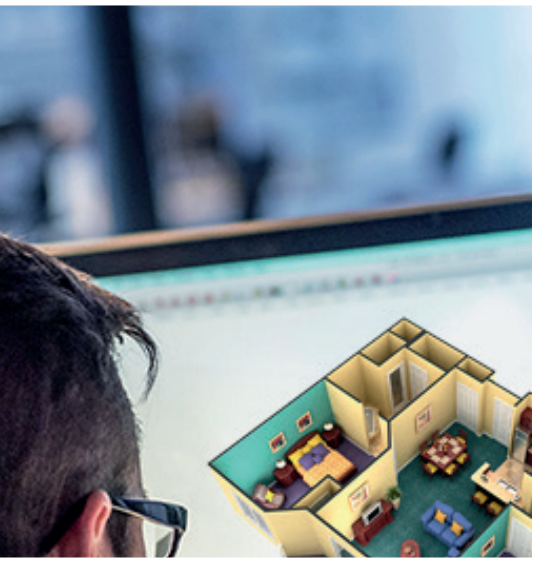
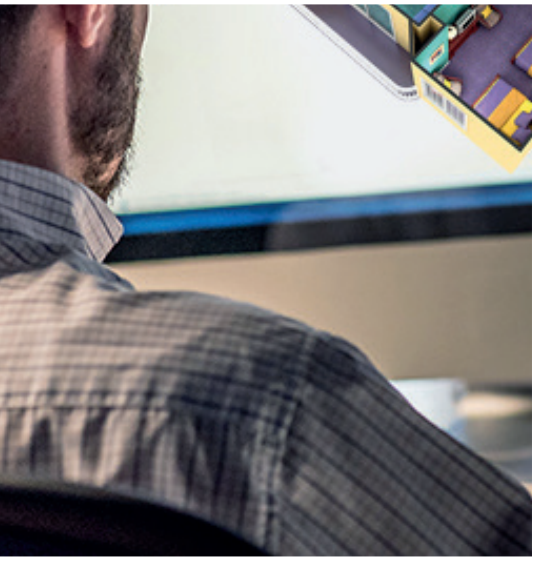
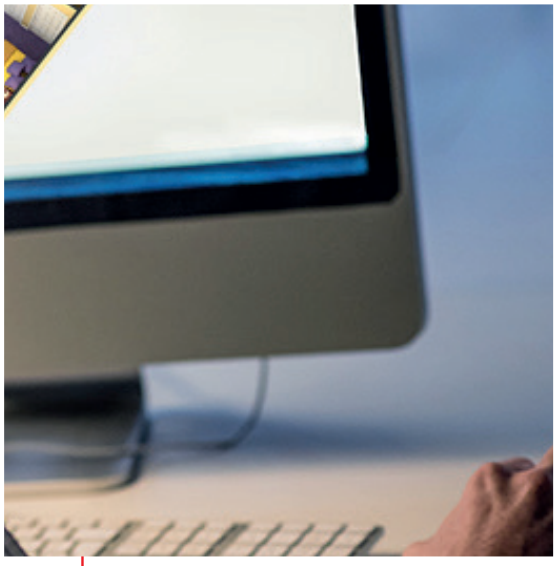
AZ ACÉLVÁZAS ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA PIACVEZETŐ GYÁRTÓJA



ANNO 1997 HORIZONT™

ENERGIATAKARÉKOS ÉPÜLETEK





TERVEZÉSI SEGÉDLET

A+++ ENERGIAOSZTÁLY

ÉMI

CE

2017 óta

Tanúsított Rendszer certop ISO 9001

MAKÉSZ

ÉVOSZ

Tartalomjegyzék

1 ÁLTALÁNOS ISMERTETÉS 3

1.1 BEVEZETÉS 3
1.2 A HORIZONT GLOBAL KFT. (HG) ÉS TERMÉKE 3
1.3 A HORIZONT™ ÉPÍTÉSI RENDSZER ELŐNYEI 3
1.4 A KÖNNYŰSZERKEZETES ACÉL ÉPÍTÉSI TECHNOLÓGIA MINT ÖKO ÉPÍTÉS 5
1.4.1 Előállítás 5
1.4.2 Szállítás 5
1.4.3 Beépítés 6
1.4.4 Használat 6
1.4.5 Bontás – újrahasznosítás, átalakítás 6

2 TERVEZÉS 7

2.1 FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEK 7
2.2 ACÉLSZERKEZET 7
2.2.1 Szerkezeti elemek 7
2.2.2 Szerkezeti vázlat 8
2.3 KÜLSŐ FAL 9
2.4 OSZLOP, GERENDA 12
2.5 BELSŐ FAL 18
2.6 FALCSATLAKOZÁSOK 19
2.7 ÁTHIDALÓ 19
2.8 FÖDÉM 20
2.8.1 Nem teherhordó födém 20
2.8.2 Teherhordó födém 21
2.9 TETŐSZERKEZET 23
2.9.1 Nem beépített padlás 23
2.9.2 Beépített tetőtér 23

3 KIVITELEZÉS 25

3.1 ALAPOZÁS 25
3.2 LÁBAZATKÉPZÉS 26
3.3 ÉPÜLETGÉPÉSZET 27
3.3.1 Általános előírások 27
3.3.2 Elektromos érintésvédelem 27
3.3.3 Villámvédelem 27

4 TERHEK RÖGZÍTÉSE 28

4.1 ÁLTALÁNOS TUDNIVALÓK 28
4.1.1 Könnyű konzolterhek 28
4.1.2 Középnehéz konzolterhek 28
4.1.3 Nehéz konzolterhek 28
4.1.4 Egyéb terhek 29
4.2 RÖGZÍTÉSI MÓDOK 30
4.2.1 Könnyű és középnehéz terhek rögzítése a laphoz 30
4.2.2 Könnyű konzolterhek rögzítése gipszlaphoz 30
4.2.3 Középnehéz konzolterhek rögzítése gipszlaphoz 30
4.2.4 Középnehéz konzolterhek rögzítése a C falprofilokhoz 31
4.2.5 Könnyű egyedi terhek rögzítése álmennyezetekhez 31

5 ÉPÜLETFIZIKA 32

5.1 HŐTECHNIKA 32
5.2 PÁRATECHNIKA 34
5.3 AKUSZTIKA 34
5.3.1 Léghanggátlás 35
5.3.2 Lépéshanggátlás 36

6 TŰZVÉDELEM 37

7 TARTÓSZERKEZETI MÉRETEZÉS 39

7.1 SZÁMÍTÁSI ALAPELVEK 39
7.2 VÉKONYFALÚ ACÉLSZERKEZET ANYAGA 39
7.3 FOGADÓSZERKEZET: 40
7.4 FÖDÉM MÉRETEZÉS 40
7.4.1 Szilárdsági vizsgálatok 40
7.4.2 Horpadásvizsgálat: 40
7.4.3 Kifordulásvizsgálat 41
Kifordulás vizsgálatra két módszert lehet alkalmazni az Eurocode-ban, mi a általános módszert alkalmazzuk. A megtámasztásokként a szalaggal kialakított kapcsolatokat vesszük figyelembe, az Osb vagy egyéb építőlemezekkel merevítő hatását a biztonság javára nem vesszük figyelembe 41
7.4.4 Lehajlásvizsgálat 41
7.5 FAL MÉRETEZÉSE 41
7.5.1 Szilárdsági vizsgálat a hajlítás síkjában 41
7.5.2 Kihajlásvizsgálat 41
7.5.3 Horpadásvizsgálat 41
7.5.4 Kölcsönhatás vizsgálat 41
7.6 ÁTHIDALÓ MÉRETEZÉSE 42
7.6.1 Szilárdsági vizsgálatok 42
7.6.2 Horpadásvizsgálat 42
7.6.3 Lehajlásvizsgálat 42
7.7 RÁCSOSTARTÓ MÉRETEZÉSE 42
7.7.1 Nyomott rácsrúd méretezése 42

8 MELLÉKLET – MÉRETEZÉSI SEGÉDTÁBLÁZATOK 43

8.1 Állandó terhek 43
8.1.1 Födémek önsúlyai 43
8.1.2 Tetők önsúlyai 43
8.1.3 Lapostetők önsúlyai 45
8.1.4 Falak önsúlyai 46
8.2 Keresztmetszeti adatok 47
8.2.1 C profil effektív keresztmetszeti adatai hajlított esetben 47
8.2.2 C profil effektív keresztmetszeti adatai nyomott esetben 47
8.2.3 C profil keresztmetszeti adatai húzott esetben (teljes keresztmetszet) 48
8.2.4 U profil keresztmetszeti adatai húzott esetben (teljes keresztmetszet) 48
8.3 Tervezési táblázatok 51
8.3.1 Kéttámaszú födém 51
8.3.2 Konzol 53
8.3.3 Áthidalók 54
8.3.4 Rácsos tartók 59
8.3.5 Falak 62

9 SZABVÁNYOK, ENGEDÉLYEK 63

1 ÁLTALÁNOS ISMERTETÉS

1.1 BEVEZETÉS

Ez a leírás a Horizont™ fémvázas könnyűszerkezetes építési rendszer általános leírását tartalmazza. Célja, hogy az építésztervezők megismerjék a technológiát, és az építési engedélyezési tervdokumentáció elkészítéséhez szükséges információ a rendelkezésükre álljon. A kivitelezéshez szükséges információkat más dokumentációk tartalmazzák.

FONTOS!

Minden beépítésre kerülő terméket és építőanyagot az adott termék alkalmazás-technológiájának megfelelően kell beépíteni. Jelen kézikönyv azokat nem helyettesíti, és nem pótolja! Referencia, mely a teljes tudást eredményező szakképzést nem helyettesíti!

A TECHNOLÓGIA

A könnyűszerkezetes építési technológia világszerte az egyik legelterjedtebb építési rendszer. A családi házak többsége (Észak-Amerika, Skandinávia, Távol-Kelet, stb.) könnyűszerkezetből épül és legnagyobbrészt fából. Először Észak-Amerikában kezdtek el foglalkozni az acélvázas szerkezetekkel.

A '90-es évek elején a technológia fejlesztése nagymértékben felgyorsult és 1997-ben került végleges szabványosításra. Az American Iron and Steel Institute (AISI) és a National Association of Home Builders (NAHB) az USA-ban, valamint a Canadian Sheet Steel Building Institut (CSSBI) Kanadában számos egyetem közreműködésével tökéletesített technológiája, azóta már világszerte alkalmazásra került, többek között cégünk által Magyarországon is.

1.2 A HORIZONT GLOBAL KFT. ÉS TERMÉKE

A szabványosítás közzététele után elsők között vásárolta meg a cégünk a komplett technológiát, a profilgyártó géptől, tervezői, statikai programokon keresztül a kivitelezés minden részletéig. A gépeket és módszereket honosítottuk, amit az ÉMI (Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Kht.) elfogadott, minősített és a technológia alkalmazását Magyarországon is jóváhagyta.

A honosítási adaptációk pillanatától szükségszerűnek tűnt a további fejlesztések igénye. Ezt cégünk szakember gárdája, külső tanácsadókkal és a Budapesti Műszaki Egyetem szakembereivel karöltve a mai napig is folytatja. A gyártás és a tervezés1998 óta ISO 9001 minőségbiztosítási rendszer alapján működik.

1.3 A HORIZONT™ ÉPÍTÉSI RENDSZER ELŐNYEI

- **Gyors kivitelezés** – Egy átlagos családi ház teherhordó szerkezete a födémmel és tetőszerkezettel együtt kb. ~ 1-2 hét alatt megépíthető, ~ 2-3 hónap alatt kulcsrakészen átadható.
- **Kiváló hőszigetelés** - Az általunk épített szerkezet hőátbocsátási tényezője a rétegrendtől függően U=0,1 - 0,2 W/m^{2}K, ami a hagyományosan épített falszerkezetekhez képest 2-3-szor jobb hőszigetelést jelent. Emiatt az épület gazdaságosan üzemeltethető - kb. 30-50%-os fűtési költség megtakarítást eredményez a nyílászárók minőségétől függően. Igény szerint passzívház is építhető belőle.
- **Könnyen felfűthető, lehűthető** – szemben a nagyobb hőtehetetlenségű hagyományos tégla, beton falakkal. Ezek télen nehezen fűthetők ki, nyáron viszont a nappal fölmelegedett falak este nagy erővel sugározzák vissza a szobába a meleget, melyen a szellőztetés sem segít. (lásd vasbeton panellakások).

- **Vékony falszerkezet** – A falazott szerkezetekhez képest kb. 10-15%-al nagyobb a hasznos alapterület. Ez 100 m^2 külső alapterületű 38 cm-es falakkal készült épületnél kb. 10 m^2-rel nagyobb hasznos alapterületet is jelenthet, vagyis egy szobával nagyobb lakást, aminek a m^2 árát a vevő megtakarítja.
- **Tiszta építés** – nincs sitt, szeméthalom és építési törmelék.
- **Időjárástól nagymértékben független építés** – Nem alkalmazunk vizes technológiát így fagyveszély nem áll fenn. A nagyon gyorsan tető alá kerülő lezárt épületben bármilyen időjárásban lehet munkát végezni.
- **Olcsóbb alapszerkezet** – A szerkezet kis súlya miatt olyan helyekre is felépíthető, ahová más szerkezeteket csak komolyabb alépítményre lehet elhelyezni.
- **Kisebb szállítási és rakodási költség** – A kis súly és térfogat miatt igen jelentős költségmegtakarítást eredményez. (A fuvarigénye 5-ször kisebb a téglához képest)
- **Kis súly** – Kiváló újabb szint vagy tetőtér beépítés készítésére, mert, a meglévő alapozásra csak minimálisan többletterhet jelent. A falazott szerkezetek közel 10-szer nagyobb terhet jelentenek, mint a HORIZONT™ rendszer.
- **Nincs szükség daruzásra az építéshez.**
- **Kis gép és szerszámigény az építésnél**.
- **Szerelő jellegű munka**
- **Segédszerkezeteket nem igényel** – Nem kell zsaluzni, dúcolni.
- **Helyszíni vízigénye építés közben nincs**.
- **Nincs technológiai szünet** – beton kötésidő, szilárdulás.
- **Kis felvonulási terület igény** – Nincs szükség nagy anyagdepóniákra.
- **A lakás azonnal beköltözhető** – Nincs a szerkezetben építési nedvesség. Nem kell száradni a falaknak. Egészséges mikroklímájú.
- **Méretpontos** –. Az acél nem vetemedik, nem szárad ki, nem reped, ezáltal mérete nem változik. Az épületeknél nagyobb pontosság érhető el.
- **Előre tervezett, előre gyártott –** ami nagymértékű pontosságot tesz lehetővé és a helyszíni munkaigényt minimalizálja.
- **Kiváló a hangszigetelő képessége.**
- **Tartósság** – a tartószerkezetre 30 év garancia van. A horganyzott acél élettartama, ha nincs korróziós, vizes közegben (Horizont™ rendszerben ellenőrzötten) rendkívül hosszú - Magyarországi viszonyok között 150 év.
- **Szélálló és földrengés biztos** – a 12-es fokozatú Mercalli skálán a 11-es fokozatig alkalmazható, ezért az acélvázas építés Japánban és Kaliforniában is nagyon kedvelt.
- **Tűzvédelem** – Az épületszerkezet csak nem éghető anyagokat tartalmaz.
- **Egyszerű gépészeti és elektromos szerelés** – A vezetéképítéshez nem kell falat vésni, javítani. A csövek, vezetékek a szerkezeti profilokban lévő lyukakban vezethetők.
- **Környezetbarát** – Az acél 100%-ban újrafelhasználható anyag.
- **Kártevőkkel szemben védett** – Gombák, rovarok, rágcsálók nem támadják meg.
- **Egyszerűen bővíthető** mellé, vagy ráépítéssel.
- **Teherbírás** – Az acél a súlyához képest a legnagyobb teherbírású építőanyag – így a szállítási, rakodási, alapozási, stb. költségei a legalacsonyabbak.
- **Kötetlen tervezhetőség** – nincs modulméret, ezért nincsenek méretmegkötések. Íves falak és nyílások egyszerűen kialakíthatóak így különböző stílusú épületek építhetők fel.
- **ÉMI** tanúsítással rendelkezik 1998-óta. NMÉ A-74/2014. Az acélprofilok és az acél épületszerkezeti elemek európai szabvány szerint CE jellel elláthatók.
- **ISO 9001** minőségbiztosítási rendszerben készül.

1.4 A KÖNNYŰSZERKEZETES ACÉL ÉPÍTÉSI TECHNOLÓGIA MINT ÖKO ÉPÍTÉS

Ez az elsőre talán furcsának tűnő gondolat jobban átgondolva nagyon is igaznak bizonyul. Az átlagember számára az ÖKO építészet a természetben található (természetes) anyagokból történő építést jelenti. Nézzük meg a teherhordó épületszerkezetekhez ma felhasznált anyagok közül mi található meg a természetben. A tégla, a beton nem. A vas legnagyobbrészt oxidált formában, bár nem ritka az érctelérekben a „termés vas". Talán a kő, a vályog és a fa az egyetlen, ami szóba jöhet. A fát azonban, hogy hosszú élettartamú legyen „nem természetes" anyaggal kell kezelnünk. A követ általában szintén „nem természetes" anyaggal „ragasztjuk" egymáshoz.
Egy másik megközelítés szerint az ÖKO épület olyan építmény, ami a legkisebb káros hatást gyakorolja a környezetére. Talán ez a meghatározás áll a legközelebb az igazsághoz.
Az építőanyagok „életük" során, az alábbi fázisokon keresztül gyakorolnak hatást a környezetükre:

- előállítás
- szállítás
- beépítés
- használat
- bontás – újrahasznosítás

Hasonlítsuk össze a könnyűszerkezetes acél építőanyagot a többi teherhordó szerkezet anyaggal az egyes fázisokra bontva.

1.4.1 Előállítás

Az égetett agyagtégla, a cement és az acél előállítása nagyon energiaigényes. Az építőanyagok között azonban az acél az, amelyik a legkisebb keresztmetszettel (a legkisebb önsúllyal) tudja a legnagyobb terheléseket elviselni. Egy átlagos családi ház teherhordó vázszerkezeteinek felépítéséhez acél könnyűszerkezetből kb. 30-szor kevesebb súlyú anyag szükséges, mintha téglából és betonból készülne. Így az acél előállítás fajlagos költsége $1m^2$ házra vetítve kedvezőbb, mint a fent említett más építőanyagoké. A gyártástechnológia fejlődésével az acél előállítás energiaigénye is drasztikusan csökkent. Amerikai adatok szerint 1972 óta 34%-kal lett kevesebb az egységnyi acél gyártási energiaszükséglete.
A legkisebb energiaigényű építési anyag a fa. Előállítása viszont a leginkább idő- és helyigényes. Ahhoz, hogy egy építési célra felhasználható keresztmetszetű fa felnövekedjék kb. 70-100 évre van szükség. Egy átlagos családi ház szerkezetének fából történő felépítéséhez (anyagtakarékos vázszerkezetes és nem rönkházas építés esetén) kb. 40-50 fát kell kivágni. Építési célra Észak-Amerikában évente mintegy 50 millió fát vágnak ki. A világ fakitermelése sokkal nagyobb volumenű, mint az újratelepítése. Ennek következtében rohamos ütemben fogyatkoznak az erdők. A világ fejlettebb részein is több fát vágnak ki, mint amennyit ültetnek. Ahol erdőtelepítés folyik ott megfigyelhető az, hogy a telepített erdő soha sem fogja pótolni a természetes őserdők sokszínűségét, fajgazdagságát, természetességét. Hosszú időnek kell eltelnie ahhoz, hogy az emberi kéz pusztításait az erdő kiheverje. Az acél állandó minőségű, könnyen, gazdaságosan méretezhető és tartós. A technológiánkkal épített házakhoz az acélprofilokat méretre gyártjuk, ezáltal a hulladék mennyisége minimális.

1.4.2 Szállítás

Az építőanyagok építési helyszínre történő szállítása energiaigényes. Nem mindegy, hogy egy építési rendszer mennyire szállítás igényes. Egy átlagos családi ház teherhordó

szerkezeteinek felépítéséhez acél könnyűszerkezetből kb. 30-szor kevesebb súlyú anyag szükséges, mintha téglából és betonból, valamint 3-szor kevesebb súlyú kell, mintha fából készülne.

1.4.3 Beépítés

A nagy tömegű építőanyagok mozgatásához, rakodásához, beépítéséhez nagy energiafogyasztású speciális gépek (daruk, betonkeverők, betonpumpák, autódaruk, vibrátorok) szükségesek. A könnyű acélszerkezetes technológia esetében mindezekre nincs szükség. Az acélprofilok, vázszerkezeti elemek kézzel könnyen mozgathatók, beépítésükhöz csak kis energiaigényű kéziszerszámok kellenek. A beépítés alatt nem igényelnek segédszerkezeteket – nem kell zsaluzni, dúcolni.
A horganyzott acélprofilokat nem kell a beépítés során különféle „mérgező” vegyszerekkel kezelni. Az acélprofilok nem éghetőek, míg a faszerkezeteket kezeléssel is csak égéskésleltetni lehet.
A technológia anyagtakarékos. Az acélprofilok konszignáció alapján a kívánt méretre vannak gyártva, nincs hulladék. Az építés során nem terheli a környezetet építési törmelékkel, ezért tisztán lehet építeni.
A vékony falszerkezet miatt a falazott szerkezetekhez képest kb. 10-15%-al nagyobb a hasznos alapterület. Ez 100 m^2 külső alapterületű 38 cm-es falakkal készült épületnél akár 10 m^2-rel nagyobb hasznos alapterületet is jelenthet, vagyis egy szobával nagyobb lakást, aminek a m^2 árát a vevő megtakarítja.

1.4.4 Használat

Az épületek használatuk során folyamatosan hatást gyakorolnak a környezetükre. Magyarországi viszonyok között a legnagyobb szennyezés a fűtésből ered. Az általunk épített épületek energiaigénye és káros-anyag kibocsátása a harmada egy ma épített átlagos családi háznak. Egyre nagyobb igény van az épületek hűtésére (klimatizálására) is. Egy jól megtervezett épület gépi berendezés nélkül is kellemes klímájú, azonban, ha mégis beépítésre kerül nem mindegy, hogy mennyi energiát fogyaszt el. A jó hőszigetelés erre is megoldást ad.
A használat során egészséges lakókörnyezet megteremtése és fenntartása a cél. Az acél könnyűszerkezetes épületekben ez több szempontból is megvalósul. A belső téri (szoba) hőmérséklete és a fal felületi hőmérséklete között kicsi a különbség (nem süt a falból a hideg). Az épület az építés után azonnal beköltözhető - nem kell száradni a falaknak, a lakás hamarabb birtokba vehető. A tartószerkezet nem tartalmaz méreganyagokat (rovar, gombaölő szer).
Az acélvázas épület hosszú élettartamú, kis karbantartási igényű. Tervezhetősége nagymértékben kötetlen, így bármilyen stílusú épület létrehozható belőle, mely a környezetbe illeszkedést lehetővé teszi.

1.4.5 Bontás – újrahasznosítás, átalakítás

A legtöbb épület életében bekövetkezik ez az esemény. Az oka többek között lehet a nagymérvű állagleromlás, településfejlesztési igények, stb. A növekvő szeméthegyek árnyékában élve egyre nagyobb hangsúlyt kap az újrahasznosíthatóság igénye.
Az acél újrafelhasználható anyag és az újrafelhasználása (begyűjtése) világszerte megoldott. Az acél szelektálása a mágnesesség elvén olcsó és egyszerű. Többször újra lehet hasznosítani anélkül, hogy veszítene a jó tulajdonságaiból. A világ acéltermelésének 66%-a újrahasznosított anyagból történik.

2 TERVEZÉS

2.1 FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEK

A rendszer rugalmassága révén alkalmas:

- Lakóépületek (családi házak, nyaralók)
- Középületek
- Ipari és mezőgazdasági épületek (kisebb csarnokszerkezetek)

vázszerkezetének építésére.

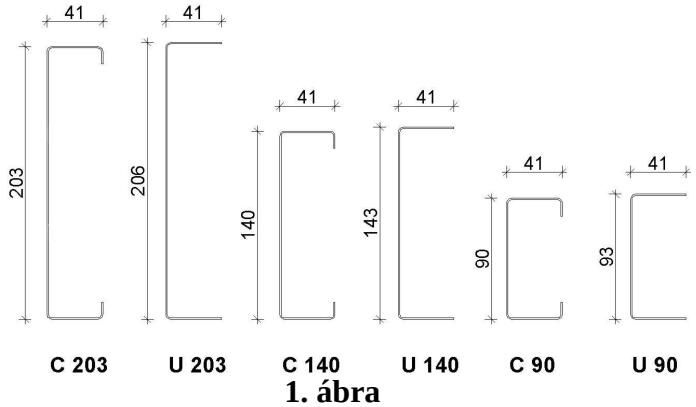
A technológia lehetővé teszi 4 szintes, különleges intézkedésekkel akár 5 szintes épületek építését is.

A szerkezet kis önsúlya miatt különösen alkalmas épületek bővítésére, emeletráépítésre, tetőtérbeépítésre.

2.2 ACÉLSZERKEZET

2.2.1 Szerkezeti elemek

Az épület vázszerkezete az alább feltüntetett hidegen hengerelt horganyzott acél „C” és „U” profilokból épül fel.

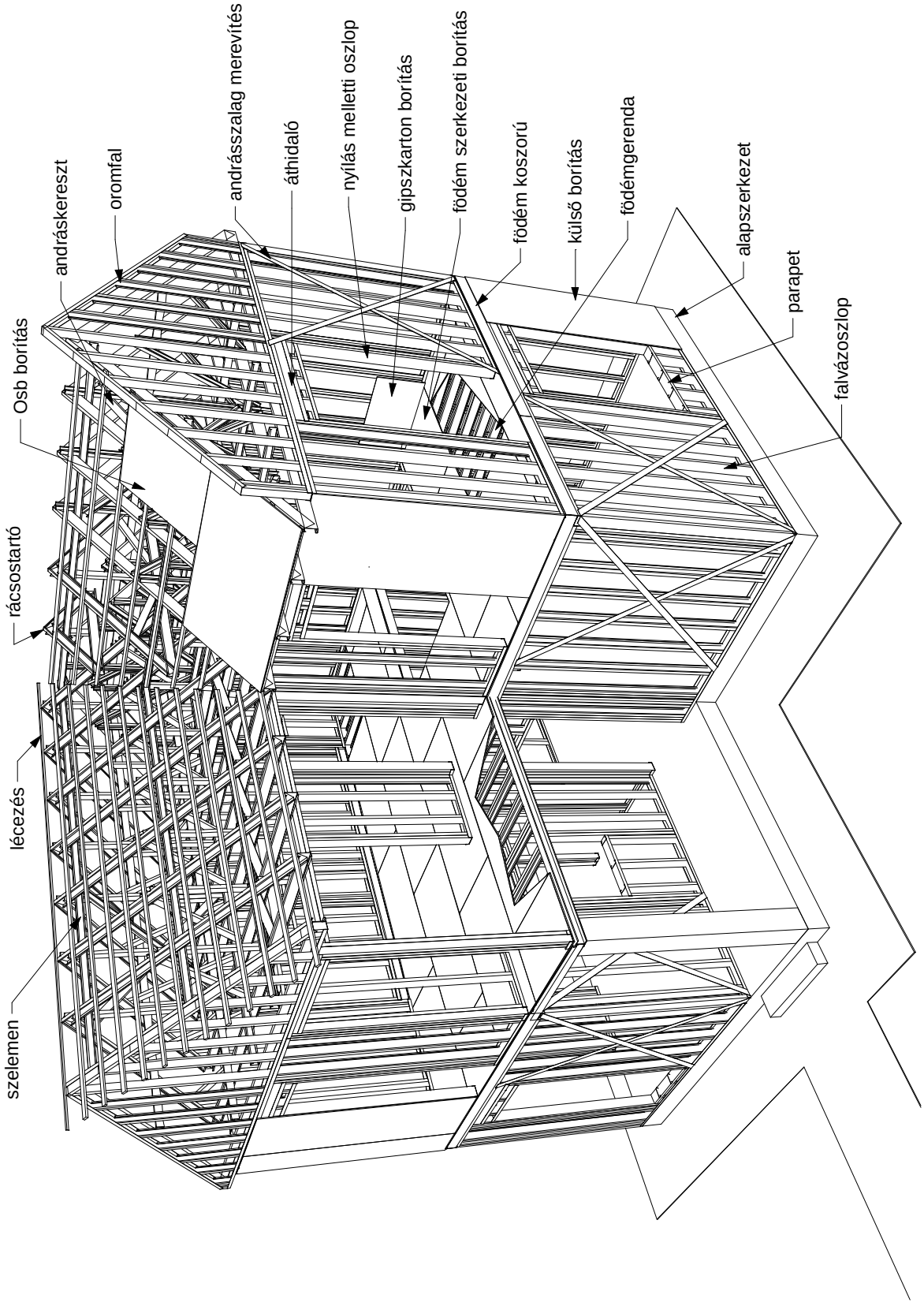


1. ábra
Horganyzott acél vázszerkezeti profilok

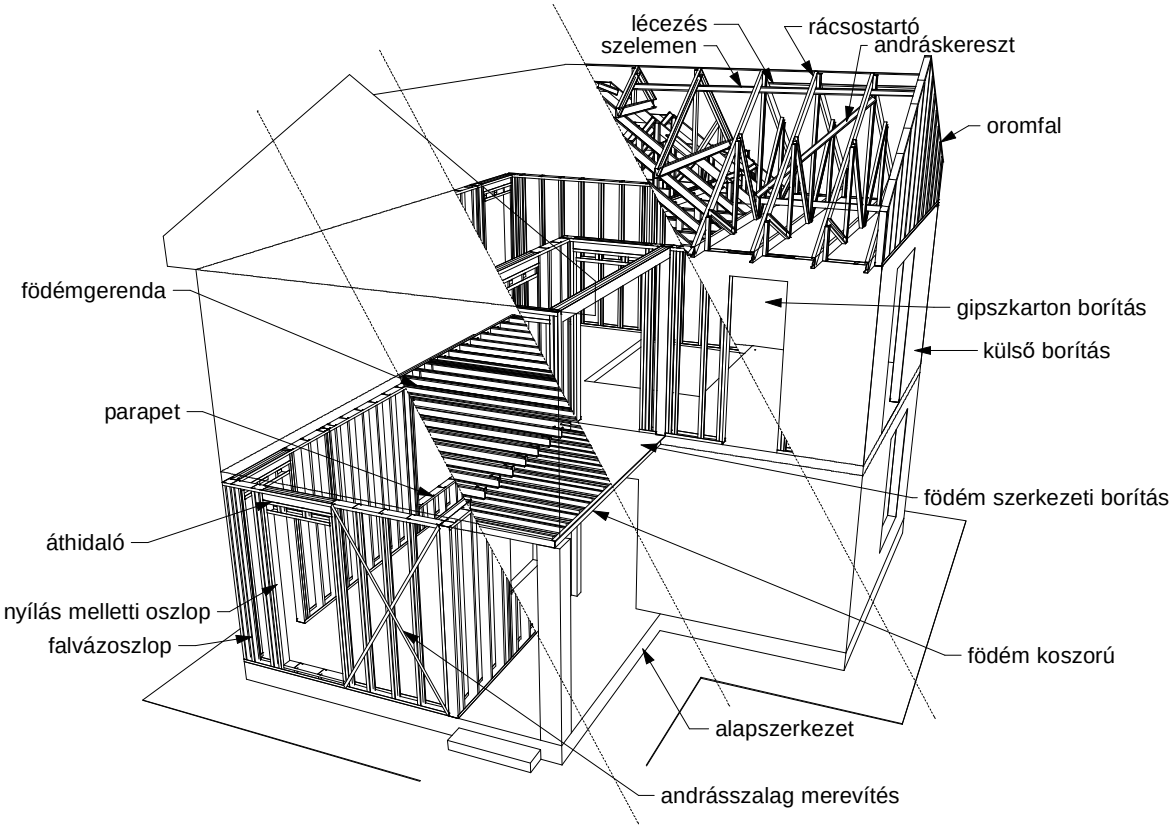
A profilok vastagsága igény szerint 0,6 és 1,5 mm közötti lehet.

Leggyakrabban alkalmazott "C" profil méretek				
Profil neve	Vastagság (mm)	Magasság (mm)	Szélesség (mm)	Hosszúság
C 90-9	0,9	90	41	Igény szerinti
C 90-10	1,0	90	41	Igény szerinti
C 90-15	1,5	90	41	Igény szerinti
C 140-9	0,9	140	41	Igény szerinti
C 140-10	1,0	140	41	Igény szerinti
C 140-15	1,5	140	41	Igény szerinti
C 203-9	0,9	203	41	Igény szerinti
C 203-10	1,0	203	41	Igény szerinti
C 203-15	1,5	203	41	Igény szerinti
Leggyakrabban alkalmazott "U" profil méretek				
Profil neve	Vastagság (mm)	Magasság (mm)	Szélesség (mm)	Hosszúság
U 90-10	1,0	93	41	Igény szerinti
U 140-10	1,0	143	41	Igény szerinti
U 203-10	1,0	206	41	Igény szerinti

2.2.2 Szerkezeti vázlat

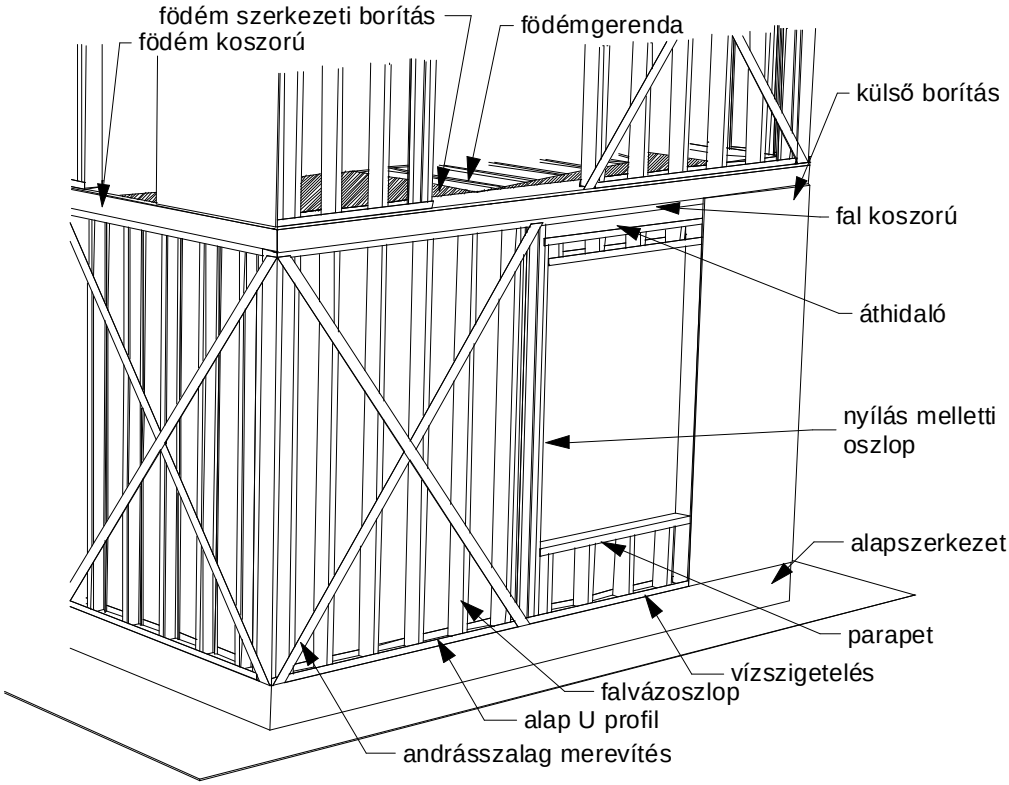


2. ábra
Épületszerkezet áttekintő ábrája



3 ábra
Szerkezeti rendszer

2.3 KÜLSŐ FAL



4. ábra
Külső falszerkezet

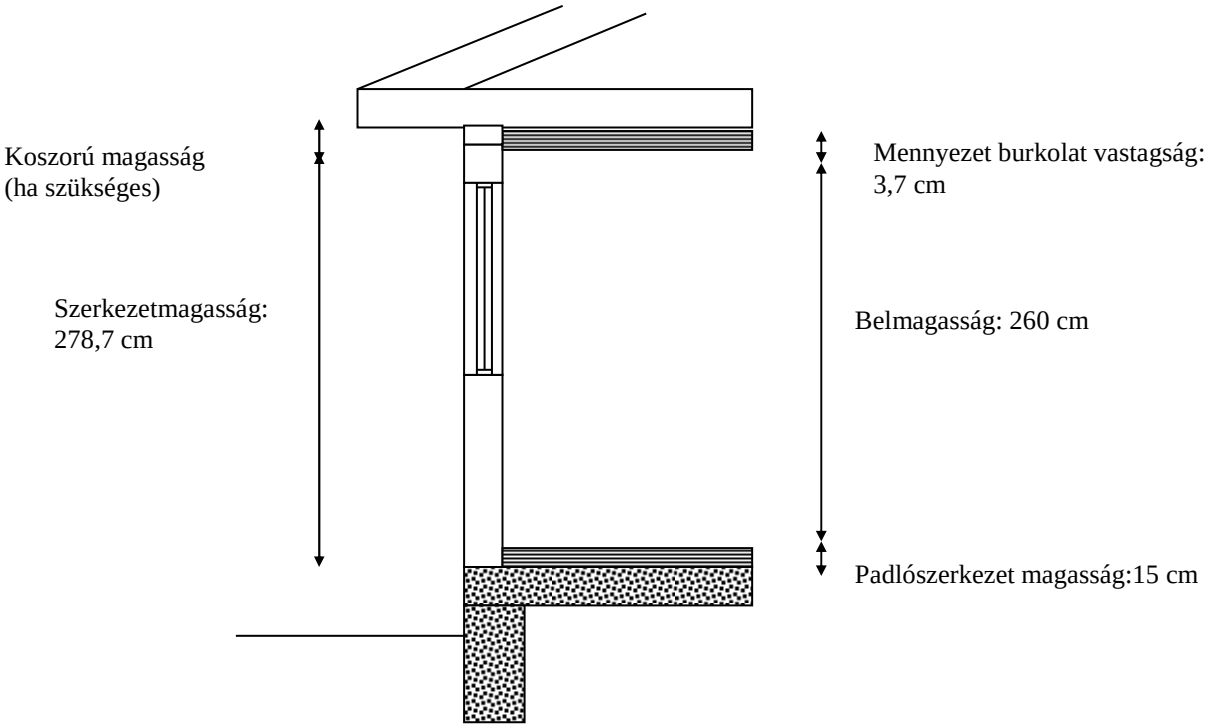
Falszerkezetként a szerkezetmagassággal megegyező hosszúságú „C” szelvényeket alul és felül vízszintes „U” profil fogja össze.

A szerkezetmagasság (falmagasság) igény szerinti lehet. A szerkezetmagasság és az alkalmazott rétegrendek függvényében alakul ki a tiszta belmagasság.

Például ha a padlószerkezet vastagsága: 15 cm (2 cm kerámia burkolat + 6 cm aljzatbeton + 7 cm hőszigetelés), a mennyezet burkolat vastagsága: 3,7 cm (2,4 cm lécváz + 1,25 cm gipszkarton) és a szükséges belmagasság:260 cm, akkor az acél vázszerkezet magassága: 15+3,7+260 cm = 278,7 cm.

Amennyiben terhelosztó koszorúra van szükség a fal tetején, úgy az acél vázszerkezet magasságát csökkenteni kell a koszorú magasságával.

Lásd: **5.ábra**



5. ábra
Belmagasság

A „C” és „U” profil kötését horganyzott lencsefejű önfúró csavar (opel) biztosítja. Csavar helyett felhasználható a nem oldható kötést biztosító, hidegen sajtoló eljárással működő „Clinching” rögzítési mód is.

Teherhordó falszerkezetként terheléstől függően egyaránt felhasználható a C 90, C 140 és a C203-as profil is.

A profilok tengelytávolságát a terhelés és az alkalmazandó szerkezetborítás mérete határozza meg. A tengelytávolság általában 40 - 62,5 cm.

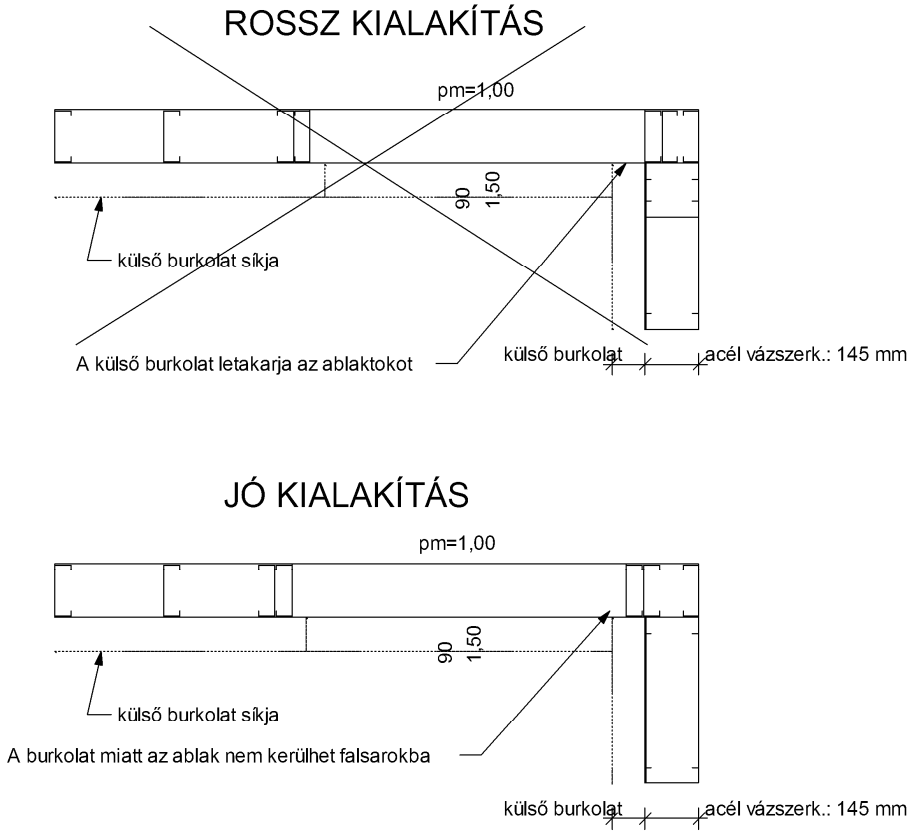
Célszerű úgy meghatározni a tengelytávolságot és úgy megválasztani a szerkezetborítást, hogy az alkalmazott külső és belső lemezek vágási vesztesége a lehető legkisebb legyen. Például a 2000x500 mm-es Heratekta külső szerkezetborításhoz célszerűen 1200 mm széles gipszkarton lemezt érdemes választani és a profil tengelykiosztást 400 mm-ben meghatározni. Az 1250 mm széles OSB lemezhez 1250 mm széles gipszkartont érdemes választani; a tengelykiosztás 625 mm vagy 417 mm lehet.

Az így elkészült acél vázszerkezetre kerül a külső, illetve a belső szerkezetborítás. Ez az acél andrásszalagozáson túlmenően biztosítja az épület merevítését is. A külső fal rétegrendjeit az épület funkciójának megfelelően tartószerkezeti, hőtechnikai, páratechnikai, akusztikai és tűzvédelmi szempontok figyelembe vételével kell összeállítani. Amennyiben a külső falszerkezet hőhidasságát nem tudjuk külső hőszigeteléssel megszüntetni, úgy fűtött terek esetében belső oldali hőszigetelést kell az acélvázra a gipszkarton burkolat alá elhelyezni, hogy a párakicsapódást megakadályozzuk.

Az építészeti terveken a vázszerkezetek helyét egyértelműen jelölni kell a későbbi félreértések elkerülése végett. Az alábbi acélszerkezeti vastagságok figyelembe veszik a csavarfejek helyigényét is.

C90-es fal	95 mm
C140-es fal	145 mm
C203-es fal	208 mm

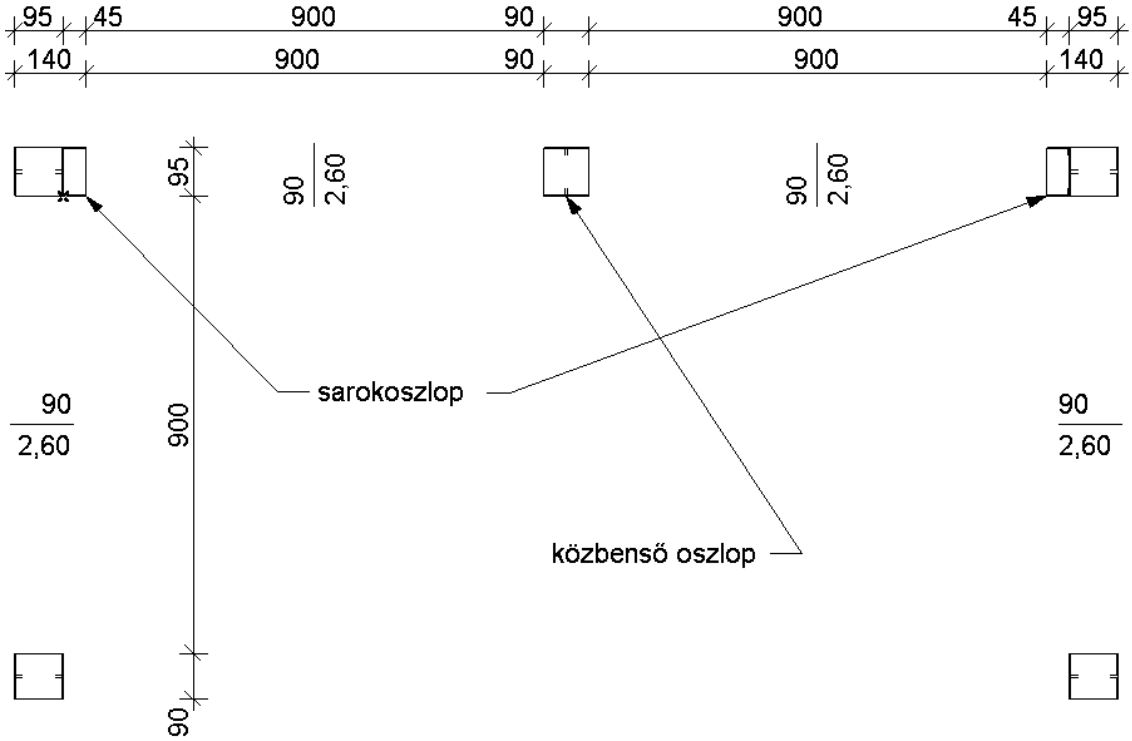
A helyiségek belső méreténél figyelembe kell venni a vázszerkezetre kerülő belső borítás(ok) vastagságát (pl.:1 vagy 2 rétegű gipszkarton + csempeburkolat). Erre különösen ott kell ügyelni, ahová szabvány méretű bútorok és berendezések kerülnek (pl.: fürdőszoba, konyha, stb.) A burkolat vastagságát figyelembe kell venni a nyílászárók elhelyezésénél is, ha azok falsarokra vagy falsíkra kerülnek. **(6. ábra)**



6. ábra
Nyílászáró elhelyezése

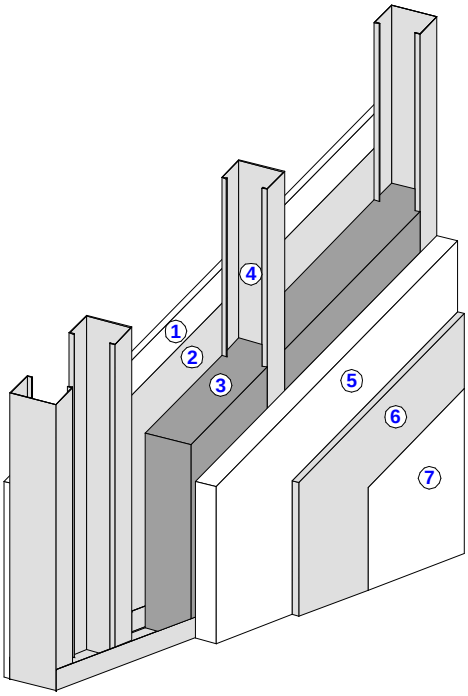
2.4 OSZLOP, GERENDA

Az oszlopok és gerendák kialakítása a falakhoz hasonlóan történik. Ez egy olyan speciális fal, amelyben a szerkezet szempontjából maximális méretű nyílás kerül kialakításra. A profilkialakítás szempontjából van közbenső és sarok oszlop. A közbenső oszlop a többtámaszú gerenda alátámasztására szolgál, míg a sarokoszlop két darab egymásra merőleges gerenda alátámasztását végzi.
A gerendák keresztmetszeti kialakítása az áthidaló gerendákéval azonos. A részleteket lásd ott.
Közbenső oszlop esetén a minimális keresztmetszet (amennyiben a teherbírás ezt lehetővé teszi) = (profilméret x 2) x profilszélesség; azaz „C90”: 95 x 90 mm, ill. „C140”: 145 x 90 mm. (**Lásd 7. ábra**)
Sarokoszlop esetén a minimális keresztmetszet méretét és a profilok kialakítását a 7**. ábra** mutatja.
Amennyiben a sarokig végigfutó falat 95 mm-re, a rá merőleges falat 145 mm-re vesszük, úgy a sarkon szabályos 145 x 145 mm-es keresztmetszetű oszlop alakul ki.

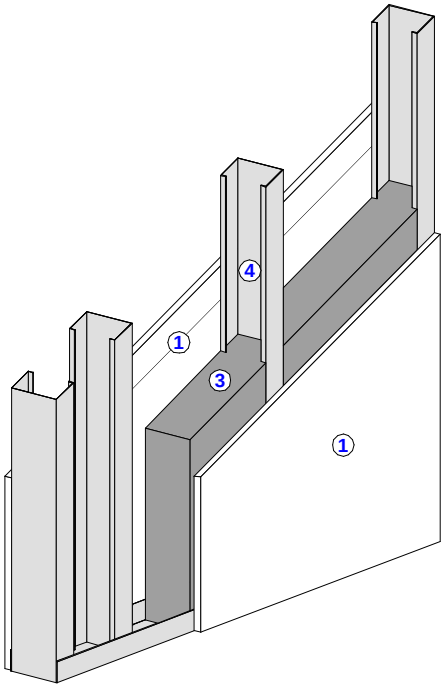


7. ábra
Oszlop kialakítás

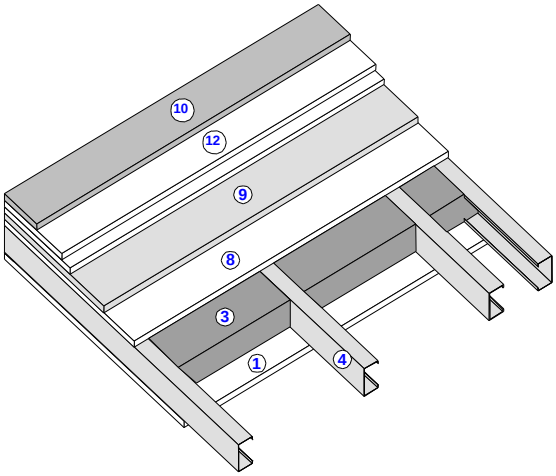
ÁLTALÁNOS RÉTEGRENDEK



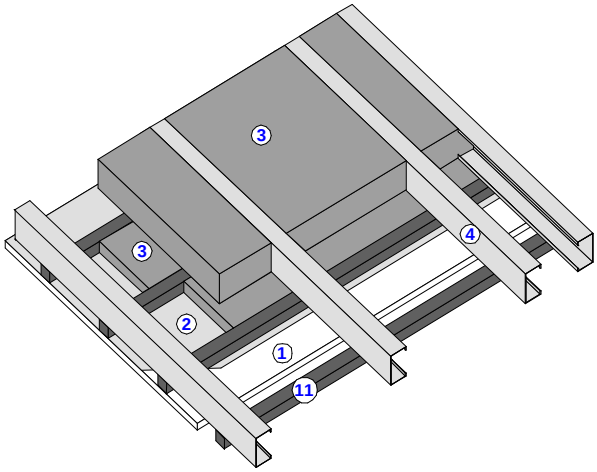
KÜLSŐ FAL



BELSŐ FAL



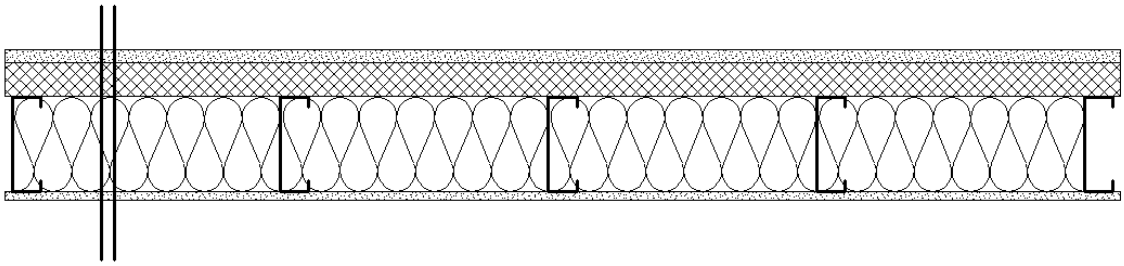
TEHERHORDÓ FÖDÉM



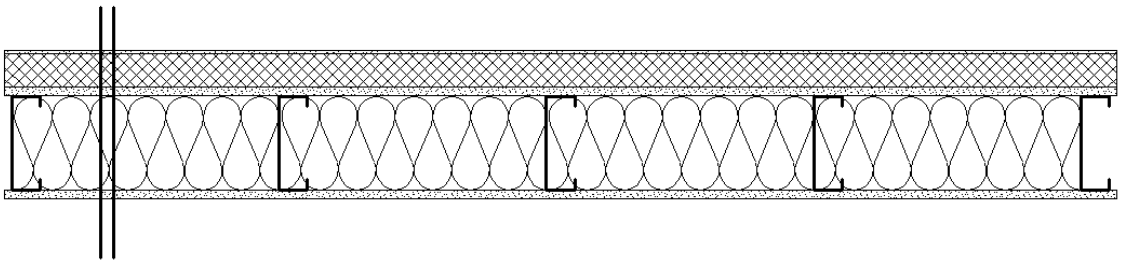
NEM TEHERHORDÓ FÖDÉM

1 gipszkarton	7 nemesvakolat
2 párazáró fólia	8 osb lap borítás
3 hőszigetelés	9 lépéshangszigetelés
4 acélszerkezet	10 padlóburkolat
5 építőlemez borítás+hőszigetelés	11 lécváz
6 vakolat	12 osb, gipszrost vagy esztrich aljzat

PÉLDÁK EGYHÉJÚ KÜLSŐ FALSZERKEZETRE



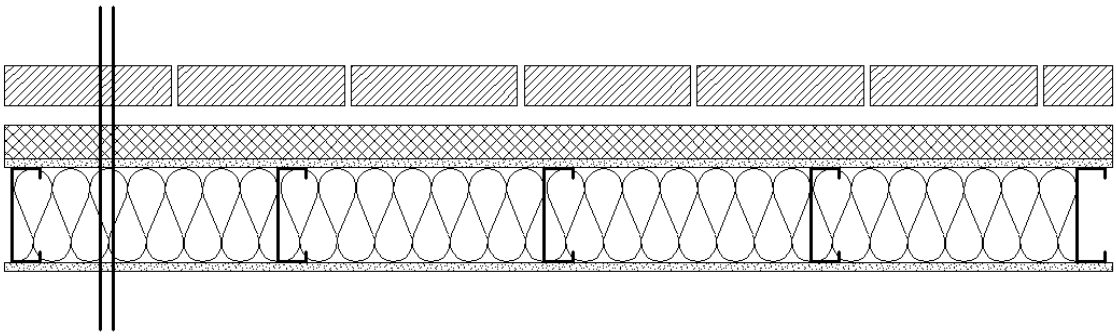
- Külső felületképzés (nemesvakolat, homlokzat festés stb.)
- 2,0 cm külső homlokzatvakolat
- 1 rtg. hegesztett horganyzott rabicháló
- 2,5-10 cm vakolható hőszigetelő építőlemez (Heraklith, Heratekta, Tektalan, stb.)
- 9,5 illetve 14,5 cm acél vázszerkezet, közte üveggyapot hőszigetelés
- 1 rtg. párazáró fólia
- Gipszkarton borítás (szükség szerint fa vagy fém segédvázon)
- Belső felületképzés (festés, tapéta, kerámia burkolat stb.)



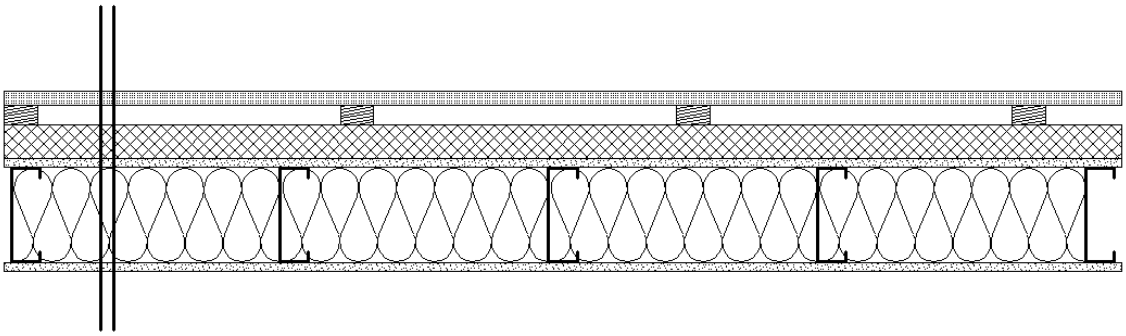
- Dryvit típusú külső vakolatrendzser
- Polisztirol hab vagy kőzetgyapot lemez hőszigetelés (igény szerinti vastagságban)*
- Gipszrost vagy OSB lap építőlemez burkolat (igény szerinti vastagságban)
- 9,5 illetve 14,5 cm acél vázszerkezet, közte üveggyapot hőszigetelés
- 1 rtg. párazáró fólia
- Gipszkarton borítás (szükség szerint fa vagy fém segédvázon)
- Belső felületképzés (festés, tapéta, kerámia burkolat stb.)

*OSB külső burkolat esetén ajánlott páraáteresztő hőszigetelést alkalmazni

PÉLDÁK KÉTHÉJÚ SZELLŐZTETETT KÜLSŐ FALSZERKEZETEKRE



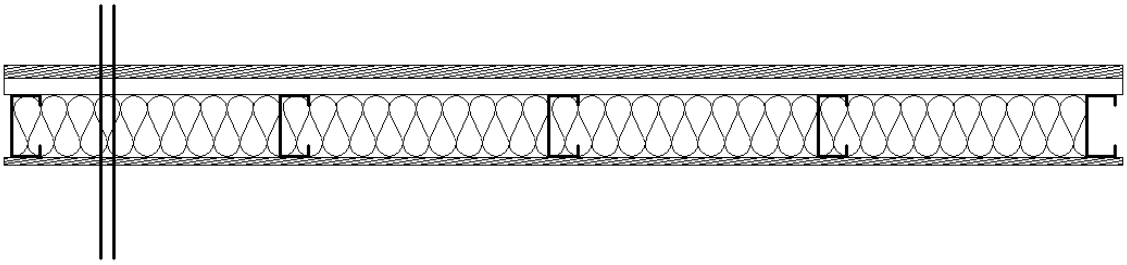
- Külső épített homlokzatburkolat (burkolótégla, kő stb.)
- Átszellőztetett légrés
- (igény szerint 1 rtg. hőtükrös, légzáró, páraáteresztő fólia)
- Hőszigetelés (igény szerinti vastagságban)*
- Gipszrost vagy OSB lap építőlemez burkolat (igény szerinti vastagságban)
- 9,5 illetve 14,5 cm acél vázszerkezet, közte üveggyapot hőszigetelés
- 1 rtg. párazáró fólia
- Gipszkarton borítás (szükség szerint fa vagy fém segédvázon)
- Belső felületképzés (festés, tapéta, kerámia burkolat stb.)



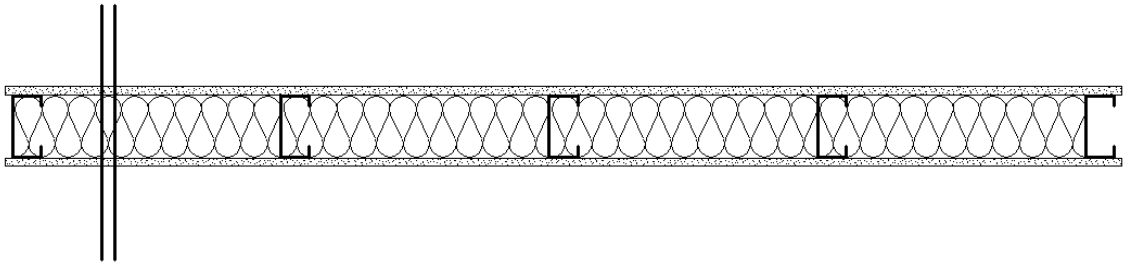
- Külső szerelt homlokzatburkolat (homlokzati burkolólemez, stb.)
- Átszellőztetett légrés
- (igény szerint 1 rtg. hőtükrös, légzáró, páraáteresztő fólia)
- Hőszigetelés (igény szerinti vastagságban)*
- Gipszrost vagy OSB lap építőlemez burkolat (igény szerinti vastagságban)
- 9,5 illetve 14,5 cm acél vázszerkezet, közte üveggyapot hőszigetelés
- 1 rtg. párazáró fólia
- Gipszkarton borítás (szükség szerint fa vagy fém segédvázon)
- Belső felületképzés (festés, tapéta, kerámia burkolat stb.)

*OSB, ill. fa anyagú külső burkolat esetén ajánlott páraáteresztő hőszigetelést alkalmazni

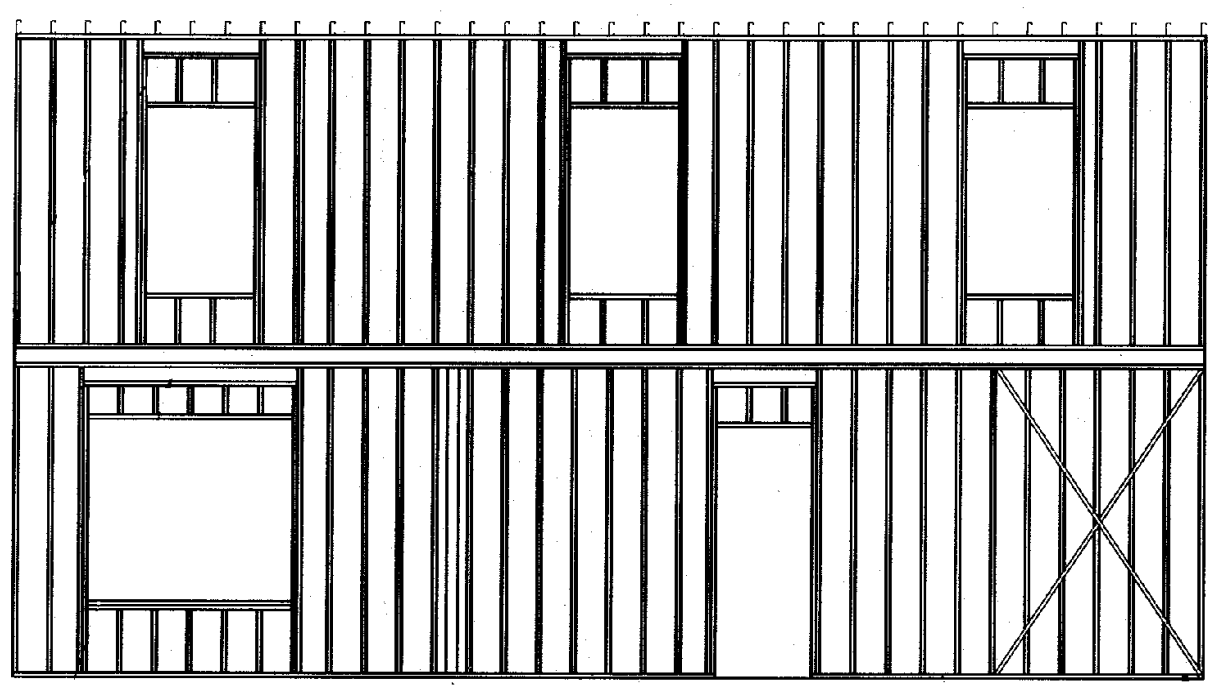
PÉLDÁK BELSŐ FALSZERKEZETEKRE

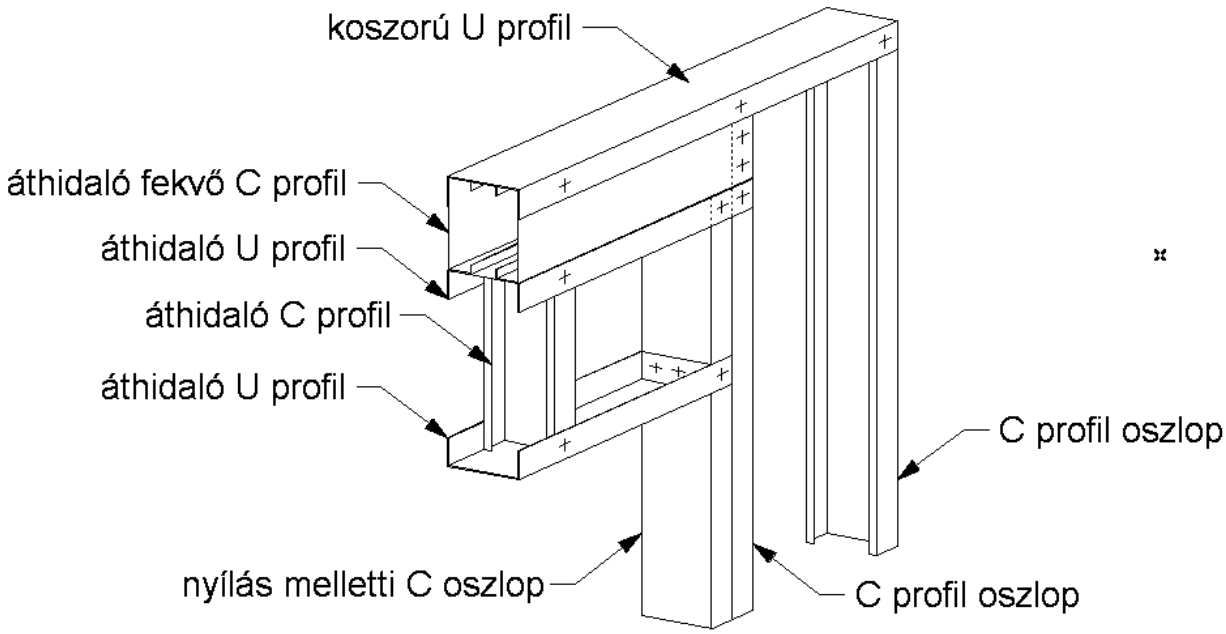


- Lambéria burkolat lécvázon
- 9,5 illetve 14,5 cm acél vázszerkezet, közte üveggyapot hőszigetelés
- Építőlemez borítás (szükség szerint fa vagy fém segédvázon)
- Belső felületképzés (festés, tapéta, kerámia burkolat stb.)



- Belső felületképzés (festés, tapéta, kerámia burkolat stb.)
- Gipszkarton borítás (szükség szerint fa vagy fém segédvázon)
- 9,5 illetve 14,5 cm acél vázszerkezet, közte üveggyapot hőszigetelés
- Gipszkarton borítás (szükség szerint fa vagy fém segédvázon)
- Belső felületképzés (festés, tapéta, kerámia burkolat stb.)





8. ábra
Teherhordó falszerkezet

2.5 BELSŐ FAL

A belső falak kialakítása a külső falakéval azonosan történik. A különbség az, hogy a külső falakat mindig teherhordó módon alakítjuk ki, a belső falak lehetnek teherhordó és nem teherhordó kialakításúak. A különbséget a **8. és 9. ábrán** szemléltetjük.

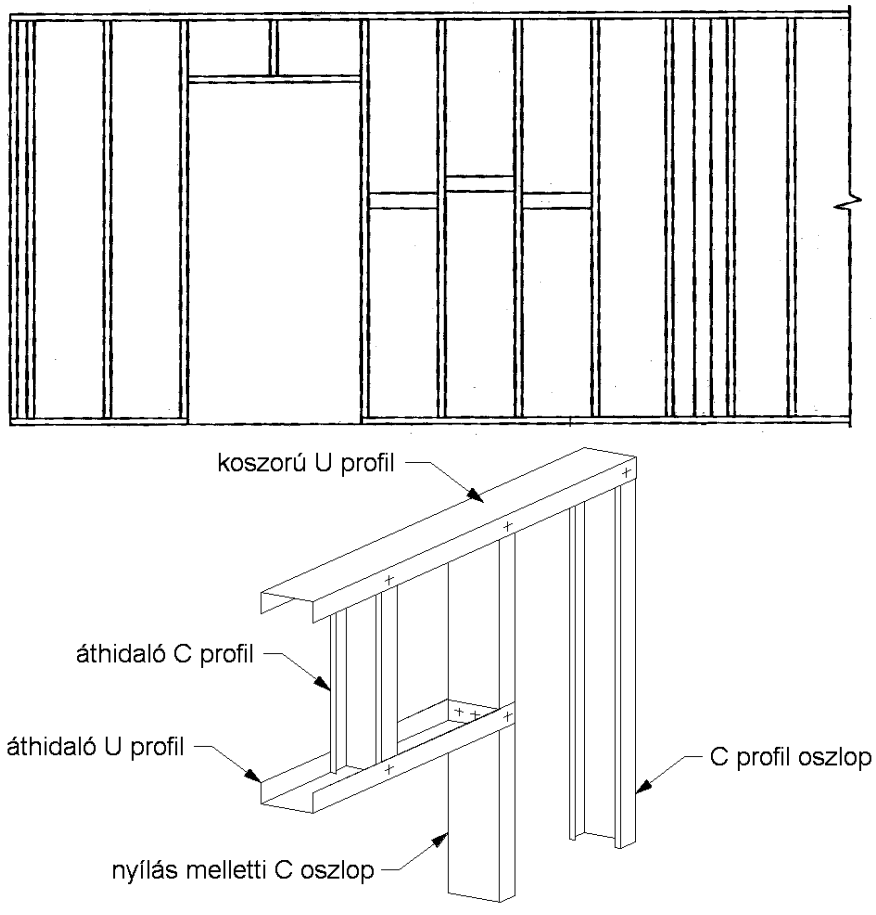
A teherhordó falszerkezetek acéllemez vastagsága általában 0,9-1,5 mm közötti. A fal minden esetben az alapozáson (emelet esetében a szerkezeti építőlemezen) áll. A teherhordó belső fal szerkezeti magassága a szerelőbeton várható egyenetlenségei miatt 5 mm-rel kisebb, mint a külső falaké.

A nem teherhordó falak általában C90-es profilból és 0,6 mm-es acélból készülnek. A nem teherhordó falak készülhetnek a szerkezettel egy időben – ez esetben a magassága megegyezik a belső teherhordó falakéval. A fal készülhet utólag is. Ez esetben a szerkezetet állíthatjuk az aljzatbetonra vagy magára a burkolatra is. A falmagasság a kialakítástól függ. Az így kialakított falaknál lehetőség van az utólagos áthelyezésre is.

Nem teherhordó falaknál a nyílászárók melletti oszlopokat vastagabb acélból vagy fabetét erősítéssel készítjük a nyílászáró stabilabb beépíthetősége miatt. Különleges igénybevételek esetén (az átlagosnál jobb hangszigetelés, hőszigetelés, teherbírás, stb.) a belső fal készülhet C 140-es profilból is.

A profilok tengelytávolságát a terhelés és az alkalmazandó borítás mérete határozza meg a külső falaknál leírt módon. A tengelytávolság általában 40 – 62,5 cm.

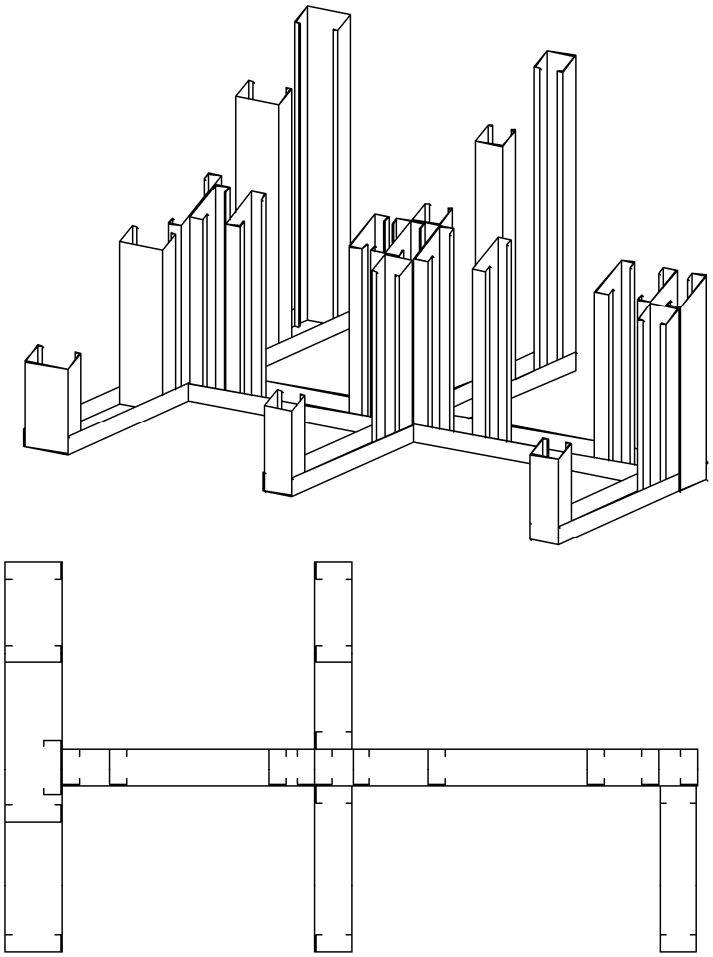
Az így elkészült acél vázszerkezetre kerül a belső borítás, ami általában gipszkarton. A belső fal rétegrendjeit az épület funkciójának megfelelően hőtechnikai, páratechnikai, akusztikai és tűzvédelmi szempontokat figyelembe véve kell összeállítani.



9. ábra
Nem teherhordó falszerkezet

2.6 FALCSATLAKOZÁSOK

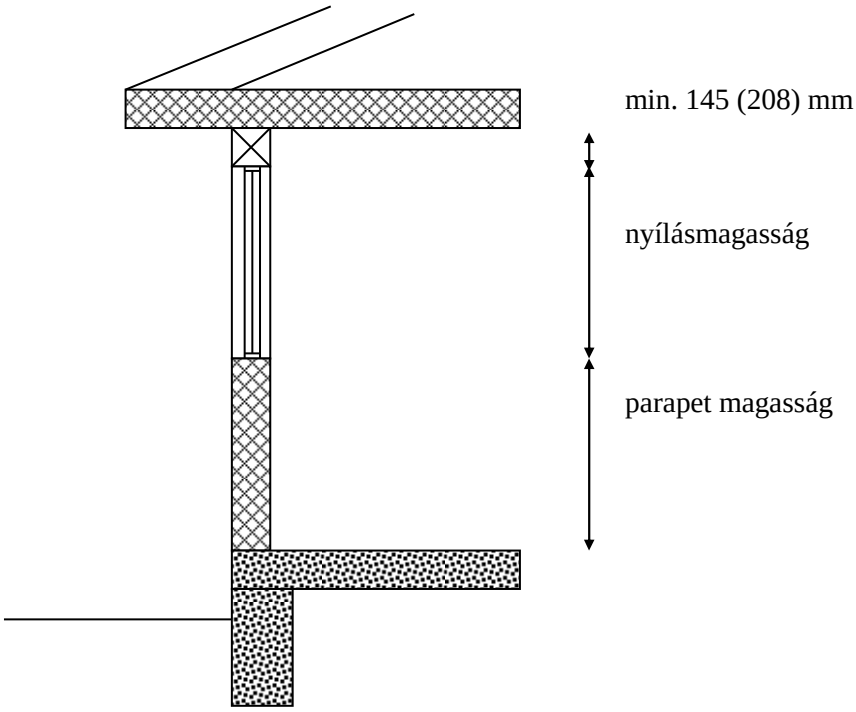
A falcsatlakozásokat – legyen az „L” sarokcsatlakozás, „T” becsatlakozás, ill. „X” keresztcsatlakozás – úgy kell kialakítani, hogy mind az acélszerkezet egymáshoz, mind a borítás acélszerkezethez történő csatlakozását biztosítani tudjuk.



10. ábra
„T”, „X” és „L” csatlakozás

2.7 ÁTHIDALÓ

A **8. és 9. ábrán** látható a nyílásáthidalások kialakítása teherhordó és nem teherhordó falak esetében. A teherhordó falaknál a nyílások oldalsó peremén több oszlopszelvény közvetlen egymás mellé helyezésével van megoldva az áthidalóról adódó többletteher átadása az alap felé. Az áthidalandó nyílás nagyságától és az áthidaló feletti szintek számától függően 2 vagy több C140 ill. C203 (szükség szerinti U profil borítással) szelvényből kialakított összetett szelvényű áthidalók kialakítására van lehetőség. Különösen nagy nyílásáthidalás vagy teher esetében rácsostartó formájában történik az áthidaló gerenda kialakítása Ez minden esetben méretezett.
A tervezés során figyelembe veendő minimális áthidaló magasság általános esetekben 145 ill. 208 mm. Az alkalmazható fesztávolságokat és szelvényméreteket a segédlet mellékletében a „Méretezési táblázatok”-ban találhatjuk meg.



11. ábra
Nyílásáthidalás

2.8 FÖDÉM

Födémszerkezetként általában C140 ill. C203-as profilokat alkalmazunk a teherbírásnak megfelelő lemezvastagságból és sűrűséggel. Az alkalmazott födém tengelytávolság igazodik az alatta lévő falváz oszlop tengelytávolságához - általában 40 – 62,5, ill. 80 - 125 cm. Lehetőség van egy vagy több szelvényből kialakított gerendák alkalmazására, 2 vagy többtámaszú kialakítással. Közbenső megtámasztást teherhordó fal (válaszfal) vagy kiváltó gerenda biztosíthat.
A szerkezet alkalmas konzolos kialakításra is.
A szerkezettervezés során a födémgerendákat mindig a falvázoszlopok tengelyeibe kell elhelyezni. Ha erre nincs lehetőség, akkor gondoskodni kell a teher átadásáról a két legközelebbi falvázoszlopra. Ez történhet az adott helyre beépített kiváltógerenda, ill. a fal tetején végigfutó koszorú beépítésével.
Az így elkészült acél vázszerkezetre kerül a külső, illetve a belső borítás. A födémszerkezet rétegrendjeit az épület funkciójának megfelelően hőtechnikai, páratechnikai, akusztikai és tűzvédelmi szempontokat figyelembe véve kell összeállítani.

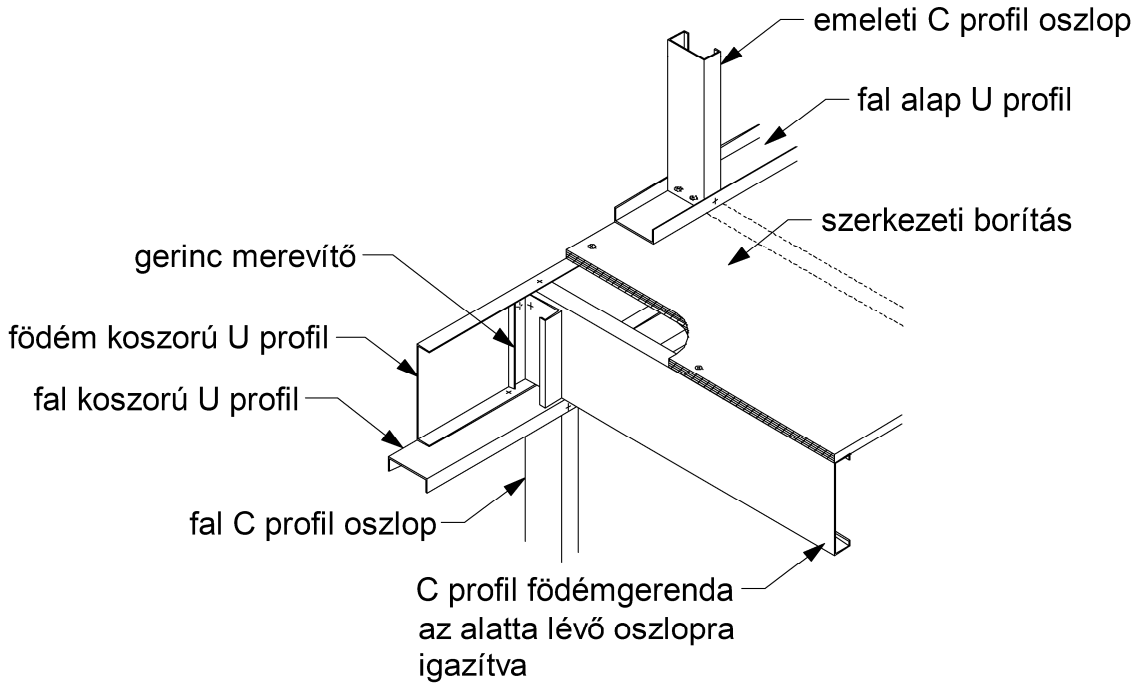
2.8.1 Nem teherhordó födém

Nem beépített tetőtér esetén (pl. padlásfödém) a tető- és födémszerkezet rácsostartó formájában egyben készül. Így a rácsostartó alsó vízszintes övei alkotják a födém gerendázatát.
Az alkalmazott födém tengelytávolság igazodik az alatta lévő falváz oszlop tengelytávolságához - ez általában 80 - 125 cm. A födém fesztávolsága korlátozás nélkül egyedi méretű lehet, de gazdaságossági okokból célszerű a fesztávolságot - kéttámaszú tartó esetében ill. többtámaszú tartónál, a nagyobbik fesztávnál – 10 m alatt tartani. Az alkalmazható fesztávolságokat és szelvényméreteket a segédlet mellékletében a „Méretezési táblázatok”-ban találhatjuk meg.

2.8.2 Teherhordó födém

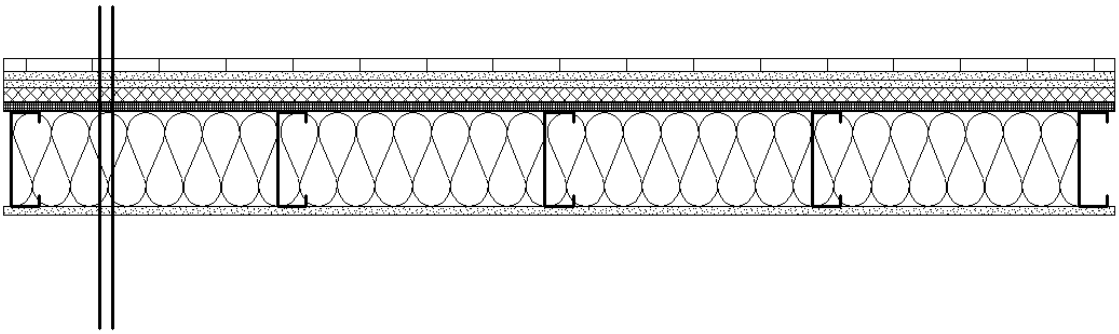
Járható födém esetében a C203 ill. C140 gerendák tengelytávolsága a falvázoszlopok tengelytávolságaihoz igazodik és általában 40 (41,67) cm. A végeit koszorúként U profillal zárjuk le. A gerendákra fölül megfelelő vastagságú tárcsaként működő szerkezeti borítás kerül. A borítás vastagsága a gerenda tengelytávolság, valamint az alkalmazott építőlemez teherbírásának függvénye, de minimum 12 mm. A szerkezeti borítás anyaga általában OSB építőlemez. A szerkezeti borításra kerül csavaros kapcsolattal az emeleti teherhordó és nem teherhordó falszerkezet. A terveken a teherhordó födém vastagságaként az acélszerkezet és szerkezeti borítás összvastagságát kell feltüntetni. Például C140 gerenda + 15 mm-es OSB borítás esetén a födémszerkezet vastagsága (padlószerkezet nélkül): 145 + 15 mm = 160 mm.

A födémgerendák fesztávolsága mindig egyedi méretű, korlátozást csak a teherbírás szab. Gazdaságossági okokból a teherhordó födém fesztávolságait lakóépületek esetében célszerű 4,80 m ill. 6,30 m alatt tartani. Az alkalmazható fesztávolságokat és szelvényméreteket a segédlet mellékletében a „Méretezési táblázatok”-ban találhatjuk meg.



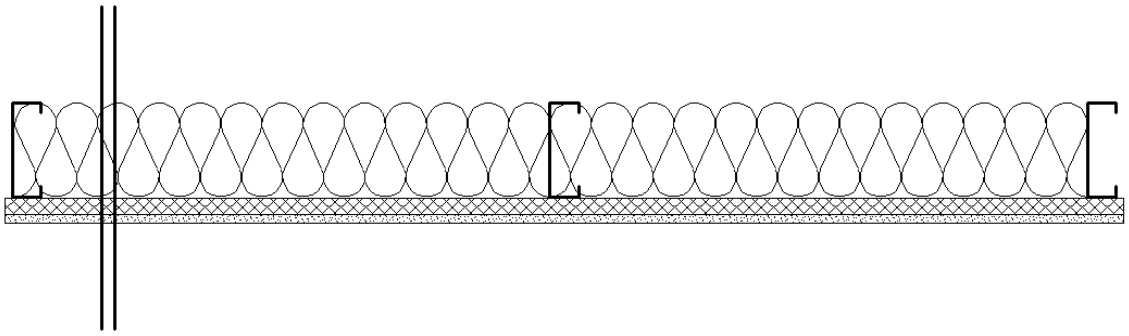
12. ábra
Födém kialakítás

PÉLDA JÁRHATÓ FÖDÉMSZERKEZETRE



- Padlóburkolat (parketta, kerámia, szőnyegpadló stb.)
- 2 rtg. gipszrost, ill. OSB lap építőlemez vagy esztrich aljzat (csak hangszigetelés készítése esetén)
- Lépésálló hangszigetelés (igény szerinti vastagságban)
- Min. 12 mm OSB lap építőlemez borítás
- 14,5 illetve 20,8 cm acél vázszerkezet, közte üveggyapot hőszigetelés
- Gipszkarton borítás (szükség szerint fa vagy fém segédvázon)
- Belső felületképzés (festés, tapéta, stb.)

PÉLDA NEM JÁRTHATÓ FÖDÉMSZERKEZETRE



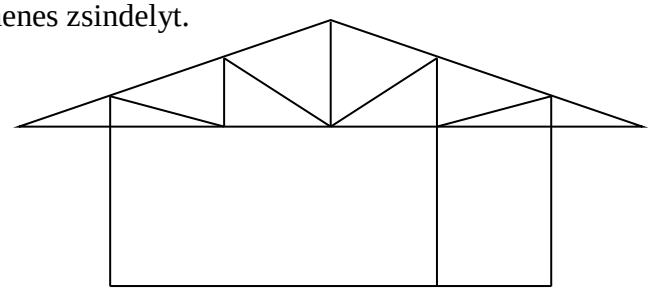
- 14,5 cm acél vázszerkezet, közte üveggyapot hőszigetelés
- Lécváz vagy álmennyezet, közte üveggyapot hőszigetelés
- 1 rtg. párazáró fólia
- Gipszkarton borítás
- Belső felületképzés (festés, tapéta, stb.)

2.9 TETŐSZERKEZET

2.9.1 Nem beépített padlás

Nem beépített tetőtér esetén (pl. padlásfödém) a tetőszerkezetet rácsostartóként összeszerelt C203 ill. C140-es (alsó öv = födém és felső öv = szarufa) és C 90-es (rácsrudak) profilokból készítjük el. A profilok kötését megfelelő számú méretezett horganyzott hatlapfejű önfúró csavar biztosítja. Csavar helyett felhasználható a nem oldható kötést biztosító, hidegen sajtoló eljárással működő „Clinching" rögzítési mód is. Szükség esetén lehetőség van többszelvényű rudak használatára is. A rácsostartók tengelytávolsága méretezés szerinti, igazodva a falvázoszlopok tengelytávolságaihoz. Az általában alkalmazott tengelytávolság 80-125 cm. A rácsostartók kialakíthatók két és többtámaszú szerkezetként is.

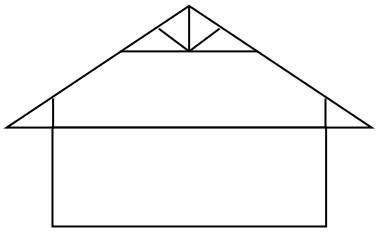
Tetőhéjalásként az épület funkciójától függően alkalmazható mindenféle tetőfedő anyag. A rácsostartó szerkezete mindig az alkalmazandó tetőfedőanyag függvényében kerül megtervezésre. Gazdaságossági okokból természetesen célszerű kis önsúlyú héjalást alkalmazni – pl. bitumenes zsindelyt.



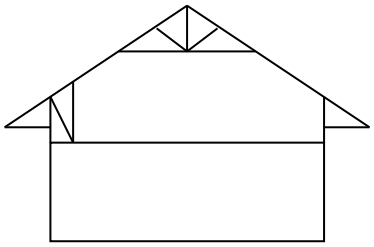
13. ábra
Rácsostartó tetőszerkezet

2.9.2 Beépített tetőtér

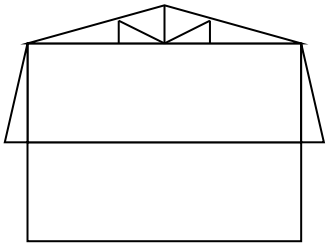
Beépített tetőtér esetén a ~80 cm (nagyobb épület esetében ~40 cm) tengelytávolságonkénti szaruzat gerendái keretszerkezetként működnek. A szaruállások illeszkednek a födém, illetve a falszerkezet gerenda-oszlop kiosztásához.



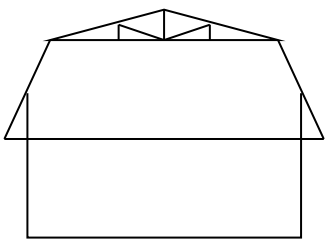
14. ábra
Tetőtér beépítés térdfal nélkül



15. ábra
Tetőtér beépítés térdfallal
(kisebb fesztávnál a belső térdfal elhagyható)

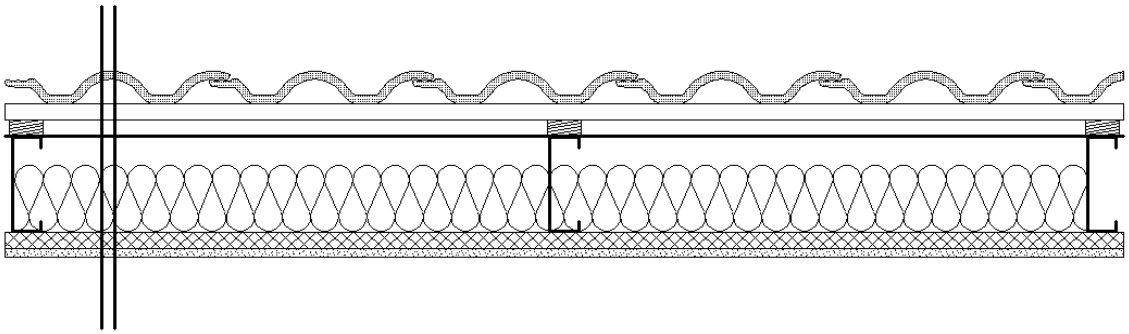


16. ábra
Tetőtér beépítés álmanzárddal



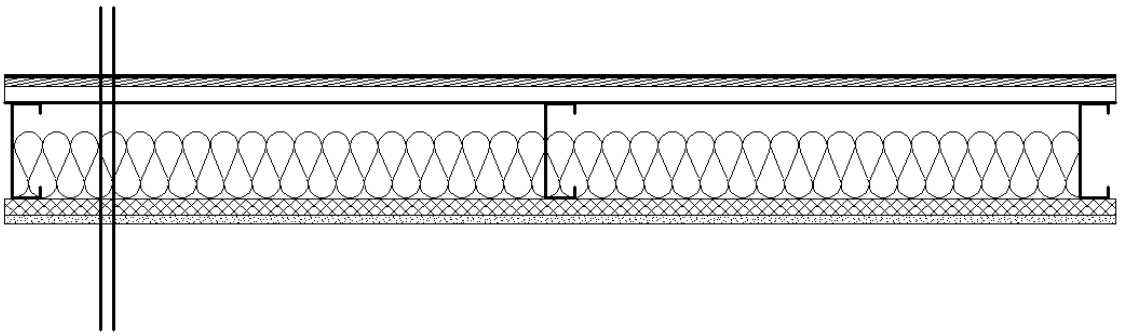
17. ábra
Tetőtér beépítés manzárddal

TETŐSZERKEZET CSERÉP HÉJALÁSSAL



- Tetőhéjalás (cserép, betoncserép, síkpala stb.)
- Cseréplléc
- Szellőző légrés igény szerinti vastagságú ellenléccel kialakítva
- 1 rtg. hőtükrös alátéthéjazat
- min. 4 cm átszellőztetett légrés
- 14 illetve 20,3 cm acél vázszerkezet, közte 10 illetve 15 cm üveggyapot hőszigetelés
- Igény szerinti vastagságú lécváz közte üveggyapot hőszigetelés
- 1 rtg. párazáró fólia
- Gipszkarton borítás
- Belső felületképzés (festés, tapéta, stb.)

TETŐSZERKEZET BITUMENES ZSINDELY HÉJALÁSSAL



- Bitumenes zsindely tetőhéjalás
- Bitumenes lemez alátéthéjazat
- 12 mm OSB építőlemez borítás
- Lécváz
- min. 4 cm átszellőztetett légrés
- 14 illetve 20,3 cm acél vázszerkezet, közte 10 illetve 15 cm üveggyapot hőszigetelés (javasolt kívül hőtükrös, páraáteresztő fóliával kasírozni)
- Igény szerinti vastagságú lécváz közte üveggyapot hőszigetelés
- 1 rtg. párazáró fólia
- Gipszkarton borítás
- Belső felületképzés (festés, tapéta, stb.)

3 KIVITELEZÉS

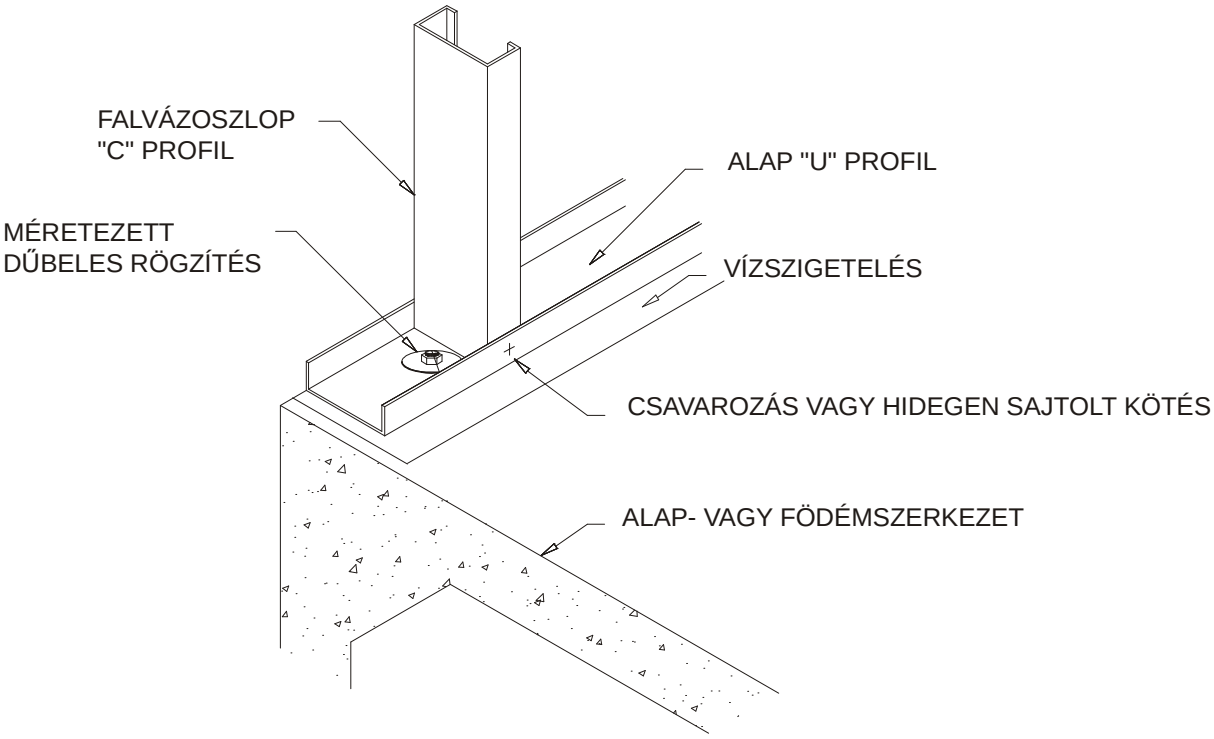
3.1 ALAPOZÁS

A könnyűszerkezetes épületekre általánosan elmondható, hogy mivel önsúlyuk csak töredéke a hagyományos szerkezetű épületekének ezért nem igényel masszív alapozást. Ezzel jelentős költségmegtakarítást lehet elérni.

A felépítmény fogadó szerkezetének alkalmas:

- hagyományos sávalap;
- vasbeton lemezalap tömörített kavicságyon;
- pontalapozás vasbeton fejgerendával;
- szerelt alapozás;
- vasbeton födém (pince esetén).

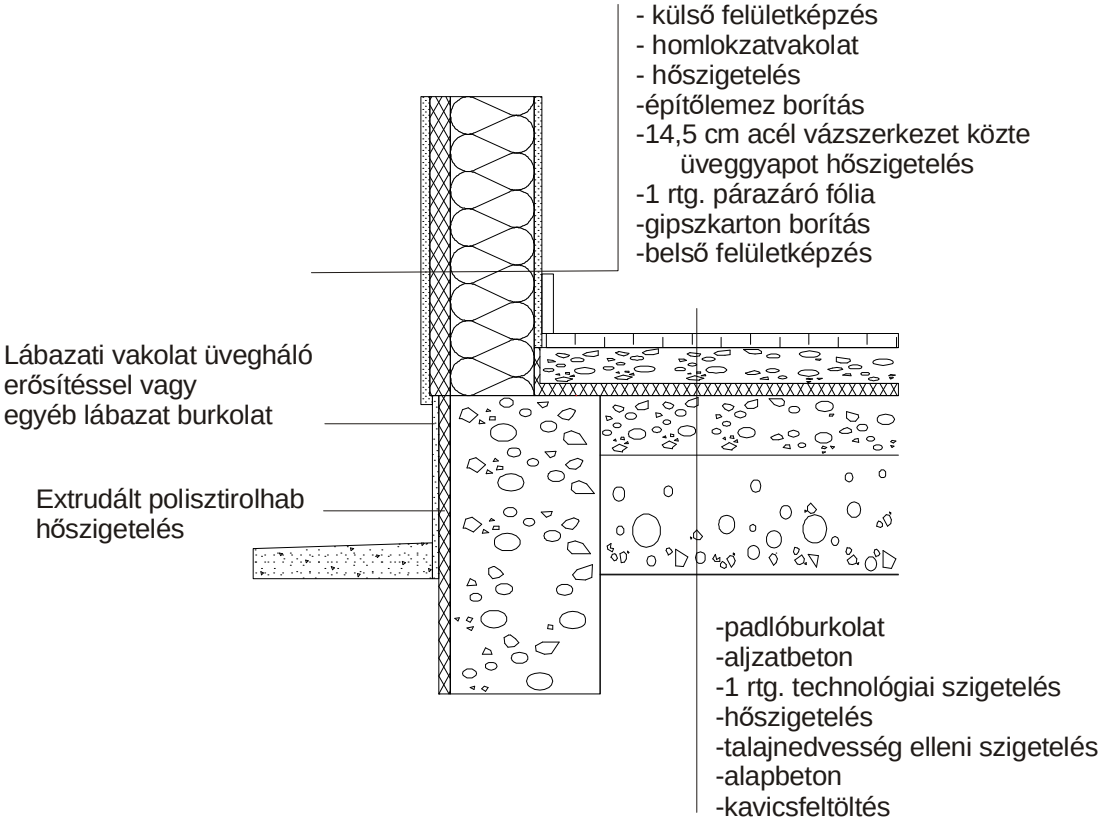
Mindig az építési telek helyszíni adottságai és a tervezett épület jellege döntik el, hogy az adott területen melyik alapozási mód a legcélszerűbb és leggazdaságosabb.
A fémszerkezet pontosságából adódóan a fogadószint kialakítása (pontossága) különös gondot érdemel. A fogadószint vízszintestől eltérő méretpontatlansága maximum ± 5 mm lehet. Az alap szélességi és hosszméretének, valamint derékszögűségének olyannak kell lennie, hogy a tervezett épület vázszerkezete sehol sem lóghat le az alapbetonról. Erre a fogadószintre kerül a helyszínen vagy szerelőcsarnokban összeállított fal váz- vagy panelszerkezet. A szerkezet ideiglenes rögzítése belövőszegekkel, végleges rögzítése fém dűbellel történik. Friss vagy fészkes beton esetén a rögzítéshez ragasztott dűbeleket alkalmazunk.



18. ábra
Fémszerkezet csatlakozása az alaphoz

3.2 LÁBAZATKÉPZÉS

Az épületek lábazatkialakítása döntően az alkalmazott lábazat-, valamint külső falburkolat kialakításától függ. Fűtött épületek esetében mindenhol célszerű lábazati hőszigetelést alkalmazni.



19. ábra
Példa lábazatkialakításra

3.3 ÉPÜLETGÉPÉSZET

3.3.1 Általános előírások

Vasbeton lemezalapozás vagy a fogadószerkezeti beton elkészülte előtt az épületgépészeti (csatorna, víz, elektromos, stb.) épületen belüli kiállásait meg kell szerelni.

A szerkezet felállítása után kezdődhet az épületgépészeti vezetékek elhelyezése. A vezetékek elvezethetőek a falakban, a mennyezeten, valamint a padlószerkezetben is. A profilgyártó gépen előre programozható a falvázak oszlopprofiljába készíthető lyukak száma és helyzete. A profilok kivágott nyílásaiba műanyag védőgyűrű kerül beépítésre, ami a vezetékek mechanikai védelmét látja el.

Az elektromos szerelés történhet védőcsöves rendszerrel, valamint kettősszigetelésű kiskábeles rendszerrel is.

A hideg- melegvíz, valamint fűtéshálózat készülhet réz- és műanyagrendszerrel egyaránt. Lehetőség van padlófűtés, fal-, mennyezetfűtés valamint légfűtés kivitelezésére is.

A vezetékezés során a profilokat csak lyukasztani szabad, a profilok övlemezei nem vághatók át.

3.3.2 Elektromos érintésvédelem

Magyarországon az érintésvédelem létesítéséről és módjáról az MSZ 172 szabvány rendelkezik

Ha az érintésvédelem módja nullázás (TN), akkor a védővezetőnek a PEN-vezetőről való leágazását a fogyasztói főelosztón kell megvalósítani.

A fogyasztásmérő környezetében a védővezetőt le kell földelni. A földelő vezetéket, az épület acélszerkezetét, a 20 m-nél közelebb lévő villámvédelmi földelő szondát, és az egyéb EPH hálózatba bekötendő fémtárgyakat az EPH csomópontba kell egyesíteni.

3.3.3 Villámvédelem

A villámvédelem besorolást az MSZ 274/2-81 sz. szabvány illetve az Országos Tűzvédelmi Szabályzat szerint kell végezni. Családi házaknál a besorolás általában

R1-M1-T5-K2-S1 - bitumenes zsindelytető esetében

R1-M1-T2-K2-S1 - nem éghető anyagú tetőfedés esetében

A besorolásból kiindulva a szükséges villámvédelmi fokozatot határozzuk meg, mely V0o.

Ez a fokozat azt fejezi ki, hogy az épület kis villámvédelmi érzékenysége és veszélyessége miatt semmiféle villámvédelemre nincs szükség.

A terv műszaki leírása fentieken kívül további követelményeket is tartalmazhat.

4 TERHEK RÖGZÍTÉSE

Kisebb terheket közvetlenül a gipszkartonhoz rögzíthetünk az alábbi ábrák szerinti módon. A gipszkarton falfelületbe rögzítéshez mindenképpen speciális, a gipszkartonhoz való dűbeleket kell használni. A rögzítőelemek típusa szerint változik a terhelhetőség, ennek mértékéről a gyártóktól kell információt beszerezni.
Nagyobb terhelés esetén a falak vázbordáihoz (lécezéséhez) vagy azon keresztül kell rögzíteni. (a vázbordák helyzete erős mágnessel vagy fémkeresővel megkereshető, illetve rajz szerint beazonosítható).

Kivonat az ÖNORM B 3415-ből - irányelvek gipszkartonlapok bedolgozásához:

4.1 ÁLTALÁNOS TUDNIVALÓK

Rögzítés falakra.
A falakat és az előtéthéjakat csak konzolterhekkel (nyugvó terhekkel) szabad terhelni. „F" támadóteher „e" külpontossága és a keletkező vízszintes erők „a" karja belül kell maradjanak a **20. ábrán** megállapított határértékeken. Az „F" teher az összes függőleges teher eredője, és csak a fal mindenkori teherviselő környezetére vonatkozik. A terhek helyi átadására a gipszkartonlap, a váz, vagy alkalmas segédszerkezetek szolgálhatnak. A terhek átadására a mindenkor alkalmas rögzítőelemeket kell használni. Amennyiben az erőátadás a gipszkartonlapra történik, a rögzítőelemek egymástól mért távolsága legalább 75 mm kell legyen.
Rögzítés mennyezetre.
Amennyiben a mennyezetburkolatokra és a függesztett mennyezetekre pótlólagos terhet (be- és ráépített szerkezetek) rögzítünk, a következőkre kell ügyelni. A 3 kg-nál kisebb (egyes teher) pótlólagos terhek közvetlenül a giszpkartonlapra (kivéve a perforált és a sliccelt lapot) rögzíthetőek, amennyiben a lapvastagság legalább 12,5 mm és a terhelési pontok távolsága legalább 50 cm. Felületi pótlólagos terhek 3 kg/m^2 és 20 kg/m^2 között közvetlenül rögzítendők a tartószerkezetre, miközben az egyes rögzítési pontokat maximum 10 kg-mal lehet terhelni. Felületi pótlólagos terhek 20 kg/m^2 felett közvetlenül a szilárd födémhez rögzítendők.

4.1.1 Könnyű konzolterhek

Hosszanti konzolterhek, melyek nem haladják meg a 0,4 kN/m (40 kg/fm) mértéket (pl. könnyű könyvespolcok és faliszekrények), rögzíthetők a fal vagy az előtéthéj bármely tetszőleges helyére. A **20. ábrától** eltérően változtatható az „F" teher vagy az „e" külpontosság, amennyiben a **21. ábrán** ábrázolt feltételeket betartjuk.

4.1.2 Középnehéz konzolterhek

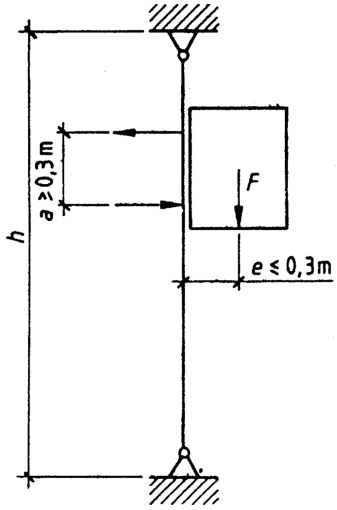
Hosszanti konzolterhek 0,4 kN/m és 0,7 kN/m (40 – 70 kg/fm) között átadhatók az egyszerű állóvázas falakra a fal bármely tetszőleges helyén akkor, ha a gipszkartonlap(ok) legalább18 mm vastag(ok). Az **20. ábrától** eltérően változtatható az „F" teher vagy az „e" külpontosság, amennyiben a **21. ábrán** ábrázolt feltételeket betartjuk.

4.1.3 Nehéz konzolterhek

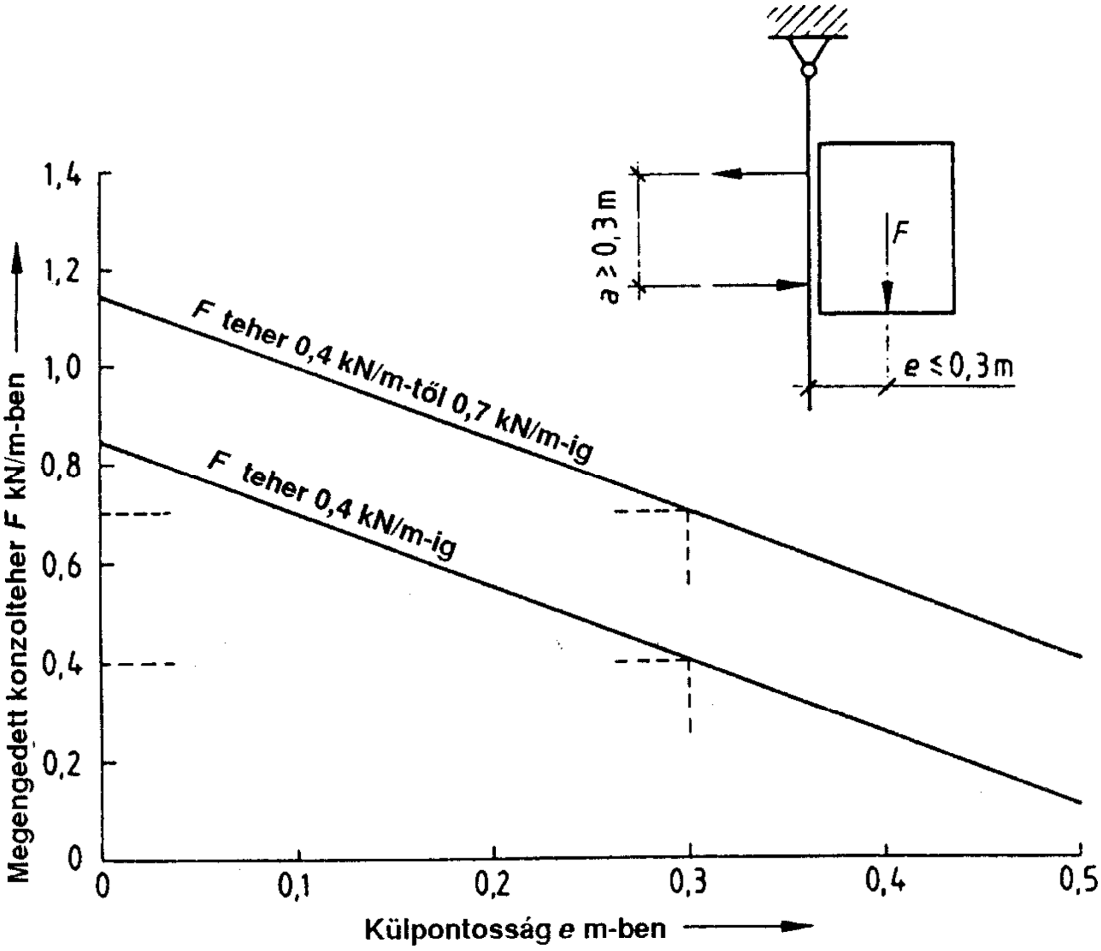
Hosszanti konzolterhek 0,7 kN/m és 1,5 kN/m között (pl. konzolos WC-kagylók, mosdókagylók, bojlerek) csak külön beépített segédszerkezettel (pl. kereszttartó, tartóállvány) adhatók át a tartószerkezetek.

4.1.4 Egyéb terhek

Amennyiben használatból adódóan nagyobb terhekre vagy dinamikus terhelésre számítunk, különleges építészeti intézkedések – pl. szintmagas tartóállvány – szükségesek.



20. ábra.
F" konzolteher, az erő támadási pontjának „e" külpontossága és a keletkező vízszintes erők „a" karja.



21. ábra.
Megengedett hossztól függő „F" konzol teherfal oldalanként és a teher támadási pontjának „e" távolsága a fal felületétől

4.2 RÖGZÍTÉSI MÓDOK

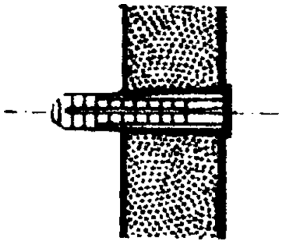
4.2.1 Könnyű és középnehéz terhek rögzítése a laphoz

Könnyű különálló terhek rögzítése gipszlaphoz

Képszögek

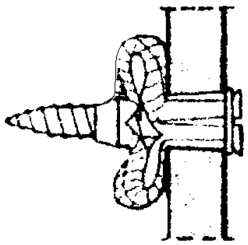
egy réteg gipszlap esetén	①	kb. 5 kg
	②	kb. 10 kg
	③	kb. 15 kg
két réteg gipszlap esetén	③	kb. 20 kg

4.2.2 Könnyű konzolterhek rögzítése gipszlaphoz



Feszítődűbel

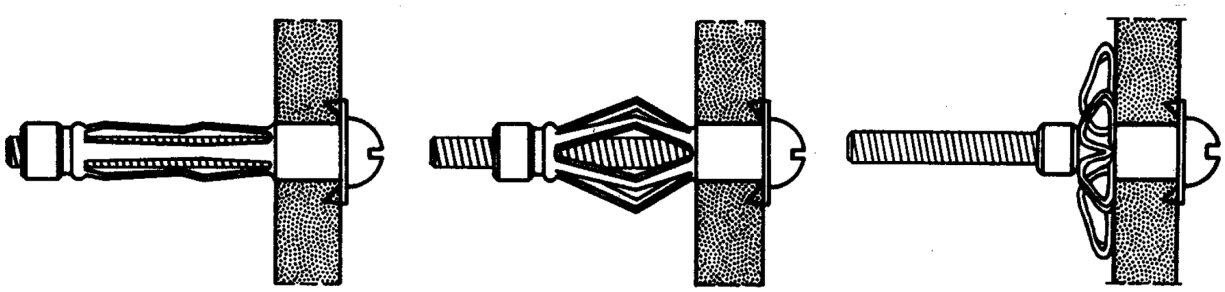
A megengedett terhelés dűbelenként:
20 mm burkolatvastagságtól 20 kg



Műanyag üregdűbel

A megengedett terhelés dűbelenként:
12,5 mm burkolat vastagságnál 20 kg,
20 mm vastagságtól 30 kg

4.2.3 Középnehéz konzolterhek rögzítése gipszlaphoz

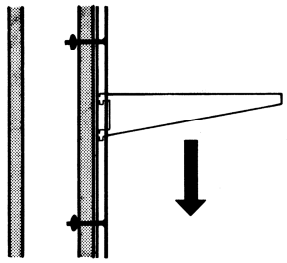


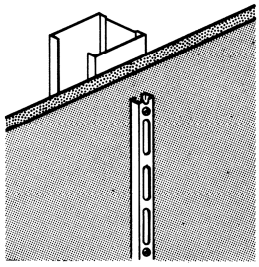
Fém üregdűbel

Dűbelek teherbírási adatai				
Építőlemez vastagsága (mm)	Műanyag üregdűbel (kg)		Fém üregdűbel (kg)	
	Ø 6 mm	Ø 8 mm	Ø 6 mm	Ø 8 mm
12,5	20	25	30	30
20	30	35	40	40
≥ 2 x 12,5	35	40	50	50

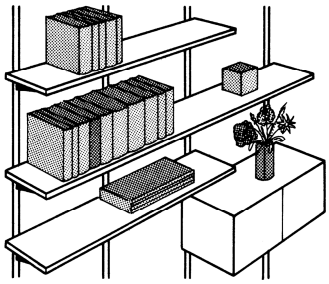
4.2.4 Középnehéz konzolterhek rögzítése a C falprofilokhoz

Terhelési séma





Rögzítés a C profilokhoz polctartó sínnel

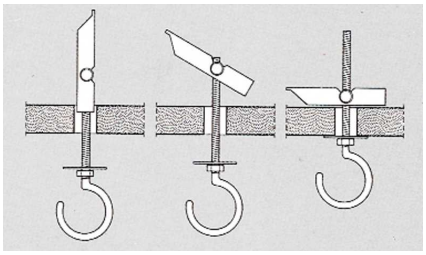


Alkalmazás pl. polcrendszereknél

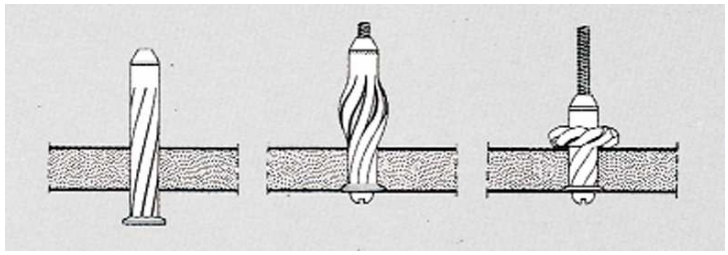
4.2.5 Könnyű egyedi terhek rögzítése álmennyezetekhez

Függönykarnisokat, lámpákat és hasonló terheket különféle dűbelekkel közvetlenül a gipszlap burkolathoz rögzíthetünk.

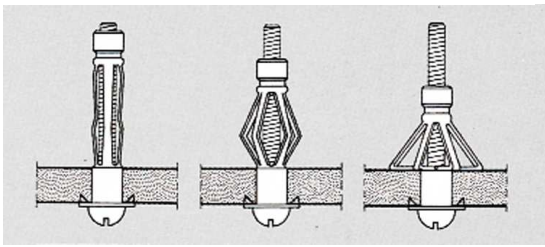
Billenődűbel



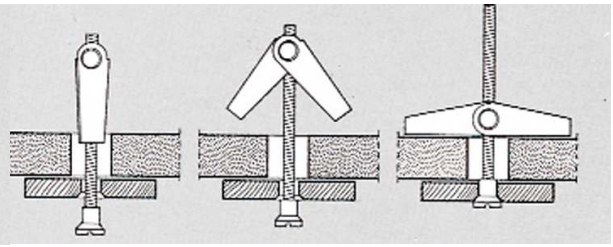
Műanyag üregdűbel



Fém üregdűbel



Tollas dűbel



5 ÉPÜLETFIZIKA

5.1 HŐTECHNIKA

Az épületek hőtechnikai méretezését jogszabályok és szabványok írják elő, melyek országonként eltérőek lehetnek. A hőtechnikai méretezés az építési engedélyezési tervek készítése során szükséges. A méretezés az épület egészére vonatkozóan ír elő állagvédelmi, energetikai és hővédelmi követelményeket. A számítás során a hőszigetelést megszakító szerkezeti elemeket vonalmenti hőhidakként kell számításba venni. Az ellenőrző számítás eredménye a tervezett épület térelhatároló szerkezeteinek felületeitől, azok hőátbocsátási tényezőitől, valamint a fűtött épület térfogattól és a külső-belső hőmérséklettől függ. Kontinentális klíma esetén célszerű minimum 5 cm vastag külső oldali hőszigetelést alkalmazni. A következő táblázatokban bemutatunk néhány lehetséges rétegrendet és azok rétegrendi hőátbocsátási tényezőit.

MENNYEZET RÉTEGREND

Rétegek	Vastagság (m)	Hővezetési tényező (W/mK)	Hővezetési ellenállás (m^2K/W)
külső levegő			0,0833
acél vázszerkezet, közte hőszigetelés	0,14	0,036	3,8889
függesztett lécváz, közte hőszigetelés	0,05	0,036	1,3889
PE párazáró fólia	0,0002	0,38	0,0005
gipszkarton borítás	0,0125	0,24	0,0521
belső levegő			0,1000
ÖSSZESEN:	0,2027		5,5137
	HŐÁTBOCSÁTÁSI TÉNYEZŐ:		**0,181 W/m^2K**

KÜLSŐ FAL 1. RÉTEGREND

Rétegek	Vastagság (m)	Hővezetési tényező (W/mK)	Hővezetési ellenállás (m^2K/W)
külső levegő			0,0416
nemesvakolat	0,003	0,99	0,0030
alapvakolat	0,02	0,87	0,0230
Heratekta építőlemez	0,05	0,047	1,0638
C140 acél vázszerkezet, közte hőszigetelés	0,145	0,036	4,0278
PE párazáró fólia	0,0002	0,38	0,0005
gipszkarton borítás	0,0125	0,24	0,0521
belső levegő			0,1250
ÖSSZESEN:	0,2307		5,3368
	HŐÁTBOCSÁTÁSI TÉNYEZŐ:		**0,187 W/m^2K**

KÜLSŐ FAL 2. RÉTEGREND

Rétegek	Vastagság (m)	Hővezetési tényező (W/mK)	Hővezetési ellenállás (m^2K/W)
külső levegő			0,0416
nemesvakolat	0,003	0,99	0,0030
alapvakolat	0,02	0,87	0,0230
Heratekta építőlemez	0,05	0,047	1,0638
C90 acél vázszerkezet, közte hőszigetelés	0,095	0,036	2,6389
PE párazáró fólia	0,0002	0,38	0,0005
gipszkarton borítás	0,0125	0,24	0,0521
belső levegő			0,1250
ÖSSZESEN:	0,1807		3,9479
	HŐÁTBOCSÁTÁSI TÉNYEZŐ:		**0,253 W/m^2K**

KÜLSŐ FAL 3. RÉTEGREND

Rétegek	Vastagság (m)	Hővezetési tényező (W/mK)	Hővezetési ellenállás (m^2K/W)
külső levegő			0,0416
Dryvit vakolat	0,003	0,8	0,0038
homlokzati hőszigetelés	0,05	0,04	1,2500
gipszrost v. osb építőlemez	0,012	0,1	0,1200
C140 acél vázszerkezet, közte hőszigetelés	0,145	0,036	4,0278
PE párazáró fólia	0,0002	0,38	0,0005
gipszkarton borítás	0,0125	0,24	0,0521
belső levegő			0,1250
ÖSSZESEN:	0,2227		5,6207

HŐÁTBOCSÁTÁSI TÉNYEZŐ: 0,178 W/m^2K

KÜLSŐ FAL 4. RÉTEGREND

Rétegek	Vastagság (m)	Hővezetési tényező (W/mK)	Hővezetési ellenállás (m^2K/W)
külső levegő			0,0416
Dryvit vakolat	0,003	0,8	0,0038
homlokzati hőszigetelés	0,05	0,04	1,2500
gipszrost v. osb építőlemez	0,012	0,1	0,1200
C90 acél vázszerkezet, közte hőszigetelés	0,095	0,036	2,6389
PE párazáró fólia	0,0002	0,38	0,0005
gipszkarton borítás	0,0125	0,24	0,0521
belső levegő			0,1250
ÖSSZESEN:	0,1727		4,2318

HŐÁTBOCSÁTÁSI TÉNYEZŐ: 0,236 W/m^2K

KÜLSŐ FAL 5. RÉTEGREND

Rétegek	Vastagság (m)	Hővezetési tényező (W/mK)	Hővezetési ellenállás (m^2K/W)
külső levegő			0,0416
mészhomok tégla burk.	0,065	0,91	0,0714
átszellőztetett légréteg	0,03		0,0250
homlokzati hőszigetelés	0,05	0,04	1,2500
gipszrost v. osb építőlemez	0,012	0,1	0,1200
C140 acél vázszerkezet, közte hőszigetelés	0,145	0,036	4,0278
PE párazáró fólia	0,0002	0,38	0,0005
gipszkarton borítás	0,0125	0,24	0,0521
belső levegő			0,1250
ÖSSZESEN:	0,3147		5,7134

HŐÁTBOCSÁTÁSI TÉNYEZŐ: 0,175 W/m^2K

KÜLSŐ FAL 6. RÉTEGREND

Rétegek	Vastagság (m)	Hővezetési tényező (W/mK)	Hővezetési ellenállás (m^2K/W)
külső levegő			0,0416
mészhomok tégla burk.	0,065	0,91	0,0714
átszellőztetett légréteg	0,03		0,0250
homlokzati hőszigetelés	0,05	0,04	1,2500
gipszrost v. osb építőlemez	0,012	0,1	0,1200
C90 acél vázszerkezet, közte hőszigetelés	0,095	0,036	2,6389
PE párazáró fólia	0,0002	0,38	0,0005
gipszkarton borítás	0,0125	0,24	0,0521
belső levegő			0,1250
ÖSSZESEN:	0,2647		4,3245

HŐÁTBOCSÁTÁSI TÉNYEZŐ: 0,231 W/m^2K

5.2 PÁRATECHNIKA

Az épületszerkezeteknél a pára kétféle módon okozhat problémát:
- épületszerkezeten belüli párakicsapódás és
- belső felületi páralecsapódás formájában.

Az előbbi épületszerkezeti károsodásokat, az utóbbi „szellemvonalakat", súlyosabb esetben penészedést okozhat.
A könnyűszerkezetes épületek páradiffúzió szempontjából általában nem problémásak, mivel minden esetben párazáró fóliát kell beépíteni a fűtött helyiség külső térelhatároló szerkezetének „meleg" (belső) oldalára. A hideg (külső) oldal rétegeit pedig páradiffúziós szempontból nyitottnak kell kialakítani. Amennyiben a párazáró fólia beépítése megfelelő (a toldások, áttörések párazáró módon kerülnek kialakításra), úgy a szerkezet belsejében párakicsapódás nem jöhet létre.
A belső felületi párakicsapódás megjelenése a felületi hőmérséklettől és a páratartalomtól függ.
A felületi hőmérséklet a hőhidak helyén a legalacsonyabb. Ezért törekedni kell a hőhidak mértékének csökkentésére. Sajnos hőhídmentes szerkezet nem létezik, mert az épületekben a sarkoknál, nyílászáróknál, külső teherhordó szerkezeteknél mindig kialakul egy gyengébben hőszigetelt sáv függetlenül attól, hogy milyen anyagból épült. A hőhidakat a teherhordó szerkezet előtt végigmenő hőszigeteléssel tudjuk csökkenteni. Ez lehet külső oldali vagy belső oldali. Minden esetben törekedni kell a külső oldali hőszigetelés alkalmazására. Minél nagyobb a hőmérsékletkülönbség a hőszigetelt és hőhidas felületek között, annál koncentráltabban jelentkezik a páralecsapódás hatása. Ezért van az, hogy minél jobban hőszigetelünk egy szerkezetet, annál inkább gondot kell fordítani a hőhidak hatásának kiküszöbölésére.
A páratartalom kialakulásához a főzés, a ruhaszárítás és más hétköznapi tevékenységek, a szobanövények, sőt a légzésünk is hozzájárul. A modern nyílászárók nagyon jól zárnak, ezért természetes légcsere nem alakul ki. Az 55-60%-nál magasabb relatív páratartalom a hideg és a téli időszakban penészesedést okozhat. A lakás helyiségeinek rendszeres szellőztetése a szerkezetek állagának megóvásához, valamint a megfelelő komfortérzet eléréséhez is elengedhetetlenül szükséges. Megfelelő szellőztetéssel elkerülhető a „szellemvonalak" és a penészedés megjelenése. A szellőztetés mértékét az egyéni igények, a lakásban tartózkodó személyek száma és a lakáshasználat körülményei együttesen befolyásolják. Célszerű szellőzővel ellátott nyílászárókat beépíteni, vagy utólagosan automata szellőző elemeket felszerelni.
„Lélegző" falszerkezet sajnos nem létezik. A páradiffúziós szempontból nyitott épületszerkezet nem tudja pótolni a szellőztetést. A szerkezeten keresztül távozó nedvesség ahhoz kevés, hogy a helyiség páratartalmát akár csak kis mértékben is csökkentse, ahhoz viszont sok, hogy a szerkezeten belül káros kicsapódást okozhasson. Ezért célszerűbb a párát nem beengedni a szerkezetbe, mint hogy a falon keresztül „szellőztessünk".

5.3 AKUSZTIKA

Két zárt helyiség között az épületben a hang háromféle módon terjedhet.
- Léghang – A keletkező hang a levegőben terjedve a szerkezetekhez érve, azokat rezgésbe hozza, és a túloldalon a szerkezet továbbadja.
- Lépéshang – Más néven kopogó hang, szerkezeti hang. A szerkezetre közvetlenül ható mechanikus hatások (lépészaj, gépészeti rezgések (pl. lift, mosógép)) a szerkezetben rezgésként terjed, majd a felületeken zaj formában jelentkezik.

- Kerülőutas hangterjedés – A keletkező hang nem csak a közvetlenül elválasztó szerkezeteken terjed, hanem minden kapcsolódó szerkezeten. Ezért a laboratóriumban mért eredmények mindig rosszabbak a helyszínen mért hangszigetelési értékeknél. Ez léghangoknál elérheti a 10 dB-t, lépéshangoknál az 5 dB-t is

Az építőiparban a hang keletkezési és terjedési formájától függően határozzák meg az egyes szerkezetekre a követelményeket.
A falakra léghangszigetelési, a járható födémekre lég- és lépéshangszigetelési követelmények vannak előírva.

Az épületek belső térhatároló megoldásainak hangszigetelési jellemzőit a tereket elválasztó szerkezetek - falak, födémek - valamint a hozzájuk csatlakozó szerkezetek hangenergiát közvetítő hatása együttesen határozza meg.

5.3.1 Léghanggátlás

A léghanggátlást a szerkezet kialakításától függően különböző módokon lehet elérni.

- Homogén anyagú szerkezet. - A hanggátlás elsősorban a felületi tömegtől függ (tömegtörvény). Minél nehezebb és rugalmasabb a fal annál nagyobb a hanggátlása. A hanggátlást nagymértékben rontja a rezonancia frekvencia és a kritikus frekvencia mértéke.
- Réteges szerkezet. – A könnyűszerkezetes épületek jellemző kialakítása. A rendszer előnye, hogy nagy hanggátlás érhető el viszonylag kis tömeggel. A borítás-levegő-borítás összeállítás egy tömeg-rugó-tömeg rendszert alkot. A hanggátlás mértékét befolyásolja a két tömeg rezonanciafrekvenciája, kritikus frekvenciája és a „dobozhangzásért" felelő légrésben kialakuló állóhullámok mértéke. Ez utóbbiak kedvezőtlen hatása könnyen csökkenthető szálas hangszigetelés alkalmazásával. Fontos, hogy ne használjunk merev szigeteléseket (polisztirolhab), mert azok jelentősen ronthatják a hangszigetelést. A rezonanciafrekvencia annál kisebb, minél nagyobbak a tömegek vagy a távolságok.

A léghanggátlást egy mérőszámmal a „súlyozott léghanggátlási számmal" – R_w, ill. a „súlyozott helyszíni léghanggátlási számmal" – R'_w jellemezhetjük. Mértékegysége a (dB).

Minél nagyobb az érték, annál jobb a hangszigetelés!

A szerkezet			Léghanggátlás R_w (dB)
Típusa	**Anyaga**	**Leírása**	
Fal	tégla	10 cm válaszfaltégla, 2x10mm vakolat	**41**
Fal	tégla	12 cm válaszfaltégla, 2x20mm vakolat	**41,5**
Fal	pórusbeton	10 cm válaszfaltégla, kétoldalt vakolva	**41**
Fal	Horizont™	C90 fémváz+hangszig. 2x1x12,5mm gipszkarton	**50***
Fal	Horizont™	C90 fémváz+hangszig. 2x2x12,5mm gipszkarton	**55**
Lakáselvá-lasztó fal	tégla	30 cm vtg. hanggátló tégla, 2x20mm vakolat	**59**
Lakáselvá-lasztó fal	Horizont™	2 x C90 fémváz +hangszig. +12,5mm +2x2x12,5 mm gipszkarton	**62**
Födém	beton+kerámia	vasbeton gerenda+kerámia béléstest+vakolat	**47-49**
Födém	vasbeton	15cm vasbeton+2cm ásv.gyapot+5cm beton+pvc	**44**
Födém	Horizont™	15mm gipszk. fém bordavázon +hangszig.+C200 fémváz+hangszig.+15mm osb+30mm üv.gy. hangszig.+50mm gipszrost v. esztrich aljzat	**56***

A *-gal jelölt ÉMI laboratóriumban mért érték, a többi szakirodalmi adat.

5.3.2 Lépéshanggátlás

A szerkezeti zajok és rezgések átvitelét az energiaátadási képesség csökkentésével lehet mérsékelni. Megfelelő lépéshanggátlást kétféleképpen lehet elérni:

- vastag, rugalmas burkolatot készítünk a felületen,
- a felületet elválasztjuk a többi szerkezettől egy rugalmas réteggel (úsztatás).

Az első esetben a padló burkolása történhet különböző vastagságú szőnyegekkel [hangszigetelés javulás kb. 30 dB], ill. többrétegű burkolatokkal (pl. alátét+laminált parketta) [hangszigetelés javulás kb. 20 dB].

Úsztatott padlószerkezetek esetében a teherhordó szerkezetet elválasztjuk az aljzatszerkezettől, és a burkolattól egy terhelhető, ám rugalmas hanglágy (hangszigetelő) anyaggal (úsztatóréteg, peremszigetelés).

Úsztatórétegként kis dinamikai merevségű anyagok használhatók föl (pl. üveggyapot, kőzetgyapot, nyílt cellás polietilén vagy poliuretánhab, rugalmasított polisztirolhab, gumi, parafa, stb.)

Aljzatszerkezetként felhasználhatunk nedves technológiájú szerkezeteket (pl.: beton, könnyűbeton, cement-, ill. gipszesztrich, stb.), vagy száraz technológiájú (pl.: gipszrostlap, osb, stb.).

A lépéshanggátlást egy mérőszámmal a „súlyozott lépéshangnyomásszinttel”– L_w, ill. a „súlyozott helyszíni lépéshangnyomásszinttel”– L'_w jellemezhetjük. Mértékegysége a (dB).

Minél kisebb az érték, annál jobb a hangszigetelés!

A szerkezet			Lépéshang-nyomásszint L_{nw} (dB)
Típusa	**Anyaga**	**Leírása**	
Födém	beton+kerámia	vasbeton gerenda+kerámia béléstest+vakolat	**90-87**
Födém	beton+kerámia	vasbeton gerenda+kerámia béléstest+vakolat +35mm ásványgyapot hangszig.+6cm esztrich	**55**
Födém	vasbeton	15cm vasbeton	**76**
Födém	vasbeton	15cm vasbeton+szőnyegpadló	**56**
Födém	Horizont™	15mm gipszk. fém bordavázon +hangszig.+C200 fémváz+hangszig.+15mm osb+30mm üv.gy. hangszig.+50mm gipszrost v. esztrich aljzat	**39***

A *-gal jelölt ÉMI laboratóriumban mért érték, a többi szakirodalmi adat.

6 TŰZVÉDELEM

A hatályos előírások alapján biztosítani kell az épületek tűzzel szembeni biztonságát. A vonatkozó irányelveknek megfelelően a fő tartószerkezetek tűzállósági teljesítménye akkora időtartamú kell legyen, hogy az épületben lévő éghető anyagok teljes elégéséhez szükséges időt meghaladja. Ezért az egyes (építő)anyagokat a tűzben való viselkedésük alapján „éghető" és „nem éghető" csoportba sorolják. Ezeket a csoportokat aztán további alcsoportokra osztják a „nehezen éghető"-től a „könnyen éghetőig".

Az épületszerkezetek tűzzel szembeni ellenállóképességét a **„tűzállósági határérték"** jellemzi. Lényegében az az időtartam, amíg a szerkezet az őt érő tűz hatására nem veszíti el stabilitását, nem jut át rajta a láng, és nem melegszik fel annyira, hogy a védett oldalon lévő éghető anyagok meggyulladjanak.

Egy szerkezet tűzállósági határértékének követelményét kétféleképpen tudjuk meghatározni:

- Táblázatból - az épület tűzállósági fokozatának és szintszámának, valamint az épületszerkezet éghetőségének függvényében. – Ebben az esetben általános követelményeket kapunk, melyek nem veszik figyelembe, a ténylegesen éghető anyagok és szerkezetek mennyiségét, az épület megközelíthetőségét, rendeltetését, a tűz várható időtartamát, a tűzoltás és a tűzjelzés lehetőségeit.
- Tűzterhelés számítással. – Ezt alkalmazva az adott épületnél figyelembe vehetjük a fenti szempontokat, és korrekt követelményértékeket tudunk alkalmazni.

Az épületszerkezetek valós tűzállósági határértékét - a többrétegű épületszerkezetek viselkedésének nehéz modellezhetősége miatt - csak laboratóriumi vizsgálattal lehet meghatározni. Ezt 1:1 méretarányú épületszerkezetek égetőkemencében való vizsgálatával végzik.

Teherhordó szerkezetek teherviselő képességének elvesztésére a deformáció és a deformáció sebessége szab kritériumokat.

Az ***acél nem éghető*** építőanyag. Tűz esetén nem szabadul fel belőle hőenergia és mérgező füst, a tüzet nem táplálja és nem vezeti. Magas hőfokon viszont kezdi elveszteni a stabilitását. A magyar szabvány szerint tönkrementnek kell tekinteni azt az acélszerkezetet, amelynél az acél átlagos hőmérséklete eléri az 500°C-ot, vagy egy ponton a 650°C-ot. Teherhordó szerkezetek esetében ezek az értékek 450, ill. 550°C. Ezért az acélszerkezeteket - amennyiben magasabb tűzállósági követelményeket támasztunk velük szemben - tűzvédelemmel kell ellátni. Megfelelő tűzvédelemmel akár 3-4 órás tűzállósági határértékű szerkezet is összeállítható.

A könnyűszerkezetes vázas épületeket általában valamilyen építőlemezzel borítjuk, és a vázak közét hőszigetelő anyaggal töltjük ki. Nem éghető szerkezetek esetében a borításnak és a hőszigetelésnek nem éghető anyagúnak kell lennie, és csak a szabványban meghatározott mértékig tartalmazhatnak a szerkezetek éghető anyagot.

Borításként leggyakrabban gipszkartont használunk. A gipsz kémiai adottságainál fogva kiváló tűzvédő anyag. Nem éghető, és tűz esetén az acélszerkezet felmelegedését gátolja. Ezáltal lehetővé teszi tűzvédő szerkezetek kialakítását.

A gipsz alapú építőlemezeken kívül felhasználhatók más anyagú építőlemezek is. Ezek között található olyan is, amely még kedvezőbb tűzvédelmet biztosít (pl.: vermikulit) Az építőlemezes védelmen kívül az acélszerkezeteket elláthatjuk tűzvédő bevonat-rendszerekkel is (pl.: festékek, szórt bevonatok, stb.).

Szerkezet típusa	Szerkezet leírása	Tűzállósági határérték (perc)
nem teherhordó fal	C90 fémváz+hőszig.(min 13kg/m^3 üveggyapot) +2x1x12,5 mm normál gipszkarton	**A2 REI30***
nem teherhordó fal	C90 fémváz+hőszig.(ásványgyapot) +2x1x12,5 mm tűzgátló gipszkarton	**60** (USA mérési eredmény)
nem teherhordó fal	C90 fémváz+hőszig.(min 40kg/m^3 üveggyapot) +2x2x12,5 mm tűzgátló gipszkarton	**90**
nem teherhordó fal	C90 fémváz+hőszig.(ásványgyapot) +2x2x12,5 mm tűzgátló gipszkarton	**120** (USA mérési eredmény)
nem teherhordó fal	C90 fémváz + hőszig. (min 100kg/m^3 ásványgyapot) +2x3x 12,5 mm tűzgátló gipszkarton	**180**
nem teherhordó fal	C90 fémváz + hőszig. (ásványgyapot) +2x2x20 mm tűzgátló gipszkarton	**240** (USA mérési eredmény)
Horizont™ teherhordó fal	C140 fémváz + hőszig. (min 13kg/m^3 üveg v. kőzetgyapot)+2x2x10 mm A1 tűzgátló gipszkarton, v gipszrost	**A1 REI60***
Horizont™ teherhordó fal	C140 fémváz + hőszig. (min 13kg/m^3 üveg v. kőzetgyapot)+2x1x15 mm tűzgátló gipszkarton	**A2 REI60***
Horizont™ teherhordó fal	C140 fémváz + hőszig. (min 13kg/m^3 üveg v. kőzetgyapot)+2x1x12,5 mm normál gipszkarton	**A2 REI30***
teherhordó fal	C90 fémváz+hőszig.(ásványgyapot) +2x2x12,5 mm tűzgátló gipszkarton	**60** (USA mérési eredmény)
teherhordó fal	C90 fémváz+hőszig.(ásványgyapot) +2x3x12,5 mm tűzgátló gipszkarton	**120** (USA mérési eredmény)
teherhordó fal	C90 fémváz+hőszig.(ásványgyapot) +2x2x15 mm tűzgátló gipszkarton	**120** (USA mérési eredmény)
teherhordó fal	C90 fémváz+hőszig.(ásványgyapot) +2x4x12,5 mm tűzgátló gipszkarton	**180** (USA mérési eredmény)
Horizont™ emeletközi födém	50mm gipszrost v. esztrich aljzat +30mm üv.gy. hangszig. +15mm osb .+C200 fémváz+ hangszig. +15mm gipszk. fém bordavázon +hangszig	**A2 REI30***
Horizont™ emeletközi födém	50mm gipszrost v. esztrich aljzat +30mm üv.gy. hangszig. +15mm osb .+C200 fémváz+ hangszig. +2x15mm A1 gipszk. fém bordavázon +hangszig	**A1 REI60***
emeletközi födém	felül gipszrost szárazaljzat vagy beton védelem +úsztató rtg. +15mm osb, +C140(C200) fémváz + hőszig. (min 80kg/m^3 ásványgyapot), alul függesztett 2x15mm tűzgátló gipszkarton álmennyezet	**90** (USA mérési eredmény)
Horizont™ térdfal, ferde fal, mennyezet	C140 fémváz +üveggyapot hőszig +30 mm lécváz, közte ásványgyapot hőszig. +acél rögzítőháló +15 mm tűzgátló gipszkarton	**B REI30***
Horizont™ térdfal, ferde fal, mennyezet	C140 fémváz +kőzetgyapot hőszig +30 mm fémváz, közte ásványgyapot hőszig. +acél rögzítőháló +2x15 mm A1 tűzgátló gipszkarton	**A1 REI60***

A *-gal jelölt ÉMI laboratóriumban mért érték, ill. szakértés, a többi szakirodalmi adat.

7 TARTÓSZERKEZETI MÉRETEZÉS

A tartószerkezetek méretezése minden esetben a mérnök feladata! A méretezést az adott ország szabványai és előírásai szerint kell elkészíteni! Az acélprofilok lemezvastagsága 0,9 és 1,5 mm között szabadon megválasztható a gazdaságosság függvényében.

7.1 SZÁMÍTÁSI ALAPELVEK

Számításainkban a jelenleg hatályos magyar szabványok és előírások alapján járunk el. A felhasznált előírások, szakirodalom:

EN 1990 A tartószerkezetek tervezésének alapjai.

EN 1991-1-1 A tartószerkezeteket érintő hatások. 1-1. rész: Sűrűségek, önsúly és az épületek hasznos terhei.

EN 1991-1-3 A tartószerkezeteket érintő hatások. 1-3. rész: Hóteher.

EN 1991-1-4 A tartószerkezeteket érintő hatások. 1-4. rész: Szélhatás.

EN 1993-1-1 Acélszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok.

EN 1993-1-3 Acélszerkezetek tervezése. 1-3. rész: Általános szabályok. Kiegészítő szabályok hidegen alakított elemekre.

EN 1993-1-5 Acélszerkezetek tervezése. 1-5. rész: Lemezes szerkezeti elemek.

Csellár Ö., Halász O., Réti V.: Vékonyfalú acélszerkezetek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1965.

Timoshenko, S. P. – Gere, J.M.: Theory of Elastic Stability. McGraw-Hill, New York, 1961.

Kollár Lajos: A mérnöki stabilitáselmélet különleges problémái. Akadémiai kiadó, Budapest, 1991.

BME Acélszerkezetek Tanszék: Egyenes tengelyű, nyitott keresztmetszetű acélrúd csavarása. Tanszéki kiadvány.

BME Acélszerkezetek Tanszék: Rudak síkbeli kihajlásvizsgálata. Tanszéki kiadvány.

BME Acélszerkezetek Tanszék: Rudak térbeli kihajlásvizsgálata. Tanszéki kiadvány.

BME Acélszerkezetek Tanszék: Lemezek horpadása. Tanszéki kiadvány.

7.2 VÉKONYFALÚ ACÉLSZERKEZET ANYAGA

A vékonyfalú acélszerkezeteket az alapanyaga Dx51D. A tartószerkezeti méretezésnél figyelembe vett anyagi tulajdonságok:

Határfeszültségek:

Folyási feszültség (f.y):	235	N/mm^2
Rugalmassági modulus (E):	210000	N/mm^2
Nyírási rug. modulus:	81000	N/mm^2
Hőtágulási együttható:	1.2·10-5 1/C^o	

A hidegalakítás hatására bekövetkező felkeményedés hatását a biztonság javára történő elhanyagolással nem lett figyelembe véve.

A számításban rugalmas állapotot feltételezünk, mivel a képlékeny csuklók kialakulását az alkotó lemezek helyi horpadása kíséri.
A szelvények 3-4. keresztmetszeti osztályokban tartoznak. A 3. osztályba azok a keresztmetszetek tartoznak, amelyek nyomott szélső szálában a feszültség elérheti folyáshatárt lineáris feszültségeloszlás feltételezése mellett, de a lemezhorpadás miatt a lemezhorpadás a képlékeny nyomatéki ellenállás nem alakul ki. A 4. osztályban a keresztmetszetben a folyáshatár előtt lemezhorpadás következik be. Az EN 1993-1-1 szerint a 4. osztályú keresztmetszetek esetén a kihorpadásra képes karcsú lemezrészeket nem vesszük alapul a keresztmetszeti jellemzők meghatározásakor, és az úgynevezett effektív keresztmetszeti jellemzőkkel számolunk. Mivel a lemezek kihorpadásra hajlamos részei igénybevétel függőek, így két jellegzetes igénybevételhez határoztuk meg az effektív keresztmetszeti jellemzőket:
- központos nyomás (rácsos tartók nyomott elemeihez)
- tiszta hajlítás (hajlított elemekhez)

Hajlítási sugár (belső oldalon): 3 mm.
A keresztmetszeti méretek mérettűrése miatt a hajlítást folyamatos üzemű hajlító görgősoron kell végezni (szakaszos üzemű élhajlító gép nem kellő méretpontosságú).

7.3 FOGADÓSZERKEZET:

A könnyűszerkezetes felépítményt hagyományos technológiával készült földszinti padlószintről kell indítani. Így az esetleges pincét és födémét hagyományos technológiával kell előre elkészíteni.

7.4 FÖDÉM MÉRETEZÉS

Ha nyitott szelvényt használunk, akkor a súlypont és a nyírási középpont nem esik egybe, így a gerendára koncentrált megoszló terhelés a hajlításon és nyíráson kívül megoszló csavaró nyomatékot is kifejt. A 90-100 centiméterenként elhelyezett oldalirányú merevítések villás megtámasztásként működnek, amiből a megoszló- csavaró nyomatéki terhelésből az oldalirányú megtámasztásoknál tiszta csavaró nyomaték és torzulási csavaró nyomaték, míg a megtámasztások között középen torzulási nyomaték (kettős nyomaték) keletkezik. Az igénybevételek meghatározása például a Csellár-Halász-Réti könyv alapján végezhető.
A födémgerendák méretezésénél az alábbi vizsgálatokat kell elvégezni:

7.4.1 Szilárdsági vizsgálatok

- A keresztmetszet nyomatéki ellenállásának nagyobbnak kell lennie a tervezett nyomatékoknál.
- A csavarásból és nyírásból kialakuló normál- és nyírófeszültségeknek nagyobbnak kell lennie a folyási feszültségnél.

7.4.2 Horpadásvizsgálat:

- Övlemez horpadás

  Az övek szélességi méretét a vastagság függvényében úgy célszerű megválasztani, hogy az övhorpadás ne lehessen mértékadó. A támaszoknál és a koncentrált terheléseknél fabetétet kell alkalmazni.
- Gerinclemez horpadás

A vizsgálatot az EN 1993-1-3 alapján kell elvégezni, amennyiben koncentrált terhelés esetén nincs merevítés. A támaszoknál és a koncentrált terheléseknél a gerinchorpadás elkerülése miatt fabetétet, vagy egyéb merevítést kell alkalmazni.

7.4.3 Kifordulásvizsgálat

Kifordulás vizsgálatra két módszert lehet alkalmazni az Eurocode-ban, mi a általános módszert alkalmazzuk. A megtámasztásokként a szalaggal kialakított kapcsolatokat vesszük figyelembe, az Osb vagy egyéb építőlemezekkel merevítő hatását a biztonság javára nem vesszük figyelembe

7.4.4 Lehajlásvizsgálat

A terhek alapértékéből számított lehajlás a támaszköz 200-ad részénél nagyobb nem lehet.

7.5 FAL MÉRETEZÉSE

A falszerkezet 40 centiméterenként elhelyezett oszlopait a saját és burkolatának súlyán kívül a fal feletti födémek, falak és tetőről átadódó függőleges erők terhelik, amik nyomó igénybevételt okoznak. A szélnyomás hajlítást okoz. Így az oszlopot külpontos nyomásra kell ellenőrizni.

7.5.1 Szilárdsági vizsgálat a hajlítás síkjában

- A keresztmetszet normálerő ellenállásának nagyobbnak kell lennie a tervezett normálerőknél.
- A keresztmetszet nyomatéki ellenállásának nagyobbnak kell lennie a tervezett nyomatékoknál.
- A csavarásból és nyírásból kialakuló normál- és nyírófeszültségeknek nagyobbnak kell lennie a folyási feszültségnél.

7.5.2 Kihajlásvizsgálat

- Az oszlopok erős tengely mentén való kihajlási ellenállásának nagyobb kell lennie a tervezett normálerőnél. A kihajlási hosszként az emeletmagasságot vesszük figyelembe. Befogási tényezőként ν=1-et alkalmazunk.

7.5.3 Horpadásvizsgálat

- Övlemez horpadás

  Az övek szélességi méretét a vastagság függvényében úgy célszerű megválasztani, hogy az övhorpadás ne lehessen mértékadó. A támaszoknál és a koncentrált terheléseknél fabetétet kell alkalmazni.
- Gerinclemez horpadás
- A vizsgálatot az EN 1993-1-3 alapján kell elvégezni, amennyiben koncentrált terhelés esetén nincs merevítés. A támaszoknál és a koncentrált terheléseknél a gerinchorpadás elkerülése miatt fabetétet kell alkalmazni.

7.5.4 Kölcsönhatás vizsgálat

- A nyírásból, csavarásból, hajlításból és normálerőkből keletkező feszültségek kölcsönhatás vizsgálatát el kell végezni.

7.6 ÁTHIDALÓ MÉRETEZÉSE

– A több szelvényből készített összetett keresztmetszetű áthidalók nyírási középpontja és súlypontja egybe esik, így a rá ható közvetlen födém és falteher - ami koncentrált erőként hat az áthidalóra - csavarást nem okoz. Az áthidalókat 40 centiméterenként alulról rugalmasan megtámasztó oszlopdarabok, és az alul – felül végigfutó U szelvények megakadályozzák a tartó kifordulását, és merevítik a szerkezetet mindkét irányú síkbeli kihajlás ellen. Ezeknek az U szelvényeknek a gerinclemezét be lehet számítani az áthidaló keresztmetszetébe.

7.6.1 Szilárdsági vizsgálatok

- A keresztmetszet nyomatéki ellenállásának nagyobbnak kell lennie a tervezett nyomatékoknál.
- A gerinclemezek nyírási ellenállásának nagyobbnak kell lennie tervezett nyíróerőknél.

7.6.2 Horpadásvizsgálat

Övlemez horpadás
Az övek szélességi méretét a vastagság függvényében úgy célszerű megválasztani, hogy az övhorpadás ne lehessen mértékadó. A támaszoknál és a koncentrált terheléseknél fabetétet kell alkalmazni.
Gerinclemez horpadás
A vizsgálatot az EN 1993-1-1 alapján kell elvégezni, amennyiben koncentrált terhelés esetén nincs merevítés. A támaszoknál és a koncentrált terheléseknél a gerinchorpadás elkerülése miatt fabetétet kell alkalmazni.

7.6.3 Lehajlásvizsgálat

A terhek alapértékéből számított lehajlás a támaszköz 200-ed részénél nagyobb nem lehet.

7.7 RÁCSOSTARTÓ MÉRETEZÉSE

7.7.1 Nyomott rácsrúd méretezése

– Síkbeli kihajlás vizsgálata a szimmetriasíkban, a rácsostartó síkjára merőlegesen, a keresztmetszet y tengelye körül:
Kihajlási hossza (l_y) a rúd hossza, illetve a rúd oldalsó megtámasztásai közti távolság.
Kihajlási csökkentő tényezőjét az MSZ-EN-1993-1-3 "b" keresztmetszetcsoporthoz tartozó görbe alapján kell meghatározni.

– Alkotólemezek horpadásvizsgálata
A gerinclemezek kapcsolódnak egymáshoz ezért a horpadásvizsgálatot el lehet hagyni.

8 MELLÉKLET – MÉRETEZÉSI SEGÉDTÁBLÁZATOK

8.1 Állandó terhek

8.1.1 Födémek önsúlyai

F1 Járható födém szárazpadlóval		
		kN/m^2
-Kerámia (vagy lam. parketta) burkolat	15 mm	0,26
-Gipszrost lap	2*10 mm	0,19
-Hangszigetelés (Rockwool Steprock Hd)	20 mm	0,02
-Osb lap	15 mm	0,1
-C 200 szelvény	0,037kN/m	0,09
-közte üveggyapot	150 mm	0,02
-2rtg. gipszkarton	25 mm	0,28
		0,99

F2 Járható födém betonpadlóval		
		kN/m^2
-Kerámia (vagy lam. parketta) burkolat	15 mm	0,26
-Estrich réteg	40-60 mm	1,44
-Technológiai szigetelés		
-Hangszigetelés (Rockwool Steprock Hd)	20 mm	0,02
-Osb lap	15 mm	0,1
-C 200 szelvény	0,037kN/m	0,09
-közte üveggyapot	150 mm	0,02
- Lécváz vagy függ. álmennyezet		0,03
-2rtg. gipszkarton	25 mm	0,28
		2,24

8.1.2 Tetők önsúlyai

T1- Beépített tető cserépfedéssel		
		kN/m^2
-Cserép (beton v.agyag)		0,5
-Lécváz		0,03
-Ellenléc		0,02
-lélegző tetőfólia		
-C 140 szelvény	0,028kN/m	0,07
-közte kőzetgyapot hőszig.	140 mm	0,11
-Lécváz vagy függ. álmennyezet		0,03
-2rtg. gipszkarton	25mm	0,28
		1,04

T2- Beépített tető zsindelyfedéssel		
		kN/m^2
-zsindelyfedés		0,12
-Osb lap		0,08
-Lécváz		0,03
-C 140 szelvény	0,028kN/m	0,07
-közte kőzetgyapot hőszig.	140 mm	0,11
-Lécváz vagy függ. álmennyezet		0,03
-2rtg. gipszkarton	25mm	0,28
		0,72

T3- Beépített tető lemezfedéssel		
		kN/m^2
-lemezfedés		0,06
-Osb lap		0,08
-Lécváz		0,03
-C 140 szelvény	0,028kN/m	0,07
-közte kőzetgyapot hőszig.	140 mm	0,11
-Lécváz vagy függ. álmennyezet		0,03
-2rtg. gipszkarton	25mm	0,28
		0,66

T4- Nem beépített tető cserépfedéssel		
		kN/m^2
-Cserép (beton v.agyag)		0,5
-Lécváz		0,03
-Ellenléc		0,02
-lélegző tetőfólia		
-C 140 szelvény	0,028kN/m	0,07
		0,62

T5- Nem beépített tető zsindelyfedéssel		
		kN/m^2
-zsindelyfedés		0,12
-Osb lap	12 mm	0,08
-Lécváz		0,03
-C 140 szelvény	0,028kN/m	0,07
		0,3

T6- Nem beépített tető lemezfedéssel		
		kN/m^2
-lemezfedés		0,06
-Osb lap	12 mm	0,08
-Lécváz		0,03
-C 140 szelvény	0,028kN/m	0,07
		0,24

8.1.3 Lapostetők önsúlyai

L1 Lapostető betonleterheléssel		
		kN/m^2
-Betonleterhelés	100 mm	2,5
-Elválasztó rtg, vízszigetelés, kellősítés		0,03
-Hőszigetelés	20-150mm	0,09
-Osb lap	15 mm	0,1
-C 200 szelvény	0,037kN/m	0,09
-közte üveggyapot	150 mm	0,02
- Lécváz vagy függ. álmennyezet		0,03
-2rtg. gipszkarton	25 mm	0,28
		3,14

L2 Lapostető kavicsleterheléssel		
		kN/m^2
-Kavicsleterhelés	50 mm	0,9
-Elválasztó rtg, vízszigetelés, kellősítés		0,03
-Hőszigetelés	20-150mm	0,09
-Osb lap	15 mm	0,1
-C 200 szelvény	0,037kN/m	0,09
-közte üveggyapot	150 mm	0,02
- Lécváz vagy függ. álmennyezet		0,03
-2rtg. gipszkarton	25 mm	0,28
		1,54

L3 Lapostető bitumen vagy műanyaglemez fedéssel		
		kN/m^2
-Vizszigetelés (műanyag, vagy bitumen)		0,05
-Hőszigetelés	20-150mm	0,09
-Osb lap	15 mm	0,1
-C 200 szelvény	0,037kN/m	0,09
-közte üveggyapot	150 mm	0,02
- Lécváz vagy függ. álmennyezet		0,03
-2rtg. gipszkarton	25 mm	0,28
		0,66

L4 Lapostető fémlemez fedéssel		
		kN/m^2
-Fémlemezfedés		0,07
-Alátéthéjazat		0,03
-Hőszigetelés	20-150mm	0,09
-Osb lap	15 mm	0,1
-C 200 szelvény	0,037kN/m	0,09
-közte üveggyapot	150 mm	0,02
- Lécváz vagy függ. álmennyezet		0,03
-2rtg. gipszkarton	25 mm	0,28
		0,71

8.1.4 Falak önsúlyai

KF1- Külső fal-általános		
		kN/m^2
-Dryvit réteg, színezéssel	100mm	0,06
-Osb lap	12 mm	0,08
-C 140 szelvény	0,028kN/m	0,07
-közte kőzetgyapot hőszig.	140 mm	0,11
-Lécváz		0,03
-2rtg. gipszkarton	25mm	0,28
		0,63

KF2- Külső fal-gipszrostlappal		
		kN/m^2
-Dryvit réteg, színezéssel	100mm	0,06
-Gipszrostlap	12 mm	0,20
-C 140 szelvény	0,028kN/m	0,07
-közte kőzetgyapot hőszig.	140 mm	0,11
-Lécváz		0,03
-2rtg. gipszkarton	25mm	0,28
		0,75

Az esetleges terheket (hasznos, hó, szél), biztonsági tényezőket, valamint a mértékadó teherkombináció képzését az MSZ 15021/1, ill. az adott ország szabványa alapján kell figyelembe venni.

8.2 Keresztmetszeti adatok

8.2.1 C profil effektív keresztmetszeti adatai hajlított esetben

	h	b	t	c	heff1	heff2	Km. terület Ax	Inercia Iy	Inercia Iz	Csavar. inercia It	Öblösödési inercia Iω	Statikai nyomaték Wy	Statikai nyomaték Wz	Inercia-sugár iy	Inercia-sugár iz	Súlypont yG	Súlypont zG	ys	zs
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(cm^4)	(cm^4)	(cm^4)	(cm^6)	(cm^3)	(cm^3)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
C 90-9	9	4,1	0,09	1,40	2,09	7,06	1,73	22,4	4,3	0,00482	79	5	1,6	3,6	1,6	1,4	4,5	-3,4	0
C 90-10	9	4,1	0,10	1,40	2,22	7,23	1,92	24,7	4,7	0,0066	87	5,5	1,8	3,6	1,6	1,4	4,5	-3,4	0
C 90-15	9	4,1	0,15	1,40	2,60	7,73	2,85	36,4	6,9	0,02216	124	8,1	2,5	3,6	1,6	1,4	4,5	-3,3	0
C 140-9	14	4,1	0,09	1,40	2,32	9,90	2,02	60,3	4,7	0,00603	197	8,2	1,6	5,5	1,5	1,2	6,7	-3	-0,1
C 140-10	14	4,1	0,10	1,40	2,50	10,15	2,28	67,5	5,3	0,00827	219	9,3	1,8	5,4	1,5	1,2	6,8	-2,9	-0,1
C 140-15	14	4,1	0,15	1,40	3,25	11,19	3,6	102,9	7,9	0,02779	311	14,7	2,7	5,3	1,5	1,1	7	-2,8	0
C 203-9	20,3	4,1	0,09	1,40	2,44	13,23	2,33	138,2	5,1	0,00756	420	12,4	1,6	7,7	1,5	1,1	9,2	-2,7	0,2
C 203-10	20,3	4,1	0,10	1,40	2,65	13,53	2,63	155,2	5,7	0,01037	469	14,1	1,8	7,7	1,5	1	9,3	-2,7	0,2
C 203-15	20,3	4,1	0,15	1,40	3,59	14,85	4,27	242,4	8,5	0,03488	709	23	2,7	7,5	1,4	1	9,8	-2,5	0,1

8.2.2 C profil effektív keresztmetszeti adatai nyomott esetben

	h	b	t	c	heff1	Km. terület Ax	Inercia Iy	Inercia Iz	Csavar. inercia It	Öblösödési inercia Iω	Statikai nyomaték Wy	Statikai nyomaték Wz	Inercia-sugár iy	Inercia-sugár iz	Súlypont yG	Súlypont zG	ys	zs
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(cm^4)	(cm^4)	(cm^4)	(cm^6)	(cm^3)	(cm^3)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
C 90-9	9	4,1	0,09	1,40	25,0	1,37	21,9	3,4	0,005	80	4,9	1,5	4	1,6	1,8	4,5	-5	0
C 90-10	9	4,1	0,10	1,40	27,1	1,56	24,4	3,9	0,007	88	5,4	1,6	4	1,6	1,7	4,5	-5	0
C 90-15	9	4,1	0,15	1,40	36,8	2,61	36,4	6,4	0,022	125	8,1	2,5	3,7	1,6	1,5	4,5	-4,6	0
C 140-9	14	4,1	0,09	1,40	26,0	1,39	57,7	3,5	0,015	179	8,2	1,5	6,5	1,6	1,7	7	-7,1	0
C 140-10	14	4,1	0,10	1,40	28,3	1,58	64,7	4	0,022	197	9,2	1,7	6,4	1,6	1,7	7	-7,1	0
C 140-15	14	4,1	0,15	1,40	39,5	2,69	100	6,5	0,101	282	14,3	2,5	6,1	1,6	1,5	7	-6,1	0
C 203-9	20,3	4,1	0,09	1,40	26,5	1,40	127,9	3,5	0,015	359	12,6	1,5	9,6	1,6	1,7	10,1	-9,7	0
C 203-10	20,3	4,1	0,10	1,40	28,9	1,59	144,4	4	0,023	396	14,2	1,7	9,5	1,6	1,7	10,2	-9,6	0
C 203-15	20,3	4,1	0,15	1,40	40,9	2,73	229,6	6,6	0,104	571	22,6	2,5	9,2	1,6	1,5	10,1	-8,1	0

8.2.3 C profil keresztmetszeti adatai húzott esetben (teljes keresztmetszet)

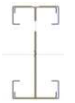
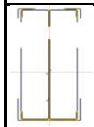
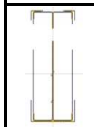
	b	c	h	t	r	Ax	G
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(cm^2)	(kN/m)
C90-9	41	14	90	0,9	3	1,73	0,0136
C90-10	41	14	90	1,0	3	1,92	0,0151
C90-15	41	14	90	1,5	3	2,85	0,0224
C140-9	41	14	140	0,9	3	2,18	0,0171
C140-10	41	14	140	1,0	3	2,42	0,019
C140-15	41	14	140	1,5	3	3,6	0,0283
C203-9	41	14	203	0,9	3	2,75	0,0216
C203-10	41	14	203	1,0	3	3,05	0,0239
C203-15	41	14	203	1,5	3	4,55	0,0357

8.2.4 U profil keresztmetszeti adatai húzott esetben (teljes keresztmetszet)

az U profilok önmagukban nincsenek nyomva, és hajlítva csak összetett keresztmetszetekben

	b	c	h	t	r	Ax	G
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(cm^2)	(kN/m)
U93-9	41	14	90	0,9	3	1,54	0,0121
U93-10	41	14	90	1,0	3	1,71	0,0134
U93-15	41	14	90	1,5	3	2,55	0,02
U143-9	41	14	140	0,9	3	1,99	0,0156
U143-10	41	14	140	1,0	3	2,21	0,0173
U143-15	41	14	140	1,5	3	3,3	0,0259
U206-9	41	14	203	0,9	3	2,56	0,0201
U206-10	41	14	203	1,0	3	3,4	0,0267
U206-15	41	14	203	1,5	3	4,2	0,033

Összetett keresztmetszetek effektív adatai födémgerendákhoz

	SZELVÉNY	Km. terület Ax	Inercia Iy	Inercia Iz	Csavar. inercia It	Öblösödési inercia Iω	Statikai nyomaték Wy	Statikai nyomaték Wz	Inercia-sugár iy	Inercia-sugár iz	Súlypont yG	Súlypont zG	ys	zs	G
		(cm^2)	(cm^4)	(cm^4)	(cm^4)	(cm^6)	(cm^3)	(cm^3)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(kg/fm)
	2*C140-9	4,04	120,6	15,4	0,012	855	16,5	3,7	5,5	2	4,1	6,7	0	0,3	3,42
	2*C140-10	4,56	135	17	0,017	943	18,7	4,1	5,4	1,9	4,1	6,8	0	0,2	3,80
	2*C140-15	7,18	205,4	25	0,056	1366	29,3	6,1	5,3	1,9	4,1	7	0	0	5,65
	2*C203-9	4,66	276,4	15,4	0,015	1750	24,9	3,7	7,7	1,8	4,1	9,2	0	1	4,32
	2*C203-10	5,27	310,4	17	0,021	1932	28,2	4,1	7,7	1,8	4,1	9,3	0	0,9	4,79
	2*C203-15	8,54	484,8	25	0,07	2808	46,1	6,1	7,5	1,7	4,1	9,8	0	0,4	7,14
	2*C203-15+C90-9	9,79	577,8	47	0,075	4673	52,8	10,4	7,7	2,2	4,5	10,9	0	4,9	8,50
	2*C203-15+C90-10	9,99	591,1	49,5	0,076	4779	53,2	10,9	7,7	2,2	4,5	11,1	0	5	8,65
	2*C203-15+C90-15	11,05	657,8	61,4	0,092	5184	55,3	13,6	7,7	2,4	4,5	11,9	0	5,4	9,38
	2*C203-15+2*C90-9	11,52	718,4	69,3	0,079	9781	66	15,3	7,9	2,5	4,5	9,6	0	0,6	9,86
	2*C203-15+2*C90-10	11,9	750,3	74,2	0,083	10532	69	16,4	7,9	2,5	4,5	9,6	0	0,6	10,16
	2*C203-15+2*C90-15	13,91	921,3	97,8	0,114	14176	85,8	21,6	8,1	2,7	4,5	9,9	0	0,4	11,62
	C203-15+U203-9	6,12	337,2	19,9	0,091	2797	29,7	8,4	7,4	1,8	1,8	9,2	-0,9	-8,4	5,58
	C203-15+U203-10	6,73	362,8	22,4	0,098	3132	31,6	10	7,3	1,8	2	9,1	-0,6	-9	6,24
	2*(C203-15+U203-9)	12,25	674,5	80,8	0,181	12043	59,4	19,3	7,4	2,6	4,2	9,2	0	-6,2	11,16
	2*(C203-15+U203-10)	13,46	725,5	98,3	0,197	14408	63,2	23,4	7,3	2,7	4,2	9,1	0	-7,1	12,48
	2*(C203-15+U203-9) +2*U93-9	14,53	872,8	113	0,194	16373	74,2	24,3	7,8	2,8	4,6	9	0	-5	13,58
	2*(C203-15+U203-10) +2*U93-9	15,74	923,6	131	0,209	15132	77,8	28	7,7	2,9	4,7	8,9	0	-7,5	14,90
	2*(C203-15+U203-9) +2*U93-10	14,84	901,7	118	0,198	17054	76,7	25	7,8	2,8	4,6	9	0	-4,8	13,85
	2*(C203-15+U203-10) +2*U93-10	16,05	951,7	135	0,214	19914	80,4	28,7	7,7	2,9	4,6	9	0	-5,6	15,17
	3*(C203-15+U203-10) +2*U140-10	23,26	1354	392	-3,6	57828	113,4	53,5	7,6	4,1	7	8,9	0,2	-5,6	22,19

Összetett keresztmetszetek effektív adatai áthidalókhoz

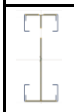
	SZELVÉNY	Km. terület Ax	Inercia Iy	Inercia Iz	Csavar. inercia It	Öblösödési inercia Iω	Statikai nyomaték Wy	Statikai nyomaték Wz	Inercia-sugár iy	Inercia-sugár iz	Súlypont yG	Súlypont zG	ys	zs	G
		(cm^2)	(cm^4)	(cm^4)	(cm^4)	(cm^6)	(cm^3)	(cm^3)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(kg/fm)
	2*C140-9+2*U90-9	6,31	208	87,2	-0,3	2066	26	18,7	5,7	3,7	4,6	6,2	0	-8,3	5,8404
	2*C140-10+2*U90-9	6,37	209	88,6	-0,1	2149	26,2	19	5,7	3,7	4,7	6,2	0	-8,3	6,2172
	2*C140-15+2*U90-9	9,49	296,5	133	0	16237	39,2	28,6	5,6	3,7	4,7	6,6	0	-14,6	8,0698
	2*(C200-9+U93-9)	6,92	466,4	99,7	0,2	4308	39,2	21,4	8,2	3,8	4,6	8,6	0	-11,7	6,7353
	2*(C200-10+U93-9)	7,4	483,8	108	0	4650	40,4	23,2	8,1	3,8	4,6	8,5	0	-11,9	7,2063
	2*(C200-15+U93-9)	10,68	673,7	157	-0,2	7911	59,8	33,8	7,9	3,8	4,7	9,2	0	-13,3	9,5613
	2*(C140-9+U140-9)	6,78	225,8	236	0	3110	33	27	5,8	5,9	7,1	5,8	0	-8,3	6,5469
	2*(C140-10+U140-9)	6,86	227,5	240	0	3286	33,5	38,8	5,8	5,9	7,2	5,9	0	-8,5	6,9237
	2*(C140-15+U140-9)	9,95	316,2	358	0	26957	50	49,9	5,6	6	7,2	6,3	0	-14,3	8,7763
	3*C140-9+2*U140-9	8,8	287,6	242	-0,6	3662	34,9	32,5	5,7	5,2	7	6	-0,3	-8,4	8,2582
	3*C140-10+2*U140-9	8,91	290	246	-0,9	3860	35,3	32,8	5,7	5,3	6,9	6,1	-0,3	-8,6	8,8234
	3*C140-15+2*U140-9	13,55	420,5	368	-1,8	30674	53,4	48,1	5,6	5,2	6,9	6,5	-0,7	-14,2	11,6023
	2*(C200-9+U140-9)	7,39	499,8	265	0,6	6515	40,3	37	8,2	6	7,2	8,1	0	-11,7	7,4418
	2*(C200-10+U140-9)	7,86	515,6	285	0,6	7207	41,4	39,8	8,1	6	7,2	8	0	-11,9	7,9128
	2*(C200-15+U140-9)	11,14	711,7	415	0,5	12541	61,1	57,8	8	6,1	7,1	8,9	0	-13,6	10,2678
	3*C200-9+2*U140-9	9,72	640,5	272	0,8	7676	52,8	36,8	8,1	5,3	6,9	8,4	-0,3	-11,8	9,60055
	3*C200-10+2*U140-9	10,42	664,5	293	0,1	8444	54,5	39,5	8	5,3	6,9	8,3	-0,3	-12	10,30705
	3*C200-15+2*U140-9	15,34	953	427	-0,6	14783	83,7	57,1	7,9	5,3	6,9	9,1	-0,2	-13,6	13,83955
	3*C200-15+U200-9 +2*U140-9	17,26	1048	435	-0,4	15966	90,7	60	7,8	5	7,1	9	-0,2	-13,4	15,84915
	3*C200-15+2*U200-9 +2*U140-9	19,13	1141	472	-1,3	18135	98,1	63,7	7,7	5	6,9	9	-0,2	-13,1	17,85875
	3*C200-15+3*U200-9 +2*U140-9	21,06	1235	480	-0,1	19286	105,5	66,5	7,7	4,8	7,1	8,9	-0,2	-12,9	19,86835

8.3 Tervezési táblázatok

8.3.1 Kéttámaszú födém

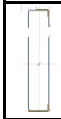
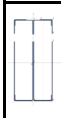
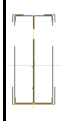
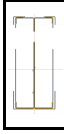
1. Eset

	Karakterisztikus érték	Biztonsági tényező	Tervezési érték	
	kN/m^2		kN/m^2	
Járható födém 6cm betonpadlóval	2,24	1,35	3,02	
Könnyűszerkezetes válaszfal	0,80	1,35	1,08	
Lakás	2,00	1,50	3,00	
	5,04		7,10	kN/m2
Szelvények elhelyezési távolsága	0,417	m		
	2,10	kN/fm	2,96	kN/fm

		Eredmény				
	Szelvény	Maximális fesztáv	Keletkező alakváltozás	Mértékadó	oldal-támaszok	Anyag-szükséglet
		cm	cm		cm	kg/fm
	1*C140-9	210	0,56	Teherbírás	80,0	1,7
	1*C140-10	230	0,59	Teherbírás	80,0	1,9
	1*C140-15	290	0,99	Teherbírás	80,0	2,8
	1*C203-9	260	0,55	Teherbírás	80,0	2,2
	1*C203-10	280	0,57	Teherbírás	80,0	2,4
	1*C203-15	360	0,99	Teherbírás	80,0	3,6
	2*C140-9	310	1,10	Teherbírás	105,0	3,4
	2*C140-10	320	1,26	Teherbírás	110,0	3,8
	2*C140-15	410	1,97	Teherbírás	110,0	5,7
	2*C203-9	380	1,08	Teherbírás	105,0	4,3
	2*C203-10	400	1,18	Teherbírás	105,0	4,8
	2*C203-15	510	2,16	Teherbírás	105,0	7,1
	2*C203-15+C90-9	550	2,44	Teherbírás	130,0	8,5
	2*C203-15+C90-10	550	2,38	Teherbírás	130,0	8,7
	2*C203-15+C90-15	560	2,30	Teherbírás	140,0	9,4
	2*C203-15+2*C90-9	610	2,95	Teherbírás	155,0	9,9
	2*C203-15+2*C90-10	630	3,01	Alakváltozás	155,0	10,2
	2*C203-15+2*C90-15	680	3,33	Alakváltozás	165,0	11,6
	C203-15+U203-9	410	1,32	Teherbírás	120,0	5,6
	C203-15+U203-10	420	1,35	Teherbírás	125,0	6,2
	2*(C203-15+U203-9)	580	2,58	Teherbírás	175,0	11,2
	2*(C203-15+U203-10)	600	2,74	Teherbírás	185,0	12,5
	2*(C203-15+U203-9) +2*U93-9	650	3,12	Teherbírás	180,0	13,6
	2*(C203-15+U203-10) +2*U93-9	670	3,13	Teherbírás	185,0	14,9
	2*(C203-15+U203-9) +2*U93-10	660	3,20	Teherbírás	185,0	13,8
	2*(C203-15+U203-10) +2*U93-10	680	3,41	Teherbírás	195,0	15,2

Kéttámaszú födém- 2. Eset

	Kar. érték	biztonsági tényező	Terv. ért.	
	kN/m^2		kN/m^2	
Járható födém szárazpadlóval	0,99	1,35	1,34	
Könnyűszerkezetes válaszfal	0,80	1,35	1,08	
Lakás	2,00	1,50	3,00	
Egyéb	0,00	1,00	0,00	
	3,79		5,42	kN/m2
Szelvények elhelyezési távolsága	0,417	m		
	1,58	kN/fm	2,26	kN/fm

		Eredmény				
	Szelvény	Maximális fesztáv	Keletkező Alakváltozás	Mértékadó	oldal-támaszok	Anyag-szükséglet
		Cm	cm		cm	kg/fm
	1*C140-9	250	0,82	Teherbírás	80,0	1,7
	1*C140-10	260	0,85	Teherbírás	80,0	1,9
	1*C140-15	330	1,40	Teherbírás	80,0	2,8
	1*C203-9	300	0,82	Teherbírás	80,0	2,2
	1*C203-10	320	0,93	Teherbírás	80,0	2,4
	1*C203-15	430	1,52	Teherbírás	80,0	3,6
	2*C140-9	350	1,68	Teherbírás	105,0	3,4
	2*C140-10	370	1,85	Teherbírás	110,0	3,8
	2*C140-15	450	2,15	Alakváltozás	110,0	5,7
	2*C203-9	430	1,60	Teherbírás	105,0	4,3
	2*C203-10	460	1,84	Teherbírás	105,0	4,8
	2*C203-15	590	2,88	Alakváltozás	105,0	7,1
	2*C203-15+C90-9	630	3,13	Alakváltozás	130,0	8,5
	2*C203-15+C90-10	630	3,06	Alakváltozás	130,0	8,7
	2*C203-15+C90-15	640	3,30	Teherbírás	140,0	9,4
	2*C203-15+2*C90-9	690	3,40	Alakváltozás	155,0	9,9
	2*C203-15+2*C90-10	700	3,45	Alakváltozás	155,0	10,2
	2*C203-15+2*C90-15	750	3,70	Alakváltozás	165,0	11,6
	C203-15+U203-9	470	1,84	Teherbírás	120,0	5,6
	C203-15+U203-10	480	2,01	Teherbírás	125,0	6,2
	C203-15+U203-15	540	2,62	Teherbírás	125,0	6,9
	2*(C203-15+U203-9)	670	3,22	Alakváltozás	175,0	11,2
	2*(C203-15+U203-10)	690	3,37	Alakváltozás	185,0	12,5
	2*(C203-15+U203-15)	730	3,52	Alakváltozás	205,0	13,7
	2*(C203-15+U203-9) +2*U93-9	730	3,51	Alakváltozás	180,0	13,6
	2*(C203-15+U203-10) +2*U93-9	750	3,69	Alakváltozás	185,0	14,9
	2*(C203-15+U203-9) +2*U93-10	740	3,58	Alakváltozás	185,0	13,8
	2*(C203-15+U203-10) +2*U93-10	760	3,78	Alakváltozás	195,0	15,2

8.3.2 Konzol

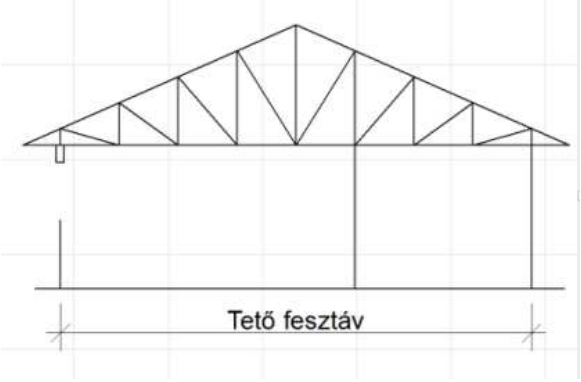
	Kar. érték	biztonsági tényező	Terv. ért.	
	kN/m^2		kN/m^2	
F2 Járható födém 6cm betonpadlóval	2,24	1,35	3,02	
Nincs válaszfal	0,00	1,35	0,00	
Lakás	2,00	1,50	3,00	
Egyéb	0,00	1,50	0,00	
	4,24		6,02	kN/m2
Szelvények elhelyezési távolsága	0,417	m		

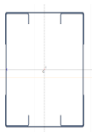
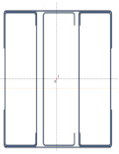
		Eredmény			
	Szelvény	Maximális fesztáv	Keletkező Alakváltozás	Mértékadó	Anyag-szükséglet
		cm	cm		kg/fm
	1*C140-9	110	0,36	Teherbírás	1,7
	1*C140-10	120	0,45	Teherbírás	1,9
	1*C140-15	150	0,67	Teherbírás	2,8
	1*C203-9	140	0,39	Teherbírás	2,2
	1*C203-10	150	0,44	Teherbírás	2,4
	1*C203-15	190	0,69	Teherbírás	3,6
	2*C140-9	160	0,73	Teherbírás	3,4
	2*C140-10	170	0,82	Teherbírás	3,8
	2*C140-15	210	1,00	Alakváltozás	5,7
	2*C203-9	200	0,74	Teherbírás	4,3
	2*C203-10	220	0,79	Teherbírás	4,8
	2*C203-15	270	1,33	Alakváltozás	7,1
	2*C203-15+C90-9	290	1,48	Alakváltozás	8,5
	2*C203-15+C90-10	300	1,44	Alakváltozás	8,7
	2*C203-15+C90-15	300	1,48	Alakváltozás	9,4
	2*C203-15+2*C90-9	320	1,54	Alakváltozás	9,9
	2*C203-15+2*C90-10	320	1,47	Alakváltozás	10,2
	2*C203-15+2*C90-15	350	1,71	Alakváltozás	11,6
	C203-15+U203-9	220	0,87	Teherbírás	5,6
	C203-15+U203-10	230	0,96	Teherbírás	6,2
	2*(C203-15+U203-9)	310	1,44	Alakváltozás	11,2
	2*(C203-15+U203-10)	320	1,52	Alakváltozás	12,5
	2*(C203-15+U203-9) +2*U93-9	340	1,61	Alakváltozás	13,6
	2*(C203-15+U203-10) +2*U93-9	350	1,71	Alakváltozás	14,9
	2*(C203-15+U203-9) +2*U93-10	340	1,56	Alakváltozás	13,8
	2*(C203-15+U203-10) +2*U93-10	350	1,66	Alakváltozás	15,2

8.3.3 Áthidalók

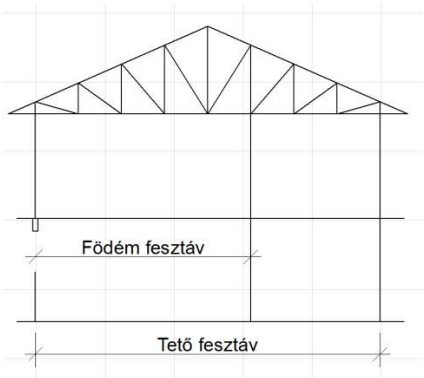
Az táblázatok az alábbi rétegrendekre és terhekre készültek:
Tető: T1- Beépített tető cserépfedéssel
Födém: F2 Járható födém betonpadlóval, 2kN/m2-es
Külső falak: KF1- Külső fal-általános
A táblázat egyes rublikái az alkalmazható áthidaló fesztávokat tartalmazzák a tető fesztáv, födém fesztáv, és szelvény függvényében.
Amennyiben az áthidaló nem felel meg összetett szelvényként, akkor alkalmazható rácsos tartó is.

Áthidalók- 1. eset: 1 szintes épület rácsos szerkezetű tetővel



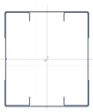
	Tető fesztáv (m)	5	6	7	8	9	10	11	12
	2*C140-9+2*U90-9	200	190	180	170	160	150	140	140
	2*C140-10+2*U90-9	200	200	180	180	160	160	140	140
	2*C140-15+2*U90-9	250	250	220	220	190	190	180	180
	2*(C200-9+U93-9)	250	250	220	220	190	190	180	180
	2*(C200-10+U93-9)	250	250	220	220	200	200	180	180
	2*(C200-15+U93-9)	310	310	270	270	240	240	220	220
	2*(C140-9+U140-9)	230	230	200	200	180	180	160	160
	2*(C140-10+U140-9)	230	230	200	200	180	180	160	160
	2*(C140-15+U140-9)	280	280	250	250	220	220	200	200
	3*C140-9+2*U140-9	240	240	200	200	180	180	170	170
	3*C140-10+2*U140-9	240	240	210	210	180	180	170	170
	3*C140-15+2*U140-9	290	290	250	250	230	230	210	210
	2*(C200-9+U140-9)	250	250	220	220	200	200	180	180
	2*(C200-10+U140-9)	260	260	220	220	200	200	180	180
	2*(C200-15+U140-9)	310	310	270	270	240	240	220	220
	3*C200-9+2*U140-9	290	290	250	250	230	230	210	210
	3*C200-10+2*U140-9	300	300	260	260	230	230	210	210
	3*C200-15+2*U140-9	370	370	320	320	290	290	260	260
	3*C200-15+U200-9+ 2*U140-9	380	380	330	330	300	300	270	270
	3*C200-15+2*U200-9+ 2*U140-9	400	400	350	350	310	310	280	280
	3*C200-15+3*U200-9+ 2*U140-9	410	410	360	360	320	320	300	300

Áthidalók- 2.eset: Terhek: 1 szint fal+1 szint födém+rácsos tartós tető

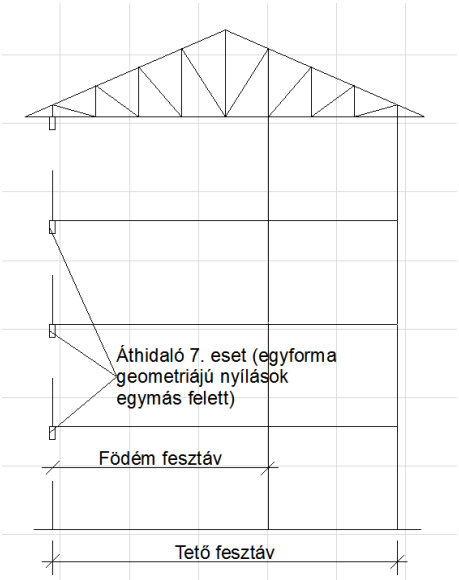


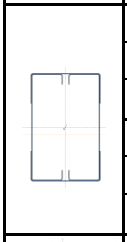
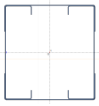
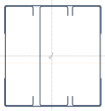
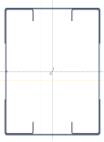
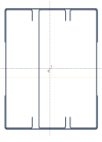
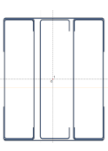
	Tető fesztáv (m)	6		7		8		9		10	
	Födém fesztáv (m)	4	6	4	5	4	6	4	6	4	6
	2*C140-9+2*U90-9	120	110	120	110	120	100	110	100	110	100
	2*C140-10+2*U90-9	120	110	120	110	120	110	110	100	110	100
	2*C140-15+2*U90-9	150	140	150	140	140	130	140	130	140	120
	2*(C200-9+U93-9)	150	140	150	140	140	130	140	130	140	120
	2*(C200-10+U93-9)	150	140	150	140	150	130	140	130	140	130
	2*(C200-15+U93-9)	190	170	180	170	180	160	170	160	170	150
	2*(C140-9+U140-9)	140	120	130	130	130	120	130	120	120	110
	2*(C140-10+U140-9)	140	130	140	130	130	120	130	120	130	110
	2*(C140-15+U140-9)	170	150	170	160	160	150	160	140	150	140
	3*C140-9+2*U140-9	140	130	140	130	140	120	130	120	130	120
	3*C140-10+2*U140-9	140	130	140	130	140	120	130	120	130	120
	3*C140-15+2*U140-9	180	160	170	160	170	150	160	150	160	150
	2*(C200-9+U140-9)	150	140	150	140	150	130	140	130	140	130
	2*(C200-10+U140-9)	160	140	150	140	150	130	140	130	140	130
	2*(C200-15+U140-9)	190	170	190	180	180	160	180	160	170	160
	3*C200-9+2*U140-9	180	160	170	160	170	150	160	150	160	150
	3*C200-10+2*U140-9	180	160	170	170	170	150	170	150	160	150
	3*C200-15+2*U140-9	220	200	220	210	210	190	210	190	200	180
	3*C200-15+U200-9+ 2*U140-9	230	210	230	220	220	200	220	200	210	190
	3*C200-15+2*U200-9+ 2*U140-9	240	220	240	220	230	210	220	200	220	200
	3*C200-15+3*U200-9+ 2*U140-9	250	230	250	230	240	220	230	210	230	210

Áthidalók- 3.eset: Terhek: 1 szint födém+tető beépített tetőtérrel

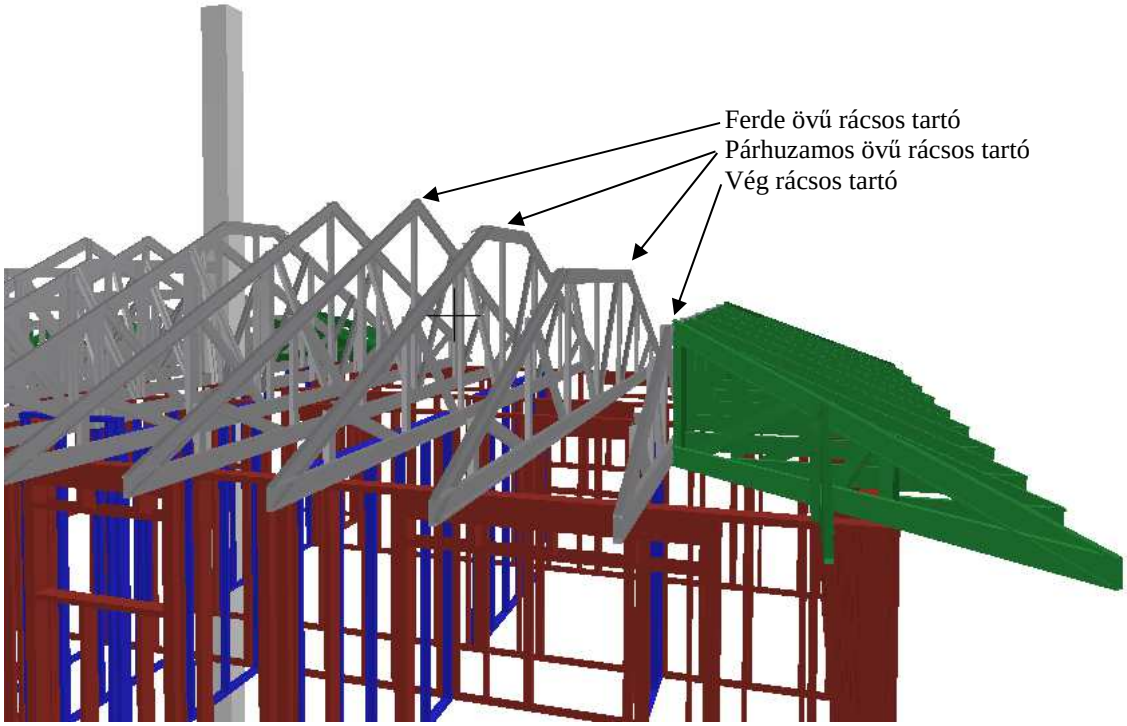
	Tető fesztáv (m)	**6**		**7**		**8**		**9**		**10**	
	Födém fesztáv (m)	**4**	**6**	**4**	**5**	**4**	**6**	**4**	**6**	**4**	**6**
	2*C140-9+2*U90-9	130	110	120	120	120	110	120	110	110	100
	2*C140-10+2*U90-9	130	110	130	120	120	110	120	110	110	100
	2*C140-15+2*U90-9	160	140	150	150	150	130	150	130	140	130
	2*(C200-9+U93-9)	160	140	150	150	150	130	150	130	140	130
	2*(C200-10+U93-9)	160	140	160	150	150	140	150	130	140	130
	2*(C200-15+U93-9)	200	180	190	180	190	170	180	160	180	160
	2*(C140-9+U140-9)	150	130	140	130	140	120	130	120	130	120
	2*(C140-10+U140-9)	150	130	140	130	140	120	130	120	130	120
	2*(C140-15+U140-9)	180	160	170	160	170	150	160	150	160	150
	3*C140-9+2*U140-9	150	130	150	140	140	130	140	120	130	120
	3*C140-10+2*U140-9	150	130	150	140	140	130	140	120	130	120
	3*C140-15+2*U140-9	190	170	180	170	180	160	170	150	170	150
	2*(C200-9+U140-9)	160	140	160	150	150	140	150	130	140	130
	2*(C200-10+U140-9)	160	150	160	150	150	140	150	130	150	130
	2*(C200-15+U140-9)	200	180	190	180	190	170	180	160	180	160
	3*C200-9+2*U140-9	190	160	180	170	170	160	170	150	160	150
	3*C200-10+2*U140-9	190	170	180	170	180	160	170	160	170	150
	3*C200-15+2*U140-9	230	210	230	210	220	200	210	190	210	190
	3*C200-15+U200-9+ 2*U140-9	240	220	240	220	230	210	220	200	220	200
	3*C200-15+2*U200-9+ 2*U140-9	250	230	250	230	240	220	230	210	230	210
	3*C200-15+3*U200-9+ 2*U140-9	260	230	260	240	250	220	240	220	230	210

Áthidalók- 4.eset- 1 méter magas fal+ 1 szint födém

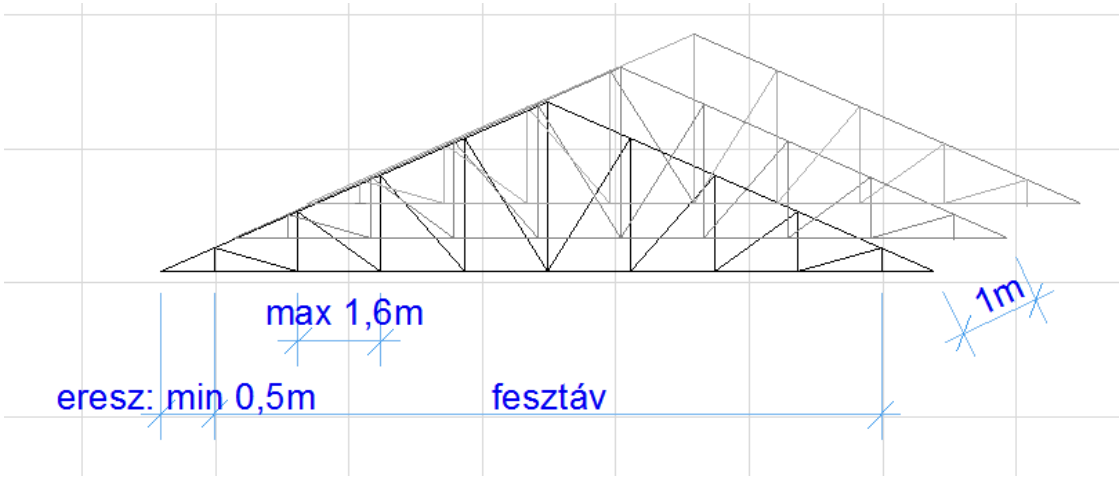


	Födém fesztáv (m)	2	3	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	8
	2*C140-9+2*U90-9	210	180	160	150	150	140	130	130	130	120
	2*C140-10+2*U90-9	210	180	160	150	150	140	140	130	130	120
	2*C140-15+2*U90-9	260	220	200	190	180	170	170	160	160	150
	2*(C200-9+U93-9)	260	220	200	190	180	170	170	160	160	150
	2*(C200-10+U93-9)	260	220	200	190	180	180	170	160	160	150
	2*(C200-15+U93-9)	320	270	250	230	220	210	210	200	190	180
	2*(C140-9+U140-9)	230	200	180	170	160	160	150	150	140	130
	2*(C140-10+U140-9)	240	200	180	170	170	160	150	150	140	130
	2*(C140-15+U140-9)	290	250	220	210	200	200	190	180	180	170
	3*C140-9+2*U140-9	240	210	190	180	170	160	160	150	150	140
	3*C140-10+2*U140-9	240	210	190	180	170	160	160	150	150	140
	3*C140-15+2*U140-9	300	260	230	220	210	200	200	190	180	170
	2*(C200-9+U140-9)	260	220	200	190	180	180	170	160	160	150
	2*(C200-10+U140-9)	260	230	200	190	190	180	170	170	160	150
	2*(C200-15+U140-9)	320	280	250	240	230	220	210	200	200	180
	3*C200-9+2*U140-9	300	260	230	220	210	200	190	190	180	170
	3*C200-10+2*U140-9	300	260	230	220	210	200	200	190	180	170
	3*C200-15+2*U140-9	380	330	290	280	270	250	250	240	230	220
	3*C200-15+U200-9+ 2*U140-9	390	340	300	290	280	270	260	250	240	230
	3*C200-15+2*U200-9+ 2*U140-9	410	350	320	300	290	280	270	260	250	230
	3*C200-15+3*U200-9+ 2*U140-9	420	370	330	310	300	290	280	270	260	240

8.3.4 Rácsos tartók



Rácsos tartó
Ferde övű rácsos tartó



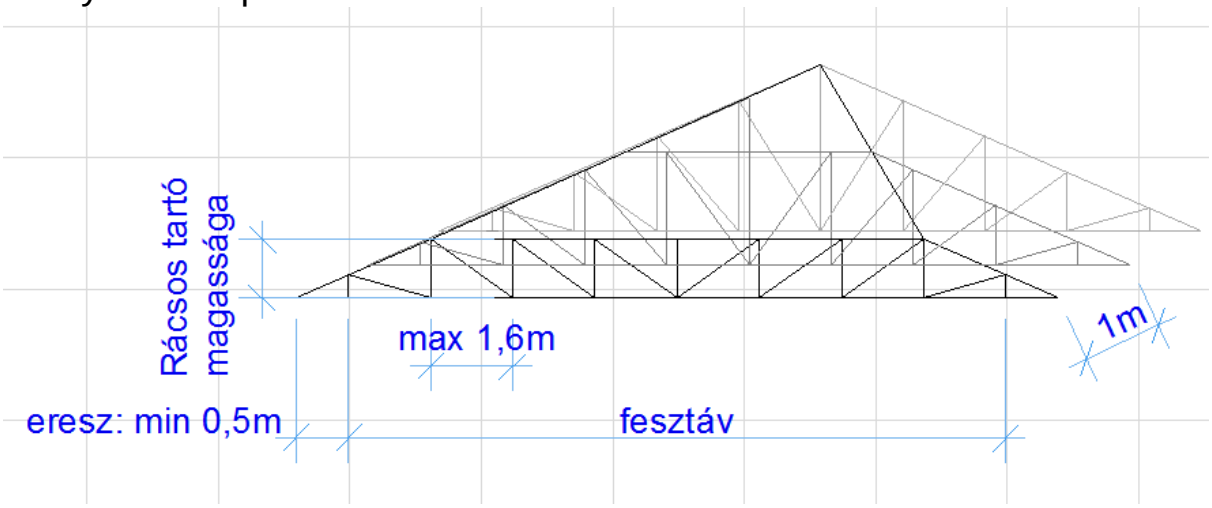
Az táblázat az alábbi rétegrendekre készült:
-Felső öv terhe. - betoncserép lécezésen- 0,55kN
-Rácsos szerkezet önsúlya
-Alsó öv terhe: -üveggyapot hőszigetelés a profilok között, lécváz, 2 réteg. gipszkarton- 0,43kN
-Meteorológiai terhek- szél és hóteher az Msz EN 1991 szerint
Geomertiai kritériumok: -Ereszkinyúlás: min 50 cm
-A rácsrudak maximális hossza 240 cm.
-A felső öv maximálisan 60 cm-ként meg van támasztva oldalirányban.

Felső öv

Tető fesztáv / Hajlásszög	6m	7m	8m	9m	10m
15°	C140-15	C140-15	C140-15	C140-15	C203-15
25°	C140-10	C140-15	C140-15	C140-15	C140-15
30°	C140-10	C140-10	C140-15	C140-15	C140-15
35°	C140-9	C140-9	C140-10	C140-10	C140-15
40°	C140-9	C140-9	C140-9	C140-10	C140-10
45°	C140-9	C140-9	C140-9	C140-9	C140-10

Alsó öv: C140-9
Rácsrudak: C90-9

Kontyolt tetők párhuzamos övű rácsos tartói:



A terhek és a geometriai kritériumok megegyeznek a ferde övű rácsos tartóknál írtakkal. A szélső párhuzamos tartó méretezési táblázata a következő oldalon található.

Felső öv

Tető fesztáv / R. tartó magassága	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m
0,50 m	C140-15	C140-15+ U143-9	C140-15+ U143-9	-	-
0,75 m	C140-15	C140-15	C140-15	C140-15+ U143-9	-
1,00 m	C140-10	C140-15	C140-15	C140-15	C140-15+ U143-9
1,25 m	C140-9	C140-10	C140-15	C140-15	C140-15
1,50 m	C140-9	C140-9	C140-15	C140-12	C140-15
1,75 m	C140-9	C140-9	C140-10	C140-15	C140-15

Alsó öv

Fesztáv (m) / R. tartó magassága	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m
0,50 m	C140-9	C140-10	C140-15	C140-15	-
0,75 m	C140-9	C140-9	C140-9	C140-10	C140-15
1,00 m	C140-9	C140-9	C140-9	C140-9	C140-10
1,25 m	C140-9	C140-9	C140-9	C140-9	C140-9
1,50 m	C140-9	C140-9	C140-9	C140-9	C140-9
1,75 m	C140-9	C140-9	C140-9	C140-9	C140-9

Vég rácsos tartók

Tető fesztáv / R. tartó magassága	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m
0,50 m	C140-15	C140-15+ U143-9	C140-15+ U143-9	-	-
0,75 m	C140-15	C140-15	C140-15	C140-15+ U143-9	-
1,00 m	C140-10	C140-15	C140-15	C140-15	C140-15+ U143-9
1,25 m	C140-9	C140-10	C140-15	C140-15	C140-15
1,50 m	C140-9	C140-9	C140-15	C140-15	C140-15
1,75 m	C140-9	C140-9	C140-10	C140-15	C140-15

Tető fesztáv / Rács-rúd hossza	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m
0,5 m	C90-9	C90-9	C90-9	C90-10	C90-15
0,75 m	C90-9	C90-9	C90-10	C90-15	C90-15
1,00 m	C90-9	C90-10	C90-15	C90-15	C90-15
1,25 m	C90-9	C90-15	C90-15	C90-15	C90-15
1,50 m	C90-15	C90-15	C90-15	C90-15	C90-15
1,75 m	C90-15	C90-15	C90-15	C90-15 +U90-9	C90-15 +U90-9

8.3.5 Falak

Az táblázatok az alábbi rétegrendekre és terhekre készültek:
Tető: T1- Beépített tető cserépfedéssel
Födém: F2 Járható födém betonpadlóval, 2kN/m2-es hasznos terheléssel
Külső falak: KF1- Külső fal-általános
A falak méretezési táblázatai
Szélterhelés az MSz EN 1991-4 alapján lett figyelembe véve.

Tető fesztáv (m)	6,00		8		10	
Födém fesztáv (m)	4,00	6,00	4	6	4	6
1 szintes épület	C140-9 50cm-ként					
2 szintes épület	C140-9 41,7 cm-ként	C140-9 41,7 cm-ként	C140-9 41,7 cm-ként	C140-9 41,7 cm-ként	C140-9 41,7 cm-ként	C140-10 41,7 cm-ként
3 szintes épület	C140-10 41,7 cm-ként	C140-15 41,7 cm-ként	C140-10 41,7 cm-ként	C140-15 41,7 cm-ként	C140-12 41,7 cm-ként	C140-15 41,7 cm-ként
4 szintes épület	C140-15 41,7 cm-ként	C140-15 41,7 cm-ként	C140-15 41,7 cm-ként	2*C140-10 41,7 cm-ként	C140-15 41,7 cm-ként	2*C140-10 41,7 cm-ként
5 szintes épület	C140-15 41,7 cm-ként	2*C140-10 41,7 cm-ként	2*C140-10 41,7 cm-ként	2*C140-15 41,7 cm-ként	2*C140-10 41,7 cm-ként	2*C140-15 41,7 cm-ként

9 SZABVÁNYOK, ENGEDÉLYEK

ÉMI ÉME A-212/2008 Építőipari Műszaki Engedély

EN 1990 A tartószerkezetek tervezésének alapjai.

EN 1991-1-1 A tartószerkezeteket érintő hatások. 1-1. rész: Sűrűségek, önsúly és az épületek hasznos terhei.

EN 1991-1-3 A tartószerkezeteket érintő hatások. 1-3. rész: Hóteher.

EN 1991-1-4 A tartószerkezeteket érintő hatások. 1-4. rész: Szélhatás.

EN 1993-1-1 Acélszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok.

EN 1993-1-3 Acélszerkezetek tervezése. 1-3. rész: Általános szabályok. Kiegészítő szabályok hidegen alakított elemekre.

EN 1993-1-5 Acélszerkezetek tervezése. 1-5. rész: Lemezes szerkezeti elemek.

Csellár Ö., Halász O., Réti V.: Vékonyfalú acélszerkezetek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1965.

Timoshenko, S. P. – Gere, J.M.: Theory of Elastic Stability. McGraw-Hill, New York, 1961.

Kollár Lajos: A mérnöki stabilitáselmélet különleges problémái. Akadémiai kiadó, Budapest, 1991.

BME Acélszerkezetek Tanszék: Egyenes tengelyű, nyitott keresztmetszetű acélrúd csavarása. Tanszéki kiadvány.

BME Acélszerkezetek Tanszék: Rudak síkbeli kihajlásvizsgálata. Tanszéki kiadvány.

BME Acélszerkezetek Tanszék: Rudak térbeli kihajlásvizsgálata. Tanszéki kiadvány.

BME Acélszerkezetek Tanszék: Lemezek horpadása. Tanszéki kiadvány.