

5. FÖDÉMEK TERVEZÉSE

5.1. GERENDÁS FÖDÉMEK KIALAKÍTÁSA, TERVEZÉSI ELVEI

Az alábbiakban az „Épületszerkezettan 2.” c. tárgy tanmenetének megfelelően a teljes keresztmetszetben, ill. félig előregyártott vb. gerendás födémek tervezésének menetét, logikáját, ezen szerkezet típusok részletmegoldásait mutatjuk be. Az itt közölt elvek jó része azonban más típusú (akár fa- vagy acélgerendás) födémek esetén is irányadó lehet. Aki egyszer megtanult födém tervezni és a szakma gyakorlásához szükséges minimális konstrukciós készséggel rendelkezik, az –megfelelő segédletek birtokában- bármilyen új típusú födémrendszert képes lesz alkalmazni.

A valóságban már önmagában a födémfajta kiválasztása (hogyan monolit v. előregyártott vb., vagy netán másféle födém tervezünk...) bonyolult és összetett mérlegelést kívánó folyamat, az építészeti és a szerkezeti tervezés egymásra visszaható, komplex tevékenység. Jelen segédlet keretei között ettől eltekintünk (a különféle födémfajták előnyeiről, hátrányairól, célszerű alkalmazási területeiről az előző fejezetek nyújtanak tájékoztatást), és előregyártott gerendás födémrel oldjuk meg a feladatokat.

Adott mindenekelőtt az épület építészeti terve, melyen a gyakorlatban a szerkezettervezés során lehet ugyan kis mértékben módosítani, de nagyjából tiszteletben kell tartani az építészeti elképzeléseket. Egy adott épületre elvileg minden olyan gerendás födémrendszer alkalmazható, amellyel az adott szerkezeti festsávok (falközök) lefedhetők. (Erre vonatkozóan ld. a mellékleteket, ill. a gyártók által kiadott katalógusokat, tervezési segédleteket.)

A tervezés kiindulópontját mindig az építész alaprajzok jelentik. Szintközi födém esetében a födém alatt és fölött elhelyezkedő szintet kell figyelembe venni, és pedig

-*az alatta lévő szintről a teherhordó szerkezeteket* (falak, pillérek, gerendák –bár a gerendák általában még nem adottak, mert éppen a szerkezeti tervezés során helyezzük el őket és határozzuk meg méreteiket);

-*a fölötte lévő szintről pedig mindent, ami terhelést jelent a födémre nézve.*

A födémre terhelést jelent:

- a födém szerkezet önsúlya;
- a födémre kerülő padló szerkezet;
- a födém aljára kerülő vakolat vagy a födémre függesztett álmennyezet;
- (ezek jelentik az ún. rétegrendi megoszló terhet)
- a válaszfalak (kivéve az önhordó válaszfalakat, de ilyenek a mai építési gyakorlatban ritkán fordulnak elő);
- esetleges egyéb állandó terhek, pl. a födém szintjén kiváltandó kémény, stb.;
- (a rétegrendi és a válaszfalterhek együttesen alkotják az ún. állandó terhet)
- a funkciótól függő, szabványokban meghatározott mértékű hasznos terhelés (pl. emberek, bútorzat, stb. súlya).

A födém tervezésénél tehát a két szintet egyszerre kell figyelni. Az esetleges tévedések elkerülése érdekében –hacsak a két szint alaprajza nem azonos- a tervezés során célszerű az egyik szint alaprajzát pauszon a másikéra helyezni, ill. számítógépes tervezés esetén „szellemszintként” megjeleníteni.

A teherhordó falak (esetleg pillérek, ill. gerendák) által adottak a festsávok, részben ennek alapján választjuk ki a födém típusot (ill. adott esetben az alkalmazni kívánt födémrendszerhez igazítjuk a festsávokat). Ha ez megtörtént, a *tervezés első fázisában az ún. „kényes” pontokon alkalmazandó megoldásokat kell kitalálni.* Ilyen sarkalatos helyek az épületben:

- erkélyek, loggiák, épületkonzolok;
- ferde vagy íves határolású szakaszok;
- lépcsőház;
- nyíláskiváltások (a födémterven ugyanis ezeket is meg kell oldani és ábrázolni is kell, függetlenül attól, hogy a kiváltók közvetlen kapcsolatban vannak-e a födém szerkezettel vagy sem);

- válaszfalak;
- lakásválasztó falak;
- födémáttörések.

a) az erkélyek, ill. épületkonzolok lehetséges megoldásaival –azok széles választéka és viszonylagos összetettsége miatt- az 5.2. pont foglalkozik.

b) a ferde vagy íves határolású részek szükségszerűen monolit szakaszként kerülnek kialakításra.

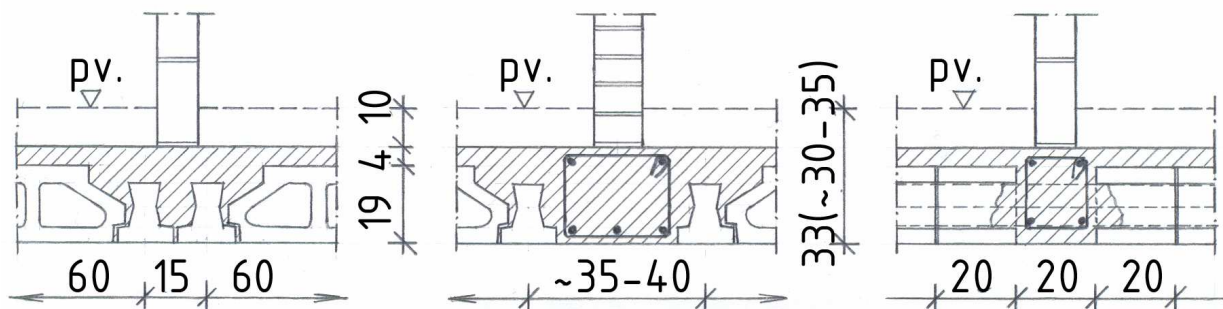
c) a lépcsőház –a pihenők és a karok- általában szintén monolit vb. szerkezetűek.

d) a *nyíláskiváltásokat* monolitikusan (akár a koszorúval egybevasalt, akár külön monolit vb. áthidalóval), vagy előregyártott áthidalóval (célszerűen az alkalmazott építési rendszerhez tartozó elemekkel) oldjuk meg. Adott esetben lehetőség van km. tömör téglából falazott egyenes –v. akár íves- boltív kialakítására is (rendszerint belsőépítészeti megfontolásból, pl. nappali és étkező között). Fa- ill. acélszerkezetű kiváltásokat manapság csak kivételesen, jelen tárgy keretében nem tárgyalt esetekben, ill. épülettípusoknál használunk.

e) az ún. *könnyű válaszfalak* (6 ill. 6,5 cm vtg. falazott válaszfalak, gipszkarton falak) nem jelentenek komoly többletterhet, az ún. *nehéz válaszfalakat viszont ki kell váltani*. Ez történhet:

a teherhordási iránnyal párhuzamos válaszfal esetén
 -gerendakettőzéssel v. akár gerendatriplázással;
 -monolit szakasz beiktatásával;

a teherhordási irányra merőleges válaszfal esetén
 -monolit vb. merevítő bordával (ld. lejjebb);
 -gerendák besűritésével.



75. ábra: Válaszfalkiváltások előregyártott vb. gerendás födémekben

f) a *lakásválasztó falak* lehetnek egyben teherhordó falak vagy nem teherhordó főfalak is (ez esetben természetesen a koszorú végigfut rajtuk), ellenkező esetben –válaszfalszerű kialakításnál- az előző pontban a nehéz válaszfalakkal leírtak szerint válthatjuk ki őket a különbséggel, hogy a szokványos válaszfalakkal általában nehezebb réteges falszerkezet szükségessé teszi a födém síkjából lelógó gerenda alkalmazását is, amelyre a nagyobb falvastagság lehetőséget is ad.

g) a *födémáttörések* kiváltásának módja függ az áttörés méreteitől és elhelyezkedésétől.

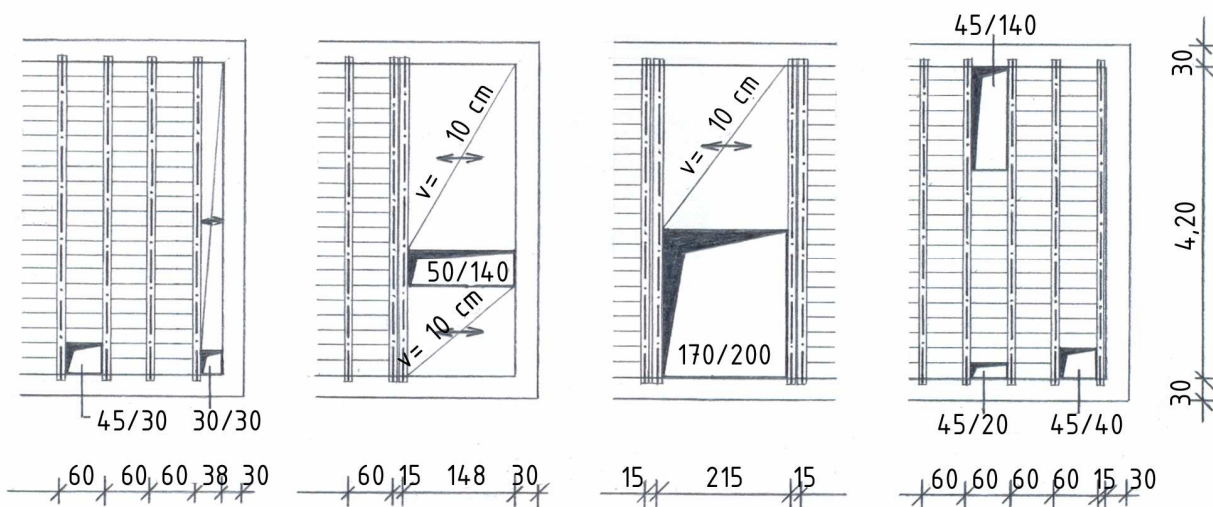
-kisméretű (pl. 20x20, 20x40 cm-es, stb.) áttörések (pl. mindössze egy szellőző v. lefolyó átvezetése) egyszerűen megoldható egy v. két béléstest kihagyásával.

-keskeny, hosszú nyílás kezelése a teherhordási iránytól is függ:

- a) ha a nyílás a teherhordási irányral párhuzamos és
 - aa) keskenyebb, mint a gerendaköz, akkor béléstestek kihagyásával;
 - ab) szélesebb, mint a gerendaköz, akkor monolit szakasz közbeiktatásával;
- b) ha a nyílás a teherhordási irányra merőleges, akkor a nyílás melletti kettőzött vagy triplázott gerendákra terhelő, és éppen ezért kikönnyített monolit vb. lemezzel oldjuk meg.

Célszerű ezért a) esetet választani (a nyílás elhelyezkedése adott esetben –ha fesztáv szempontjából megoldható- akár a teherhordási irány megválasztását is befolyásolhatja).

-nagyobb méretű, vagy szabálytalan alakú áttöréseknél mindig monolit szakaszt alkalmazunk. Ez általában a nyílás mellett elhelyezett 2-3 gerendára terhel, vagy ha ez esetleg kevésnek bizonyul, lehetőség van rejtett monolit gerenda v. merev acélbetétek alkalmazására.



76. ábra: Födémáttörések megoldási változatai előregyártott gerendás födémekben

Mivel a legtöbb födémáttörés gépészeti célokat szolgál (strang) és elhelyezkedésük a födém gazdaságos és ésszerű megvalósíthatóságát jelentősen befolyásolja, az építész feladata a gépész tervezőnek az ilyen szempontból is kedvező megoldásokat javasolni.

Mint látható, szinte minden előregyártott födémnél (az egészen kicsi, egyszerű, földszintes épületeket leszámítva) szükség van monolit szakaszok közbeiktatására. Ugyanakkor az ilyen gerendás födémek ~19-24 cm-es vastagságát teljes magasságban monolit lemezzel kitölteni általában teljesen szükségtelen, sőt a beton jelentős súlya miatt nemcsak pazarlás, de káros is. A szükséges lemezvastagság szokványos esetekben –ha nincs rajta számottevő koncentrált v. vonalmenti teher, pl. nehéz válaszfal- ~ $L/25 - L/30$ (L a fesztáv, ill. többtámaszú lemeznél a nyomatéki nullpontok közti távolság), de min. 8-10 cm.

A „problémás” részek megoldása után, az ott eldöntött kialakításokhoz igazodva osszuk ki a gerendákat. (Szokványos lakóházi megoszló teherre a „normál” gerendakiosztás megfelel.) Főfal mellett mindig gerendával indulunk, ha a kiosztást a másik irányból kezdtük, és nem jön ki pontosan, akkor a fal melletti „maradék” részen szintén monolit szakaszt tervezünk. (Béléstest közvetlenül a falra, ill. a koszorúra nem fekdühet föl, ugyanis az ilyen megoldás a födémgerendák néhány cm-es természetes lehajlása esetén is repedést okozhat a mennyezeten.) Általánosságban törekedjünk arra, hogy *minél kevesebb monolit rész* legyen a födémekben, mert az –az eltérő technológia alkalmazásának szükségessége miatt- csökkenti annak gazdaságosságát.

Foglalkozni kell még fentiekén kívül a födém merevségének kérdésével. A gerendás födémek

jellegükből adódóan önmagukban nem biztosítják a monolit lemezeknél említett tárcsaserű merevséget, ezért ezt különböző kiegészítő megoldásokkal kell elérni. A legfontosabb ilyen megoldás a gerendákra merőlegesen végigfutó, egy-egy béléstest-sor kihagyásával kialakított *monolit merevítő bordák* alkalmazása. Ököl szabályként leírható, hogy ~3,50-4,00 m fesztávig nincs szükség ilyen bordákra, ~4,00-5,00 m-es fesztávoknál egy, e fölött pedig két merevítő borda szükséges – ettől azonban a gyártó útmutatása (kiadott tervezési segédlete) alapján el lehet térni. A bordák kiosztása a födémmezőben lehetőleg egyenletes legyen, ettől kis mértékben eltérhetünk, pl. ha a bordát a célszerűség okán egyúttal egy nehéz válaszfal kiváltására is fel akarjuk használni. A hálós vasalású felbeton (ld. 4.2.2.) is növeli a födém merevségét és a gerendák együttdolgozását.

5.2. ERKÉLYEK ÉS ÉPÜLETKONZOLOK MEGOLDÁSAI A FÖDÉMSZERKEZETTEL ÖSSZEFÜGGÉSBEN

Az épület tömegéből kiálló konzolos szerkezeti elemek (erkélyek, függőfolyosók, zárterkélyek, épületkonzolok) az építészet gyakran alkalmazott elemei, kialakításuk azonban komoly szerkezeti következményekkel jár – megoldásuk sokszor a ház szerkezeti rendjének, felépítésének sarkalatos pontja. Ebből következik, hogy a födém tervezésének első fázisában meg kell találni ezt a megoldást.

Tervezésüknél *statikai, hőtechnikai, épületszerkezeti és esztétikai* követelményeket egyaránt figyelembe kell venni.

Az erkély, loggia, terasz stb. elnevezéseket a köznapi életben – de gyakran még a szakmán belül is – pontatlanul, esetenként félrevezetően használják.

Az *erkély* az épület tömegéből kiálló, nyitott (esetleg nyitható módon beüvegezett), a födém síkjában konzolosan kinyúló tartószerkezettel alátámasztott épületrész.

A *zárterkély* szerkezeti kialakítását tekintve az erkélyhez hasonló, de minden oldalról zárt, belső tere a lakótér teljes értékű része. Ha a zárterkély nagyobb kiterjedésű vagy az egyik szint az alatta lévőhöz képest teljes szélességben kinyúlik (esetleg több irányban is), úgy azt már *épületkonzolnak* nevezzük. Mivel a zárterkélyeknek, ill. épületkonzoloknak általában nehéz oldalfalai vannak (külső határoló falak!), ezért az őket kiváltó tartószerkezetnek is erősebbnek kell lennie, mint az erkélyek esetében. Többszintes épületkonzolokat általában szintenként ki kell váltani, mert különben a terhek összegződése miatt az alsó szinten túlzottan nagy méretű kiváltásra volna szükség.

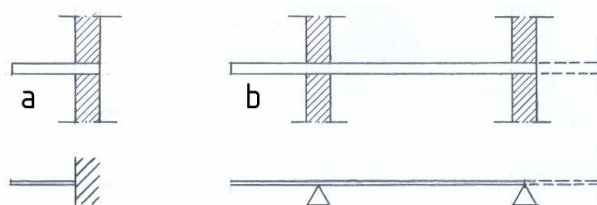
Loggiának az olyan nyitott épületrészt nevezzük, amely a homlokzat síkja mögött helyezkedik el, és két vagy három oldalról falak által határolt.

A *terasz* a földszinten az épület tartószerkezeteitől függetlenül közvetlenül a talajon, vagy az emeleten erkélyszerűen, de oszlopokkal alátámasztva helyezkedik el. (A *tetőterasz* az alatta lévő szint födém szerkezetén, a célnak megfelelő rétegfelépítéssel kerül kialakításra.)

Statikai modell

Tartószerkezeti kialakítás szerint az erkélyek (stb.) lehetnek:

- közvetlenül konzolként kialakított szerkezetek (lemez konzol);
- konzolos gerendákra ültetett lemezek;
- (külső) oszlopokkal is megtámasztott (nem konzolos) szerkezetek;
- ill. összetett esetekben fenti változatok kombinációi.



77. ábra: Konzolos elemek statikai modellje
a) befogott konzol b) két- ill. többtámaszú konzol

A konzolos elemek (lemez, ill. gerenda) statikai modellje minden esetben kétféle lehet: befogott konzol (77./a ábra), ill. két- v. többtámaszú konzol (77./b. ábra).

A gyakorlatban a befogást általában nehéz megvalósítani, mivel az elsősorban leterheléssel biztosítható – ehhez pedig komoly súly (leterhelő erő) szükséges. (Az építészettörténetből ismert különböző elmés lehorgonyzási módokkal, ill. az elsősorban acélszerkezetenél lehetséges egyéb befogási módokkal itt nem foglalkozunk.)

Falba befogott lemez (78/a. ábra) csak nagyon kis kiülésnél lehetséges, már csak azért is, mert az erkélyajtó helyén semmi sem tudja leterhelni. (Ráadásul – mai szempontrendszerrel gondolkodva – a szerkezet hőhidas is.) Sosem volt elterjedt megoldás, legfeljebb ~50 cm-nél kisebb kiülésű (ún. francia-) erkélyeknél lehet alkalmazni.

Falba befogott konzolokra ültetett lemez (78/b. ábra) elsősorban a régi épületekben fordul elő, ahol a vastag (60...100 cm) és tömör téglából vagy kőből épült falak kellő mértékű leterhelést tudtak biztosítani. (A konzolok sosem lehettek falnyílás alatt!) A kinyúlás így is korlátozott volt. Ma, a sokkal vékonyabb, könnyebb elemekből épülő és jobban áttört falak miatt ez sem járható út.

Erkélytartó konzolos gerenda viszont befogható a falba hosszirányban (79. ábra), ha a gerenda „kilógó” hosszának ~1,5-szerese a falba benyúló, ezáltal leterhelt szakasz. Falas szerkezetű épületeknél ez ma is gyakori megoldás. (A 1,5-szeres benyúlás természetesen csak afféle „ököl szabály”, statikai számítás alapján ettől el lehet térni.)

Lemezkonzolok

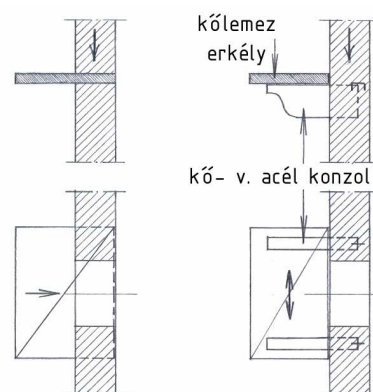
Fentiekből következik, hogy a lemezkonzolok a gyakorlatban (nagyon ritka kivételtől eltekintve) két- vagy többtámaszú konzolos lemezek. E konzolos többtámaszú (jell. kéttámaszú) szerkezet lehet:

- monolit vb. lemez;
- egy más melletti előregyártott elemek (pallók, panelek) sorozata.

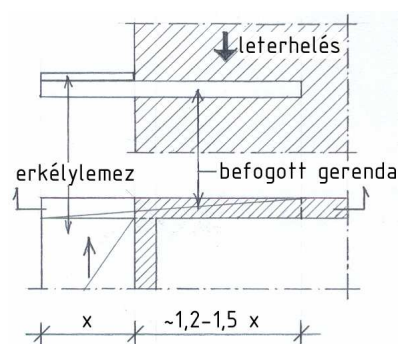
Monolit lemezkonzolok

Alapeset az *egyszerű konzolosított födémlemez* (80. ábra) – nagyon sok erkély készült az elmúlt évtizedekben ilyen *hőhidas* megoldással (igen gyakran nemcsak az erkély mögötti szakasz, hanem az egész födém v. födémmező monolit).

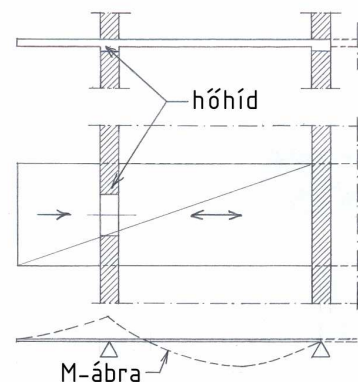
A konzolos erkélylemez specielis megoldása az előregyártott födémeknél (is) alkalmazott ún. *ellenlemez* kialakítás (81. ábra). Ilyenkor a monolit lemezszerkezet „libikóka-szerűen” működik, természetesen az ellenlemez mereven összeépítve együtt dolgozik az előregyártott födémrel (jellemzően az előregyártott gerendák között és/vagy fölött – a felbetonban készül).



78. ábra: Befogott erkélykonzolok
a) falba befogott lemez b) befogott konzolokra ültetett lemez*



79. ábra: Erkélytartó konzolos gerenda befogása (hosszmetszet, alaprajz)

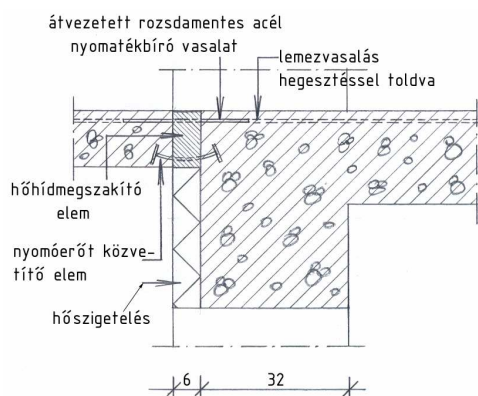


80. ábra: Monolit lemezkonzol

Ezen kialakítások hőhidas volta csökkenthető a lemez teljes vagy részleges körbehőszigetelésével (meglehetősen költséges és a felső oldalon nehezen kivitelezhető megoldás), szakaszos hőszigeteléssel, ill. ún. hőhídmegszakító elemek beépítésével.

A szakaszos hőszigetelés azt jelenti, hogy a konzolos vasalást a lemezben nem egyenletesen elosztva, hanem koncentráltan helyezik el, és ahol nem megy át a koszorún lemezvas, azon szakaszokat hőszigeteléssel megszakítják (82. ábra). Ez eléggé komplikált, munkaigényes megoldás, és hőtechnikailag távolról sem tökéletes –ezért meglehetősen ritkán alkalmazzák.

A hőhídmegszakító elemek (83. ábra) a legutóbbi évtized fejlesztései (német találmány), melyeknél a ps. hab hőszigetelő elemeket rozsdamentes acél átmenő vasalással kombinálják. Az



83. ábra: Hőhídmegszakító elem alkalmazása monolit lemezkonzólnál

alsó részükön látható speciális tárcsák a betont pótolják a nyomott öbven, biztosítják a nyomóerő átadását (a felső vasak értelemszerűen a húzást veszik fel). Az elemeket a számított nyomatékknak megfelelő vasalással, megrendelésre egyedileg is legyártják. A vb. lemez vasalása a

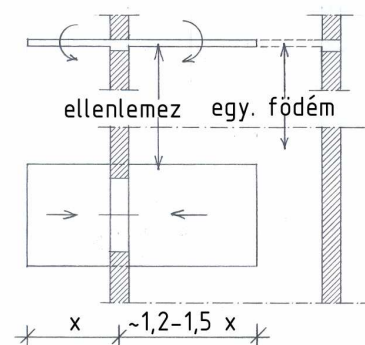
hőhídmegszakító felső vasaihoz hegesztéssel csatlakoztatható. Ezen elemek alkalmazása látszólag egyszerű és tökéletes megoldást kínál a monolit konzolok hőhíd-problémáira, azonban egyrészt rendkívül drága, másrészt egyes laboratóriumi kísérletek és szakértői vélemények a hatékonyságát is megkérdőjelezi (az átmenő vasak jelentős hőhidat képeznek). A hazai gyakorlatban egyelőre csak ritkán, főleg külföldi finanszírozású beruházásoknál fordul elő.

Előregyártott lemezkonzokok

Egyes pallófödém-rendszerek alkalmasak a konzolos beépítésre, pl. a SPAN-DECK (hőhidas), ill. az YTONG („hőhídmentes”). (Az YTONG vasalt födém-pallói a falazóelemekkel azonos módon, pörusbetonból készülnek, ezért tekinthetők hőhídmentesnek. Max. konzolkiülés 1,50 m.)

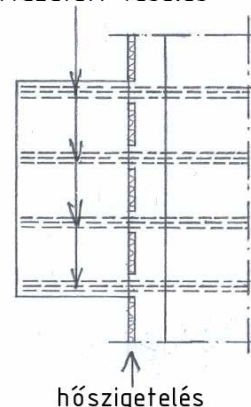
Gerendákra ültetett erkélylemez

Az eddig ismertett megoldásoknál gyakoribb a konzolos gerendákra ültetett –a födém-től így nagyjából független- erkélylemez kialakítása. Elméletileg ezek is sokféle anyagból (fa, acél, kő, előregyártott vb.) készülhetnek és a régebbi időkben (a II. vh. előtt) készültek is, napjainkban mégis döntő többségben monolit vb. szerkezetűek.

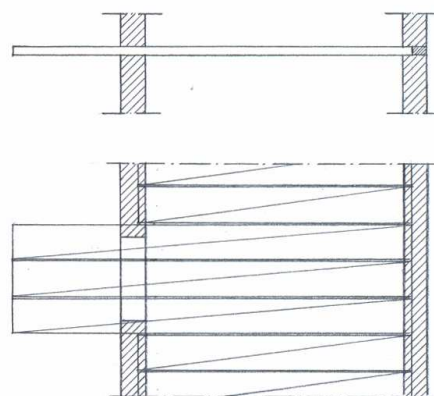


81. ábra: Erkély kialakítása monolit ellenlemezrel

átvezetett vasalás



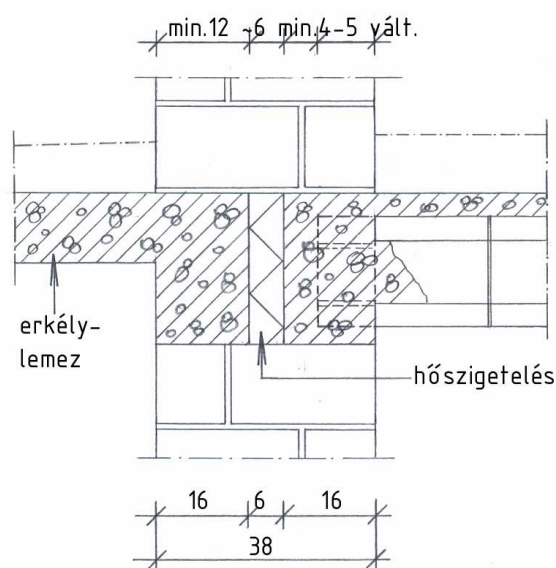
82. ábra: Monolit erkélylemez szakaszos hőszigeteléssel megszakított konzolvasalással



84. ábra: Erkély kialakítása konzolosítható födém-pallókkal

A gerendák statikai modellje lehet konzolos kéttámaszú, ill. fallal leterhelt befogott konzol. Egyes esetekben (az építészeti elképzelés függvényében) lehetőség van a gerendák oszloppal, pillérrel vagy fallal (falvéggel) való alátámasztására (főleg loggiáknál). Ezt feltétlenül ki kell használni.

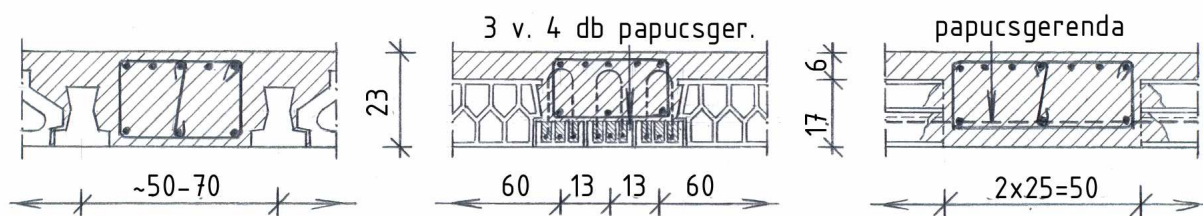
A lemezek készülhetnek két- v. többtámaszú, ill. konzolosított két- v. többtámaszú kialakítással. Alátámasztásukat gerenda vagy fal biztosítja. Amennyiben külső határoló falat használunk fel erkély- v. loggialemez alátámasztására, úgy ott *osztott koszorú* szükséges (85. ábra). Osztott koszorú tervezésénél ne feledjük, hogy egy koszorú ill. koszorúrész minimális szélessége 12 cm, gerendák felfekvésénél azonban a hosszvasak átvezetésének szükségessége miatt több (~15 cm)-30 cm vtg. falnál tehát csak akkor alkalmazható ez a megoldás, ha a földéngerendák az adott homlokzati fallal párhuzamosan futnak.



85. ábra: Osztott koszorú kialakítása

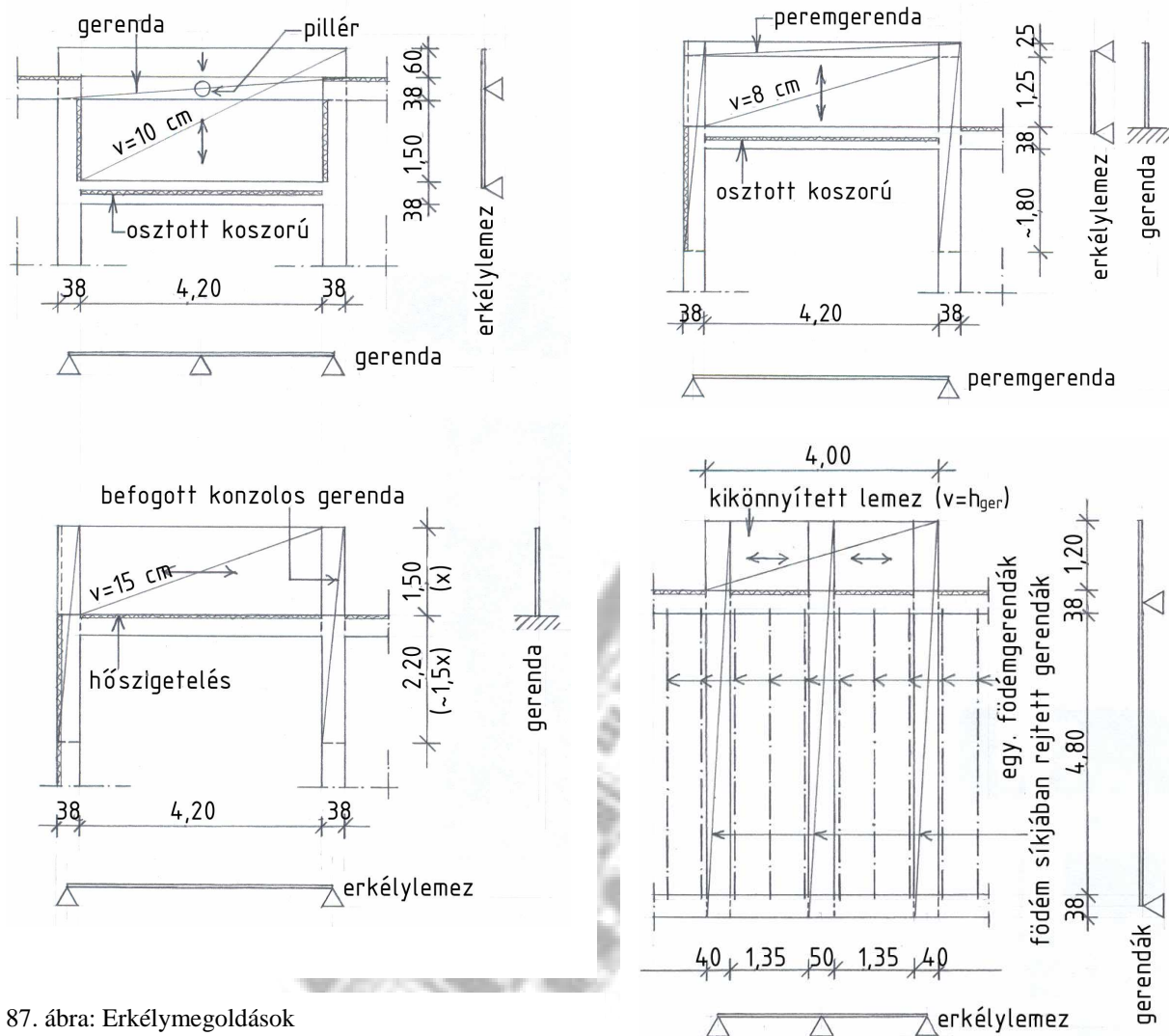
A lemezek vastagságát részletes statikai számítás nélkül, egyszerű (tapasztalati) képletek alapján vehetjük fel. Eszerint $v = L/25 - L/30$ (ahol L a fesztáv, ill. a nyomatéki nullpontok távolsága), ill. konzolnál $v = L/10 - L/15$ (ahol L a konzol hossza), azonban e számítás eredményétől függetlenül kültérben 8 cm-nél vékonyabb lemezt ne tervezzünk. A gerendák méretmeghatározására nincsenek ilyen egyszerű közelítő képletek, de bizonyos tapasztalattal ez sem nehéz feladat. Mindig figyeljünk azonban arra, hogy a gerenda csak lemezt támaszt alá, avagy falat is (pl. épületkonzolnál) – ez utóbbi esetben értelemszerűen jóval erősebb, s így magasabb gerenda szükséges.

A konzolos gerendák felfekvéséhez célszerű az adott homlokzatra merőleges főfalakat felhasználni. Ha ez nem lehetséges, akkor a gerendákat a földemen át a következő (az adott homlokzattal párhuzamos) főfalig kell vezetni. Alapesetben a gerenda magasabb a lemeznél – a lelógó gerendák azonban lakóhelyiségekben esztétikai hátrányokat okoznak, ilyenkor indokolt a *földem síkjába rejtett (széles, lapos) gerendák* tervezése. Az ilyen gerendák előregyártott földémekben való kialakításáról ad eligazítást a 86. ábra. További –de csak végszükségben alkalmazott- lehetőség a szerkezeti magasság csökkentésére, és így a gerenda „elrejtésére” az ún. merev acélbetétek (bebetonozott I-szelvényű acélgerendák) használata.



86. ábra: Földémsíkba rejtett konzolos gerendák változatai – gerendairányban vb. gerendás, ill. papucsgerendás földémbe, ill. gerendairányra merőlegesen papucsgerendás földémbe

Jellemző erkély-, ill. loggiaelrendezések megoldását, ill. lehetséges megoldásait mutatja a 87. ábra. A gyakorlatban előforduló esetek persze ennél jóval nagyobb változatosságot mutatnak, de fent leírt elvek alkalmazásával és némi gyakorlattal szintén egyszerűen megoldhatóak.



87. ábra: Erkélymegoldások

5.3. ELŐREGYÁRTOTT GERENDÁS FÖDÉMEK STATIKAI MÉRTEZÉSE

Teherelemzés

Megkülönböztetünk állandó és esetleges (hasznos), ill. –a teher eloszlása szerint– egyenletesen megoszló és koncentrált (vonalminti) terheket.

Állandó terhek: (közbülső födémeknél); biztonsági tényező 1,2.

- nyers födém szerkezet önsúlya (a gyártó által a katalógusokban megadott érték, egyenletesen megoszló, kN/m^2);
- padló szerkezet súlya (egyenletesen megoszló, kN/m^2);
- alsó (mennyezeti) vakolat (ill. esetleg a födémre függesztett álmennyezet) súlya (egyenletesen megoszló, kN/m^2);
- válaszfalak súlya, ami az alkalmazott válaszfal típusától függően lehet:

- „nehéz” válaszfal, melyet a terv szerinti helyen (saját vonalában) működő koncentrált (vonalszerű) teherként kell fölvenni (kN/fm!); -ide tartoznak a 10 cm vtg. v. annál vastagabb falazott válaszfalak (kivéve 10, ill. 12,5 cm vtg. YTONG falakat);

- „könnyű” válaszfal, melyek terhet a födémre egyenletesen megoszlóan lehet feltételezni (a válaszfal m^2 -kénti súlyát kN/m^2 teherként fölvéve a födémre); -ide tartoznak a 6 és 6,5 cm vtg. falazott válaszfalak, a 12,5 cm vtg. és annál vékonyabb YTONG válaszfalak, ill. a szerelt válaszfalak, stb.

Esetleges (hasznos) terhek: (közbülső födémeknél);

Egyenletesen megoszló teherérték, az egyes épülettípusok ill. funkciók szerint szabványban megadott értékek. (Emberek és berendezési tárgyak terhe). Tájékoztatásul:

- lakásokban és minden szállás jellegű funkcionál, továbbá padlástérben $1,5 \text{ kN/m}^2$;
- lépcsőházban, erkélyeken $3,0 \text{ kN/m}^2$;
- búvóterekben (pl. nem járható padlástérben) $0,5 \text{ kN/m}^2$;
- raktáraknál a raktározott anyagtól és a belmagasságtól függően változó;
- iskolákban $3,0 \text{ kN/m}^2$, stb.

A biztonsági tényező 2 kN/m^2 -es terhelésig 1,4; 2 és 5 kN/m^2 -es terhelés között 1,3; afölött 1,2.

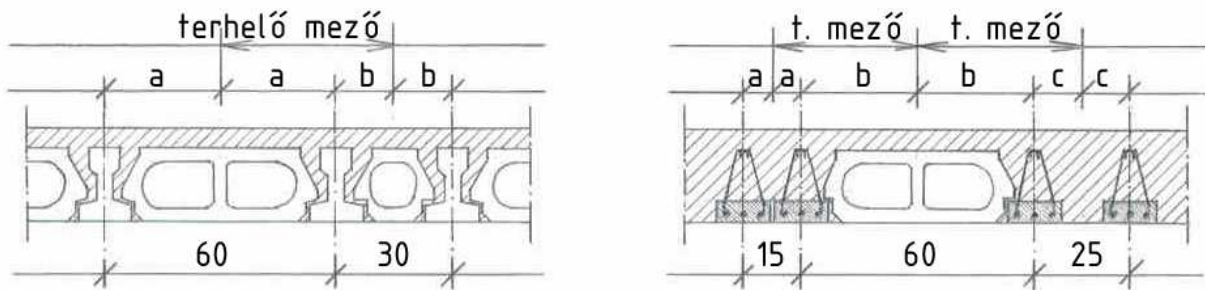
Ellenőrizendő födémszakaszok

Minden egyes gerendát ellenőrizni felesleges volna, bár a gyakorlatban szinte minden gerenda terhelése eltérő. *Szemléletbeli egyszerűsítés: minden gerendakiosztási változatot a legveszélyesebb helyen kell ellenőrizni* (minden fesszávnál külön-külön), ill. ezen fölül a „különleges” helyeken is (ld. példát).

A számítás menete

(Ha már ismerjük a terheket és tudjuk, hogy mely gerendákat kell ellenőrizni... Ha szemlélettel ez utóbbi nem dönthető el egyértelműen, akkor természetesen az összes szóba jöhető gerendát ellenőrizni kell.)

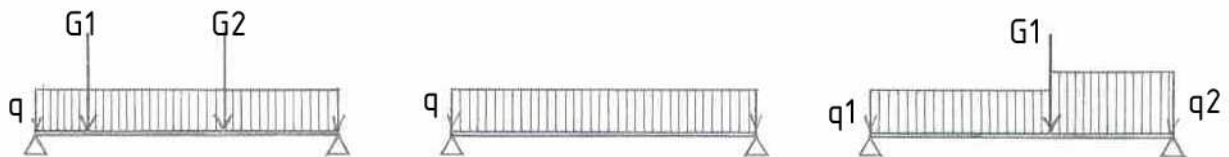
-gerenda terhelő mezejének meghatározása, pld.:



88. ábra: Födémgerendák terhelő mezejének meghatározása*

-statikai modell és gerendaterhek felvétele:

Ritka kivétellektől eltekintve kéttámaszú tartókról van szó. Figyelni kell a válaszfalak esetében, hogy a gerendával párhuzamos válaszfalak terheit a gerenda mentén egyenletesen megoszljának, míg a gerendára merőleges válaszfalak terheit koncentrálnak vegyük fel. Pld.:



89. ábra: Példák gerendaterhelés statikai modelljének felvételére*

Ezután a számítás folytatása többféle lehet: a gyártók az ún. *méretezési táblázataikban* határterhet (q_h) és határnyomatékot (M_h) adnak meg, esetenként (ha a határnyomatékot a határ-nyíróerő figyelembevétele nélkül határozták meg) határ-nyíróerőt (T_h) is.

Tehát a legegyszerűbb esetben, ha csak egyenletesen megoszló teher van (ld. fenti középső példát), elegendő a következő összevetést elvégezni:

-ha $q_m < \text{vagy} = q_h$, akkor a szerkezet megfelel. (Ill. bizonyos esetekben $T_m < \text{vagy} = T_h$, ahol T_m a támaszerőt jelenti).

Ha a terhelés összetettebb, a tartó számítását a „Statika” c. tárgyban tanultak szerint kell elvégezni és az M (esetleg T) ábrákat fölrajzolni.

-ha $M_{\max} < \text{vagy} = M_h$ (ill. $T_{\max} < \text{vagy} = T_h$), akkor a szerkezet megfelelő.

Ha a szerkezet nem felelne meg, akkor a gerendák többszörözése, sűrítése, monolit szakaszok beiktatása – végső esetben másfajta födémszerkezet alkalmazása lehet a megoldás.

Megjegyzések

-Fenti leírás csak általános ismertetés, a gyártók által kiadott segédleteket, táblázatokat mindig el kell olvasni és az ott leírtakat figyelembe venni! (Pl. egyes födémeknél ismeretes az ún. „szabad állandó teher” megengedett értéke, ami alatt a szerkezet önsúlyán és a szokványos $1,5 \text{ kN/m}^2$ -es hasznos terhen fölüli terhelést kell érteni. Ilyenkor az ellenőrzést célszerűen csak erre szabad elvégezni.)

-A födémelek lejtését az M_h és q_h értékeknél általában figyelembe veszik, vagy ha nem, akkor megadják az egyes konstrukciókhoz tartozó lejtési értékeket. Lakóépületeknél a szabványban korlátozott maximális lejtés $f_{\max} < \text{vagy} = L/200$ (L: fesztáv).

-Bonyolultabb teherkombinációk esetén bizonyos egyszerűsítések alkalmazhatók.



FAL-, PADLÓ- ÉS FÖDÉMSZERKEZETEK SÚLYA

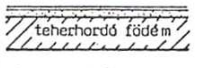
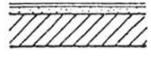

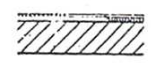

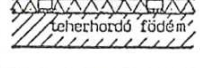
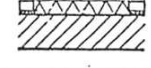
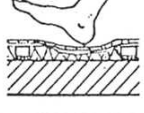

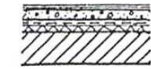
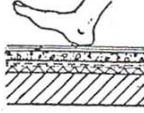
monolit vasbeton	25,0	kN/m^3
beton	23,0	kN/m^3
könnyűbeton	8-13	kN/m^3
hő- és hangszigetelő anyagok	0,5-1,6	kN/m^3
jav. mészvakolat, -habarcs	0,18	kN/m^2
ragasztott tölgyparketta	0,17	kN/m^2
kerámia lapburkolat (1 cm)	0,16	kN/m^2
linóleum	0,19	kN/m^2
szőnyegpadló, PVC	0,15	kN/m^2
kőlap (mészke, 2,5 cm)	0,65	kN/m^2
km. téglafal	16,0	kN/m^3
ikersejttégla fal	13,5	kN/m^3
B 30 falazat	12,5	kN/m^3
HB 38 falazat	11,5	kN/m^3
POROTHERM falazat (kivéve hanggátló)	8,5	kN/m^3
YTONG P2 falazat	6,0	kN/m^3
YTONG P4 falazat	8,0	kN/m^3
Válaszfalak, kétoldali vakolattal		
6,5 cm km. éltégla	1,5	kN/m^2
12 cm km. téglafal	2,4	kN/m^2
12 cm ikersejt v. kettősméretű téglafal	2,0	kN/m^2
6 cm ker. válaszfal	1,2	kN/m^2
10 cm ker. válaszfal	1,7	kN/m^2
10 cm POROTHERM	1,4	kN/m^2
11,5 cm POROTHERM	1,56	kN/m^2
10 cm YTONG	1,06	kN/m^2
12,5 cm YTONG	1,24	kN/m^2
15 cm YTONG	1,40	kN/m^2
Válaszfalak vakolat nélkül		
10 cm YTONG	0,7	kN/m^2
12,5 cm YTONG	0,88	kN/m^2
15 cm YTONG	1,05	kN/m^2
szerelt gipszkarton válaszfal	0,4-0,5	kN/m^2
szerelt álmennyezet	0,3-0,5	kN/m^2

5.4. SZINTKÖZI FÖDÉMEK AKUSZTIKAI SZEMPONTBÓL JELLEMZŐ TÍPUSAI

A szintközi födémelek megítélésénél –különösen lakóépületek esetén- érthető módon egyre nagyobb szerepet játszanak az akusztikai szempontok. A kérdés részletesebb tárgyalása meghaladná jelen segédlet kereteit, ezért az alábbiakban csupán a legalapvetőbb tudnivalókat foglaljuk össze.

A hanghatások alapvetően kétfélék lehetnek: *léghangok*, ill. *testhangok (lépéshangok)*. Ebből következően a födémeleknek *léghanggátlási*, ill. *lépéshanggátlási* követelményeknek kell megfelelniük. Léghangok ellen elsősorban tömeggel, lépéshangok ellen pedig megfelelő rétegfelépítéssel lehet védekezni. A lakásokat elválasztó szintközi födémelekre vonatkozó lépéshanggátlási követelmény hazánkban jelenleg $L_{nw} = 55$ dB.

Az akusztikai szempontból megkülönböztethető födém típusokat (kemény, lágy v. kontakt, hajlékony és úsztatott padlók) mutatja be a 90. ábra. *Kemény padló* szintközi födém esetében nem alkalmas, csak viszonylag kevés esetben (pl. lépcsőházban) fogadható el. *Kontakt padló* – a léghanggátlási követelmény miatt- csak a megfelelő tömeggel rendelkező monolit vb. födémelek esetén alkalmazható lakások között. A *hajlékony padló* elsősorban a régebbi épületek jellemző szerkezete (feltöltésbe ágyazott párnafás padló szerkezetek). Napjainkban az *úsztatott padlók* építése a jellemző. A födém szerkezetek akusztikai tulajdonságai fentiekén túlmenően *álmennyezetek* beépítésével javíthatók.

	Padlóburkolat típusai	Terheletlen állapot	Használati állapot
a	Kemény padló  teherhordó födém		
b	Lágy padló  teherhordó födém		
c	Hajlékony padló  teherhordó födém		
d	Úsztatott padló  teherhordó födém		

90. ábra: Akusztikai szempontból megkülönböztethető födém típusok