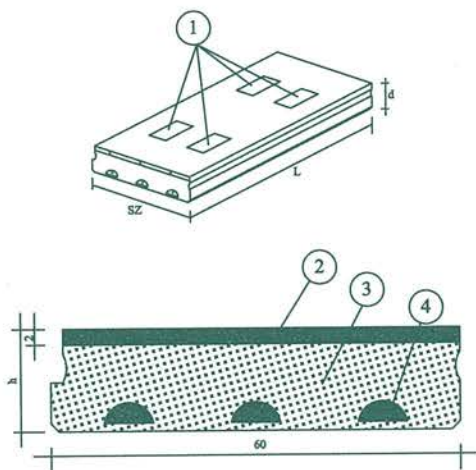
Panel jele	Vastagság (L/cm)	Max. elemhossz (cm)	Hőátbocsátási tényező $k(W/m^2K)$	Tűzállósági határérték (óra)	Felület súlya $kN/m^2$
FTP-8/L	8	200	1,2	0,5	0,84
FTP-10/L	10	300	1,1	0,5	1,00
FTP-12/L	12	300	1,0	1,0	1,12
FTP-20/L	20	500	0,5	>1,5	2,40
FTPH-20/L	20	500	0,4	>1,5	1,28

Jelölés: FTP-12/30

FTP: **FABETON®** Tetőpanel  
12:12 cm vastagságú elem  
30:30 dm hosszúságú panel

Jelölés: FTPH-20/30

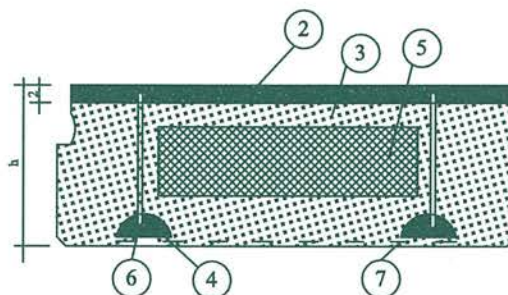
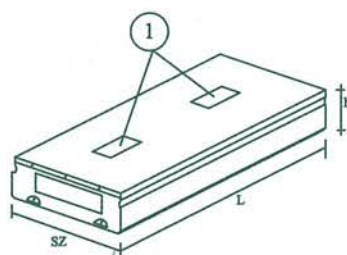
FTPH: **FABETON®** hőszigetelt tetőpanel  
20: 20 cm vastagságú elem  
30: 30 dm hosszúságú elem



- ① ÁTTÖRHETŐ FELÜLETEK  
2 db max.12 cm szélességben
- ② NYOMOTT BETONÖV VASALÁSSAL
- ③ FABETON
- ④ FINOMBETON BORDAVASALÁSSAL

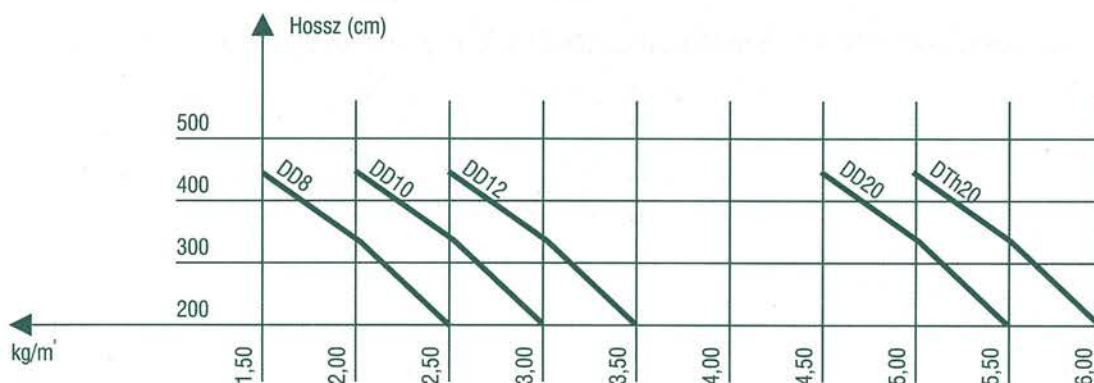
11. ábra – FTP TÍPUSÚ  
**FABETON®** TETŐPANEL

- ① ÁTTÖRHETŐ FELÜLETEK  
2 db max.12 cm szélességben
- ② NYOMOTT BETONÖV VASALÁSSAL
- ③ FABETON
- ④ FINOMBETON BORDAVASALÁSSAL
- ⑤ HŐSZIGETELŐ RÉTEG
- ⑥ KÖRACÉL (DRÓT) HÁLÓ
- ⑦ KÖRACÉL RÁCSBORDA



12. ábra – FTH TÍPUSÚ TETŐPANEL

13. ábra – TERHELÉSI DIAGRAM



#### 4.3 FABETON® tetőpanelek beépítése

A normál (FTP) és a kiegészítő hőszigeteléssel ellátott tetőpanelek, alacsony és közepes lejtésű tetők hőszigetelt lefedésére használható. Az elemek csak megoszló teherrel terhelhetők. A vízvezetéshez szükséges minimális lejtés 3-5%, melyet a panelek alátámasztó szerkezetével (főtartók) kell kialakítani. Alkalmazhatók max. 70% relatív páratartalmú terek fölé. Agresszív környezet esetén csak külön felületvédelemmel ellátva szabad beépíteni. Keményhéjalású tetőnél légréteg, lágyfedésű tetőknél páraszellőző és párafékező réteg kialakítására van szükség.

##### Tervezői feladatok

A tetőpanelek betervezése szaktervezői feladat. Amennyiben tárcsa-szerkezetként kívánjuk működtetni a FABETON® panelfödémeket a tartószerkezet és a csomópontok vonatkozásában egyaránt meg kell vizsgálni a szerkezetet. Általános esetben (tartószerkezet fesztáv kisebb mint 15 m és az épülethossz nagyobb mint 9 m) a tárcsahatás vizsgálata nélkülözhető vasbeton tartószerkezetek esetén. 5%-nál nagyobb tetőlejtés és alsó szélteher esetén a paneleket le kell kötni a tartószerkezethez (ld. csomóponti részletek) a Tervezőnek el kell készíteni a panelkiosztás tervét, ki kell jelölni az áttörések helyét, és meg kell határozni a kiegészítő vasalásokat (pl. hézagvasalás). A tetőhéjazat rétegrendjét (csapadékvíz elvezetés, páradiffúziós rétegek stb.) a teherbírás figyelembevételével kell kialakítani. A FABETON® tetőpanelek áttörési lehetősége erősen

végeiktől min. 50 cm-re, de max. 100 cm-re, max. Ø12-es lyukkal, legfeljebb két helyen törhetjük át. Az áttöréseket a rejtetten vasalt bordák rongálása nélkül, lehetőség szerint roncsolás nélkül kell megoldani. Nagyobb méretű faláttöréseket a gyártás során lehet, ún. kimetszett panelekkel kialakítani, esetleg panelszélesítésekkel.

A panelek minimális felfekvési hossza különböző tartószerkezeteken:

- |                          |                                  |                                     |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| – Falazott szerkezeteken | $L < 3 \text{ m } 10 \text{ cm}$ | $L \geq 3 \text{ m } 12 \text{ cm}$ |
| – Vasbeton szerkezeteken | $L < 3 \text{ m } 7 \text{ cm}$  | $L \geq 3 \text{ m } 10 \text{ cm}$ |
| – Acélszerkezeteken      | $L < 3 \text{ m } 5 \text{ cm}$  | $L \geq 3 \text{ m } 7 \text{ cm}$  |

#### Tetőpanelek szállítása, tárolása, rögzítése:

A **FABETON**<sup>®</sup> tetőpanelek a szabadban tárolhatók. Rövid ideig tartó tárolás esetén az elemeket vízszintesen is tárolhatjuk, max. 5 sor magasságig. Az elemek alá és közé min. 12 cm széles pallót kell helyezni. Hosszabb ideig tartó tárolás esetén az elemeket élükre állítva tároljuk, max. 3 sor magasságban. Itt is min. 12 cm-es pallókat használunk alátét faként. A paneleket az átlósan elhelyezett emelőkampók segítségével daruzhatjuk, úgy hogy a kötelek panelekkel bezárt szöge ne legyen kisebb 60°-nál. A panelek elhelyezését a tetőfelület alsó vonalában kezdjük. Hosszoldaluk mentén a paneleket ütköztetjük, végeiket pedig a felfekvési hosszuknak megfelelően fektetjük fel. Az alsó panelsort rögzíteni kell, a következő panelsor beemelése előtt a lecsúszást megakadályozandó.

Az elemek közötti hézagokat H80-as cementhabarccsal öntjük ki a lekötővasalás és a kéregvasalás elhelyezése után.

#### 4.4 Felületképzés

A **FABETON**<sup>®</sup> tetőpanelek alsó felülete normál esetben szórt festéssel vagy meszeléssel alakítható ki. Amennyiben a lefedett tér funkciójából adódóan vakolt felületre van szükség, a paneleket vakolhatjuk. A vakolás készülhet hagyományos mészhabarcs vakolással, de gyári vakolatot is felhordhatunk. A vakolat teljes vastagságát három rétegben hordjuk fel. Az alapgúzzal kellősített felületre, használjuk fel az alapvakolatot, majd a fedőréteget. (A felületképzést ld. részletesen a **FABETON**<sup>®</sup> gerendás mesterfödém fejezetben.) Agresszív térben történő alkalmazás esetén a Tervező által előírt felületképzést kell alkalmazni.

#### 4.5 Rögzítéstechnika

A **FABETON**<sup>®</sup> tetőpanelek szegezhető, csavarozható, de nem szeg és csavarállóak. Ezért kisebb, 1-2 kg-os tárgyak, szerelvények rögzítésére műanyag vagy acéldűbelet kell alkalmazni. Nagyobb súlyú tárgyak felerősítésére átmenő csavarokat kell használni. Egyes esetekben szükséges lehet tetőhéjalás elemeinek, pl. fa szelemenek rögzítésére. Ennek rögzítése is feszítődűbeles megoldással ajánlható.

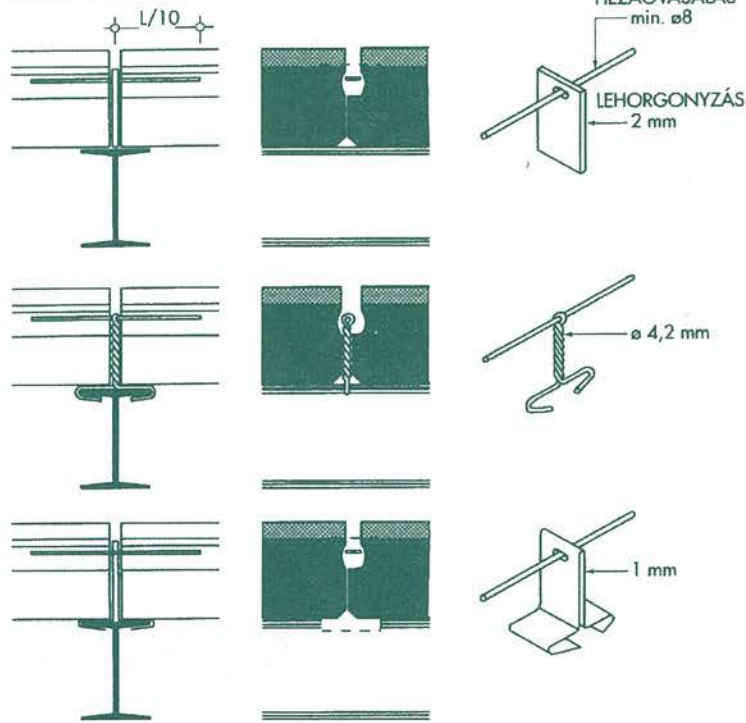
### 5.) Szerviz szolgáltatások

- 5.1 Tervezési és beépítési szaktanácsadás az ország bármely pontján.
- 5.2 A más rendszerekre tervezett födémelek áttervezése **FABETON**<sup>®</sup> födém-változatra.
- 5.3 Konzignáció és ajánlatkészítés a megküldött tervek alapján 24 órán belül.
- 5.4 A födémelek beépítésének helyszíni betanítása az ország bármely településén.
- 5.5 A megrendelt födémanyagok szállításának leszervezése, kedvezményes fuvarozási feltételekkel.

A fenti szolgáltatások ingyenesek.

## Tetőpanelek vasalási csomópontjai, hézagvasalások és lehgonyzások

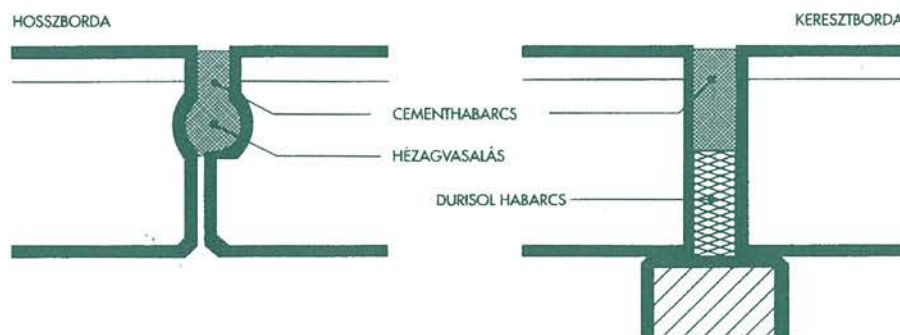
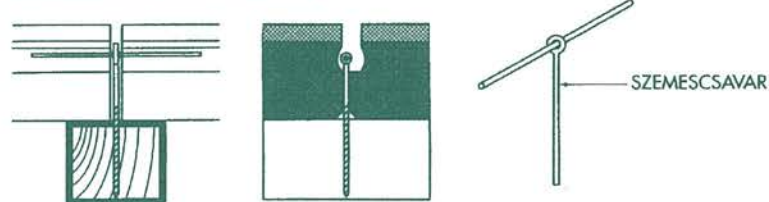
### ACÉLTARTÓS ALÁTÁMASZTÁS ESETÉN



### VB. TARTÓS ALÁTÁMASZTÁS ESETÉN

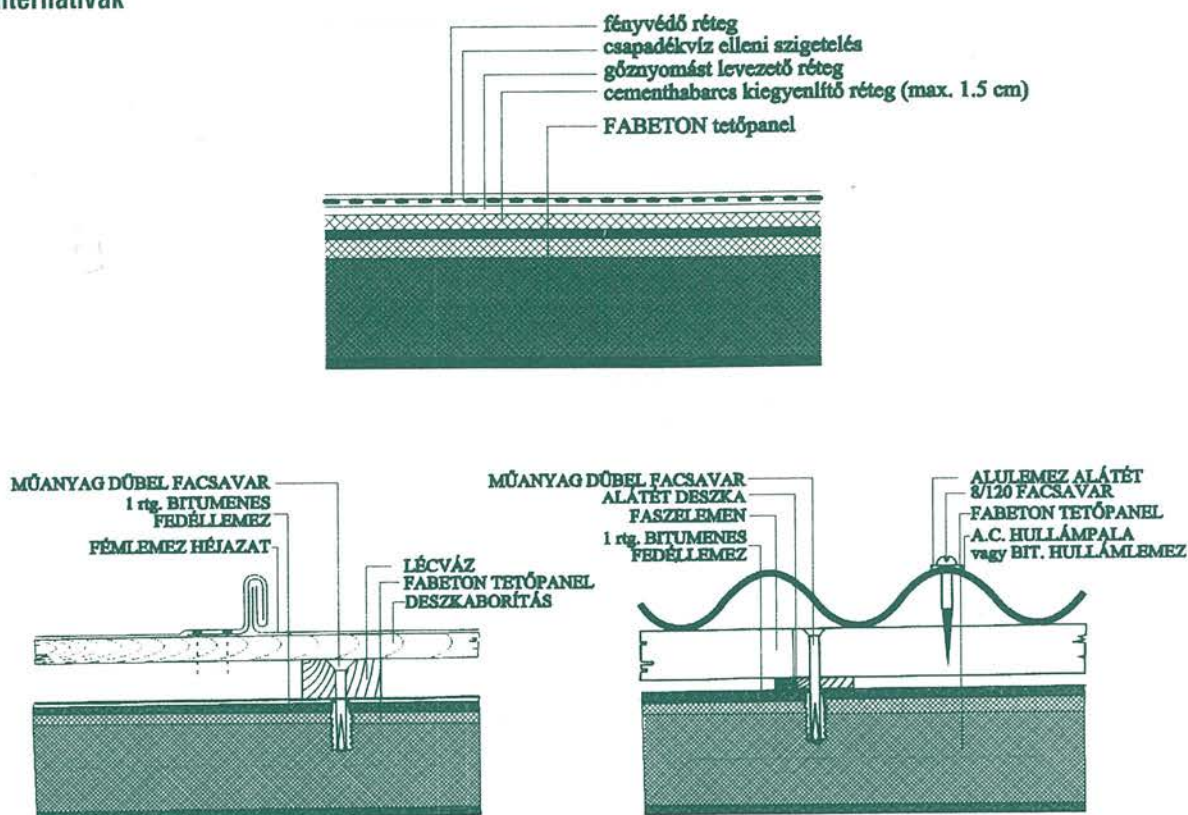


### FATARTÓS ALÁTÁMASZTÁS ESETÉN



14. ábra – FABETON TETŐPANELEK RÖGZÍTÉSI CSOMÓPONTJAI

## Tetőfedési alternatívák



15. ábra – **FABETON®** TETŐPANELEK HÉJALÁSI VÁLTOZATAI

## 6.) Engedélyek, alkalmazott szabványok

### 6.1 ÉME engedélyek

ÉME	A-20/2002
ÉME	A-43/2002
ÉME	A-18/2001
ÉME	A-6/2001

**FABETON®** falazat és szigetelőlapok  
**FABETON®** födémek és áthidaló szerkezetek  
**FABETON®** – AKUSZTIK IV. és V. tip.  
**FABETON®** – AKUSZTIK VI. tip.

### 6.2 ÉMI alkalmassági engedélyek

A-716/91  
 A-21/92

### 6.3 Hivatkozott szabványok

MSZ	15022/86
MSZ	04140/2/1991
MSZ	04601/2,3,5:1998
MSZ	595/3/86
MSZ	15020/86
MSZ	15021/1/86
MSZ	15021/2/86

Építmények teherbíró szerkezeteinek tervezése, vasbeton szerkezetek.  
 Épület- és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai.  
 Hőtechnikai méretezés.  
 Épületakusztika  
 Építmények épületszerkezetének tűzállósági követelményei.