FÖDÉMEK

Tartalom:

1. A födémek rendeltetése és fajtái
2. Fejlődésük története
3. Általános tervezési szempontok
4. A különböző födémek értékelési szempontjai
5. Boltozatok
6. Síkfödémek
   6.1. Fafödémek
   6.2. Acélgerendás födémek
   6.3. Vasbeton födémek
      6.3.1. Monolit vasbeton födémek
      6.3.2. Előregyártott vasbeton födémek
      6.3.3. Részlegesen előregyártott vasbeton födémek
      6.3.4. Erkélyek, loggiák
7. Födémek tervezésének menete

1. A födémek rendeltetése és fajtái

A födémek vízszintes teherhordó szerkezetek, rendeltetésük:
- a terek fölső lezárása,
- az egymás fölötti szintek elválasztása.

Fajtái:
- a boltozatos födémek → nyomásra igénybevett szerkezetek;
- a síkfödémek → hajlításra igénybevett szerkezetek,

  utóbbiak anyaguk szerint:
  - fafödémek,
  - acélgerendás födémek,
  - vasbeton (monolit, előregyártott, részlegesen előregyártott) födémek.

2. Fejlődésük története

Az elmúlt százötven évben épült - a jelenlegi épületállományt tekintve jelentős volument képviselő - szerkezetekre kiterjedően a fejlődés az alábbiakkal jellemezhető:
- 19. sz. közepe: pince és földszint fölött boltozat, följebb fafödém;
- 1850. → az acélgerendás (poroszsüveg) födémek megjelenése;
- 1867-1914.: az acélgerendás födémek különféle változatai;

- 1870. → Nyugat-Európában : vasalt beton födémek;
- 1880. → acélgerendák között beton elemek;
- 1893-1909.: MÁTRAI salakbeton födémek kiterjedt alkalmazása;
- 19-20. sz. fordulóján: szalagacéllal, köracéllal vasalt beton szerkezetek;
- 1910. → mai értelemben vett vasbeton szerkezetek;
- 1911. → falkötő vas helyett vasbeton koszorú;
- I. világháború után: sűrűbordás, majd idomtestes födémek;
- 1928-42.: bauxit-cement alkalmazása;
- 1930.: az előregyártás gondolatának megjelenése;
- II. világháború után, a tömeges igények kielégítésére előregyártott vb. födémek → előfeszített vasbeton elemek;
- 20. sz. második fele: a monolit vasbeton-építésben a korszerű zsaluzati rendszerek fejlesztése;
- az előregyártás és a monolitikus építés előnyeinek egyesítése: részlegesen előregyártott födémek.

3. Általános tervezési szempontok (1. ábra)

Statikai szempontok:

- a síkfödémek hajlításra igénybevett szerkezetek, lehajlásuk korlátozott (monolit vb. födémeknél: l/600; előregyártott födémeknél: l/300 – l: fesztáv);
- a méretezés önsúlyra és hasznos (állandó és változó) teherre, a rezgések figyelembe vételével történik;
- a födémek falakra, vázgerendákra támaszkodnak, a felfekvések mértékét az igénybevétel és a szilárdsági adatok figyelembe vételével kell meghatározni;
- a többtámaszúságot célszerű kihasználni;
- az épület vízszintes merevítésére alkalmasan (tárcsaként) kell szerkeszteni;
- a falak összefogására koszorúval kell kialakítani;
- elemekből épített födémeknél az elemek együttdolgozásának lehetőségét meg kell teremteni (középen koncentrált erővel terhelt tartó terhének előírt hányadát a szomszédos elemek kell hordják)

Épületszerkezeti szempontok:

- az összetett igények kielégítésére a födém kiegészítő rétegekkel, szerkezetekkel egészül ki:
  - fölső zárófödémen: a csapadék– és hővédelem;
  - alulról hűlő födémen: a hővédelem;
  - közbenső födémen: a felületképzés és a hangvédelem (lég-, test- és lépéshang-védelem), esetenként a használati, üzemi víz elleni védelem követelményét kell kielégíteni;
- tűzvédelem, akusztika, gépészet takarása stb. esetén álmennyezetre van szükség;
- a födémek külső peremén (koszorú, gerenda felületén) hőszigetelést kell beépíteni;

Tűzvédelmi szempontok:

- általában 2 szintig nincsenek különleges követelmények;
- 3-5 szint esetén minimum tűzgátló födémekre van szükség (Th=0,5 óra);
- >5 szint esetén tűzálló födémekre van szükség (Th=1; 1,5 óra);

A szerkezetek tűzvédelmi teljesítőképessége:

- fokozottan tűzállóak - Th=1-1,5 óra – a monolit vasbeton, a monolittá alakított vasbeton (kivéve a feszített!) födémek;
- tűzállóak az előregyártott vasbeton, az idomtestes és az acélgerendák közötti béléstestes födémek;
- mérsékelten tűzállóak - Th~1 óra – a csapos gerendafödém, a fagerendás födém ≥8cm feltöltéssel és alsó vakolattal, valamint az előfeszített vasbeton szerkezetek.

Épületgépészeti szempontok:
- a padló és a födém között vezetékek és szerelvények elhelyezésére van szükség, ez történhet:
  - bordák közötti feltöltésben,
  - vékony vb. lemezes szakaszok fölötti feltöltésben,
  - álmennyezetben.

Kiviteli szempontok:
- építés → technológiai és
- gyártás – szállítás – szerelés → gazdasági megfontolások.

Esztétikai szempontok.

4. A födémek értékelési szempontjai

A födémek értékelésénél az alábbiakat kell áttekinteni:
- a teherviselés, az együttdolgozás, a többtámaszúság megvalósulása;
- az alakváltozás - lehajlás - korlátozása;
- a konzol kialakításának lehetősége;
- a rezgésérzékenység;
- a tűzállóság szintje;
- a léghang-gátlás színvonala;
- az épületszerkezeti alakíthatóság: erkélyek, loggiák építése, nedves üzemű helyiségek födémmezői, födémáttörések kialakítása.

5. Boltozatok (2. ábra)

A boltozatok egy, vagy két irányban görbült szerkezetek, melyekben kizárólag nyomó igénybevétel ébred. A támaszoknál a függőleges erők mellett vízszintes erőkkel is számolni kell. Történetük során megfigyelhető a törekvés az egyre nagyobb fesztávok áthidalására, és a támaszok vízszintes erői felvételének finomodó megoldásaira.

Egy irányban görbült szerkezet a dongaboltozat. Változata a poroszsüveg födém, melynek tárgyalására az acélgerendás födémek között kerül sor.
A két irányban görbült boltozatok formái a kolostor, a teknő és a tükörboltozat.
A kolostorboltozat négyzetes alaprajzra, két donga derékszögű kombinációjaként szerkesztett térlefedés. Lényegében ebből származtatható a teknő- és tükörboltozat.
A keresztboltozat két donga áthatásából keletkezik. A római keresztboltozat záradéka egyenes, a románé – a megemelt középpont miatt – íves.
A boltozatok ismeretét ma a műemlékvédelem feladatai indokolják.

6. Síkfödémek

A síkfödémek körében a szerkezeti anyag szerinti tárgyalás a célravezető. Eszerint az alábbiakkal kell foglalkozni:
- fafödémek;
- acélgerendás födémek;
- vasbeton födémek.

6.1. Fafödémek

A fafödémeket az elmúlt száz évben a vasbeton födémek még a családiház-építésben is szinte teljesen kiszorították.
A fafödém előnyei:
- csekély önsúlya,
- előregyárthatósága, száraz, szerelő jellegű építése,
- jó hőszigetelése,
- kis súlyához viszonyított jó léghang-gátlása,
- megújuló alapanyaga, környezetet nem károsító felszámolhatósága;

hátrányai:
- korlátozott lépéshang-szigetelő képessége,
- csekély hangszigetelő-képessége,
- gomba- és rovarvédelem szükségessége,
- a tűzvédelem miatti korlátozott alkalmazhatósága.

Napjainkban megfigyelhető újbóli térhódításuk az ökologikus mozgalmakhoz, és a "készházak" technológiájához köthető. Ismertetésüket a felújításra váró fafödémes épületek jelentős tömege is indokolja.

6.1.1. Történelmi szerkezetek (3. ábra)

a.) A csapos gerenda-födémek sűrűgerendás, alul sík szerkezetek. A lefelé szintenként vastagodó fal fél-tégla széles felületére felfekvő gerendák együttdolgozását a ~ 2 m-ként beépített, Φ 3 cm, l=10-15 cm keményfa köldökcsapok, s a mezőközépen beépített ékek segítségével oldották meg. A gerendavégek befülledését szellőzéssel biztosították. A födém alsó felületét nádszövettel erősítve vakolták, fölső síkjára feltöltésre került a padló. A múlt századforduló nagy bérházainak padlásfödémje általában így készült.

b.) A pórfödém – neve is erre utal – a paraszti építés eszköztárába tartozik. A 60-80 cm tengelytávra elhelyezett és alulról látszó fagerendák fölső síkjára deszkázatot szegeztek, melynek csatlakozási éleit hézagléccel zárták le Erre agyag-tapasztás készült, ami egyaránt szolgálta a hő- és tűzvédelmet, valamint a terménytárolásra alkalmas sík felületet.

c.) A pólyásfödém hasonló rendeltetésű. A gerendák közeit lécre csavart, agyaggal átitatott szalmacsóvák sorával töltötték ki. A födémre homokfeltöltés és agyag-tapasztás került.

d.) A borított gerenda-födém lényegében a pórfödém alsó gerendasíkon deszkázott változata.

e.) A béléses borított gerendás födém a gerenda oldalára szegezett lécekkel fogadja a

takaróléces deszkázatot, a szerkezeti magasság így csökkenthető.

f.) A vakgerendás borított gerendás födém kétrétegű szerkezet. A béléses gerendás födém alatti síkban, a falra pallók támaszkodnak, melyek a födémtől ≥3 cm-rel elmaradnak. Ezekre kerül a deszkázat, melyet nádszövet közvetítésével vakolnak. Ez a szerkezet jelenti az álmennyezet ősét.

Fafödémek szerkesztése:
- ha a födém alsó síkja burkolt, a gerenda-kiosztást kizárólag tartószerkezeti szempontok határozzák meg;
- látszó gerenda-kiosztásnál az esztétikai szempontoknak érvényesülniük kell;
- a gerenda keresztmetszete 4:7 → 5:7 oldalarányú, a szokásos (60-80 cm-es) tengelytáv esetén magassága első közelítésként a fesztáv l ≥ l/16-ban vehető fel;

A gerendakiosztás szabályai:
- a gerendák egy vonalban fekszenek fel a falra (a kisebb falkeresztmetszet-csökkentés érdekében);
- a födém kevés és rövid kiváltással (pl. kéménynél) készül;
- a gerendákkal párhuzamos falak mellé (≥ 3 cm hézaggal) gerenda (fél-gerenda) kerül;
- a fagerenda távolsága a kéménytől ≥ 8 cm;
- a szerkezeti elemek toldása: régebben ács-szerkezetű kötésekkel, ma (rozsdamenetes) acél szerelvények segítségével;
- a gerenda a falra (fedéllemez alátétsávra) ~ 15 cm-t fekszik fel, a gerendavég befülledését 2-3 cm-es légrés akadályozza meg;
- a gerendavéget kiékelik, és falkötő vasakkal lehorgonyozzák;
- a fallal párhuzamos szélső gerendákat - hármat összefogva - laposvasak kötik ki a falhoz;
- a könnyű válaszfalak méretezett fagerendákra ülnek fel;
- a nehéz válaszfalak acél "I" tartókra épülnek, vagy átmenők.

6.1.2. Korszerű fafödémek (4. ábra)

Fafödém alkalmazása manapság családi házak - elsősorban az ún. készházak - körében jön szóba. Helyzetét tekintve lehet közbülső és padlásfödém, vagy beépített tetőterek fölső (pl. torokgerendával egyesített) záródémje.
A gerendákat pallóból fűrészelik, vagy kisebb darabokból, szegezett tartóként állítják elő. A kis keresztmetszetű, karcsú gerendákat sűrű (40-45 cm) tengelykiosztással tervezik.
A gerendák közötti mezők készíthetők:
- a deszkázatra fektetett szigetelőlemezre készített könnyűbeton kitöltéssel;
- előregyártott könnyűbeton, vagy vázkerámia béléselemekkel;
- réteges, szerelt konstrukcióként, szálas hőszigetelő anyagú kitöltéssel, faforgácslemezes kéreggel, úsztatott cement-estrich aljzatú padlóval.

A fafödémek értékelése:
- elemeinek együttdolgozása (a csapos gerendafödém kivételével), többtámaszúsága csak nehézkesen oldható meg;
- rezgés-érzékenyek;
- min. 8 cm éghetetlen feltöltéssel mérsékelten tűzállóak;
- csekély saját súlyuk ellenére – réteges felépítésüknek köszönhetően - léghang-gátlásuk kedvező;
- a nedves üzemű helyiségek (pl. fürdőszoba) hidegpadlóit vízszigeteléssel kell ellátni.

6.2. Acélgerendás födémek

A 19. század közepétől a 20. század elejéig kiterjedten alkalmazott acélgerendás födémeket a vasbeton kiszorította. Ma acélszerkezetű magas-házak és nagy-fesztávú csarnokok szerkezeteként élnek tovább.

A poroszsüveg födém (5. ábra) a hagyományos acélgerendás födémek legelterjedtebb változata volt. A melegen hengerelt "I" gerendák közeit dongaboltozatként falazták ki.
Az építés szabályai:
- a gerendakiosztásnál azonos szélességű mezők kialakítására törekedtek;
- a gerendákat 1,00-1,30 m tengelytávolságra kiosztva (általában szabad kézből falazva), a födém alul síkra volt vakolható;
- nagyobb gerendatengelytáv esetén (mintadeszkázaton építve), az alsó felületen a dongaív látható volt;
- a gerendát a falra (≥15 cm) habarcságyba fektették;
- a gerendavégeket a falba áttoló vasakkal lehorgonyozták, később a vasbeton koszorúba bajuszvasakkal bekötötték;
- a fallal párhuzamos gerendákat (hármat összefogva) laposvasakkal a falkötő vasakhoz rögzítették;
- a kifalazást a gerendák alsó övére fűzött orrtéglák segítették;
- a gerendaközöket a gerendák tengelyével
  - párhuzamos téglasorokkal, vagy
  - szöget bezáró - a teherhordó falak mentén és mezőközépen párhuzamos (kupás) sorokkal kiékelt - gyűrűs sorokkal falazták;
- a szélső mezők oldalnyomását vonórúddal, vagy a koszorúba bekötött vasbeton lemezzel oldották meg;
- az oldalnyomás kiegyenlítésére az összes mezőt egyszerre építették;
- az együttdolgozást híg cementhabarcs-hátkiöntéssel valósították meg (6. ábra);
- a konzolos erkélyeket, függőfolyosókat eleinte acélgerendákra fektetett kőlemezekkel, később boltozottan, majd vasbetonból (ez utóbbi két esetben csapadék-szigeteléssel kiegészített padlóburkolattal) építették;
- a könnyű válaszfalakat a födém terhelosztó rétegére építették, a nehezeket kiváltották, vagy átvezették a födémen.

Acélgerendás födémeket ezen kívül építettek:
- üreges tégla, illetve kovaföld-betéttestes mezőkkel;
- alul- és felül-bordás vasbetonlemezes födémként;
- téglabetétes vasbetonlemezzel: pl. Horcsik födém (5. ábra).

A vasbeton födémek őse az acélgerendás födémek salakbeton-lemezes változata a Mátrai födém (7. ábra). Az alul sík födémre az acélgerendák irányában növekvő lemezvastagság és az íves (belógatott) vasalás a jellemző. A lemezben átlósan vezetett, köteges vasalás az acélgerenda támasz-közeli negyedeiben adta át a terheket, s ezzel a nyomaték és az acél-keresztmetszet csökkentését egyaránt szolgálta. A gerendákkal párhuzamos, szélső mezőkben a vasalást a falakhoz horgonyozták ki.
Nedvesség-károsodások következtében e szellemesen, szépen szerkesztett födémek nagy hányada ment tönkre. (Nedvesség hatására a salak kéntartalma aktivizálódott, s a kénsav megtámadta a vasalást.)

Az acélgerendás födémek értékelése:
- szilárd, közepesen tartós, rezgés-érzékeny szerkezetek;
- elemeinek együttdolgozása külön megoldással (pl. hátkiöntő habarccsal) biztosítható;
- a többtámaszúság két traktuson átérő gerendákkal oldható meg;
- min. 8 cm éghetetlen feltöltéssel, burkolattal és vakolt felülettel mérsékelten tűzállók;
- nedvesség- és korrózió-érzékenyek, védelmükről gondoskodni kell.

Az acél vázszerkezetek födémjeiről a vázak tárgyalásakor már volt szó.
Az acél vázgerendákra (fiókgerendákra) fektetett tűzi-horganyzott acél trapézlemezekből felbetonnal illetve száraz, szerelő jellegű rétegfelépítéssel készül födém. A trapézlemezeket egymáshoz - pl. szegecs vagy csavarkötéssel - a gerendákhoz - csavarokkal, csapokkal, stb. - rögzítik.
Ezeket a födémeket tűzvédő álmennyezettel egészítik ki.

6.3. Vasbeton födémek

6.3.1. Monolit vasbeton födémek

A monolit vasbeton födémek jellemzése:
- szilárd, tartós, a legkevésbé rezgés-érzékeny szerkezetek;
- a geometriai méretek és a vasalás összhangjával alkalmazkodnak az igénybevételekhez;
- az együttdolgozás követelménye esetükben magától teljesül;
- a többtámaszúság könnyen kialakítható;
- a koszorú és a kiváltó – többletvasalással - a szerkezetbe rejthető;
- tűzálló (a monolit vb. födém fokozottan tűzálló: Th > 1,5 óra; az idomtestes födém tűzálló: Th = 1 óra);
- nagy m^2-súlyú, s így jó léghang-gátlású;
- a kiegészítő – padló, stb. – rétegeket jól fogadja.

Változatok (8. ábra):

a.) A síklemez födémek:
- egy irányban (7. ábra) vagy két irányban teherhordó szerkezetek;
- vonal-menti (fal, gerenda), vagy pontszerű megtámasztással rendelkeznek;
- előnyös a többtámaszú kialakítás;
- pillérekkel alátámasztva:
  látszó fejezetes gombafödémként (10. ábra) vagy
  a támasz rejtett megerősítésével, fej nélküli gombafödémként építhetők meg.

b.) Az idomtestes födémek (9. ábra):
- egy irányban teherhordó, alul-felül sík szerkezetek;
- működésük a nagyszilárdságú idomtestek, a beton és a betonacél együttdolgozásán alapul.
- a síklemezekhez viszonyított kisebb önsúllyal, nagyobb szerkezeti magassággal, kedvezőbb erőjátékkal jellemezhetők.
- a födémtéglák rovátkolt oldalfelülete a betontapadást, lesarkítása a nyomófeszültségek átadását szolgálja;
- a támasznál az oldalüregek kitörésével megnövelt betonkeresztmetszet a negatív nyomatékok felvételét segíti;
- felbeton nélkül készíthetők.

A Bohn-tégla födém (9. ábra) az idomtestes födémek széles körben alkalmazott hazai változata volt. A ritkított zsaluzaton megépíthető, acél- és cement-takarékos födém tűzálló. A bordatávolság 25 cm, az elemmagasság 24 cm, a felbetont ≥ 3 cm vastagságtól vették figyelembe. A födémet l < 5m fesztáv esetén egy, l ≥ 5m esetén két keresztbordával merevítették.
Előnyei:

- az épület méreteihez jól igazodott (a kiegészítő szakaszok vasbetonból készültek);
- a födémáttörések kiváltása a födémbe rejtetten volt megoldható;
- az épületgépészeti vezetékeket (pl. a fürdőszobában) a bordák között kialakított vékony vasbeton lemez fölött vezették;
- a könnyű válaszfalak bárhol, a nehezek bordán, keresztbordán álltak;
- a csapadékhatásnak kitett helyeken vasbeton lemezt építettek.

Az idomtestes födémek sajátos változata az üvegtégla-betétes vasbeton födém. Záróföldémként az alattuk lévő terek megvilágítására szolgálnak, esetenként járható födémként is.

c.) A monolit vasbeton gerendás födémek (10. ábra):
Az alul-bordás lemez gazdaságos erőjátékkal jellemezhető, a gerenda a lemezzel együttdolgozó fejlemezes gerendaként számolható. A bordák tengelytávolsága 1.50 – 2,50 m közötti.

A szerkesztéskor a fesztáv (l) függvényében felvehető méretek:

	kéttámaszú	többtámaszú
gerenda	l/20	l/25
lemez	l/30 (min. 7 cm)	l/40 (min. 7 cm)

Előnyös tulajdonságuk, hogy a gerenda magasságának növelésével a födém súlya csak kevéssé nő.
A lemezvastagság a gerendakapcsolat ékszelvényű kialakításával csökkenthető, de ez zsaluzási nehézséget okoz.
A födém alsó síkján megmutatkozó gerendák a belső tér megjelenése és a válaszfalak csatlakozása szempontjából hátrányt jelentenek, zsaluzása is nehézkes. Az alsó felületén sík, felül-bordás lemez viszont statikailag kedvezőtlen (a gerendák közötti feltöltés nehéz, a gerendamagasság csökkentése viszont gazdaságtalan).

d.) A sűrűbordás födém (8. ábra):a leírt probléma megoldását jelenti. A (többnyire korlátozottan terhelhető) födémet t ≤ 70 cm tengelytávú vasbeton bordák és a fölső síkjukon csatlakozó, v ≥ t/10 vastagságú lemez alkotja. A bordák közötti könnyű, a vasbetonnal statikailag nem együttdolgozó béléstestek alsó felülete jól vakolható. Az alul-felül sík födémet erőjátéka alapvetően megkülönbözteti az idomtestesekétől.

6.3.2. Előregyártott vasbeton födémek

Az előregyártott vasbeton födémek jellemzése:

- elterjedésük a II. világháborút követő, nagy volumenű építési igényekhez köthető;
- az építőanyagok garantálható minősége és a statikai számítások színvonala a biztonság határáig igénybevett szerkezeteket eredményezett;

- az elemeket a méretkoordináció, a tipizálás elvei alapján, szabványos minőségben gyártják;
- gyors, száraz, szerelő jellegű technológiával építik be;
- a szerkezet - lényegében - azonnal terhelhető;
- a nagyszilárdságú beton, az előfeszítés technikája kisebb önsúlyú, nagy teherbírású szerkezeteket eredményez.

Változatok (8. ábra):

Az előregyártott vasbeton födémek korai változatain – a sűrűn egymás mellé helyezett "I", "⊥" és "┬" szelvényekből kialakított, kedvezőtlen erőjátékú, gazdaságtalan födémeken - a fejlődés hamar túllépett. A fejlesztés egyik ága a gerendák széthúzásával, közeiket tálcákkal, béléstestekkel töltötte ki, másik iránya több gerendát összekapcsolva üreges, pallós elemeket alkotott.

a.) Előregyártott vasbeton gerendás födémek

A födém szerkezeti elemei és szerkesztése (11. ábra):

- a normál illetve feszített vasbeton gerendák (0,60 m-es méretlépcsőkön) 2,40 – 7,80 m közötti fesztávú födémek építésére alkalmasak;
- a teherhordásra merőlegesen az épület mérete kötetlen, a 0,60 (1,00) m-es tengelytávra kiosztott gerendák közeit béléstestek (betontálcák) töltik ki;
- a gerendák a teherhordó falakra (habarcságyba) 12-15 cm-t fekszenek fel, vasalásuk beköt a koszorúba;
- az együttdolgozást hátkiöntő-habarcs vagy felbeton biztosítja;
- a vizes helyiségek alatt, a csapadékhatásnak kitett részeken és a gerendákkal párhuzamos kiegészítő födémmezőkben monolit vasbeton szakaszok épülnek;
- a könnyű válaszfalakat gerendákkal párhuzamosan felbetonra, azokra merőlegesen tömör béléstest-sorra építik;
- a nehéz válaszfalak alatt a födémet megerősítik (gerendakettőzéssel, monolit vasbeton szakasz beiktatásával), esetleg teherhárító boltövre állítják;
- az előregyártott vasbeton gerendák kéttámaszúak, csak kivételes esetben konzolosak (pl. az "FFK" gerenda);
- a födém konzolos szakaszainak a teherhordási iránytól függő kialakítása a tervezés feladata.

(A 20.sz. harmadik negyedében széles körben alkalmazott típusok láthatók a 12. ábrán.)
Figyelemreméltó fejlesztési eredmény volt a BVM-PPB födém (13. ábra). A rendszerhez 13, 15 és 17 cm magas, l = 2,40 - 7,80 m fesztávú feszített vasbeton gerendák és különböző – vázkerámia, könnyűbeton, polisztirolhab – anyagú béléstestek tartoznak. A helyszíni beton hálós vasalású. A födémet kis önsúly, sokféle teherbírási változat, jó együttdolgozás jellemzi.

Az előregyártott vasbeton gerendás födémek legelterjedtebb hazai változata (14. ábra) az "E" jelű feszített vasbeton gerendás födém (magassága h=19 cm, fesztávja l=2,40→6,60 m, 60 cm-es méretlépcsőkön). A béléstestek méretválasztéka (EB 60/19, EB 30/19, EB 60/24), a gerendakiosztás (pl. kettőzés) és a felbeton (+5 cm) az igénybevételek rugalmas követését teszi lehetővé.

b.) Előregyártott vasbeton pallós födémek (15. ábra):

Az üreges födémszerkesztés előnyei a nagyobb fesztávok tartományában mutatkoznak meg. A fesztávval növekvő lemezvastagság az önsúly növekedését vonja maga után, ezt csökkentik az üregek, ami gazdaságosabb szerkezetet eredményez.
Építészetileg hátrányos, hogy az elemek nagy méretei a tervezést kötöttebbé teszik, s a kiváltó gerendák lelógnak födémsík alá.
A szerkezet jellemzése:

- a 0,60, (1,00), 1,20 m széles üreges pallókból szilárd, tartós, közepesen tűzálló födém építhető;
- a pallók feltámaszkodnak a falakra (12-15 cm), illetve a gerendákra (8-10 cm), és bekötnek a koszorúba;
- az illesztési hézagok kibetonozása és a koszorú segíti az együttdolgozást;
- többtámaszúság nem alakítható ki;
- a vizes helyiségek alatt szerelőpallókat, vagy monolit szakaszokat iktatnak be;
- a csapadéknak kitett erkélyek monolit vasbeton szerkezettel készülnek.

A körüreges feszített vasbeton pallók (16. ábra) (PK, PS; h=19 cm; l=2,40→6,60 m) jellemzően a faltömbös építési mód födémjei voltak.

Az "UNIVÁZ" előregyártott vasbetonvázhoz körüreges, normál és szerelő-palló, valamint konzolos palló tartozik (h=27 cm; l=2,40→9,00) vakolatmentes felülettel.

A "BVM-TIP" váz előfeszített, nagyüreges födémelemeinek hossza (FS-27: h=27 cm, l_{max}→12 m; FS-37: h=37 cm, l_{max}→15 m), a hosszúpados gyártásnak köszönhetően tetszőlegesen választható meg. A rendszerhez szerelőpalló és konzolos födémelem is tartozik. (A "BVM-TIP" váznak van "T" és "TT" födémeleme is, elsősorban csarnoklefedések céljaira.)

Az YTONG építési rendszerhez (magastetők tetőpallójaként is beépíthető) korrózióvédett vasalatú pórusbeton födémpallók tartoznak. Profil 78 elnevezésű változatuk tárcsává alakítható. (A méretek: vastagság: 20, 24, 30 cm, szélesség: 60 cm, l_{max}→6,00 m). A rendszernek része a konzolos palló is (l=6,00 m esetén a konzol maximum 1,50 m).

6.3.3. Részlegesen előregyártott födémek

A részlegesen előregyártott födémek az előregyártás technológiai és a monolitikus építés statikai előnyeit egyesítik.

a.) Gerenda + béléstestes födémek

A vázkerámiás födémek előregyártott, kerámiaelem-kérgű vasalt beton gerendái közé vékonyfalú, üreges kerámia béléstestek kerülnek. A túlemelt alátámasztásokon, szárazon összerakott födém elemei helyszíni kibetonozással (hálós vasalású felbetonnal) nyerik el végleges formájukat.

"FERT" födém (17. ábra):

- a gerendák alsó részen kibetonozott kerámia "papucselemei" kígyózó kengyelekkel összekapcsolt, 3 hosszvasból álló vasalást fogadnak be;
- a gerendák 4 cm-t fekszenek fel a falra és túlnyúló vasalatukkal - pótvasakkal megerősítve - kapcsolódnak a koszorúba;
- az 50 cm tengelytávú gerendák közé 19 vagy 22 cm magas béléstestek kerülnek, szükség esetén 4 cm vasalt felbetonnal kiegészítve;

- a fesztáv l= 3,00 → 6,60 m közötti 20 cm-es méretlépcsőkön;
- amennyiben a falköz > 4,0 m, a főirányra merőlegesen, 2,0 m-ként keresztbordát kell beiktatni.

"POROTHERM" építési rendszer födémje (18. ábra):
- a kerámia kérgű födémgerendák hosszúpados gyártással, nagyszilárdságú feszített huzalokkal vasalva készülnek;
- a gerendafelfekvés 12 cm, a koszorú-kapcsolatot az elhelyezés után felhajtott kengyelekbe fűzött pótvasak erősítik meg;
- a fesztáv-tartomány l= 3,50 → 6,75 m - 25 cm-es méretlépcsőkkel - de a gerendák kővágó koronggal vághatók is;
- a vázkerámia béléstestek 45, illetve 60 cm-es gerenda-tengelytávot adnak ki, magasságuk 17 cm;
- a födém 4, illetve 6 cm-es vasalt felbetonnal egészülhet ki.

"MESTERFÖDÉM":
- előregyártott gerendájának csak a húzott betonacéljait veszi körül beton;
- erőtanilag együttdolgozó beton béléstestek esetén elegendő a gerendák bebetonozása;
- vázkerámia béléstest esetén felbetonra van szükség;

b.) Előregyártott zsaluzóelemes födémek

Zsaluzólemezes "MESTERFÖDÉM" és IVS födém (19. ábra):
- nagyfelületű, vékony (> 4 cm), előregyártott vasbeton lemezeket bennmaradó zsaluzatként alkalmazva alul-felül sík födémek építhetők;
- a zsaluzóelemekből (<75 cm tengelytávra) kiálló betonacél rácsbordákat a helyszínen kiegészítő – az elemcsatlakozások fölé kerülő, a koszorú- és a bekötő, valamint a hálós – vasalással ellátva bebetonozzák;
- gazdaságosan építhető födémvastagság 10-40 cm közötti;
- 25 cm-nél nagyobb lemezvastagság esetén a rácsbordák közé polisztirolhab betétek helyezhetők, s az így könnyített (s a tömörnél gyengébb léghang-gátlású) födémmel 10,00 m-es fesztáv is áthidalható.

Az YTONG építési rendszer födém-kéregpallója hasonló elvek alapján működik. A pallók alsó felületére gyártott pórusbeton réteg vakolható.

6.3.4. Erkélyek, loggiák, teraszok (20. ábra)

Az erkélyek, loggiák – amennyiben méretük megfelelő, tájolásuk jó és az időjárástól való védettségük megfelelő – jelentős mértékben növelik a lakóértéket.
Elrendezésük a homlokzati sík elé ugró, épületsarkon kialakított, a homlokzat síkjától részben vagy teljesen hátrahúzott.
A hazai szóhasználat szerint az erkély konzolos, a loggia pillérrel, fallal alátámasztott szerkezet, a terasz az előzőknél nagyobb méretű, alatta belső tér van (terasztető), vagy talajközeli, illetve azon fekszik.

Kialakításuknál figyelembe kell venni, hogy:
- nagy hőigénybevételnek vannak kitéve, s az ebből adódó hosszváltozás nem közvetíthető az épület egyéb részeire;
- csatlakozásuk hőhidat jelenthet, ezt ki kell küszöbölni;

- burkolata időjárás- és fagyálló kell legyen;
- a felületét érő csapadéktól a határos szerkezeteket és tereket védeni kell;
- a nagy felületek csapadék-elvezetéséről gondoskodni kell;
- biztonságos korlátot kell építeni.

Szerkesztési lehetőségeik:

- a teherhordás irányában konzolos lemezként szerkeszthetők, a hőhídhatás megelőzésére a szerkezeti kapcsolatot hőszigetelő anyaggal összeépített speciális vasalat teremti meg (pl. Schöck-Isokorb);
- a teherhordásra merőleges irányban a teherhordó falakba befogott gerendák konzoljai (vázas épületeknél a vázgerendák konzoljai) támasztják alá az erkélylemezt, melyet a födémtől hőszigetelő sáv választ el, a hőhíd így a konzolokra redukálható;
- a loggiák lemezét alátámasztó fal koszorújának keresztmetszete megosztható, a külső, loggiához tartozó és a belső, födémhez tartozó részt hőszigetelő betétsáv választja el hőhídmentesen egymástól;
- az épület homlokzatát nagy hosszon kísérő (pl. függőfolyosót képező) konzolt a teherhordó szerkezeten is átmenő hézagokkal ($t < 2$-szeres szélesség, $t < 5$ m távolságokban) dilatálni kell.

7. Födémek tervezésének menete

Födémek tervezésének menete:

- a teherhordás irányának megállapítása;
- a teherhordó és merevítő falak helye és a fesztávok a megállapítása;
- a födém anyagának (pl. vasbeton) és szerkezetének (pl. előregyártott gerendás) eldöntése;
- fesztávok ellenőrzése (pl. gyártott méretekkel való egybevetés);

A födémgerenda-kiosztás menete (részlegesen vagy teljesen előregyártott gerendás födémek esetén) a kritikus helyek megoldásával kezdődik (21. ábra):

- födémáttörések szegélyezése;
- válaszfalak alátámasztása;
- vizes helyiségek alatti – csőszerelésre alkalmas – födémrészek kialakítása;
- csapadékhatásnak kitett – erkély, loggia – mezők, konzolos szakaszok megoldása;

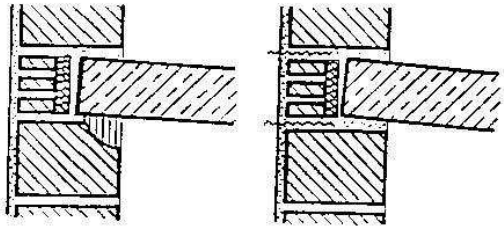
Csomópontok szerkesztése (22. ábra):

- koszorúk hőszigetelése;
- nyílásáthidalások megtervezése;
- hőhídmentesség ellenőrzése;
- vízszigetelést igénylő szakaszok geometriai kontrollja (összetett rétegrend igazodása a többi helyiség padlónívójához).

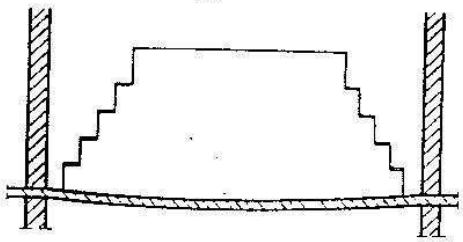
A közreadott anyag az Épületszerkezetek és épületfizika című tárgy Födémek témájú előadásának változata.

A csatlakozó tananyag: Gábor László: Épületszerkezettan 1. kötet;
Széll László: Magasépítéstan 1.
Frick, Knöll: Baukonstruktionslehre 1.

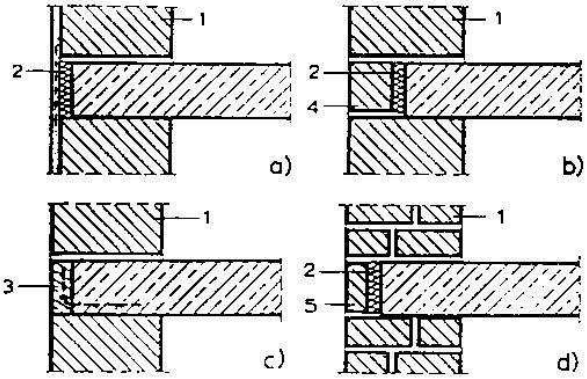
Hibák a támasznál:
a fal széle lereped **a födém elfordul**



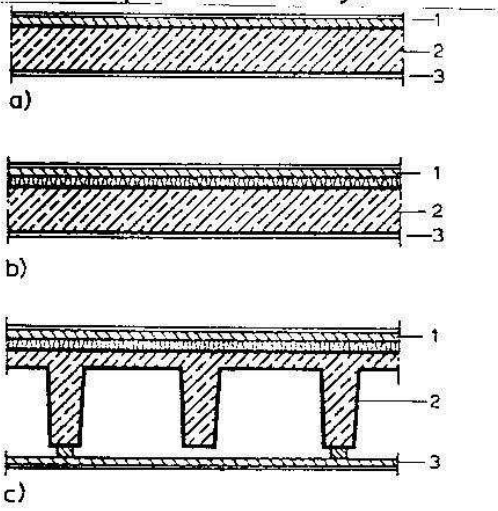
a födém lehajlása következtében kialakuló repedések

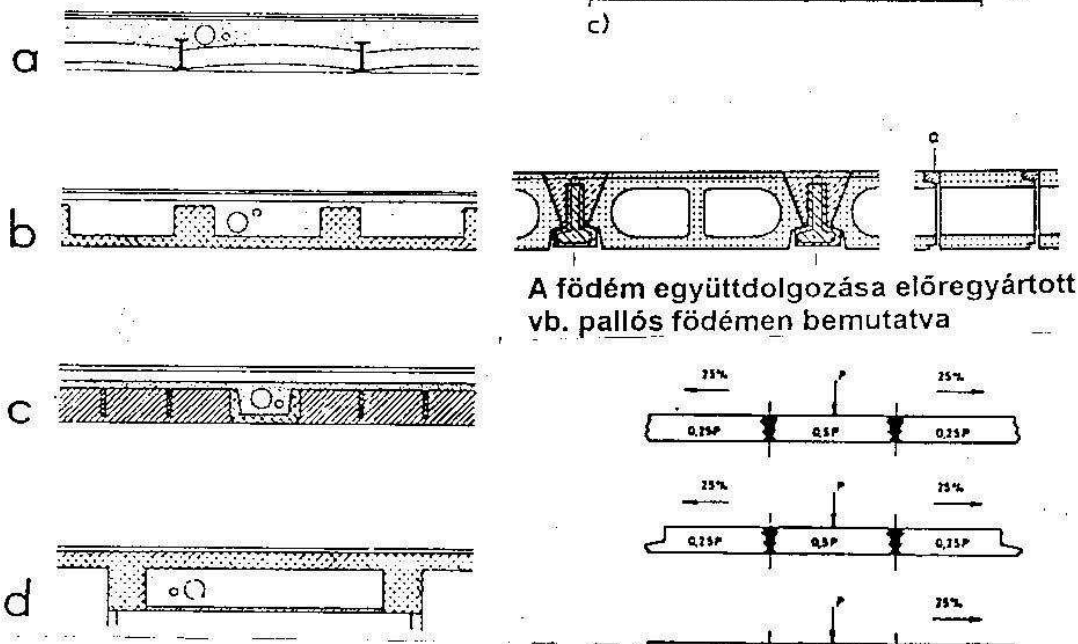


a koszorú hőszigetelése:
1: fal; 2: hőszigetelés;
3: hőszig. zsaluzóelem;
4: előfalazás; 5: vakolatalap



Födém + kiegészítő rétegek / szerkezet:
a) kontakt-padló;
b) b) úsztatott padló;
c) úsztatott padló + álmennyezet

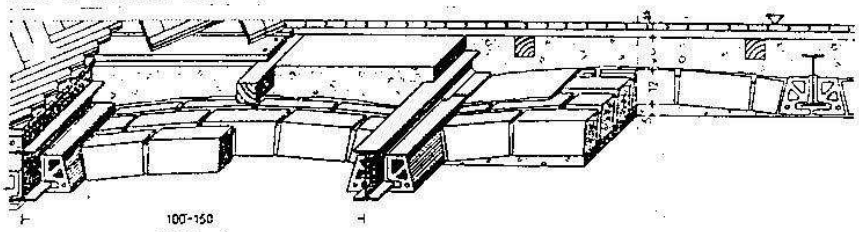




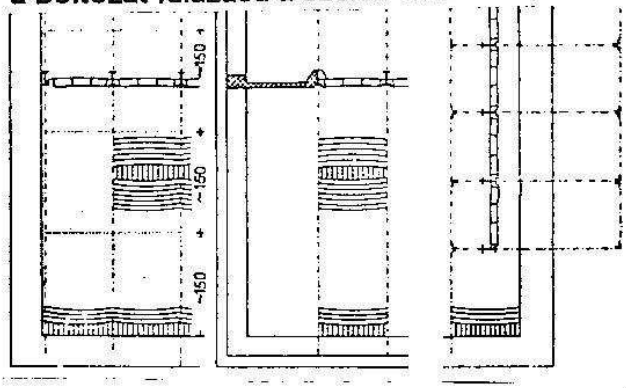
A födém együttdolgozása előregyártott vb. pallós födémen bemutatva

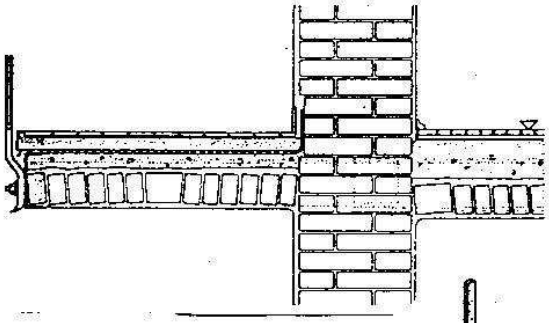
Az épületgépészeti szerelés:
a) födém fölötti feltöltésben;
b) bordák közötti feltöltésben;
c) szerkezetvékonyítás fölött;
d) álmennyezetben

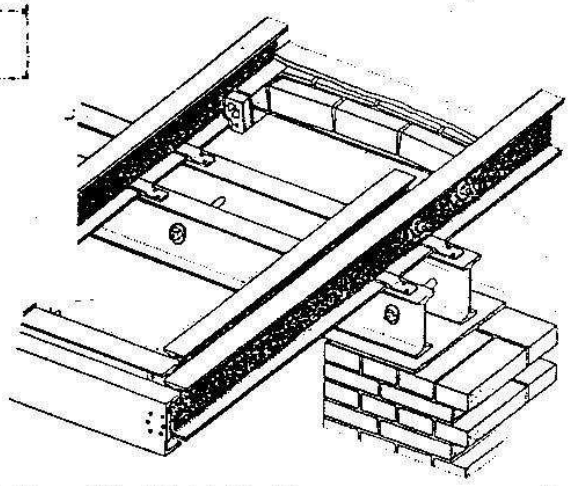
Födém sűrű gerendaosztással,
síkra vakolt alsó felülettel



a boltozat falazása a szélső mezőkkel,

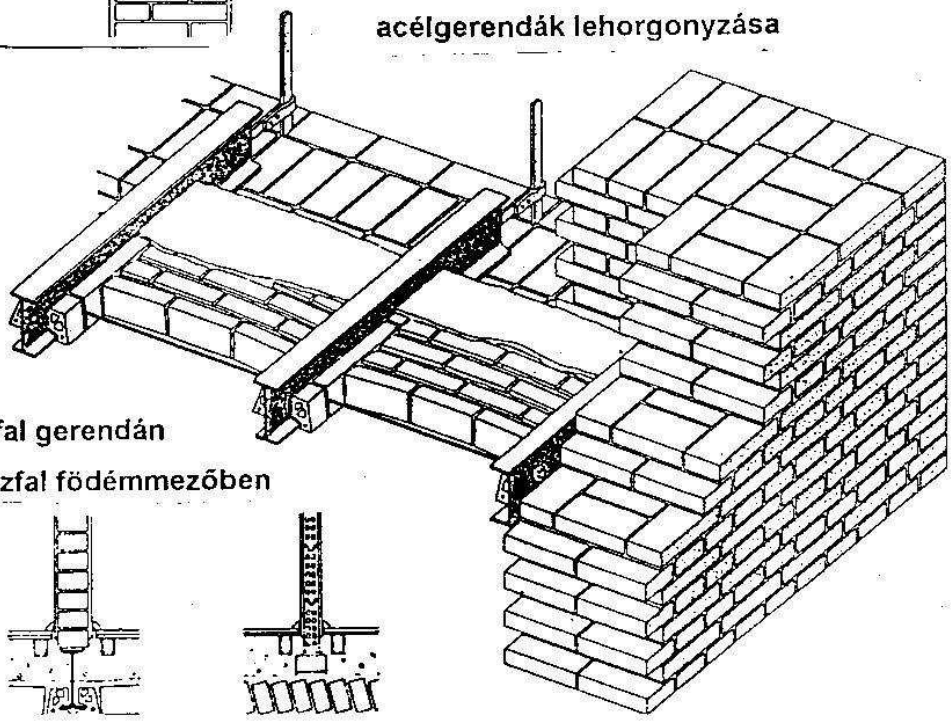






erkély nyílásáthidalóval

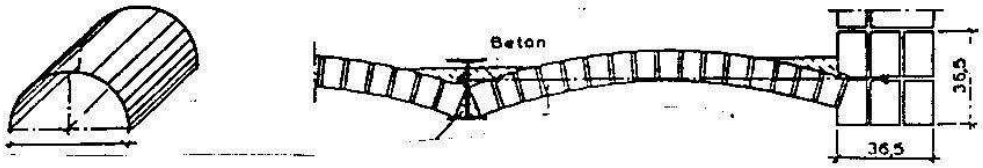
acélgerendák lehorgonyzása



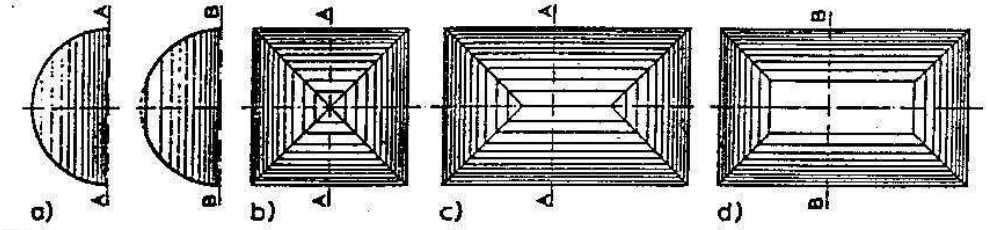
nehéz válaszfal gerendán

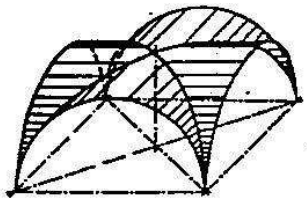
könnyű válaszfal födémmezőben

dongaboltozat poroszsüveg födém
acélgerendák közötti dongaboltozat
szélső mező vonóvassal



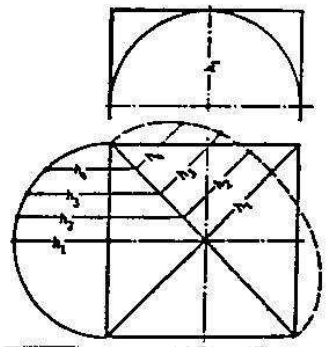
kolostorboltozat **teknőboltozat** **tükörboltozat**
metszetek és alaprajzok



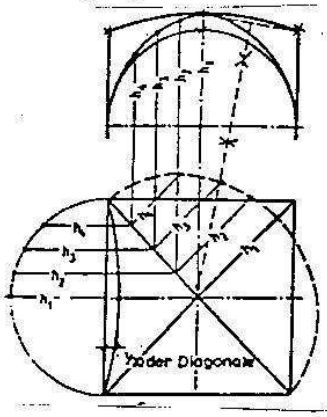


keresztboltozat axonometriában

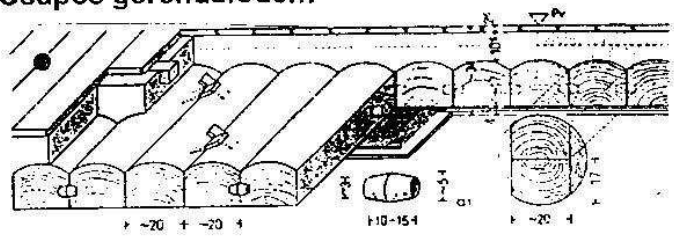
római keresztboltozat
metszet
alaprajz



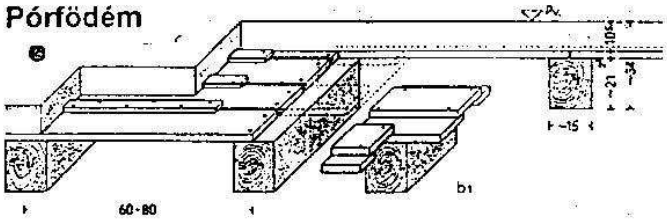
román keresztboltozat
metszet
alaprajz



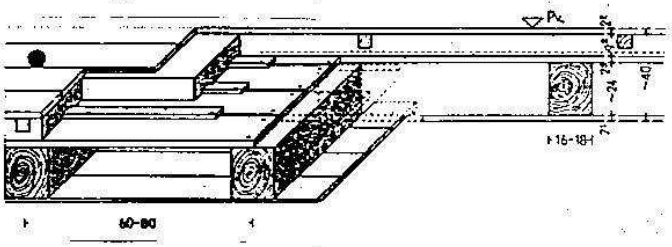
Csapos gerendafödém



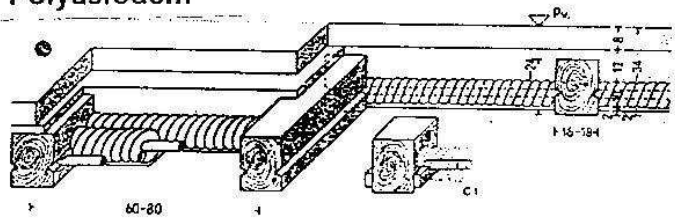
Pórfödém



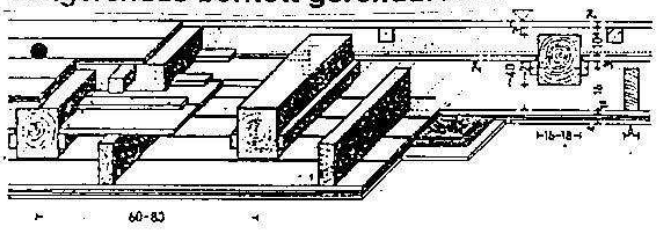
Borított gerendafödém

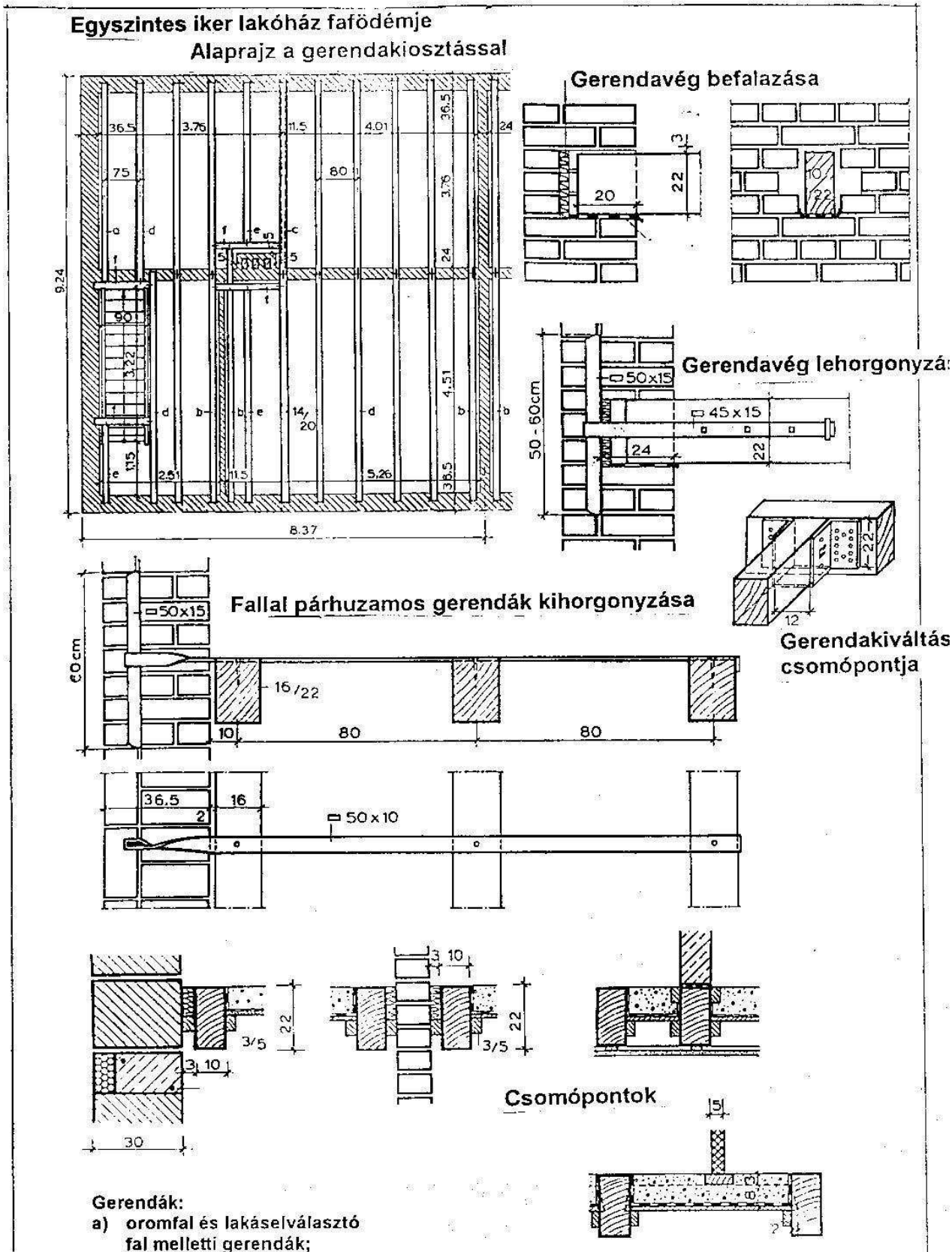


Pólyásfödém

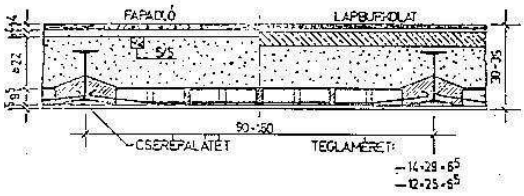


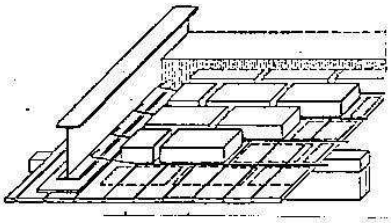
Vakgerendás borított gerendafödém

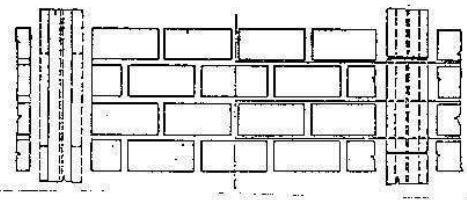



Egyszintes iker lakóház fafödémje
Alaprajz a gerendakiosztással
Gerendavég befalazása
Gerendavég lehorgonyzá
Fallal párhuzamos gerendák kihorgonyzása
Gerendakiváltás csomópontja
Csomópontok
Gerendák:
a) oromfal és lakáselválasztó fal melletti gerendák;
b) nehéz válszfal melletti gerendák;
c) válaszfalat alátámasztó gerenda;
d) közülső födémgerendák;
e) kiváltott gerendák;
f) kiváltó-gerendák

Tégla-beton lemezes (Horcsik) födém

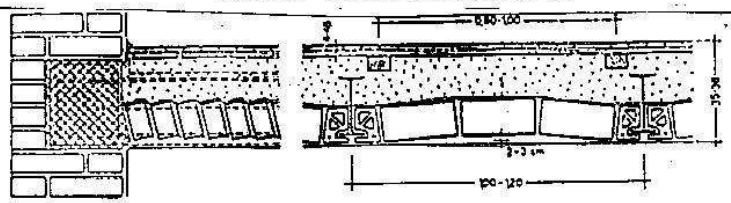




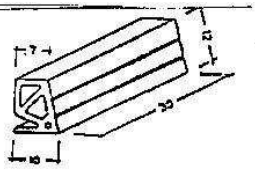


Acélgerendák közötti téglaboltozatos (poroszsüveg) födém

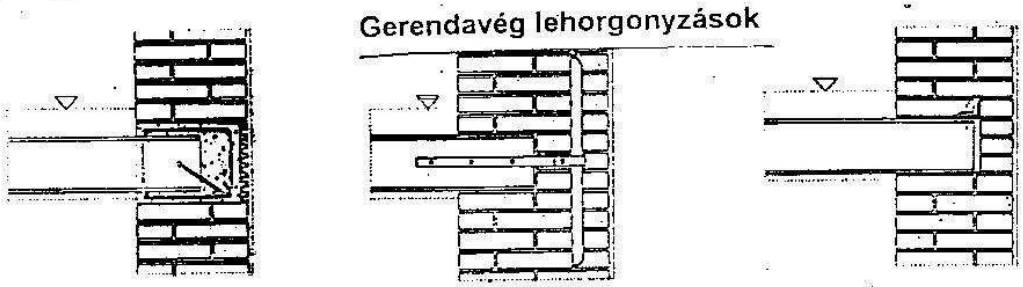
Hossz- és keresztmetszet

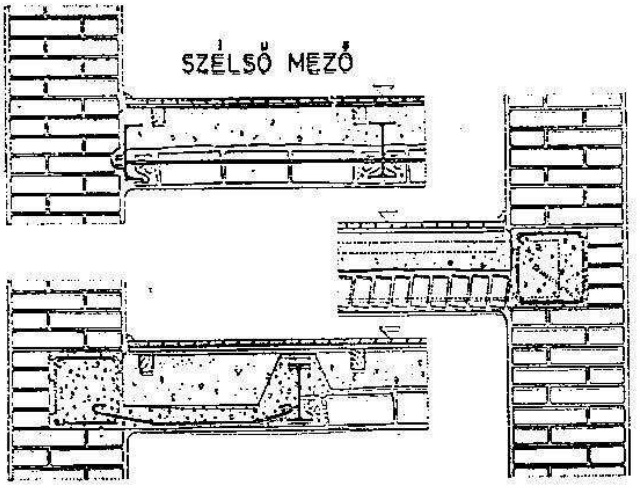


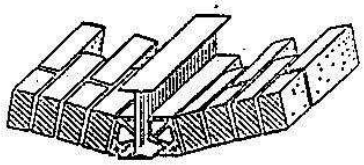
orrtégla

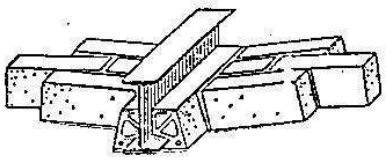


Gerendavég lehorgonyzások





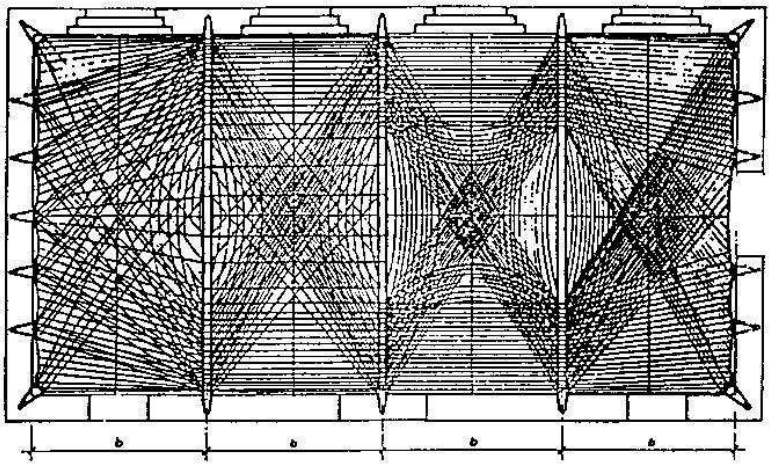




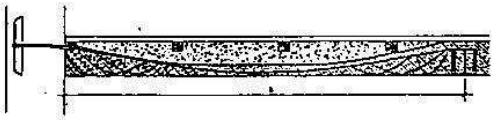
Szélső mezők, oldalnyomás felvétele:
vonóvassal
vasbeton lemezzel

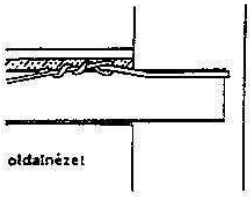
boltozat falazási módjai

19-20. sz. fordulója: Mátrai födém
(forrás: Magyar Építőipar 1996. 5-6. Szám)

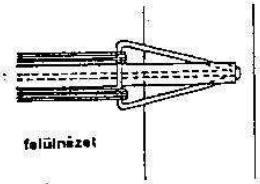


az acélgerendák közötti mezők vasalása, alaprajz;

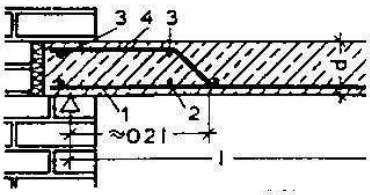


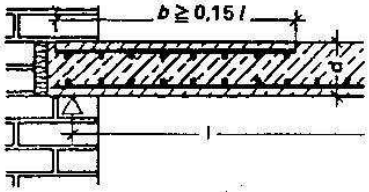


keresztmetszet a lehorgonyzással,

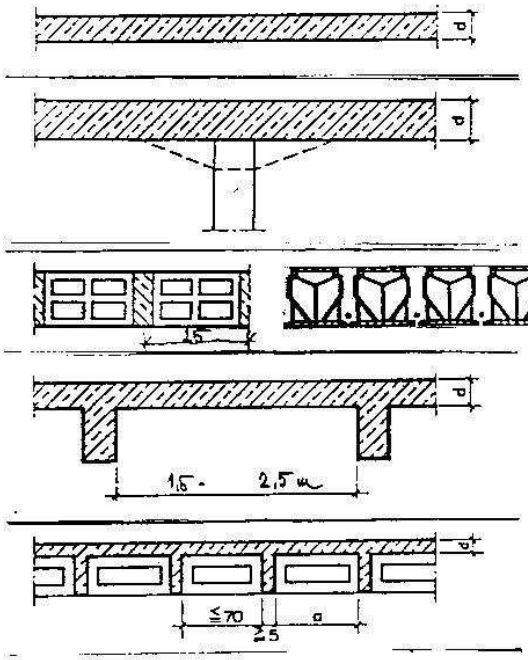


Vasbeton lemez vasalása a támasznál
vasalás köracéllal vasalás hegesztett hálóval
1 → 4. fő-, elosztó-
szerelő-, nyomatéki vasak





MONOLIT VB. FÖDÉMEK



Egy irányban teherhordó síklemez;

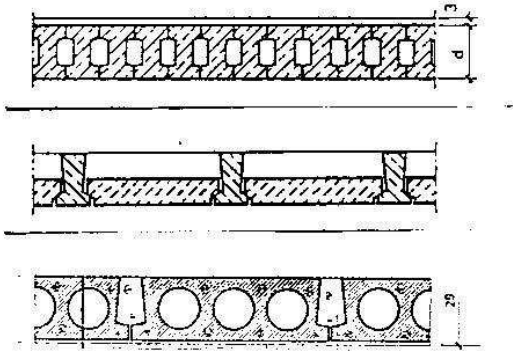
Két irányban teherhordó síklemez (gombafödém);

Idomtestes födém együttdolgozó elemekkel → pl. Bohn-tégla födém

Alulbordás (fejlemezes) vasbeton födém;

Sűrűbordás födém (nem együttdolgozó elemekkel)

ELŐREGYÁRTOTT VB. FÖDÉMEK

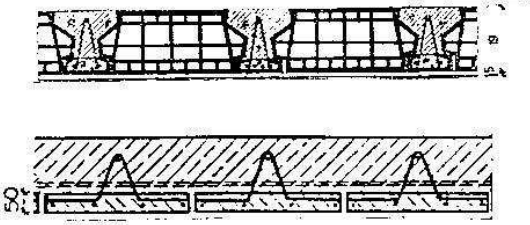


egy. vb. gerendás födémek;

egy. béléstestes vb. gerendás födémek;

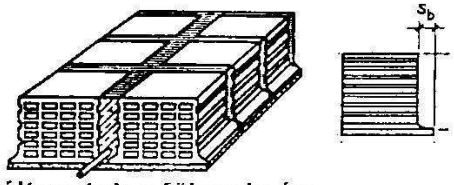
egy. vb. pallós födémek;

RÉSZLEGESEN ELŐREGYÁRTOTT VB. FÖDÉMEK

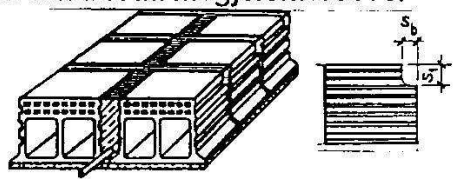


vázkerámiás födémek;

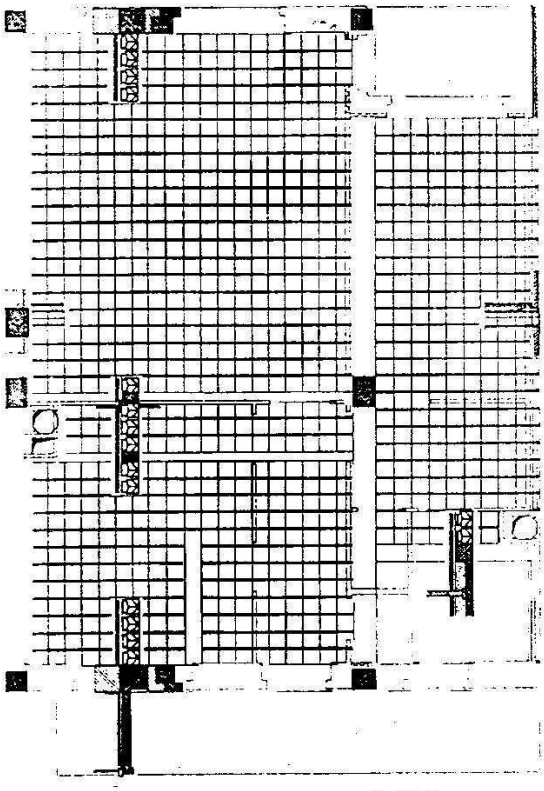
zsaluzóelemes födémek.



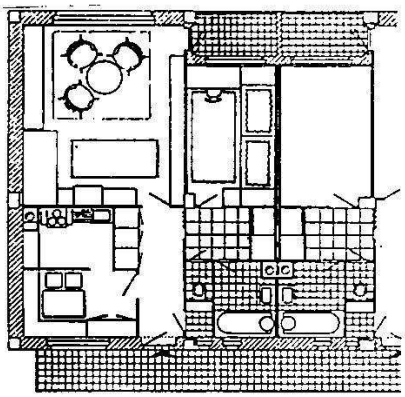
Változatok a főborda és az együttdolgozást segítő keresztborda megjelenítésével

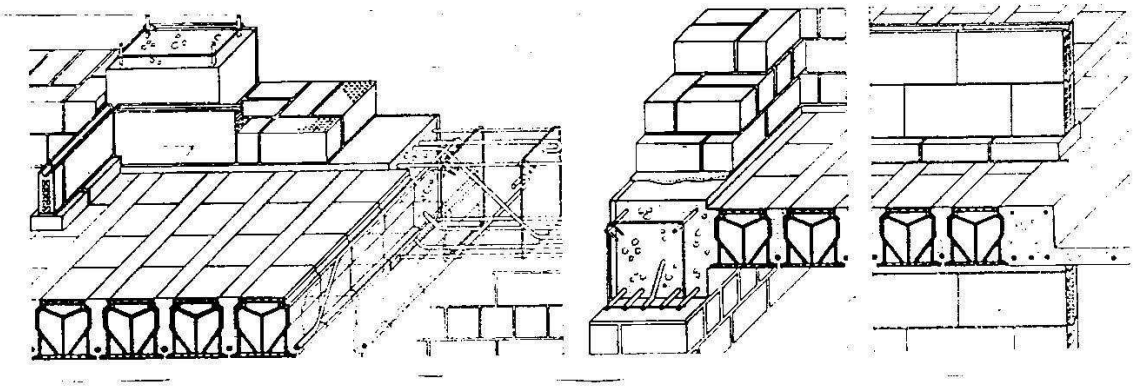


Födémterv

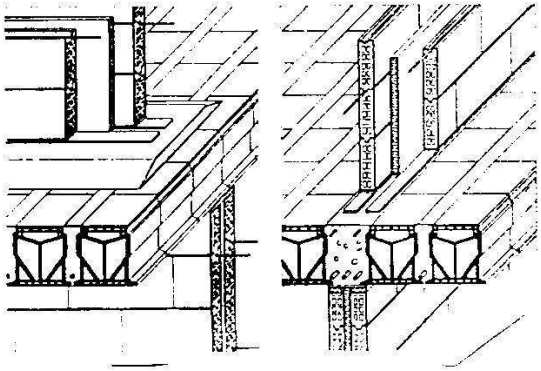


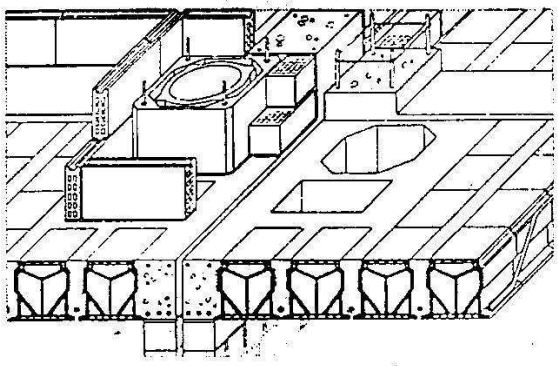
Alaprajz





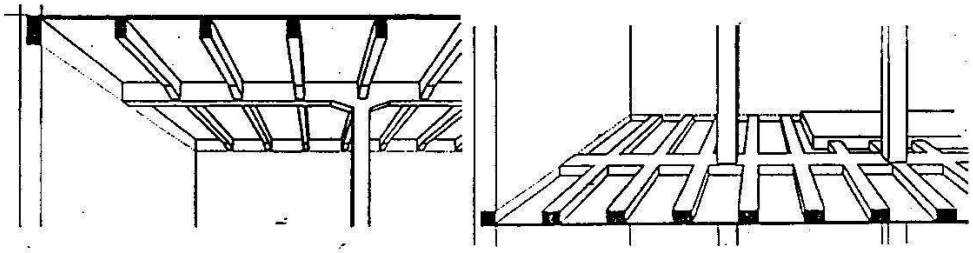
Csomóponti részletek





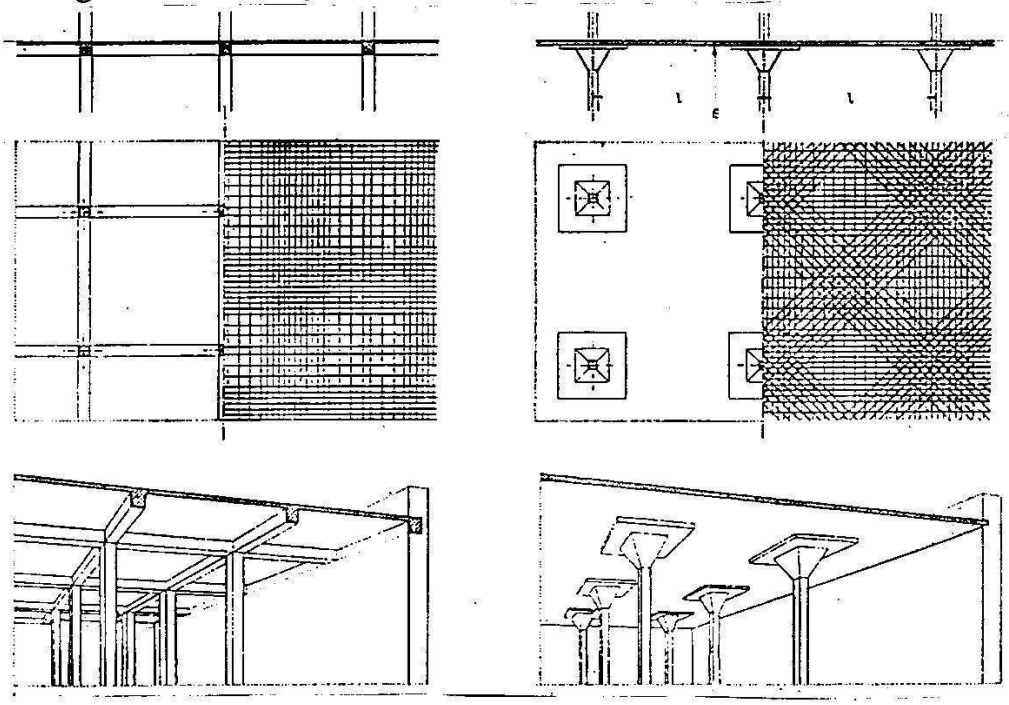
Alulbordás vb. födém Fölülbordás vb. födém

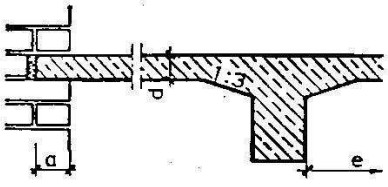
Pillér + vázgerenga + fióktartók + födémlemez
(a geometria utal a hatékonyságra)



két irányban teherhordó lemez

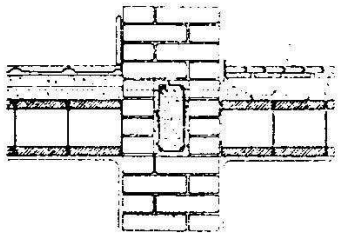
gerendákkal megtámasztva gombafejes födémként

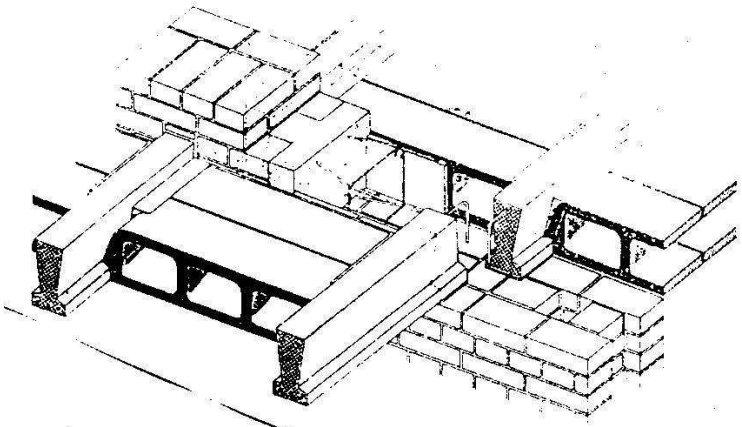




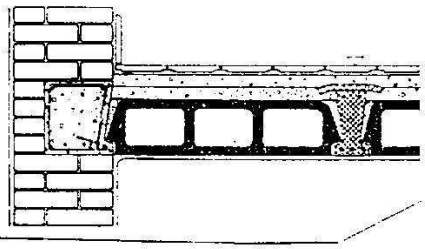
Alulbordás vb. födém lemezének
gerendacsatlakozása
ékszerű átmenettel:
lemez vékonyabb, zsaluzás bonyolult

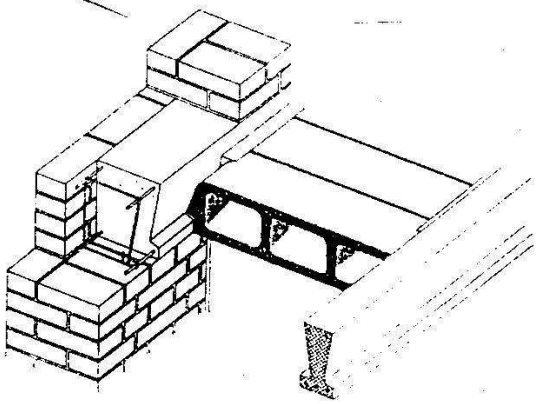
Középfőfali csomópont



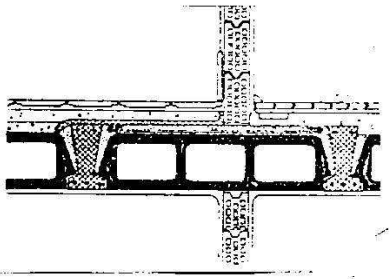


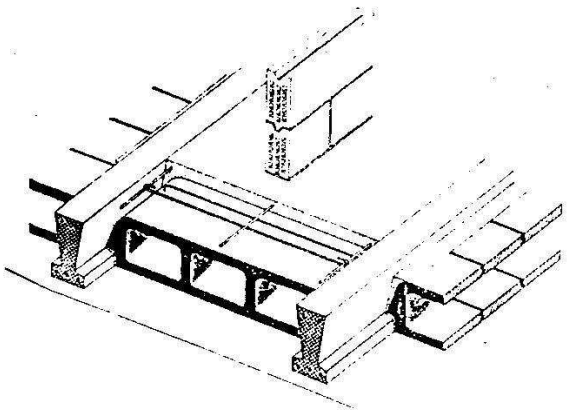
Teherhordási iránnyal párhuzamos fal mellett



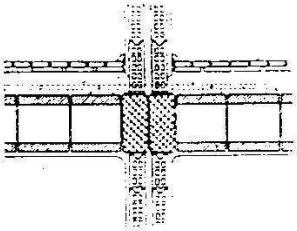


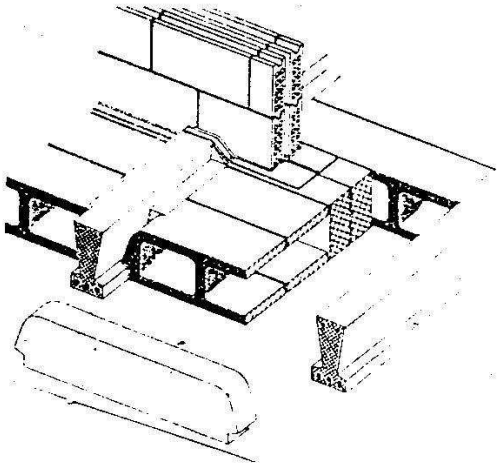
Gerendával párhuzamos könnyű válaszfal alatt



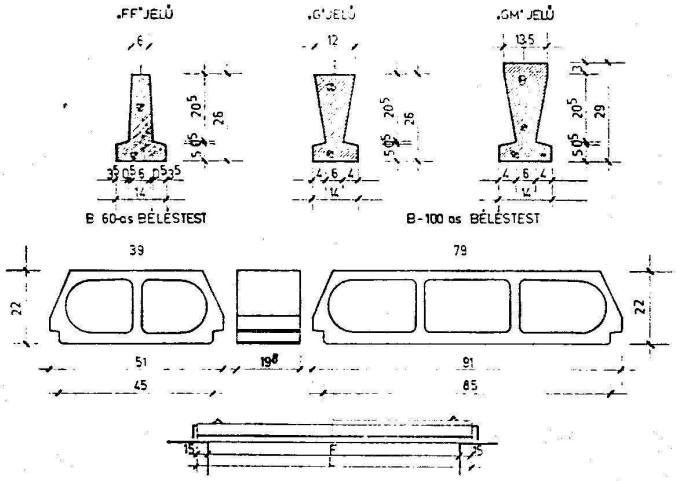


Gerendára merőleges válaszfalak alatt





Gerendás – béléstestes födémek típusai

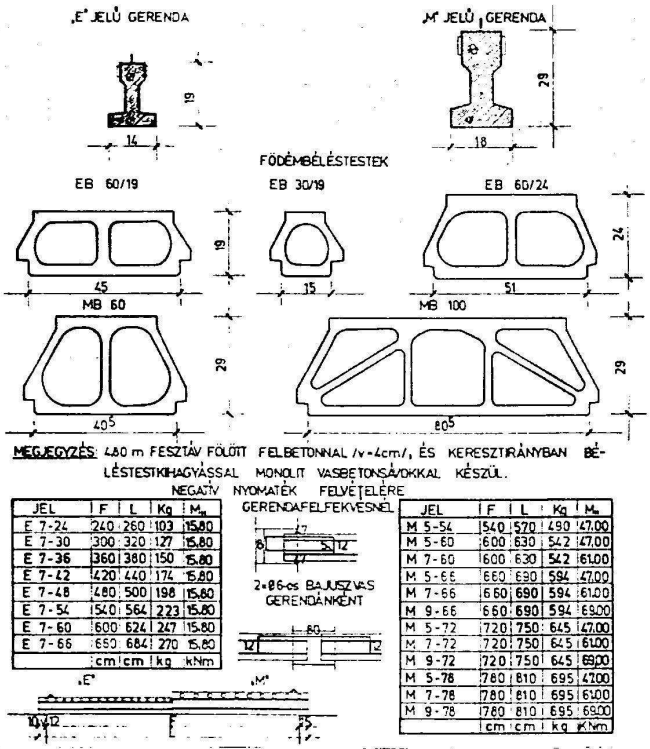


JEL	F	L	kg/db	M_e
FF 24 12	240	270	141	12.22
FF 28 17	280	310	162	16.95
FF 30 17	300	330	172	16.95
FF 32 18	320	350	183	18.76
FF 36 24	360	390	204	23.93
FF 40 24	400	430	225	23.93
FFk42 24	420	450	235	"
FF 46 24	460	490	256	23.93
	cm	cm	kg	kNm

+23.93
-13.40

JEL	F	L	kg/db	M_e
G 42 33	420	450	292	32.66
G 44 33	440	470	305	32.66
G 46 33	460	490	318	32.66
G 48 30	480	510	331	30.78
G 48 40	480	510	331	40.40
G 50 44	500	530	341	43.99
G 52 44	520	550	357	43.99
G 54 40	540	570	370	40.49
G 56 44	560	590	383	43.99
	cm	cm	kg	kNm

JEL	F	L	kg/db	M_e
Gm 60 44	600	630	497	44.16
Gm 60 62	600	630	497	61.67
Gm 62 50	620	650	513	50.18
Gm 64 62	640	670	529	61.76
	cm	cm	kg	kNm



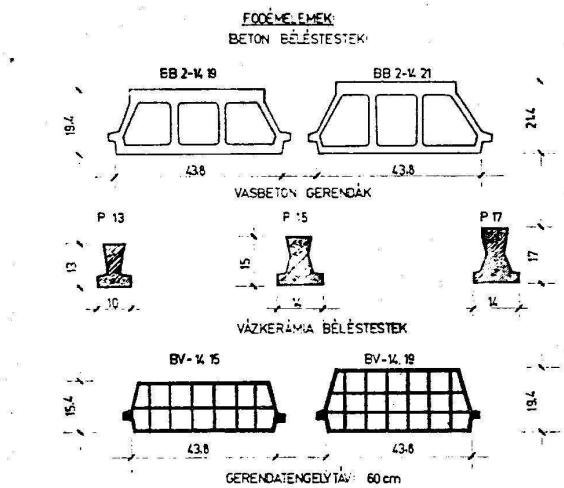
MEGJEGYZÉS: 4,80 m FESZTÁV FÖLÖTT FELBETONNAL /v=4cm/, ÉS KERESZTIRÁNYBAN BÉLÉSTESTKIHAGYÁSSAL MONOLIT VASBETONSÁVOKKAL KÉSZÜL.

NEGATÍV NYOMATÉK FELVÉTELÉRE GERENDAFELFEKVÉSNÉL

JEL	F	L	Kg	M_e
E 7-24	240	260	103	15.80
E 7-30	300	320	127	15.80
E 7-36	360	380	150	15.80
E 7-42	420	440	174	15.80
E 7-48	480	500	198	15.80
E 7-54	540	564	223	15.80
E 7-60	600	624	247	15.80
E 7-66	660	684	270	15.80
	cm	cm	kg	kNm

JEL	F	L	Kg	M_e
M 5-54	540	570	490	47.00
M 5-60	600	630	542	47.00
M 7-60	600	630	542	61.00
M 5-66	660	690	594	47.00
M 7-66	660	690	594	61.00
M 9-66	660	690	594	69.00
M 5-72	720	750	645	47.00
M 7-72	720	750	645	61.00
M 9-72	720	750	645	69.00
M 5-78	780	810	695	47.00
M 7-78	780	810	695	61.00
M 9-78	780	810	695	69.00
	cm	cm	kg	kNm

PPB födém változatai

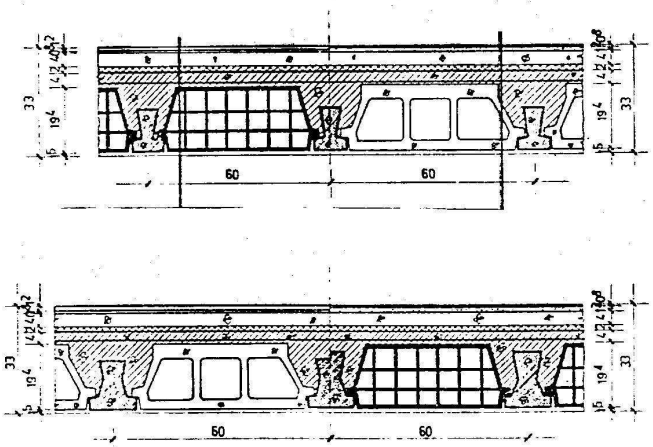


TERVEZHETŐ FÖDÉMEK:

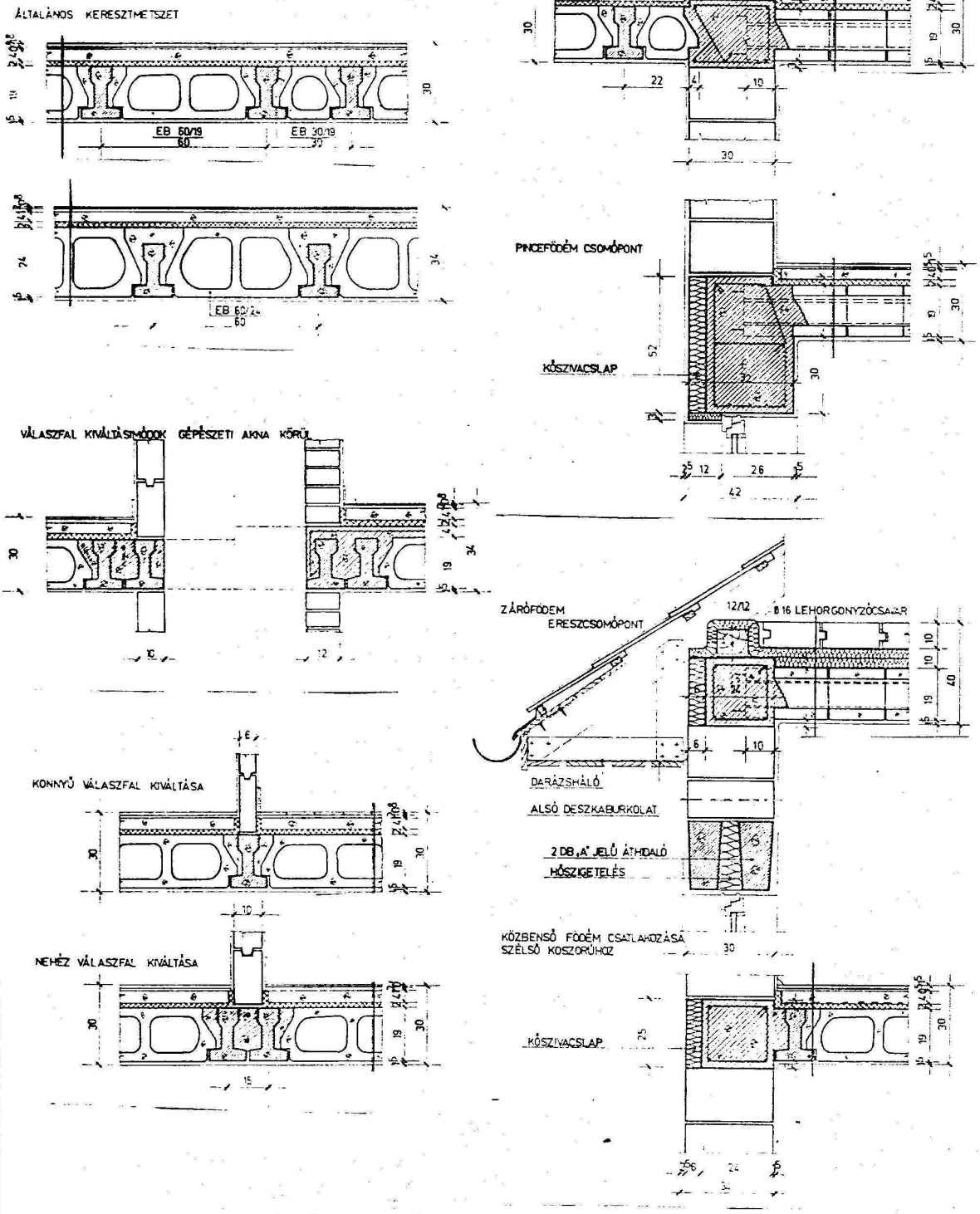
NYERSFÖDÉM		FALKÖZTARTOMÁNY /dm/								
GERENDA + BÉLESELEM	FÖDÉM vtg./cm/	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78
P 13 BB-10-17	17+0						⊠	⊠	⊠	⊠	⊠
P 15 BB-14-19	19+0								⊠	⊠	⊠
P 17 BB-14-21	21+0								⊠	⊠	⊠
2 P 13 BB-10-17	17+0	▨	▨						⊠	⊠	⊠
2 P 15 BB-14-19	19+0	▨	▨								⊠
2 P 17 BB-14-21	21+0	▨	▨								⊠
P 15 BV-14-15	15+4									⊠	⊠
P 17 BV-14-19	19+4										⊠
2 P 15 BV-14-15	15+4	▨	▨								
2 P 17 BV-14-19	19+4	▨	▨								
P 15 BV-14-19	19+4										⊠
2 P 15 BV-14-19	19+4	▨	▨								

▨ NEM AJÁNLOTT ⊠ TILTOTT

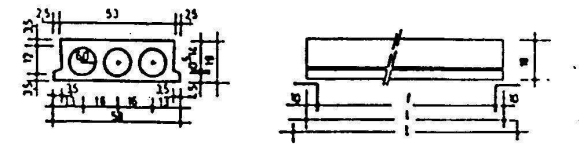
ÁLTALÁNOS KERESZTMETSZET



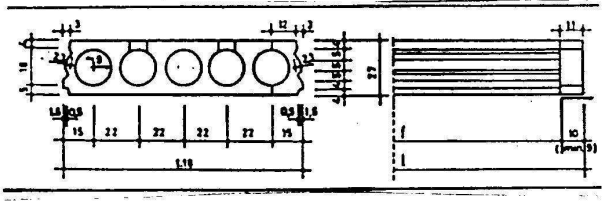
E-gerendás födém jellemző részletei

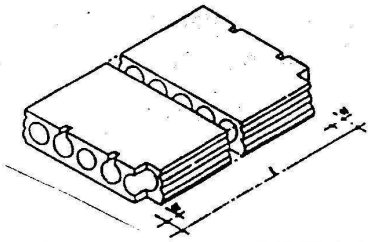


„UF–6" JELŰ FESZÍTETTBETON KÖRÜREGES FÖDÉMPALLÓK

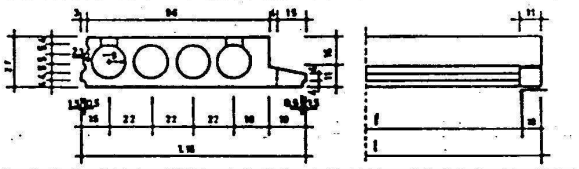


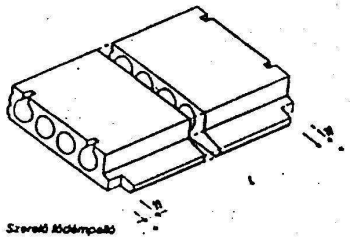
„UF–MV/N" JELŰ VASBETON FÖDÉMPALLÓ



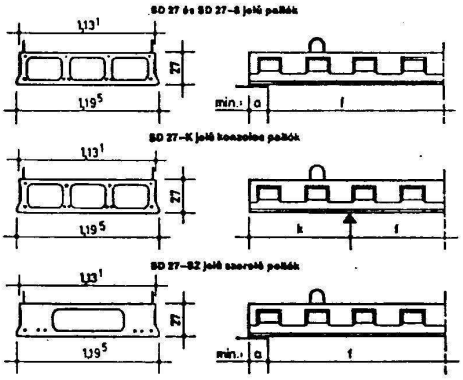


„UF–MV/S" JELŰ VASBETON FÖDÉMPALLÓ

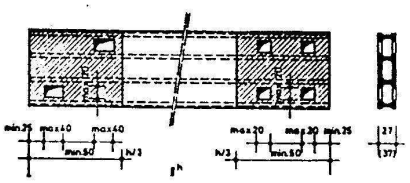




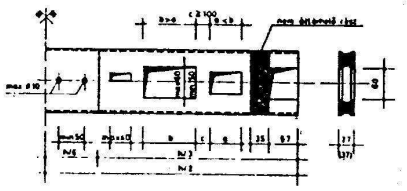
SPAN-DECK FÖDÉMPALLÓK



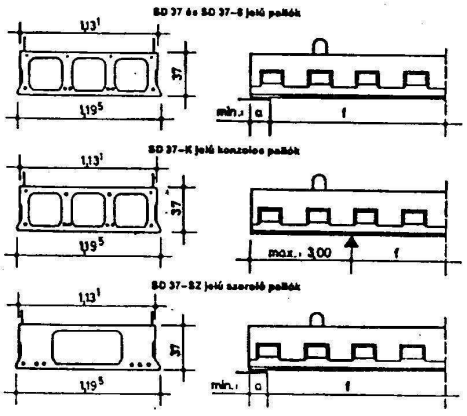
Kéttámaszú span-deck födémpanelek áttörhetősége



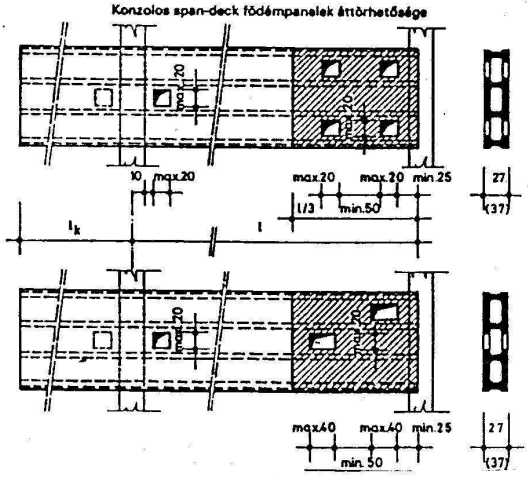
SD-27-es és SD-37-es jelű elemek



SD-27, SD-37, SD 27-8 és SD 37-8 jelű elemek

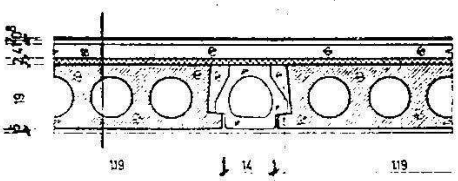


Konzolos span-deck födémpanelek áttörhetősége

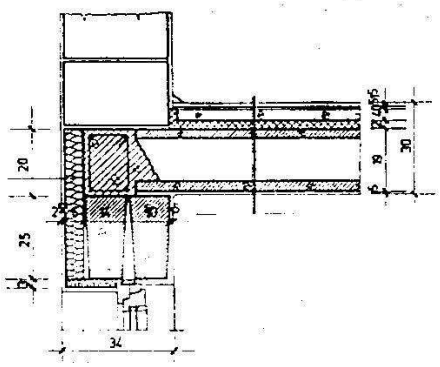


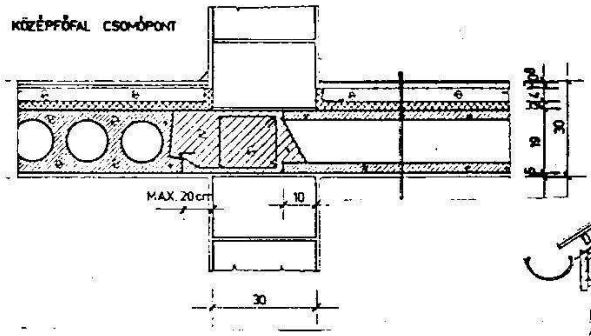
Előregyártott vasbeton födémpallók

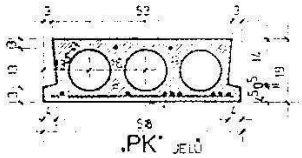
Pallós födém jellemző csomópontjai

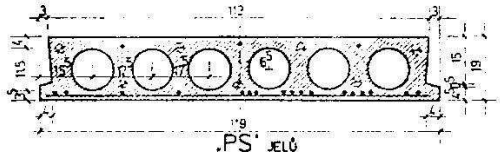


KIBETONOZÁS B 140





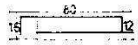




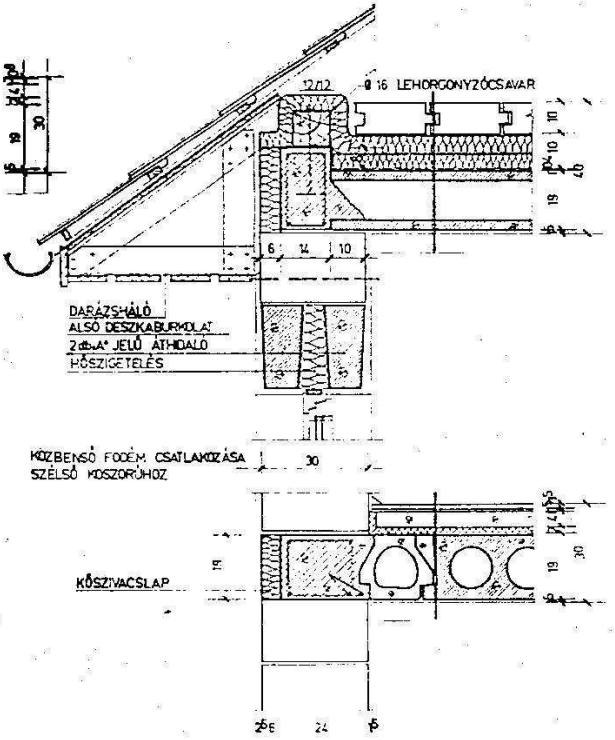


JEL	F	L	Kg	M_s
PK 24-9/13	240	260	404	1340
PK 30-13/20	300	320	498	1990
PK 36-9/13	360	380	589	1340
PK 36-15/20	360	380	589	1990
PK 42-15/20	420	440	682	1990
PK 42-19/26	420	440	682	2610
PK 48-15/20	480	500	775	1990
PK 48-23/32	480	500	775	3240
PK 54-19/26	540	560	867	2610
PK 54-26/39	540	560	867	3650
PK 60-19/26	600	620	960	2610
PK 60-26/39	600	620	960	3650
PK 66-26/39	660	680	1053	3860
	cm	cm	kg	kNm

PALLÓFELFEKVÉSNÉL



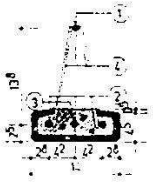
JEL	F	L	Kg	M_s
PS 24-18/27	240	260	680	2680
PS 30-15/27	300	320	1035	2680
PS 36-18/27	360	380	1290	2680
PS 36-31/40	360	380	1490	3980
PS 42-23/33	420	440	1490	3330
PS 42-31/40	420	440	1490	3980
PS 48-31/40	480	500	1695	3980
PS 48-35/46	480	500	1695	4620
PS 54-38/52	540	560	1695	5220
PS 54-45/66	540	560	1895	6480
PS 60-42/53	600	620	2100	5830
PS 60-49/71	600	620	2100	7070
PS 66-45/65	660	680	2300	6480
PS 66-53/77	660	680	2300	7720
	cm	cm	kg	kNm

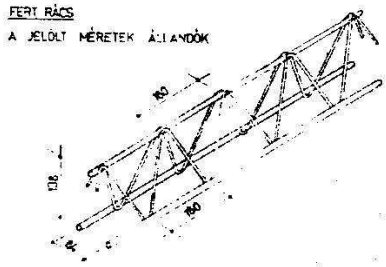


[redacted]

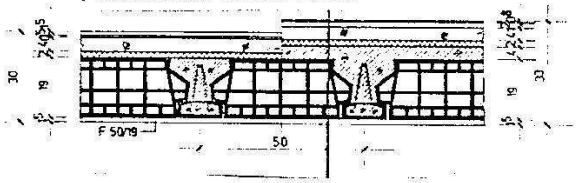
FERT-födém

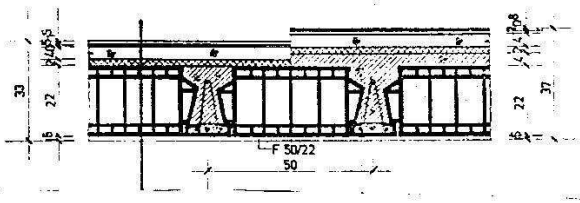
Gerenda és vasalata

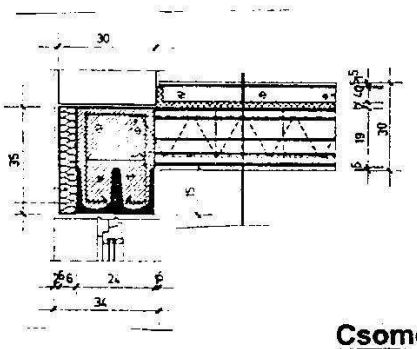


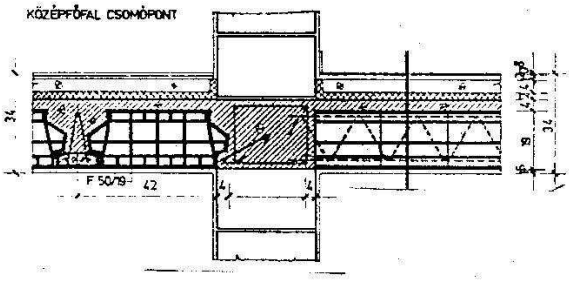


Általános metszetek

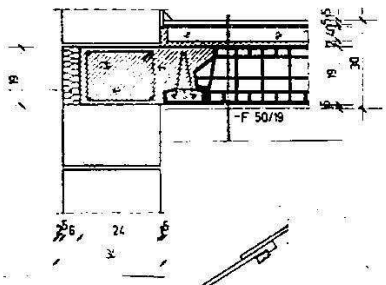


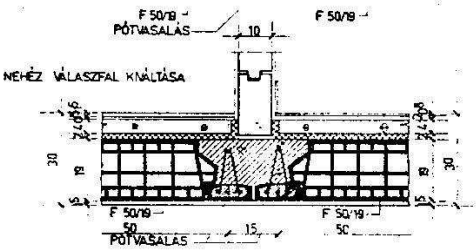


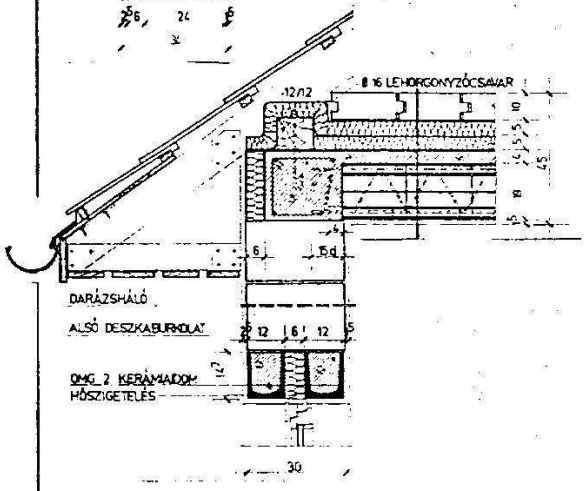


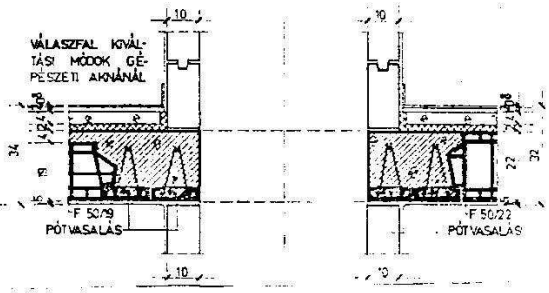


Csomópontok





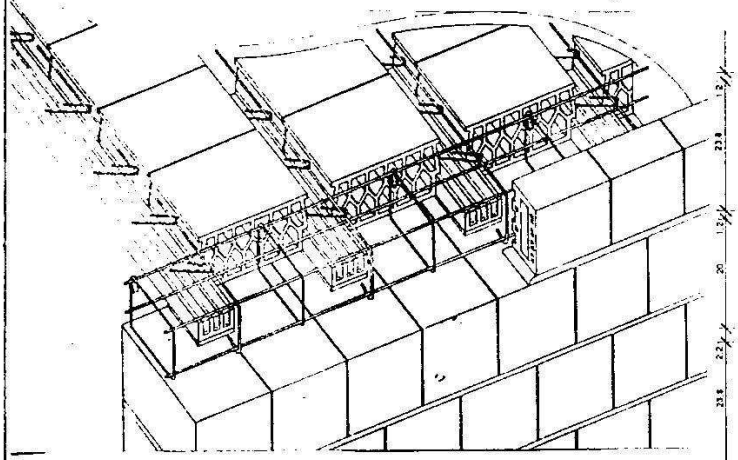




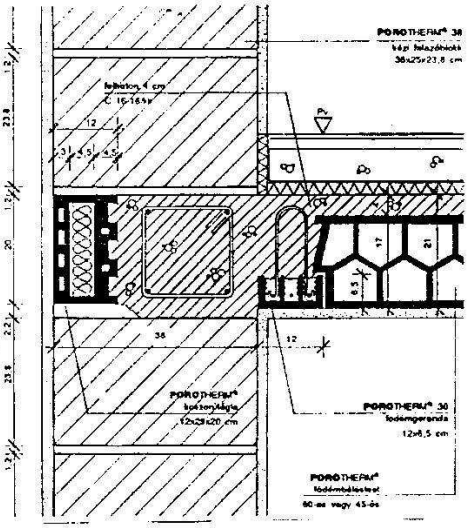
Épületszerkezetek, épületfizika I. Födémek 17. Részlegesen előregyártott födémek 1.

POROTHERM-födém

Födém és szélső teherhordó fal kapcsolata

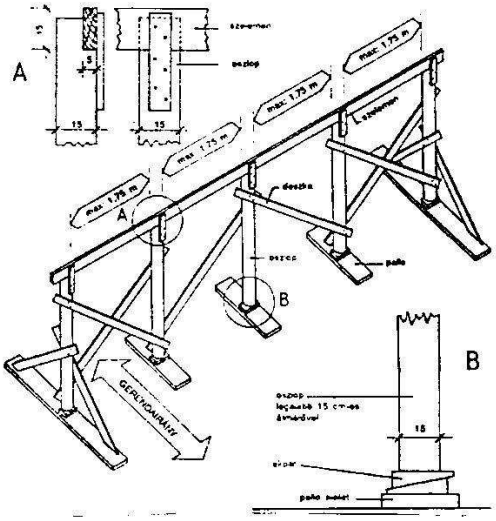


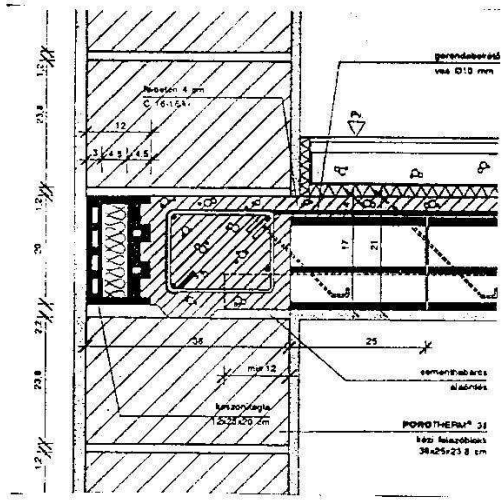
Csomópontok

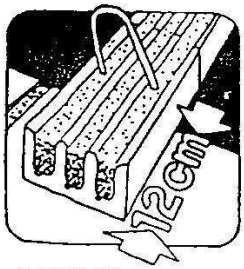


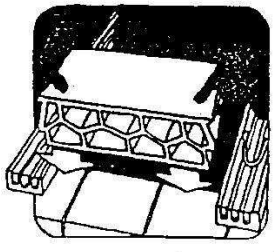
Építés közbeni alátámasztás

SZÉKÁLLÁS 3,25 M-ES FALKÖZ ESETÉN A GERENDÁK KÖZÉPEN TÖRTÉNŐ ALÁTÁMASZTÁSÁHOZ ÉS TÚLEMELÉSÉHEZ

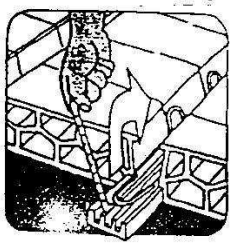


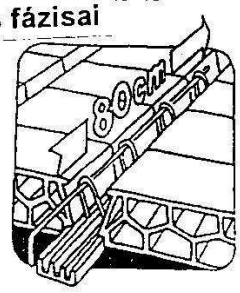


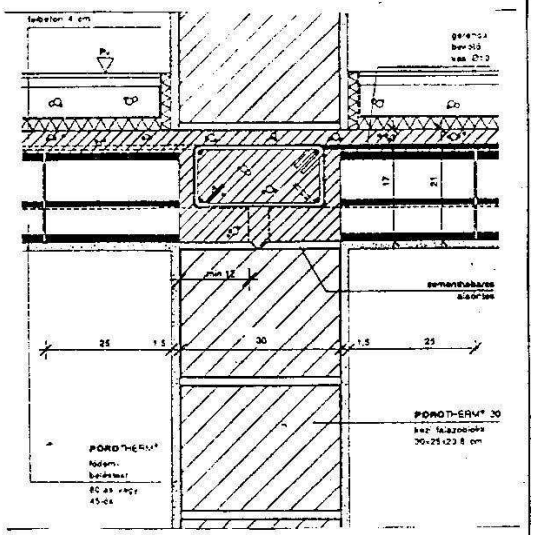




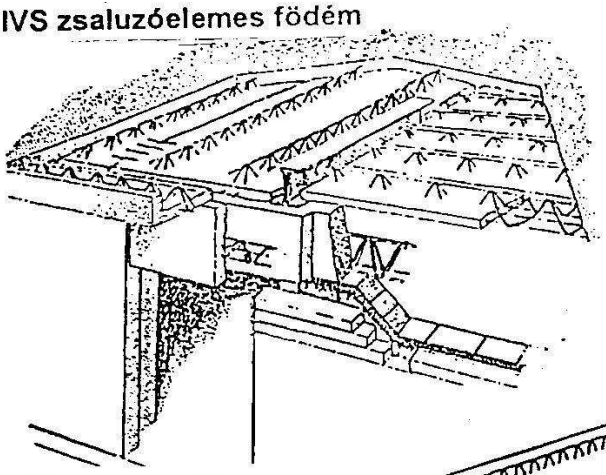
Az építés fázisai



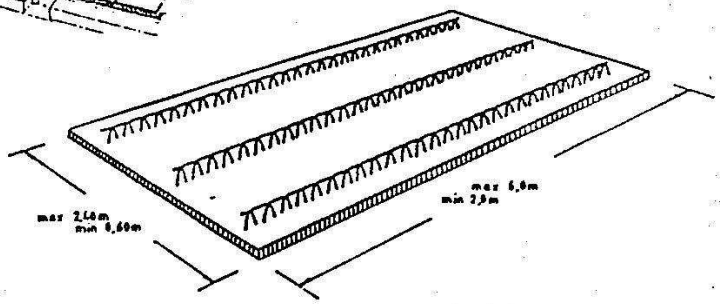




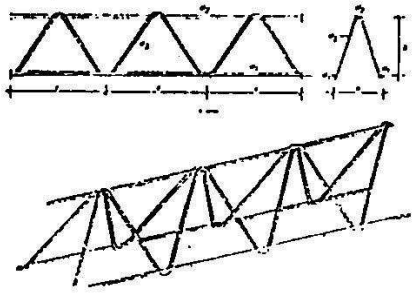
IVS zsaluzóelemes födém



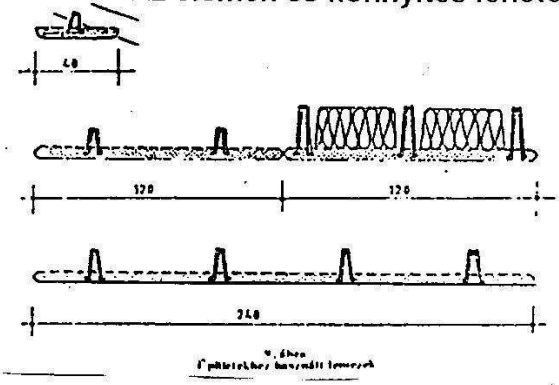
Elrendezés
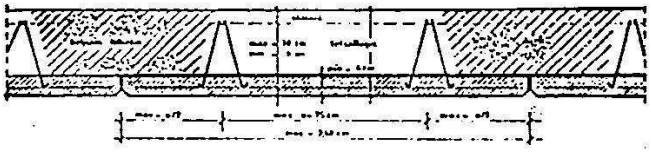


A vasalat

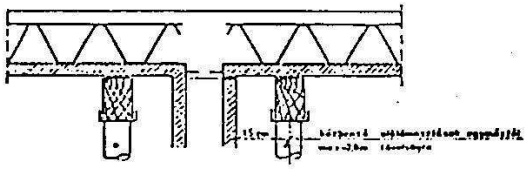


Az elemek és könnyítés lehetősége



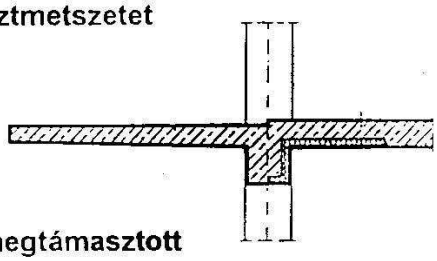
A készre betonozott födém



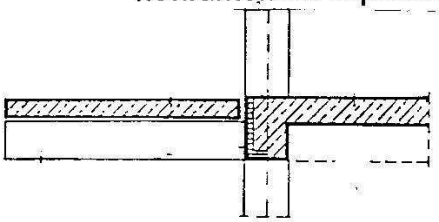


Az építés közbeni alátámasztás

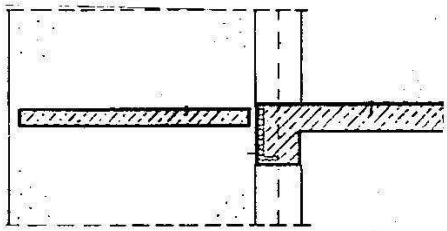
Konzolos erkélylemez
a hőszigetelés csökkenti
a keresztmetszetet



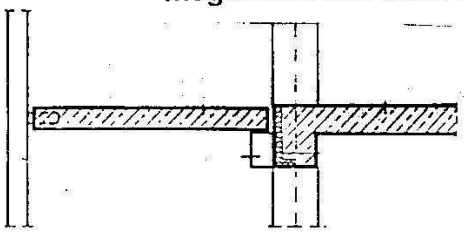
Konzolos gerendával
megtámasztott lemez
hőhídmentes kapcsolat



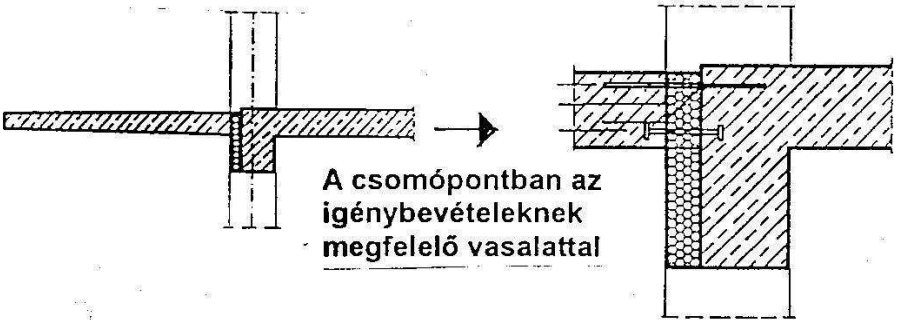
Fallal megtámasztott
lemez
hőhídmentes kapcsolat



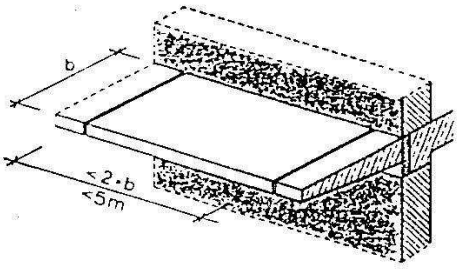
Oszlopok konzoljával
megtámasztott lemez



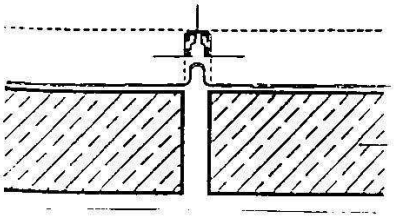
Konzolos lemez
hőhídmenetes csatlakozással



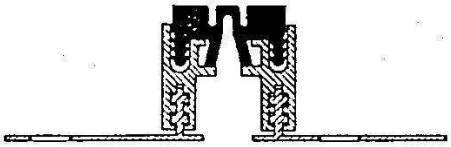
Hosszú konzollemez
(függőfolyosó) dilatálása



A dilatációs hézag
a szerkezeten átmenő

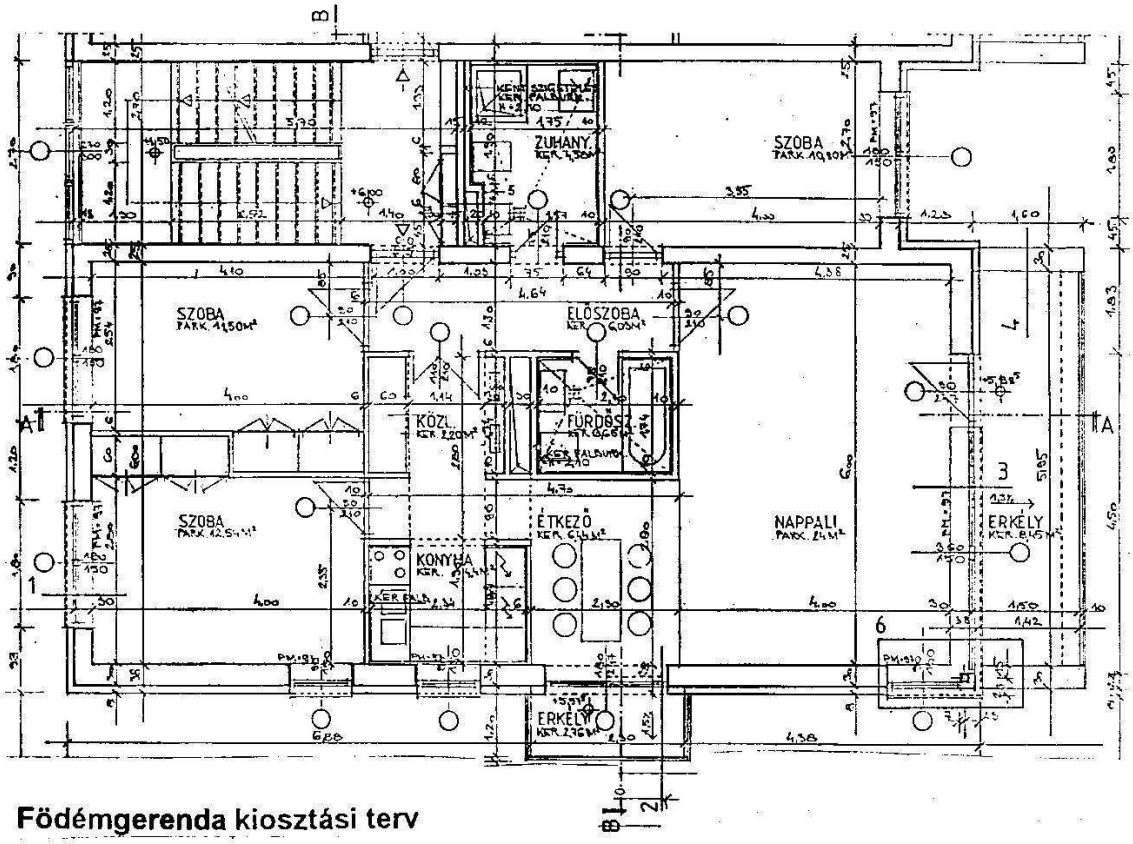


Dilatációs profil

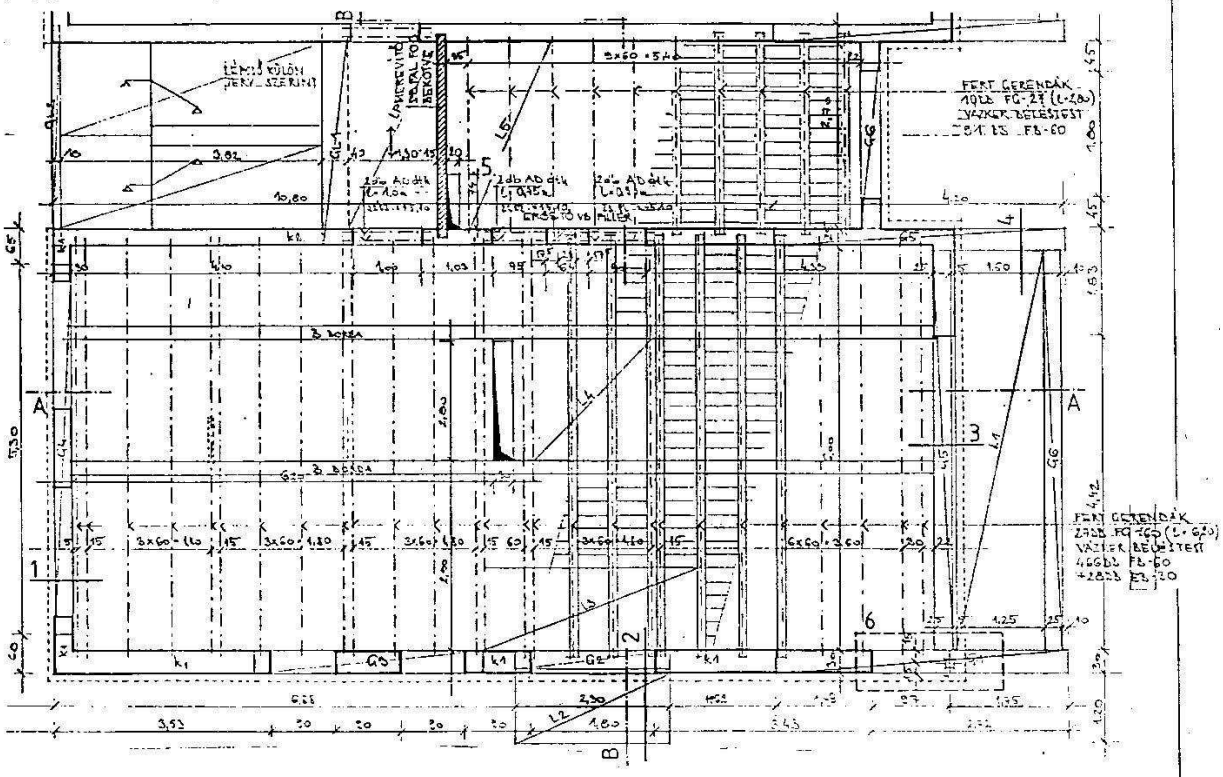


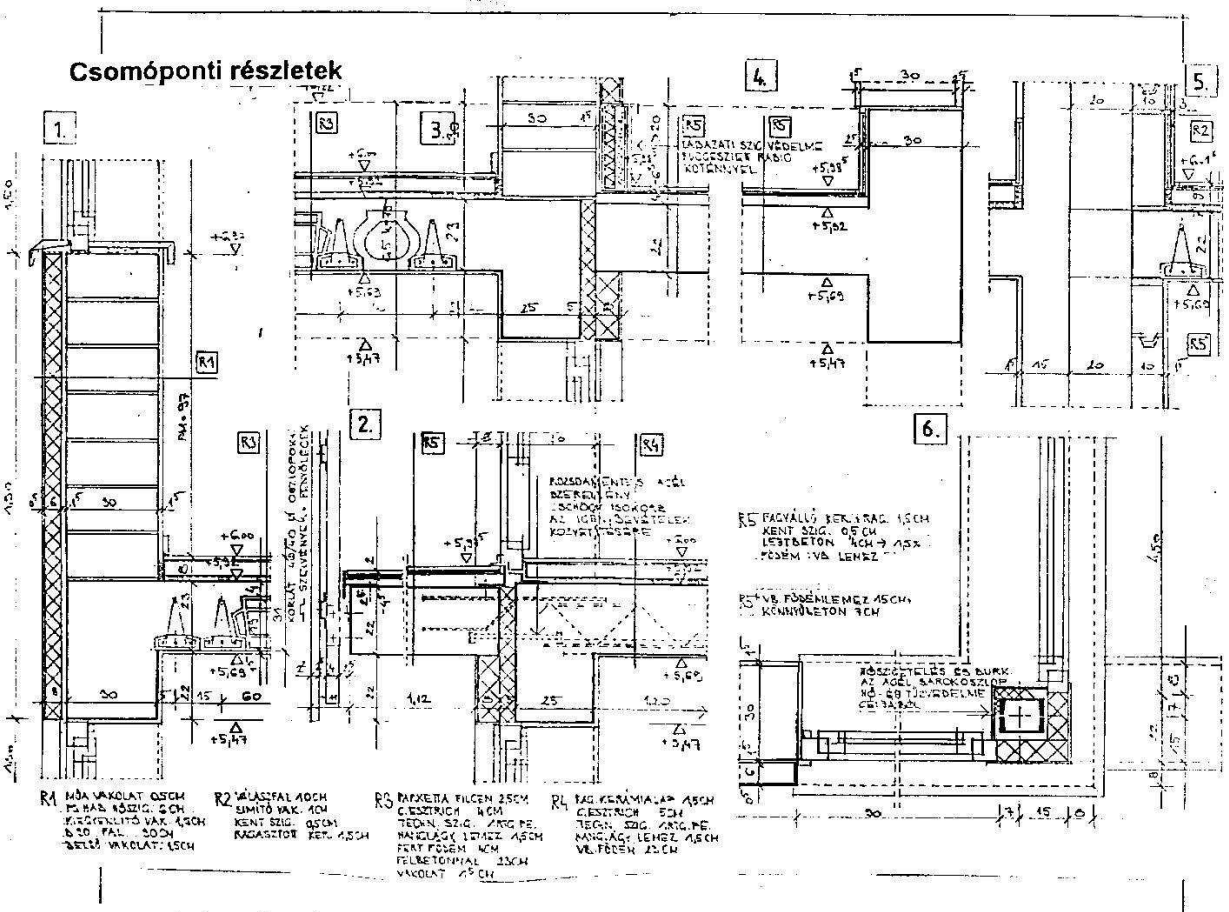
[redacted]

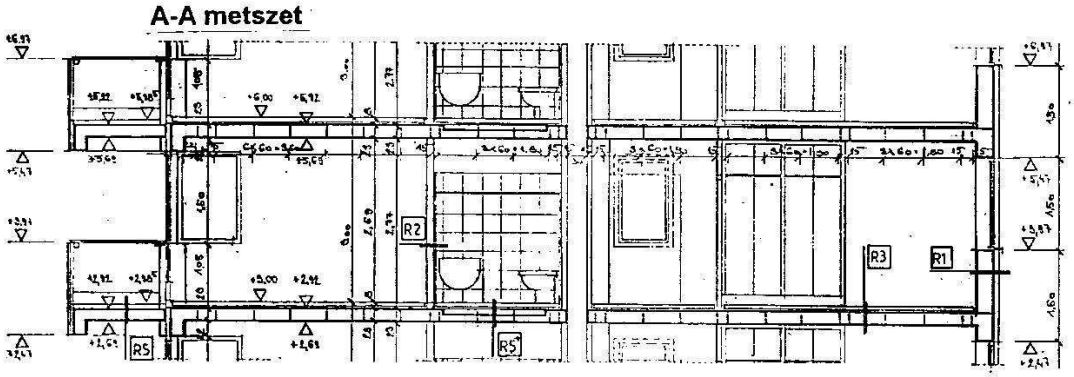
Társasház alaprajz

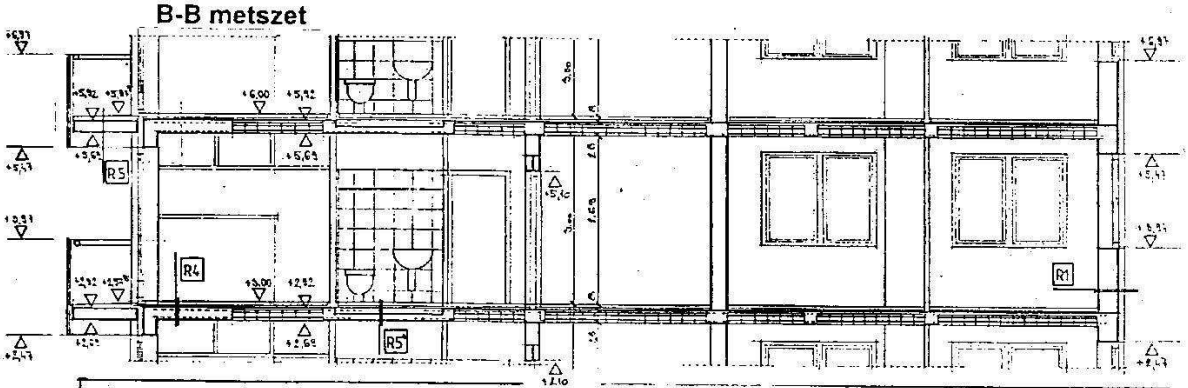


Födémgerenda kiosztási terv









Ép.szerk. I. **Társasház födémcsomópontok és metszetek** Födémek 2 2.