

Faépítés

Dr. Bejő László

Nyugat Magyarországi Egyetem, Építéstani Intézet

Dr. Szabó Péter

Nyugat Magyarországi Egyetem, Építéstani Intézet

Dr. Andor Krisztián

Nyugat Magyarországi Egyetem, Építéstani Intézet

Sági Éva

Nyugat Magyarországi Egyetem, Építéstani Intézet

Karácsonyi Zsolt

Nyugat Magyarországi Egyetem, Építéstani Intézet

Hantos Zoltán

Nyugat Magyarországi Egyetem, Építéstani Intézet

Copyright © 2007 Hallgatói Információs Központ

[Jogi közlemény](#)

2007

Ajánlás



A jelen digitális tartalom internetes közreadását a [Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal](#) 2007-ben nyújtott támogatása tette lehetővé.

Tartalom

[1. Bevezetés](#)

[1.](#)

[2. Az építészet kezdetei](#)

[1.](#)

[3. A faépítészet általános története](#)

[1.](#)

[2. A kezdetek](#)

[3. Boronafalás építkezés, gerendaházak](#)

[4. Cölöpépítészet](#)

[5. Az európai favázás építészet – a Fachwerk](#)

[6. Ballonvázás és padlóvázás építészet](#)

[7. Tetőszerkezetek](#)

[8. Mérnöki faépítészet](#)

[4. Európai faépítészet](#)

[1.](#)

- [2. Észak-Európa, Skandinávia](#)
- [3. Nyugat-Európa](#)
 - [3.1. Anglia](#)
 - [3.2. Holland faépítészet](#)
 - [3.3. Német nyelvterületek](#)
 - [3.4. Franciaország](#)
- [4. Kelet-Európa](#)
 - [4.1. Oroszország](#)
 - [4.2. Lengyelország](#)
 - [4.3. Csehország](#)
 - [4.4. Kárpátok és környéke](#)
- [5. Törökország](#)
- [5. Ázsiai faépítészet](#)
 - [1.](#)
 - [2. Kelet-ázsiai templomépítészet](#)
 - [3. Délkelet-Ázsia](#)
- [6. Amerika faépítésze](#)
 - [1. Észak-Amerika faépítésze](#)
 - [1.1. Az őslakosok építésze](#)
 - [1.2. Amerika építésze a telepesek után](#)
 - [2. Dél-Amerika faépítésze](#)
- [7. Afrika faépítésze](#)
 - [1.](#)
- [8. Ausztrália faépítésze](#)
 - [1.](#)
- [9. Magyarország népi faépítésze](#)
 - [1. Általános jellemzés](#)
 - [2. Ősi faépítmények](#)
 - [3. Teljesen fából készült épületek](#)
 - [4. Részben fából készült épületek](#)
 - [4.1. Gerendaváz, vázszerkezetes épületek](#)
 - [4.2. Többrétegű fal](#)
 - [5. Az épület részei](#)
 - [5.1. Padlózat](#)
 - [5.2. Födém](#)
 - [5.3. Tető és tetőszerkezet](#)
 - [5.4. Tornác](#)
 - [6. Gazdasági épületek, építmények](#)
 - [7. Kerítés és kapu](#)
 - [8. Templomok](#)
 - [9. Harangtornyok](#)
- [10. Faépítészet-történeti irodalom](#)
 - [1. Magyar](#)
 - [2. Külföldi](#)
- [11. Sobó Jenő: Építőfa \(1910\)](#)
 - [1. Általános rész](#)
 - [1.1. Az építőfa alkalmazása](#)
 - [1.2. A fa belső szerkezete](#)
 - [1.3. A tűlevelű és lombos fák szöveti alkotása](#)
 - [1.4. A fa kémiai alkotása](#)
 - [2. Az Építőfa fontosabb nemei, hibái és rendellenességei](#)
 - [2.1. A tűlevelű fák](#)
 - [2.2. A lombos fák.](#)

[2.3. A külföldi fánemek](#)

[2.4. A fák hibái és rendellenességei](#)

[3. A fa műszaki tulajdonságai és megvizsgálása](#)

[3.1. A fajsúly.](#)

[3.2. A keménység](#)

[3.3. A hasadékonyság](#)

[3.4. Aszás és dagadás](#)

[3.5. Repedés és vetemedés](#)

[3.6. A rugalmasság.](#)

[3.7. A hajlékonyság és szívósság](#)

[3.8. A szilárdság](#)

[3.9. A tartósság](#)

[3.10. A fa mint tüzelőanyag](#)

[3.11. A fa műszaki vizsgálata](#)

[4. Az építőfa megválasztása, vágása, megmunkálása és osztályozása](#)

[4.1. Az építőfa megválasztása.](#)

[4.2. Az építőfa vágása a és kezelése](#)

[4.3. Az építőfa megfaragása és széthasítása](#)

[4.4. A gépekkel való megmunkálás](#)

[4.5. Az építőfa használatos alakjai.](#)

[5. Az építőfa romlása és betegségei](#)

[5.1. A korhadás vagy redvesedés](#)

[5.2. A házigomba](#)

[5.3. Egyéb faromboló gombák.](#)

[5.4. Védekezés a házigomba ellen.](#)

[5.5. A házigomba irtása.](#)

[5.6. A gombaellenes szerek](#)

[5.7. A rovarrágás \(szarurágás, hernyórágás\)](#)

[5.8. A fa gyúlékonysága és tűz elleni védelme](#)

[6. A tartósságának növelése \(Fakonzerválás\)](#)

[6.1. Az építőfa kiszáritása](#)

[6.2. A bemázolás.](#)

[6.3. A kilúgozás, főzés és gőzölés](#)

[6.4. A telítés \(impregnálás\)](#)

[6.5. A vulkanizálás](#)

[6.6. A szenilizálás. \(Erd.Lapok. 1901.V.sz.\)](#)

[12. Fa- és faalapú anyagok ismertetése és azok építőipari felhasználása](#)

[1.](#)

[2. Természetes faanyag](#)

[2.1. A természetes faanyag formája](#)

[2.2. A természetes faanyag tulajdonságai](#)

[3. Modifikált faanyag](#)

[4. Ragasztott faanyag](#)

[4.1. Hossztoldott fűrészáru](#)

[4.2. Tömörfa lemezek](#)

[4.3. Rétegelt-ragasztott és tömbösített alapanyag](#)

[4.4. Két- és háromrétegű ragasztott alapanyag \(duo- és triobalken\)](#)

[4.5. Beforgatott szelvényű tartók \(kreuzbalken\)](#)

[5. Faalapú kompozit lemezek](#)

[5.1. Farostlemez](#)

[5.2. Forgácslap](#)

[5.3. Rétegelt lemez](#)

[5.4. OSB](#)

[5.5. MFP lemez](#)

[5.6. Gipszrost lemez](#)

[5.7. Cementkötésű faforgácslapok](#)

[5.8. Heraklith lemezek](#)

[5.9. Egyéb kompozit lemezek](#)

[6. Kompozit gerendák](#)

[6.1. LVL](#)

[6.2. LSL](#)

[6.3. PSL \(Parallam\)](#)

[6.4. Egyéb kompozit gerendaféleségek](#)

[13. Főfalas faházrendszerek, szerkesztési elvek](#)

[1.](#)

[2. A boronafalás szerkezet](#)

[2.1.](#)

[2.2.](#)

[2.3.](#)

[2.4.](#)

[2.5.](#)

[2.6.](#)

[2.7.](#)

[2.8.](#)

[2.9.](#)

[2.10.](#)

[2.11.](#)

[3. Tömör fatáblás faházrendszer](#)

[3.1.](#)

[3.2.](#)

[3.3.](#)

[4. Fatéglás faházrendszer](#)

[14. Faszerkezetű födémek, tetőszerkezetek](#)

[1.](#)

[2. Födémek](#)

[2.1. Kiegészítők](#)

[2.2. Lapostetők](#)

[3. Tetők](#)

[3.1. Ácsolt tetők](#)

[3.2. Rácsostartó tetők](#)

[3.3. Hőszigetelés](#)

[3.4. Héjazatok](#)

[3.5. Álló tetőablakok](#)

[3.6. Fekvő tetőablakok](#)

[3.7. Szegélyek és oromzatok](#)

[3.8. Toronytetők](#)

[3.9. Nagyfesztávú lefedések](#)

[15. A faanyagvédelmi szakvélemény](#)

[1.](#)

[2. A faanyagvédelmi szakvélemény jellemzői](#)

[3. A szakvélemény részletessége](#)

[3.1. A részletes faanyagvédelmi szakvélemény](#)

[4. A faanyagvédelmi szakvélemény felépítése](#)

[16. A táblás és fatéglás építési rendszerek](#)

[1.](#)

[2. Tömör falpaneles építés](#)

[3. Üreges tömörfa paneles rendszerek](#)

[4. Fatéglás építőrendszer](#)

[17. A faházgyártás technológiája típusok szerint](#)

[1.](#)

[2. Rönkház](#)

[2.1. Profilozott rönkház](#)

[2.2. Faragott rönkház](#)

[3. Gerendaházak](#)

[4. Vázkitöltött keretszerkezetes épületek](#)

[4.1. Fachwerk](#)

[4.2. Modern látszó keretvázazás építés](#)

[5. Borított keretvázazás épületek](#)

[5.1. Helyszínen szerelt borított keretvázazás épületek](#)

[5.2. Előregyártott paneles építési technológia](#)

[6. Speciális faépítési technológiák](#)

[6.1. Tömör falpaneles építés](#)

[6.2. Üreges tömörfa paneles rendszerek](#)

[6.3. Kazettás födém és tetőelemek](#)

[6.4. Fatéglás építőrendszer](#)

[6.5. Egyéb](#)

[18. A rönkház és gerendaház jellegzetességei](#)

[1.](#)

[2. Rönkházak](#)

[2.1. Profilozott rönkház](#)

[2.2. Faragott rönkház](#)

[2.3. Gerendaházak](#)

[19. Vázazás faházrendszerek, szerkesztési elvek](#)

[1.](#)

[2. Fachwerk](#)

[3. Borított vázas faházrendszer](#)

[3.1. Gerendavázazás szerkezetek](#)

[3.2. Borított vázas szerkezetek](#)

[3.3. Helyszínen szerelt faházrendszer](#)

[3.4. Kispaneles faházrendszer](#)

[3.5. Nagypaneles faházrendszer](#)

[3.6. Az állványszerkezetes faház](#)

[20. Fa alapú, teherviselő faszerkezetek épületfizikai ellenőrzése \(tervezet\)](#)

[1. Vizsgált faltípusok kiválasztásának szempontjai](#)

[2. Vizsgált faltípusok](#)

[3. Vizsgálat tervezett menete](#)

[4. A bevizsgálás eszközfeltételei](#)

[5. A kísérletek eredményeivel szembeni elvárásaink](#)

[21. A fa kültéri alkalmazása](#)

[1.](#)

[2. Vonatkozó előírások](#)

[3. A kitettségi osztályozás](#)

[4. A konstrukciós faanyagvédelem alapjai](#)

[4.1. Fafajválasztás](#)

[4.2. A megelőző vegyi védelem](#)

[4.3. Felületkezelés](#)

[5. Különös odafigyelést igénylő épületszerkezeti pontok](#)

[5.1. Oszloplábak kialakítása](#)

[5.2. Vízzintes tartóelemek védelme](#)

- [5.3. Oszlopok és könyökök kapcsolata](#)
- [5.4. Pergolák és autóbeállók](#)
- [5.5. Járható szerkezetek](#)
- [5.6. Terepszinten fekvő padozat](#)
- [5.7. Tartószerkezettel ellátott padozat, terasz](#)
- [5.8. Erkélyek](#)
- [5.9. Külső lépcsők](#)

[22. Faszervezetek utólagos megerősítése](#)

- [1.](#)
- [2. Elemek megerősítése hagyományos módon](#)
- [3. Tartók megerősítése modern anyagokkal](#)
- [4. Tartószerkezet megerősítése](#)

[23. Fahidak](#)

- [1. Fahidak a XX. század előtt](#)
 - [1.1. Az első fahidak](#)
 - [1.2. Római járom- és ívhidak](#)
 - [1.3. Palladio 4 hídtípusa](#)
 - [1.4. Függőhidak](#)
 - [1.5. Felnyitható hidak](#)
 - [1.6. Ívhidak](#)
 - [1.7. Rácsostartós hidak](#)
 - [1.8. Állványhidak](#)
 - [1.9. A húzott főtartós \(feszített\) hidak](#)
- [2. Hídépítés a II. világháború után](#)
 - [2.1. Segédhidak](#)
 - [2.2. A keresztben feszített rendszerű hidak](#)
 - [2.3. Öszvértartók](#)
 - [2.4. A rétegelt–ragasztott főtartós fahidak](#)
 - [2.5. Mérnöki szerkezetű fahidak](#)
 - [2.6. Funkcionális fahidak](#)
- [3. Kitekintés](#)

[24. A faszervezetek tűzvédelme](#)

- [1.](#)
 - [1.1. Történeti visszatekintés](#)
 - [1.2. Miért veszélyes a tüzeset?](#)
 - [1.3. A tűz során lejátszódó folyamatok](#)
 - [1.4. Az égés során felszabaduló gázok](#)
- [2. A tűzvédelemről általában](#)
- [3. Passzív tűzvédelem - az épületszerkezetek tűzállósága](#)
 - [3.1. A beépített anyagok jellemzői](#)
 - [3.2. Tűzállósági határérték](#)
- [4. Az épületek tűzveszélyessége](#)
- [5. Aktív tűzvédelem – jelzőberendezések](#)
 - [5.1. Füstérzékelés](#)
 - [5.2. Hőérzékelés](#)
 - [5.3. Lángérzékelők](#)
- [6. Aktív tűzvédelem – oltóberendezések](#)
 - [7. A fa tűzvédelmi jellemzői](#)
 - [7.1.](#)
 - [7.2. A faanyag tűzállósága](#)
 - [7.3. Faszervezetek tűzállósága](#)
 - [7.4. Megelőző tűzvédelmi kezelés faszervezetekhez](#)

[25. Fa tartószerkezetek](#)

- [1.](#)
- [2. Tömör szelvényű ragasztott fatartók](#)
 - [2.1. Két- és háromrétegű ragasztott tartók](#)
 - [2.2. Beforgatott szelvényű tartók](#)
 - [2.3. Rétegelt-ragasztott tartók](#)
- [3. I-tartók és kazettás tartók](#)
 - [3.1. Az MSZ szerinti alacsony- és magas gerincű tartók](#)
 - [3.2. Egyenes kompozit gerincű tartók](#)
 - [3.3. Hullámlemez gerincű tartók](#)
 - [3.4. Nail-web tartók](#)
 - [3.5. Egyéb I- és kazettás tartók](#)
- [4. Fa anyagú rácsos tartók](#)
 - [4.1. . A fa rácsos tartókról általában](#)
 - [4.2. DSB tartók](#)
 - [4.3. Trigonit tartók](#)
 - [4.4. Vegyes fa-fém anyagú rácsos tartók](#)
 - [4.5. Virendeel tartók](#)
 - [4.6. Egyéb fa rácsos tartószerkezetek](#)
- [26. Fa alapú, teherviselő faszerkezetek épületfizikai ellenőrzése \(tervezet\)](#)
 - [1. Vizsgált faltípusok kiválasztásának szempontjai](#)
 - [2. Vizsgált faltípusok](#)
 - [3. Vizsgálat tervezett menete](#)
 - [4. A bevizsgálás eszközfeltételei](#)
 - [5. A kísérletek eredményeivel szembeni elvárásaink](#)
- [27. Szolár faépítészet](#)
 - [1. Hőtárolás](#)
 - [1.1. Külső falszerkezetek](#)
 - [1.2. Válaszfalak](#)
 - [1.3. Födémszerkezetek](#)
 - [1.4. tetőszerkezetek](#)
 - [1.5. Fázisváltó anyagok](#)
 - [2. Árnyékolók](#)
 - [2.1. Árnyékvetők naptényezője](#)
 - [3. Ferde felületek benapozása](#)
 - [3.1. 0 fokos tájolású felület](#)
 - [3.2. 15 fokos tájolású felület](#)
 - [3.3. 30 fokos tájolású felület](#)
 - [3.4. 45 fokos tájolású felület](#)
 - [3.5. 60 fokos tájolású felület](#)
 - [3.6. 75 fokos tájolású felület](#)
 - [3.7. 90 fokos tájolású felület](#)
 - [3.8. 105 fokos tájolású felület](#)
 - [3.9. 120 fokos tájolású felület](#)
 - [3.10. 135 fokos tájolású felület](#)
 - [3.11. 150 fokos tájolású felület](#)
 - [3.12. 165 fokos tájolású felület](#)
 - [3.13. 180 fokos tájolású felület](#)
 - [3.14. 195 fokos tájolású felület](#)
 - [3.15. 210 fokos tájolású felület](#)
 - [3.16. 225 fokos tájolású felület](#)
 - [3.17. 240 fokos tájolású felület](#)
 - [3.18. 255 fokos tájolású felület](#)
 - [3.19. 270 fokos tájolású felület](#)

[3.20. 285 fokos tájolású felület](#)

[3.21. 300 fokos tájolású felület](#)

[3.22. 315 fokos tájolású felület](#)

[3.23. 330 fokos tájolású felület](#)

[3.24. 345 fokos tájolású felület](#)

[28. Faépületek energiateljesítménye](#)

[1.](#)

[2. Az Unió 2002/91/EK, "Épületek energiateljesítménye" című irányelve](#)

[3. Hőtani jelenségek, fogalmak](#)

[3.1. Hővezetés](#)

[3.2. Hőszigetelés](#)

[3.3. Hőszállítás](#)

[3.4. Hővezetési tényező](#)

[3.5. Hőátadási tényező](#)

[3.6. Hőátbocsátási tényező](#)

[3.7. Hőátbocsátási ellenállás](#)

[3.8. Hőhíd](#)

[4. Épülethataló-szerkezetek hőátbocsátási tényezőjének \(U\) meghatározása \(EN ISO 6946\)](#)

[4.1. Hővezetési ellenállás](#)

[4.2. Hővezetési ellenállás felső értékének meghatározása](#)

[4.3. A hővezetési ellenállás alsó értékének meghatározása](#)

[4.4. Geometriai hőhidak](#)

[4.5. Ellenőrzés- követelményrendszerek](#)

[5. Az épület fajlagos hővesztéstényezőjének \(q\) a meghatározása \(EN ISO 6946\)](#)

[6. Az épület összesített energetikai jellemzőjének \(E_o\) a meghatározása \(EN ISO 6946\)](#)

[7. Példa 1](#)

[8. Példa 2](#)

[8.1. Az egyes rétegek hővezetési tényezőjének a felvétele:](#)

[8.2. Az egyes rétegek hővezetési ellenállásának a számítása](#)

[8.3. A bordánál és a hőszigetelésnél számított teljes hővezetési ellenállás számítása](#)

[9. Páratechnika](#)

[9.1.](#)

[9.2. Fogalmak](#)

[9.3. Párafizikai jelenségek](#)

[9.4.](#)

[10.](#)

[29. Fa a szerkezetekben](#)

[1. Az európai szabvány](#)

[30. Felhasznált irodalom](#)

[1.](#)

1. fejezet - Bevezetés

Tartalom

[1.](#)

1.

A faépítészet témaköréből hazánkban régészeti leletek csak elszórtan maradtak fenn, a feltárási eredmények azonban arra engednek következtetni, hogy a fa igen jelentős szerepet játszott a népi építészetünkben. A nagyobb erdőségek közelében lehettek jelentősebb építkezések, így az erdélyi és felvidéki vármegyéken kívül Baranya, Bereg, Fejér, Somogy, Szabolcs, Szatmár, Tolna, Vas és Zala

vármegyékben. Az 1700-as évektől kezdve a faépítkezés egyre inkább a háttérbe szorul. Ennek a visszaesésnek az oka elsősorban az erdőgazdálkodás hiánya. Igen jelentős mértékben csökken a jó minőségű épületfát adó erdőségek nagysága. Másodsorban a földesuraknak az a törekvése, hogy az „erdőlés” jogát kivonják a faluközösségek kezéből. Épületfát csak tető, ablak és ajtó készítésére adnak jobbágyaik számára. A faházépítkezésnek két fő csoportja alakult ki: a tömőrfalás rendszerek az egyik, míg a gerendaváz (faváz) faltechnikák a másik alapvető típust jelentik. Népi építészetünkben mindkét csoportra találhatunk példát, amelyek egy-egy tájegységnek meghatározták az építészeti karakterét. Napjainkban a fenti két említett kategória mellé újként megjelentek a panelos és a térelemes építési rendszerek, amelyek szinte teljesen kiszorították a régebbi szerkezeteket Európában. A felsorolt kategóriák azonban főleg építéstechnológiai különbségeket jelentenek, a lakók komfortérzete nem különbözik, hiszen a falszerkezetek rétegfelépítése ugyanazokból a korszerű anyagokból szinte azonos módon történik. Az azonosságok miatt nem szükséges az egyes építési típusokat külön tárgyalni, jellemzőbb, ha a falszerkezeteket rétegrendjük alapján különböztetjük meg. Ez a tárgyalásmód a régi, de a mai igények alapján felújított faházakra ugyanúgy érvényes.

A hazai modern faépítéssel és a fa szerkezetekkel, nagyon kevés irodalom foglalkozik ezen a hiányon szeretnénk enyhíteni ezzel a könyvvel.

2. fejezet - Az építészet kezdetei

Tartalom

1.

1.

A kezdetek óta építünk, azért, hogy környezetünkben lehatároljunk egy kis, biztonságos teret magunknak. Az első zárt terek sokáig kis méretűek voltak: az építés története az elemi tér megalkotásával kezdődött. Az elemi tér tulajdonképpen az a jelenség, ahogy az emberek (és az állatok) lehatárolnak a maguk élettere számára egy kis részt az őket körülvevő környezetből.

„A mesterséges tér modellje a természetes tér: emberi léptékben gondolkozva mindennek előtt a barlang tere. A természet erői által vájt üregek mintájára vaj mesterséges üreget magának az ember. A mesterséges üreg legtöbb esetben a földbe mélyített gödör letakarásával, lefedésével válik lakhatóvá. A sátor formájú letakarás hozza létre a legősibb tér- és tömegalakzatot.”

Nem az ember az egyetlen élőlény, aki épít. Az állatok sok fajtája is „építkeznek”, még hozzá sokkal régebben, mint maga az ember. A különbség ember és állat építészete között a tervezésben rejlik. Az ember kezdetektől fogva előbb tudatában, „lelkében” építette fel, „tervezte meg” az épületet, ezt valósította meg anyagokból és szerkezetekből. Az állat ösztönösen cselekszik, míg az ember előre átgondolja leendő életterének kialakítását.

A „fedél” az őskorban egyet jelentett a „lakással”: a kezdetleges emberi hajlékok alapfeladata a védelem, tehát a befedtettség volt. Nem szabad megfeledkeznünk arról sem, hogy az embernek a biztonság mellett alapvető igénye van a lekerített, külvilágtól elválasztott személyes térre, melyet az épület esetében a tető és a falak együttesen adnak meg.

A legkorábbi elemi terek formája „organikus”, azaz a természetes megoldásokhoz a legközelebb álló, a természet szabályai szerint „szabályos”. „Ez az esetek többségében a körhöz közelítő, íves befoglaló forma. E forma lefedésére kezdettől fogva két – egymástól alapvetően különböző – szerkesztési mód alakult ki. Mindkét alaptípus máig is használatos. Az egyik az ágakból összerótt és vesszőkkel, gallyakkal vagy szénával-szalmával letakart sátor, a „csőszkunyhó”, a másik a tömör határoló falú, földanyagból boltozott vagy hóból-jégből készített „föld” - vagy „jégkunyhó”. Az előbbi a „vázás” építési mód, az utóbbi pedig a „főfalas”.

Ahogy nőtt az emberek térigénye, úgy nőtt a szükséges helyiségek száma is. A kör alakú tereket azonban nehezen tudták egymás mellé illeszteni, így egyre inkább négyszögletes, egyenes falakkal lehatárolt helyiségeket építettek.

„A gödör függőleges és vízszintes lefedése hosszú időn keresztül egyetlen, egységes szerkezetet alkotott. A vázas építési módnál azonban kezdettől fogva kettévált a „tartó” és a „határoló” szerkezet. Ugyancsak a vázasság tette lehetővé a belső terek méreteinek pótlólagos alátámasztások beépítésével történő növelését is.” A nagyobb belső terek méretét esetenként belső alátámasztással növelték és válaszfalakkal osztották meg. A szögletes formák alkalmazásával egyre inkább elkülönült egymástól a függőleges (a fal, az oszlop és a pillér) és a vízszintes tartószerkezet (a födém). Az építmények méreteinek növekedésével szükségessé vált a tartószerkezetek megfelelő talajra támasztása, „alapozása”. A függőleges szerkezetben nyílásokat – ajtót és ablakot – alakítottak ki. A nyílások lezárására „nyílászáró szerkezeteket” használtak. Az idők során a terek vízszintes lezárása is bonyolultabbá vált. Ahol a csapadék elvezetése megkívánta, meredek külső lefedés készült: a fedélszék szerkezete fokozatosan kettévált a tere lezáró födém szerkezettől. A fedélszerkezet vízzáróságát később már külön héjazat szolgálta. Igényesebb épületeknél megjelentek a burkolatok. Előbb csupán tapasztották a felületeket, majd egyre inkább burkolták is azokat.

Ahogy fejlődött az építészet, úgy különült el a természettől az ember és az általa létrehozott világ. Eleinte az emberi hajlékok formái organikusak, természetesek voltak, majd egyre inkább kiváltak környezetükből, saját – települések, mesterséges építmények által szervezett – térbe kerültek. Az ókori kultúráktól egészen a reneszánszig az építészetet a befelé fordulás jellemezte, az épületeknek alig volt kapcsolatuk az őket körülvevő természettel. Az épületek egyik elsődleges feladatává vált, hogy lakóit elválassza és megvédje a külvilágtól. A reneszánsz idején bekövetkezett nyitásig ez így is maradt: ekkortól azonban az ablakok már nemcsak a feltétlenül szükséges fény és levegő beengedését, valamint az ellenőrzést szolgálták, hanem kapcsolatot teremtettek a külvilággal. A barokk idején az ablakok és az ajtók nagyobb felületen jelennek meg a faházakon is: a Fachwerk-épületeknél már nem utólag betoldott, kivágott elemek, hanem a ház szerves részei. A 18-19. század faépítészetének jellemző verandái már szinte átmenetet képviselnek a zárt emberi tér és a szabad tér között.

3. fejezet - A faépítészet általános története

Tartalom

[1.](#)

[2. A kezdetek](#)

[3. Boronafalás építkezés, gerendaházak](#)

[4. Cölöpépítészet](#)

[5. Az európai favázás építészet – a Fachwerk](#)

[6. Ballonvázás és padlóvázás építészet](#)

[7. Tetőszerkezetek](#)

[8. Mérnöki faépítészet](#)

1.

A faépítészet története szervesen összefügg a technikatörténettel és az emberi találékonyosság fejlődésével. Nem szerencsés azonban az európai történeti korszakok alapján megrajzolni az időbeli fejlődési vonalat, hiszen kontinensenként más és más jellegű és szerkezetű faépületek terjedtek el. Ahogy fejlődött az európai ember által használt eszköztár és bővültek a tapasztalatok, úgy lehet az európai kultúrához kötődő faépítészet terén különböző törekvéseket találni, mindezek azonban legtöbb esetben nehezen köthető a klasszikus építészeti stílusirányzatokhoz. A fának, ennek a természetes, organikus anyagnak a felhasználása sokkal magától érthetőbben alakult, mint sok más, „korszerűbb” matériáé: a tartósan bevált faépítészeti formák egyrészt „átvándoroltak” a kőépítészetbe, másrészt önmön kiválóságuk folytán évszázadokon/évezredekken keresztül fennmaradtak, megőrződtek – ha máshol nem is, az ősi, bennszülött kultúrákban.

A faépítészet történetét leginkább időbeli és térbeli határoktól egy kicsit elrugaszkodva, tisztán a szerkezet és a forma fejlettségét figyelembe véve lehet csak felvázolni, az időbeli és térbeli határok kevésbé jelentősek. Ez magyarázza, hogy történeti áttekintésünkben sok esetben keverednek a kontinensek hagyományai. Az egyes földrészek és országok jellegzetességeiről más fejezetben esik szó.

2. A kezdetek

Napjaink korszerű építészetének leghaladóbb, legújszerűbb formái is ősi alaptípusokra vezethetőek vissza. Sok esetben az eredeti, több ezer éves megoldás használhatóságánál, kedvező megjelenésénél, esetenként nagyszerűségénél fogva máig változatlan formában él.

Az építészet két legősibb anyaga a fa és a föld: szinte bolygónk minden pontján kéznél vannak, ez magyarázza, hogy a leggyakoribb ősi épületformák, elemi térlefedések e két anyag keveredéséből állnak össze. A könnyű, természetes anyagokból épült, kezdetleges hajlékok tartószerkezete általában valamilyen faállványzat. Az első, ember által alkotott szélfogó (1. KÉP) könnyen hordozható, változtatható, ágakból összeállított vázalap volt, melyet ágakkal, szalmával, fakéreggel borítottak. Az a néhány karó, mely ezeket a kezdetleges „tetőket” hordozta, a későbbi faszerkezetes házak vázának előfutárát jelenti: a kezdetleges, hordozható tartószerkezetek az idők során átalakultak a stabil, helyhez kötött építészet alapjaivá.



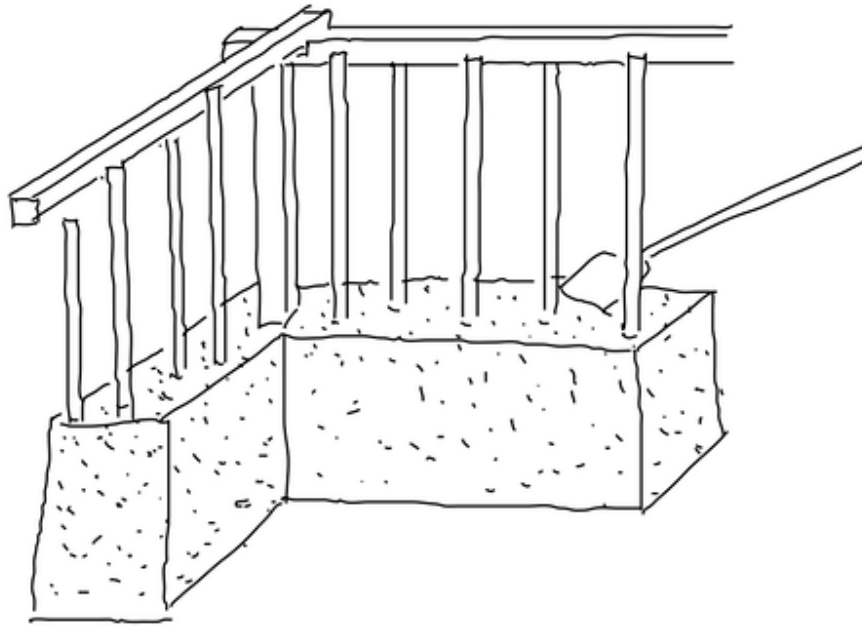
1. kép

Az építmények alapanyaga elsősorban a földrajzi helyzettől, az adott tájban fellelhető forrásoktól függött. Az első emberi hajlékok kialakítását alapvetően meghatározta az éghajlat valamint a természeti kincsek gazdagsága (erdők, talajviszonyok, építéshez felhasználható kőzetek). Európa esetében a tájak alapadottságainak függvényében különböztetnek meg a néprajzos szakemberek kő-, fa- és földépítészeti „nagytájakat”, valamint a határterületeken ezek keverékeit.

Az első faépítmények kialakításának módja, az elemek összekötése, a szerkezet megalkotása attól is függött, hogy az adott civilizációban milyen fejlettségű szerszámok álltak rendelkezésre. A világ számos területén a faépítmények szerkezetének elemeit egyszerűen összekötözik valamilyen, helyben fellelhető természetes anyaggal (kúszónövények indáival, hajlékony fakéreggel, gyökerekkel, növényi rostokkal), „gúzsba kötik”. Ezek a „fakötések” rendkívül stabilak és rugalmasak, ezért az erős szellőkéseknek is képesek ellenállni. Az így elkészített favázakat általában növényi anyagokkal borítják, úgymint náddal, gyékénnyel, gallyakból fonott, pálmalevelekből szőtt táblákkal (2. Kép). A fejlettebb változatoknál ezek a növényi „oldalfalak” agyag- vagy vályogfalazat vázául szolgálnak (3. KÉP).



2. kép



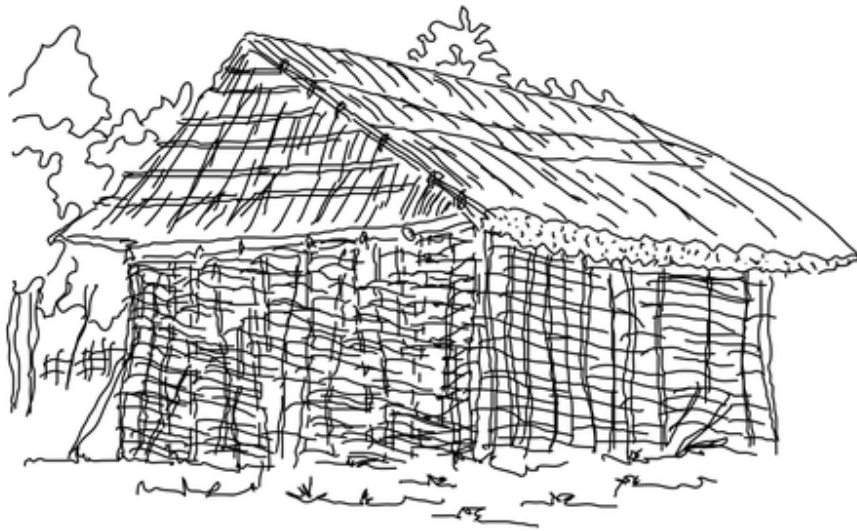
3. kép

Ma is megtalálhatjuk ezeket a hajléktípusokat Afrikában és Ausztráliában (4. KÉP). Winkler Gábor ír részletesen a Zambiában „ínszakának”, Nyugat-Afrikában „gazebonak” nevezett kunyhókról: mindkét kifejezés nagyjából „találkozás helyeként” fordítható. A mai hajlékok szinte ugyanúgy készülnek, mint az ókorban: az épület kör vagy téglalap alaprajzának megfelelő vonalban kiássák a földet, majd a vájatot tömörített sárral töltik ki. Ebbe az alapba függőleges árbocrudakat (villás végű ágasfákat) szúrnak, melyek felső végéhez vízszintesen merevítő koszorút erősítenek. Erre és egy középső ágasfára támaszkodnak a ferde „szarufák”, melyeket végül szárított fűvel burkolnak, a falakat pedig agyaggal fedik be.



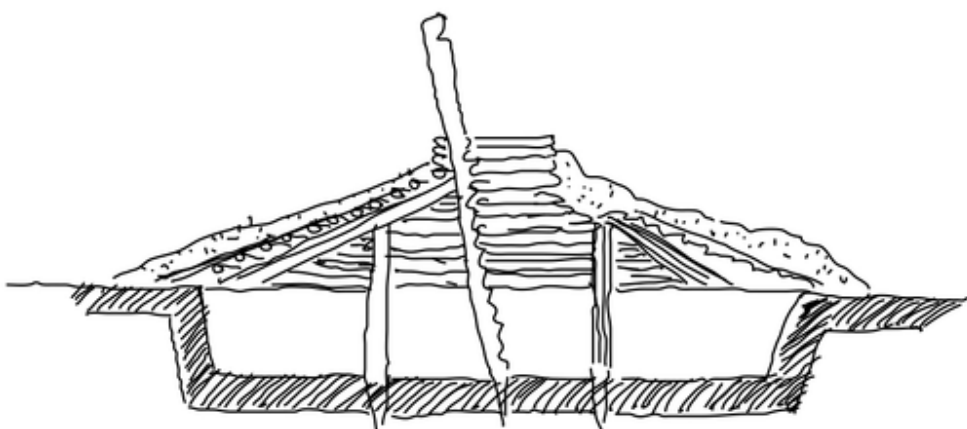
4. kép

Favázás sövény- vagy nádkunyhók a mai napig sok helyen adnak otthont az embereknek, például Szudánban vagy Dél-Irakban. (5. KÉP)



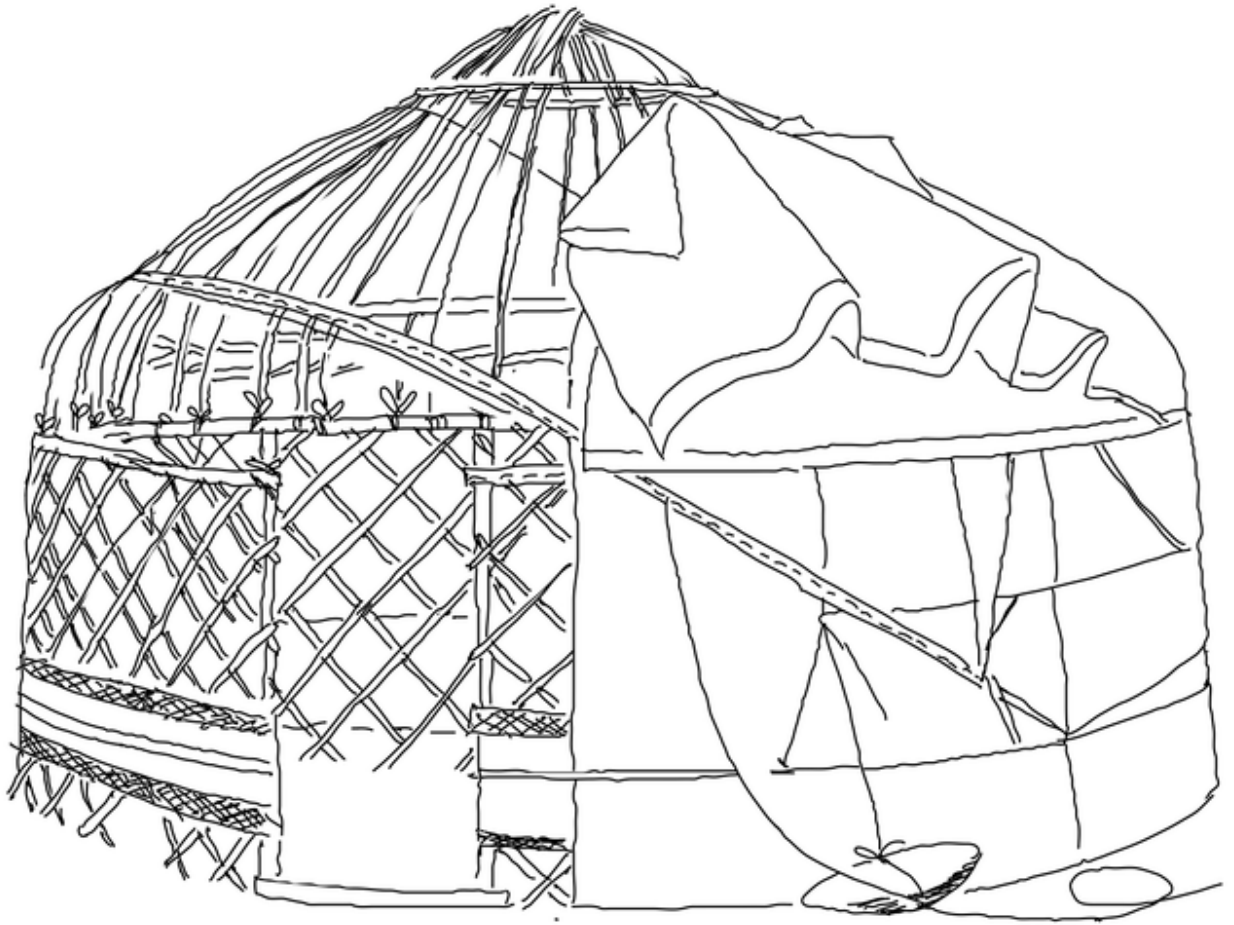
5. kép

Sok helyen a házak alapját egy földbe vájt verem jelentette, mely fölé tetőt építettek: az ősi magyar népi építészetben is jellegzetes ez az építkezési forma (6. KÉP).



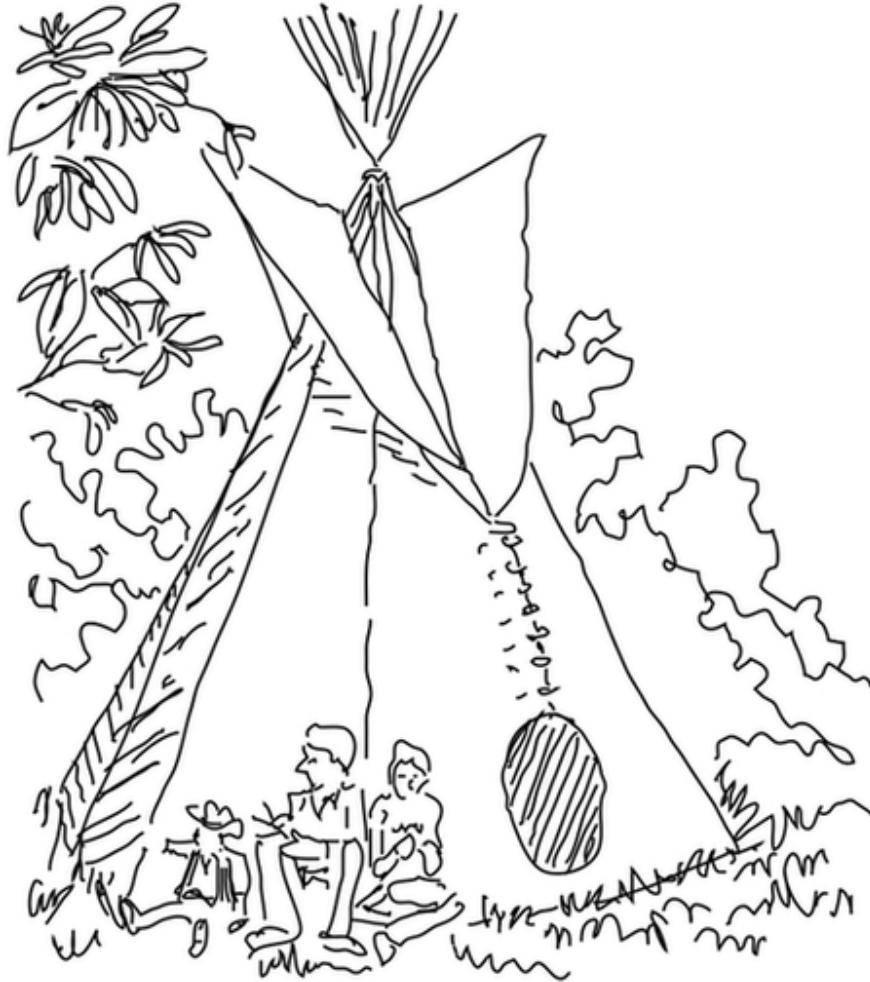
6. kép

Mára az ősi favázás építkezés a gazdaságilag fejlettebb területeken kihalt, mégis, időtállóságát és megbízhatóságát tükrözi az, hogy évezredek óta az egyik legelterjedtebb építkezési forma volt, emellett a rendelkezésre álló faanyagot nagyon gazdaságosan használta fel. Ehhez a kezdetleges (de korántsem primitív) építkezési típushoz tartoznak a közép-ázsiai (és az ősmagyar) jurták, melyekben alkotóik tökélyre fejlesztették a hordozható könnyűszerkezetes faépítészetet az egyszerűen darabjaira szedhető rácsos sátor szerkezet és a külső nemez-, illetve bőrborítás alkalmazásával (7. KÉP).



7. kép

Hasonló kategóriában tartoznak az ősi indián tipik (8. KÉP).



8. kép

Fejlettebb faszerkezeteket építettek az ókori egyiptomiak, majd a görögök és a rómaiak. Az Egyiptomban fennmaradt paloták előképe kicsi, fából épített házacskák voltak, ugyanígy a görögök csodálatos kőtemplomai is rendelkeztek fából épített előddel. A kezdetben tornácos, oromzatos, tapos nyeregtetővel fedett fatemplomot ma a dór stílusú templomokban látjuk viszont.

3. Boronafalas építkezés, gerendaházak

Régészeti leletek bizonyítják, hogy a boronafalas építkezés már az újkőkorszakban (kb. i. e. 10 000-4000) ismert volt. Tacitus révén tudjuk, hogy az antik időkben a gerendaházakat tipikusan germán építkezési módnak tartották, ahol négy oldalán megmunkált fatörzseket illesztettek egymásra.

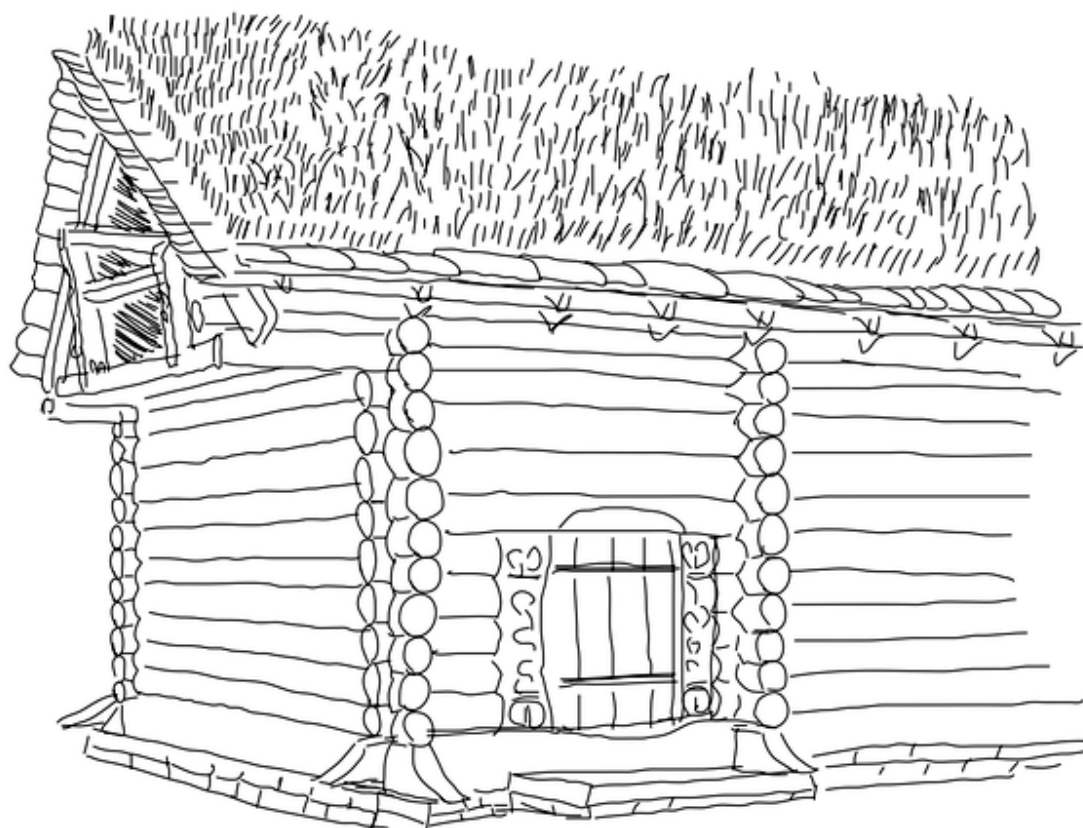
Hérodotosz szerint a szkíták is alkalmazták a boronafalas építkezést az i. e. 1. évezredben, sírkamráik felépítésénél. Észak- és Kelet-Európa túlevelű erdői kézenfekvő építőanyagot szolgáltatottak az ott élő népeknek: i. e. 700 körül már álltak itt gerendaházakból álló települések.

Norvégiában az i. e. 4. évszázadtól van bizonyíték boronafalas építkezésre, néhány száz év múlva szerte Skandináviában vízszintes vagy függőleges gerendákból összerótt házak álltak. Végül általánossá vált a vízszintesen egymásra fektetett, az éleknél különböző módokon összeillesztett törzsekből álló épület, mely igen stabil volt. A függőleges törzsek alkalmazása is továbbélt: régi norvég faházaknál a földszintet vízszintes, az emeletet azonban függőleges gerendák alkotják (9. KÉP).



9. kép

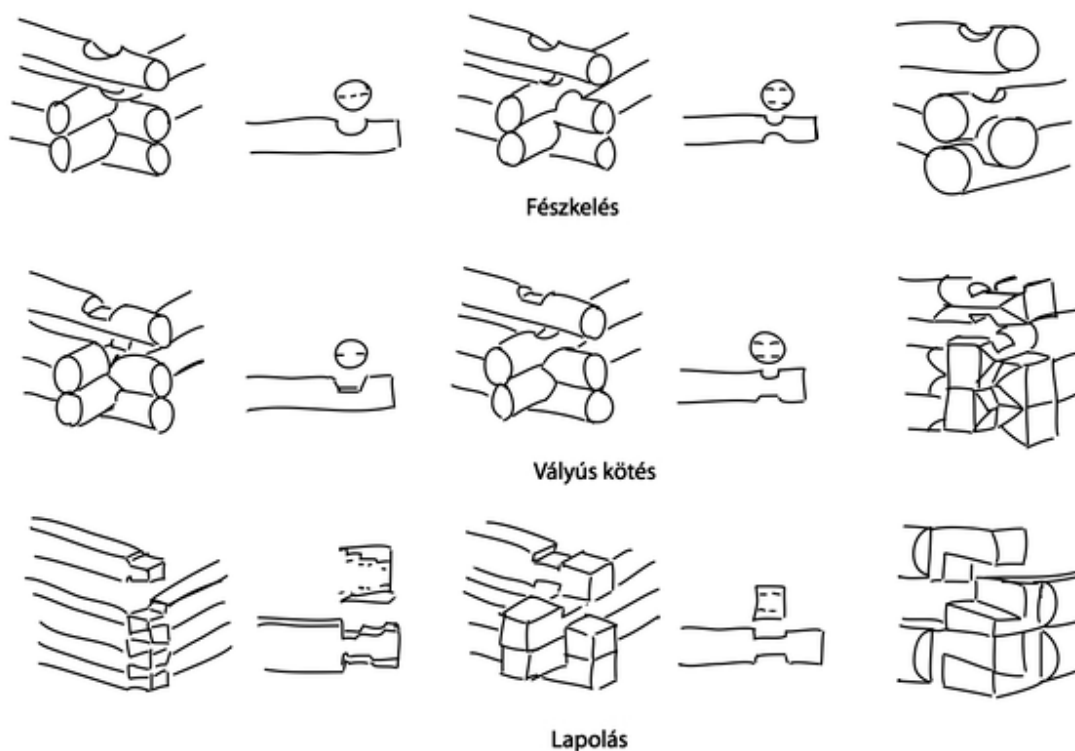
A máig fennmaradt, legrégebb boronafalas ház Norvégiában áll (10. KÉP): 1250 körül emelték eredetileg Numedalban, ma azonban az oslói skanzenben tekinthető meg. Alkotói a kivágott fenyőtörzseket két évig pihentették, mielőtt építőanyagként felhasználták volna azokat. Az ajtónyílást egy év ráhagyás után, utólag vágták a falakba, melyeknek így volt idejük süllyedni; ablakot nem készítettek. Sok boronafalas ház kőalapzatot kap, másokat fa- vagy kőoszlopokra állítottak. Svájcban látni jellegzetes példákat a kőpillérre állított házakra. A kivitelezéshez egyszerű szerszámokat használtak: többnyire különféle baltákat alkalmaztak, fűrészt csak ritkán. A régi skandináv házaknál a tető ferde síkját deszkák alkotják, melyeket egymást átfedő nyírkéreggel burkoltak: ez a megoldás télen és nyáron is jól szigetelt.



10. kép

A legnagyobb gondot a faházak időjárásállóvá tétele jelentette. Sokáig különféle anyagokkal (agyaggal, mohával, gyapjúval) tömték be a fatörzsek közötti hézagokat, ez azonban korlátozott eredménnyel járt. Végül szokássá vált az épületek deszkákkal – némely vidékeken zsindellyel – való burkolása.

További nehézséget jelentett, hogy az éleken történő összeillesztésnél a fatörzsek legérzékenyebb része (a bütü) volt leginkább kitéve az időjárás (és egyben a károsítók) hatásának. Ennek ellensúlyozására a sarkokon nagy ráhagyással illesztették össze a gerendákat. A gerendák egymásra illesztésének több módja is kialakult: a leggyakoribb típusai a fészkelés, a vályús kötés, a lapolás és a fecskéfarkas illesztés (11. KÉP). A vályús és a fészkeléses illesztés a legrégebbi típus, az átlapolásos technika a régi orosz, norvég és kanadai házakat jellemzi, míg a fecskéfarkas a legfejlettebb és a legstabilabb módszer a felsoroltak közül. A boronafalak szilárdításához a fejlettebb szerkezetekben az egymás feletti elemeket 50-60 cm-enként keményfa csapokkal kötötték össze.



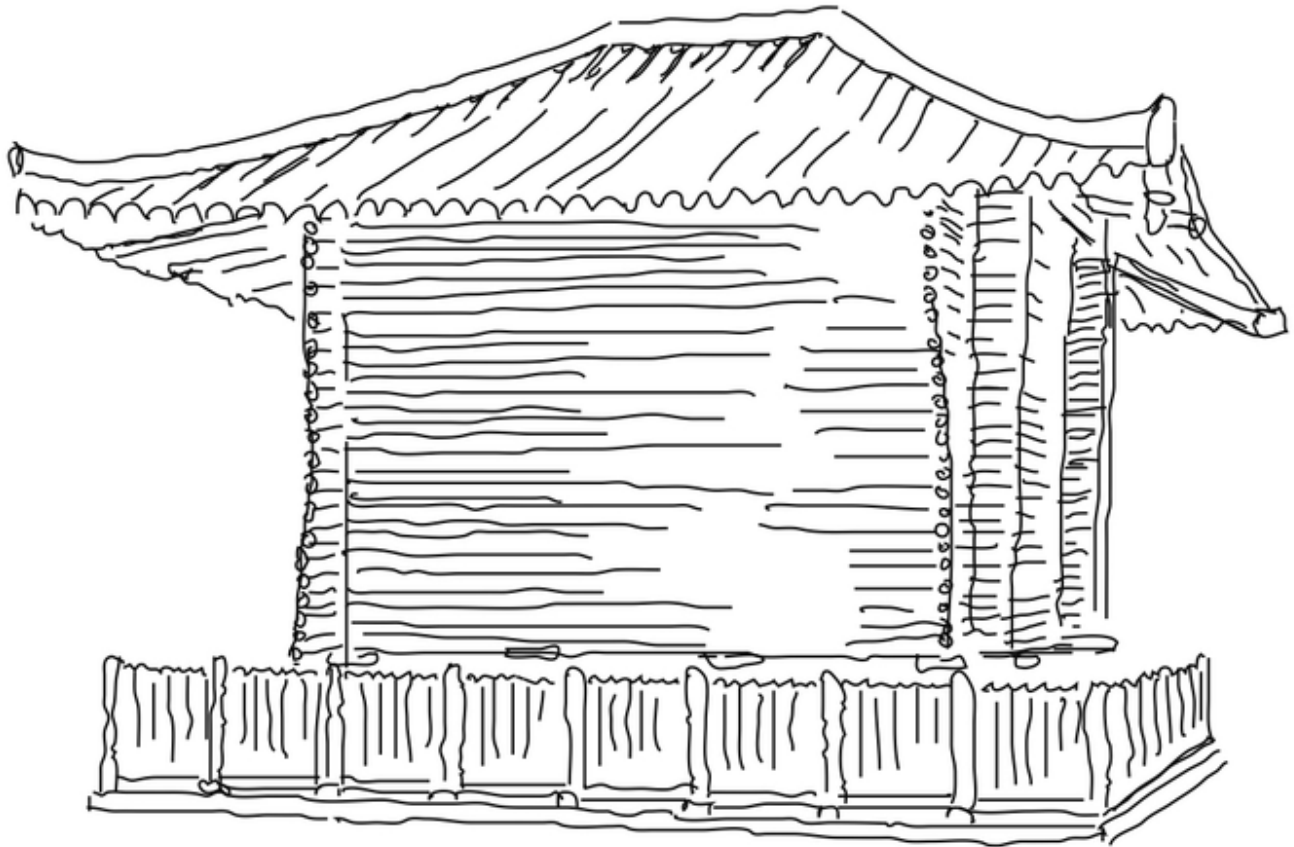
11. kép

A boronafalas szerkezet másik típusa a gerendaház mellett a pallóház, melynek falait fűrészelt gerendából, ill. pallóból emelték. A fűrésztechnika fejlődésével és a vízi fűrészmalom megjelenésével a 16. században már könnyebb volt a fatörzsekből pallókat vágni, melyeket rugalmasabban tudtak összeilleszteni. A korábbi egész fatörzseket felváltották az egymásba kapaszkodó élfák, melyeket a sarkoknál egymáshoz illesztettek. Ezek az új faszerkezetek annyira szilárdak voltak, hogy nemegyszer öt-hatemeletes házakat is emeltek belőlük: sok ilyen épületet találunk Svájcban, főleg Wallis kantonban, vagy Franciaországban (12. KÉP). A többszintes, városi házaknál az alapokat és a földszintet gyakran tűzvédelmi okból falazták.



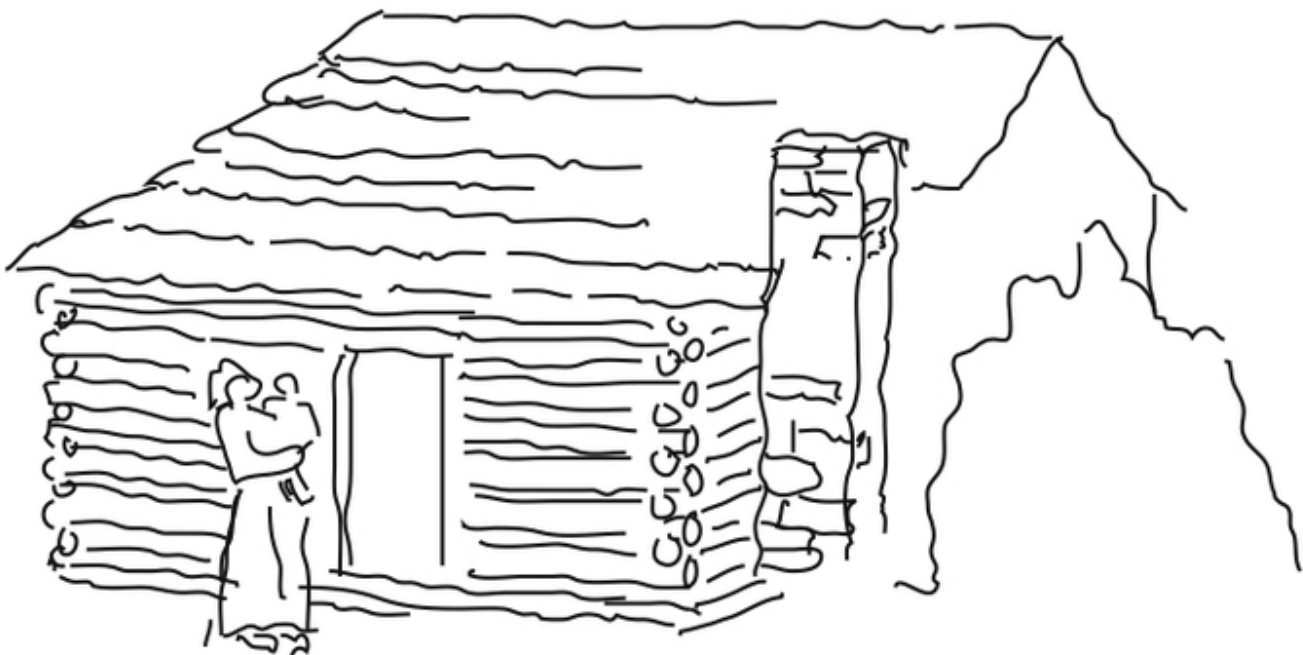
12. kép

A boronafalas építkezés nemcsak Európában örvendett nagy népszerűségnek: a régi japán, koreai raktáraknál, templomoknál szintén megtalálhatjuk ezt a fajta megoldást (13. KÉP).



13. kép

Az Észak-Amerikába érkező német és skandináv telepesek a 18. században egyszerűségénél fogva gerendaházakat emeltek (14. KÉP).



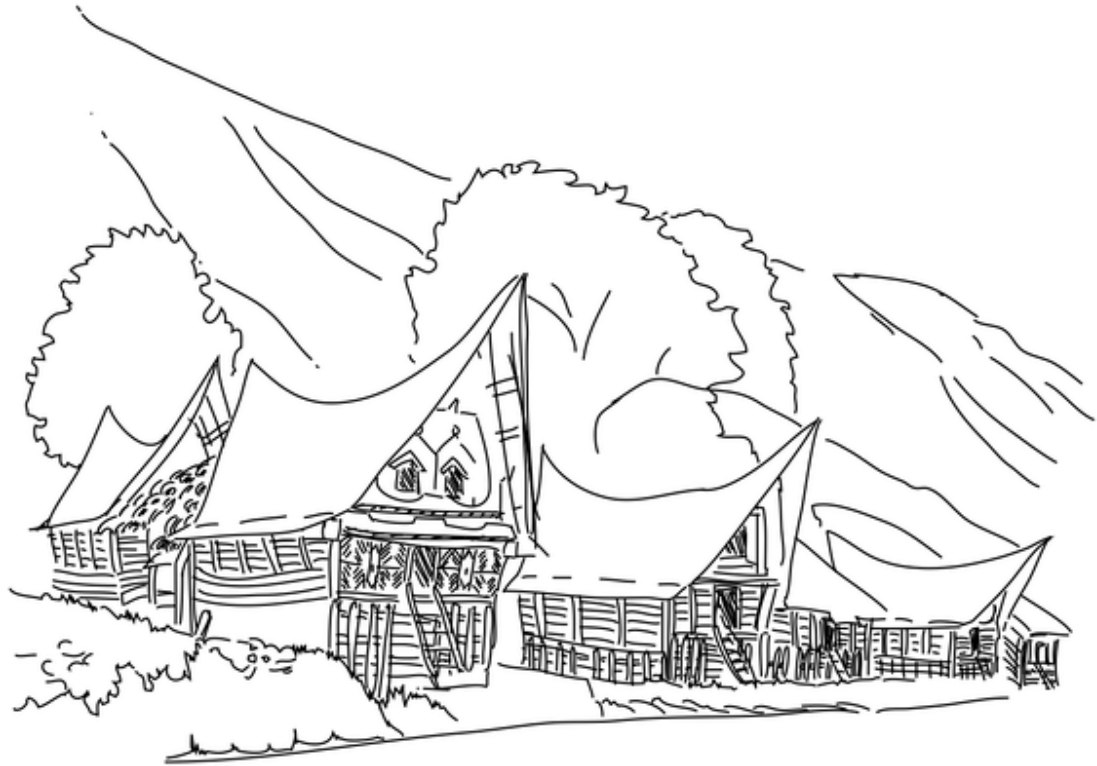
4. Cölöpépítészet

Mára ezt az építési mód túlhaladottnak gondolják: többnyire földön álló épületeket emelünk. Mégis, ez a fajta építészet a mai napig lenyűgöző. Napjainkban már csak Afrika, Polinézia és Dél-Amerika egyes vidékein emelik ilyen módon magasba házaikat.

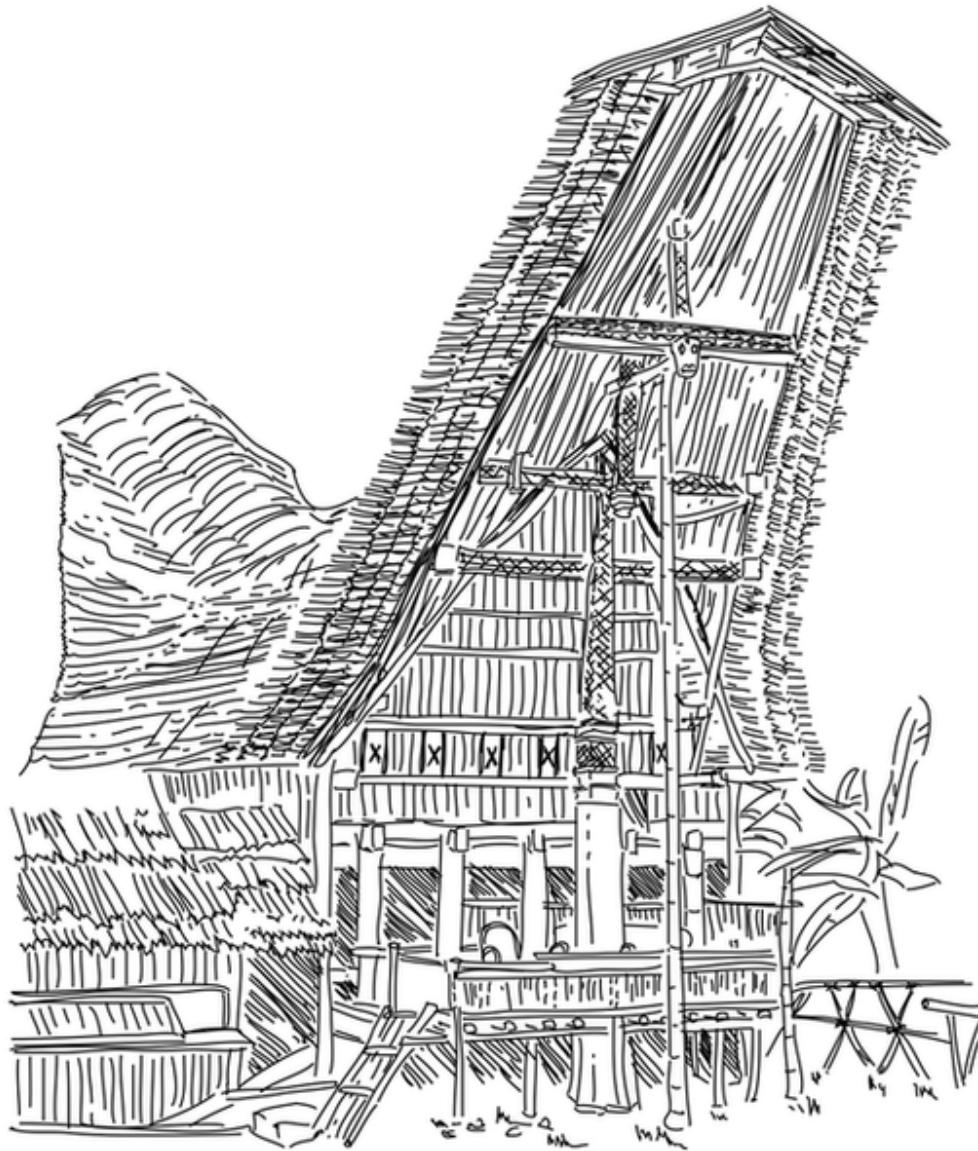
Alkalmanként élő fát is használnak építőanyagként, akárcsak a kőkorszakban. Ilyen „fára-nőtt-házakat” találhatunk Új-Guineában, Malajziában és India egyes részein, melyek csak időszakos lakhelyként szolgálnak. Annak ellenére, hogy ezeket a hajlékokat kezdetleges eszközökkel – kőbaltával és kagylóhéjból készített késekkel – építik, nagyon átgondolt szerkezettel bírnak.

Egyes új-guineai falvak közösségi házai kizárólag fából készülnek: 18 méter magasak és 40 m hosszúak. Óriási bambuszcölöpöket ásnak mélyen le a földbe, a magas, vastagon fedett tetőt kitámasztják, mint a gótikus csúcsíveket (15. KÉP). Ezek a szerkezetek a valaha létezett legmerészebb építészeti megoldások közé tartoznak, melyeket minimális technológiával és felszereléssel oldanak meg. Hasonlóan látványos tetőszerkezettel bírnak a szamoai Batak-házak (16. KÉP), melyek formájukat alkotóik hajókhoz való szoros kapcsolatának köszönhetik. A hajót mintázó tető Celebesz szigetén is megtalálható, a szemlélő számára szinte felfoghatatlan könnyedségű alakban (17. KÉP).





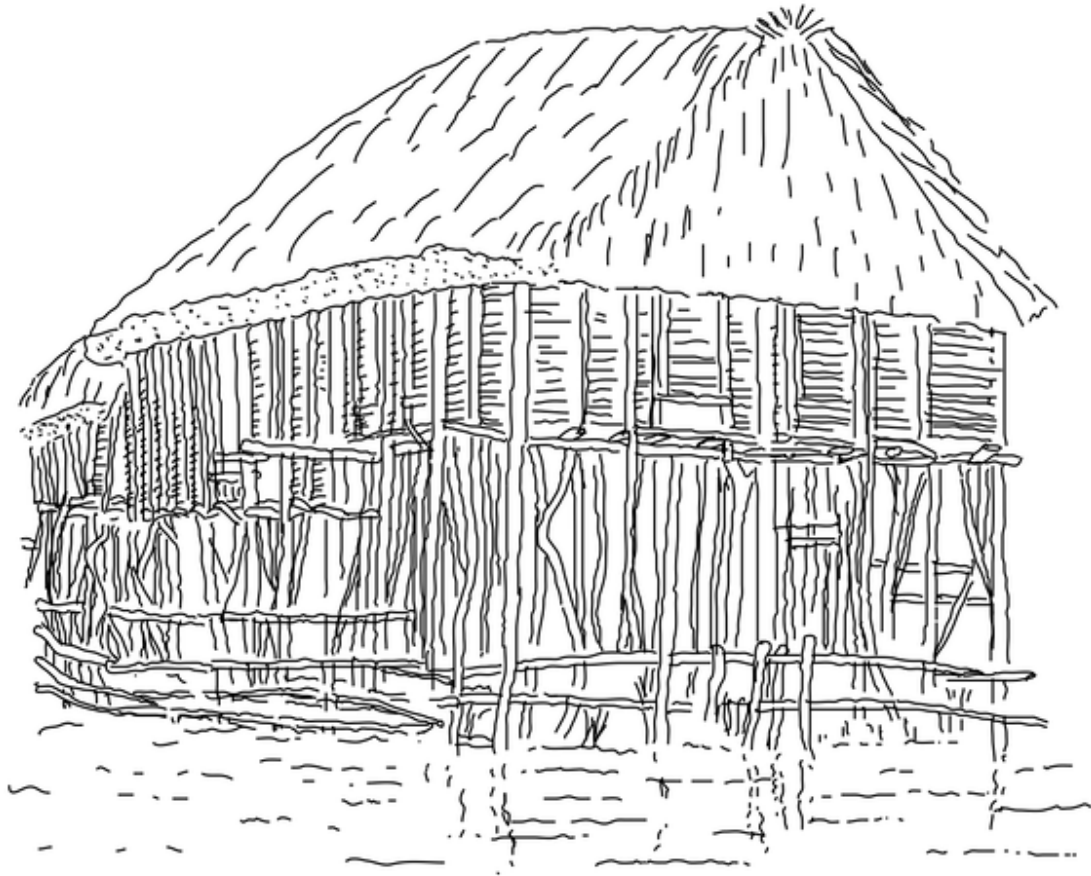
16. kép



17. kép

A részben előre elkészített szerkezeti elemek alkalmazása is elterjedt. Szamoán és Afrika valamint India egyes részein a házak tetőszerkezetét (és gyakran a fedését is) előre elkészítik a földön, és onnan emelik a ház tetejére. Kamerunban a „Bamileke”-házak falainak favázat a talajon állítják össze, vízszintesen. A már kész falelemeket külön erre a célra specializálódott építőcsoportok állítják össze.

A falákkal a földtől elemelt, vagy cölöpökön a víz felett nyugvó épületek korábban széles körben elterjedtek voltak Wallistól a Pireneusokon át egészen Indonéziáig, a Fülöp-szigetekig és Peruig. Napjainkban Kína, Afrika (főleg Dahomey (18. KÉP)), Dél-Amerika és Délkelet-Ázsia vidékein található cölöpházakból álló falvakat. Afrika több részén a favázás szerkezetet ugyanazzal a kosárfonó technikával töltik ki, mellyel mindennapi használati tárgyaikat is készítenek szalmából és pálmatorostokból. A padló faalapzatra kerülésével már csak egy lépés volt a faemlény magasba függesztése: így védekeztek a kártevők és az áradások ellen.



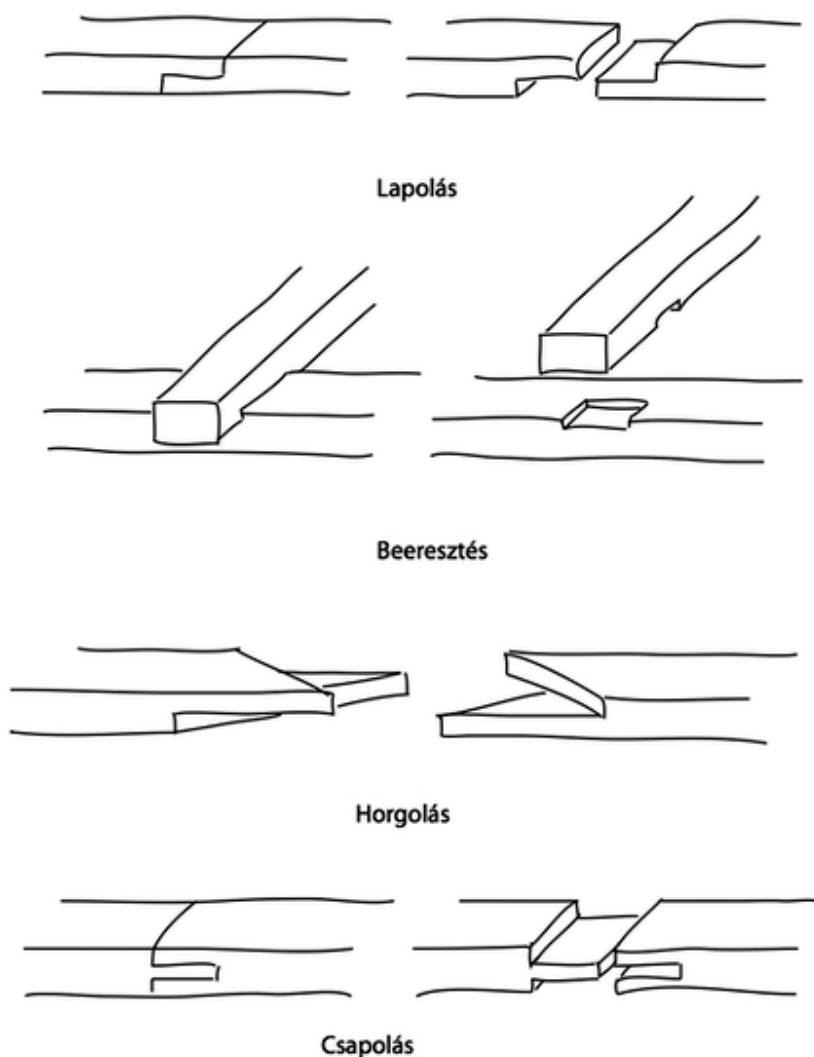
18. kép

5. Az európai favázás építészet – a Fachwerk

Európa nagy részén már a római időkben álltak favázás házak, Itália számos városában gyakoriak voltak a szoroson összezsúfolt Fachwerk-épületek, melyek gyakran estek tűz áldozatává. Néhány száz év kihagyás után a vázas építészet az északi országokban éledt újjá: a skandináv boronafalás építészetből fejlődött ki ismét a 14. század környékén.

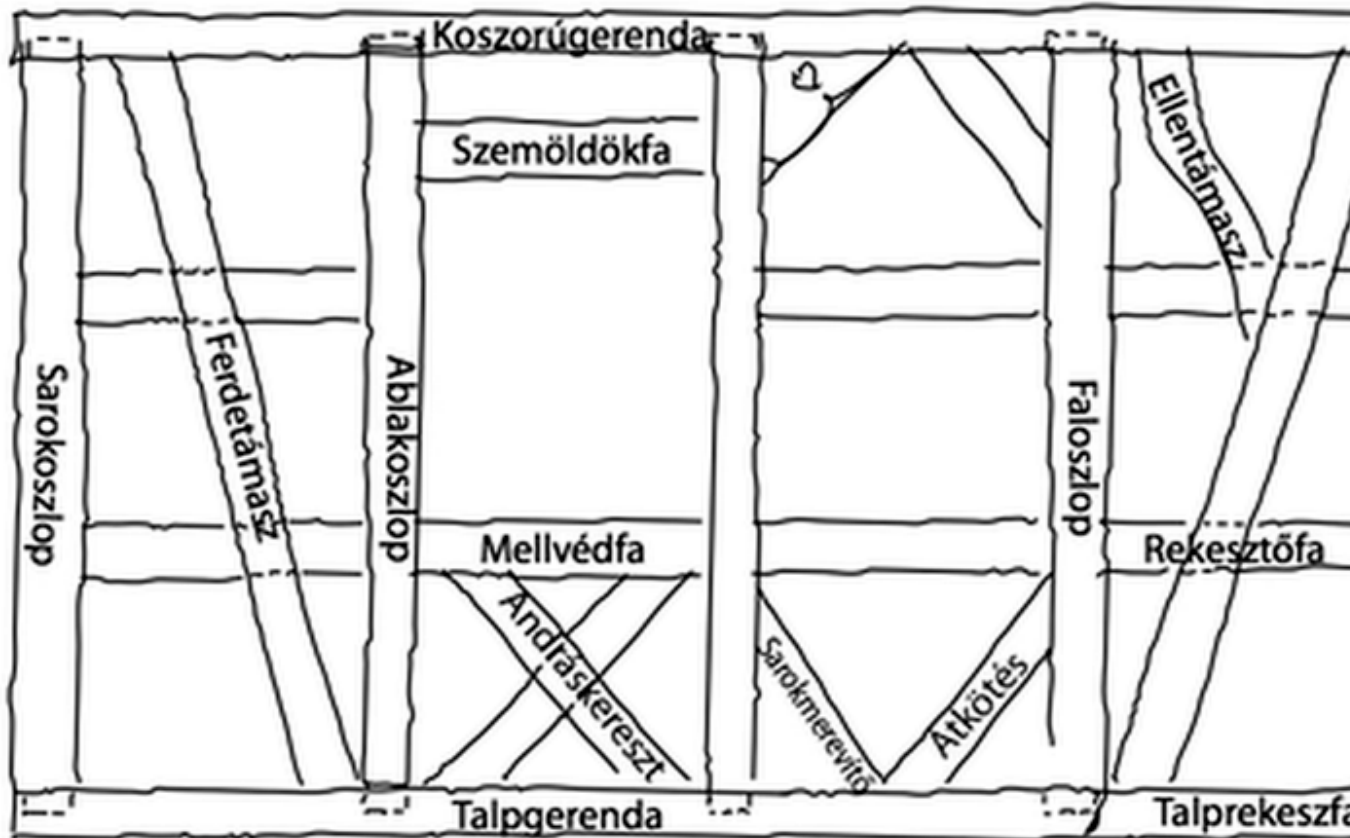
A Fachwerk-ház alapelveit már a bronzkorban Európa-szerte ismerték. Fáradságos munkával, egyszerű szerszámokkal négyoldalúra egyengetett fatörzseket állítottak elő, melyekből a vázas építészethez kevesebbre volt szükség, mint a boronafalás épületeknél. A vázhoz többnyire tölgyfát használtak.

A vázas építészet lényege, hogy először az épület vázát készítik el, majd később töltik ki azt valamilyen módon. Az első időkben felismerték a dúcolás alapformáit, valamint a hármaskötés jelentőségét: így kötötték össze a vízszintes és a függőleges gerendákat átlós, illetve keresztgerendákkal, dúcokkal. A gerendákat egyszerű ácskötésekkel illesztették egymáshoz, melyek közül az elterjedtebbek a lapolás, a beeresztés, a horgolás és a csapolás voltak (19. KÉP). A váz tartó funkciója mellett sokszor díszítette is az épületet: változatos formáiba egyes kutatók ősi rúnajeleket vélnek felfedezni.



19. kép

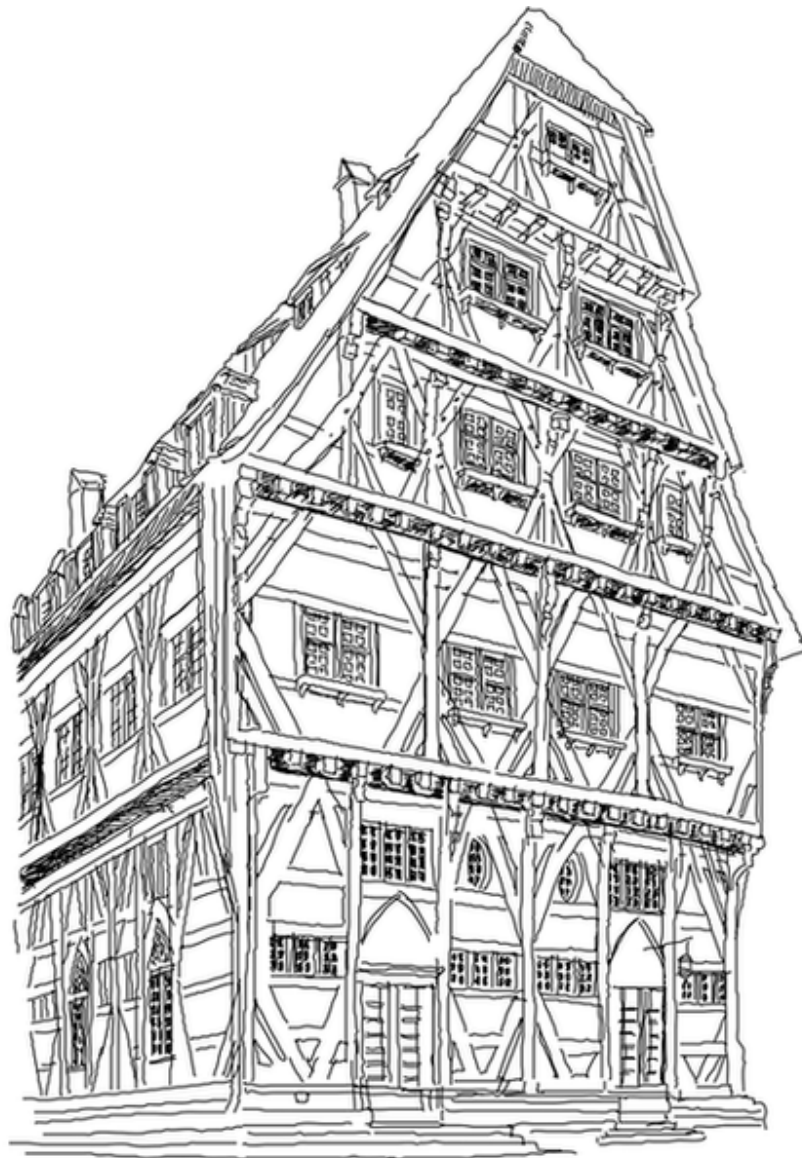
A Fachwerk-technika lényege a faváz, melynek fő elemei a szintenként önálló, vízszintes alsó talpgerenda és felső koszorúgerenda, valamint a közük csapolt, álló oszlopok. A fő elemek közötti mezőkben a szerkezeti szilárdságot ferde merevítők és vízszintes támaszok segítik. A vízszintes támasz egyik fajtája a hosszanti mezőben egymástól (függőlegesen mérve) azonos távolságra elhelyezett rekesztőfa. Az ablakot általában a függőleges ablakoszlopok között a koszorúgerenda közelébe eső szemöldökfa és a nagy mező alsó harmadában helyet kapó mellvédfa keretezi. A ferde merevítő lehet több mezőn átívelő ferdetámasz, melyet kitémaszthatnak szintén ferde, de rövidebb ellentámasszal; kis mezőben elhelyezett, két irányban merevítő andráskereszt; tömör, háromszög alakú sarokmerevítő; végül kisméretű, ferde átkötés oszlop és gerenda között (20. KÉP).



20. kép

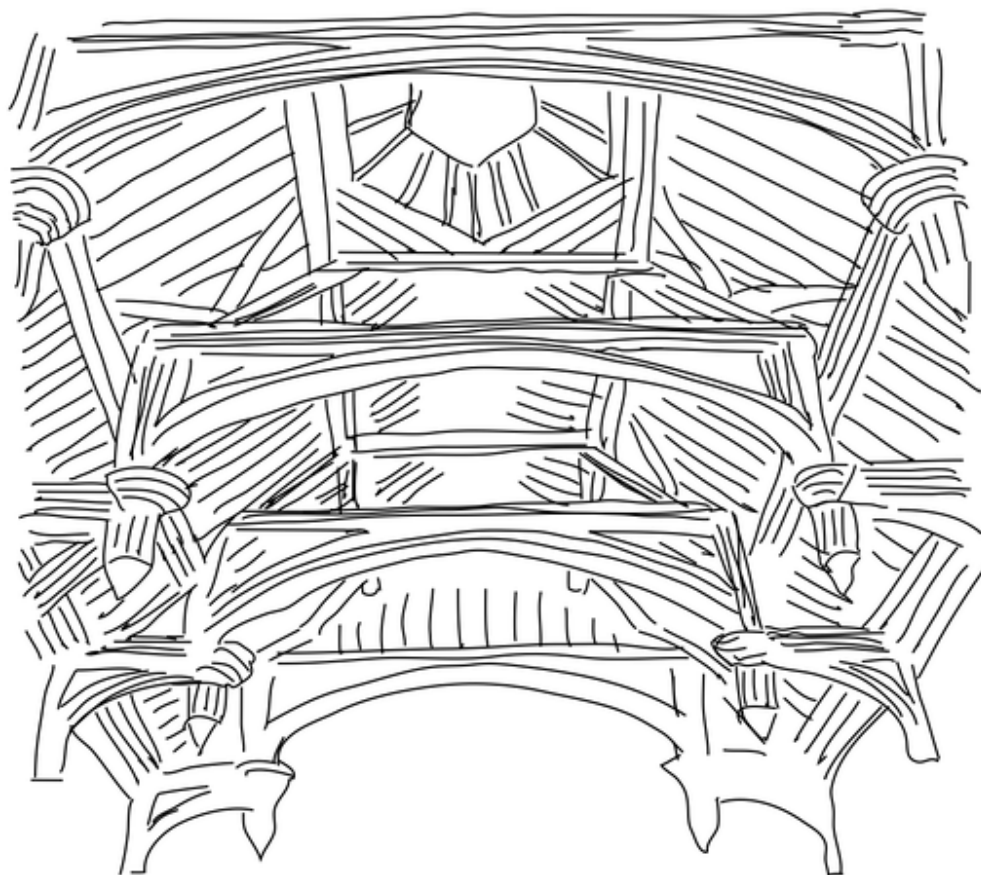
Maga az ács technika két típusra osztható: az egyik, korábbi típus az ún. „irdaló” ács technika, ahol minden egyes gerendát az adott helyre szabtak, csak oda illeszthették be. Ezt a módszert a legkorábbi időktől kb. a 19. századig használták, helyét fokozatosan vette át az új-angliai ácsok találmánya, a „négyzet-szabályt” alkalmazó ács technika, melynél a gerendákat szabvány szerint készítették.

Angliában a gerendakötéseket különösen magas szintre fejlesztették: innen terjedt tovább a kontinensen. A dúcolások segítségével Európa-szerte előreugró, függesztett emeleteket alakítottak ki a középkorban: így a városfalon belüli szűkös területet jobban ki tudták használni. A kiugró emeletek megalkotását egy nagyszerű szerkezeti találmány tette lehetővé, a fiókgerenda (váltógerenda). Ezáltal képesek voltak meghosszabbítani a földéngerendát úgy, hogy az túlnyúljon az alatta lévő falon. A kiugró emelet sarokoszlopa erre a gerendára támaszkodik rá. Eme építészeti lelemény jellegzetes példája az 1430 körül épített esslingeni városháza (21. KÉP).



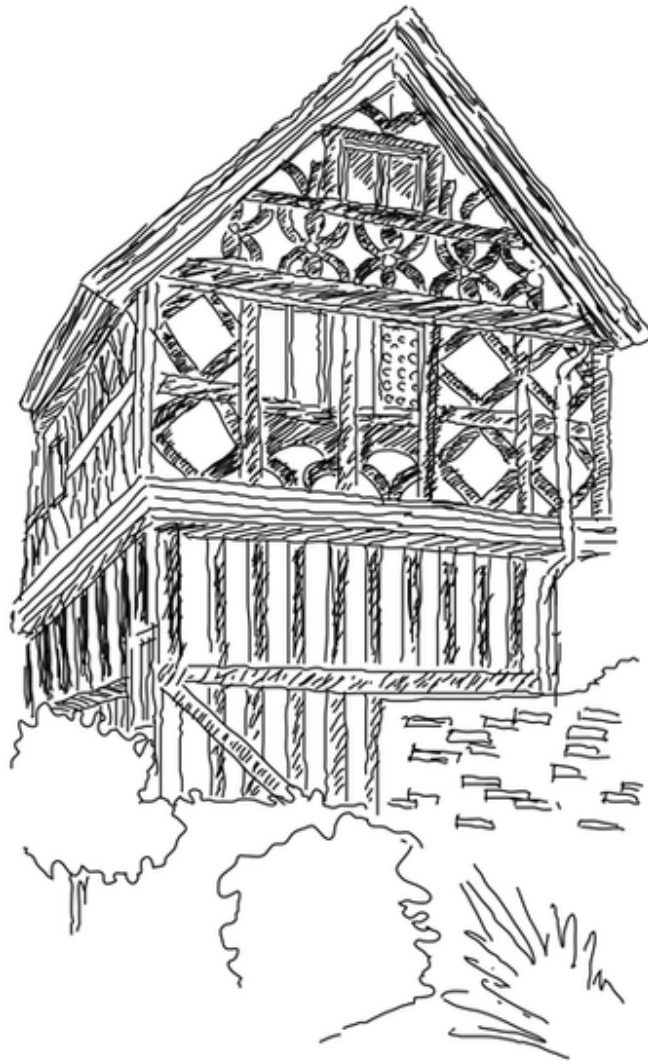
21. kép

A késő középkorra az ácsmesterek már hat-hétemeletes Fachwerk-épületeket is emeltek. Némelyik még napjainkban is áll, a középkor és a reneszánsz legimpozánsabb épületeinek egy része is közülük kerül ki (pl. Anglia, Eltham palace (22. KÉP)).



22. kép

A középkorban gerendákból megalkotott „dobozkeret” adta a ház alapját (23. KÉP): a kilátszó vázszerkezetet a kitöltés síkjába süllyesztették és gazdagon díszítették. Különösen a sarkon álló tartóoszlopok dekorálására fordítottak nagy figyelmet.

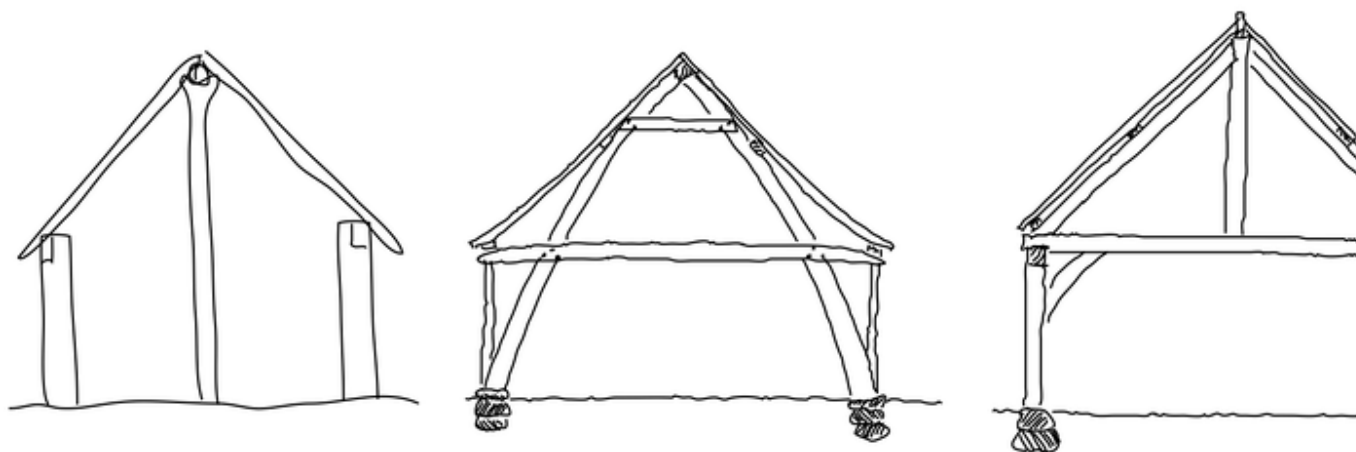


23. kép

A fesztávolság növelésére az angliai építőmesterek a középkorban különleges, nagy teherbírású vázszerkezetet – az ún. Cruck-vázat – fejlesztettek ki (24. KÉP), mely előfutára a mai „csupatető” hétvégi házaknak. A váz alapját két függőlegesen felállított, egymásra kb. merőleges, meghajlított – általában egyetlen fatörzsből kétfelé hasított – gerenda képezi, melyeket fent varjúgerenda (másképpen taréjszelemen) tart össze. A szerkezetet a földem magasságában feszítőgerenda szilárdítja meg. Ez az építészeti megoldás régen egész Angliában közkedvelt megoldás volt. Valószínűleg az ágasfás tetőszerkezeti megoldásból fejlődött tovább (25. kép).



24. kép

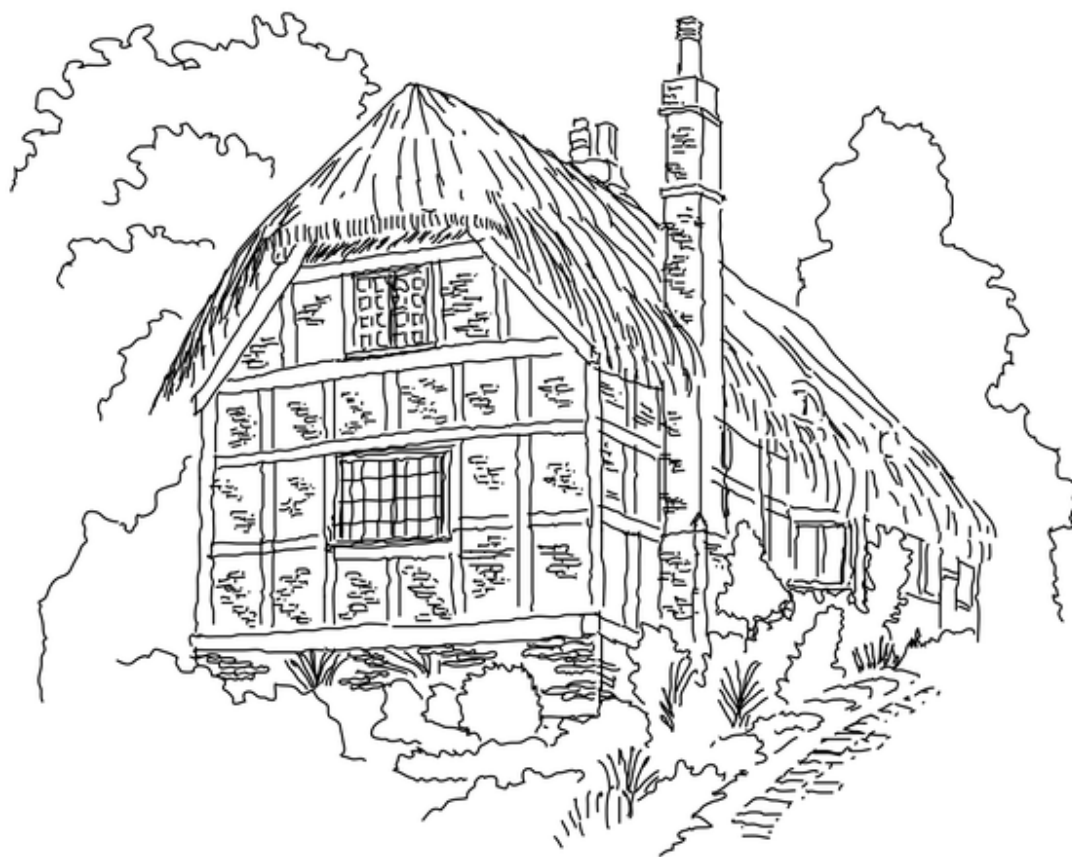


25. kép

A favázás építészetben az épület teljes súlya a faszerkezeten nyugszik, így a kitöltésnek nincsen teherviselő szerepe. A kitöltés történhet növényi vagy ásványi eredetű anyaggal. Növényi eredetű anyag lehet faág, nád, sás, szalma, melyet fonással, szövással vagy kötegekben használnak fel. Ásványi eredetű a homok, agyag, föld, kő vagy téglakitöltés. A legrégebbi kitöltési mód az ágakból fonott vázra felhordott, homokkal kevert anyagfal, az ún. paticsfal. Ennél a megoldásnál az ágfonatot szilárdan rögzítették a favázhoz, majd mindkét oldalról befedték szalmatörekes agyaggal, ezután kívül-belül

vakolták és festették. Ha a faváz kis osztásokkal készült, ez fonat elbírta a burkolat súlyát, a nagyobb osztású szerkezetnél a fonatot lécekkel erősítették meg. A léckitöltés később átvette a fonat helyét, és mészvakolást kapott. Ennél a típusnál többnyire magát a favázat is bevakolták. Mivel azonban a frissen elkészült faszervezet még nem állapodott meg véglegesen, e két formánál sokszor kisebb-nagyobb repedések keletkeztek az agyag- vagy mészvakolatban, emellett a falak száradása, zsugorodása szintén réseket nyitott rajta.

A vegyes technika hibái miatt egy idő után elterjedt a kő- és téglakitöltés alkalmazása (26. KÉP). A nehéz kitöltés súlyát a vázszerkezet vízszintes gerendái vették át. A svédek és a hollandok körében népszerű volt a vékony terméskő mint kitöltő anyag. Később, a téglá térnyerésével tartós és időjárásálló külső falakat tudtak építeni, de a téglá dekorativitását is felhasználták: különböző mintákat raktak ki belőlük (például halszállás mintát), változatosan fűgázták ki a falakat.



26. kép

A nyílások és nyílászárók a Fachwerk-művészet jellegzetes stílusjegyeit viselik. A középkorban a céhházak bejáratát szinte templomhoz méltóan hangsúlyozták: a súlyos, faragásokkal ékített, dúccokkal megerősített kapuzat a céh fontosságát jelképezte (27. KÉP).

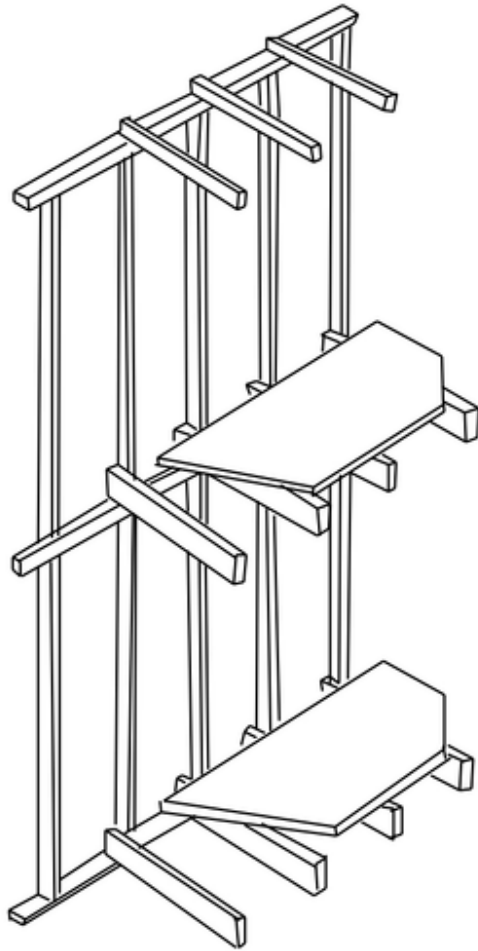


27. kép

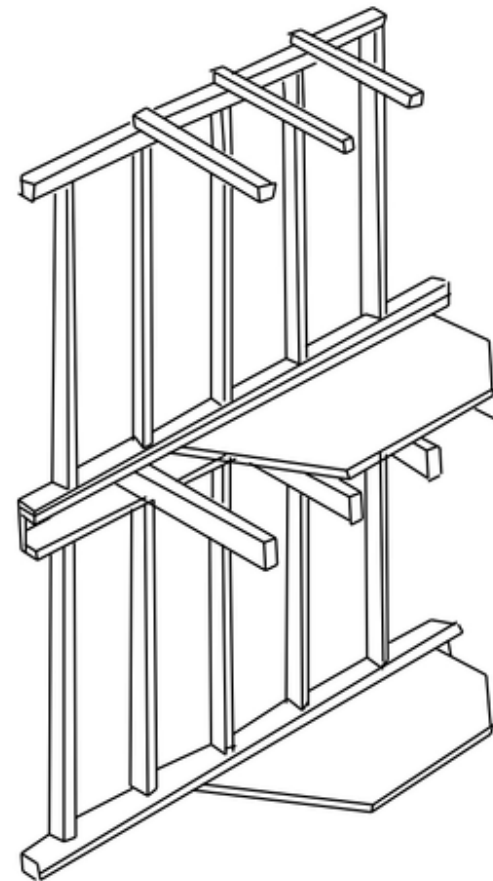
A 17. századtól az üveg elérhető lett a kevésbé tehetősek számára is. A Fachwerk-házak ablakainak dekorációs szerepe ezáltal megnőtt, az ablakkeretek újabb mintákkal bővítették az ácsmesterek tárházát, kibontakoztathatták művészi hajlamaikat az ablakkeretek cifrázása által. Ezek a díszítések a mai napig élnek, nemcsak a Fachwerkes, hanem a modern házakon is.

6. Ballonvázás és padlóvázás építészet

A fűrészgépek fejlődésével a 19. században nagy számban állítottak elő fadeszkákat és pallókat, emellett a tömegcikké vált a fémszög, melynek segítségével könnyen egymáshoz tudtak rögzíteni a deszkákat. Ezek a találmányok építészeti újítóként indítottak el Amerikában. Az ottani mesterek új faszervezeteket fejlesztettek ki emeletes házak létesítéséhez: a ballonvázás és a padlóvázás építészeti eljárást (28. KÉP), melyek aztán meghódították a többi kontinenst, és a mai napig használatosak.



Ballonváz



Padlóváz

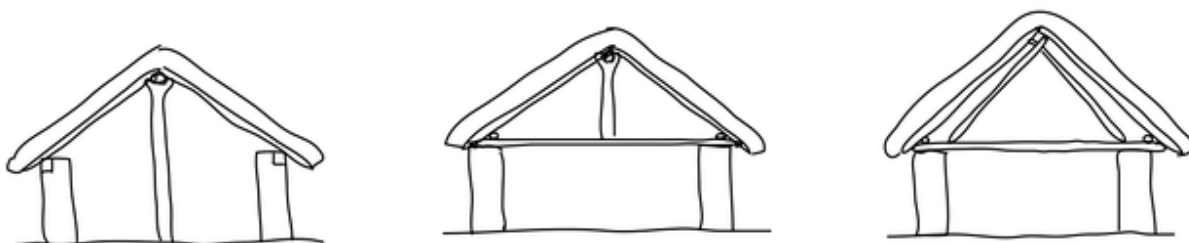
28. kép

A ballonvázás megoldás lényege, hogy a függőleges tartóelemek, azaz a keretlécek az épület teljes magasságát átfogják, tehát a földtől (az alaptól) a tetőszerkezetig (azaz a koszorúgerendáig) érnek. A padlóváz esetében a faszervezet emeletráépítéses: minden emelet váza külön készül el. A felső szint padlódeszkáit ráfektetik az alsó szint párkánygerendáira, innen újabb keretlécek fogják át az emeletet. Mindkét típusnál elkerülhetetlen a dúcolás. A sarkoknál hagyományos ferde dúcolást alkalmaztak, majd az egész szerkezetet ferde deszkaborítással látták el kívülről, melyet még vízszintes vagy függőleges deszkázattal fedtek be. Ez a külső faburkolat többnyire erdeifenyőből, cédrusból, vagy szikvójafenyőből készült, gondosan impregnálva.

7. Tetőszerkezetek

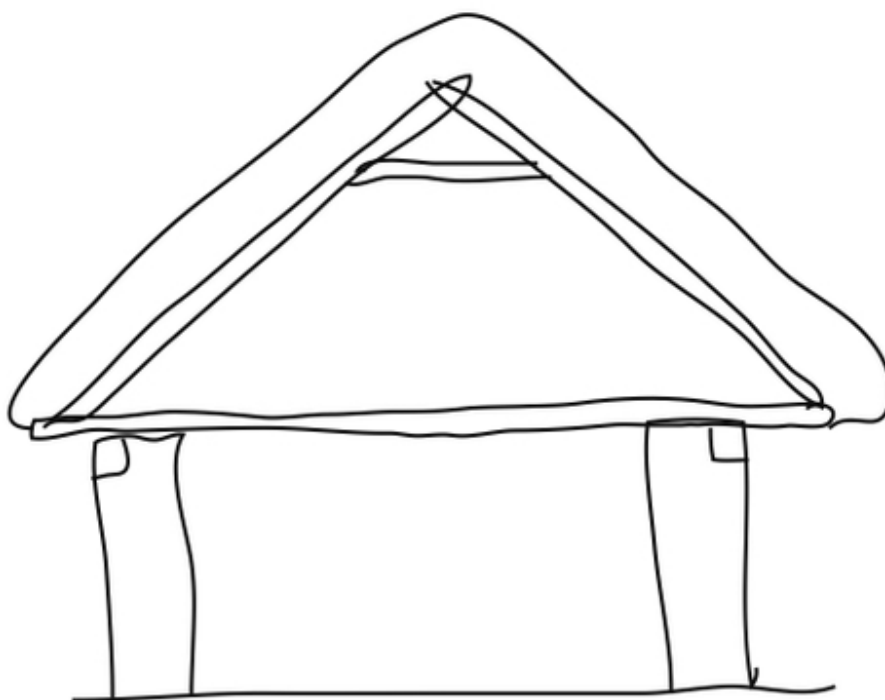
A tér lefedésének legősibb anyaga a fa: a más anyagokból készült szerkezetek csak jóval később jelentek meg. A ma ismert tetőszerkezetek legelőször fából készültek, és ezeket a megoldásokat vette át később a kőépítészet. Az egyiptomi és görög, gigantikus kőtemplomok strukturális előképét is szerény, fából épült házak adták.

A vízszintes és a függőleges tartószerkezet elkülönülésével kezdetét vette a tetőszerkezetek fejlődése. A kezdetlegesebb, szelemenes tető függesztett szerkezet, melynél a tetőszerkezet vízszintes gerincét alkotó szelement kétoldalt (és a ház tengelyében maximum négyméterenként) ágasfa tartja. A falakra fektetett sárgerendákon és a szelemenen nyugszanak a fedélfák a tető (éghajlati viszonyoktól függően különböző mértékben) ferde síkjában (29. KÉP). Ennek a típusnak példáit az ókori görögöknél ugyanúgy megtalálhatjuk, mint a magyar falvakban: egészen a reneszánsz időkig közkedvelt volt.



29. kép

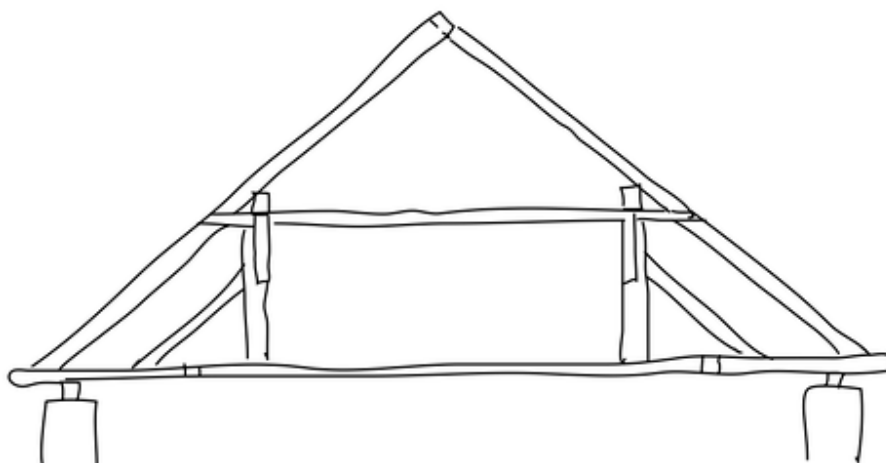
A szarufás tetőszerkezet fejlettebb, támasztott, és jóval nagyobb szakértelmet igényel, mint korábbi társa, viszont cserébe lényegesen nagyobb terek lefedését oldja meg, nem szólva az impozáns magas tetőkről. Itt a szarufák támasztják meg egymást, tartják meg a gerincszelement, és vezetik le a szerkezeti feszültséget a sárgerendára, amely továbbadja azt a falaknak, tartóoszlopoknak. A szarufákat a legegyszerűbb esetben is kötőgerenda és kakasülő tartja össze a szarufák függőleges síkjában. A szarufákra támaszkodik rá aztán a vízszintes középszelemen és talpszelemen, melyek a szarufákkal közösen a héjazatot tartják (30. KÉP).



30. kép

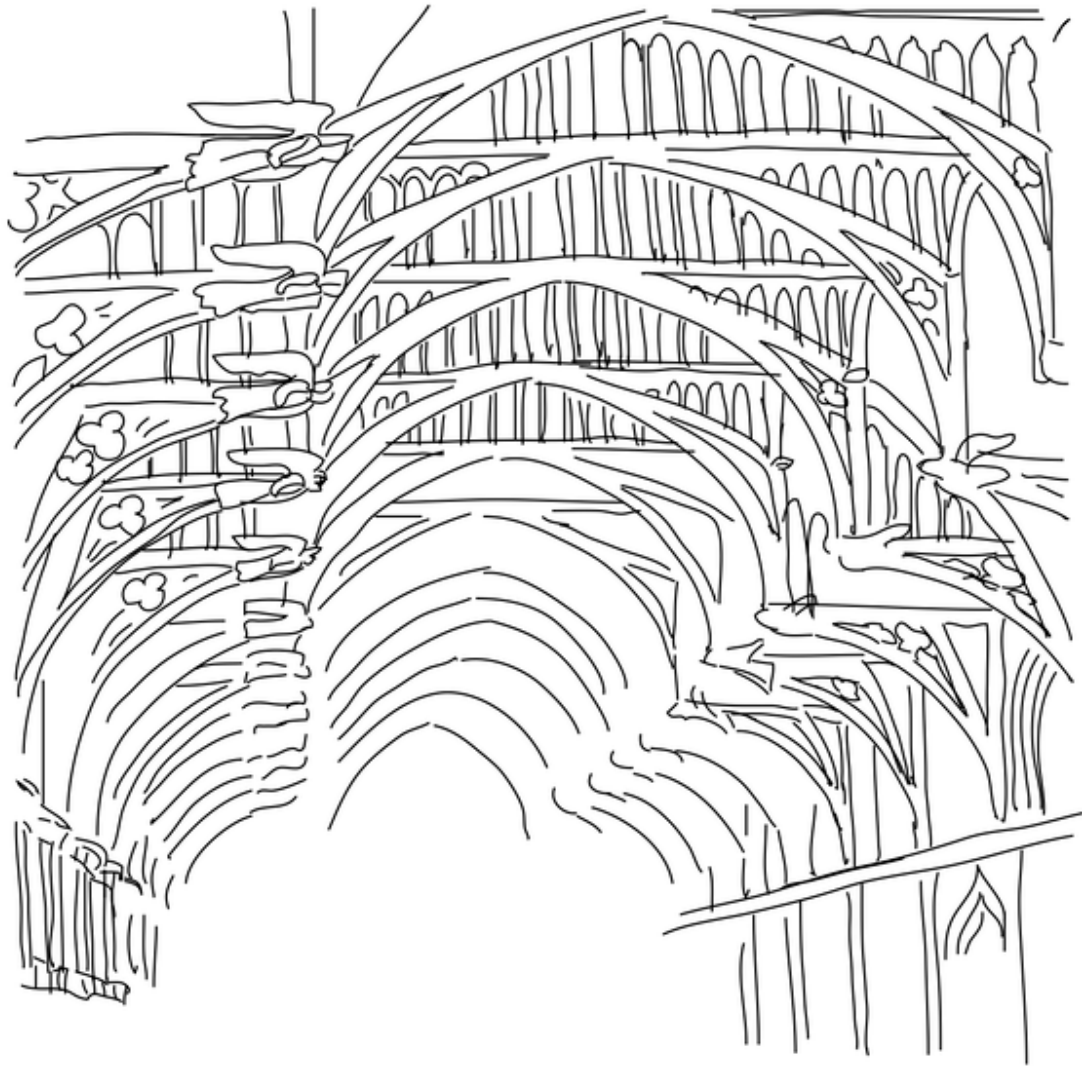
A szarufás tetőszerkezet továbbfejlesztett változata a fedélszékes tető, mely beolvastotta az ágasfás megoldás előnyeit. A szerkezet alapját főállások és mellékállások adják: a főállások tartják meg a

szelement – ezért bonyolultabb szerkezetet igényelnek – a mellékállások már a szelempre fekszenek rá. Akárcsak az ágasfás megoldásnál, itt is legalább négyméterenként szükség van főállásra, melynél a szarufákat székgerendák (másképpen állószekek) támasztják meg. A mellékállások szarufáit a főállások szarufái által alátámasztott közép- és talpszelemenek, valamint a gerincszelemen tartja meg. Az állószekekhez támasztja ki a középszelemeneket a ferde könyökfa, magát az állószekeket pedig a támasztódúc stabilizálja. A főállásokon belül, vízszintesen keresztirányban a kötőgerenda, a cimborafa és a kakasülő fogja össze a szarufákat (31. KÉP).



31. kép

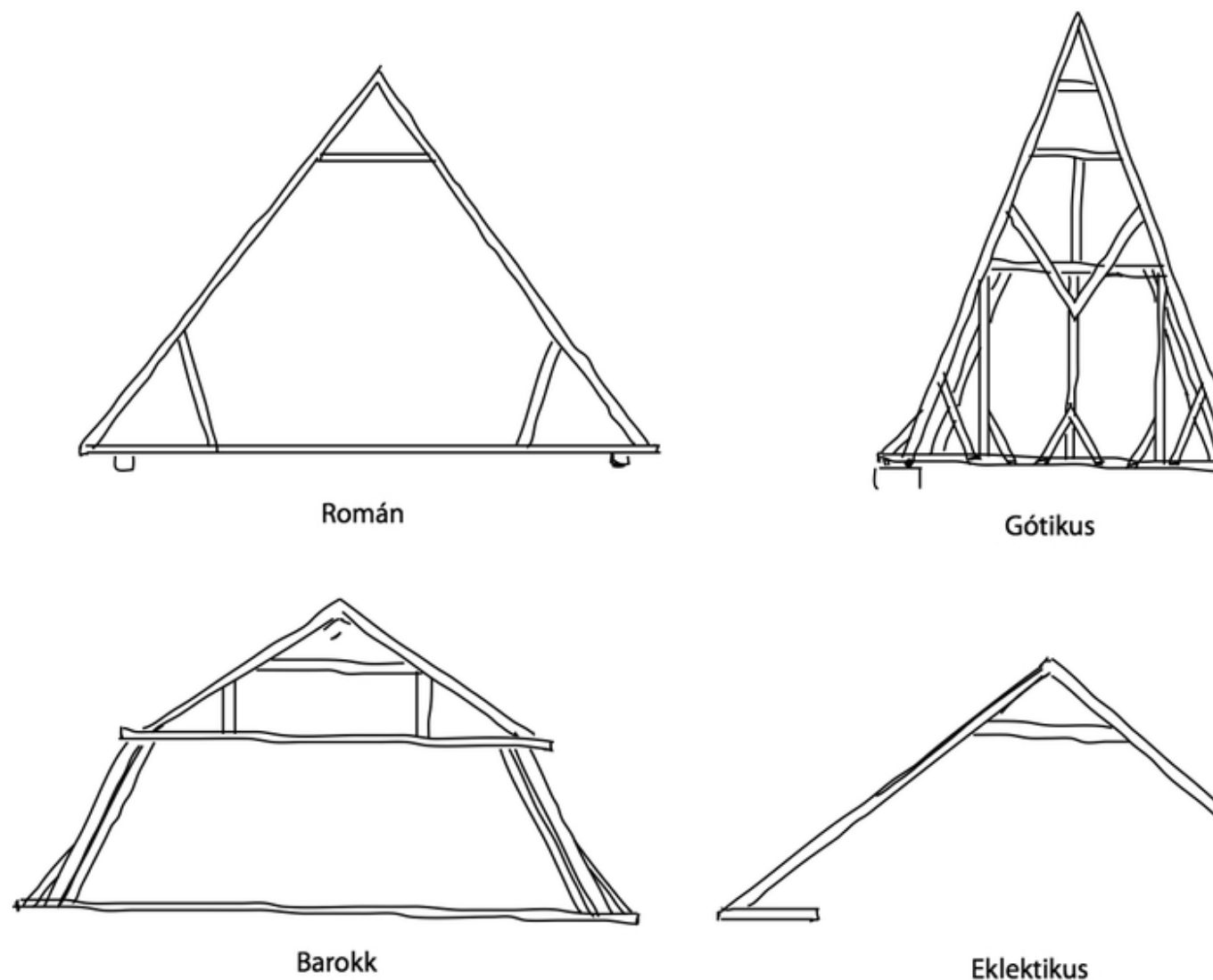
A fedélszékes tetőszerkezet fesztávolságát a középkorban fiók-kötőgerendák alkalmazásával növelték meg: képessé váltak akár 20 méteres fesztáv áthidalására, közbülső áthidalás nélkül. A vízszintes fiók-kötőgerendákat a mellék-szaruállásokba illesztették be, rugalmas kéttámaszú tartóként átvették a szarufák terheit. Jellemző példáit láthatjuk az angliai Westminster Hall-ban (1395) (32. KÉP), vagy az Eltham Palace-ban (1405).



32. kép

A szarufás tetőszerkezet másik, még fejlettebb változata az ún. feszítőműves változat, melynél a szelemeneket feszítőmű tartja. Ez azonban már nem oldható meg pusztán fából: a feszítőműnek merev kötéseket kell tartalmaznia, melyeket csak fém, acél kötőelemekkel (ún. kiegészítő-szerkezetekkel) lehet megoldani.

A fedélszékes és a feszítőműves tetőszerkezeteknek a különböző korokban más-más formái terjedtek el, ezek alkalmazását gyakran művészettörténeti stílusokhoz is köthetjük. A román stílusú fedélszék jellemzően viszonylag egyszerű: a szaruállásban alapesetben dúcok, fogófa és kakasülő tartja össze a szarufákat. A tetősík lejtése ebből következően viszonylag alacsony. A gótikus stílusú szaruállás már lényegesen bonyolultabb, a tetősík meredekebb: a román korihoz képest a fő szaruállásban kiegészül további fogófákkal, állószékekkel és vízcsepegtetővel. A tető síkjában átlósan ferdedúcok erősítik a szerkezetet. A barokk kor egyik jellegzetessége a manzárd tető, melyet sajátos, feszítőműves fő- és melléfedélszékek tartottak, minden eddiginél bonyolultabb szerkezeti megoldásokkal. Az eklektikában visszatértek az egyszerűbb küllemhez, azonban maga a struktúra sokkal fejlettebb műszaki megoldásokat takart, mint elődeié (33. KÉP).



33. kép

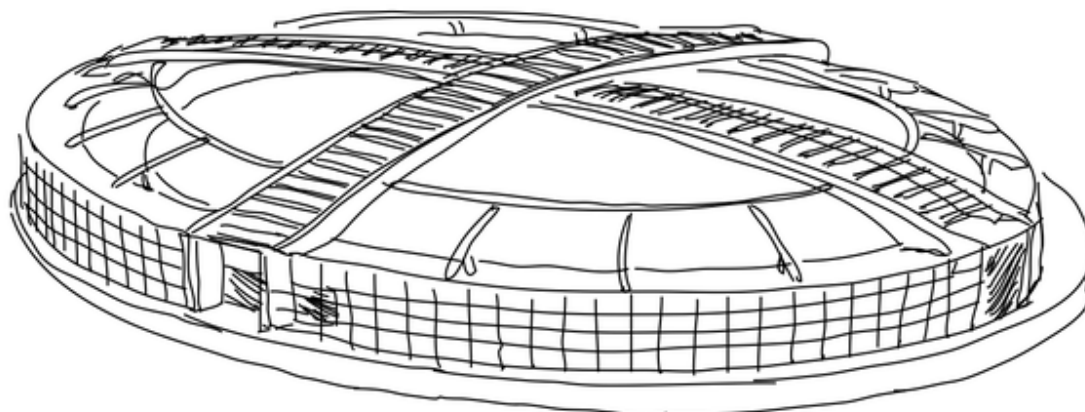
A hagyományos fa tetőszerkezeteknél, igaz, a kő- és téglarendszerűekhez képest viszonylag ritkán, de előfordul az íves megoldás is. Franciaországban, a galambdúcoknál gyakran alkalmaztak íves lefedést, melyet az ágasfás tetőhöz hasonlóan egy középső ágasfa tart, az íves lefedést pedig az ágasfára támaszkodó keresztducokkal tartották meg.

8. Mérnöki faépítészet

A faépítészet fejlődésében a következő, jelenkorba nyúló állomás a mérnöki szerkezetek nagyarányú elterjedése, mely a 19-20. század fordulójára tehető. A mérnöki alkotásokhoz már nem elég a szakember, az ácsmester gyakorlati tapasztalata: számításokkal megalapozott, monumentális faalkotások ezek, melyeket modern technológia nélkül lehetetlen lenne megvalósítani.

A mérnöki faépítészet jobbjára a Fachwerk-technológia és az íves térlefedési megoldások továbbfejlesztéséből táplálkozik. A ragasztóanyagok nagyarányú alkalmazása fellendítette a 20. század elején a csarnoképítést: az ekkor keletkezett faszervezetek az acélszerkezetekkel szemben is megállják a helyüket. Sikerükhöz hozzátartozott, hogy jó minőségű, fenyő faanyagot használtak fel hozzájuk.

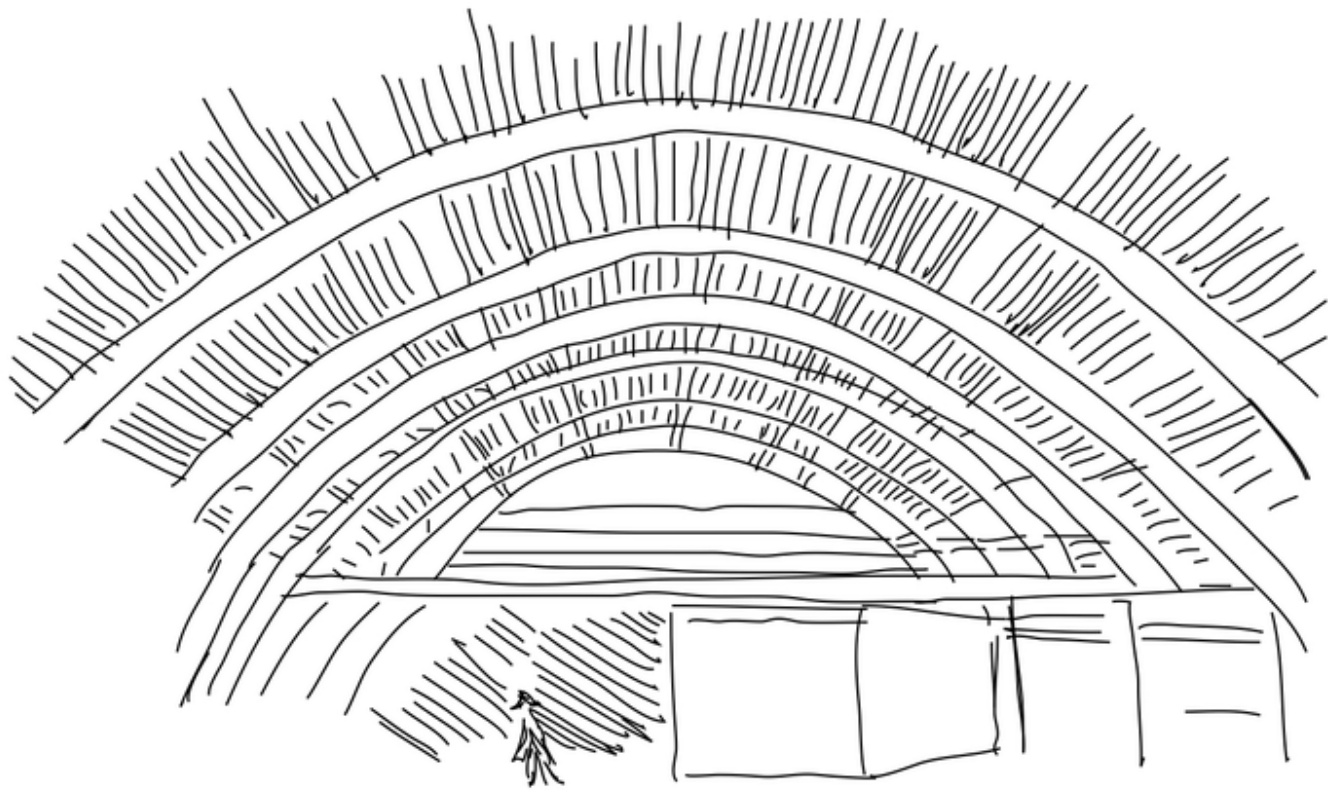
Például a dortmundi Westfalenhalle megépítésekor a világ egyik legnagyobb faépítménye volt a maga 75 m-es fesztávolságával (34. KÉP).



34. kép

A rétegelt-ragasztott tartószerkezetekkel lehetővé vált nagy területek fával történő íves áthidalása, ráadásul úgy, hogy az óriási szerkezetet kis részekből állítsák össze, ragasztás segítségével. A ragasztás nemcsak a hajlítószilárdságot növelte meg, hanem a fa önsúly alatti lehajlását is mérsékelte. Az íves rétegelt-ragasztott falemezekből előállított parabolikus tartószerkezeteken valósággal „lefolyik” a terhelés: nagyon stabil konstrukciót alkotnak.

A régebbi rétegelt-ragasztott tartószerkezetek egyetlen veszélyforrása, hogy a felhasznált ragasztóanyag elfárad, és egy idő után nem biztosítja a szükséges rögzítést. A probléma kiküszöbölésén napjainkban is dolgoznak. Az esetleges aggályok ellenére a rétegelt-ragasztott tartószerkezetek nagyon népszerűek, számos stadion, aula, uszoda és csarnok lefedését oldják meg velük. A technológia fejlettsége mára lehetővé tette a legkülönbözőbb formai megoldásokat: a parabolikus lefedés mellett, vannak cylinder- és hálójázatos, könnyed pillérekkel és látványos oszlopokkal megtámasztott megoldások (35. KÉP).



35. kép

4. fejezet - Európai faépítészet

Tartalom

1.

2. Észak-Európa, Skandinávia

3. Nyugat-Európa

3.1. Anglia

3.2. Holland faépítészet

3.3. Német nyelvterületek

3.4. Franciaország

4. Kelet-Európa

4.1. Oroszország

4.2. Lengyelország

4.3. Csehország

4.4. Kárpátok és környéke

5. Törökország

A korai építményeknél a farönköket közvetlenül a földre fektették, de később bevezették, és évszázadokon át alkalmazták a talpgerendák és küszöbök (majd később a kőalap) használatát, amely nagyfokú stabilitást adott az épületnek. A küszöb- és talpgerendákból összefüggő szerkezetet, egyfajta rácsoszatot (küszöbrácsoszat) hoztak létre, melynek közbülső kereszteződéseire a belső tartóoszlopok támaszkodtak, külső széleire pedig a falakat is alkotó oszlopok. A küszöbre állított, andráskeresztekkel, könyökfákkal és hevederfákkal összetartott függőleges gerendák, amelyek tehát ennél az építési módnál nemcsak egyszerű gerendák, hanem tartóoszlopok is voltak, bonyolult többemeletes tetőszerkezeteket bírtak el. Ahogy a kőépítészetben, úgy itt az egyes tetőelemek gyakran csak féltetőként szerepeltek, és alátámasztó, dúcoló szerepükkel növelték a szerkezet stabilitását. 300 éven át építettek templomokat ezzel a technikával, melyet alkotóelemei (a függőleges cölöpök, oszlopok) alapján cölöpváz (vagy pálcika-) építészetnek neveznek (Stabbau, stave church). E különleges építési mód vívmányainak elterjedését a pestisjárvány akadályozta meg, a legáltalánosabban a skandináv államokban alkalmazták. A legrégebbi (1130-as építésű) a norvég cölöpvázás templomok közül Urnesben áll: a mai templom északi falán ma is láthatóak az eredeti oromzat faragott díszítései. Az épület összképe román jellegű, zömök hatású (36. KÉP).



36. kép

Egyszerűbb felépítésű, de azonos építési móddal készült Uvdal temploma (37. KÉP).



37. kép

Jellegzetes cölöpvasas templom áll a norvégiai Borgundban, mely egyike a – egykori mintegy 700-ból – fennmaradt 28 cölöpvasas templomnak: összképében a román stílusú bazilikák és a helyi népi fatemplomok jellemvonásai keverednek. Az 1150 körül emelt épületet hatszintű zsindelyes tetőszerkezet koronázza, a tetők gerince kereszttekkel és viking szimbolikát tükröző sárkányfejekkel díszített (38. KÉP). A főhajó mellett a szerkezet később paplakkal és apszissal egészül ki.



38. kép

A boronafalas építkezés kezdetektől elterjedt volt Skandináviában, Norvégiában középkor táján vált minden téren uralkodóvá. Az általános részben említett olsoi skanzen szintén a skandináv boronafalas hagyományokat szemlélteti. A boronák illesztésénél helyi szokások színesítették a terület építészetét, azonban az íves (főleg az alsó íves) vájat mindenütt kedvelt volt. A térség ácsmesterei „szorosan illesztett” falakat emeltek: a felső gerendák aljába vésett hosszú vájat erősebbé tette a kötést. Fecskefarkas illesztést először csak templomoknál használtak, csupán a 19. században terjedt el széles körben. A szerkezet sokáig többnyire fedetlen volt: a vízi fűrészmalomok elterjedésével kezdték deszkákkal burkolni házaikat.

Norvégiában kialakult egy sajátos változata a gerendaházaknak, az ún. lafte, melyet vízszintes gerendákból építettek, nagyon pontos ácskötésekkel. Már i. sz. 1000 táján találkozhatunk ilyen kunyhókkal: valószínűleg innen indult ki a skandináv boronafalas építészet. Jellemző példái a norvég „galambdúcok”, melyek nevükkel ellentétben egyszerű alaprajzú, emberi szállásnak is alkalmas kis raktárak voltak. A lafte sajátosan általában kétszintes volt: az alacsony földszint fölött kiugró felső szintet emeltek: ez utóbbit használták szállásnak. A boronafalas építkezést sokáig kombinálták a cölöpvázazással úgy, hogy csak a földszinti részt készítették rönkökből, az emeletet cölöpvázzal toldták rá. A példaként hozott raulandi lafte a későbbi, teljes egészében boronafalas építési módot képviseli (39. KÉP). A házikókat, az időjárás viszontagságaitól megóvandó, néha lábakra állították: a küszöbfa és a talpgerenda közé alacsony tuskósort toldtak be.



39. kép

A városok faépítészetéül küllemében erősen különbözött a galambdúcoctól. A jóval nagyobb, városias képet mutató faházak épültek Bergenben, ahol a kikötő raktáráruházai is kereskedőépületei a Hanza-városok sajátos légkörét árasztják. A Bryggen városrészben oromzatukkal az utca felé forduló, két-háromemeletes, egyszerű házak sorjázna szorosán egymás mellett: fogadók, raktárak vegyesen (40. KÉP). Az első épületek valamikor szabadonállóak voltak, de a város beépülésével foghíjtalán utcakép alakult ki: az utcák közötti tömböket sokszor egy házsor alkotja, mely tagjainak mindkét utcára van kapuja. A sűrű beépítettség miatt igen gyakoriak voltak a tüzek, végül a 19. században előírták a kőből való építkezést.



40. kép

Sok későbbi városi épület Fachwerk-technikával készült, ahol a favázat téglával falazták ki. A 18. században divatba jött a faszervezetes házak deszkával borítása, az ún. „panelezés”. A norvég panelépítészet egyik fő alkotása a Trondheim rendháza és más épületei (41. KÉP).



41. kép

De nemcsak boronafalas és cölöpvázás épületeket emeltek: használtak egyfajta vázas építési technikát is, melyet „rácsepítészetnek” neveztek. Egy rácselem két oszlopból és rajtuk egy keresztgerendából, valamint a szerkezetet összefogó, ferde gyámgerendából állt: a rácselemeket az épület hosszának megfelelő számban ismételték. A falakat deszkával vagy más anyaggal burkolták.

A svéd és a finn faépítészet számos tekintetben rendkívül hasonló a norvégéhoz: a boronaházak, a lafte és társaik ugyanúgy megtalálhatóak mindkét országban. Speciális svéd megoldás az említett rácsszerkezet vízszintes deszkázattal való héjalása. A stockholmi (világelső) skanzen az északi faépítészet legszebb példáit gyűjtötte össze (42. KÉP).



42. kép

A Norvégiában honos, cölöpvázás templomok helyett keletebbre, Finnországban és Svédországban boronafalas templomok állnak, melyeken norvég és orosz hatás keveredése látható. A korábbi épületek alaprajzukban kisebb román, egyhajós kőtemplomokra emlékeztetnek, de a 17. században, késői reneszánsz hatásra központosított, kereszt alaprajzú templomtereket alakítottak ki, négyszögletesre bárdolt gerendákból azonban csak a 18. századtól építkeztek. A finn templomépítészeti jellegzetes példája a pihlajavesi templom (43. KÉP). Sok templomnál gótikus hagyomány szerint egybeépítették a harangtornyot a templommal, így az a bejárat fölött emelkedik: a torony és az épület jellege azonban tipikusan skandináv. A kereszthajók eleinte jelentéktelenek voltak a főhajóhoz képest, majd a 18. századtól egyenlő szárú, görögkereszt alaprajzú templomok épültek. További váltás volt a korábbi szerkezethez képest a különálló harangtorony emelése. Ilyen például a petäjävesi-i templom, melyhez impozáns, külső harangtorony csatlakozik. A belső tér fokozott központosítása érdekében a későbbi templomok némelyikénél a főhajók és a kereszthajók sarkait levágták, melynek köszönhetően az alaprajzot két megnyújtott, egymásba metszett nyolcszög adja ki. Hagymakupolás barokk toronnyal koronázott példája ennek Ruovesi temploma.



43. kép

Dániában a legrégebbi faépületek – német hatásra – Fachwerk-technikával készültek. Faragással díszített homlokzataik ékesítik Helsingör (44. KÉP), Köge, vagy Aarhus egyes utcáit (45. KÉP).



44. kép



45. kép

3. Nyugat-Európa

Ha nyugat-európai építészet, akkor az emberek nagy részének a londoni Big Ben, a Westminster-apátság, vagy éppen a párizsi Louvre jut eszébe. Pedig hajdanán a faépítészet nagy jelentőséggel bírt errefelé: erről árulkodik a – mára főleg a német nyelvterületekkel összeköthető – Fachwerk ismertsége. A faépítészet megritkulása nemcsak a technológiai fejlődésnek és az ízlésvilág változásának köszönhető: Európában a középkori rendszertelen és gondatlan fakitermelés következtében erősen megritkultak az erdők. Jó példa erre a mai Írország, melynek lakóiban a fakultusz hagyománya máig él, azonban erdőseiből jóformán semmi sem maradt. A hanyagul nyert faanyag túlnyomó részét nem épületfaként használták, hanem hajóépítésre, illetve fűtötték vele otthonokban és az iparban egyaránt. A kontinens országaiban csak a 16. század vége után, és még később kezdték védeni, ápolni az erdőket: ettől kezdve egyre inkább a kő- és a téglapépítészet terjedt el. A fa inkább csak a tetőszerkezetekben és részmegoldásokban kapott helyet, mint a télikertek, loggiák, erkélyek, teraszok és a díszítőelemek.

Általánosságban elmondható, hogy a favázás építési megoldások voltak uralkodók ezen a területen. Az ácsudomány fejlődésével szerte e vidéken nagy népszerűségnek örvendett az emeleti részek lépcsőzetes kiugratása.

3.1. Anglia

Angliában szinte évezredek óta van a favázás építészetnek. A középkorban szinte minden épület (templomok és kastélyok kivételével) fából készült. Az angol népi építészetben Kelet-Anglia,

Worcestershire, Herefordshire és Cheshire megyékben főleg favázás (half-timbering, németül Fachwerk) technikát alkalmaztak.

A főleg skandináv országokra jellemző cölöpvázas építészetre itt is találhatunk néhány példát a legrégebb épületek között. Egyes ősi, európai (így többek között angliai) templomok falát felhasogatott szálfákból készítették. Az egyik legszebb példa erre az angliai Essex grófságban található Greensted város St. Andrews temploma (46. KÉP), mely az évgyűrű-analízis eredménye szerint 845 körül épülhetett, a források szerint a világ legrégebb fatemploma. A szerkezetét alkotó faanyag jó része ugyanabból az óriási tölgyből származik, mely már felhasználásakor 600 éves lehetett.



46. kép

A favázás épületeket az angolok „half-timbered” névvel illetik: ide értenek minden olyan favázás házat, melynél a gerendák szabadon láthatóak a homlokzaton. Egyes vélemények szerint a kifejezéssel félbevágott fagerendákra utalnak. Az általános részben esett szó a középkori Anglia széles körben épített vázszerkezetéről, az ún. Cruck-vázról, melynek tartószerkezetét hosszában felezett, négyzetes keresztmetszetűre bárdolt fatörzsek adták. Mivel minden fadarabból két, közel egyforma elem állt rendelkezésre, az összkép szimmetrikus lett. A gerendák közeit az általános részben említett anyagokkal töltötték ki: eleinte paticsfallal, később téglával. Szép példa rá a Cubbington Manor House, a Mancetter Manor House Warwickshire-ben, a Brinsop Court Herefordshire-ben, vagy az Above Oak Farm Cheshire-ben (47. KÉP).



47. kép

A középkor korai favázis időszakában emelt óriási magtárak a paticsfallal kitöltött egyszerű falváz és a falhoz képest hatalmas, fedélszékes tetőszerkezet kombinációi. Szerkezetük kialakítása alapos matematikai ismereteket, euklidészi geometriában való jártasságot igényelt. A fedélszék állószékei jókora oszlopok, melyek, hogy a tetőt elbírják, közvetlenül a földre támaszkodnak, így tehermentesítik méretes tetőhöz képest a gyengécske, keresztdúcokkal még meg nem erősített falakat. A szerkezetet egyszerű, de pontos, jól kivitelezett ácskötésekkel (csapolásokkal és átlapolásokkal) készítették. Ilyen magtárak láthatóak például az essex-i Cressing Temple-ben (48. KÉP).



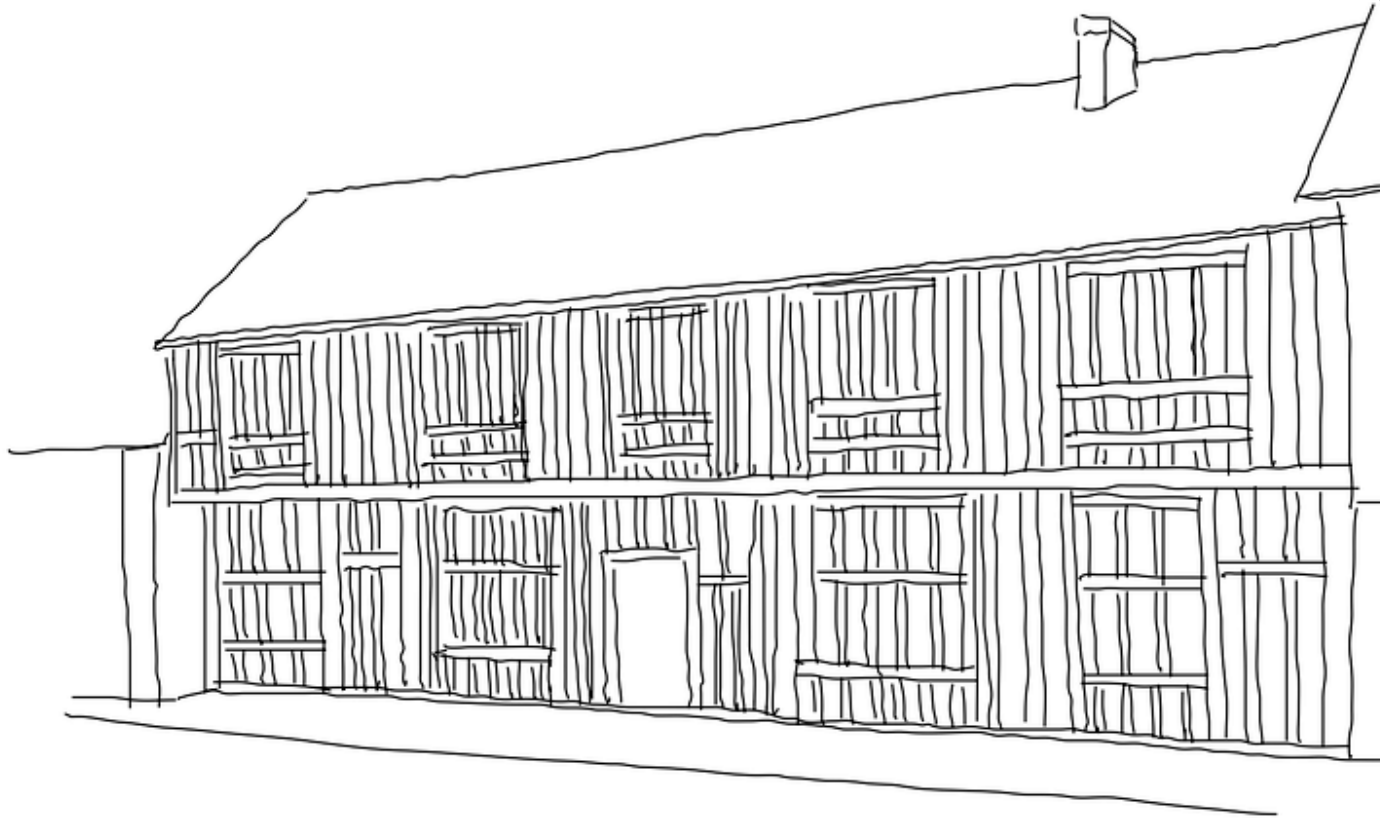
48. kép

A Cruck-váz mellett az angol táj jellegzetessége a Wealden (wealdi) lakóháztípus, mely Kent Sussex és Surrey megyében volt igen elterjedt, ahol sokáig gazdag tölgyerdők burjánzottak. Az itt letelepedő földművesek – miközben irtották az erdőt földjeik terjesztéséhez – faszerkezetes udvarházakat építettek. A „manor”-ok központját hatalmas, kétszintnyi belmagasságú hall alkotta, melyhez kétoldalt emeletes ikerszárnyak csatlakoznak. Az oldalszárnyak emeletei rendszerint előreugranak. Az egész épület egyetlen, meredek nyeregtető fedí, a középső, visszaugrónak látszó résznél ívelt gyámfák merevítik a szerkezetet (49. KÉP). A faváz a korai típusoknál gyakran csak vízszintes és függőleges gerendákból áll, elvértve alkalmaznak (gyakran íves) keresztgerendákat. Wealden-típusú házat találhatunk Wardesban (Otham), Tilmanstone-ben (St. Marys Grove Cottage), Chiddingstone-ban (Winkhurst Farm), a kenti Harrietsham-ben. A wealden-típus sokáig fenntartotta magát Lancashire és Chesire megyékben.



49. kép

Számos épület egyfajta átmenetet képez az igen összetett, erősen tagolt favázás házak, a Wealden-típus és néhol a Cruck-váz között. A Paycocke-ház Coggeshallban (Essex) alaprajz és tagoltság szempontjából a Wealden-típushoz hűz, azonban homlokzatát különlegesen finommá teszik az első emeleti íves keresztgerendák (50. KÉP). A késő középkorban és a kora újkorban már több mezőre osztották a tartószerkezet a homlokzatot: kis, négyszögletes réseket változatos technikával töltöttek ki. A téglalapokon és négyzeteken belül keresztgerendákkal merevítették a szerkezetet, melyek gyakran ívesek voltak. Essex megyében számos csodálatos faszervezetes épületeket találhatunk ebből az időszakból: ilyen a Stantons Farm Black Notley-ben, a Gatehouse Farm, Felstead-ben vagy a birdbrookki Baythorn House.

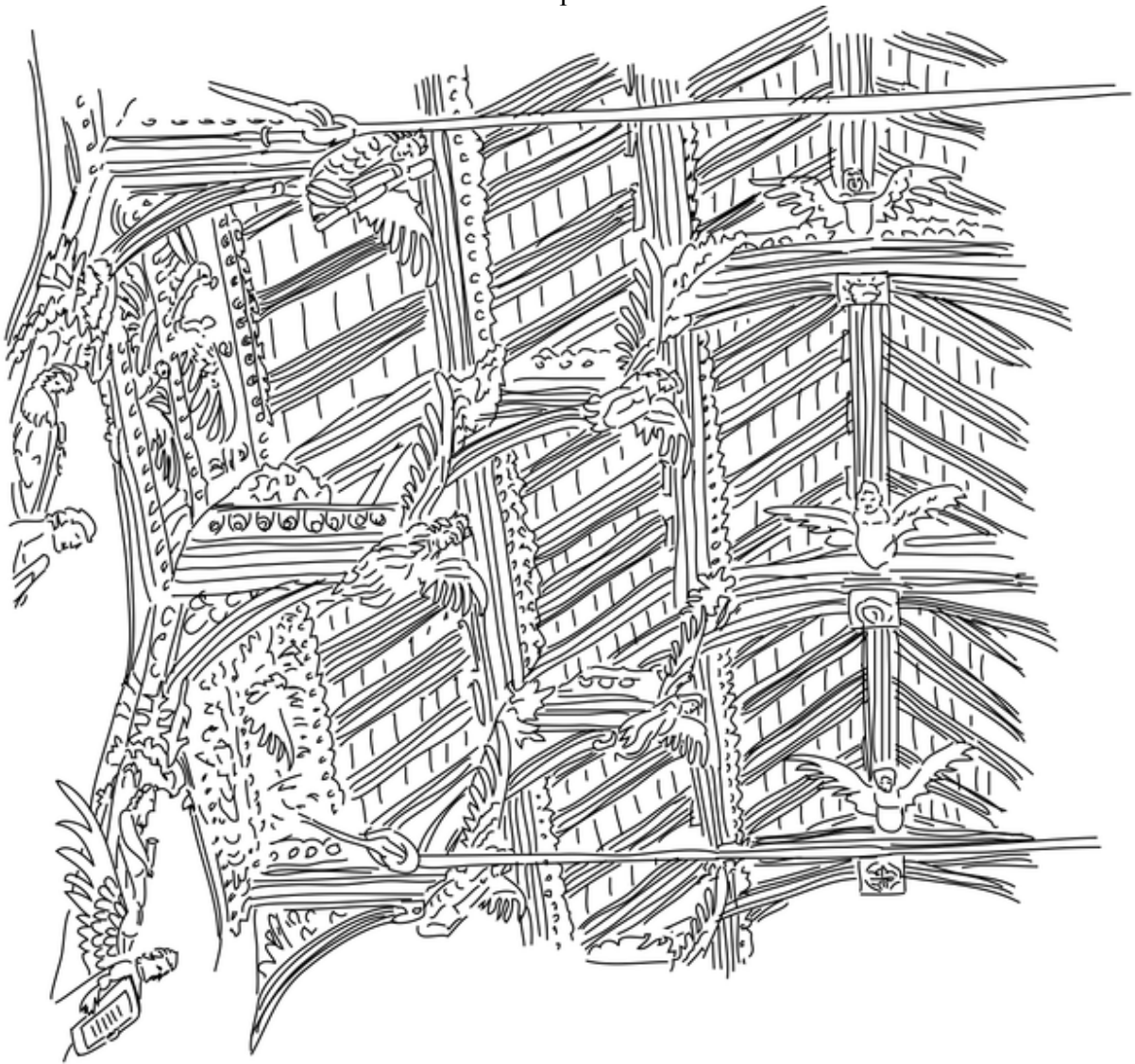


50. kép

A Tudor-korra (15-16. század) az építészet, így a faépítészet formája finomodott valamelyest: összetettebb alaprajzú és homlokzatú, többemeletes épületeket emeltek. A Tudor-stílus olyan benyomást kelt, mint egyfajta reneszánsz személettel tőkélyre fejlesztett gótika, az angol táj hatásával és a brit ember mentalitásával megfűszerezve. E stílusnak elválaszthatatlan összetevői közé tartozik a látványos favázás építési mód mellett a lépcsőzetesen kialakított tető, a kiemelkedő oromzat, a magas, keskeny ablakok, melyeket kicsi üvegtáblákkal töltöttek ki, valamint a magas, díszes tetejű kémények. Maga a faváz változatosabb, mint a wealdi házaknál: több keresztgerendát tartalmaz, nemcsak a szilárdítás, hanem a dekorativitás miatt. Példája ennek a cambridge-i Presidents Lodge, az Owlpen Manor, a Cropthorne-i Holland Ház Worcestershire-ben (51. KÉP), vagy a már említett, londoni Eltham Palace és a cheshire-i Addington Hall angyalos fedélszerkezete (52. KÉP).



51. kép



52. kép

A fekete-fehér homlokzatok egyik különösen szép példánya a faragott átkötésekkel és ólomüveges ablakkal ékesített Feather's Inn Ludlow-ban (53. KÉP).



53. kép

A Tudor-stílus a későbbi korokat is lenyűgözte: a romantika idején, a 19. században újjáéledt az ún. „Tudorbethan” vagy másképpen „Mock Tudor” stílusban épült házak felidézik a hajdani kúriák hangulatát és építészeti vonásait egyaránt. Ilyen „egyszerű kis kunyhó” az 1876-ban emelt Ascott-ház Buckinghamshire-ben (54. KÉP).



54. kép

A 18-19. században, az „öreg kontinens” klasszicizmusa és historizmusa idején, a viktoriánus Angliában több olyan, kimondottan brit építészeti stílus követte egymást, melynek faépítészetben megnyilvánuló hatása nem annyira az anyaországban, hanem az USA-ban, a gyarmatokon jelentkezett. Az Egyesült Államokban és Ausztráliában fában öltött testet a Tudoron kívül többek között Györgykorabeli (Georgian), a neoromán (Romanesque) és a neogót (Gothic Revival, Carpenter Gothic) irányzat.

A városok faépítészete a vidéki faépítészetből fejlődött ki, területenként más-más sajátosságokkal. Általánosan jellemző a kőalap, sokszor a földszint is falazott. Nem voltak ritkák a többhajós és két-, háromemeletes házak, lépcsőzetesen kiugró felső szintekkel. Sok épületen normann hatás érződik. London egyes részein a mai napig láthatunk favázás, többszintes üzletket (pl. Holborn (55. KÉP)), de szép kétemeletes, egykori vásárcsarnok áll Leominsterben (Herefordshire) (56. KÉP). Észak- és Nyugat-Anglia városaiban lehet találkozni a Nyugat-Európa más országaiban is ismert, ún. „háromnegyedes” házakkal, melyek utcai homlokzata favázás, a többi három fal pedig kőből épült.

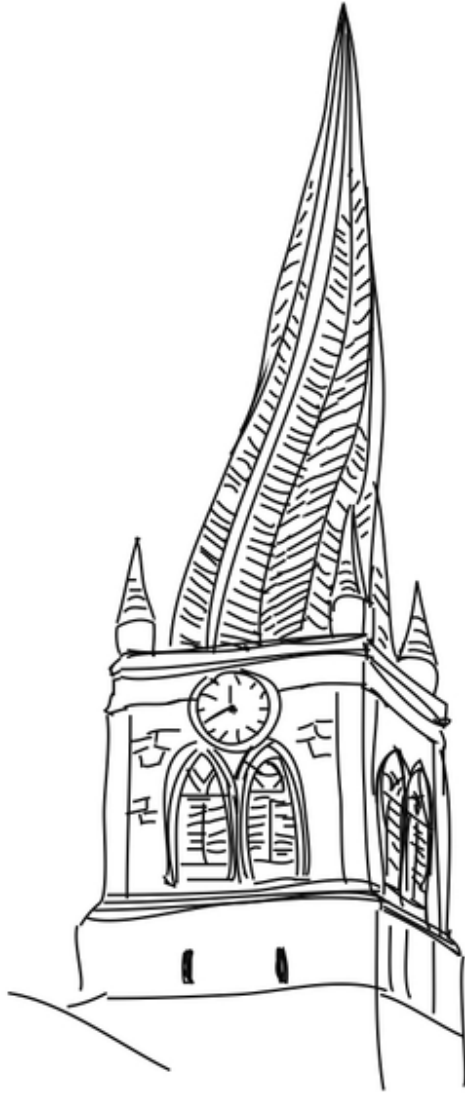


55. kép



56. kép

A templómépítészetben ritka a fennmaradt faépület: néhány kápolna és kisebb falusi templom maradt fenn, egyszerű favázzal. A századok múltával jobbra csak a tető- és toronyszerkezetben, illetve díszítéseknél alkalmaztak fát. Ma is látható a St. Stephen fedélszerkezete Norwich-ban. Érdekes példa a faanyag „élő” mivoltára Chesterfield (Derbyshire, UK) Miasszonyunk és Mindenszentek templomának tornya, melyet a 14. század végén építettek. Mára a torony, a faanyag mozgásaiból, kiszáradásából adódóan erősen megcsavarodott, és még ma is mozgásban van (57. KÉP).



57. kép

3.2. Holland faépítészet

Hollandia neve a „Holtland” (kb. fák országa, fás vidék) kifejezésből ered: ez is mutatja, hogy a faépítészetnek milyen nagy hagyománya van a vidéken. Használati tárgyaik mellett házaikat, templomaikat és megélhetésüket biztosító szélmalmaikat sokáig fából építették.

A késő-középkorig a vidék lakói favázas templomaikat tisztán fából emelték: csupán a későbbi időkben borították ólommal a tornyok csúcsait. Az 1500-as évektől húztak kő templomtornyokat, de a harangtornyok ekkor is fából készültek. A 16. század után már csak a fedélszerkezetet és a tornyok tetőszerkezetét ácsolták. Kivételt képez ez alól Volendam halászfalucska csürtemploma.

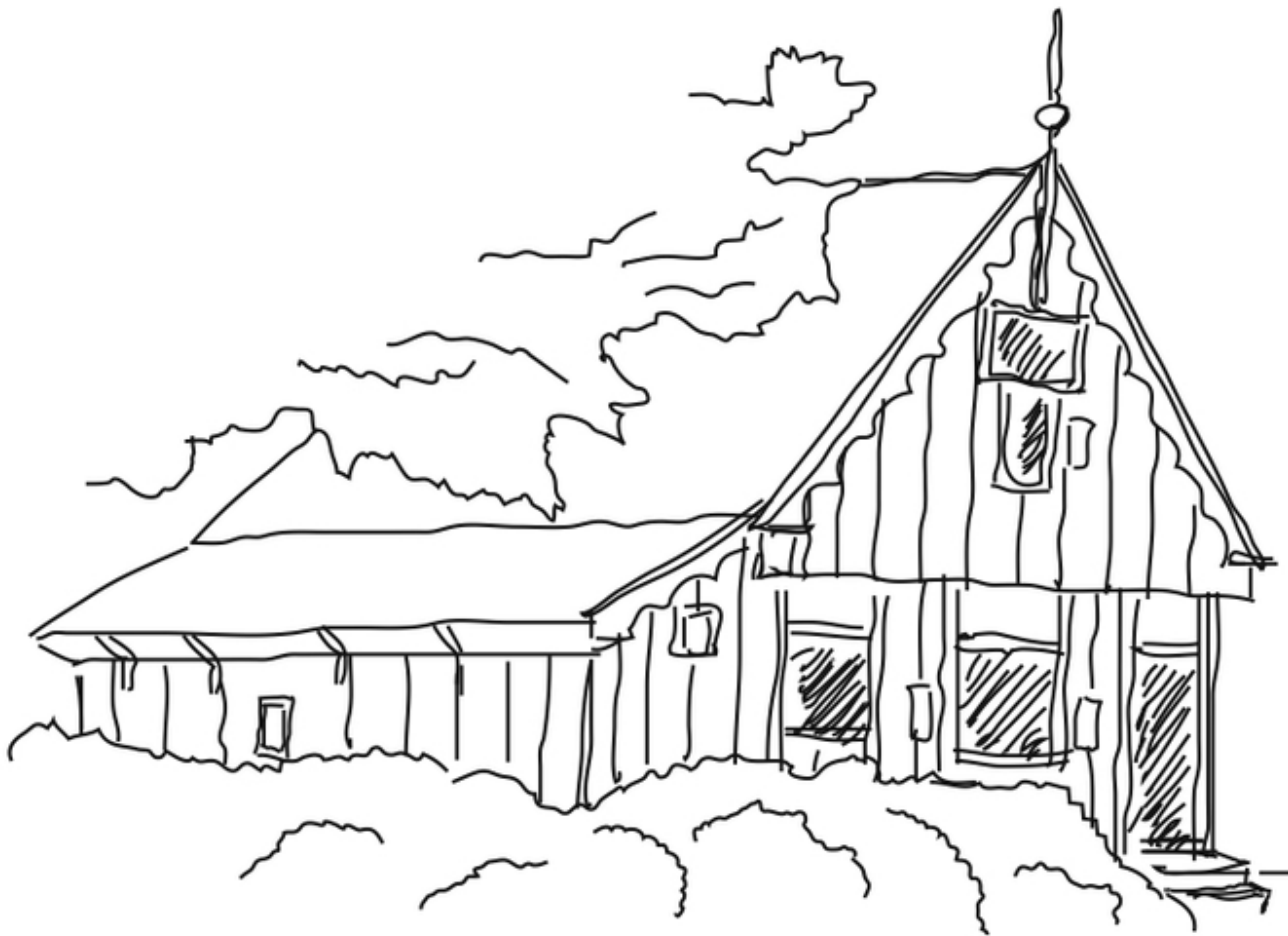
A holland faépítészet legnagyobb remekei Flandria világi és kolostortermetek lefedő, nagy fesztávolságú fedélszerkezetei. Azonban míg a hasonló angol fedélszékes szerkezeteknél hiányoznak a kötőgerendák, itt a konstrukció szerves részét képezik.

A középkori városi lakóházak szinte mindegyike fából épült, a nagy tűzvészek hatására – akárcsak Skandináviában – itt is előírták, hogy a faházakat kívülről kőfallal védjék. Maga a főszerkezet azonban

így is fa maradt. Az oldalfalakat vékony kőréteggel töltötték ki, azonban az elülső és hátsó oldal fából volt, akárcsak a belső válaszfalak. Antwerpenben, Amsterdamban és Brügge-ben is fennmaradtak ilyen épületek, 1650 után viszont általánossá vált a kőépítéset.

Vidéken tovább őrizték a faszervezetek hagyományát: Fachwerk-házakat találunk országszerte, kialakításuk erős német hatásról tesz tanúbizonyságot. A faváz tábláit paticsfallal, majd az idők múltán téglával töltötték ki.

Észak-Hollandiában a faépítészet sajátos formája alakult ki. Ezen a területen a fakereskedelem és a fűrészipar fellendülése miatt, 1600 után a szélmalom építése intenzíven fejlődött. A szélmalom nem 17. századi találmány: már az 1200-as években ily módon hasznosították a szél energiáját. Több fajtájuk létezik, használták őket gabonaörlésre és fafeldolgozásra egyaránt. Az egyedülálló építmények alapját masszív faváz képezte, melyet szintén fával borítottak: az oldalfalakon vízszintesen rögzítették a tölgydeszkázatot, a tetőn függőlegesen. A mára az ország jelképévé vált szélmalom ebben a formában készültek egészen a 19. század végéig. A szélmalom munkája által felvirágoztatott vidéken (főleg Zaanstreek-ben) akadt pénz a házak műves díszítésére, színpompás festésére. A jómódból divat lett, a divatból pedig stílusirányzat, az ún. „Zaani” faépítészet. (58. KÉP)



58. kép

Más vidékeken visszafogottabb házakban laktak. A középkori elveken épült, világos színűre festett épületek kívül oszlopokkal alátámasztott tetőszerkezete kétoldalt jöcskán túlnyúlt a falakon. Példa erre

Broek falucska lakóinak otthonai (59. KÉP). A kis Marken szigeten lakó halászok kátrányos fával burkolt hajlékai még ennél is egyszerűbbek: sokszor kéményük sincsen, csak egy füstelvezető nyílás a tetőn. Nemcsak a házakat, hanem a különböző rakodótereket, tároló helyiségeket is fából készítették: a hosszú pajták falait faoszlopok alkották, melyeket kátrányos fával héjaltak.



59. kép

Mivel Hollandia vízben gazdag ország, lakóinak nagy szükségük volt/van hidakra, melyek nagy része a mai napig fából van. Az állandó hajóforgalom miatt e szerkezetek egy része nem teljesen helyhez kötött, hanem mozgatható. Az arnheimi szabadtéri múzeumban több ilyen alkotmány megtekinthető.

A kivándorló holland telepesek magukkal vitték faépítészeti hagyományaikat Amerikába, így ott is találkozhatunk a „fák vidékének” alkotásaival.

3.3. Német nyelvterületek

A „német nyelvterület” a mai Németország, Ausztria, Svájc faépítészetét fogja össze: ezekben az országokban hasonló megoldások terjedtek el. Általánosságban a Fachwerk országainak is nevezhetnénk őket, mivel – Ausztria kivételével – a favázas építészet a legelterjedtebb.

Már a bronzkorból akadnak régészeti leletek, melyek faépítészet nyomait mutatják, de időszámításunk után Tacitus is említi a germániai építkezési szokásokat. Az írott emlékek szerint a gót ácsok i. sz. 350-ben alapították meg cégüket. Munkájuk nagyszerűségét jellemzi, hogy a korabeli római

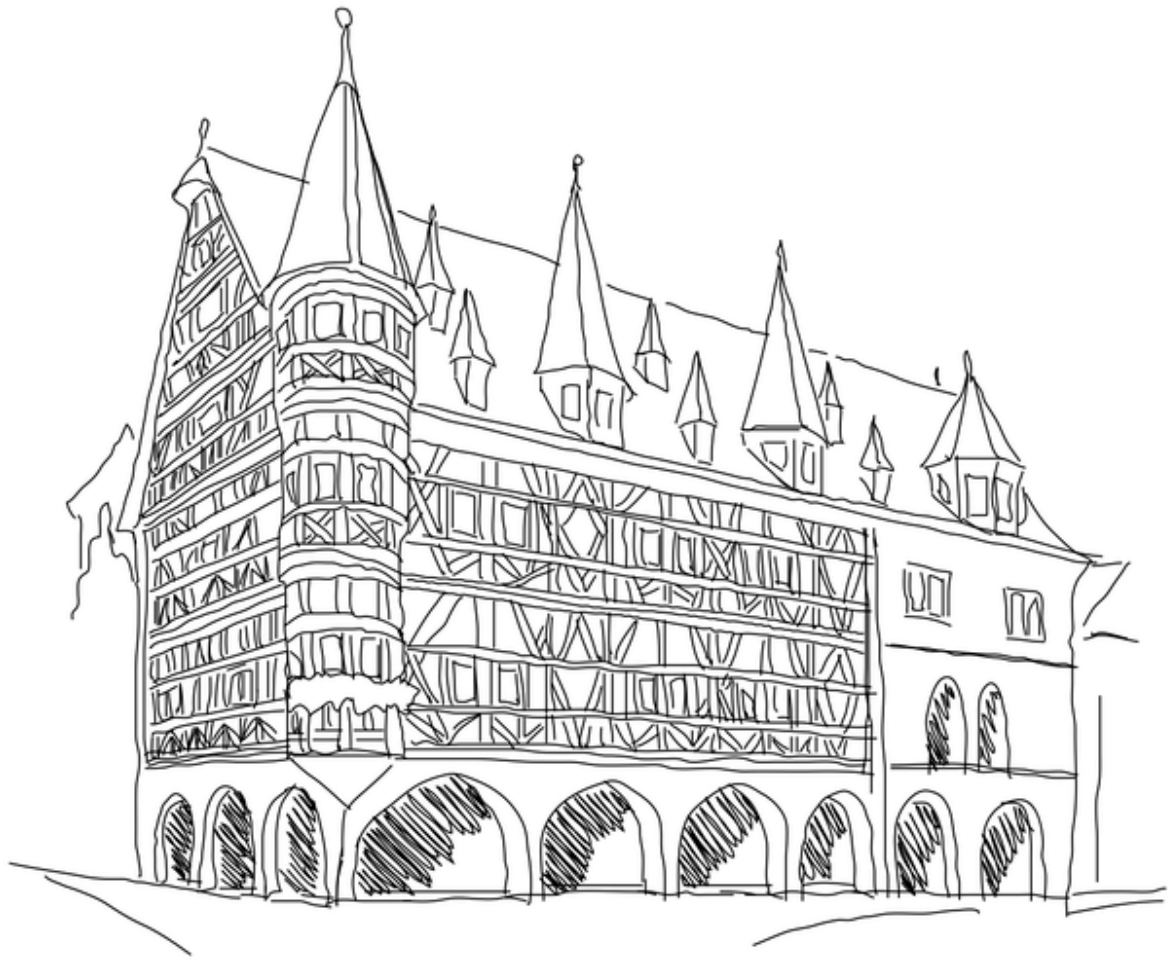
utazók magasztalták a gótok faépületeinek szépségét. A 6. században Poitiers püspöke, Venantius Fortunatus felsőfokban áradozott a Rajna-völgy fából épített csodáiról.

A német faépítészetben megkülönböztetik a rönkökből vagy gerendákból készült tömör falas, azaz boronafalas építkezést (Blockbauweise), a tisztán favázás épületeket (Fachwerk) és egyfajta keverék-építészetet, melynél a földszint egy része fafalas (Blockstube), a fölötte lévő, favázás emeletet oszlopok tartják, a kettőt pedig általában falazott szerkezet fogja össze. Az ilyen házakat „Umgebindehaus” (kb. körülfogott ház) névvel illetik, ahol az Umgebinde” szó a felső szintet tartó, oszlopokból és koszorúgerendákból álló, teherviselő vázra utal. A három típusból a Fachwerk a legelterjedtebb, azonban régebben gyakori volt a boronafalas építési mód is, melyet már jobbra csak az említett „Umgebindehaus” részeként találhatunk meg.

A boronafalas szerkezet ma már ritkán jelenik meg önállóan, a késő középkorig azonban nagyon gyakori volt ezen a területen. Gerendaházakat és pallóházakat egyaránt építettek. Mára már szinte csak az „Umgebinde”-típusban és az alpesi területeken él tovább.

A német Fachwerk szerkezeti felépítése megfelel az általános részben leírtaknak. A magas talajvíz miatt 30-50 cm-rel a talajszint fölé nyúló kőalapra, ritkán falazott pincére építették a házakat. Igen gyakran alkalmaztak paticsfalas mezőkitöltést, de szép számmal akadnak vályog- és agyagtéglás megoldások is. Mindkét esetben vakolták a kitöltött mezőket, a vakolatot sokszor díszesen festették. Az emeletek alsóbb szinthez képest való kiugrása szintén jellemző, a tetőszerkezet többnyire legalább 45 fokos meredekségű. Többnyire a házak oromfala néz az utca irányába. Ha mégis a hosszfal kerül az utca felé, akkor változatos tetőablak-kialakítások válnak láthatóvá, mely lehet a tetősíkból kiemelkedő, nyeregtetővel fedett, álló ablak, vagy jobban lesimuló ökörszemablak.

Vidéken és városban egyaránt sűrűn előfordulnak olyan épületek, ahol csak az emeletek faszerkezetesek, a földszint kőből, ritkábban téglából készül. Egyes tájakon ez az uralkodó típus, városokban többszintes házaknál és középületeknél (pl. Fuldai városháza (60. KÉP)) ugyanúgy gyakori.



60. kép

Az említett, vegyes „Umgebände”-típus egyes kutatók szerint a földszintes boronafalás ház és a hozzá tartozó, falazott istálló fölé készített emeletráépítésből alakult ki. Korábbi formája ennek az állványos ház (Ständerbau), melynél a boronafal fölé különösebb illesztés nélkül, a földszint körül álló, felső szintet is átfogó oszlopokra támaszkodó emeletet húztak. Az oszlopok közé csapolják az emeletet alkotó vízszintes gerendákat, azaz a felső födémgerendákat, a középső mellvédgerendát és az alsó talpgerendát. A két utóbbit ferde támaszokkal úgy kötik össze, hogy azok (rácsos tartóként) szinte egymást tartják. Ez a megoldás a 19. századig nagyon népszerű volt.

Később alakult ki az „Umgebände”-ház másik fajtája, ahol a boronafalás alsó rész körül csak a földszint magasságáig érnek az emeletet tartó oszlopok. Az oszlopokat az épület teljes kerületén körbefutó koszorúgerenda fogja össze, és erre a tartószerkezetre épül rá a Fachwerk-szint. Ezt a típust nevezik Rähmbau-nak (keretes, koszorús ház). A fő szerkezeti elemeken kívül gyakran használnak íves feszítőfákat és könyökfákat a szerkezet merevítésére. Az oszlopokat és a ferde farészeket gyakran művészi módon faragják, az íves feszítőfák árkaos benyomást keltenek.

A korai keresztény templomokat fából emelték. A fennmaradt leírások szerint nem pusztán szükségből használták ezt az építőanyagot, hanem szépsége miatt is. A későbbi kőtemplomok számos díszítőeleme a fa elődeik faragásainak kőbe dermedt mása. Ugyanakkor a fából épült szakrális épületek monumentalitásában sem maradnak el a kő riválisaiktól: főleg német Sziléziából ismertek nagy belső terű fatemplomok, mint Schweidnitz, Jauer, Glogau, Sagan, Militsch és Freystadt templomai.

Napjainkban sok Fachwerk-templomot találunk Hamburg közelében, a legszebb közülük talán Curslackban áll. Hasonlóan favázás templomokat építettek Hessen, Pomeránia, Brandenburg, Szászország és a Harz környékén: mindegyikük egyszerűségében szép, oszlopokból, rekesztőfákból és átkötésekből álló szerkezet.

Kelet-Poroszországban boronafalas templomokat is láthatunk: a skandináv módra négyszögletesre bárdolt gerendákból nyolcszög alaprajzra emelték falakat. A sziléziai deszkatemplomok szintén a tömör falas vonalat követik, itt a magas tetőszerkezetet gyakran zsindelyekkel fedték. Csehországban és Szlovákiában építettek hasonló templomokat.

A templomtornyok fantasztikus ácsolt favázai külön kategóriát alkotnak. Nem egy mester országszerte elismert volt a munkái után, hiszen azok mindegyike remekmű volt. A szerkezetet minden korban az adott stílusirányzatnak megfelelően kellett kialakítani, mint például a lübecki templom magasba törő, gótikus tornyát, vagy a müncheni Frauenkirche (61. kép) barokk ívű, rézlemezekkel borított tornyát. Északon kedvelt volt a barokk és gótikus jegyeket egyaránt viselő, körbefutó galériával, hagymakupolával és magas csúccsal kombinált torony: ilyen a hamburgi Szent Katalin templom.

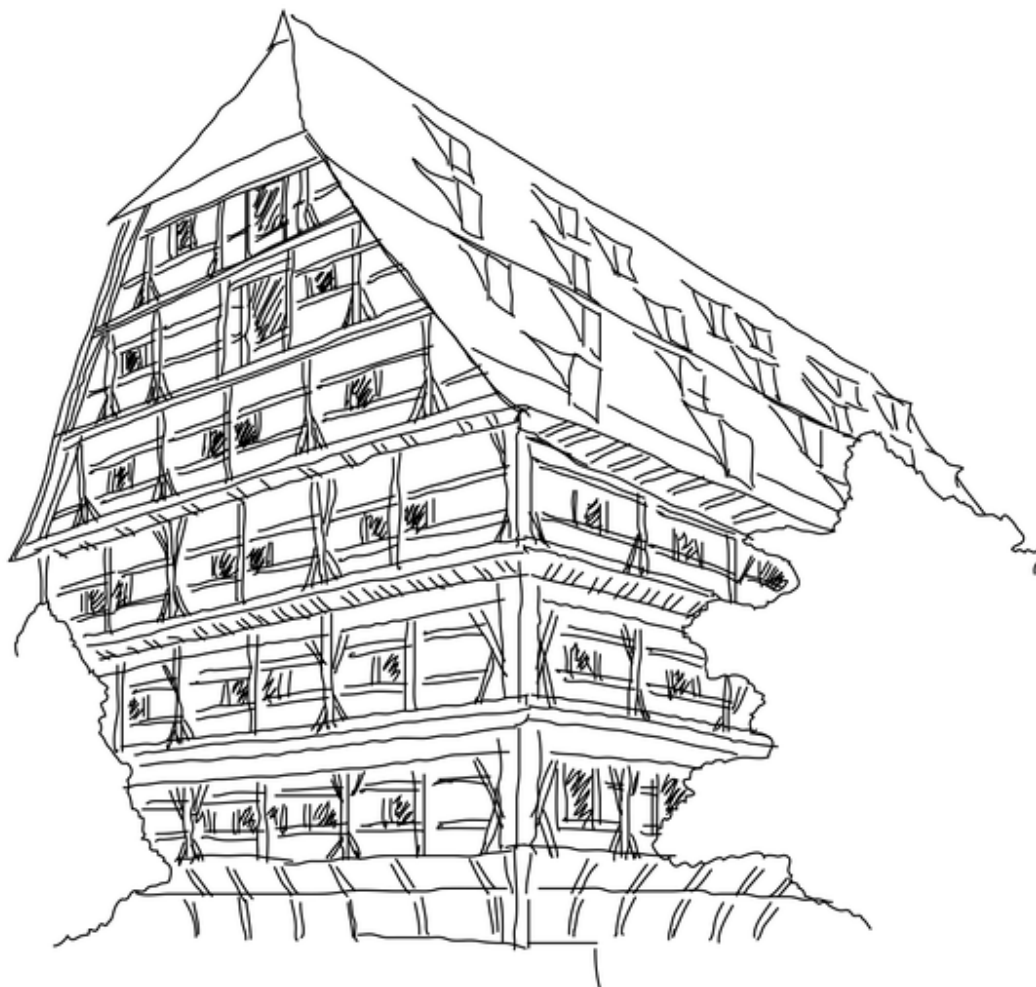


61. kép

A 17. században előszeretettel építettek hercegi kastélyokat Fachwerk-technikával, melyek közül a legnagyobbak hamar a kor divatjának áldozatául estek: francia és olasz hatásra átépítették őket. Fából épült kastélyok álltak Weilburg an der Lahn, Gießen és Coburg mellett.

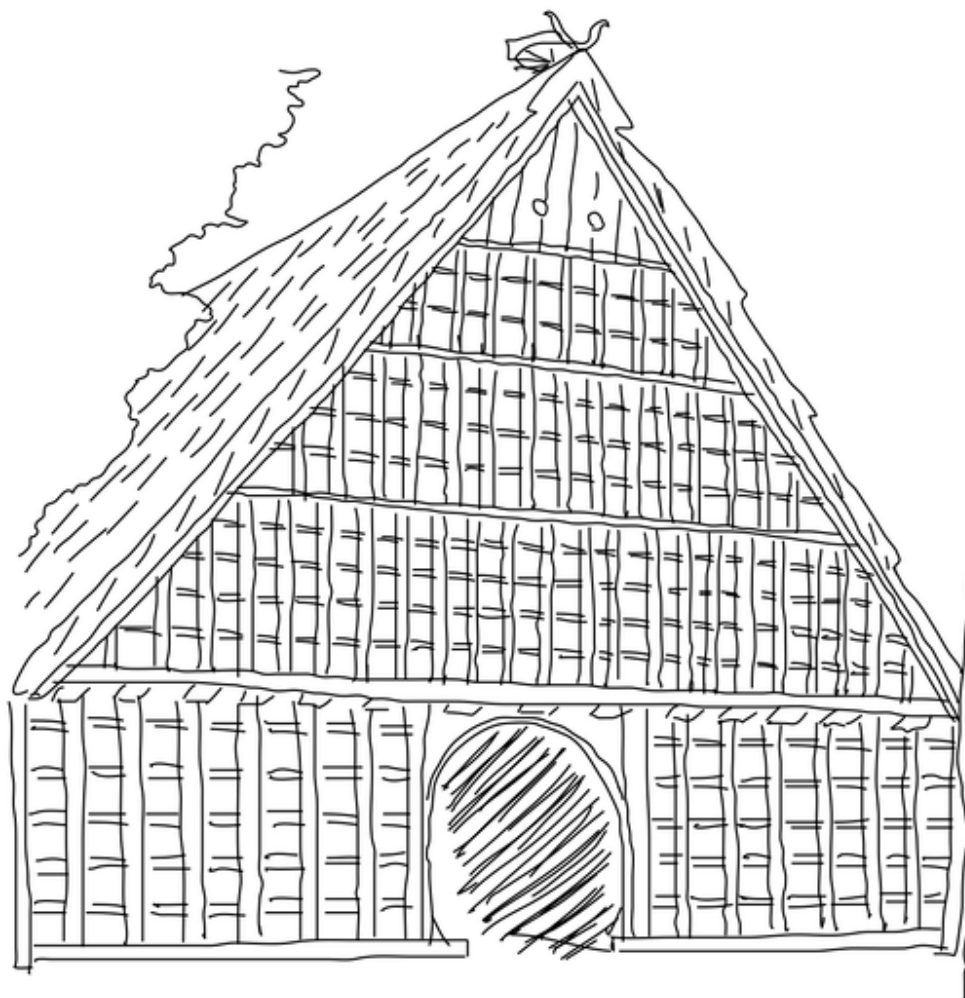
A lakóházak építészetére áttérve elmondható, hogy a Fachwerk-házak területi különbségei leginkább az ácskötésekben nyilvánulnak meg: az ősbibb formát őrző vidékeken lapolással, máshol inkább csapolással találkozunk. Átlapolt szerkezettel készült az esslingeni régi városháza és a geislingi ácsudvar (Bauhof) épülete (62. KÉP). Ugyanakkor bizonyos területeken – például Nordfriesland

területén – a kétféle kötés párhuzamosan élt, sokszor egy épületen belül más szerepkörben, de egyszerre alkalmazták azokat.



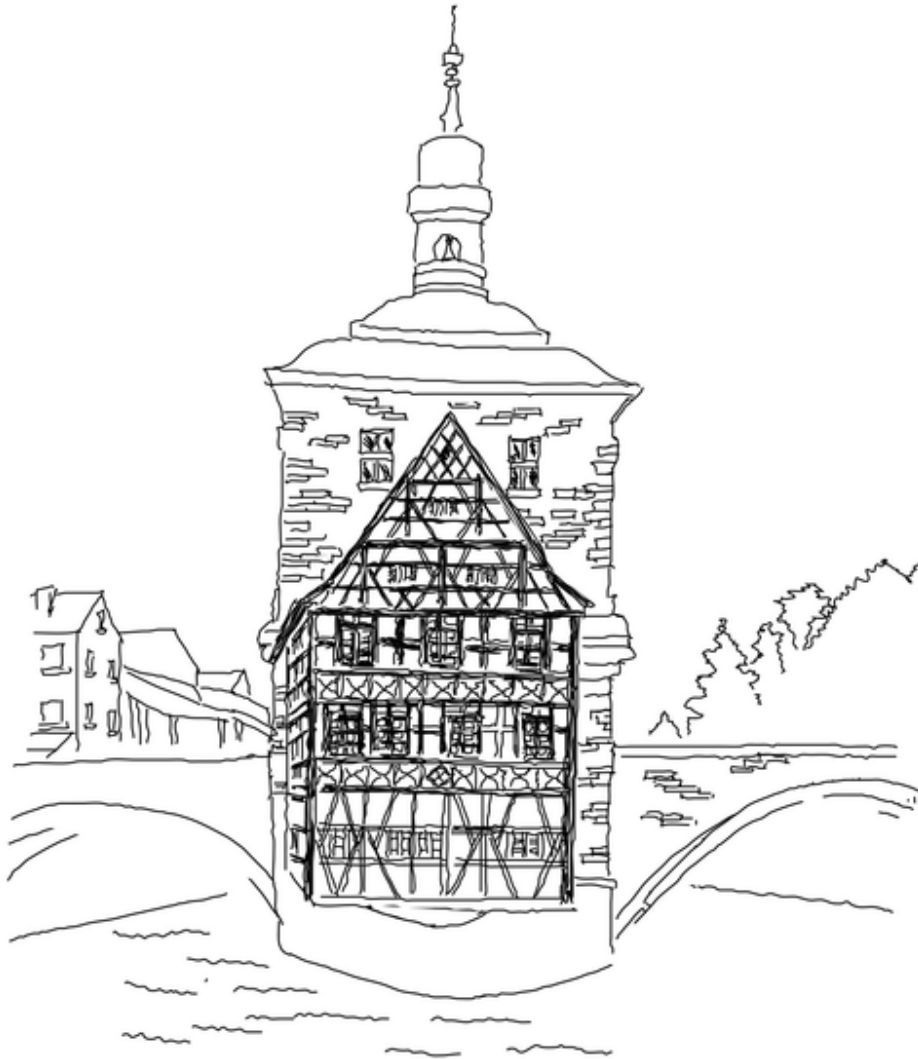
62. kép

A német parasztházak egy részénél a faszervezet inkább csak az épület belsejében látszik, kívülről sok helyen teljesen, az oszlopokat eltakarva befalazták. Különösen a frízek és a szászok kedvelték ezt a megoldást: a kívülről kő- vagy téglaháznak tűnő épületet változatosan kivitelezett faváz tartja. Az észak-német államokon belül volt igen elterjedt a csarnokcsűr (Hallenhaus), mely gigantikus, háromhajós Fachwerk-épület, viszonylag egyszerű, négyzettrácsos homlokzattal, ahol a gerendák közötti mezőket téglával töltötték ki. A szerkezetet oszlopokból és állványrendszerből kialakított alapváz hordozza, a külső falakra csak a meredek tető terhelődik. (63. KÉP)



63. kép

A városi házak, akárcsak a falusiak, tájegységenként különbözőek, azonban a házak emeleteinek egyenként való kiugratása minden régi Fachwerk-háznál megszokott. Az alemannok épületeinél az oszlopok egymástól viszonylag távol estek, ezért, hogy a felső szintet kellően megtartsák, a koszorúgerendát megduplázták. Az oszlopokat, talp- és koszorúgerendákat és rekesztőfákat alsó és felső átkötésekkel szilárdították. Elzászban a homlokzat díszesebb: andráskeresztek és rácshálóformák teszik változatossá a látványt, melyek frízszerűen futnak végig a felületen. (Bamberg (64. KÉP))



64. kép

Frank területeken hasonló megjelenésűek az épületek, azonban az oszlopok közelebb állnak egymáshoz. Kedvelték az ívesre faragott átkötéseket, gyakran alkalmaztak a küszöbtől a koszorúgerendáig érő ferdetámaszokat. A felső szintek nem olyan erősen kiugróak, mint az alemannoknál vagy az alsó-szászoknál. Egyes épületeken az átkötések olyan sűrűek, hogy az összkép csipkeszerű hatást kelt.

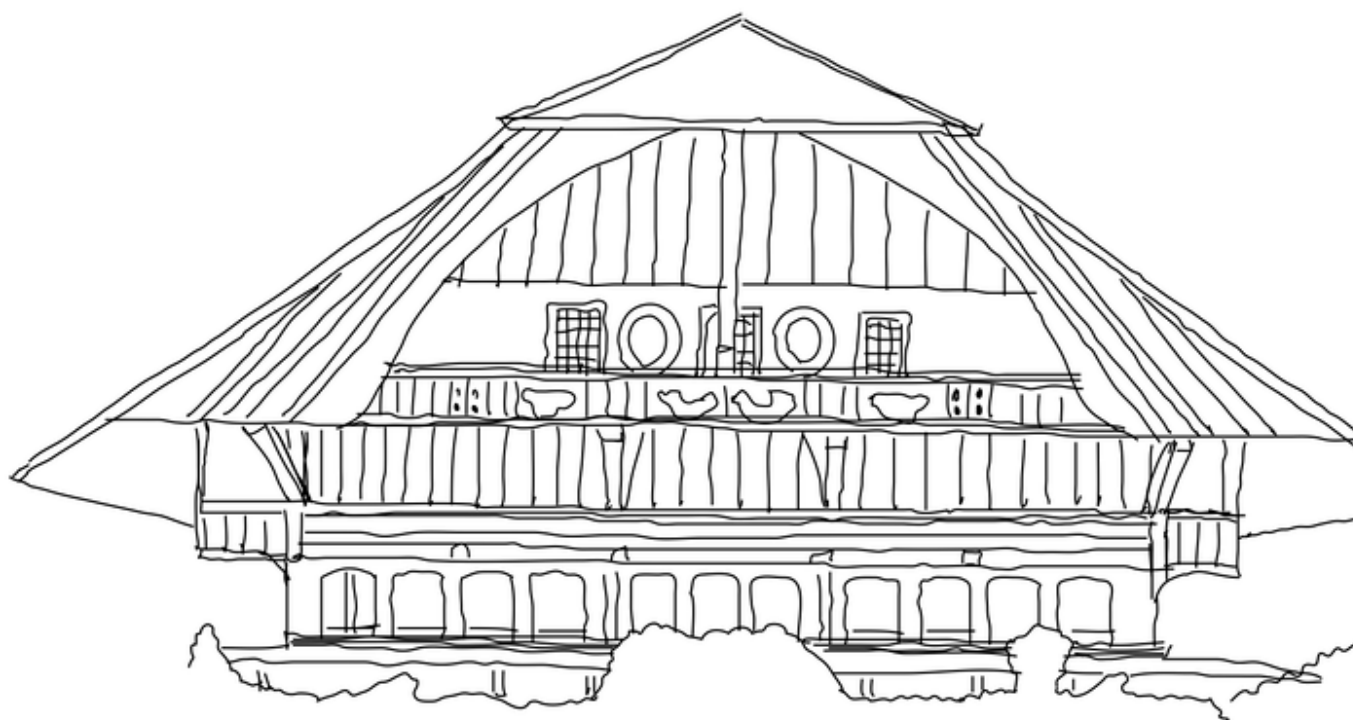
Az alsó-szász faépítészet legszebb példányai Hildesheimben és Braunschweigben találhatóak. Az oszlopok közel állnak egymáshoz, a rekesztőfák közel négyzet alakú mezőket rajzolnak ki. A mezőkön belül a sarokmerevítők és az andráskeresztek használata szokásos. A sarokmerevítőket előszeretettel faragják díszesre, a mellvédeket néha sugarasan ékesítik. Az emeletek kiugratása erőteljesebb, mint a korábban említett területeken. Legtöbbet emlegetett példája a stílusnak a Hildesheimben áll (Knochenhaueramtshaus). Az észak-német faépítészet ennél lényegesen szigorúbb: a sokemeletes, keskenyen felnyúló házak homlokzatát ritkán díszítik faragással. (65. KÉP)



65. kép

Az alemannok földjeit több erdőség borította, ezért a takarékosabb Fachwerk-technika helyett boronafalas házakat építettek, melynek istállóként használt földszinti részét vastagon falazták. Szintén gerendaházakat találunk a Fekete-erdő vidékén, Bajorországban és Észak-Svájcban: a fő különbség közöttük tetőszerkezet és tetőhéjalás területén mutatkozik. A Fekete-erdőben és a bajoroknál szívesen építettek galériát, ugyanakkor előbbi területen és Észak-Svájcban a szalmával vagy cseréppel fedett, félkontyos tetőt kedvelték, Bajorországban inkább az erősen túlnyúló, zsindelezett nyeregtetőt. Az ereszt, a galéria mellvédjét előszeretettel faragták díszesre.

Az alpesi boronafalas építészet külön kategóriát képez a német nyelvterületen belül: a vízszintes fatörzsekből összerótt házikók szerte e vidéken hasonlóan néznek ki, legyenek akár Svájcban, Tirolban, Bajorországban, Kärnten környékén, vagy a Dél-Alpokban. Az ún. „alpesi ház”, másképpen „chalet” (66. KÉP) kezdetben egyszerű rönkkunyhó volt, eredeti megjelenési formájában leginkább a Berni Alpokban láthatjuk, alacsony, zsindelezett vagy palával borított tetővel. A falakat, ereszeket, konzolokat, gerendavégeket és az erkélyeket díszesen faragták, sokszor festették is. A 19. század végén, 20. század elején valóságos divathullámot indítottak az alpesi házak által ihletett villaépületek: hazánkban is számos példáját láthatjuk, főleg a nyugati országrészben, ahol osztrák, német és svájci mintakönyvek alapján készítettek műves homlokzatokat.



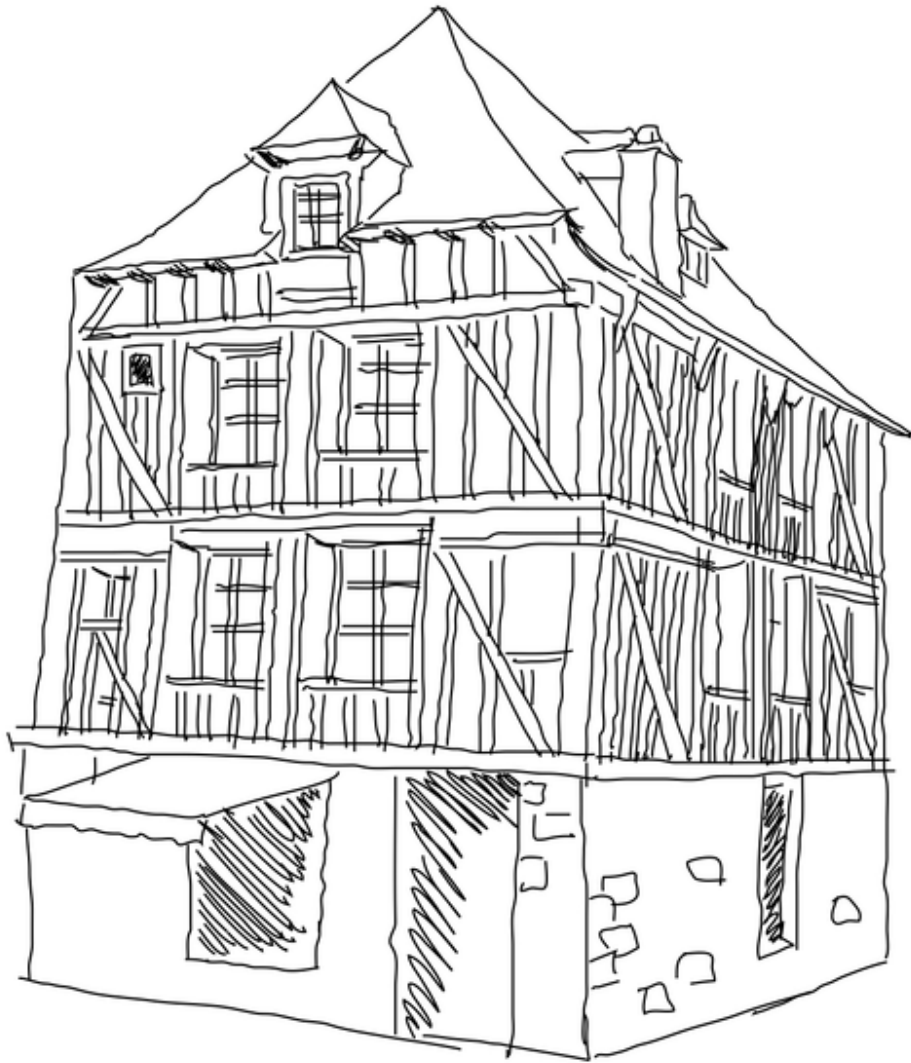
66. kép

3.4. Franciaország

A faépítészet korábban Franciaország-szerte – a Földközi-tenger partvidékét leszámítva – nagyon elterjedt volt, az idők során azonban bizonyos tájakra korlátozódott. Ilyen vidék Normandia, Champagne, Elzász, a Loire-völgy, Picardia, Burgundia, Észak-Bretagne és a Francia-középhegység. Speciális formák alakultak ki Baszkföldön, a francia Alpokban és Bresse-ben.

A jellegzetes francia favázás (Fachwerk) épületnél a külső és belső falakat, a tetőszerkezetet valamint a padlózatot egyetlen faváz hordozza. Az oszlopokat és a vízszintes gerendákat egymásra tökéletesen merőlegesen rögzítik. A tetőszerkezet nem nyúlik túl a falak adta síkokon: a tetőszerkezet hosszanti tartószerkezeti elemei pontosan az oromfalig érnek, az ereszt nem „lóg ki” oszlopok és a küszöbgerenda négyszögéből. Az ácskötéseket horgolással erősítették meg, így alkotva merev dobozvázat. A francia faépítészet a 18. századig folyamatos szerkezeti fejlődésen ment át, és a 19. század végéig tartotta magát más építőanyagokkal szemben.

Franciaország legrégebbi, 14. századból származó, még rekesztőfák nélkül épített Fachwerk-házai Normandiában (Rouen, Caudebec-en-Caux, Dinan) állnak (67. KÉP). A 16. században építették Bourges és Elzász első faszervezetes épületeit. Az ácsok a fedélszék-készítés mesterei voltak: az egyszerű, szarufás szerkezetet viharlécekkel és a tetőgerinccel párhuzamos lécekkel erősítették meg: a konstrukció andráskereszt-jellege nagy szilárdságot adott.



67. kép

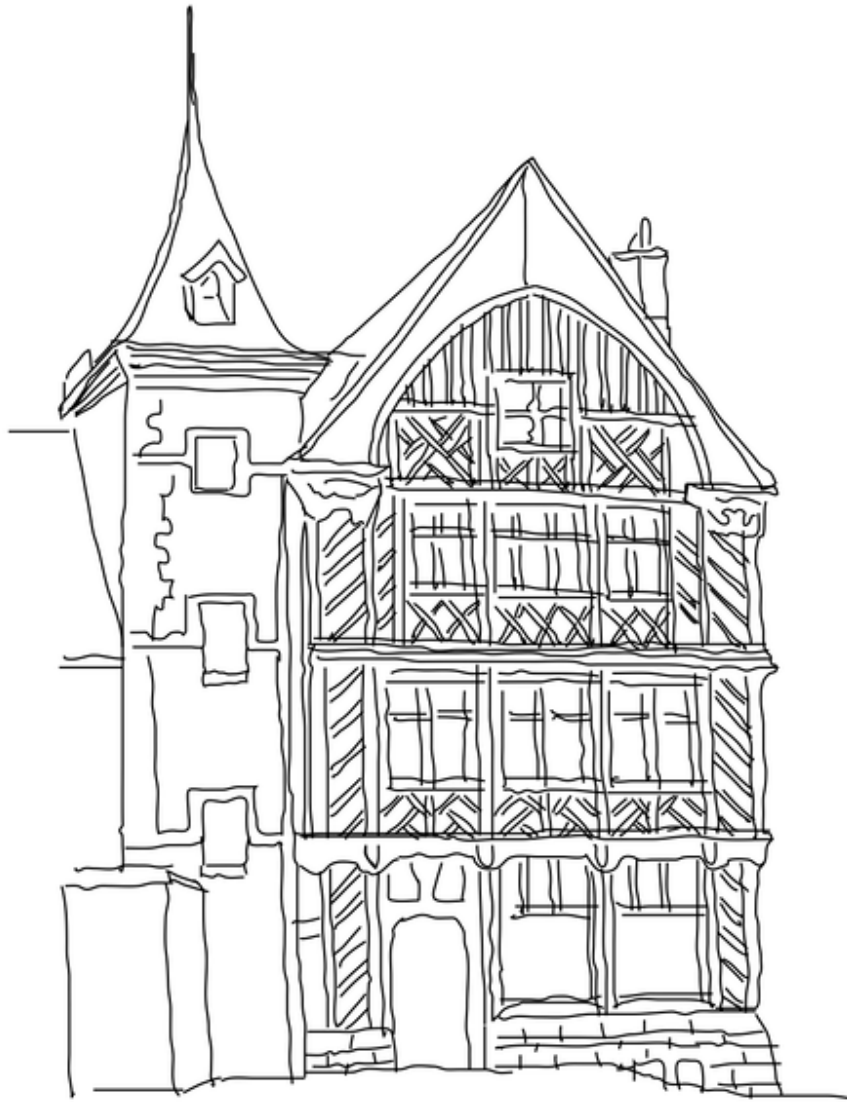
Ameddig az erdők győzték erős, szálás, magas fatörzsekkel, az oszlopok az egész épületet átfogták a talajtól az ereszig. A talpgerendákat és a keresztléceket az oszlopokba csapolták, faékkal rögzítették: a korai időkben az egyszerű kötések T alakot formáztak. A 14-15. század táján a helytelen erdőhasználat következtében fogytán volt az igazán jó faanyag, ezért szükségből rövidebb gerendákat alkalmaztak, ami bonyolultabb fakötéseket és rafináltabb szerkezeti megoldásokat igényelt. Az oszlopokat jobban meg kellett támasztani: ferdetámaszokkal, ellentámaszokkal, andráskeresztekkel merevítették a vázat. Az illesztések gyakran háromszög- és villaalakot mutattak (Rouen (68. KÉP)).



68. kép

Az emeletek „kiugratása” a 14. századtól vált általánossá a városokban. Az előreugró emeletek, tetők megtartásához konzolokat és fiók-kötőgerendákat használtak. Speciális francia megoldás a „Pigeatres”, mely egy tömör fa háromszög: a sarokmerevítőnek felel meg, ha falvázban alkalmazzák. A „Pigeatres” azonban konzolokat is helyettesít az emeletek kiugró talpgerendáinak megtartásakor. Főleg Rouen házain gyakori elem.

A 15. századtól az emeletek olyan magasak lettek, hogy az oszlopok közé további rekesztőfákat kellett beilleszteni, mely nemcsak a fal, de a teljes szerkezet stabilitását megnövelte. További szilárdítást jelentett az átkötések, sarokmerevítők bevezetése. A nagyfokú szerkezeti biztonság nagy ablakok nyitását engedte meg a homlokzaton. (Pl. Amiens (69. KÉP))



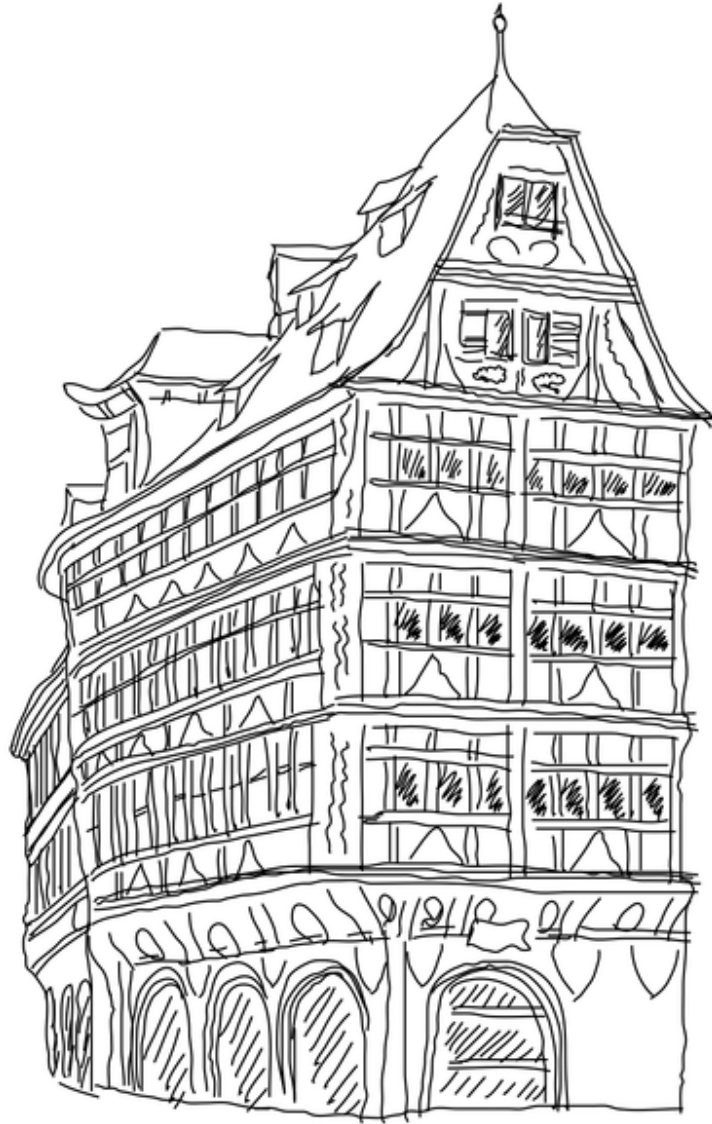
69. kép

A különböző tájegységeken különböző megoldások váltak megszokottá. Elzászban német hatás érvényesül az egyes mezők sarokkiképzésénél: felül hosszabb átkötés, alul rövidebb dúc merevíti az oszlopot, nyolcszög formában. Más területeken is gyakori volt az andráskeresztek alkalmazása, sokszor az ablakok alatt. A V-alakú dúcolás nyílászárók alatt és szabad mezőkben sokszor rombuszformát ad ki (pl. Siene Maritime (70. KÉP)). A 17. században tobzódik a homlokzatok változatossága: a szerkezet finom rajzolatát tovább fokozzák a faragások és a falfestések. Normandiában és Picardiában jellegzetes vakolatszínezések, sugaras díszítések alakultak ki, Elzászban a festés mellett az andráskeresztek „karjainak” ívesre faragása dívott ekkortájt.



70. kép

A vázszerkezet mezőinek kitöltésére eleinte szalmatörekes agyagot vagy paticsfalat használtak. Később – főleg Normandiában, Baszkföldön, a Loire-völgyben, Picardiában és Bresse-ben – kisebb vagy nagyobb téglákkal rakták ki a szabad felületeket, változatos minta szerint. A 15. századtól a gazdagabbak körében kedvelté vált a dúsan faragott, gipsszel befedett fatábla beépítése. Ilyen például a Kammerzell-ház Strassbourgban (71. KÉP). Néhol a falazott részeket vékony, áttört, faragott falapokkal ékesítették (Morlaix, Rouen), máshol azonban szabadon maradt a vakolat (pl. Fay-ház Bourh-Achardban). A faragások először csak a főpárkányra korlátozódtak, majd a reneszánsz idején a kitöltésekre is áttértek. A Loire-völgyben előszeretettel díszítették emberfigurákkal, virágornamentikával, akár egész jelenetekkel a függőleges tartóelemeket.



71. kép

Nyugat-Európában, így Franciaországban a kora-középkor után viszonylag kevés helyen épültek fatemplomok. Ekkoriban kis favázás kápolnák, harangtornyok és egyes templomok fedélszerkezetei képviselték az egyházi faépítészetet. Az aprócska fatemplomok zömét Champagne-ban találhatjuk (Chatillon-sur-Broué, Morembert, la Loge aux Chèvres, Lentilles, Bailly-le-Franc, Drosnay stb.). Szerkezeti megoldásaikban nemesen egyszerűek, a támaszok, merevítők és andráskeresztek gyakran szimbolikus keresztet adnak ki. A torony tetőzete néhány esetben magasan az égbe tör (pl. Lentilles, Oustine). Kivételes példa a jellegzetesen gótikus Szent Katalin templom Honfleurben. Az épület annak köszönheti létét, hogy a háború után, a 15. század második felében kevés természetes építőanyaggal rendelkeztek a helybeliek, ugyanakkor kiváló hajócsaik voltak, ezért őket bízták meg, hogy építsenek tölgyfából kéthajós, egyenként 12 tengelyes templomot. A hossz tengelyben fiókgerendák kötik össze az oszlopokat a fiókváltó-gerendával.

Számos francia városban gótikus hangulatot árasztó, Fachwerk-házakkal tömött utcákra bukkanhatunk. Ilyen Strassbourg, Kolmar, Abbeville, Morlaix, Rouen, Blois, Billon. Az egyes házak gyakran hangzatos neveket viselnek, mint a Morlaix-i „Berta királynőhöz” címzett fogadó, vagy a

romorantini Kancellár-ház, a Lisieux-i „Ház a szalamandrához”. Ez utóbbi látványosan faragásokkal díszített homlokzata a város egyik különlegessége.

A magánházakon kívül középületek is épültek Fachwerk-technikával: vásárcsarnokok, városházák, könyvtárak stb. San Maclou csonttára a temető mellett áll: földszintje falazott, az osszáríumként szolgáló emelet azonban favázás. Noyon katedrálisához tartozó, 1507-es építésű könyvtárépület visszafogott szerkezetében és díszítésében is: csak a konzolokat faragták.

Franciaországon belül szinte csak Normandiában találhatunk udvarházakat. Két típusa létezik: a „Courpesante”, mely egy hosszú ház figyelőtornyokkal, és a „Canapville”, mely különféle épületek halmaza. Részben kőből, részben fából épültek. Néhol az emeleti rész kiugrik, akár csak a városi épületeknél.

A földszintes parasztházak ősi hagyományok szerint készültek: az oszlopokat a talp- és a koszorúgerenda fogja össze, csak néhol alkalmaztak rekesztőfát (pl. Lisieux (72. KÉP)). A mezők kitöltése többnyire szalmatörekes anyag, ritkábban téglá. Bresse-ben hasonló házak állnak: jellegzetességük még az erősen kiszögellő tető. Szavójában az eddigiekkel ellentétben gerendakunyhókban laknak (Chablais, Maurienne): a hagyományos boronafalás építési mód után manapság a függőleges oszlopok közé fektetik a deszkákat.



72. kép

4. Kelet-Európa

4.1. Oroszország

Kelet-Európa és Oroszország a rönképítészet hazája. Az orosz hagyományok a környező országok faépítészetére is nagy (sokszor meghatározó) hatást gyakoroltak. A térség dús erdői jó alapanyagot szolgáltatottak az építkezéshez: bőven rendelkezésre állt lucfenyő, erdeifenyő, vörösfenyő és sok más értékes tűlevelű fafajon kívül számos kiváló lombos fa: juhar, bükk, hárs szil és nem utolsósorban tölgy. A faépítészeti hagyományokat tükrözi, hogy a 11. század elején épült, világörökség részévé nyilvánított novgorodi Szent Szófia székesegyház építési módja teljes egészében a fatemplomokat másolja.

Ráadásul a katedrális közelében bukkantak rá a térség legrégebbi épületére, a tölgyfából ácsolt várra, mely 1044-ben épült.

A korai fatemplomoknál csak kevés, egyszerű szerszám állt a mesterek rendelkezésére, de végtelen jártassággal használták azokat, és csodaszép faragványokkal ékesítették templomaikat. Eszközök és megmunkálás tekintetében a kelet-európaiak nagyon konzervatívak maradtak: szögeket tömegesen csak a 20. század elején kezdtek el alkalmazni.

A kelet-európai templomok közös ismertetőjegyeként az épület három részre oszlik. Központi tér képezi a templom magját; a keleti oldalon álló kis felépítmény az oltárt hordozza; a nyugati oldalon pedig fedett előtér nyílik. Mivel ezek a templomok szinte kivétel nélkül rönktemplomok, így annak érdekében, hogy a rönkök hossza által korlátozott maximális falhosszokból a lehető legnagyobb alapterületet tudják kihozni, nyolcszögletű alaprajzot alkalmaztak. A szerkezet állékonyságáról egyrészt a sokszög alaprajz, másrészt a gerendaszerkezet vízszintes merevsége gondoskodik, ezért további járulékos megoldásra nincsen szükség.

A nyolcszögletű templomtörzs gyakran hagymakupolával koronázott. A hagymakupola elterjedése a 17. század után vált általánossá, amikor a hatóságok Nikon pátriárka hatására, az ortodox hit védelmében szabálytalannak nyilvánították a gúla alakú templomtököket. A főkupola mellett a sok, kis hagymakupolával ellátott tetőgerinc igen dekoratív hatást kelt. A fennmaradt templomok közül csak kevés 17. századi kivételen találhatunk más díszítést. A kivételes látvány az alaprajzból és a faszerkezetből adódik. Említésre méltó, hogy a templomok tetőszerkezete facsapokkal egyesével rögzített fazsindelyekkel borított.

A kelet-európai fatemplom-építészet talán legszebb példája a karéliei Onyega-tó Kizsi-szigetén álló „A Megváltó Színeváltozása” (Preobarzsenszkij) templom, melyet 22, nyárfával zsindelyezett kupola díszít. A jelenlegi templom sátoztetős elődje tűzvészben pusztult el, piramisformáját átvette a ma látható alkotás. A hagymakupolákat borító zsindelyek hosszú ék alakúak, szélük cakkosan faragott: tökéletes illeszkedésük valódi mestermunka. Mivel a boronafal a sarokkötései fokozottan érzékenyek az időjárás hatásaira, ezért fenyőfából készült ereszrel védték őket, mely a tetőről lefolyó vizet biztonságos távolságban elvezette. Sok kelet-európai templom díszítetlenségével szemben itt faragott, íves díszítményeket, áttöréseket találunk a tető szélfogó deszkáin és az előtér tetőzetét támasztó oszlopokon, melyek a merev gerendaszerkezet tömörségét hivatottak ellensúlyozni (73. KÉP).



73. kép

A legenda szerint az épületegyüttest egy szál fejszével készítette az ácsmester, aki a szekercét azután a tó vizébe hajította azért, hogy sem ő, sem más ne hozhasson létre még egy ilyen szépséget. Kizsi jelenleg védett szabadtéri néprajzi és építészeti múzeum, 1990 óta az UNESCO világörökség része, területén sok XIV-XIX. századi faépítmény található, a népi építészet csodái: a templomok mellett nyitott tűzhelyes parasztházak, szélmalomok, kereskedőházak láthatóak itt. Ugyanitt látható néhány régi stílusú, gúlatetős fatemplom is, mint például a Szent Miklós templom, a Szentháromság templom, vagy a Születés temploma (74. KÉP).



74. kép

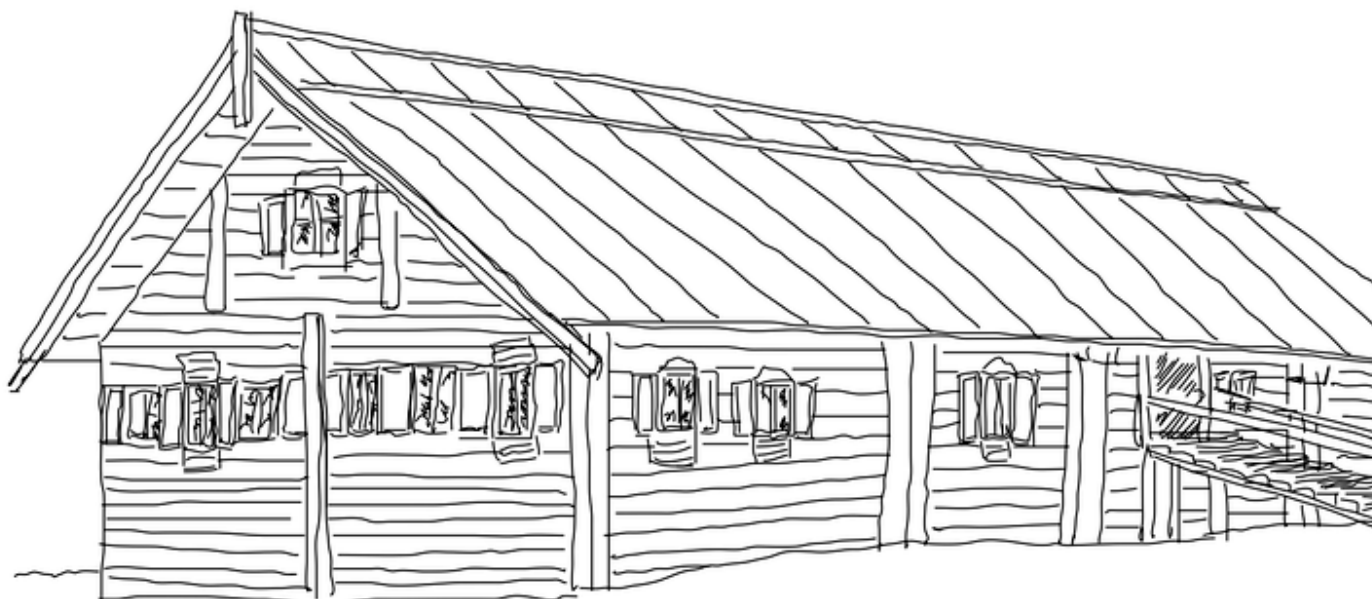
A rendelkezésre álló faanyagnak köszönhetően a lakóházak építése terén is a boronafalas építészet terjedt el Oroszország-szerte. A célszerűség és a klíma szinte egységes faházformát hozott létre a területen: az északi területeken az orosz „izba”, délen az ukrán „csáta” terjedt el, egyszerű téglalap alaprajzzal és látványos, faragott díszítésekkel, bizonyos tájakon pazar, szinte rikító festéssel. (75. KÉP)



75. kép

Az épületek szerkezete a gyakorlati életnek megfelelően alakult. Az izba, azaz tanyaház kétszintes mivelta annak köszönhető, hogy mivel a kemény teleken sokszor olyan nagy mennyiségű hó esett, nem lehetett a földszintet megközelíteni. Így a földszint szolgált istállóként, az első szint lakótérként, a

padlástér pedig gyakran terménytárolóként. Az emeletre házon kívül épített lépcsőn át tudtak feljutni (76. KÉP).



76. kép

Az épületek gyakran több részből álltak: egy téli és egy nyári lakórészből, továbbá sokszor egy közösségi részből a kettő között. A bejáratot leggyakrabban a déli hosszoldalon alakították ki, ritkábban a keskeny oldalon. Ilyen egytengelyes, nagy, masszív épületeket találhatunk Arhangelszk és Vologda környékén, de szép példákat láthatunk Kizsi szigetén. Az idők során ez az épületípus is fejlődött – legfőképpen belső beosztásában – azonban az alapforma megmaradt, akárcsak a szerkezet kialakítása. Alapként négy vastag, 5-10 (akár 15) m hosszú fatörzset „kötnek koszorúba”, majd ezekre a boronafalazás szokásai szerint további vízszintes farönköket fektetnek. A házakat gyakran maga a tulajdonos építette, nem fogadtak külön mesterembert. (77. KÉP)



77. kép

A későbbi időkben az izba kiindulási pontul szolgált más, falusi, kisvárosi épületekhez. Még a 20. században is akadtak olyan „öszönös” mesterek, akik saját házukat az ősi módon építették fel, majd saját ízlésük szerint díszítették azt. A falusi, városi portálok, de hivatali épületek, iskolák között szintén akadhatunk 18-19. századi, boronafalás remekművekre, melyek díszítő motívumaikban néhol emlékeztetnek a 19. századi, ún. alpesi házak mintakönyveiben fellelhető, nyugati mintákra, azonban szellemiségükben mégis kelet-európaiak. (Pl. Petrodvorec (78. KÉP))



78. kép

4.2. Lengyelország

A lengyel faépítészet alapvetően nagyon hasonló az oroszhoz: főleg az ország déli részén nagy múltja van a boronafalas építészetnek. A földszintet alkotó gerendafalra azonban néhol emeletréépítéseket illesztettek, és nem ritka a többemeletes, többszoknyás tetőszerkezet sem.

4.3. Csehország

Jobbára a német Fachwerk-hagyományokat követték. Jellemző a festetlen, sötét keret és a fehérre meszelt kitöltés.

4.4. Kárpátok és környéke

A mai Ukrajna, Románia területén, a máramarosi havasokban, a Felvidéken és a Kárpátalján a boronafalas építészet terjedt el: csodálatos fatemplomaik máig meghatározó elemei a tájnak. A lényegében hazánkat körülvevő terület nagy része Trianon előtt Magyarországhoz tartozott: faépítészetének kialakulása és fejlődése a helyi dús erdőségeknek köszönhető. Sok könyvet találhatunk, mely az itteni szakrális építészettel foglalkozik, mint például Kovács József és Sisa Béla alapos munkái.

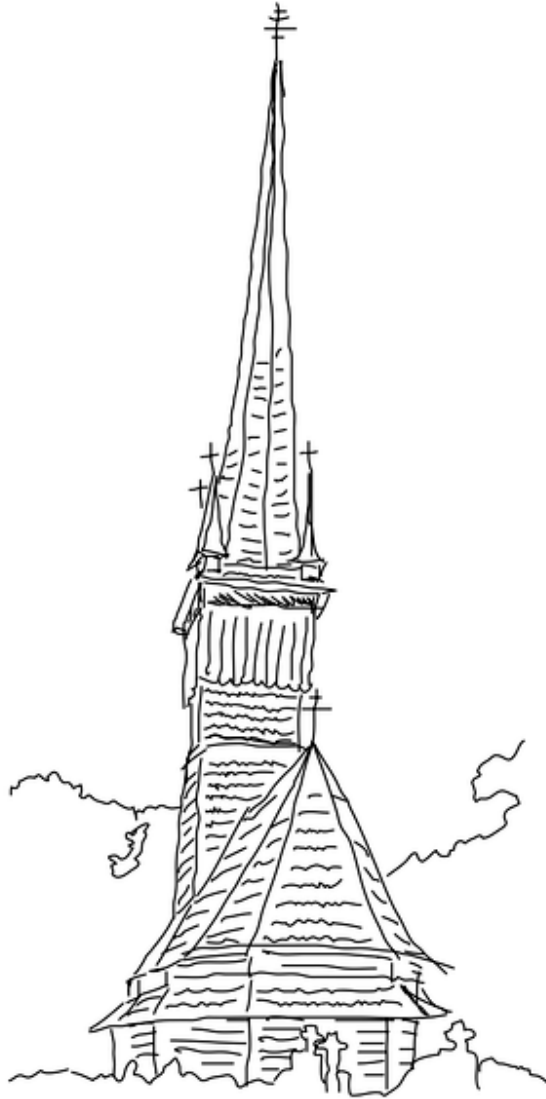
Ezen a vidéken a falu sokszor erdőirtás helyén telepedett meg. Építkezéskor rönkfákat négyszögletesre bárdolták, úgy kapcsolták össze őket бүтүс illesztéssel. A területen több templomtípust különíthetünk el, azonban alaprajzuk ortodox módra előtérből, hajóból és szentélyből áll, némelyest hasonlóan az orosz templomokhoz.

A máramarosi templomoknál a tető általában függőlegesen két részre oszlott, mint két, egymásba húzott harang. A tető kétfelé osztottsága lehetővé tette a magasban felső ablaksáv kialakítását, de az alsó rész a gerendák illesztését is védte. Néhol az alapépülethez tornácot csatoltak, mely elfért az alsó tetőszoknya alatt. (Pl. Görbeszeg (79. KÉP))



79. kép

A templomtesthez a 17. század után csatlakozott az előcsarnok fölé emelt harangtorony, mely mára a Kárpátok fatemplomainak legmeghatározóbb eleme. A torony ezen a területen szinte mindig gótikusan magasba törő, gyakran négy sarkán kis fiatornyokkal megtöltött. Szerkezetét a boronafalaktól különálló váz tartja, törzsén körben függődíszes galéria emlékeztet a középkori hagyományokra, az őrtornyok mellvédeire. A tornyok kiképzése területenként különböző: minden képzeletet felülszárnyal a Dióshalomban (Șurdești) álló építmény, melynek karcsú, 54 méter magas tornya háromszor magasabb a templomnál: ezzel a világ legmagasabb tölgyfaépítményének számít. (80. KÉP)



80. kép

Az egyik kárpátaljai típus, mely ukrán felfogást tükröz, a déli Kárpátok jellegzetes temploma: hossz tengelyén keresztben három rövid tengely határozza meg a tornyok helyét. Az épület megjelenési formája piramis-jellegű. Az egész teret egy nagy, alsó tetősáv fogja össze, a három belső térrész fölött külön-külön tornyok emelkednek, melyek közül a középső a legszélesebb alaprajzú. Ilyen templommal találkozhatunk Uzsonkon vagy Szuhóban (Szuhapatak). Egy másik típusnál, a középső Kárpátokban a három kereszt tengely szintén adott, azonban mindegyik külön sáttetővel bír. A tornyok kialakítása ezen felül nagyon változatos. Jellegzetes példa a jelenleg Ungváron (Uzsgorod), a szabadtéri néprajzi múzeumban fellelhető Mihalovszkaja templom.

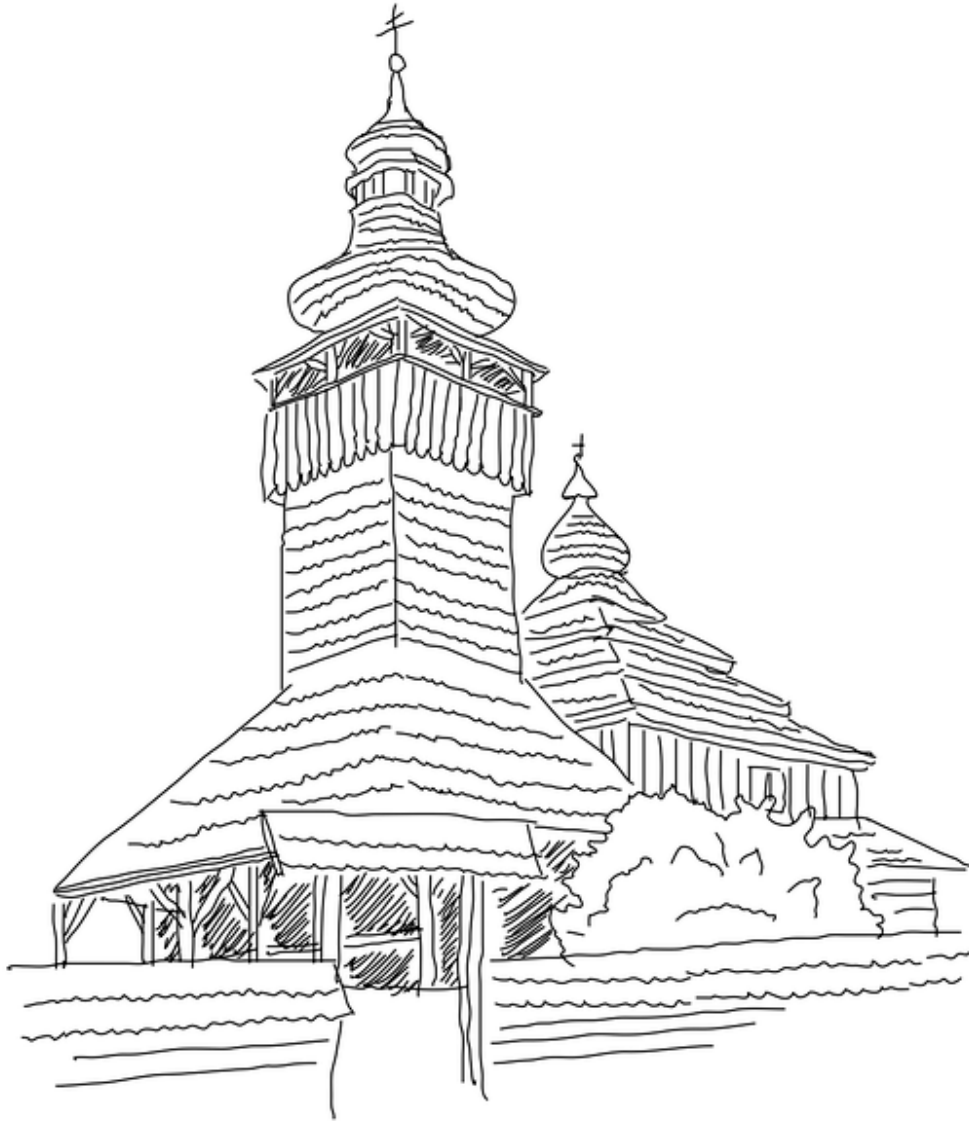
A harmadik típusnál, a Keleti Kárpátoknál már egyfajta átmenet tapasztalható a nyugati templomformák irányába: a négy egység, a tornác, előtér, hajó és szentély itt is egy tengelyre fűzve jelenik meg, utóbbiak egy közös sáttető alatt. A bejáratnál egyetlen torony képez függőleges hangsúlyt. Példaként Szvaljava (Szolyva) vagy Torony (Toronya) templomát említhetjük. (81. KÉP)



81. kép

Többek között Szojmi (Vízköz) községben áll az előző típushoz hasonló, kicsit zömök látványt nyújtó, szintén egytornyos templom: a toronysisak az alsó, lejtős szoknyarész felett igen hegyesen végződik.

A Tisza mellett, a Kárpátalja déli részénél – a máramarosi templomokhoz hasonló – szerény hajós, ám erősen gótikus hatású, magas, „kétszoknyás” tetővel és „égig érő” toronnyal megkoronázott templomok teszik karakteressé a tájképet. A toronysüveg körül, a négy sarkon fiatornyok fokozzák a hatást. A különleges zsindelezésnek köszönhetően a tető utolérhetetlen plasztikus hatást kelt. Gyibrova (Szentmihálykörtvényes), vagy Szokirnyica (Szeklence) temploma tartozik például ehhez a típushoz. (82. KÉP)



82. kép

Ritka, de előfordul a görögkereszt alaprajzra szerkesztett templom: a központi teret önálló (sátor- vagy hagymatetős) kupola fedi le, az épületet tornác futja körbe. A kereszthajók timpanonjain kis tornyok ülnek.

A Felvidéken a boronafalás házak jellemzően boronafödémeket kaptak, majd erre került a tetőszerkezet. A falakat nem, vagy csak ritkán burkolták vagy festették le. Templomaik az előbb ismertetettekhez hasonló kiképzésűek, szintén elsősorban boronafalásak, kivéve a toronyszerkezetet illetve néhol az előteret, melyeket vázas módszerrel építették. A tetőszerkezet a templomoknál leginkább zsindelezett, a lemk templomoknál akár a falakat is zsindeellyel borították. Az alsó gerendákat kőalapra helyezték, a falak gyakran befelé dőlnek, ezáltal sokkal állékonyabbak. A tetőszerkezet többnyire többlépcsős, a legelső, széles sáv a falak nagy részét is lefedik, így védve azokat az időjárás hatásaitól. A korábbi templomok általában gótikus jellegű tetővel bírnak, az újabb építésűeket gyakran hagymakupolás, barokkos torony koronázza.

5. Törökország

A törökök régen nomád életformát folytattak, faszerkezetes sátraikat magukkal vitték útjaikon. Az első török házakat az ujburoknak tulajdonítják: az ő szokásaik és a sámánhit együtt alkotta meg a török lakóház sokszögű alakját, mely – akárcsak az indiánoknál – a világot jelképezte, pontosabban annak négyzetes, kereszt alakú mivoltát. A kunyhókat fából ácsolták, akárcsak később az oszmán birodalom lakóházait. A 17. században terjedtek el a tengerparti területen a jálik, azaz lakóházak: belső teret központi udvar osztotta ketté, egyik oldalon a nők, a másikon a férfiak szállásával. Építőanyagként csak a gazdagabbak engedhették meg maguknak a keményfát (pl. tölgyet), általános volt a cédrus, a nyár és az erdeifenyő használata.

A parton álló házakat cölöpökre emelték. Vázás szerkezetük hasonló az európaiéhoz, a vázközöket vályoggal vagy vályogtéglával töltötték ki, a falakat keretlécekre rögzített deszkázattal borították. A deszkázatot színesre festették, jellemző az ún. „oszmán rózsaszín”, azaz egyfajta terrakottavörös, de fehér, zöld, kék házakat is láthatunk. A falak színe összefüggött lakója származásával: a 18. században szigorú rendeletben szabályozták, ki milyen színűre festheti házát – ekkoriban pasztellszíneket csak törökök használhattak, más népcsoportok csak a számukra megadott árnyalatra színezhették épületüket. A belső falak deszkaburkolatát vakolták. A tetőket cseréppel fedték. A 19. századdal egyre inkább európai hatás érvényesült az oszmán építészetben, az épületek egyre díszesebbek lettek: az ereszeket, konzolokat, mellvédeket filigrán geometrikus motívumokkal, csodásan faragták. Mára sajnos a török faépítészet eltűnőfélben van, de a Boszporusz partján még találhatunk néhány, az Ezeregyéjszaka meséibe illő jálit. (83. KÉP)



83. kép

5. fejezet - Ázsiai faépítészet

Tartalom

[1.](#)

[2. Kelet-ázsiai templomépítészet](#)

[3. Délkelet-Ázsia](#)

1.

Ázsia:

Mérnöki faép.																																							
Ballon/padlózáz.																																							
Keleti fav. ép.																																							
Fachwerk (faburk.)																																							
Fachwerk (falazott)																																							
Fachwerk (sima)																																							
Palcika- v. karóép.																																							
Borona-falas ép.																																							
Cölöpépítészet																																							
Ósi formák 2.																																							
Ósi formák 1.																																							
Idővonal	le. 500 0	le. 400 0	le. 300 0	le. 200 0	le. 100 0	le. 750	le. 500	le. 250	0	1. sz.	2. sz.	3. sz.	4. sz.	5. sz.	6. sz.	7. sz.	8. sz.	9. sz.	10. sz.	11. sz.	12. sz.	13. sz.	14. sz.	15. sz.															

2. táblázat

Szórványos	
Van	
Meghatározó	

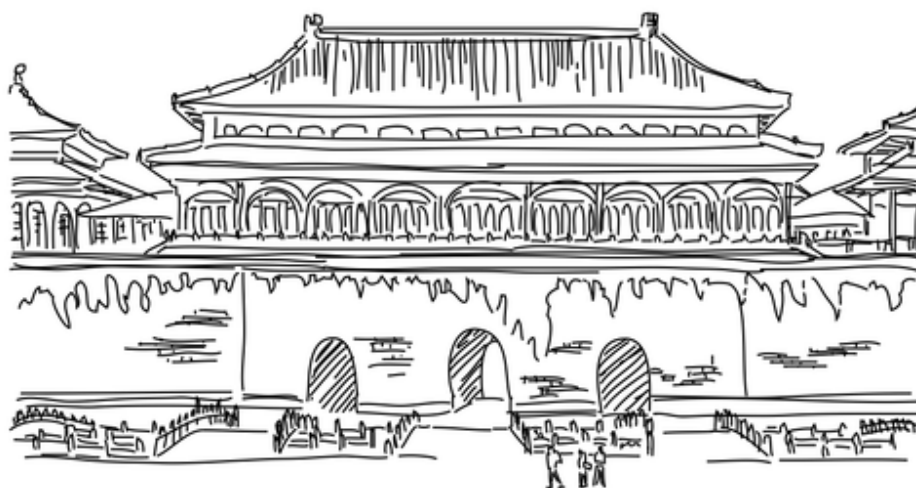
Az ázsiai országok faépítészetének fejlődése az európaiától merőben eltérő: tökélyre fejlesztett, ősi formákat alkalmaztak évszázadokon át, és használnak még ma is. A formai különbözőségnek spirituális okai vannak: a keleti ember életfilozófiája, vallása jobban áthatja az emberek életét, több tradíciót hordoz, nagyobb hagyománytisztelést követel, éppen ezért szinte lehetetlen elválasztani a világi és a szakrális építészetet. Emellett a fa mint építőanyag mélyen gyökerezik a kelet-ázsiai ember világnépeiben.

A kínai birodalom Az i. e. II. évezred közepe táján, a mai Honan tartományban vált egységessé. A bronzkori fejlettségű kultúrában több mint valószínű, hogy fából építkeztek. A legkorábbi, Közép-Kínában feltárt fa szerkezetű csarnoképítmény valódi alakjának kevés nyoma maradt, a fa oszlopokról csak az alapozásban talált lyukak árulkodnak.

Kína hatása és a buddhizmus terjedése meghatározó benyomást tett Kelet-Ázsia és Japán kultúrájára, így építészetére is. E terület faépületeinek közös jellemzője az oszlopokból és gerendákból álló szerkezetek, melyek falkitöltése terhet nem visel. Tipikus a konzolrendszerekkel megtámasztott, falaktól erősen kinyúló tető és a rövid, kőalapzaton nyugvó cölöpökkel alátámasztott fa padló. Az építkezésre felhasználható faanyagot a régióban ciprusfélék, cédrus és egy, a hemlokfenyővel közeli rokon fa adja. Jellegzetes kínai alapépület a már említett, fából készült csarnok-építmény valamint a pagoda, melyeknek rokonait megtaláljuk a japán szakrális épületeknél. A csarnokok nemcsak vallásos,

de világi célokat szolgáltak: császárok és előkelőségek palotáinál ugyanúgy megtalálhatjuk azokat. Szerkezetüket tekintve egy-két, ritkán háromhajósak. Az oszlopokat kő alapba állítják, felül koszorúgerenda fogja össze őket, a közök száma a hosszoldalon mindig páratlan. A csarnokokat alacsony hajlású, mindkét végén kontyolt cseréptetőkkel fedik. A tetőszerkezet alátámasztását igen összetett konzolrendszerrel oldják meg, ahol a kisebb és nagyobb gerendákat négyszögletű hornyokkal illesztik, a gerendák végeit felfelé hajló negyed körben lefaragják. A tetők íves felfelé hajlítása a XIII. századtól terjedt el, hitük szerint megakadályozza a gonosz erők beáramlását az épületbe.

A kínai építészetnek talán legismertebb képviselője a pekingi Tiltott Város épületegyüttese (84. KÉP).



84. kép

A templomok és paloták egyaránt a császár fenségességét, hatalmát szimbolizálják. A kompozíció szigorúan szimmetrikus: így jelenítették meg az égi és a földi harmóniát. A hatalmas fogadócsarnokok között templomok és pavilonok teszik teljessé a képet. A szertartási épületek a jin és a jang erők összhangjának megfelelően páratlan számúak. Az épületek kialakítása jelentőségüket tükrözte: a legfontosabb pavilonokat két eressel és kontyolt nyeregtetővel építették, konzolrendszereik az átláthatatlanságig bonyolultak. A kisebb pavilonok jóval egyszerűbben alakították ki. A város csarnokaiban az oszlopok közötti réseket finoman díszített, áttört falapokkal töltötték ki, és az épületeket gazdag színekkel festették. Az épületek, terek, utak, hidak és a természeti formák harmonikus összhangot alkotnak.

A kínai lakóház a csarnokok mintájára épült vázas szerkezetű, többemeletes épület: a fa oszlopok tartotta szerkezet két hajót alkot, melyben a belső tereket könnyű válaszfalakkal tagolták. A tartószerkezet itt is, akár a palotáknál és a templomoknál, az épület díszjele helyett élénk színekkel emelik ki szépségét. Azonban a kisemberek lakásai korántsem olyan tágasak, mint a császári palota csarnokai: a kiotói, sakktábla alaprajzú, kereskedőknek otthont adó városrészében a házak olyan szorosan állnak egymás mellett és olyan keskenyek, hogy ezt az épülettípust „angolnák hálósobáinak” is nevezik. Az egyszerű épületek a szigorú szabályozás miatt legfeljebb kétemeletesek lehettek.

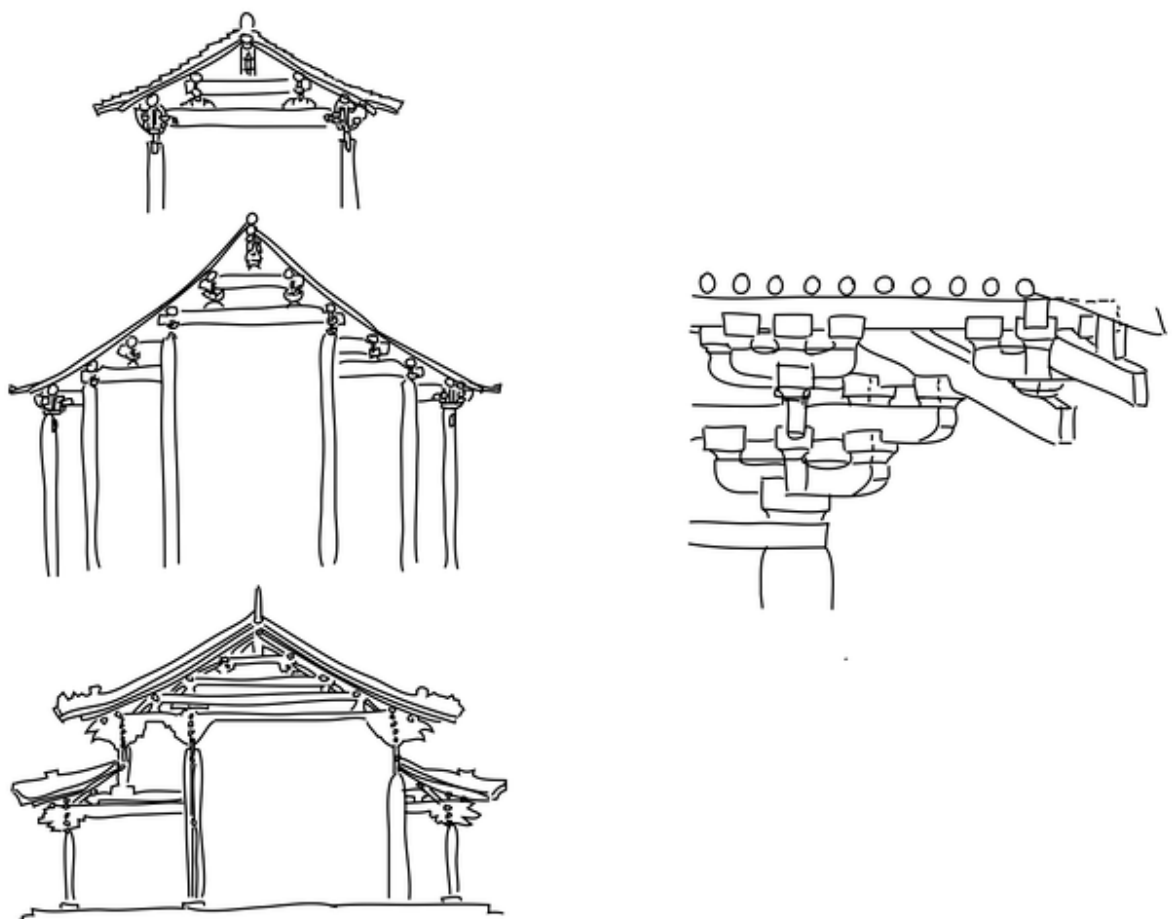
Amíg a szárazföldön az épületek hagyományosan egyszerre szolidak, méltóságjelzők és gyakran gazdagon díszítettek (85. KÉP), addig Japán építészet más irányban fejlődött tovább. Az eltéréseknek jobbára gyakorlati okai vannak: a szigetország Kínához képest jóval csapadékosabb éghajlattal

rendelkezik, mely meleg, esős nyarakkal és hideg száraz telekkel jár. Ezért a japán otthonnak sok nyílásra van szüksége, hogy a levegő akadálytalanul áramolhasson, átszellőztetve a lakást.



85. kép

Az i. sz. 6. században gyökeret vert Japánban a buddhizmus, melynek szellemi hatása az építészetet nemesen egyszerűvé formálta át. A vallás elvei szerint letettek a szerkezetek átlós dúcolással való megerősítéséről: ez a lépés rendkívül komplikált fakötések megalkotására sarkallta őket. A 14. századtól, a szögletvas feltalálása további lendületet adott bonyolultnál bonyolultabb fakötések kifejlesztésére. Más-más illesztéseket alkalmaztak sarkoknál, oszlopoknál, az ereszeknél, gerendáknál és küszöböknel (86. KÉP). A vázközök kitöltését bambuszhalóval oldották meg, melyet mindkét oldalról agyag, homok és pelyva keverékével fedtek be. A tetőszerkezetet többnyire vörösfenyőből ácsolták, a saruzatra időjárásálló fenyőlécekből készített paneleket, majd bambuszléceket helyeztek, melyeket vastag gyékényréteggel borítottak.



86. kép

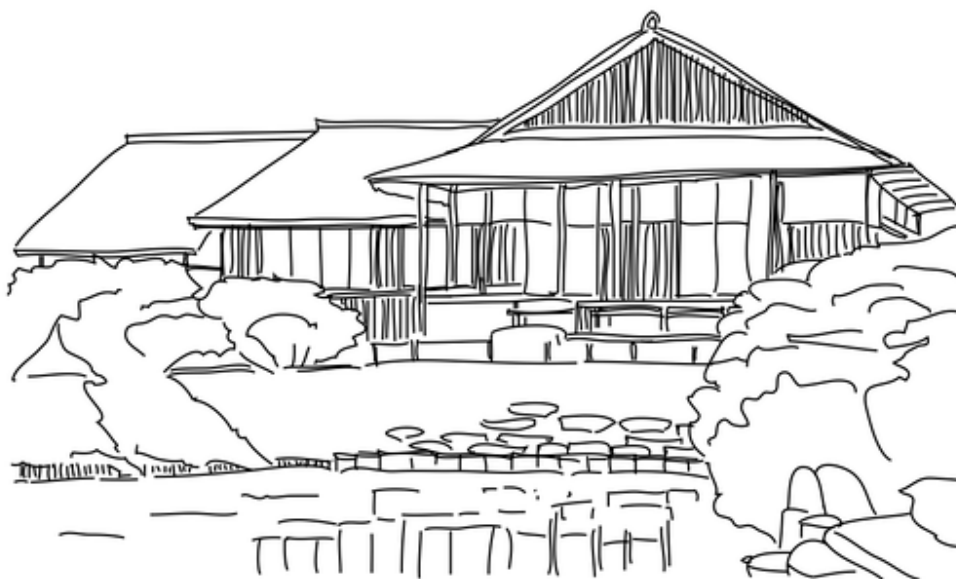
A 3-5. századi japán arisztokrácia lakóházainak stílusát legjobban a 478-ban épült Ise-i sinto-szentély mutatja be (87. KÉP). Az épület oszlopait világos hinokiból készítették. Másutt, például a pekingi Jung Lo császár áldozati termében az oszlopok illatos szantálfából valók.



87. kép

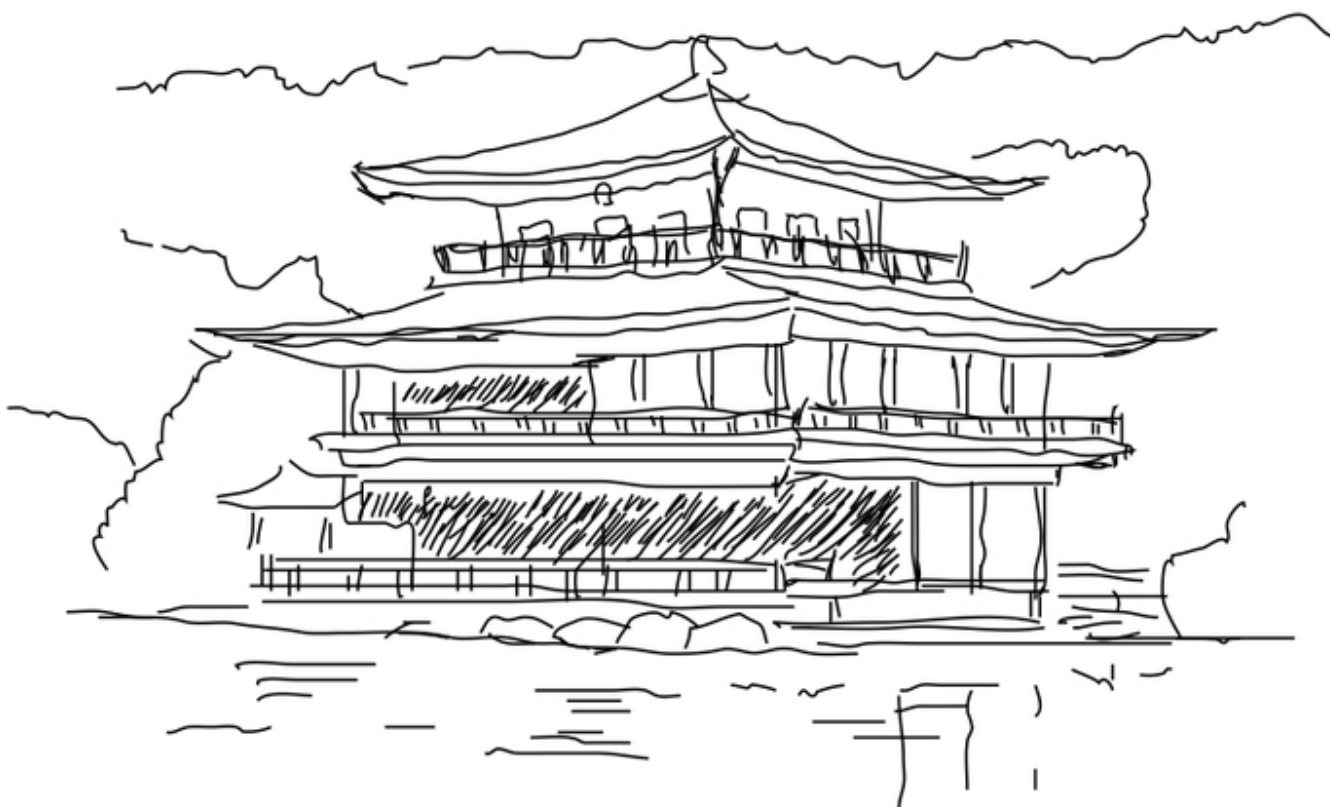
A 11. század előtt, főleg az arisztokrácia körében vált kedvelté az ún. „Sinden Zukuri” stílus. Az alapja ennek a stílusnak egy nagy központi terem (Sinden), amely köré szigorúan szimmetrikusan rendezik az egyéb helyiségeket és a fedett összekötő folyosókat. Ebből az időből nem maradt fenn egyetlen műemlék sem, de a kiotói császári palota egyes részei a 19. században e stílus jegyeit viseli magán.

Miután a 11. században a samurájok megszilárdították hatalmukat, az építészetben a „Stúdió-stílus” (a könyvtár- és dolgozószobákat idézve), vagy másképpen a „Sóin Zukuri” terjedt el. Ez a forma szabad alaprajzú és aszimmetrikus épületeket jelentett, erősen túlnyúló, függesztett tetőkkel és verandákkal. A ajtó- és ablaktáblákat áttetsző papírral töltötték ki, a húzószárnyas ablak csak később jelent meg. Ez a stílus szerte Japánban elterjedt, ez az a forma, amelyet ma a tipikus japán lakóházat jellemzi. Jó példa rá a Kacsura-palota, mely császári székhely: egyszerű, nyers favázás épületek zsindellyel és melynek tábláit fehérre vakolták (88. KÉP).



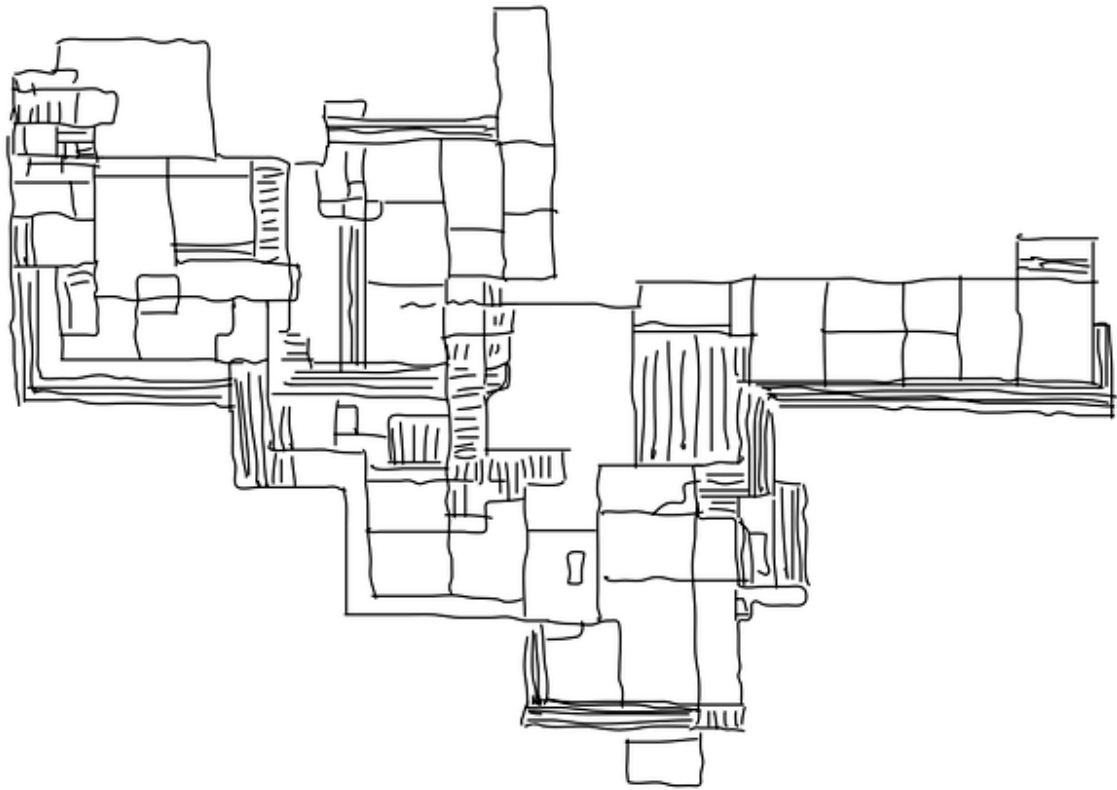
88. kép

Ide tartozik a jellegzetes zen és indiai elemeket is hordozó, kiotói Arany- és Ezüstpavilon, mely egyszerre szentély és elmélkedőhely. (89. KÉP)



89. kép

A japán építészet további jellegzetessége, hogy az épületek mindig szerves és harmonikus egészet alkotnak a kerttel és az őket körülvevő tájjal: a már említett Kacsura-palota minden szobájából nagyszerű kilátás nyílik az azt körülvevő kertre (90. KÉP).



90. kép

2. Kelet-ázsiai templomépítészet

A távol-keleti vallásos építmények alaprajzai nem olyan bonyolultak, mint nyugati társaikéi: többnyire egyszerű, kevés osztatú, négyszögletes terek vagy sokemeletes tornyok, gyakran falakkal és kolonnádokkal körbevéve. A kínai templomépítészet szigorúan tengelyesen szimmetrikus alaprajzot használ, azonban Japánban mindenkor megszokott volt az aszimmetrikus tagolás.

A buddhizmus elterjedésével egész Kelet-Ázsiában kínai hatás vált uralkodóvá: a szomszédos országok átvették a kínai ácsok technikáit és művészetét. A környező erdőkből származó, kiváló faanyag bőséges választékának köszönhetően számos monumentális, egyszerűségében lenyűgöző épület keletkezett itt. A ciprusfélékhez tartozó erős és ellenálló japánciprusból, a hinokiból (*Chamaecyparis obtusa*) és különféle kelet-ázsiai cédrusokból készült – akár 25 m hosszú és 120 m átmérőjű – tetőtámasztó oszlopok olyan sajátos küllemet kölcsönöznek a templomoknak, ami sehol másutt nem látható. Eme oszlopok segítségével olyan, többemeletes pagodákat építettek, melyeknél a közbülső emeletek egyforma méretűek.

A hordozógerenda általában fenyő (többnyire erdeifenyő, de lehet vörösfenyő vagy feketefenyő is), a dekoratív díszítésekhez többféle, őshonos fafajt használnak, többek között egy kínai juharfajtát, Konara-tölgyet (*Quercus serrata*), kínai szantálfát (*Pterocarpus santalinus*) és eperfát (*Morus alba*).

A legtöbb kelet-ázsiai templom alapszerkezete oszlopokból és tartókból áll, melyeket kőlábazatra helyeznek, néha több oszlopsort egymásra. Sem a teljes emeletkonstrukcióban, sem az összetett tetőszerkezetben nincsen hármaskötés.

A kínai tetőszerkezet egymásra fektetett, a tetőnek megfelelően lerövidített gerendákból áll. A legegyszerűbb esetben az egyes alátámasztásoknál „az oszlop fejlemézére egy, a falsíkra merőleges konzol támaszkodik, erre pedig egy vele egyirányú, vízszintes keresztgerenda. Felette a falsíkkal párhuzamos, „U” alakban meghajlított kettős konzolt erősítenek fel, ennek közepére ferde vonalú, lejtésben rakott kötőgerendákat támasztanak. A kötőgerendák vége a fallal párhuzamos, alsó ereszgerendára fekszik fel. Utóbbira aztán kettős konzol beépítésével felső ereszgerenda terhel rá, erre támaszkodnak fel, rendezett sorban a lécezést hordozó szarugerendák.” Ez a szerkezeti megoldás biztosítja az oszlopok nagy függőleges terhelhetőségét, melyet az idők során egyre összetettebbre alakítottak. Az épület kibővítésekor megnövelik az oszlopok számát, és kiterjesztetik a konzolszerkezetet. A forma szerkesztésének alapelve az „additív komponálás”, tehát az egyenlő értékű szerkezeti elemek „következetes összeadása”. A légies épületek törékenynek tűnnek, mégis, sajátos konzolos szerkezeti megoldásaik szinte földrengésállóvá teszik őket.

A japán építészetet legjobban reprezentáló szakrális építészet többféle épülettípust különböztet meg. Az első a főépület (kondó, hondó, amidadó, hattó), ahol az ereklyéket, illetve Buddha-szobrokat őrzik: általában többszintes téglalap alaprajzú (91. KÉP).



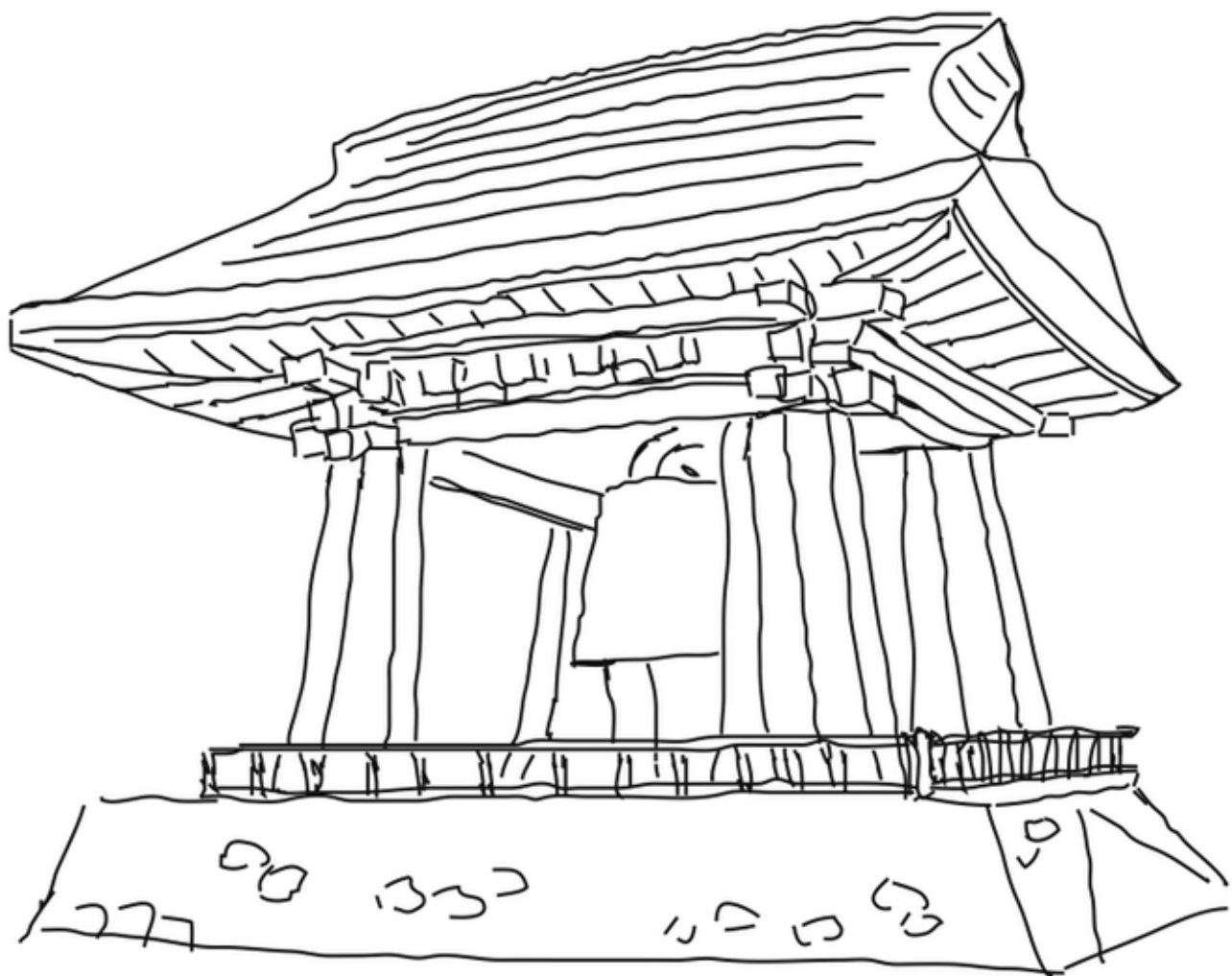
91. kép

A második, előzőnél szerényebb küllemű az elmélkedésre, tanításra szolgáló épület (kodó, hoódó), mely gyülekezőhely és előadó egyben. A templomegyüttesek kapui (92. KÉP) külön építészeti remekművek: a bejáratot jellegzetes tetőszerkezet koronázza.



92. kép

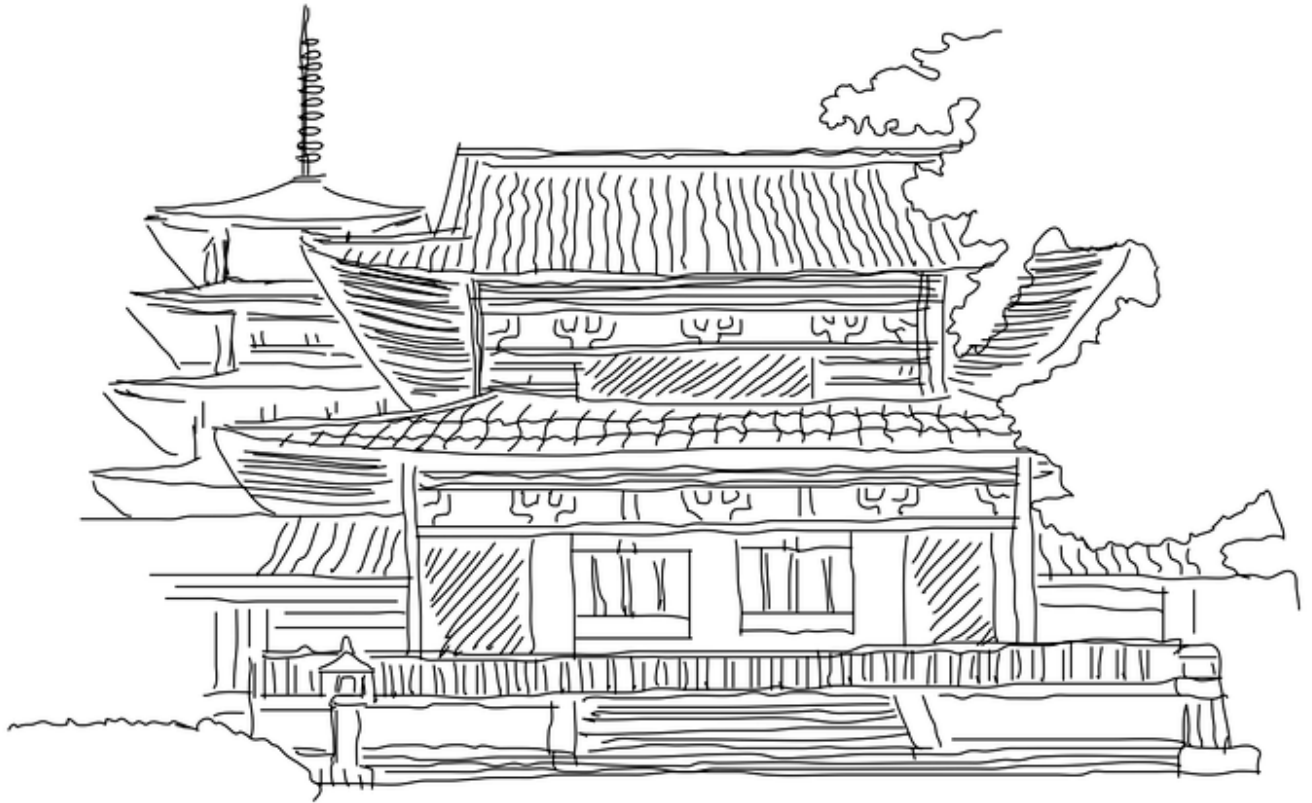
A templomi harangoknak külön épületet, „haranglábat” emelnek (93. KÉP).



93. kép

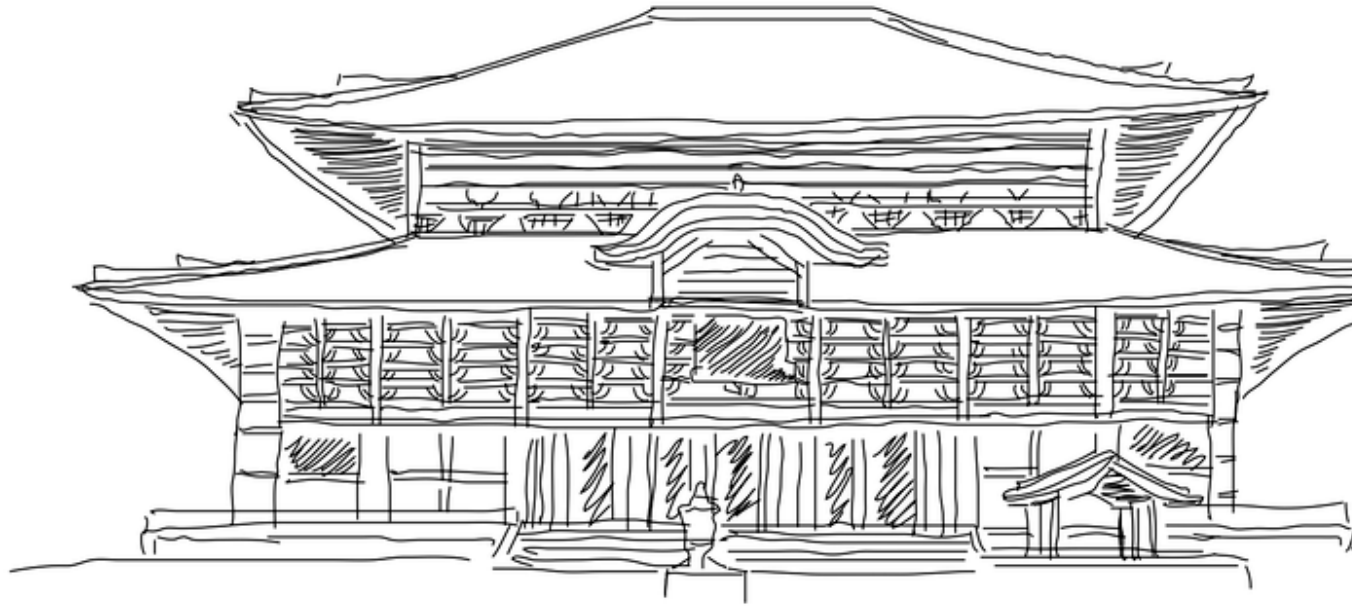
A közismert pagoda három vagy öt emeletes lehet, szerkezetét az indiai sztupáktól örökölte. Az indiai építészetre jellemző sztúpák építése Buddha tanaiban gyökerezik: ő hagyta meg, hogy az útkereszteződésekhez a bölcsek és az uralkodók emlékezetére jelképes sírokat emeljenek, melyekből később kifejlődtek a sztúpák, melyeket Sri Lankán dagobáknak neveznek. Ezen emléképítmény szerkezeti megoldásait vették át a kínaiak a buddhizmussal együtt, és kezdték el építeni könnyed pagodáikat.

A Japán Nara város közelében találhatóak a világ egyik legrégebbi faépületei: a 7. században épült, buddhista Hórijudzsi-templom együttese jellegzetes példája a kelet-ázsiai szakrális építészetnek (94. KÉP).



94. kép

A komplexum ötszintes pagodából, kondóból, a Középső Kapuból és a kaputól induló fedett folyosóból áll. A kondó készült el legkorábban, melynek tartóoszlopai finoman felfelé sudarasodnak, rajtuk ún. felhőkonzolok tartják a tetőszerkezetet. A pagodát indiai őséhez hasonlóan egyetlen faoszlop tartja az építmény tengelyében. A 8. században a császárság közigazgatási központja Narába költözött, ahol újabb, csodálatos épületcsoportot emeltek, a Tódaidzsi kolostoregyüttest, melynek középső, az évszázadok során többször újjáépített nagy csarnoka a világ legnagyobb faépítménye. Megemlítendő, hogy mennyire tudatos tervezés előzte meg a kivitelezést: már ekkor, hasonló európai társainál kb. 1000 évvel korábban, Építésügyi Hivatal felügyelte a templomok és középületek építését, egységes terveknek megfelelően azokat. A Tódaidzsi épületei többször átalakultak az idők során: a ma látható, magas oszlopokra terhelt többszörös konzolrendszereken indiai és zen buddhista hatás érvényesül. (95. KÉP)



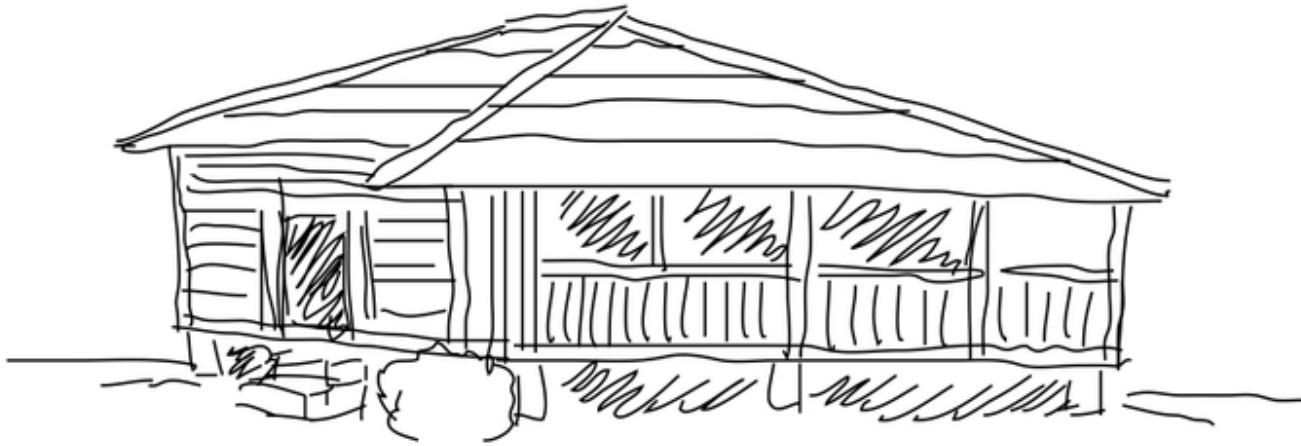
95. kép

A keleti konzolos tartószerkezetek egyik legimpozánsabbja az udzi-i Főnix-csarnok (hoódó), mely maga a faszerkezetbe öntött buddhista szellemiség: az épületek elrendezése főnixmadarat jelképez. A hoódó érdekessége, hogy nem a belső terében elmélkedtek: az épület sokkal inkább szentély volt. A kontyolt nyeregtető alatt több kiegészítő tetősáv húzódik, melyek többemeletesnek láttatják a templomot.

3. Délkelet-Ázsia

Délkelet-Ázsia faépítészete összefüggésben áll Kína és Japán faépítészetével: elegendő az indiai sztúpák, a Sri Lanka-i dagobák és a japán pagodák rokonságára gondolni. Mégis, az indonéz művészet gyümölcsei megjelenésükben teljesen más benyomást keltenek. A térségben rengeteg az erdő, habár az emberek fairtásaiknak és gondatlan erdőhasználatának következtében az utóbbi fél évszázadban az ősi növényzet szinte felét eltüntették. A természet erre felé igen jó építőanyagot adott hálátlan bérlőinek: az itteni faépületek többnyire értékes tikkfából, rózsafából és mahagóniból készültek.

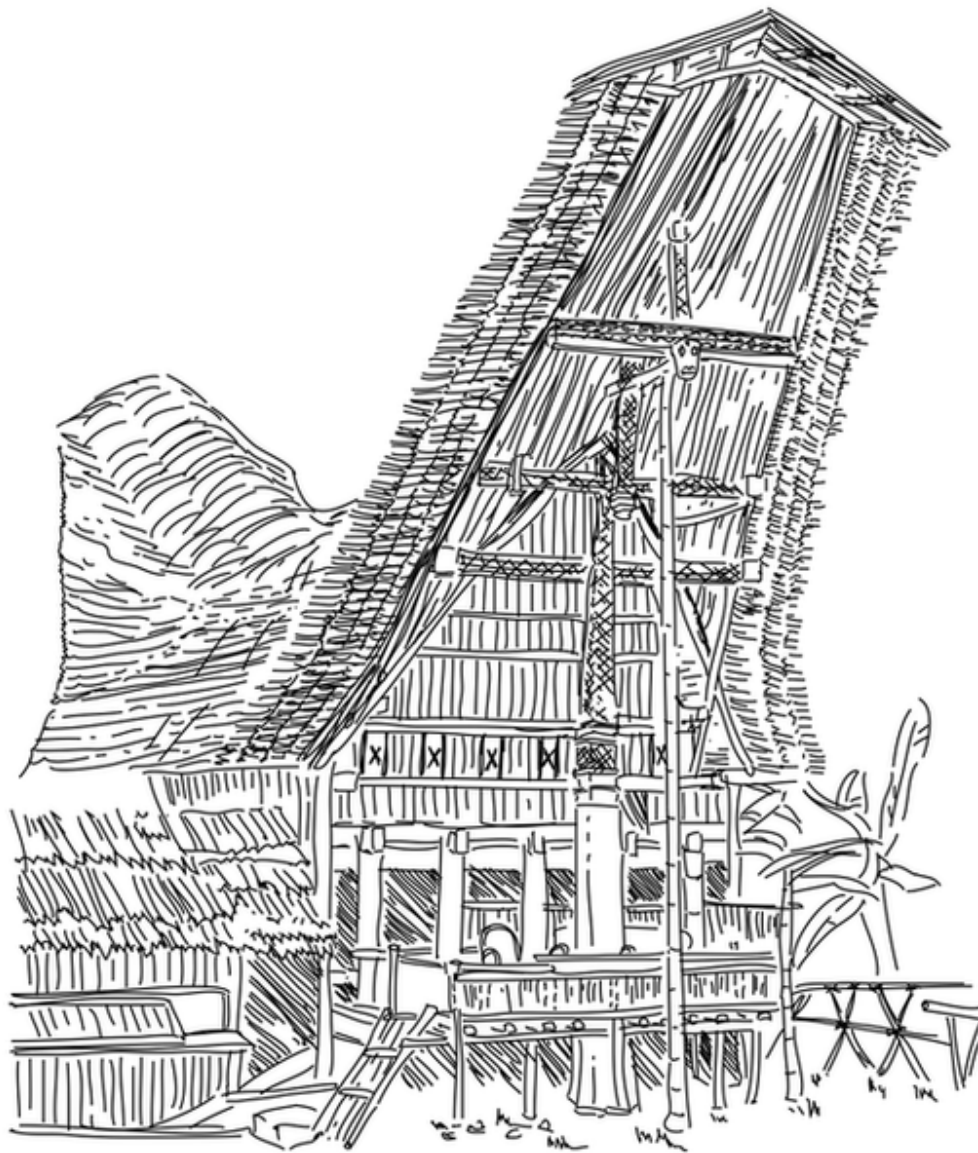
Indonéziától Nepálig a favázás építkezés terjedt el, ez már a kezdetlegesebb épületeknél is megmutatkozik. A nepáli serpák házeit az ősi ágasfás-szelemenes tetőszerkezet, valamint zsúptető fedí, falaik faoszlopokkal merevített vályogfalak. (96. KÉP)



96. kép

Délkelet-Ázsia más részein a házakat cölöpökre állítják: az itt elterjedt épületformák az általános részben leírt cölöpépítészet máig álló, legtipikusabb példái, mint az indonéz szigetek (pl. Celebesz és Szumátra) őslakosainak házai. Egy-egy építkezés mindig jelentős társadalmi esemény, a település lakóinak összefogásával kezdik el a vázat összeállítani, az istenek áldását kérve tevékenységükhöz.

Az általános részben említett hajó formájú házak az indonéz építészet remekei közé tartoznak. Celebesz szigetén őslakos toradzsa törzs emeli ezeket az európai szemnek különös házakat, melyek a bennszülötteket csónakos „honfoglalásukra” emlékeztetik. A tongkonannak nevezett lakóházak szintén cölöpökre épülnek: a függőleges oszlopok közé csapolják be a vízszintes kötőgerendákat. A homorú tetőalakzatot több élgerenda egymás fölé kapcsolásával érik el, a tetőszerkezetet kívülről több keresztmervítőkkel kapcsolt oszlop is alátámasztja. A szarufákat rattannal kötik a bambuszszelvényekhez, végül szoros bambuszrétegekkel fedik be a szerkezetet. A falak és az oromzat festett díszítései a társadalmi rangsort tükrözik. (97. KÉP)



97. kép

A teljes egészében fából készült vallási építmények a térség minden országában az építészet remekei közé tartoznak. Thaiföldön az ún. vat képezte a hitélet központját: egyszerre volt kolostor, templom, imaterem és remetelak. A favázás, több helyiséget magukban foglaló épületeket többsoros, meredek és enyhén ívelt tetővel fedték le, melyeknek oromdíszei egyszerre emlékeztetnek a kínai és a norvég borgund hagyományokra. A Lanna-stílusban a főhomlokzat oromfalán jellegzetes „Buddha szemöldöke”-ként nevezett, az oszlopokat összekötő íves rész jelenik meg, mely látványban pontosan a szentély pazar módon díszített belsejében helyet foglaló Buddha-szobor fölött „lebeg”. Erre kétoldalt szimmetrikusan kisebb íves oromfalak válaszolnak, melyeket „madárszárny oromfalnak neveznek”. (98. KÉP)



98. kép

A thaiföldi lakóház, akárcsak a templom, oszlopokon áll, tehetősebb tulajdonos esetén ugyanúgy többszörös, oromfalas lezárású tetővel rendelkezik. A tető zsindelemmel vagy pálmalevéllal borított, éles hegygel borított gerince megakadályozza az eső beszivárgását a fedett térbe. A teraszos udvart az alulról érkező víz ellen, hasonló szándékkal emelték lábakra. A házak építését a hely kijelölésétől az oszlopok felállításán át egészen a befejezésig különféle vallási rítusok kísérték, hitbéli és gyakorlati okok miatt egyaránt igyekeztek jó minőségű faanyagot használni. Az egyes épületrészekhez más-más faanyagot használtak, például az oszlopokhoz rothadásnak ellenálló korallfát. (99. KÉP)



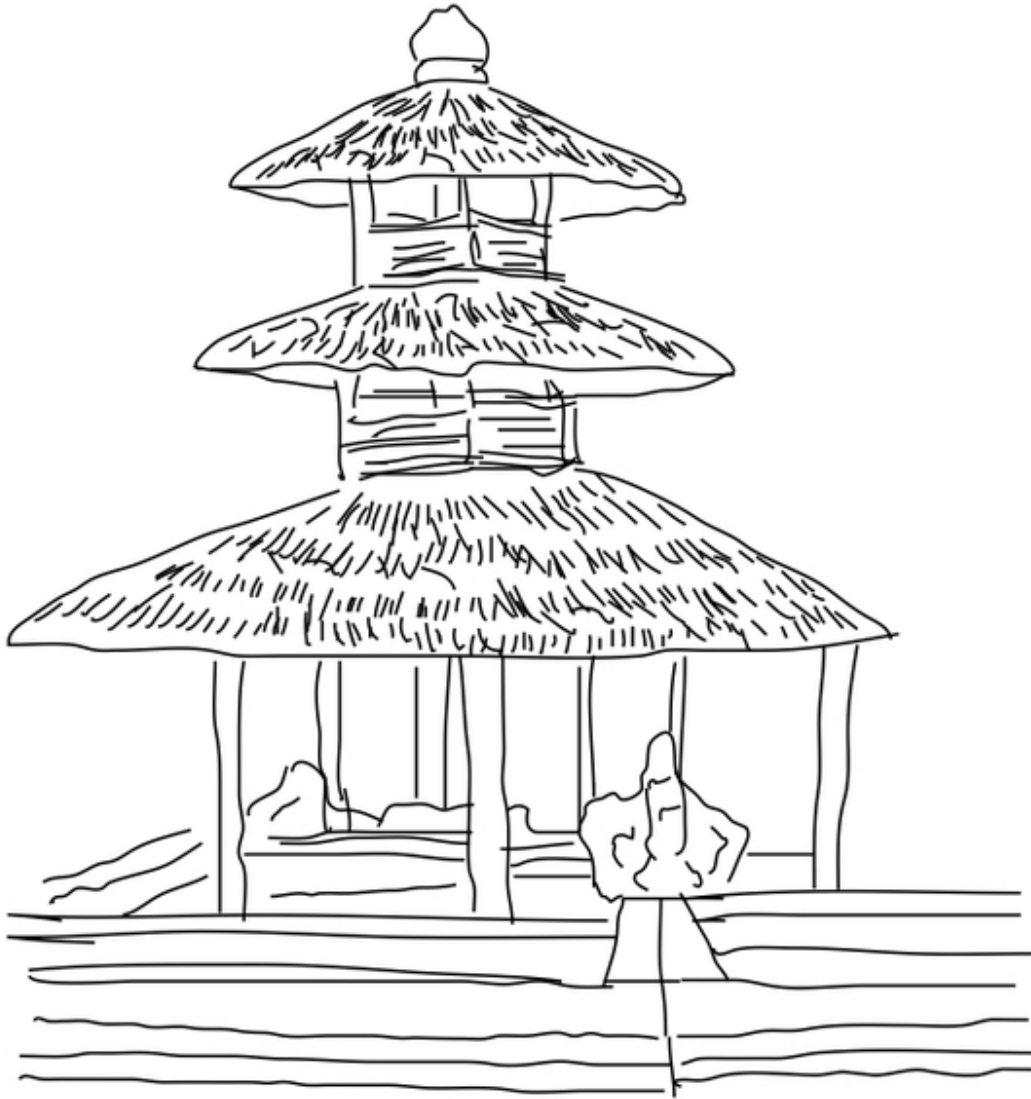
99. kép

A burmai (mianmari) templomépítészet lépcsőzetes tetői emlékeztetnek a thai templomokra, kialakításukban erős indiai hatás érvényesül. A hatalmas szerkezeteknél az oszlopok stabilitását keresztmervítők fokozzák a falak és a födémek vonatkozásában. A középoszlop átfogja az épületet, a többi oszlop lényegesen rövidebb. Minden vallási vonatkozású tér egy templomépületben kap helyet, ugyanakkor szentélynek, kolostornak, tanító helynek stb. megvolt a saját területe az épületen belül. A központi szentély külső megjelenése nagyon impozáns: padlóját megemelték a többi helyiséghez képest, többemeletes tetőszerkezetét belső állványzat támasztja alá, a torony csúcsdísze különálló, összetett konstrukció. (100. KÉP) A kolostor többi terét az apát lakótere köti össze a szentéllyel; az épületlánc legvégén a raktárak kaptak helyet. A teljes komplexum csodálatos faragványokkal díszített.



100. kép

Balin óriási, fából épült „sztúpák” formálják a hindu ember arcára a tájat. A több mint húszezer templom mindegyike favázas, néha a vizesedés ellen kőlabazatra állítják őket. Az egy templomot alkotó épületegyüttesek egy központi szentély köré csoportosulnak, melyet látványos, emeletes, pálmalevéllal befedett tetősorok koronáznak. (101. KÉP)



101. kép

Indiában az építészet szerteágazó alkotásai között nemcsak impozáns kőépületeket, hanem csodás faépítményeket is találunk. A vázas szerkezeteket sokféleképpen alkalmazták paloták, templomok és az egyszerű otthonok létrehozásánál. A faépítést a kőépítészet előzményét adja India vonatkozásában ugyanúgy, mint ahogy az ókori görög templomok is kőbe dermesztett faházak. A Bangalore-i szultáni palota a Sriraganapatanai kerti palota nagyrészt fából épültek. Az ország északi részén, a Himalája völgyeiben egyfajta „takarékos” boronafalas építési mód alakult ki, ahol a farönkök közé kősorokat építettek be. Ilyen például a Bhirma-Kali templom Saharanban. Más területeken tisztán muszlim, vagy éppen angliai koloniális építészeti hatás érvényesül, mint például Simlában.

6. fejezet - Amerika faépítésze

Tartalom

[1. Észak-Amerika faépítésze](#)

[1.1. Az őslakosok építésze](#)

[1.2. Amerika építésze a telepesek után](#)

[2. Dél-Amerika faépítésze](#)

1. Észak-Amerika faépítésze

Észak-Amerika:

Mérnöki faép.																											
Ballon/padlóváz																											
Keleti fav. ép.																											
Fachwerk (faburk.)																											
Fachwerk (falazott)																											
Fachwerk (sima)																											
Pálcika-v. karóép.																											
Borona-falas ép.																											
Cölöpépítészet																											
Ósi formák 2.																											
Ósi formák 1.																											
Idővonal	le. 500 0	le. 400 0	le. 300 0	le. 200 0	le. 100 0	le. 750	le. 500	le. 250	0	1. sz.	2. sz.	3. sz.	4. sz.	5. sz.	6. sz.	7. sz.	8. sz.	9. sz.	10. sz.	11. sz.	12. sz.	13. sz.	14. sz.	15. sz.	16. sz.		

3. táblázat

Szórványos	
Van	
Meghatározó	

1.1. Az őslakosok építésze

Az amerikai építészetet a fehér ember előtti időkben az őslakosok hagyományos építésze jelentette, melyre 6000 évnél korábbi régészeti bizonyítékok tanúskodnak. Az indiánok mindennapi élete, így hagyományos építkezési formái is szerves kapcsolatban álltak hitvilágukkal: hajlékuk nem egyszerűen „fedél a fejük felett”, hanem a világmindenség fizikai és szellemi megjelenítése. Az eredeti amerikai építmények nemcsak szimbolikájukban különböznek az európai mentalitástól, hanem funkcionálisan is: egy-egy épületben sokgenerációs család több ága élt együtt, azaz a nagyszülőkn, szülőkn, gyerekeken kívül a (mi fogalmaink szerint) nagynénik, nagybácsik és családjuk. A szállások kialakítását a közösségi életformán és a spirituális harmónián kívül az időjárás jellegéhez, valamint az adott törzs életmódjához is igazították.

A történelem előtti időkről általánosságban elmondható, hogy az amerikai őslakosok sokszor fából építkeztek, kunyhóikat gyakran zsúpfedéllel borították, azonban ezekből a házakból kevés maradt fenn. A másik korai alaptípusnak nevezhető dombszerű, földből emelt, favázas alkotmányok néhol még megtalálhatóak. Az őslakosok építészeti kultúrájának megritkulása nagyrészt a telepések és hittérítők számlájára írható, akik az 1700-1800-as évektől kezdve fokozatosan rábirták az indiánokat az európai hagyományokban gyökerező, „amerikai stílusú” épületek használatára.

Észak-Amerika natív építészete korántsem egynemű: megkülönböztethetőek különféle „építészeti tájakat”, melyek lakói egyazon építkezési módot használtak, nem utolsósorban a helyi lehetőségeknek, fellelhető építőanyagoknak megfelelően. A favázás szerkezetre épülő dombszerű földkunyhók főleg a kontinens észak-keleti részére voltak jellemzőek, ahol a kiterjedt erdőségek bőséges alapanyagot szolgáltatottak. A kialakítás módja az Európa középkori építészetében is igen elterjedt sövényfalakkal rokon. Kiindulásnak fiatal, egyenes törzsű fákat vágtak ki, melyeket négyszögletes alaprajznak megfelelően függőlegesen a földbe állítottak, majd a köztük lévő réseket kosárfonás-szerűen beszótták fiatal ágakkal, végül agyaggal kitöltötték a hézagokat és betapasztották a falakat. A tetőt szalmával vagy más növényi anyagokkal borították.

Hasonló szerkezeti megoldással építkeztek a keleti partvidék lakói, csak ők kb. egy méter mélyre leásott verem fölé húztak kör alakban kupolákat, melyet aztán vagy földdel borítottak, vagy fűvel, tűlevelekkel fedtek be. Délebbre általános volt a földre állított könnyű faváz fűvel és más növényi anyagokkal való burkolása. (102. KÉP)

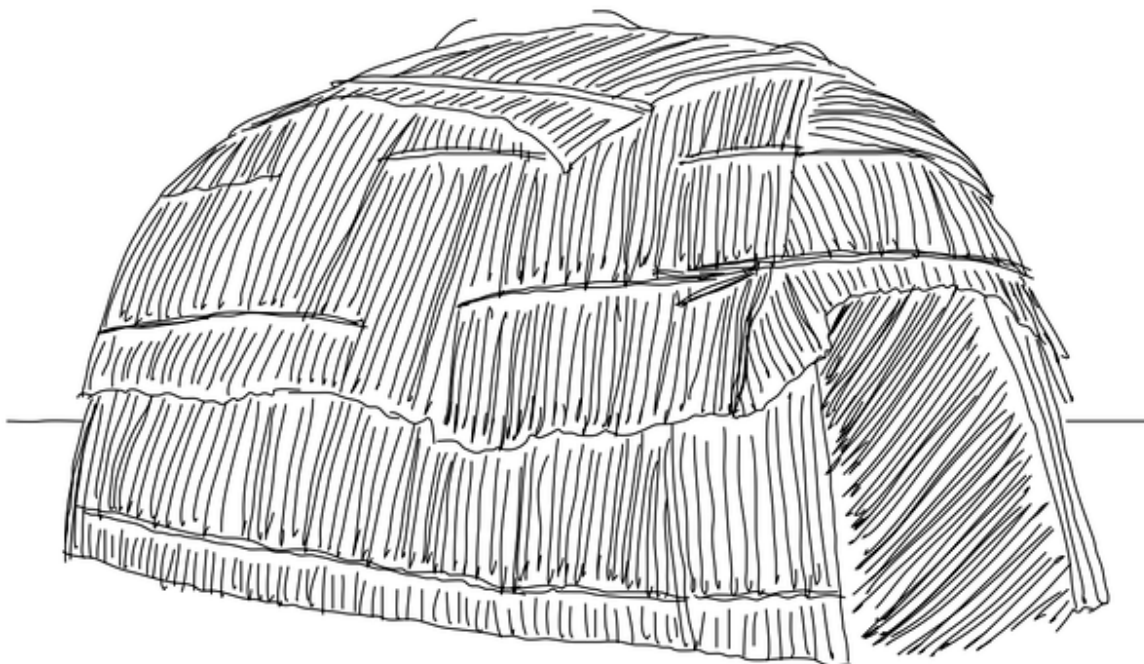


102. kép

A kontinens déli részén, a mai Új-Mexikó táján szintén a vermes építkezési forma volt gyakori: azonban itt a vermek fölött négyszögletes alaprajzú, oszlop és gerenda szerkezetre felhordott vályogfalak alkották az épületeket. Az anasazik ezzel az eljárással két-háromemeletes házakat építettek isz. 900 körül. A navahók férfiak számára épített „hogan”-jai szintén nehéz faváz által megtartott vályogfalakból készültek, szerkezetük egyben spirituális jelkép volt: a kúp alakú építmények szimbolikusan 5 fő oszlop köré épültek, melyek között további oszlopok erősítették a falakat. A női „hogan”-ok ugyanígy készültek, de szögletes (akár hat-nyolcszögletű) alaprajzzal.

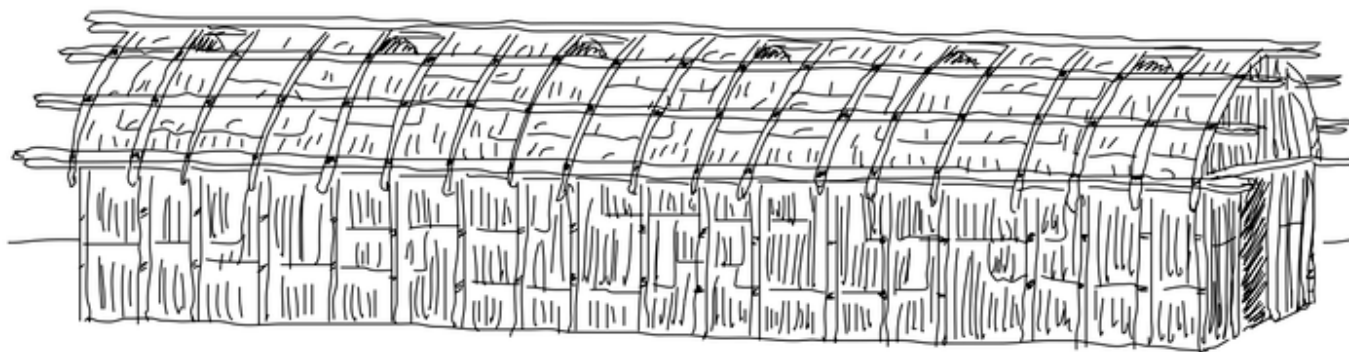
A kunyhók fő alapanyaga a fa volt. A közismert wigwamok használata észak-keleten és a szubarktikus területen terjedt el: előbbi részen a közismertebb dómszerkezetű, utóbbi esetében a kúpformájú volt jellemző. Az egy-vagy két családnak otthont adó építmények kör alakban földbe állított, középre hajlított és ott összeerősített, hajlékony facserekből készültek, melyeket vízszintesen, egyre szűkülő kör formában körbefontak rugalmas ágakkal. A külső borítást fakéreg vagy gyékény/fűfonat adta, esetleg kikészített állati bőr (103. KÉP). Hasonló, vázas szerkezetű, dómalakú és

zsúptetős kunyhókban laktak a nyugati partvidék egyes törzsei. Más népcsoportok California táján szintén ezt a technikát alkalmazták ékalakú, karcús szállásaik létrehozásánál.



103. kép

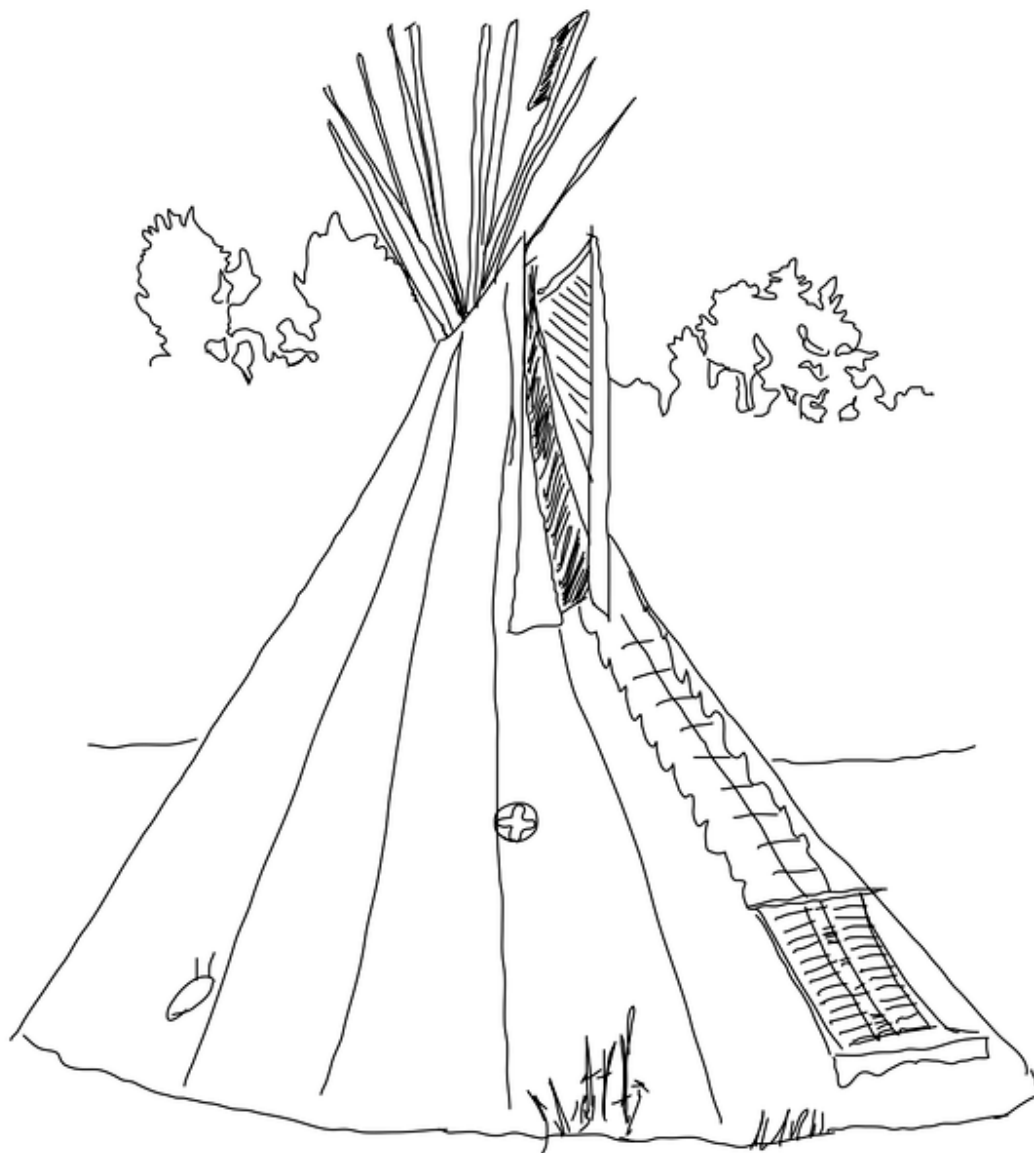
Észak-keleten a wigwamok mellett élő másik típusnál a leendő hajlék két párhuzamos oldalán földbe ásott, hajlékony fatörzseket az épület tengelye felé hajlították, és középen egymáshoz rögzítették. A vázát vízszintesen fiatal facsemetékkal merevítették, majd átfedő rétegekben fakéreggel (gyakran szilfa kérgével), gyékényfonattal töltötték ki a réseket. Ezeknek a házaknak az alaprajza erősen elnyújtott téglalap, mivel az egész családi közösség együtt élt, egymás utáni saját részekben, melyeket középen egy folyosó kötött össze. Az irokézek saját neve is épületeikből ered: „a hosszúházak népe”. (104. KÉP)



104. kép

Az indiánkönyvekből mindenki által ismert tipi csak a Mississippi és a Sziklás-hegység között elterülő Great Plains nomád lakóira (többek között a sziúkra, akik nyelvén a tipi szó szerint „otthon”-t jelent) volt jellemző. A hordozható, kúp alakú sátor vázát farudak alkották, melyek ferdén a sátor közepe felé döntve egymást tartották. Külső burkolatként bölénybőrt feszítettek a tartószerkezetre. A

viharos nyugati szelet kivédendő, a tipik tengelyét nyugatra döntötték: így minél jobban fúj a szél, annál jobban ellenállt a szerkezet. (105. KÉP)



105. kép

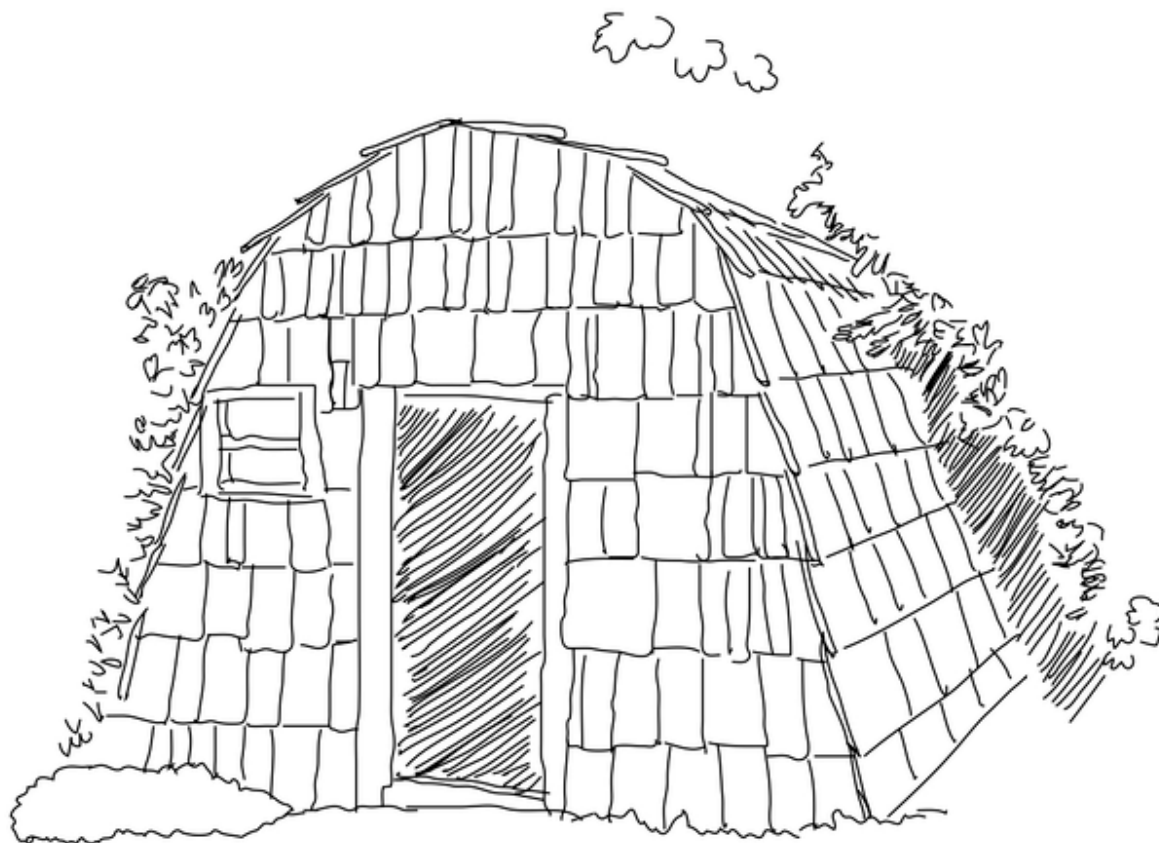
A Great Plains letelepedett életmódot folytató lakói földdel borított házai csoportokba tömörültek. A kunyhók négyszögletes alaprajzát először kiásták, sarokoszlopait vastag amerikai nyárfatörzsek adták, melyek között vízszintes gerendák erősítették a szerkezetet. A váz körül egy alacsonyabb, külső gyűrűben ugyanez a konstrukció megismétlődött, majd magát a falat és a tetőt hajlékony faágakból feszítették a vázszerkezet köré-főlé. Szintén e vidéken volt leterjedt a testi-lelki megtisztulást szolgáló izzasztókamrák építése, melyek fiatal facsemetékből hajlított, bölénybőrrel lefedett kupolaalakú építmények voltak.

Az észak-nyugati partvidéken alakult ki az európai építészethez leginkább hasonlító, szezonális házforma: ősztől tavaszig használták a lejtős tetővel bíró, téglalap alaprajzú deszkaházakat. A dús erdők adta faanyag építési célú felhasználására külön „szakemberek” specializálódtak, a hosszú évek munkájával készült házakat külön avató ceremónia keretében vették használatba. Északon inkább

cédrusból faragták ki a palánkokat, délebbre, California állam területén szikvójafenyőt használtak. Nyáron, a vadászatok és a gyűjtögetés időszakában ideiglenes sáttáborokban éltek.

1.2. Amerika építészete a telepések után

Az európai ember bejövételével megváltozott Észak-Amerika építészete: telepések számára a dús lombos és tűlevelű erdők földjén magától értetődő volt, hogy otthonaikat fából építik. Az első telepések házai az őslakosok hajlékait utánozták: a 17. század elején sok telepes favázas, zsindelellyel vagy fakéreggel lefedett wigwamban lakott. (106. KÉP)



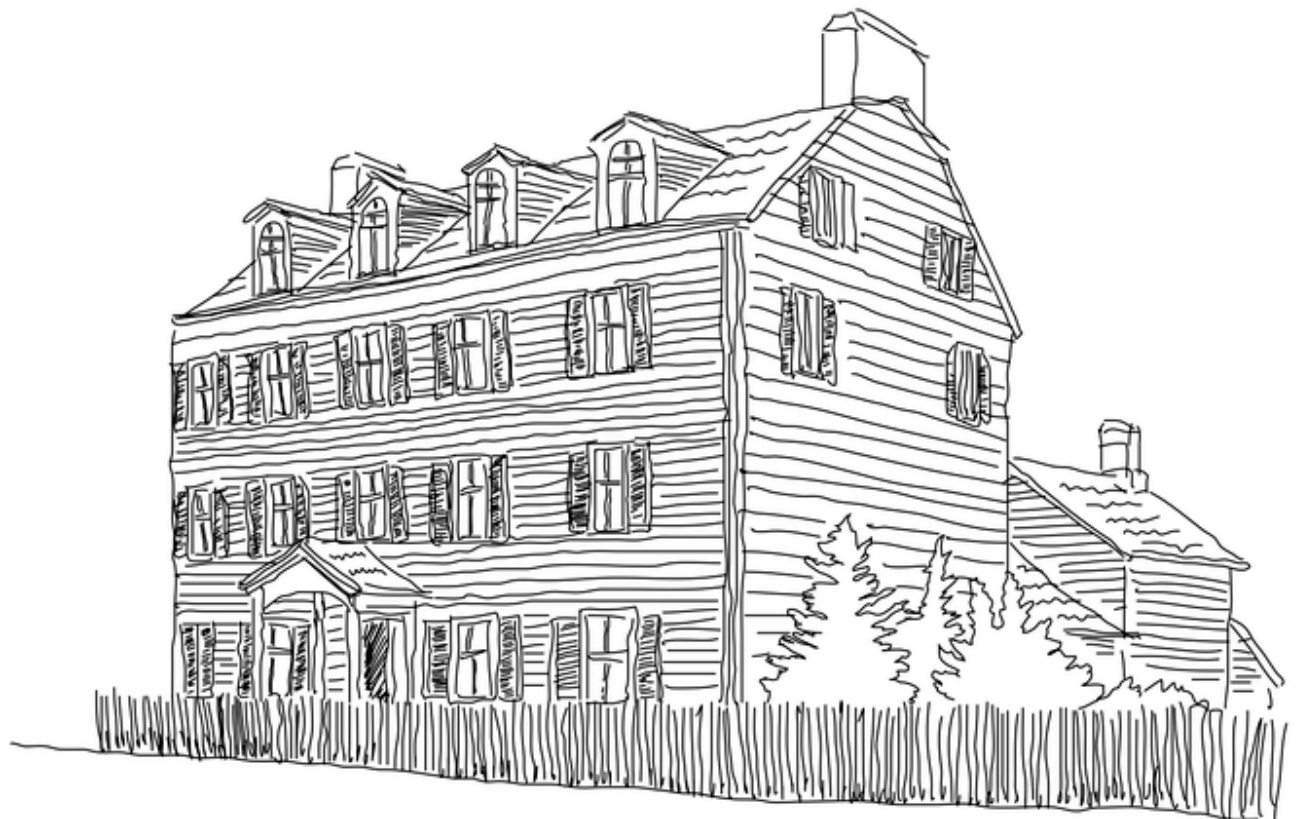
106. kép

A későbbiek során, ahogy egyre jobban sajátjuknak érezték a földet, saját, európai hagyományaik szerint építkeztek, gerenda-, majd Fachwerk-házakat állítva. Még ma is mintegy 80, 17. századi Fachwerk-ház áll szerte az Egyesült Államokban. A legidősebbet, a Jonathan Fairbanks-házat 1636-ban emelték Dedhamben (Massachusetts): favázával és előreugró emeletével jellegében és szerkezeti sajátágaiban hamisítatlan angol építmény (107. KÉP). Az elkövetkező évszázadok során a bevándorlók saját hazájuk építészeti jellegzetességeit hozták magukkal, így az amerikai városokban tipikusan európai házak álltak: a kis középkori illetve reneszánsz jellegű faházaktól egészen a klasszicista alkotásokig, melyeket az idős során kibővítettek, praktikus megoldásokkal átalakítottak. Ilyen jellegzetesen amerikai megoldás a központi kémény köré épített lépcsőház.



107. kép

Az újvilágbeli Fachwerk-házak egytől-egyig vízszintes faborítással ellátottak (108. KÉP). Ameddig nem kezdtek el jó profildeszkákat alkalmazni, addig gondot okozott az élek és a párkányok cseppvédelme, mivel a deszkák átfedése nem volt megfelelő. A deszkák éleinek károsodása jól látszik a korai USA-beli faházakon, például a Shaker-szekta által a 18. században épített, visszafogott épületeken.



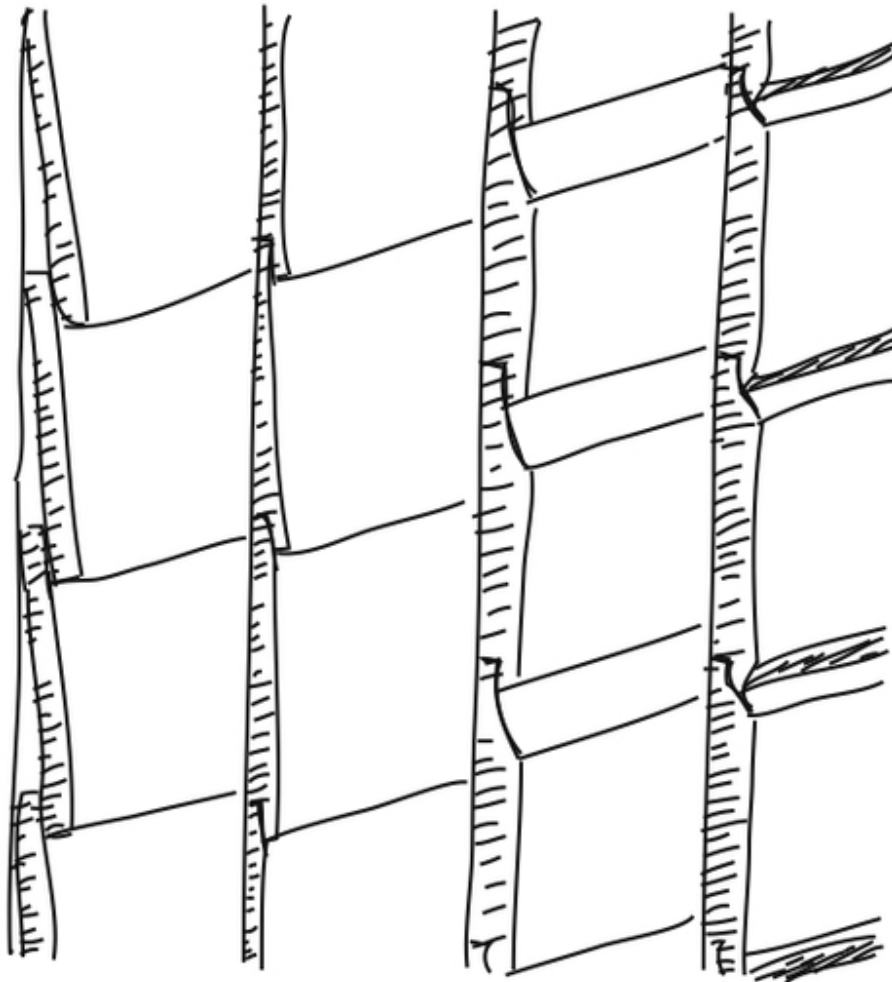
108. kép

Az amerikai Új-Anglia korai telepesei a jól bevált Fachwerk-eljárást alkalmazták a templomépítésznél is, mivel fában bővelkedő területen telepedtek meg. A kivitelezésnél az a

szerkezetet az amerikai telepes lakóházaknál megszokott deszkázattal burkolták, fatemplomaikra nagy ablakokat terveztek.

A 17. században a horizontális faborítás kétféle lehetett: zsindely vagy deszka. Ekkor még egyiket sem festették, jól kiszáritott anyaguk az Egyesült Államokban jobbra tölgy, cédrus vagy vörösfenyő volt, míg Európában a mai napig erdei fenyőt vagy lucfenyőt használnak. A tölgyfa esetében a zsindelyeket sugárirányban hasították ki a törzsből, így kúpos oldalmetszetű falapocskákat kaptak, melyeket vastagabb felükkel lefelé, szögekkel vagy facsapokkal erősítettek helyükre. A fenyőfélékből általában kifűrészelték a deszkácskákat, majd hasonlóképpen jártak el.

A deszkák és zsindelyek átlapolása többféle lehetett: alapesetben „borított” vagy hornyolt. Fejlettebb megoldás volt a lapos fakötésekkel létrehozott héjazat: ez lehetett horonnyal vagy V-eresztékkel illesztett. (109. KÉP)



109. kép

A tető fa héjazatát alkotó deszkákat és zsindelyeket a madarak tollazatához hasonlóan átlapolták, hogy hatásosan vezesse el a vizet. A tetőszerkezet hajlásszöge optimális esetben 60° , de legalább 45° , de a látvány kedvéért építettek 65° hajlásszögű tetőket is.

A 18. században angliai mintára György-korabeli stílusban építkeztek, azaz I. György király uralkodása alatt és után elterjedt szimmetrikus, klasszikusan elegáns modorban. Ekkoriban már festették a faházakat: a házak vízszintes deszkaborítása a meghatározó homlokzati elemként megjelenő tartóoszlopoktól jobbra elütő színt kap (110. KÉP). Jellegzetes példa erre Longfellow háza Massachusetts államban. A György-korabeli stílus mellett – főleg Új-Angliában – a szintén klasszicista alapokon nyugvó föderalista építészet volt meghatározó.



110. kép

A 19. században Európában az eredetileg fából épített szerkezeteket már átültették kőre és más „nehezebb” anyagokra, addig Amerikában virágzott a faépítészet: számtalan sajátos stílusa alakult ki. Ekkorra az USA-beli építészek és ács mesterek olyan tervezési és kivitelezési színvonalat értek el a fából készült alkotások terén, mely könnyen felvette a versenyt az őskontinens kő- és téglaremekeivel. Míg a század közepén Európában különféle építészeti stílusok mérköztek egymással, addig az Egyesült Államokban a kedvük szerint válogattak a különböző stílusok között. A Fachwerk-technika fejlettsége szabad játékteret engedett a tervezőknek: szinte bármilyen, „divatos” formát képesek voltak kivitelezni. A tág korlátok szerte az USA-ban erős stíluskavalkádhoz vezettek (Carson-ház (111. KÉP)): a művészi szinten nem éppen kimagasló, néhol giccses épületek, „keverékházak” éppúgy időtálló konstrukciót kaptak és a mai napig jó állapotban fellelhetőek, mint értékesebb társaik.



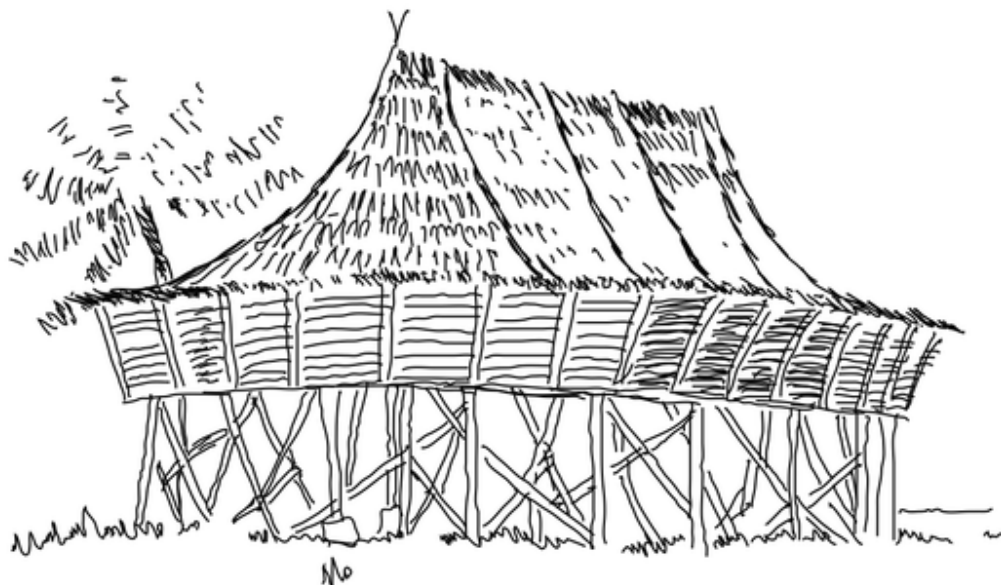
111. kép

Fachwerk-alapokon valósították meg a neoklasszicista építészetet, több ágon is, úgymint a már említett föderalista stílus, de a 19. század elején jellemző volt az idealista, a racionalista, az újjáélesztett görög, neogót, egyiptomi, neobarokk, Viktória-korabeli és akadémikus klasszicista stílus is.

A zsidelyezett falakat az építész Henry Hobson Richardson élesztette fel az Újvilágban, akinek nevéhez az ún. „Richardson-i román” stílusirányzat kötődik. Épületeihez a francia és spanyol, 11. századi román stíusból merített ihletet. A 19. század végén már elterjedt volt a vízszintes deszkázás, profildeszkákat is használtak, Richardson mégis ragaszkodott ehhez az ősi technikához. A zsidelyeket hangulatuk miatt alkalmazta, annak ellenére, hogy azok fokozottan érzékenyek a büti károsodásaira (Stoughton-ház, 1882). Kiemelkedő építészársai voltak Bernard Maybeck és a Greene testvérek, akik a fát mint anyagot helyezték előtérbe (Gamble-ház (112. KÉP)). Ők már előfutárai voltak a mai amerikai faépítésznek, hiszen napjainkban is jellemző a fából való építkezés éppúgy, mint a falak deszkázása és zsidelyezése.

Dél-Amerika országaiban, akárcsak Észak-Amerikában, az építészet, így a faépítészet is kétoldalú: egyrészt az őslakosok hagyományai, másrészt a telepesek által hozott ismeretek alakítják.

A dél-amerikai indiánok tradicionális faépületei könnyű, vázas szerkezetek, melyek fő elemeit földbe ásott/levert, fa vagy bambusz oszlopok, cölöpök alkotják (113. KÉP). A falakat és a tetőt levelekkel, pálmalevelekkel vagy bambusszal borítják. Ugyancsak építenek Fachwerk-szerű konstrukciókat, melyeknél a vázközöket agyaggal töltik ki. Az illesztéseknél kihasználják a természetes, villás ágvégződéseket, az elemeket liánokkal vagy hánccsal kötik egymáshoz.



113. kép

Az európai bevándorlók építésze a telepesek anyaországának hagyományait követte. A kontinens délkeleti partvidékén (Uruguayban és Brazília déli területein) németek és olaszok telepedtek le nagy számban, ők pedig magukkal hozták az európai Fachwerk művészetét. A környéken sok, tipikus, többnyire egy-, legfeljebb kétemeletes Fachwerk-ház áll; az olasz területeken a szerkezetet kívül-belül, vagy legalább kívül deszkaburkolattal látták el.

7. fejezet - Afrika faépítésze

Tartalom

1.

1.

Afrika:

Mérnöki faép.																																
Ballon/padlóváz.																																
Keleti fav. ép.																																
Fachwerk (faburk.)																																
Fachwerk (falazott)																																
Fachwerk (sima)																																
Pálcika-v. karóép.																																
Borona-falas ép.																																
Cölöpépítészet																																
Ósi formák 2.																																
Ósi formák 1.																																
Idővonal	le. 5000	le. 4000	le. 3000	le. 2000	le. 1000	le. 750	le. 500	le. 250	0	1. sz.	2. sz.	3. sz.	4. sz.	5. sz.	6. sz.	7. sz.	8. sz.	9. sz.	10. sz.	11. sz.	12. sz.	13. sz.	14. sz.	15. sz.	16. sz.	17. sz.	18. sz.	19. sz.	20. sz.	21. sz.	22. sz.	

5. táblázat

Szórványos	
Van	
Meghatározó	

Afrikára a faépítészet nem igazán jellemző: török és európai hatásra jelentek meg néhol fejlettebb szerkezetű faépületek, illetve fa szerkezeti elemek. A mecseteknél és palotáknál előfordul a fatetőszerkezet, valamint a nyílászárók, ajtó- és ablakfélfák gyakran fából készülnek. Az észak- és kelet-afrikai országban az iszlám befolyása érvényesül, amely mellett gyakori az arab és perzsa elemeket magában foglaló swahili irányzat, mely szintén főleg kőből és agyagból dolgozik. Nyugat-Afrikában és a Száhel-övezetben az ún. szudano-száheli építészeti stílus terjedt el. A városok építészetére nagy hatást gyakorolt az európai kő- és téglapépítészet, a 19. századtól az eklektika hatása és a mediterrán jelleg jellemző szinte az egész kontinensre.

A hagyományos afrikai kultúrákban a letelepedő népeknél leginkább a földépítészet, illetve az annak vázát adó faszerkezet dominál. A nomád népeknél az egyszerű, hordozható hajlékok, illetve a helyben található anyagokból összeállítható éjjeli menedékek a jellemzőek. A kelet-afrikai maszájok például botokból álló rácsot használnak, melyet marhatrágyával rögzítenek.

A zulu falvakban a kunyhó alapját kör alakban leásott, vékony faágak alkotják, melyeket hálószerűen körbekötözték, majd vályoggal tapasztottak.

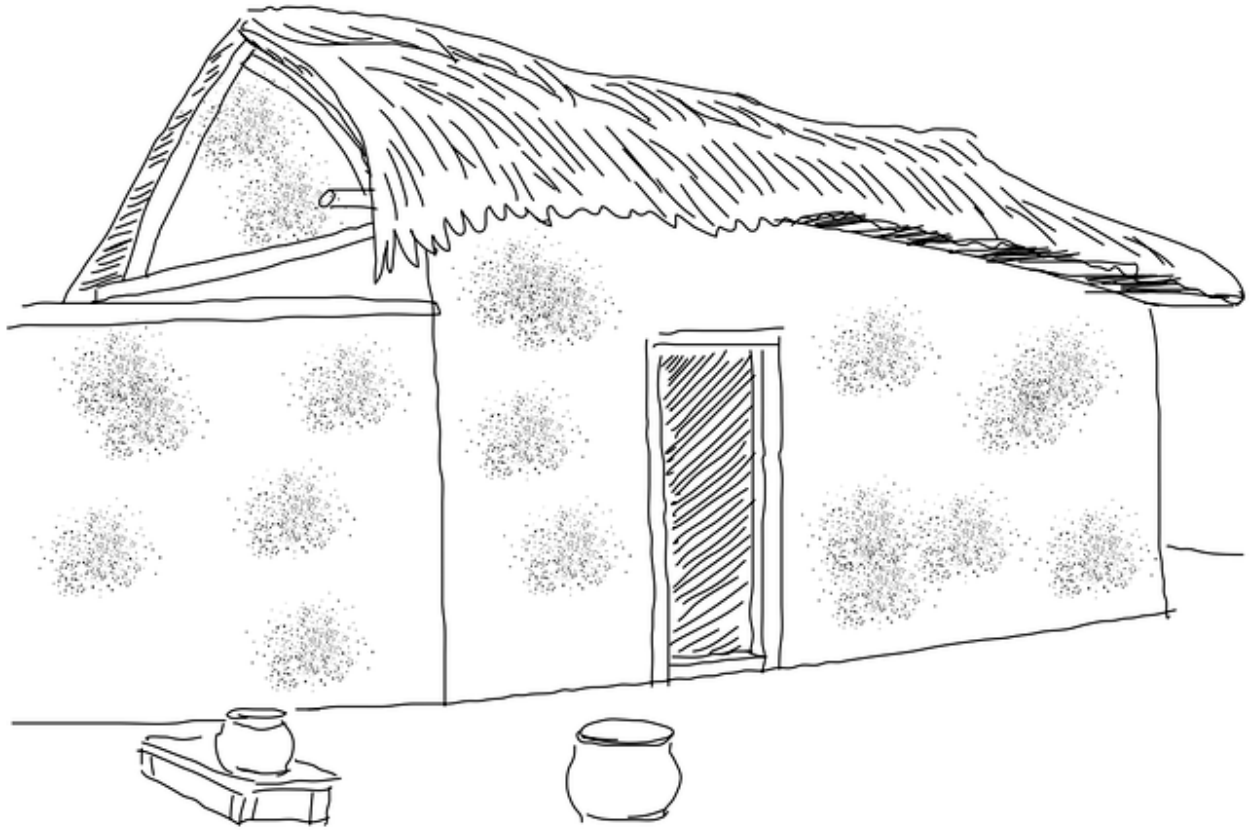
Afrika számos vidékén faágakból összekötözött, sövényfalas kunyhókban élnek. Favázás nádkunyhókat találhatunk napjainkban Észak-Afrikában is. Délebbi vidékekről esett szó az általános

részben: a zambiai inszakákról és a nyugat-afrikai gazebokról. A favázakat növényi anyagokkal borítják, például náddal, gyékénnyel. Az oldalfalakat aztán agyaggal vagy vályoggal fedik be. A tetőszerkezet egyszerű ágasfás-szelemenes. Emellett Zambiában jellemzően minden háztartás két épületből áll: az egyik, téglalap alaprajzú, alvásra használatos, a másik, gyakran kör alakú, a napközbeni élet, a főzés helyszíne. Kerítéseket nem emelnek, viszont az épületeket függőlegesen a földbe ásott, régi vasúti sínekkel védik az elefántok ellen. A főzésre szolgáló, európai nyári konyhára emlékeztető szerepkörű épület általában félig zárt, félig nyitott, a közepén ég a tűz. Elegendő hely akad benne a munkához és a hétköznapi élethez. Az oldalfalakat alkotó ágasfák/árbocfák közötti hézagokat nem minden esetben töltik ki agyaggal, néha szellősen hagyják. A tető alátámasztását szintén egy középső ágasfa adja, ez lehet akár egy kiszáradt fa törzse is, mely köré az inszakát építik. Az árbocfákat trópusi faanyagból készítik, arájuk támaszkodó tető régebbi formája magastető, mely lehet kúp vagy sátor formájú is, a ház alakjától függően. Újabban alkalmaznak vaslemezeket is, egyszerű, doboz-hatást keltő, vízszintes lefedésként. Lejtős tetőnél a szarufák vagy az árbocrudakra, vagy a földfalra támaszkodnak – néha konzolosan túlértnek a ház falán, így alkotva további, eresz alatti teret (114. KÉP). A szarufákra lécezés kerül, majd arra zsúpszerű fedél. A téglalap alakú lakóházak a kerek inszakához hasonlóan készülnek. A földbe leásott, ágasfás keretre vízszintes merevítőléceket kötöznek, majd a vázát agyaggal vagy agyaggolyókkal tapasztják. A fal külső felülete nem mindig sima, sokszor meghagyják a golyók domború felületeit. Az elkészült épületet nem festik kívülről.



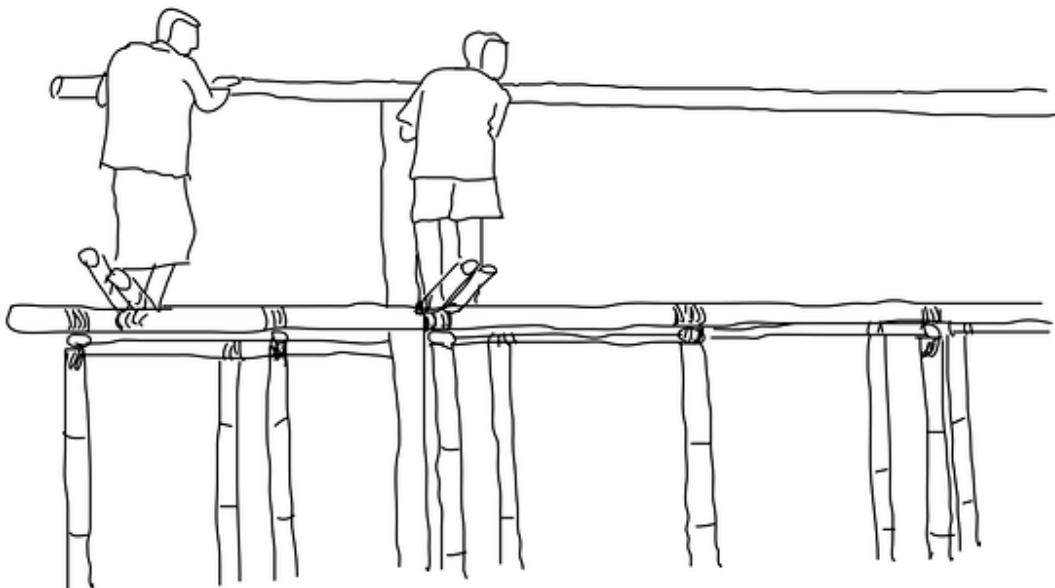
114. kép

Sokszor használ paticsfalakat az ashanti építészet, mely leginkább Nyugat-Afrikára jellemző. A ghánai sövényfalas építmények közül példaként hozható fel a Bawjwiasi szentélye, mely négy, téglalap alakú szobából áll. (115. KÉP)



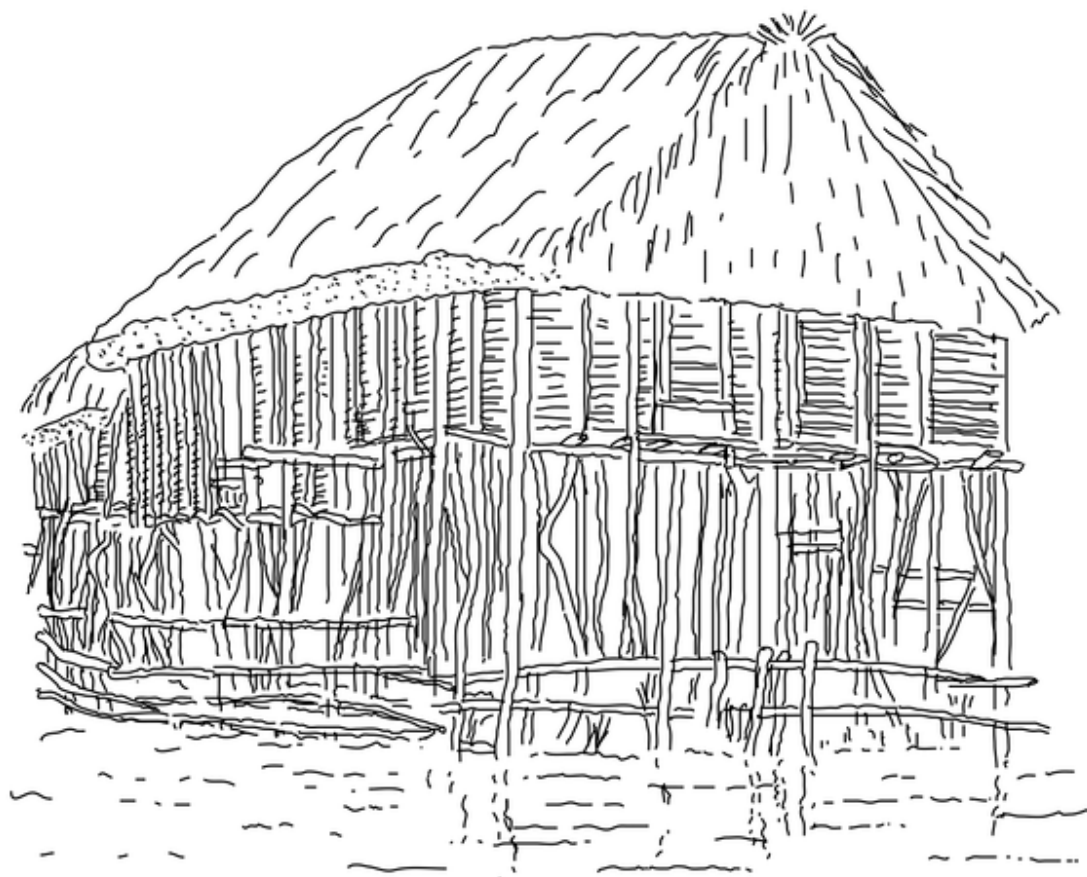
115. kép

Zimbabweban a téglá- és kőházak belső válaszfalai gyakran paticsfalak, vékony favázzal. Nigériában egyszerű vázszerkezetre húznak paticsfalat: a földbe leásott vékony faoszlopok tartják a falakat, a tetőszerkezetet az épület tengelyének két végén ágasfák, illetve az általuk tartott szelemen hordozza. A tetőt leggyakrabban szalmával borítják. (116. KÉP)



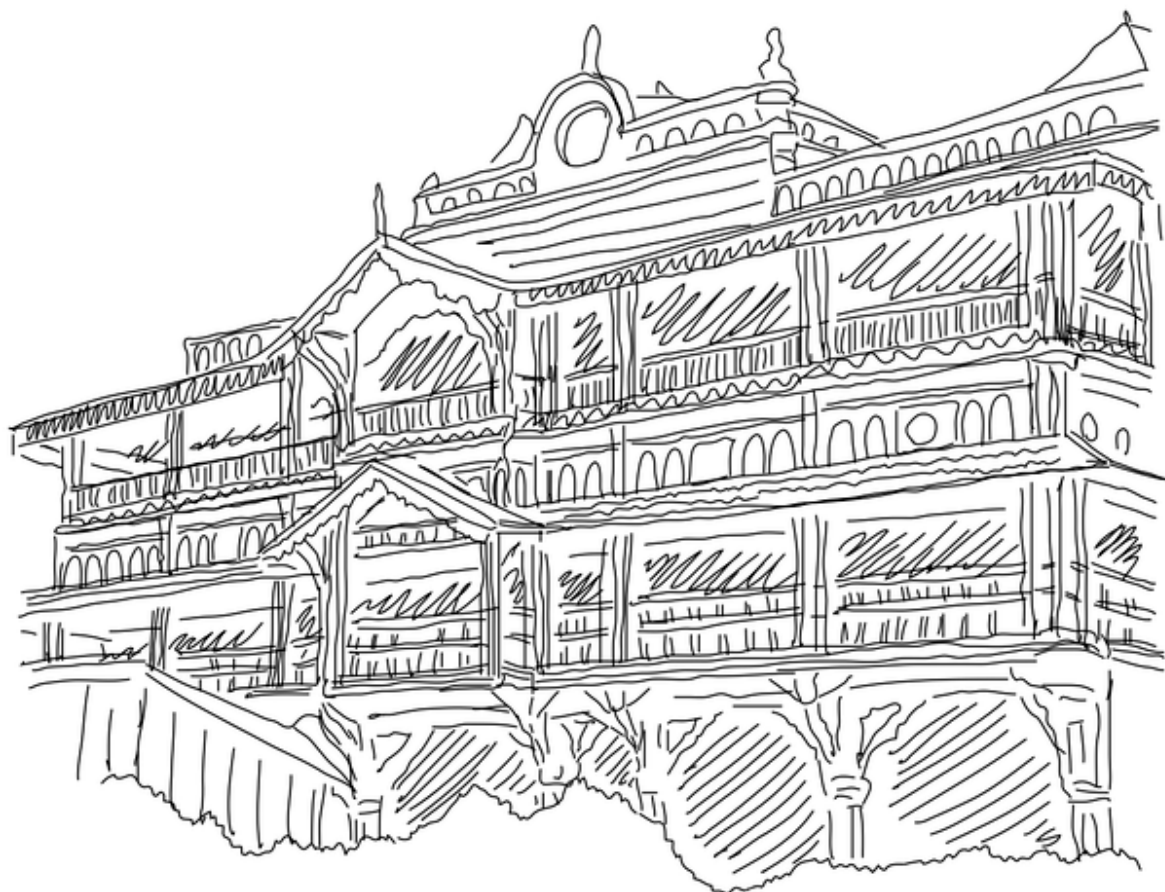
116. kép

Afrika egyes, vizekben gazdagabb részein a cölöpépítéssel jellemző: favázás, lápakra állított házak állnak például Dahomey-ben. (117. KÉP)



117. kép

A kontinens tekintetében kiemelkedőek Zanzibár (Tanzánia) favillái, melyeket a telepések építettek, így erősen európai benyomást keltenek. Szerkezetükben vázas épületek, kialakításuk a 19. századi villaépítészetre emlékeztet, az angol és amerikai faházak tradícióira, magában foglalva az indiai növényi ornamentikát, mindezt elegyítve a swahili és arab építészeti tradíciókkal. (118. KÉP)



118. kép

8. fejezet - Ausztrália faépítésze

Tartalom

[1.](#)

1.

Ausztrália és Óceánia:

Mérmőki faép.																									
Ballon/padlóváz																									
Keleti fav. ép.																									
Fachwerk (faburk.)																									
Fachwerk (falazott)																									
Fachwerk (sima)																									
Pálca-v. karóép.																									
Borona-falas ép.																									
Cölöpépítéset																									
Ósi formák 2.																									
Ósi formák 1.																									
Idővonal	le. 500 0	le. 400 0	le. 300 0	le. 200 0	le. 100 0	le. 750	le. 500	le. 250	0	1. sz.	2. sz.	3. sz.	4. sz.	5. sz.	6. sz.	7. sz.	8. sz.	9. sz.	10. sz.	11. sz.	12. sz.	13. sz.	14. sz.	15. sz.	16. sz.

5. táblázat

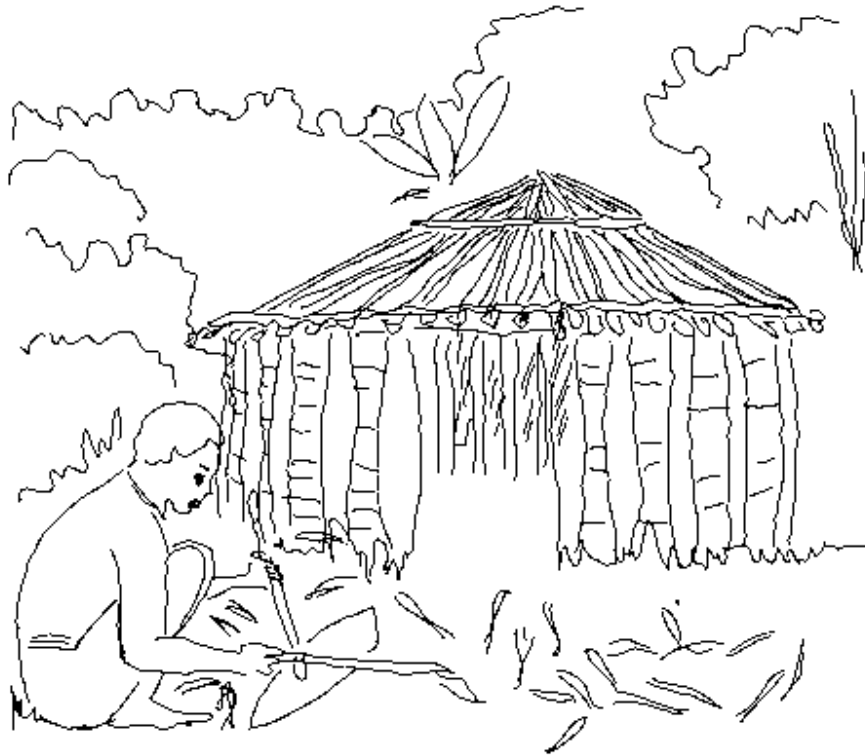
Szórványos	
Van	
Meghatározó	

Az ausztrál őslakosok többsége hagyományosan nomád életet élt: változatos formájú sátrakban laktak, melyek vázát félkör alakban leszúrt botok alkották. A szerkezetet nagy, Melaleuca fáról származó kéregdarabokkal borították. Évszakonként más-más sáortípust használtak: tiszta időben csak levelekkel, fűvel vagy náddal borították azokat, szélfogót képezve, melyek megvédték őket a tűző naptól és a hajnali talajmenti hidegtől. Hidegebb, esősebb időben ideiglenesen emelt, fűvel fedett sárkunyhókba húzódtak. (119. KÉP)



119. kép

Egyes területeken az esős évszakban tetővel ellátott, föld fölé emelt padlójú, nyitott házakat építettek, melyek egyszerre szolgáltak alvó- és élettérül. A hajlékok padlózatát 1,2-1,8 méter magasra helyezték vékony facölöpök segítségével. A tetőt hajlított eukaliptuszágakból alakították ki olyan magasra, hogy az emberek ülve kényelmesen elfértek alatta. A szállást létrává alakított gerenda segítségével közelítették meg. Néha tűzhelyet is telepítettek a fedél alá, legfőképpen azért, hogy a füstjével távol tartsák a moszkítókat. (120. KÉP)



120. kép

Állandóbb lakást nyújtottak a favázás, dómalakú kunyhók, melyeket fakéreggel borítottak. Dél-Ausztráliában masszívabb, ugyancsak félgömbalakú házakat építettek, melynek erős vázát jól szigetelő tőzeggel fedték be, hogy védjen az esőtől és a hidegtől.

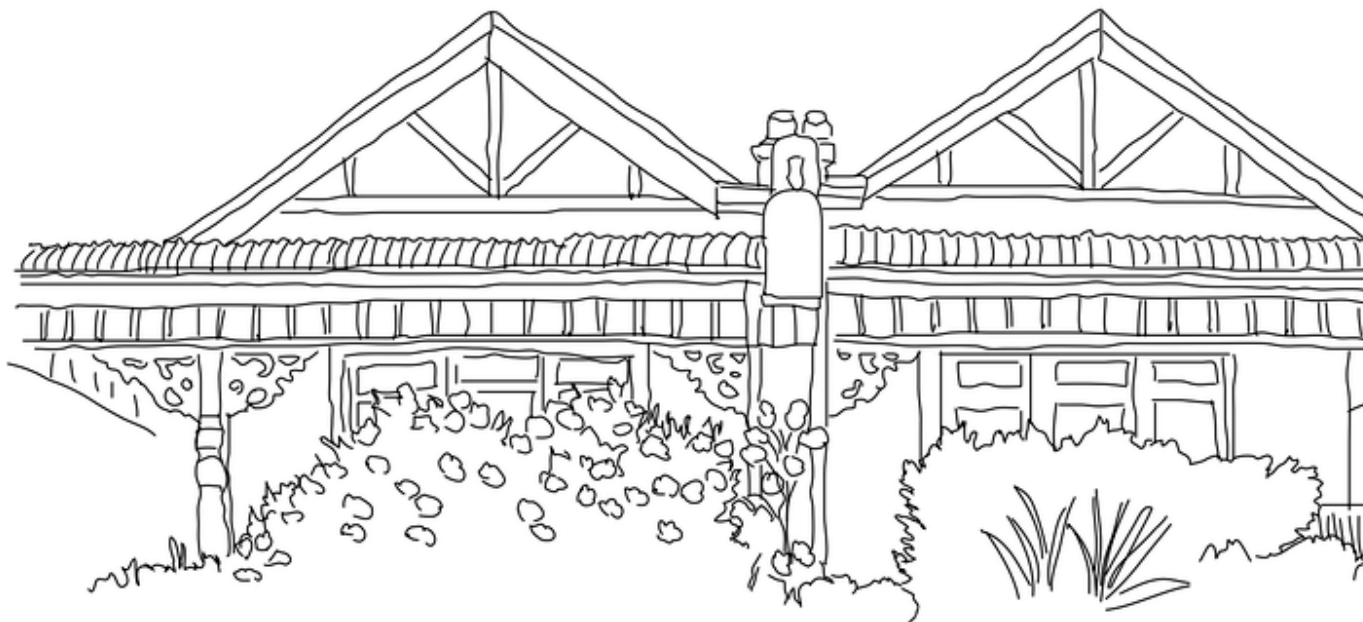
Nyugat-Ausztráliában létrehoztak kötőanyag nélküli kőfalakat, emellett kontinensszerte voltak települések, melyeket kőházak alkottak.

Az első telepek sátoztáborok voltak, tartós épületeket szegényes szerszámkészletük miatt nem tudtak készíteni. Először paticsfalas kunyhókat kezdtek építeni a helyi akáciák fájából, de mellette napon szárított téglákat is használtak. Az akáciát annyira megszerették, hogy az ország címernövénye lett: ausztrál neve a paticsfal angol megfelelője (wattle-and-daub) után „wattle”. A helybeli ciprust a 18. század végétől alkalmazták épületfaként. Az eukaliptusz iránt sokáig bizalmatlanok voltak, csak később kezdték el építőanyagként használni.

Az első tetőfedő anyag, amelyet behoztak, a hullámlemez volt, mely később teljes Ausztrália építészetében meghonosodott. Emellett népszerű lett a helyben elérhető (és az őslakosok által is használt) nád és fakéreg, mint tetőfedő anyag.

Durván bárdolt gerendákból egészen a második világháborúig építettek a kontinensen rönkházakat, melyek tetőhéjalását fakéreg adta. A házak építésénél először vízszintes talpgerendákat tettek az alapra (vagy a földre), melyek palástjának felső részén hosszú vágatot vájtak ki, melybe a függőleges, végükön egyenesre bárdolt gerendákat beállították. A falszerkezetet felül koszorúgerenda fogta össze, hasonló módon, majd a réseket agyaggal vagy gyapjúval tömték ki, de gyakran üres kerozinos hordókat vágtak szét, és az így kapott bádoglemezekkel fedték be a rönköket. A tetőt a későbbi időkben zsindelemmel vagy bádoggal borították. Az épületek kialakítása és alaprajza rendkívül egyszerű volt.

Az aranyláz idején a rengeteg kincskereső számára előregyártott, ballonvázás, deszkázott épületeket hoztak be. A faanyagot többnyire Amerikából importálták. Az ausztráliai ballonváz könnyebb volt észak-amerikai elődjénél, sok keresztkötést alkalmazott. A teljes oldalfalvázakat a földön szerelték össze, majd húzták fel függőlegesre, és speciális sarokkötésekkel illesztették. A tetőket jobbra bádoggal borították (121. KÉP).



121. kép

A 19. század második felében (az angliai viktoriánus kor idején) Ausztráliában számtalan stílusirányzat élt egymás mellett, akár csak az USA-ban, közülük faépítészeti vonatkozásban említésre méltó a György-korabeli (Georgian), a Tudor, az ácsготика (Carpenter Gothic), a Filligree és a talán legismertebb, „benszülött” Queenslander (122. KÉP).



122. kép

Ez utóbbi az 1840-es években alakult ki Queensland-ben: gyakran alacsony cölöpökre emelt házai jellegzetes, nagy, az egész épületet körbefogó verandával fogadják az érkezőt, aki méretes, kettős ajtókon keresztül léphet be, az egyszerű téglalap alaprajzú belső térbe. Az épület – a bádogtetőt kivéve – teljes egészében fából épül. A tetőszerkezet csúcsos, gyakran kontyolt, erősen megmagasított: ez a megoldás a ház hőháztartását javította a lakótér fölötti nagy légtér által. A kertvárosi házak tűzvédelmi okokból szabadonállóan épültek. Az épületeket a fűrészmalomok által tömegesen előállított, előregyártott elemekből, keretléces szerkezettel szerelték össze. A függőleges elemeket a padlóhoz és a mennyezethez rögzítették, a keretlécek belső oldalát átlós keresztmerezvítőkkel erősítették meg. Az idegen hatások erősödésével a Queenslander-házak nagyon változatos formát öltöttek: bonyolultabb alaprajzzal, nyolcszögletes pavilonszerű részekkel bővültek.

A fából épült neogótika kezdetben csak a kőépítészetet utánozta, annak ívei a fa tartószerkezetek hagyományos változataira kerültek rá, mintegy dekorációként. Végül a középkori fagerendás dongaboltozattal sikerült funkcionálisan is megvalósítani a gótika újjáélesztését, a csúcsív valódi kialakítását. Szép példája ennek a 20. század elején, G. H. M. Addison által tervezett, queenslandi Mária templom (123. KÉP). Itt a tetőszerkezetet fémlapokkal megerősített, V alakú támsorrendszer tartja, így képezve gótikus ívet, emellett a mellékhajókat elválasztó oszlopsorok árkádjai is csúcsívesek. A mellékhajókat külön tető fedi be, mindegyiknek külön, tornáccal fedett bejárata van, a főhajó finom megoldású kapuján kívül. Az összhatást könnyed oldaltorony fokozza.



123. kép

A 19. század végén a föderalista stílus terjedt el, akárcsak Amerikában, azonban a Queenslandert semmi nem állította mellékpályára, egészen az első világháború végéig. A 20. században, a két világháború között terjedt el a korai modern mellett a kaliforniai bungaló (Californian Bungalow) és az Ashgroviai stílus: mindkettő előszeretettel dolgozott fából. A kaliforniai bungaló épülhet fából is: könnyen felismerhető a bejárat fölé hajló verandát tartó oszlopkról. Eleinte sötét színűre festették, de később elterjedt a világosabb színezés. Gyakrabban alkalmaz fát az Ashgroviai stílus, melynek hazája szintén Queensland. Jellemzője az utcára néző oromfal és a kislejtésű sátoztető, továbbá az épület oromfalán gyakran kisebb sátoztetők árnyékolják a verandát. (124. KÉP)



124. kép

9. fejezet - Magyarország népi faépítészet

Tartalom

[1. Általános jellemzés](#)

[2. Ősi faépítmények](#)

[3. Teljesen fából készült épületek](#)

[4. Részben fából készült épületek](#)

[4.1. Gerendavázás, vázszerkezetes épületek](#)

[4.2. Többrétegű fal](#)

[5. Az épület részei](#)

[5.1. Padlózat](#)

[5.2. Födém](#)

[5.3. Tető és tetőszerkezet](#)

[5.4. Tornác](#)

[6. Gazdasági épületek, építmények](#)

[7. Kerítés és kapu](#)

[8. Templomok](#)

[9. Harangtornyok](#)

1. Általános jellemzés

„A népi építészet (népi építkezés) a magyar néprajzi kutatások megközelítésében az élelmiszertermelő parasztság (jobbágyok, zsellérek, cselédek, szabadalmas parasztok, továbbá a hasonló körülmények között élő kismesek) és a parasztársadalmat kiszolgáló kézművesek építészet. Vagyis a falun és mezővárosban élő közrendűek mindennapi életét, termelő munkáját, fogyasztását, vallási- és közösségi életét szolgáló építmények összessége, melyek meghatározott társadalmi és gazdasági funkciót látnak el, és amelyek szerteágazó, egyenetlen súlyú, rendkívül bonyolult feltételrendszerben jöttek létre és éltek tovább.” A magyar népi építészet legteljesebb összefoglaló forrásmunkáit Dám László, Barabás Jenő - Gilyén Nándor szerzőpáros és Balassa Iván alapművei jelentik.

A magyar népi építészetre kevésbé jellemző a tisztán fából való építkezés, azonban a házak tartószerkezeteként meghatározó szerepet játszik a fa. Dám László szerint a Kárpát-medencében a föld a domináns építőanyag, de a többi népi építészeti övezettel (úgy mint fa, kő és fával kevert egyéb anyag) is kapcsolatban áll. A Balassa Iván szerkesztette összefoglaló műben ugyanakkor a földnek és a fának azonos jelentőséget tulajdonítanak. A középkor, kora újkor táján sok megyénkben építettek fából: a Felvidék és Erdély területén kívül Vas, Zala, Baranya, Somogy, Tolna, Fejér, Szabolcs, Szatmár és Bereg vármegyékben álltak faházak.

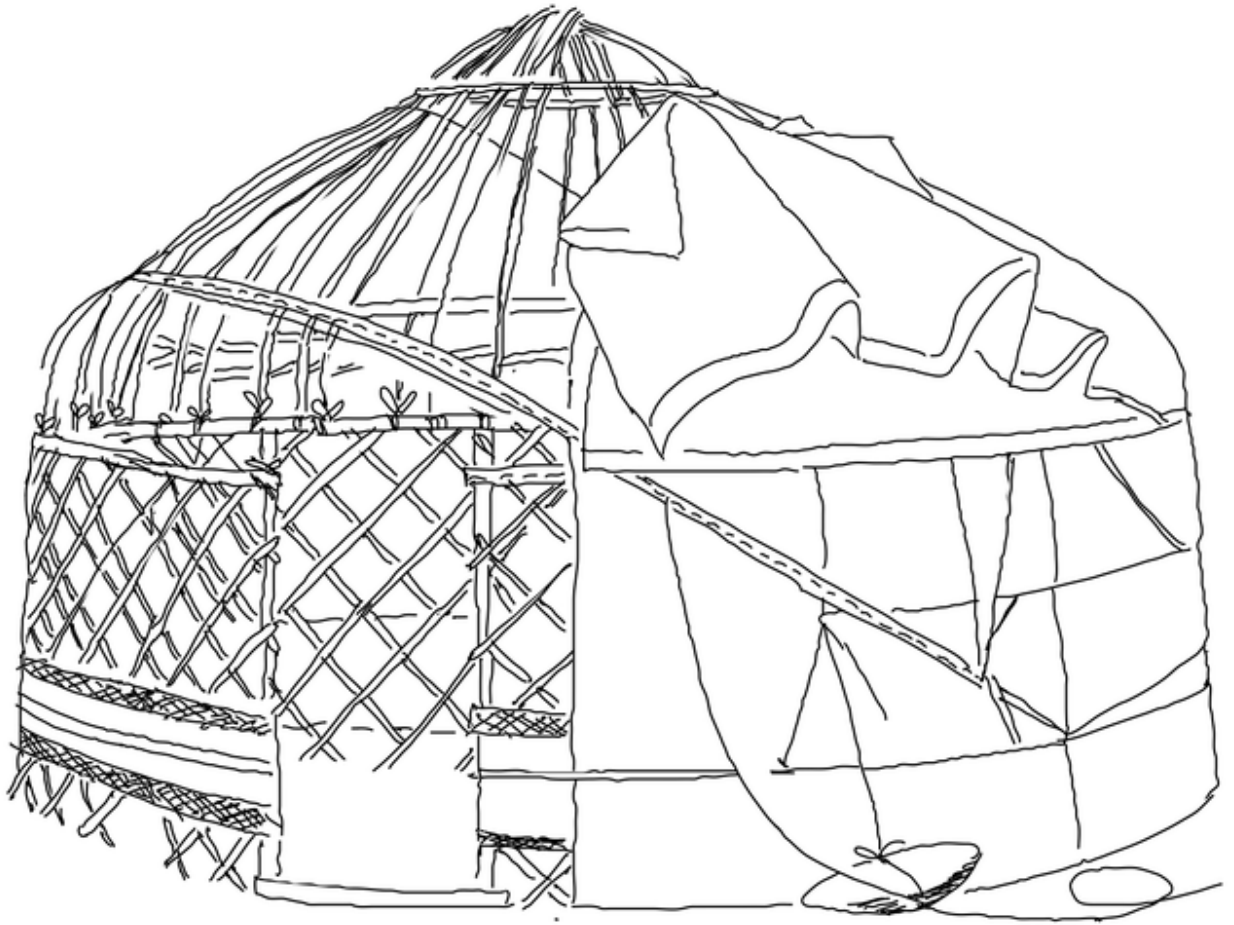
A magyar népi építészet a 19. században élte virágkorát: a legtöbb fellelhető adat erre az időszakra vonatkozik. Ha külföldi véleményeket keresünk, Hans Jürgen Hansen így ír hazánk építészetéről: „A magyar népi faépítészetben gyakori a szépen faragott tetőgerinc, ajtó- és ablakkeret. Egyes házaknál az oszlopokat a klasszikus példák után faragták. Maradandó benyomást keltenek Bánffyhunyard, Körösfő, Magyarvalkó fatemplomai, melyekben a népi gótika él tovább. Észak-Magyarországon találhatunk kazettamennyezetes templombelsőket és teljes belső fapanelozást, mely reneszánsz motívumokkal díszített.” A felhozott példák még a Trianon előtti Magyarország területéről valók, azonban a Szentendrei Szabadtéri Múzeumban láthatunk kazettás mennyezetű templomot.

A középkor óta hazánk minden, erdőségekkel borított területén a faépítésnek nagy szerepe volt: ez csak a 18. századtól csökkent le, valószínűleg a téglaeépítés elterjedésével. Ezt a tényt olyan régi írott források is alátámasztják, mint például a soproni városi tanács üléseinek 17. századi jegyzőkönyvei is, melyekben folyamatosan felmerül az épületfa kérdése. Emellett 1999-ben egy budai ásatás alkalmával 14. századi faszervezetes épületre és a hozzá tartozó faszervezetes kútra bukkantak, mely lelet alátámasztotta az 1493-ban készült Hartmann Schedel-féle krónika Buda-ábrázolásain látható Fachwerk-házak létezését. A fából épült házak megrikulásának másik oka a technikai váltás mellett valószínűleg az erdők hanyag kezelése, kizsákmányolása. Folyamatosan csökkent a jó épületfa mennyisége, ráadásul a 17-18. század fordulójára a földesurak egyre inkább megvonják az erdölés jogát a faluközösségektől. 1772-ben helytartótanácsi rendeletben írják elő, hogy a jobbágyok fa helyett más anyagból építkezzenek, épületfát csak a tetőszerkezethez és a nyílászárókhoz engedélyeztek. Az ehhez hasonló folyamatoknak köszönhetően a 19. század végére a magyar parasztházak nagy része földfalas, az ország mai területét tekintve 90-100%-osnak mondható a sár- illetve vályogfalak aránya. A faépítészet ekkorra a Dunántúl nyugati és déli peremére, a Dráva mentére, az erdélyi és felvidéki hegyvidékekre szorult vissza.

2. Ősi faépítmények

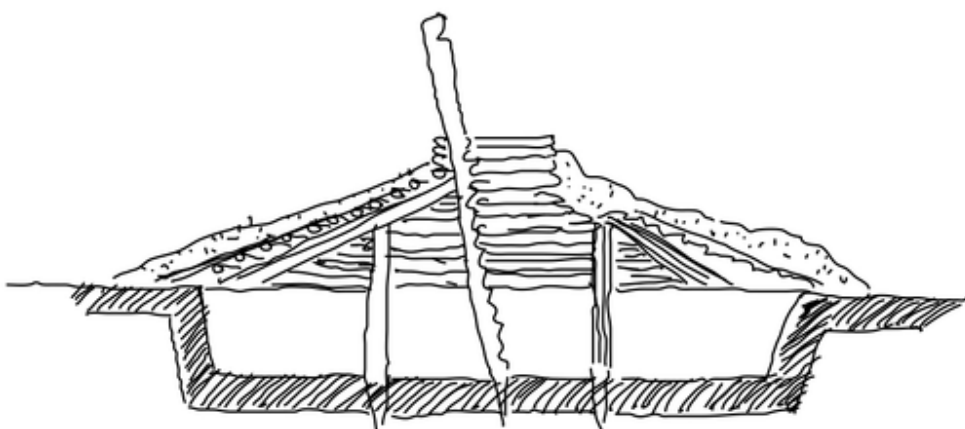
A Kárpát-medence egyik legkorábbi faépülete lehetett a Balogh Ilona által említett, Attila fapalotája, mely a mai Magyarország területén, a Tisza középső vidékén állhatott, és az V. században egész Közép-Európában egyedülálló jelenség lehetett. A fatornyokkal díszített kerítésen belül több különálló épület alkotta a palotaegyüttest. Szerkezeti kialakításáról nincsen pontosabb információ.

Talán a legősibb magyar faépítmény honfoglaló őseink jurtya (1. KÉP), mely könnyű, hordozható favázával és az egyszerűen rögzíthető nemezborítással volt olyan praktikus, mint napjaink műszálas sátrai.



1. kép

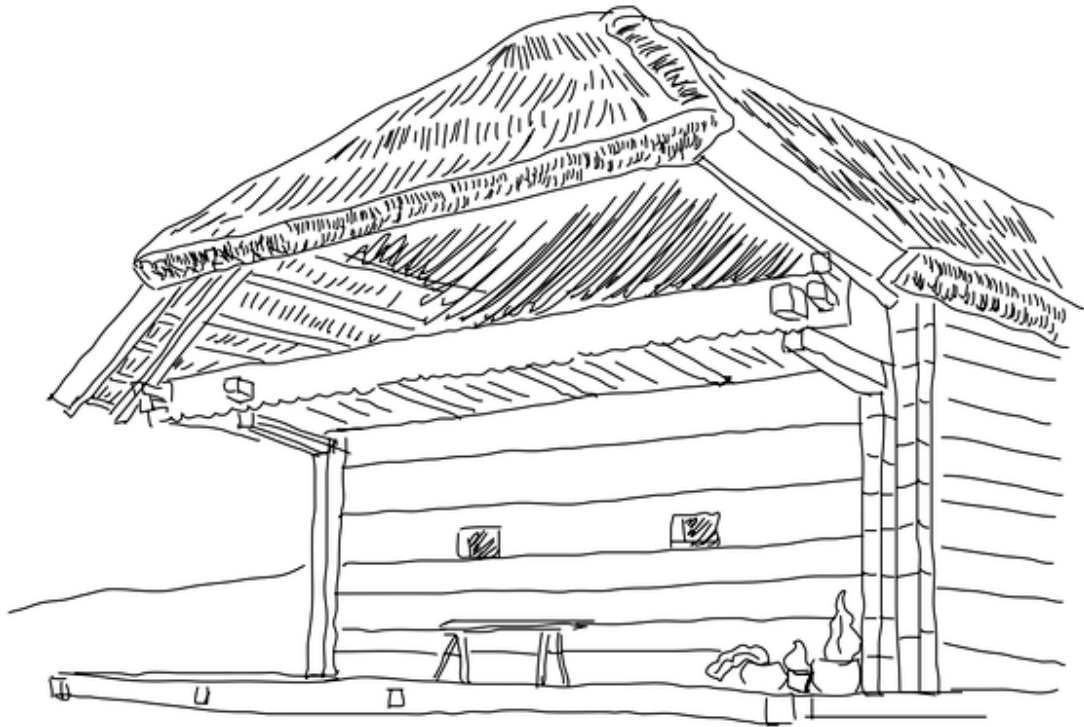
Nagyon valószínű, hogy letelepedett őseink első házai favázás, sövényfalas, paticsfalas építmények lehettek, az igen egyszerű szélfogóktól kezdve a kunyhókon át a kicsit fejlettebb házakig. Elterjedtek voltak a földbe ásott veremházak, melyeknek botokból, gallyakból és más növényi anyagokból készített, egyszerű lefedése volt (2. KÉP). Feltételezhető, hogy védelmi szempontokból néhol építettek fa őrtornyokat, melyek kezdetben szintén könnyen szállíthatóak, áthelyezhetőek voltak, akár csak a sátrak.



2. kép

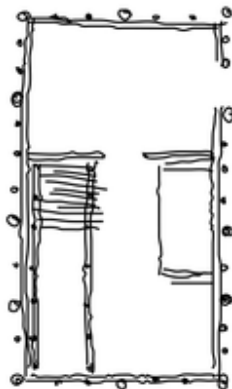
3. Teljesen fából készült épületek

Teljesen fából készült épületeket ma már jobbra a határon túli, régen magyar területeken, illetve a Felső-Tiszavidéken és a Dunántúlon (Vas, Zala, Somogy) találhatunk (pl Örség (3. KÉP)).



3. kép

A tisztán fából való építkezésnek Magyarországon két fajtája terjedt el: a boronafal és a zsilipelt fal. A kétféle fal nagyjából az általános részben leírtaknak megfelelően készül. (4. KÉP)



4. kép

A boronafalás épületeknél külön alapozást nem készítenek, a talpgerendák alá követ vagy farönköt tesznek. Készítés szerint két változat különböztethető meg: a fészkelts és a lapolt. Az előbbi a régebbi keletű, másképpen keresztfejes boronafalnak is nevezik: félkör alakú vájatokba illesztik be a keresztbe

helyezett boronákat, melyek kilógó végeit gerezdnek nevezték. A fészkeléses megoldásnak továbbfejlesztett változata volt a vályús technika, mely stabilabb illesztést tett lehetővé. A lapolós megoldásnál a boronák már szögletesre bárdoltak, csapolással illesztettek. A lapolós illesztés lehetett keresztvágás – ha a boronavégek túlnyúltak az illesztésen – vagy fecskefarkas – ennél a megoldásnál a túlértő részt lefűrészték.

A Kárpátokra jellemző volt, hogy a boronafalakat csupaszon hagyták, csak a réseket tömték be, azonban az ország más területein részben vagy gyakran teljes egészében tapasztották. A tapasztás jobb megmaradása érdekében igyekeztek egyenetlenné tenni a gerendák oldalát: Göcsejben baltával kicsit megvagdosták (megbarkuolták), az erdélyi vidékeken „bolhaszegezést” alkalmaztak (az apró, fából készült szegeket néhol pocoknak nevezik). Néhol Erdélyben a tapasztás jobb megmaradása érdekében a sima fa falfelületre ferdén vékony léceket szegeztek fel, és arra hordták fel a sarat, vályogot.

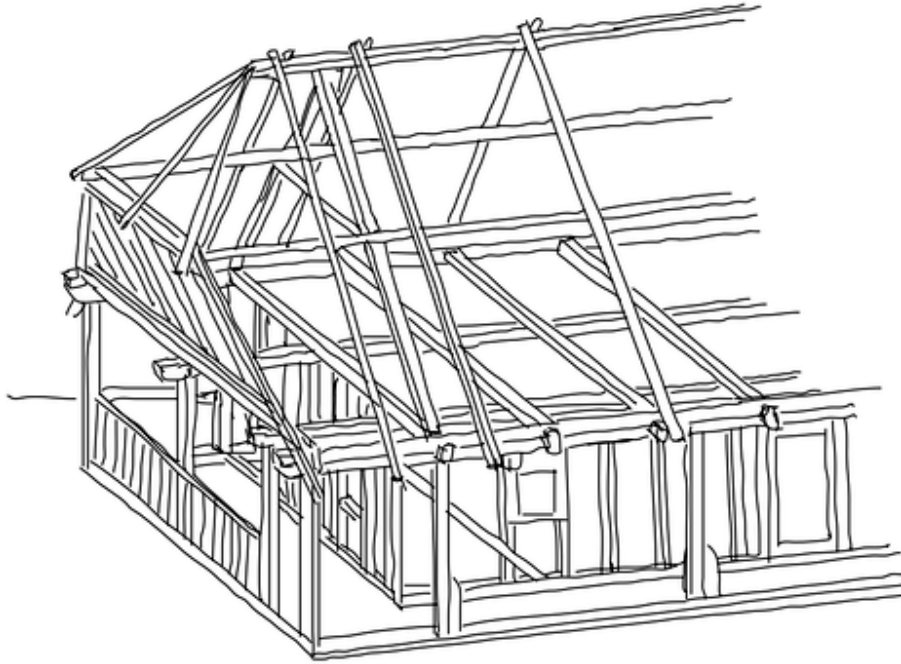
Az építés menetére jellemző, hogy az ajtók helyét előre meghatározták, a félfákat alkotó oszlopokat a talpgerendába rögzítették. A félfák a szerkezeti állékonyságot is fokozták: a boronákat az ajtónál a félfal oldalába vésett vájatba rögzítették. Az ablakok hasonlóan készültek: a boronákból kivágtak a nyílásnak megfelelő darabot, majd ide rögzítették az ablakkeretet.

A zsilipelt falat Palócföldön és Zemplénben rovásos falnak nevezik. Palócföld mellett főleg Erdélyben és a Dunántúlon, annak délnyugati részén (Zala, Somogy) terjedt el. A vélemények szerint a boronafalás technika visszahúzódása után jelent meg. Mára a lakóépületek közül ez a megoldás kiszorult, azonban melléképületek (csűrök, disznóólak) gyakran épülnek zsilipelt fallal. A technika lényege: az alaprajz vonalában talpgerendákat fektettek a földre, majd abba a sarkoknak, a közfalaknak és az ajtóknak megfelelően oszlopokat (sasokat) állítottak. Az oszlopok hosszában futó vájatba, rovásba eresztették be felülről lefelé a szélén ék alakúra faragott, gyakran négyzetesre bárdolt gerendákat, vagy a fejszével hasított pallókat, a szerkezetet felül koszorúgerendával zárták le.

4. Részben fából készült épületek

4.1. Gerendavázás, vázszerkezetes épületek

A vázszerkezetes, azaz gerendavázás épületek sokáig hazánk egész területén elterjedtek voltak. Közös a gerendavázás faltechnikákban, hogy „minden egyes falnak gerendákból ácsolt kerete van, melyet különböző anyagokkal (sövény, nád, agyag) töltönek ki”, mintegy átmenetként a fa- és sárépítés között. Közös vonása a vázas épületeknek az, hogy a tetőszerkezetet az épület sarkaira, illetve a falak vonalába állított oszlopok és a koszorúgerenda álkotta váz tartja meg. Az ún. cölöpvázás típusnál az oszlopokat egyszerűen leásták, leverték, az épületet alapozás nélkül emelték. Később a talpas-vázás (másképpen talpas) szerkezet terjedt el (5. KÉP).



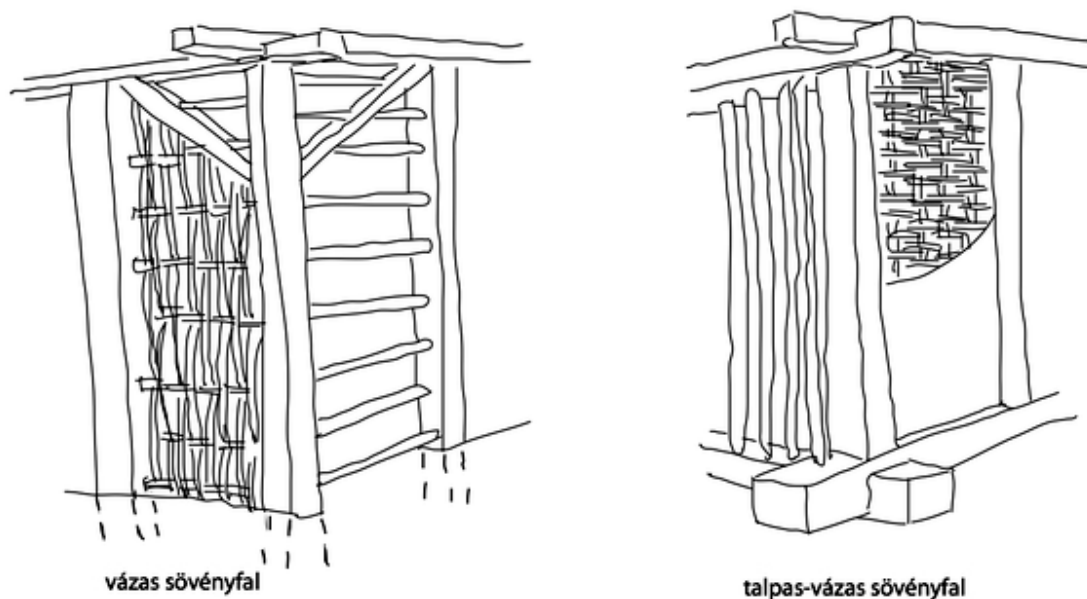
5. kép

A talpas vázszerkezethél talpgerendákból lerakják a négy főfal alapját, majd a talpgerendákba oszlopokat, ágasfákat csapolnak, végül koszorúgerendával zárják le a szerkezetet, így leginkább a Fachwerk-házak legkezdetlegesebb alapformájára emlékeztet. A cölöpvázás változatnál az ágasokat leássák a földbe. A két technika közül a cölöpvázásnak van nagyobb múltja, ez a technika gyakran együtt jár az ősi szelemenes tetőszerkezettel (ld. általános rész): ilyenkor a gerincszelemet a rövidebb falak tengelyében hosszú szelemenágasok tartják.

Különbözö tájakon az oszlopokat többféleképpen nevezik: Zala megyében szögláb, sas, sasfa (ez utóbbi Erdélyben is), Szatmár megyében szuláp, culáp, Abaúj megyében culák, néhol ágas, dúc. Az oszlopok közeit különböző anyagokkal töltik ki.

A gerendavázás szerkezet főleg az Alföld peremterületein, az Északi-középhegységben, Dél-Dunántúlon és a Székelyföldön terjedt el. A nógrádi, szatmári, és Abaúj megyei kismesek előszeretettel használták a talpas vázszerkezetet. Az erdélyi, partiumi részeken templomok, haranglábak, udvarházak építéséhez is használták azt a megoldást, mára azonban leginkább melléképületek (csűrök, hombárok, disznóólak, kamrák, présházak) készülnek ezzel a technikával.

A vázas szerkezet egyik fajtája a sövényfal, melynek a fentiek szerint van vázas és talpas-vázás altípusa (6. KÉP). A talpas-vázás típusnál a fentieknek megfelelően elkészített vázszerkezet vízszintes gerendáiba lyukakat fúrnak, melyekbe karókat illesztnek. A karók közötti réseket vesszőkkel fonják be, az így elkészült, szitaszerű szerkezetet pelyvával kevert sárral, vályoggal tapasztják. A fal vastagsága legfeljebb 30 cm lehetett. A talpas-vázás sövényfal inkább a domb- és hegyvidékekre (Erdély, Északi-középhegység, Dunántúl) jellemző, míg a cölöpvázás inkább az alföldi területekre.



6. kép

A népnyelvből jön a technika közkeletű elnevezése, a patics: főleg Zemplénben, Szabolcs-Szatmárban és az észak-keleti részeken hívták így, szlovák vagy ukrán hatásra. Az ország középső részén, valamint Székelyföldön nevezték ezt a technikát fonott falnak, fonyásnak is, míg Dél-Dunántúlon, Baranyában leginkább a rekesztett fal, rekesztés kifejezések élnek a népnyelvben. Maga a technika már az Árpád-korban igen elterjedt volt, a XI-XII. századból is találtak régészeti bizonyítékokat meglétére. Mára inkább csak melléképületek falait alkotja.

Kevésbé maradandó, könnyen károsodó technika volt a nádfal. A vizes-mocsaras területeken, az Alföldön, a Tisza folyása mentén és a Fertő mellett gyakran használtak a vázszerkezet kitöltésére helyben nagy bőségben termő nádat. Ekkor az elkészült cölöpváz, illetve a fal vonalában árkot ástak, melybe arasznyi vastag nádcsomókat állítottak. A kévéket vesszőgúzzsal szorították a vízszintes korcok közé, majd a kiásott földet visszadöngölték a nád tövéhez, a kévék felső részét pedig a koszorúgerendánál levágták. Másik megoldás szerint a gerendavázra előre felerősítettek egy lécekből és karókból kialakított keretet, és ehhez több rétegben kötötték hozzá a nádat. A falakat pelyvás sárral vakolták, az ajtókat eleve kihagyták, az ablakokat egy, speciálisan erre a feladatra kialakított sarlószerűséggel, az ún. falvágóval vágták az elkészült falba.

4.2. Többrétegű fal

Másik alaptípus az ún. többrétegű fal: ez a vertfal egyik változata. A vertfalat meg nem maradó zsaluzat közé tömörített sárból, vályogból készítik, különböző technikákkal. A többrétegű fal esetében a zsaluzat megmarad, a vályogréteg mintegy szigetelő szerepet töltött be. A maradandó zsaluzat lehet zsilipelt deszkafal vagy karókkal erősített sövényfonás. Már a középkorban is építkeztek így.

5. Az épület részei

5.1. Padlózat

A faltechnikákon kívül meg kell említeni a padlózatot is. Ez utóbbi eredetileg kizárólag a padlás deszkázatára vonatkozott, csak jóval később kezdték el a szobák járőfelületére használni ezt a

kifejezést. A deszkapadló csak a 19. század második felében kezdett elterjedni a népi építészetben, először csak a tehetősebbek engedhették meg maguknak. Kezdetben csak a tisztaszoba földjét burkolták le, majd a 20. században a többi helyiséget is. A fenyő járódeszkákat a keményfából készült párnafákra szegezték, melyeket az alaposan ledöngölt földre fektettek. A párnafák közötti részt finom homokkal töltötték fel. A fapadló alkalmazása szintén Erdélyben kezdődött.

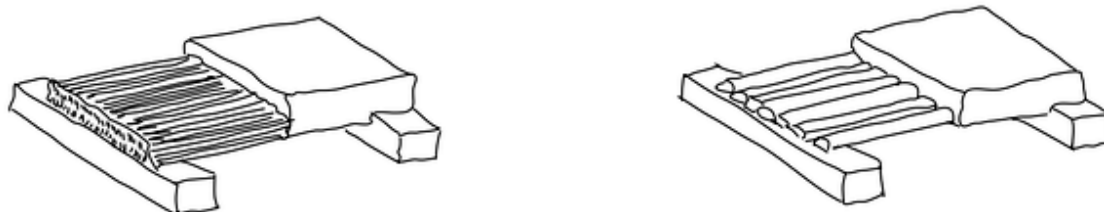
5.2. Födém

A födém (mennyezet) hazánkban európai viszonylatban későn, a 16. században jelent meg. Kialakításának elsődleges oka a lakóterek füsttelenítése volt, másodsorban tárolásra alkalmas helyet nyertek az így kialakuló padlástérrel. Kezdetben, a szabadkémény megjelenése után csak a szobákat padlástolták, a mellérendelt helyiségek és melléképületek jóval később kaptak mennyezetet.

Szerkezeti szempontból a hordozó vízszintes gerendaszerkezet és maga a födém alkotja a lefedést. A 19. század közepéig szinte csak a falakra terhelt, arra támaszkodó ám részét nem képező síkfödémrendszert használták. Itt a legfontosabb elem a vaskos mestergerenda (nagygerenda, ormos, ideg), mely tölgyből, de később fenyőből is készülhetett. Többnyire több darabból állt, ritka az egyetlen törzsből bárdolt példány. Mérete miatt ez a gerenda volt az egész épület legértékesebb eleme, így a ház lebontása után gyakran újra felhasználták. Általában a ház hossz tengelyével párhuzamosan támasztották a keskenyebb falakra. Ez alól kivételt képez a Dunántúl vidéke (főleg Vas, Somogy, Zala és Veszprém megye), ahol a keresztgerendás megoldás terjedt el. A mestergerendát előszeretettel ékesítették faragásokkal, gyakran a vésték bele az építő vagy a tulajdonos nevét, az építés dátumát. A 19. század végén Bizonyos tájakon (úgy mint az Északi-középhegységben és a Tiszántúlon) a lakóterben gyakran alátámasztották a mestergerendát egy oszloppal, melyet a palócok boldoganyának, boldogasszony fájának, az Alföldön pedig ágasnak neveztek. Ezt az oszlopot sokszor csak utólag illesztették be a mestergerenda alá. Bizonyos vidékeken vallásos hiedelmek, szokások fűződnek hozzá, valószínűleg ezért sokszor díszítették.

A mestergerenda tartotta meg középen a 80-120 cm-enként elhelyezett, bárdolt keresztgerendákat (átalgerendákat, folyógerendákat, a Dunántúlon főgerendákat, a Duna-Tisza vidékén fiókgerendákat), melyek végei kétoldalt a koszorúgerendára támaszkodtak.

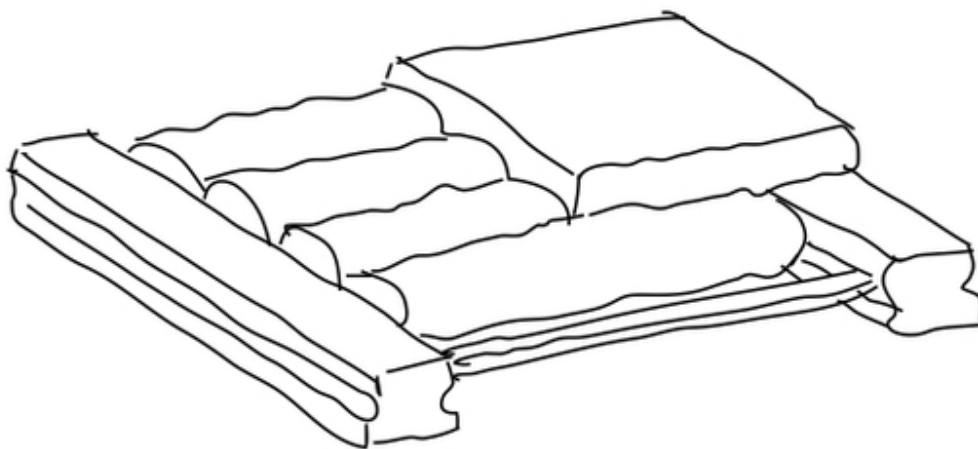
A keresztgerendákra került a födém, mely egyszerűbb formájában, a fában szegény területeken készülhetett nádból, vesszőből vagy dorongból (7. KÉP).



7. kép

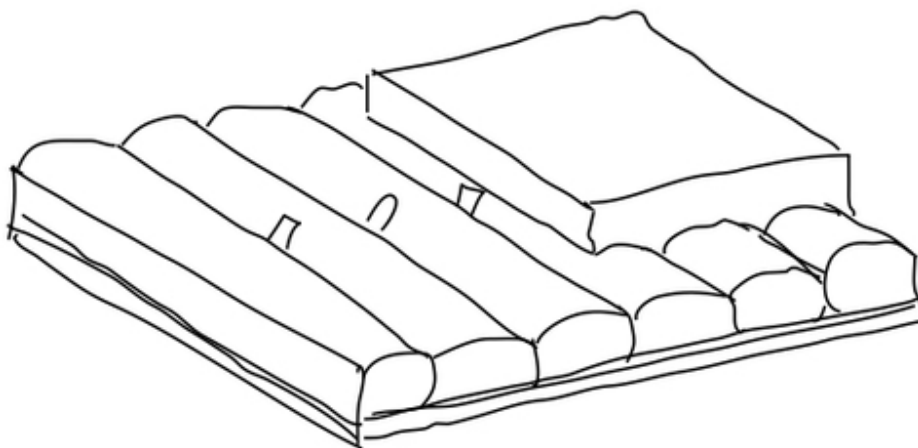
A leginkább az Alföldön és Kelet-Dunántúlon elterjedt pólyás karófödém (8. KÉP) esetében a keresztgerendákba vésték a vastagon szalmába „pólyált” farudak két végét úgy, hogy azok szorosan kövessék egymást. Városi hatásra terjedt el a sárléc födém, melynél léceket

fektettek a keresztgerendákra. Mindhárom födémformát alul-felül sárral, ill. pelyvás sárréteggel tapasztották, meszelték.



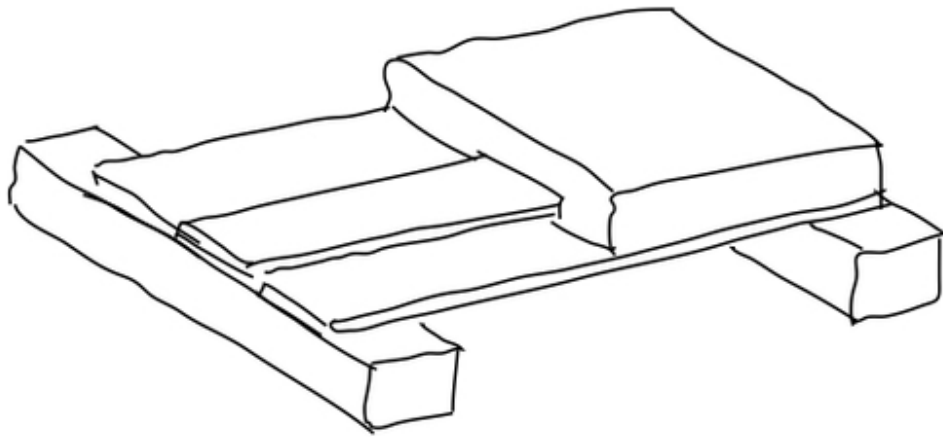
8. kép

A teljesen fából készült födémek közül a legegyszerűbb, de egyben anyagigénye, drágasága miatt a legritkább a gerendafödém, ahol szorosan egymás mellé fektetett, bárdolt gerendák képezték a mennyezetet, a padlás felől pedig letapasztották. Rokona a pallófödém: technikáját tekintve ugyanígy készült, azonban hasított vagy bárdolt keményfa deszkákból. Mindkét formát inkább csak a fában gazdag vidékeken (főleg Erdélyben, Göcsejben, Somogyban és Szatmárban) engedhették meg maguknak az emberek (9. KÉP).



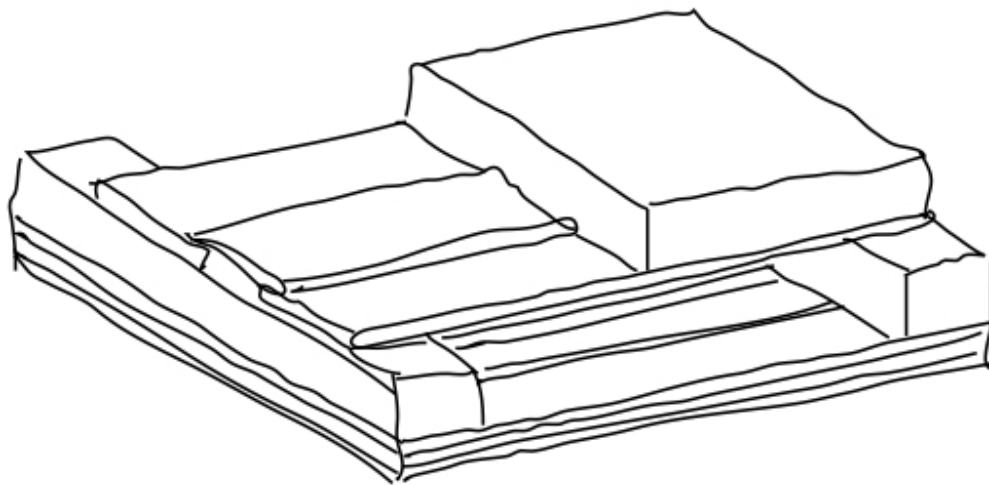
9. kép

„Leszármozottjuk”, a deszkafödém a nagy mennyiségben rendelkezésre álló, fűrészelt, gyalult deszka megjelenéséhez köthető. A deszkákat nem szögelték rá a vázszerkezetre, így a felső tapasztás a fa száradásával együtt kipergett a réseken. Ennek kiküszöbölésére találták ki az ugratott deszkafödémet, melynél egy-egy deszka között nagyobb távolságot hagytak, de föléjük egy harmadik, a rést átfedő falapot helyeztek (10. KÉP).



10. kép

Általában jellemző, hogy a deszkával borított födémeket a lakótér felől nem tapasztották, és többnyire nem is meszelték, habár néhol barnára festették, pingálással díszítették. Csak a 19. század végén, a polgári ízlés hatására kezdték a szoba felől is befedni a faszerkezetet. Ekkor jelent meg a borított deszkafödém, melynél a deszkázat alsó oldalára nádszövetet erősítettek, azt tapasztották, majd meszelték. (11. KÉP)



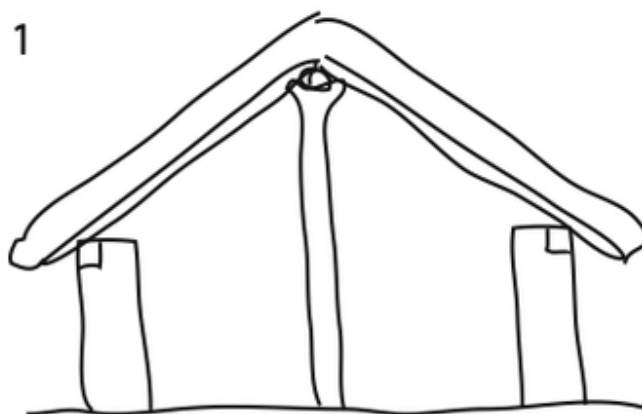
11. kép

5.3. Tető és tetőszerkezet

A legegyszerűbb tetőszerkezeteket kunyhók, ideiglenes építmények lefedéséhez használták. Az egyik a – főleg az Alföldhöz köthető – bogárhátú tető, melynél a falakon keresztbe fektetett karókra szalmából és gallyakból domború lefedést képeztek, majd földdel borították azt. A másik a félhajas tető, azaz félnyeregtető, mely mindössze egy lejtős tetősíkból áll, sokszor csak oszlopokkal támasztják meg oldalt. Az összetettebb tetőszerkezetek különböző típusait az általános részben leírtuk. A magyar népi építészetben a szelemenés és a szarufás tetőszerkezet terjedt el.

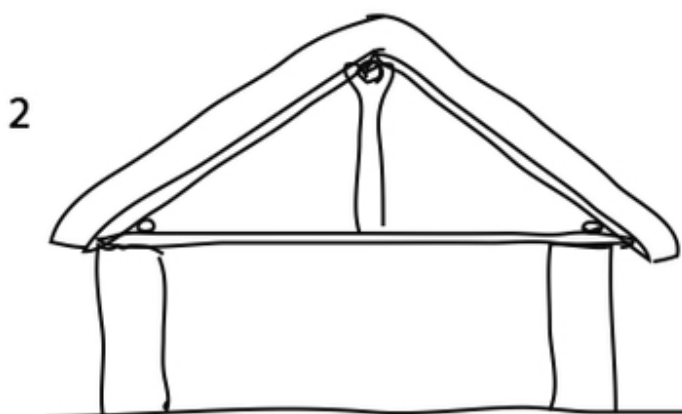
A szelemenés (másképpen oromgerendás, ágasos) tetőszerkezet az Árpád-kortól egészen a 18. század végéig meghatározó volt a magyar népi építészetben, de csak a 20. században tűnt el teljesen. Elterjedésének területe nagyjából a Dunántúl és az Alföld északi része, a Nagykunság és a Sárrét keleti pereme. Uralmát fokozatosan vette át a szarufás tetőszerkezet, ezt tükrözi az is, hogy a Duna-Tisza között egymás mellett jelenik meg a két fő típus. A szelemenés szerkezet altípusai időben egymás után jelentek meg: a hosszúágasos szelemen, a félágasos szelemen és az ollóágasos szelemen.

A hosszúágasos szelemenés tetőszerkezetnél (12. KÉP) a gerincszelemet a ház elején és végén (néhol középen is) 5-6 m-es gerendaágasok tartották. A szelemenre támaszkodó fedélfákat, szarufákat nevezték horogfának, horgasnak, ragfának is: ezeket a sárgerendához gúzsokkal, szegezéssel vagy csapolással rögzítették. Elterjedése főleg az Alföldhöz köthető.



12. kép

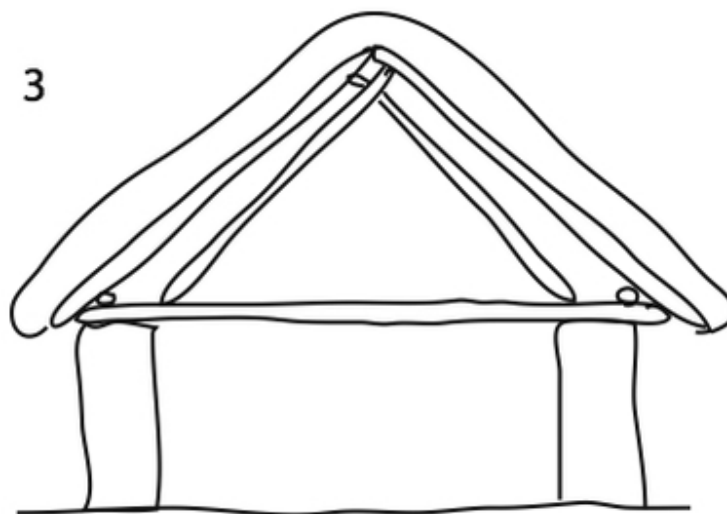
Rokonát, a félágasos szerkezetet (13. KÉP) csak ritkán alkalmazták, általában csak a közbülső tetőállásoknál.



13. kép

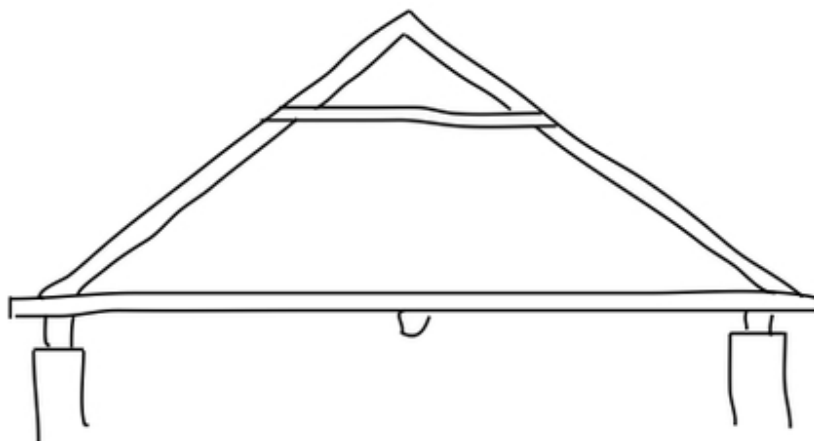
Az olló alakban összecsapolt oldalágasokkal karakteresen elkülönülő ollóágasos szelemenés szerkezetnél (14. KÉP) az olló felső részébe illesztették be a szelement. Az angol Cruck-vázhoz látványra hasonlító, ívesen meghajlított megoldás csak a Göcsejben ismert, de egyenes gerendás

változata is a Nyugat-Dunántúlról indult el hazánk többi vidéke felé, átvéve a hosszúágasos típus helyét.



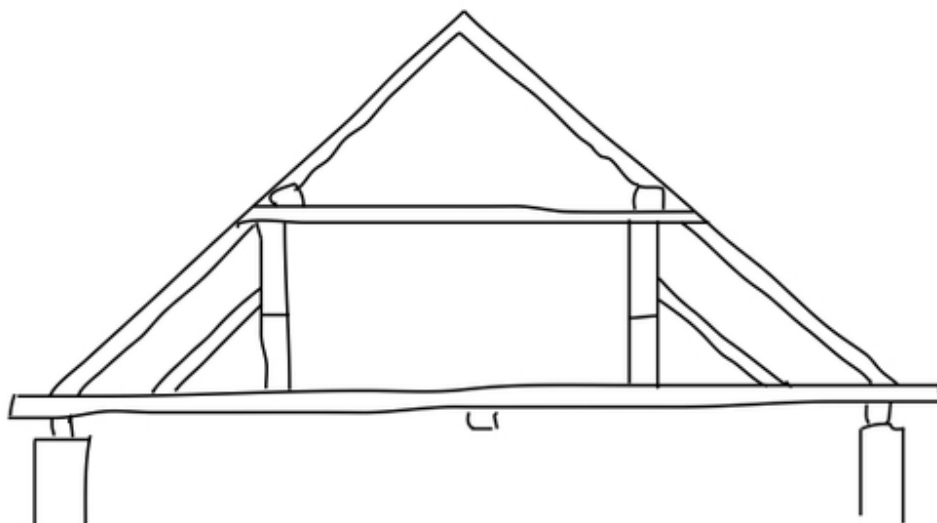
14. kép

A szarufás tetőszerkezet (15. KÉP) leginkább Erdélyben és a környező tiszántúli részeken, Észak-Magyarországon és a Dunántúl délkeleti területein terjedt el. Erdélyből kiindulva, a 18. század végétől fokozatosan hódított az ország más vidékeire, a 20. század elejére kiszorította a szelemenes tetőszerkezetet. Maga az alapszerkezet, a szarufa szinte egyforma volt hazánkban, de az alátámasztások terén már változatosabb a kép. Régebbi a csüngő szarufás szerkezet, melynél a szarufa alul túler a falon, a falazat tetején futó falgerendára, vagy a kötőgerendákra támaszkodik rá, azokhoz csapolással, fészkeléssel vagy faszögekkel erősítették. A fejlettebb, támasztott szarufás megoldásnál a szarufák alsó végeit a keresztgerendákba csapolták be, a kötést faszöggel erősítették meg. Ezt a vegyes kötésmódot nevezték német kötésnek, leginkább a Dunántúlon és Erdélyben alkalmazták. A szarufa végéhez gyakran vízcsendesítő gerendát erősítettek.



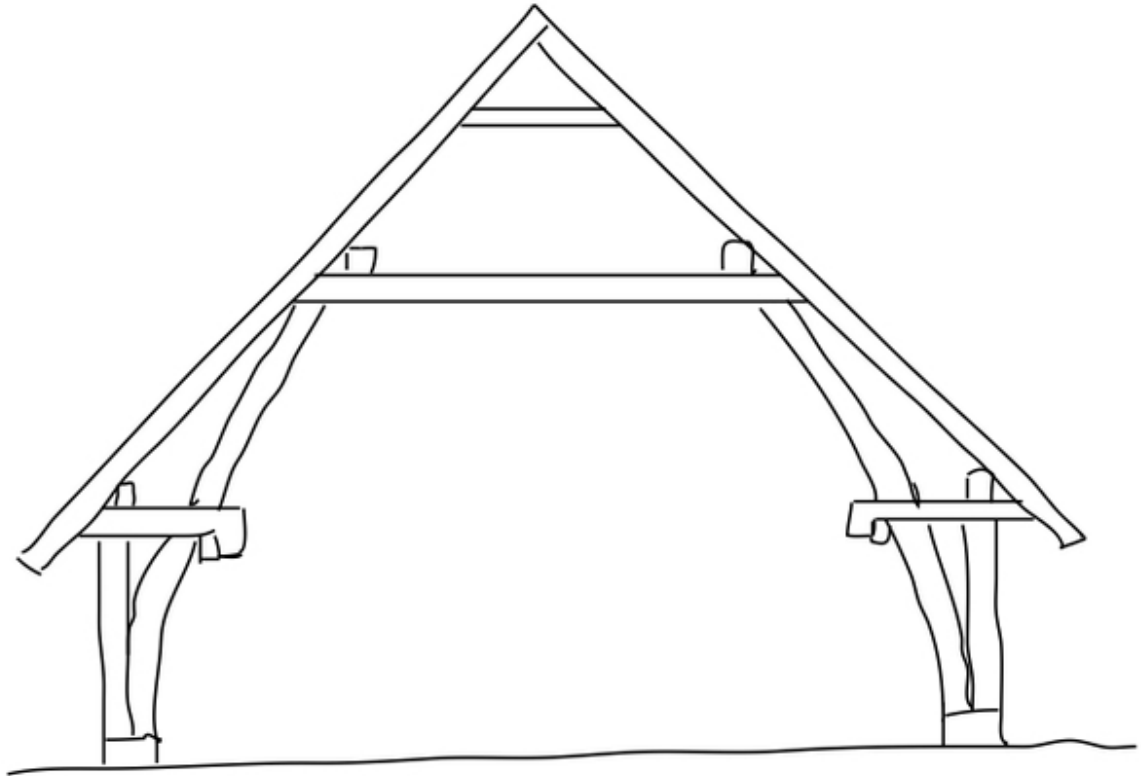
15. kép

Az általános részből ismert székes fedélszerkezet (16. KÉP) a népi építészetben kevesebb szerepet kapott, csak a 19. századtól használták. Mivel kialakítása igen nagy szakismeretet igényelt, inkább csak a kiemelkedő szerepet betöltő épületeknél, templomoknál, haranglábaknál és malmoknál alkalmazták, valamint akkor, ha nagyobb teret kellett lefedni (pl. csűrök, pajták esetében). A nagy tér lefedésének igénye több, helyi változat kifejlődését eredményezte. A Nyugat-Dunántúlon például a kötőgerendacsonkokat ferde, gyakran íves dűcokkal támasztották alá, emellett az ollósárazakat fogófával kapcsolták össze.



16. kép

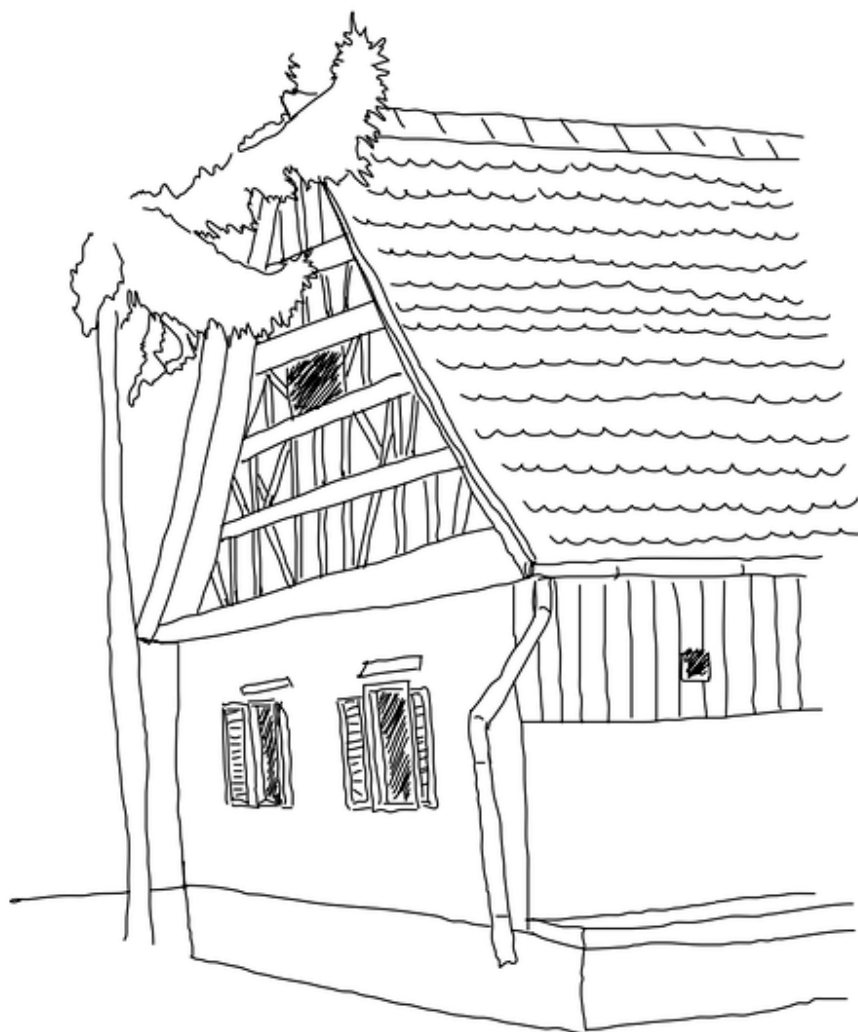
Egyfajta kevert, ritka megoldás volt az Erdélyben, Szatmárban és a Felső-Tiszavidéken elszórtan megjelenő jármos tetőszerkezet (17. KÉP). A vízszintes járomgerendát kétoldalt a földbe leásott, íves ágasok (csűrhorgas, kardoságas). A járomgerendára támaszkodtak az oldalszelemenek, azokra pedig a tetőszerkezet. A vázat ferde könyökfák merevítették, így széles belső térre tettek szert, mely igen hasznos volt csűröknél.



17. kép

A tetőformák tekintetében két alapforma alakult ki: a nyeregtető (oromfalas, svábos tető) és a kontyolt (kontyos) tető. A tetősíkok hajlásáról általában véve elmondható, hogy az ország legnagyobb részén a közepes, 30-45 fok közötti hajlásszög a jellemző, csupán az Alpok lábánál, illetve a magashegységi részekben uralkodó az 50-60 fokos lejtés.

A nyeregtető (tetőszerkezeti típustól függetlenül) két lejtős tetősíkból áll, melyek fent a tetőgerincben találkoznak, a szerkezetet kétoldalt háromszögű oromfalak zárják le (18. KÉP).



18. kép

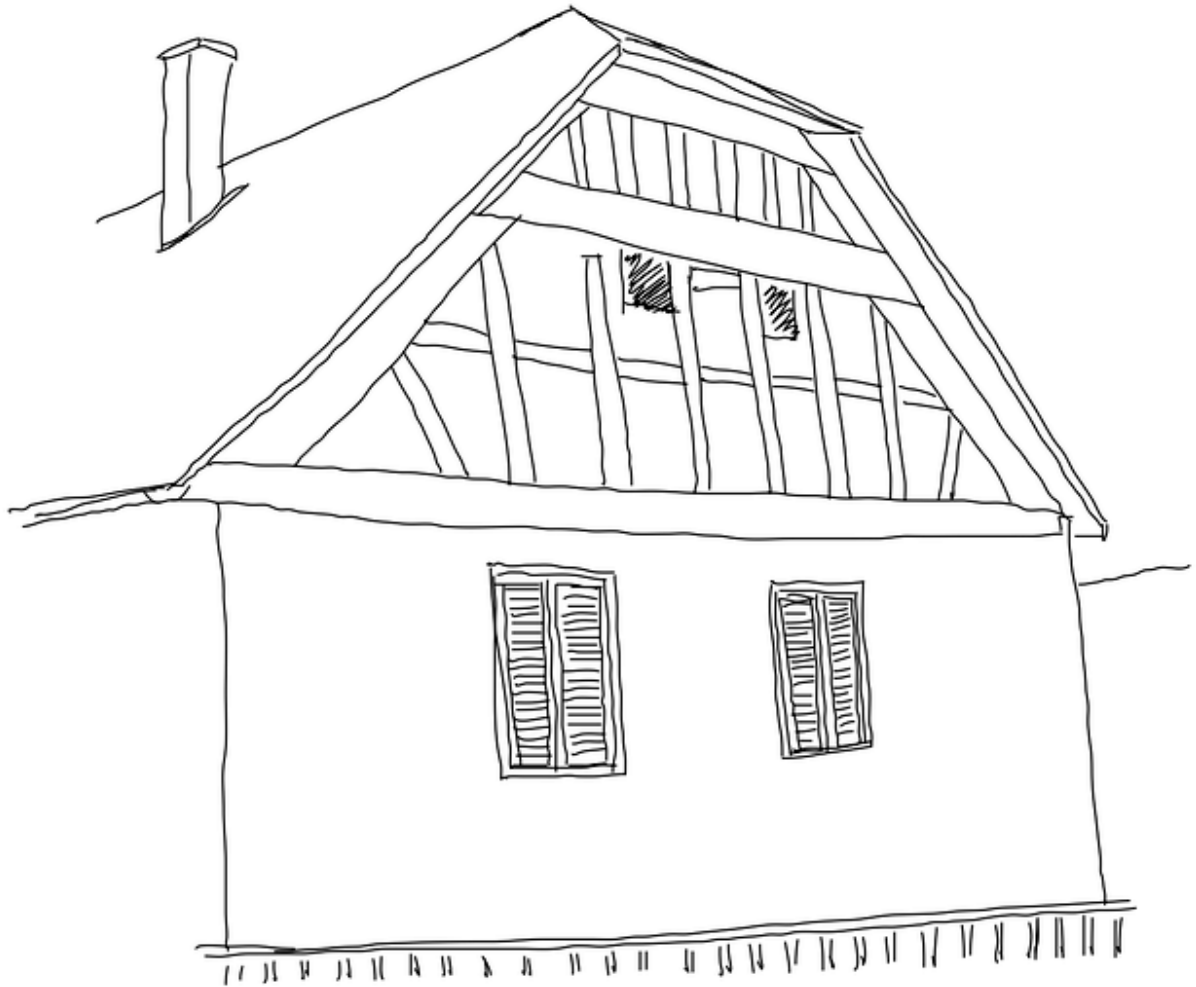
Nagy múltra a Dunántúl középső és keleti részén, az Alföldön és a Kisalföldön tekint vissza, innen terjedt el a 19. századtól az ország más területein. Az oromzat igen gyakran készült fából: alapesetben csak egymás mellé szögelték a deszkalapokat. A Dunántúl egyes részein ezt az oromfalat hívták állígatott deszkaoromzatnak: faragásokkal, vésetekkel, vízvetőkkel és széldeszkákkal díszítették. A legrégebbi oromzatoknál a díszítés csupán a deszkák V alakú, vagy függőleges állításában rejlett. Az oromcsúcs közelében kör alakú nyílásokon keresztül jutott fény a padlásra. Az oromzatot a Dunántúl északi részein és a Dél-Alföldön mintásra zsaluzták, jellemzően Szeged környékén és az ország keleti részén sokfelé napsugarasan rendezték el a faragott léceket, Göcsejben és az Őrségben vésték, színesre festették a deszkákat. Főleg palóc vidékeken gyakori a széldeszkák és a lécek csipkézése, szív, hold, csillag minta kivágása.

A Dunántúl déli, délnyugati részén, Északkelet-Magyarországon, Erdélyben és az Alföld keleti területein elterjedt kontyolt tető ezzel szemben négy ferde tetősíkkal fedett (19. KÉP).



19. kép

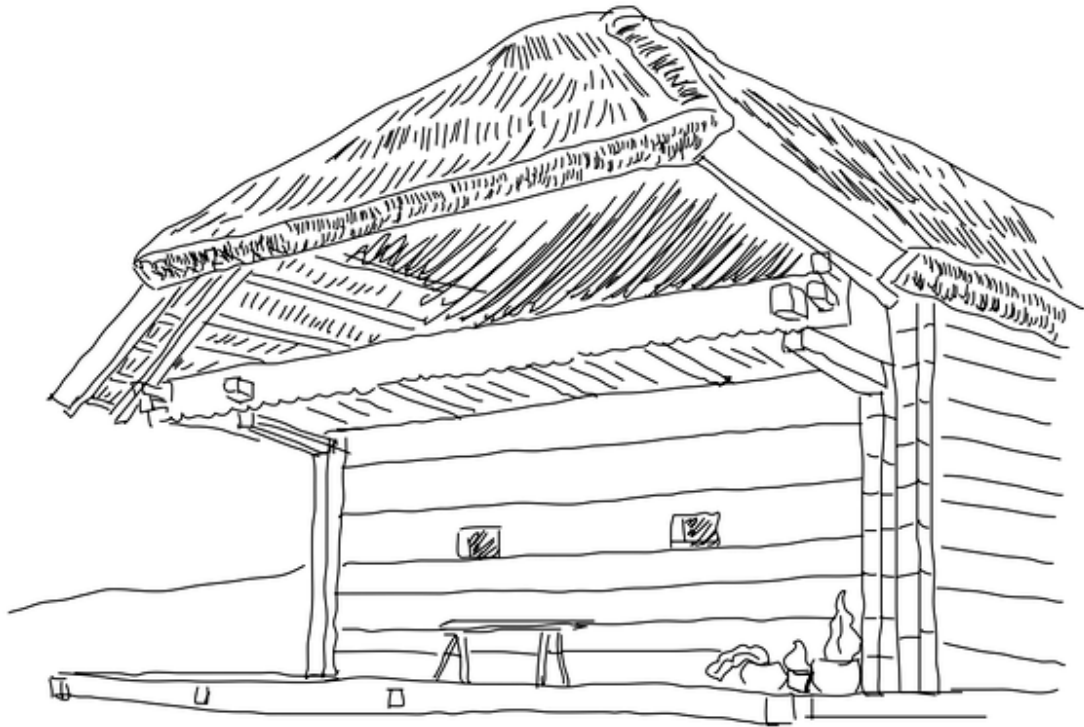
Átmenet a nyeregtető és a kontyolt tető között a csonkakontyos tető, melynél a nyeregtetőt kiindulásul véve, az oromfal felső harmadában ferdén kontyolták a szerkezetet, trapéz alakú oromfalat hozva létre (20. KÉP).



20. kép

Nyugat-európai hagyományt átvéve, a Dunántúl délnyugati részéről indult el az ország többi része felé. Göcsejben és az Őrségben tipikus formái alakultak ki. Észak-Magyarországon volt elterjedt az alsó csonkakontyos (füstlyukas) tető, melynél a ház elejénél a tetősík egészen a falig ér, a gerinc alatt egy kis, háromszög alakú rést hagytak a füst elvezetése érdekében. Ebből a formából alakult ki a kémény megépültével a vízvetős tető, melynél a füstlyukat már elfedték, viszont a felső, oromzatos rész megnagyobbodott, mintha egy kontyolt tetőt metszettek volna el nyeregtetővel: a kontyolt részből keskeny vízvetővé változott. Mindkét utóbbi típus főleg a felvidéki területekre volt jellemző, mai magyar példáit találhatjuk meg Hollókőn vagy Perkupán.

Északon, a matyó területeken a kontyolt tetőnek egy sajátos alfaja fejlődött ki, az üstökös (buggyos) tető. Itt a ház oromzata elé ugrik az ún. üstök, domború formájával védve a falat. Hasonló megoldás az őrségi kalabukos tető, melynél a szelemenek túlérnek a házfal síkján, így tartva az előreálló, szinte „orra bukó” részt (21. KÉP).



21. kép

A napjainkban széles körben elterjedt sátortető nem képezte a hagyományos építészet részét, csak az ország északkeleti részein találhatunk templomokat, harangtoronyokat ezzel a megoldással.

A tető lefedésénél az első lépés a tető belécezése, amikor a szarufákra a tetőfedő anyagtól függő távolságban léceket rögzítenek fűzfagúzzsal, fa- és vasszögekkel. A tetőfedésre fát hazánkban sokáig csak a hegyvidéki területeken, illetve máshol csupán a rangosabb épületeknél (templom, harangtorony, középület) használtak. A 19. század második felétől, amikor az előre „legyártott” faszindelyeket és a hozzájuk tartozó zsindelyszegeket már könnyebb volt szállítani, az ország más, fában szegény területeire (pl. Tiszántúl) is eljutott az a tetőfedési mód, és igen nagy arányban alkalmazták. Virágkora azonban nem tartott sokáig: a 20. század elején, az égetett cserép tömeges térnyerésével a zsindelyezés gyors ütemben visszaszorult. A 40-80 cm-es zsindelyeket fenyő- vagy bükkfából hasították, felső része vastagabb és hornyolt volt, alsó része vékonyabb, hogy a tetőn az alsó sorra rásimuljon. A tető élein és a gerincen többnyire faragással díszítették. Különleges altípusa a kevésbé tartós, erdélyi dránica, mely 60-100 cm hosszú és 10-30 cm széles tölgyfadeszka volt. Nem hornyolták, szögeléssel rögzítették.

5.4. Tornác

A legrégebbi tornácok faoszloposak voltak, eleinte a boronafalás házak mellett álltak (22. KÉP), de később a téglá- és vályogépületeknek is szerves részeivé váltak. Az oszlopokat mindig szépen megmunkálták, gyakran faragással díszítették, az Alföldön a vályogházaknál tapasztották és meszelték. Az oszlopok között faragással ékesített lécz- vagy deszkamellvéd húzódott. A dél-baranyai talpasházakon már találhatunk mellvédet.



22. kép

6. Gazdasági épületek, építmények

A különféle gazdasági épületek fajtájuktól függően szolgálhatták termények tárolását, szállást nyújthattak az állatoknak, helyet adtak a házban nem végezhető, feldolgozó tevékenységeknek és a munkához szükséges eszközöknek. Szinte bármelyik épülettípus készülhetett részben vagy egészben fából.

A csűrök/pajták elsősorban cséplésre használatos épületek, elnevezésüket a funkció határozza meg. Gyakran itt tárolják a szalmát és a szalastakarmányt, de a mezőgazdasági eszközöket és a szekeret is. Általában olyan anyagból készítik, melyből az adott térségben a lakóházakat is, azonban fontos megjegyezni, hogy ezek az épületek gyakran őrzik a korábban tradicionálisan alkalmazott faépítészetet: azokon a vidékeken, ahol az idők során kiveszett a boronaház hagyománya, a csűrök és más gazdasági épületek még sokáig fából készültek. A csűr tömör falain vagy oszlopokon nyugszik a tetőszerkezet. A tartóoszlopok közé változatos technikával töltik ki (vályog, sövényfonás, néhol gerenda vagy deszka). Kialakítására nézve lehet teljesen zárt vagy részben nyitott, kapukkal ellátott. Többnyire nincsen padlásuk. (23. KÉP)



23. kép

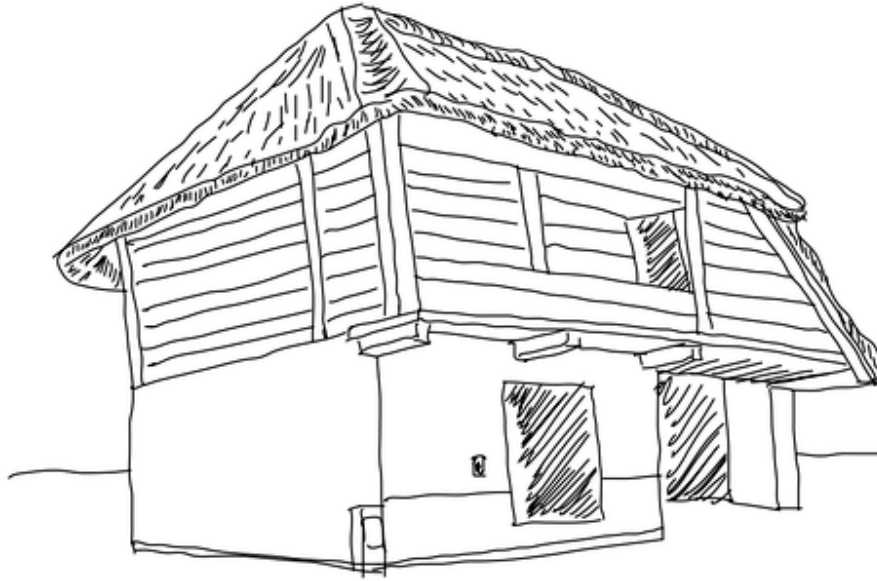
Széna- és takarmánytárolásra bizonyos vidékeken külön építményt használtak, melyek alapesetben fa-, vagy téglaoszlopokkal megtámasztott tetőből álltak. Ilyenek az alföldi szénaszínek, melyekből a dohánytermesztés térnyerésével kialakultak a dohánypajták.

Gabonátároló épületekhez is használtak fát. Az ovális vagy négyszögletes alaprajzú gabonás kasokat, hombárokat 60-80 cm magas falábakra állították, a nagyobb építményeknél a tapasztott falnak ácsolt favázat építettek. Főleg a Dél-Dunántúlon, Bácskában, Bánságon és Erdélyben a hombárokat szántalpakra állítják, hogy azokat vész esetén el lehessen vontatni (24. KÉP).



24. kép

Az erős gerendavázzal épített, többnyire zsámozott deszkafalú, osztott belső terű terménytárolók tájegységenként különbözőek, tetejüket szalmával, náddal, zsindegyel vagy cseréppel borítják. A Dél-Dunántúlon tornácos, faragott oszlopos kialakításúak, míg a Dél-Alföldön, a Felföldön és a Felső-Tiszavidéken létezik vesszőpaticos fallal épített változat. Szép példái a göcseji és őrési kástuk, melyek összetett szerkezetű, egy-kétszintes épületek: gabonán és liszten kívül húsféléket és szerszámokat is tárolnak bennük (25. KÉP). A nagyobb gabonás házak, magtárak már jobbára falazott, vagy vályogfalas technikával készültek.



25. kép

A kukoricatermesztés elterjedésével megjelentek a kukoricagórék, melyek a kasokhoz hasonlóan lábakon álltak, faszervezetüket lécezték. Az Alföldön 15-20 m hosszú górékat is építettek. Az alsó felét a 20. század elején befalazták és ólnak használták, de a Dél-Alföldön és a Hajdúságban a disznóólak fölé építették a kukoricagórékat.

A szőlőfeldolgozó- és bortároló építmények a szőlőtermesztéssel foglalkozó középhegységi és dombvidéki tájakon terjedtek el. A föld feletti prэшázak és boroskamrák főleg a Nyugat-Dunántúlon, Vasban és Zalában boronafalások.

Az állattartó épületek, istállók vonatkozásában ritkán, inkább csak tartószerkezetként használtak fát. A tetőszerkezet többnyire ágasfás-szelemenes volt. Az idők során elterjedt a csűrrel összevont istálló, a csűr-istálló vagy istállóscsűr, ahol az ólat a csűrből választják le. Ez az összevont épületforma országszerte elterjedt volt. Dél- és Nyugat-Dunántúlon a háromosztatú pajta egyik osztását alakítják át istállóvá. A Felvidéken, a Dunántúl egy részén és a Kisalföldön az istállót és más gazdasági építményeket egybeépítik, egy fedél alá hozzák a lakóházzal. A Mezőségben, a Szilágyságban és Szatmárban viszont az istálló elkülönül a csűrűtől.

A baromfi és a disznók számára főleg Erdélyben, a Felföldön és a Dunántúlon terjedtek a hidasok vagy hidasólak, melyek talpgerendára állított boronafalás vagy zsilipelt szerkezetük könnyen szétszedhető volt. Erdélyben és a Mezőségben többfelé szántalpas disznóólakat építettek.

A többemeletes galambdúcok a falusi porta jellegzetes építményei: többnyire deszkából készültek, falaikat röplyukak törik át. Az Alföld több részén deszka helyett sövényből vagy vályogból építik őket. Fedése zsindelel vagy cseréplehetett.

Említésre méltóak a különféle kutak, melyek falát gyakran fával bélelték: Göcsejben akár kivájt fatörzsből. A rovás- vagy deszkakút igen elterjedt volt. A rovaskút esetében fészkelte vagy lapolt boronatechnikával bélelték a gödröt, míg a deszkakútnál ácsolt keretre szegezték a tölgy vagy akác bélésdeszkákat. A kutak lehetnek gémes-, hengeres-, csigás- és horgaskutak. A gémeskút egyik legfőbb eleme, a súlypontban átfűrt kútgém, mely az ágasba illesztett fatengelyen vagy vasrúdon mozog. A

hengeres- vagy kerekeskút (26. KÉP) főleg a Dunántúlon és az Északi-középhegységben terjedt el, többnyire nyeregvető védi az időjárástól. A csigáskút speciálisan nyugat-dunántúli találmány: a víz felhúzását egy állványra erősített csiga biztosítja. Az emelőszerkezet nélküli horgaskutak főleg a Mezőségben, a Felföldön, a Kisalföldön és Nyugat-Dunántúlon gyakoriak.



26. kép

7. Kerítés és kapu

A fa mint a házak, a telek elkülönítését szolgáló kerítés kihagyhatatlan. Legrégibbi formája a sövénykerítés, ahol egyszerűen karókat vertek le, és azokat fonták be hajlékony vesszőkkel. Az erdőben gazdag területeket készítettek borona- és zsilipelt kerítést is. A fűrészelt deszka tömeges megjelenésének köszönhetően terjedtek el a deszka- és léckerítések: készülhettek zsilipelt technikával, de néhol a kerítésoszlopokra szögezték fel a léceket. Egyes vidékeken kis, ferde félnyeregvetőt készítettek a kerítés tetejére, így védve azt az esőtől. A keretre függőlegesen szögezett léceket sokszor díszesen, pl. tulipán alakúra faragták.

Az állatok és a szekerek számára készített nagykapukhoz a félfákat, másképpen bálványokat vastag fatörzsekből faragták ki, hogy az stabilan megtartsa a kapuszárnyat. A szárnyak keresztpántjaira sarokvasakat erősítettek, melyeket a bálványok kovácsoltvas csapjaiba illeszkedtek. A lakók és vendégeik által használt kiskapuk általában a nagykapukkal együtt állnak, az együttes díszítésére minden vidéken nagy gondot fordítottak. Főleg a keleti országrészben, illetve az Órség és Göcsej vidékén a kapukat tetővel védték, Erdélyben sokszor a tető alá galambdúcot telepítettek. Kiemelkedő szépségűek a gazdagon faragott székelykapuk.

8. Templomok

Magyarország területén egykor igen elterjedtek voltak a népi fatemplomok, melyek közül mára alig maradt hímondó. Az alapszerkezet többnyire torony nélküli, boronafalas vagy talpas sövényfalas épület volt, középkorban és kora újkorban hangsúlyos jelenlétükről árulkodnak az Ágasegyháza, Botegyháza, Gerendásegyház falunevek. Sok fatemplom állt Erdélyben és a Máramarosban, melyekre példákat az általános rész Kárpátokra vonatkozó fejezetében hoztunk. Hazánk jelenlegi területén csupán néhány, fából épült szakrális emléket találhatunk, de az egykori fatemplomokról és haranglábokról bővebb képet kaphatunk Balogh Ilona, Kovács József, Sisa Béla és Szőnyi Ottó munkáiból. Jelen fejezetben a hazánkban most is látható fatemplomokról esik szó.

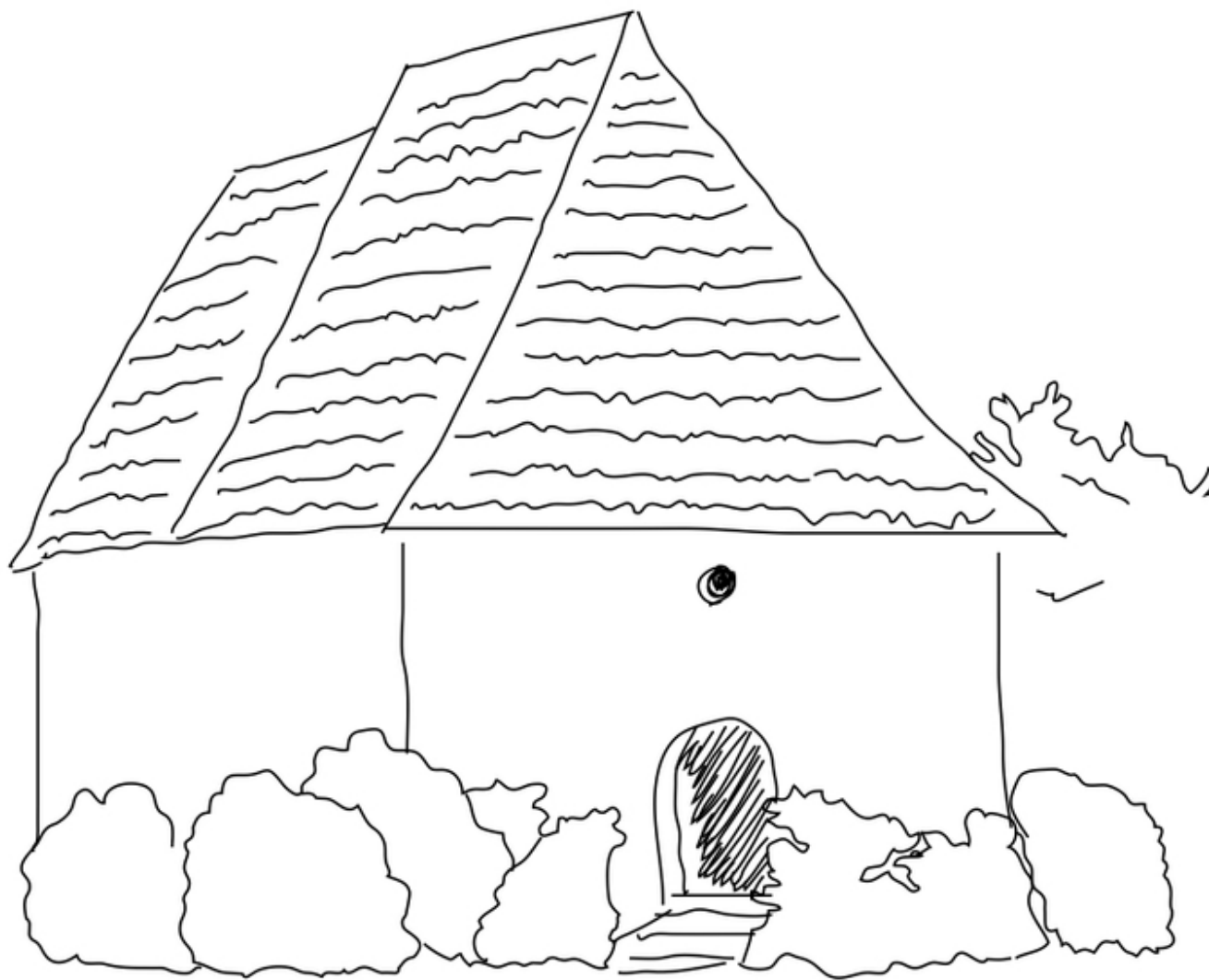
Az egyetlen, ma még meglévő, eredeti fatemplom a Felső-Tiszavidéken, Mándokon épült, melyet azonban az 1970-es években lebontottak, és elszállítottak a szentendrei skanzenba (27. KÉP).



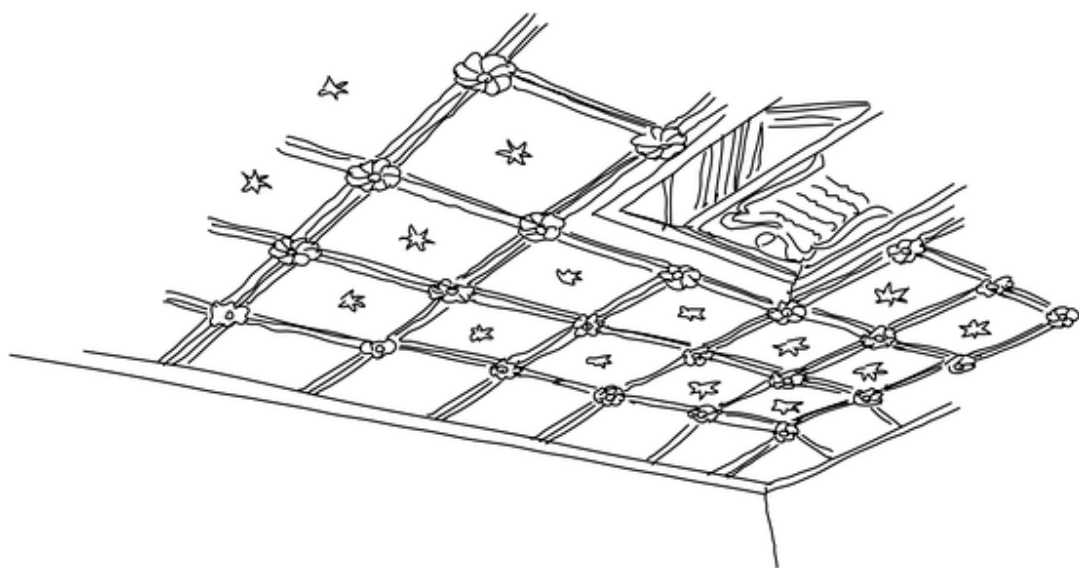
27. kép

A görög katolikus fa templom eredetileg a község Bukóc nevű dombja szélén állt. A Szent Miklós tiszteletére emelt templom építési ideje vitatott – 1550 vagy 1640 körüli, más források szerint 1740 táján emelhatték. A keletelt templom egyhajós, négyszögszentélyű, tapasztott boronafalas faépület, nyugati homlokzatán a zsindeyes sátozott előrenyúló részét négy faoszlop támasztja meg. Az előcsarnok mögött emelkedik a kétszintű zárt négyszögű fatorony, melyet zsindeletű zár le.

Szintén Szentendrén áll a Szatmár megyei Mánd református fatemploma (28. KÉP), melyet 1580 táján építettek, de a ma látható formája a 18. század végéről származik. A viszonylag kicsi, talpas-vázás szerkezetű sövénytemplom „vázát talpgerendákba csapolt oszlopok, az azokat felül összefogó koszorúgerendák, valamint a szerkezetet merevítő, lapolással és faszegekkel hozzájuk erősített vízszintes gerendák, ferdetámaszok, andráskötések alkotják. A falmezőket sövényfonással töltötték ki, majd betapasztották és ... meszelték.” Meredek, kontyos tetőszerkezetét fenyőzsindeletű fedőtorony nem koronázza. Födéme kazettás mennyezetű, díszesen festett (29. KÉP).

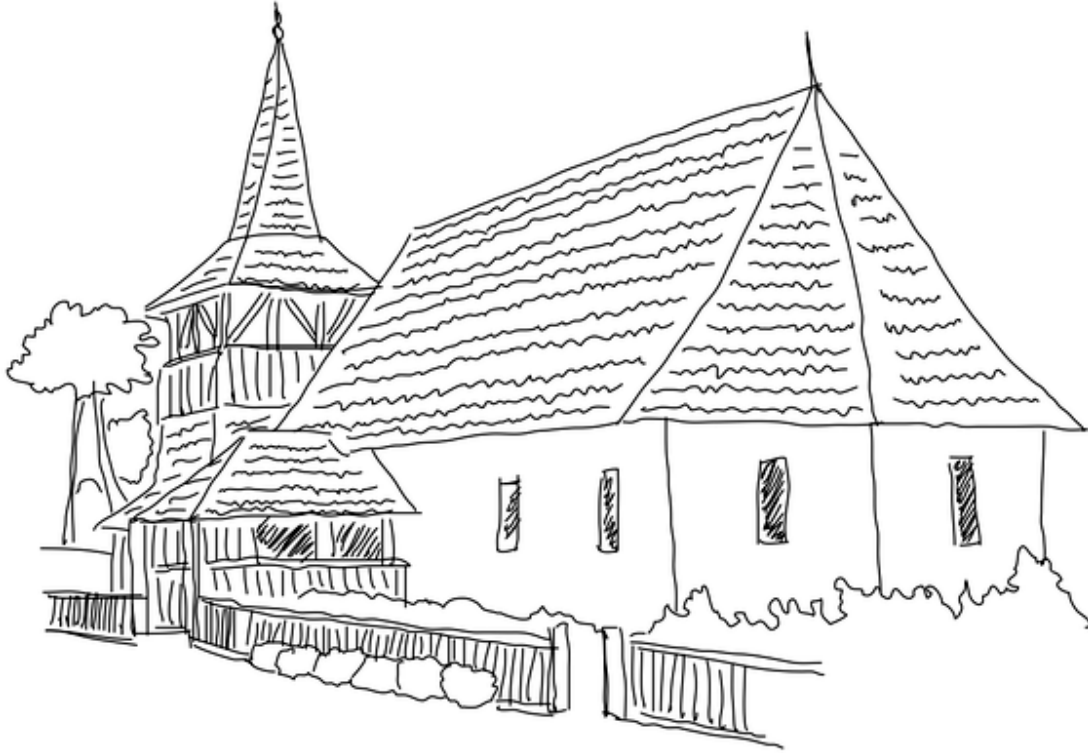


28. kép



29. kép

Az ország keleti részén, Tákoson található az 1760 körül épült favázas templom, különálló fatornyának pontos mása 1986-ban készült el (30. KÉP). Hasonlóan favázas a tiszacsecsei református templom, harangtornya ugyanúgy elkülönül. A közöket mindkét épületnél vályoggal töltötték ki.



30. kép

Híres Miskolc fatemploma (31. KÉP): a tetenvári protestáns deszkatemplom szervesen hozzátartozik a „hely szelleméhez”, nem népi, hanem sokkal inkább népi jellegű. A 18. század elején épült eredeti épület sajnos 1997-ban leégett, azóta régi fényében újjáépítették. A templomot elődje helyére emelték 1724-ben. „Építésére és költségeinek fedezésére az avasi templomban toborzott híveket Tarczali Sámuel prédikátor. Miskolci molnárok és ácsok a nyáradi erdőből vágták ki az építkezéshez szükséges fát, s onnan szekerezték a helyszínre. Közben a kőművesek elkészítették azt a kő alapzatot, amelyre rárakták az alapperendákat, majd összerováolták a deszkafalat. Az építkezést májusban kezdték el, s szeptemberben már itt volt az istentisztelet. A deszkatemplom tetejére mesterremek bádoggombok kerültek, s az avatásra elkészültek a „halotti koporsó mellé való székek” is.” Az idők során a templom gerendázata előregedett, azonban a helyiek nem akarták lebontani. Végül 1937-ben, hasonló deszkából teljesen újjáépítették. Az új épület beton alapzatot kapott, melytől „elfelé szélesedő oldalfalak barnára pácolt, fényes fekvő gerendákból épültek. A sarokrészeket faragott motívumok díszítik. A templom tetőzetét a felszenteléskor zöldre festett zindely fedte, amelyből karcsú zöld torony emelkedett ki, s mellette még négy kisebb szellőzőtornyot helyeztek el az építők.” A bejövőket székelykapu fogadja. Az újjáépített templomot Szeghalmi Bálint tervezte, erdélyi motívumok felhasználásával. 1997-es leégése után a templomot ebben az állapotában állították helyre.



31. kép

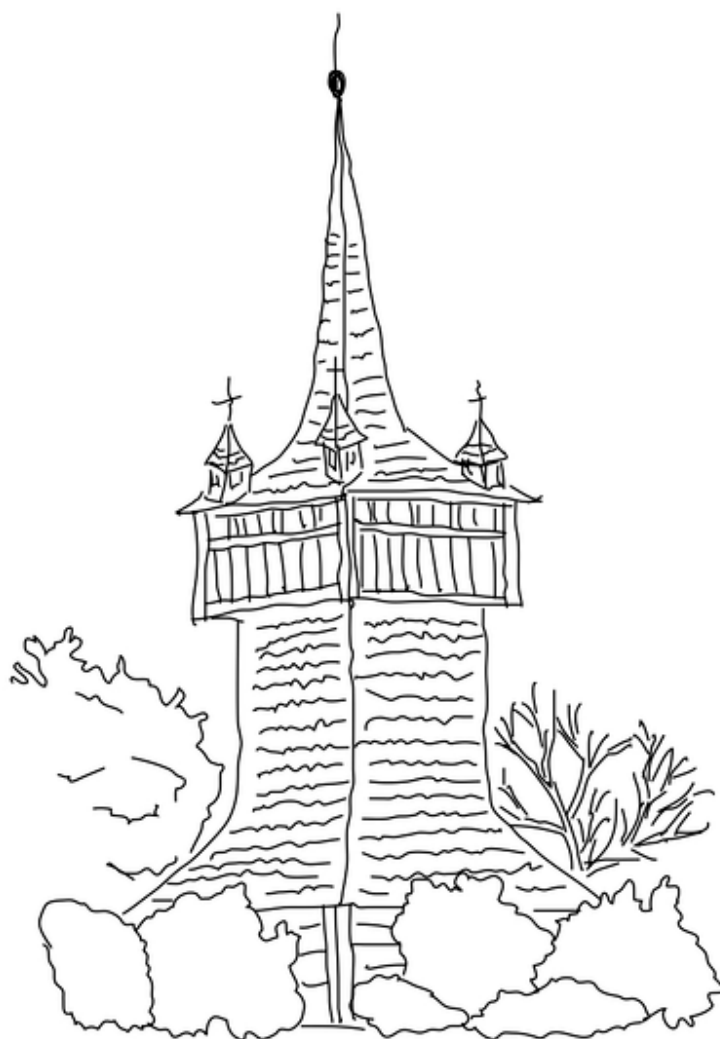
Zalacséb egykori fatemplomát régi leírások és képek alapján a zalaegerszegi falumúzeumban. Ez az egyetlen göcseji fatemplom, amelyről fennmaradtak ábrázolások, így a közelmúltban lelkes lokálpatrióták, társadalmi munkában újjáélesztették. (32. KÉP)



9. Harangtoronyok

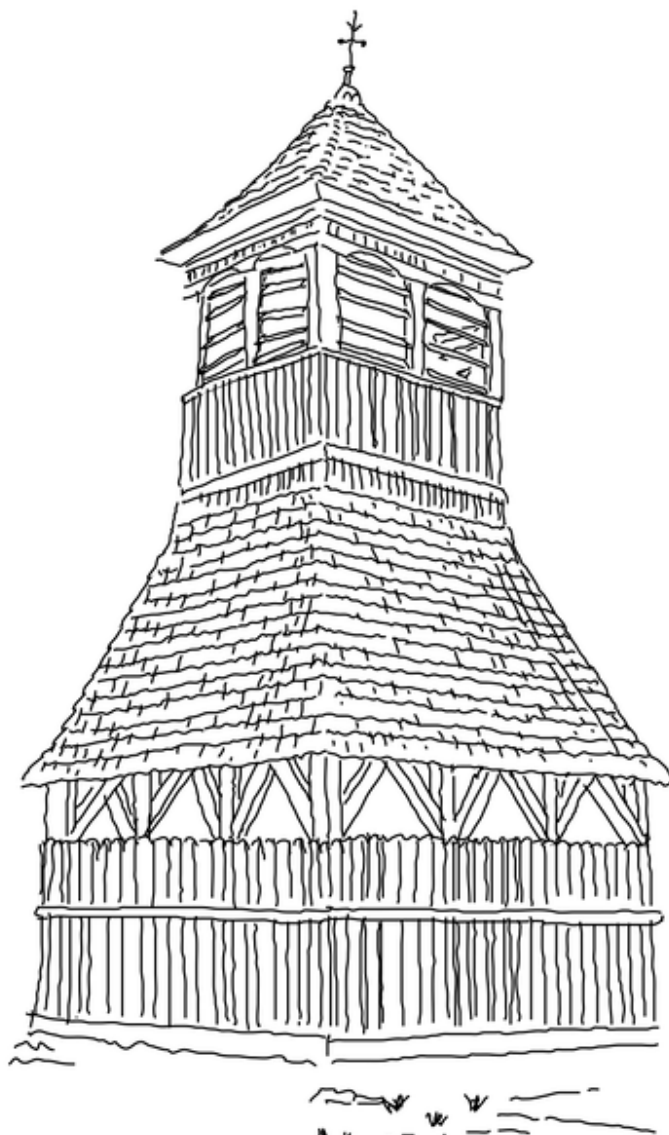
A templomokhoz szervesen hozzátartozó harangtoronyokról írja Balogh Ilona, hogy a magyar tornyok minden más nép hasonló alkotásaitól megkülönböztethetők tömör, lényegretörő jellegük által, ellentétben például a románok szikár, meredeken gótikus, „transzcendentális” tornyaival. A népi szakrális építményekre leginkább a román és a gótikus stílus hatott: a négyszögletes alaprajzú, stilizált vagy tényleges mellvéddel, tornáccal épített tornyok többnyire gúla alakú tetőszerkezete gyakran kapott a sarkokon fiatornyokat. A reneszánsz és később a barokk szintén nyomot hagyott, ám nem akkora mértékben, mint elődei. A reneszánszból átvették néhol az árkádot, a barokk pedig a hagymakupolát ajándékozta a falusi templomoknak.

Az előbbieken leírt, négy fiatornyos harangtoronyok legszebb példái a Tiszaháton (Felső-Tiszavidék, Bereg, Szamoslát) lelhetőek fel. A harangokat tartó főoszlopok száma négytől tizenkettőig terjed, a leggyakoribb a kilencoszlopos megoldás. A tornácos, fiatornyos toronytest szoknyás, zömökebb alsó részből nyúlik ki. A kilencoszlopos típusnál meghatározó elem a függőleges tengelyben álló, ún. vezér- vagy császárfal, melyet – akár húsz méteres hossza miatt – több részből csapoltak össze. A szerkezet vaskos keményfa talpgerenda-rácsozaton nyugszik, mely elosztja a feszültséget és ellensúlyt képez. A toronytetők, de akár a törzsek is zsindelyezettek, utóbbi lehet deszkázott. A toronysisak formája lehet négyzet vagy nyolcszög alakú gúla. Az építmény magassága miatt mindig építenek belső közlekedőrendszert. Négyszögletes gúla alakú, fiatornyokkal ellátott tornyot találunk Nagyszekeresen, Gemzsén, Tiszacsécsén, Lónyán, Zsurkon, Vámosatyán, Nyírbátorban és ide tartozik a Szentendrere „vándorolt” nemesborzovai harangtorony (33. KÉP). Nyolcszögletű, fiatornyoktól mentes változatot állítottak Uszkán és Kölsén.



33. kép

Egyszerűbb formájúak a palóc harangtoronyok. Szintén négyzetes alaprajzúak, ám az előző típushoz képest lényegesen zömökebbek, puritánabbak, a toronysisak oldalainak lejtése kisebb. A falak vázszerkezete kissé terpesztett. Legszebb példáit megtalálhatjuk az egykori Nádújfalun (ma Mátraterenye) és Cereden (34. KÉP). A nádasfalui építmény tömörebb hatást kelt társánál, oldalai deszkázottak, a toronysisak és a szoknya rombuszpalával borított. A ceredi torony alsó része és a felső törzs deszkázott, felül zsalugáteres, az előbbi példánál lényegesen hosszabb szoknya és a toronysisak zsindelezett.



34. kép

10. fejezet - Faépítészet-történeti irodalom

Tartalom

[1. Magyar](#)

[2. Külföldi](#)

1. Magyar

1. Bajza József: Építészeti technikatörténet. Főiskolai jegyzet. Ymmf, Budapest, 1999
2. Bakó Ferenc: Parasztházak és udvarok a Mátra vidékén. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1978, 151. old.
3. Balassa L.-Ortutay Gy.: Magyar néprajz. Corvina, Budapest, 1979
4. Balassa M. Iván és szerzőtársai: Műemlékek Borsod-Abaúj-Zemplén megyében. Hermann Ottó Múzeum, Miskolc, 1987

5. Balassa M. Iván : A parasztházak évszázadai : A magyar lakóház középkori fejlődésénekvázlata. Békéscsaba : Békés M. Tcs., 1985., 188 p.
6. Balassa M. Iván: A Faksz-házaktól a szocialista faluig. Népi építészet a 20. században. = Ház és ember. 15. 2002. 163-174.
7. Balogh Ilona: Magyar fatornyok. Budapest, 1935
8. Barabás Jenő – Gilyén Nándor: Magyar népi építészet. Budapest : Műszaki Kvk., 1987, 203 p.
9. Bartócz József: A fa és kő mesterei - A magyarországi építőipari céhek. Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 1976, 207 p.
10. Bárány János: Magyar népi építészet. Budapest : Móra Ferenc Ifjúsági Könyvkiadó, 1982, 60 p.
11. Bozsér Orsolya: Norvég fatemplomok. = A földgömb. 20. 2002. 4. 28-37.
12. Cseri Miklós – Balassa M. Iván – Viga Gyula (szerk.): Népi építészet a Kárpát-medence északkeleti térségében. Miskolc : Miskolci Herman Ottó Múzeum ; Szentendre : Szentendrei Szabadtéri Néprajzi Múzeum, 1989, 361 p.
13. Csermely Gábor (szerk.): Könnyűszerkezetes épületek, technológiák. Terc, Budapest, 2005, 221 p.
14. Csilléri Klára: A magyar népi lakáskultúra kialakulásának kezdetei. Budapest : Akadémiai Kiadó, 1982, 390 p.
15. Dám László: Építkezés. A debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem kiadványa, Debrecen, 1992, 264 old.
16. Dám László: Hagyomány és építészet : Tanulmányok a magyar népi építészet köréből. Debrecen : Ethnica, 1995, 255 p.
17. Dám László: Magyar néprajz. 1. Építkezés. KLTE BK, Bp, 1991, 194 p.
18. Dám László: Adatok a Pápa környéki falvak népi építészetéhez. = Ethnographia. 104. 1993. 2. 469-482.
19. Domanovszky György: Magyarország egyházi faépítésze. Akadémiai, Budapest, 1981
20. Domanovszky György: A magyar nép díszítőművészete. Akadémiai, Budapest, 1981
21. Fehér Zoltán: Világoszlop - világfa: kapubálvány. = Tudományos közlemények / Eötvös József Tanítóképző Főiskola. 9. 1995. 15-39.
22. Gerő László (szerk.): Magyar építészet a XIX. század végéig. Budapest Építésügyi Kiadó 1954, 283 p.
23. Gerő László: Régi orosz építészet. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1977

24. Gilyén Sándor - Imre Lajos: Erdély népi építésze. Kairosz Kiadó, 2006, 160 old.
25. Gilyén Nándor - Mendele Ferenc - Tóth János: A Felső-Tiszavidék népi építésze. Budapest : Műszaki Kvk., 1981, 203 p.
26. Hoffmann Tamás: Az épületfa, az erdő hasznosítása, sőt irtása az Alpoktól északra. = Ház és ember. 7. 1991. 5-30. Bibliogr 30-32.
27. Juhász Antal: Építkezés, bútor. = Agria. 29-30. 1993/1994. 24-28. Palócok. 1-4. köt. Szerk. Bakó Ferenc.
28. Kárpáti László: Az egykori abaújszolnoki görög katolikus fatemplom Myskovszky Viktor rajzain és az egyházlátogatási jegyzőkönyv alapján. /1876, 1877./ = A Herman Ottó Múzeum évkönyve. 37. 1999. 677-695.
29. Kovács József: Fa haranglábak, harangtornyok. Pilisszentlászló : Petit Print Kiadó Kft., 1999, 228 p.
30. Kovács József : Fatornyok és fatemplomok a Kárpát-medencében. Budapest : Romanika Kiadó, 2004, 199 p.
31. Kovács József: Fatemplomok Kárpátalján. Építésügyi Tájékoztatási Központ, Budapest, 1990, 139 old.
32. Kovács József: Fatemplomok Máramarosban. Építésügyi Tájékoztatási Központ, Budapest, 1988, 77 old.
33. Kovács József: Felvidéki fatemplomok. Héttorony Könyvkiadó
34. Kovács József: Fatemplomok Kárpátalján. 1. = Országépítő. 5. [19]94. 4. 33-41.
35. Kovács József: Fatemplomok Kárpátalján. 2-3. = Országépítő. 6. [19]95. 1. 52-61., 2. 71-77. 1. uo. 5. 1994. 4. 33-41.
36. Kurucz A. - Balassa M. I. – Kecskés P.: Szabadtéri néprajzi múzeumok Magyarországon. Corvina Budapest, 1987
37. Makovecz Imre: Falakba zárt szellem. A szerves építészet tőkeértékéről. [Lejegyezte] Molnár Pál. = Magyar nemzet. 58. 1995. 143. 9.
38. Malonyai Dezső: A magyar nép művészete. Franklin, Budapest, 1922
39. Marosi Ernő: Magyar falusi templomok. Corvina, Budapest, 1975
40. Mojzer Miklós: Torony, kupola, kollonád. Művészeti füzetek 1., Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971
41. Novák Ágnes: Zöld anyagok. Ymmf, Budapest, 1996
42. Országos Műemlékvédelmi Felügyelőség: Műemlékjegyzék. Műszaki Kiadó, Budapest, 1960
43. Országos Műemlékvédelmi Felügyelőség: Magyarország műemlékjegyzéke. ÉTK, Budapest, 1976

44. Ortutay Gyula: Magyar Néprajzi Lexikon 1-5. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1977-1982.
45. Platthy György-Rónai Béla: Népművészet. Tankönyvkiadó, Budapest
46. Sabján Tibor - Buzás Miklós: Hagyományos falak. Terc, Budapest, 2005, 140 old.
47. Sisa Béla: A Kárpát-medence fatornyai. Níregyháza-Sóstófürdő : Múzeumfalu Baráti Köre, 2001. 365 p.
48. Sümei György: Festett asztalosmunkák a Duna-Tisza közén. A szabadszállási református templom famennyezetének töredéke. = Ars Hungarica. 20. 1992. 1. 43-52.
49. Szűcs Miklós: A föld és a fa a környezetbarát építésben. Budapest, Szent István Egyetem Ybl Miklós Főiskolai Kar, 1999, 28 p.
50. Szatyor Győző: Faművesség. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1986
51. Szőnyi Ottó: Régi magyar templomok. Reprint kiadás, Anno Kiadó, 243 old.
52. Tóth János: Göcsej népi építészete. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1965, 155 p.
53. Tóth János: Az Őrségek népi építészete. Budapest : Műszaki Könyvkiadó, 1975, 155 p.
54. Tóth János: Népi építészetünk hagyományai. Budapest : Műszaki Könyvkiadó, 1961, 231 p.

2. Külföldi

1. 100 alte Berner Holzhäuser. Bern, Lobsinger Verl., (1936) 1974
2. Adamski, Heinz J. - Wehmeyer, Hermann: Fachwerk-Häuser im alten Hildesheim. Hildesheim. Bernward-Verl. 1991. 120 p.

Ahrens, Claus; Frühe Holzkirchen im nördlichen Europa. Hamburg, 1981
3. Ahrens, Claus; Wiederaufgebaute Vorzeit – Archäologische Freilichtmuseen in Europa; Neumünster; 1990
4. Alcock, N.W. (szerk.): Recording timber-framed buildings : an illustrated glossary. London : Council for British Archaeology, 1989. 52 p., Practical handbooks in archaeology, no. 5
5. Anderegg, Jean-Pierre (szerk.): Holzbaukunst = Architecture en bois = Architecture in wood : Fachwerk, Dachgerüst, Zimmermannswerkzeug : systematisches Fachwörterbuch : construction en pan de bois, charpente de toit, outils du charpentier : dictionnaire spécialisé et systématique : timber-frame construction, roof frame, carpenter's tools : specialized and systematic dictionary
6. Anderson, LeRoy Oscar: Wood-frame house construction Budapest : Cser, 1999, 251 p.

7. Bailey, John: Timber framed buildings : a study of medieval timber buildings in Bedfordshire and adjoining counties. Bedfordshire, Buckinghamshire and Cambridgeshire Historic Building Research Group, 1979. 33 p.
8. Barnfield, Terry: A selection of timber-framed houses in Harting. Petersfield: Published for the Harting Society, 1980, 54 p.
9. Bauen in Holz : Blockbau, Fachwerk, Plattenbau, Hallenbau und Innenausbau / Herausgegeben von Hans Stolper, Stuttgart : Hoffmann, cop. 1941, 162 p.
10. Bărcă, Ana – Dinescu, Dan: The wooden Architecture of Maramureş. Bucharest, Humanitas, 1997
11. Bedal, Konrad: Fachwerk in Franken. Hof. Oberfränk. Verl. 1980 255 p.
12. Bedal, Konrad: Fachwerk in Franken vor 1600. Petersberg, Kr Fulda, Michael Imhof Verlag, 2006, 750 p.
13. Bedal, Konrad; Haus und Stadel, Bäuerliches Bauen in der Oberpfalz. Regensburg, 1975
14. Bedal, Konrad; Historische Hausforschung. Münster, 1978
15. Begemann, Helmut F.; Lexikon der Nutzhölzer; Mering (Augsburg); 1963
16. Bernert, Karl: Umgebendehäuser. Düsseldorf, 1988
17. Bickel, Ludwig: Hessische Holzbauten. Marburg i. Hessen, Elwert, 1906, 50 p.
18. Bielenstein, August J.: Die Holzbauten und Holzgeräte der Letten. St.-Petersburg, 1907, 838 p.
19. Bigalke, Hans-Günther: Fachwerkhäuser : Verzierungen an niederdeutschen Fachwerkbauten und ihre Entwicklung in Celle. Hannover : Schlüter, 2000, 345 p.
20. Binding, Günther: Fachterminologie für den historischen Holzbau Fachwerk – Dachbau, Köln, 1990, 49 p.
21. Binding, Günther: Das Dachwerk auf Kirchen im deutschen Sprachraum vom Mittelalter bis zum 18. Jahrhundert. Munich, 1991
22. Binding, Günther – Mainzer, Udo – Wiedenau, Anita: Kleine Kunstgeschichte des deutschen Fachwerkbaus. Darmstadt, Primus-Verl., 1997, 208 p.
23. Bismanis, Maija R.: The medieval English domestic timber roof: a handbook of types. New York ; Bern ; Frankfurt am Main ; Paris : Lang, 1987, 314 p.
24. Blaser, Werner: Fantasie in Holz. Basel-Boston-Stuttgart, Birkhäuser, 1987
25. Blaser, Werner: Bauernhaus in der Schweiz. Basel, Birkhäuser, 1983
26. Blaser, Werner: Holz-Haus. Basel, Wepf Verlag, 1985
27. Blaser, Werner: Strukturele Achitektur in Osteuropa. Basel, Zbinden Verl., 1975

28. Blaser, Werner: Schweizer Holzbrücken. Basel, Boston, Stuttgart, 1982
29. Blomstedt, Yrjö – Sucksdorff, Victor: Karelische Gebäude und ornamentale Formen aus Zentral-Russisch-Karelien. Helsingfors, 1902
30. Blöcher, Elsa: Der Zimmermann im Hinterland und seine Balkeninschriften. Kassel, Neumeister, 1975, 266 p.
31. Blüm, Diether: Alte Bensheimer Fachwerkhäuser und ihre Geschichte. Bensheim, Magistrat, 1980, 67 p.
32. Bosslet, Klaus – Schneider, Sabine: Ästhetik und Gestaltung in der japanischen Architektur - Das traditionelle Wohnhaus. Düsseldorf, 1990
33. Böhm, Theodor: Handbuch der Holzkonstruktionen des Zimmermanns. Berlin, 1911
34. Bramwell, Martyn (Szerk.): The International Book of Wood. London, 1979
35. Braun, Frank – Schenkenberg, Manfred: Ländliche Fachwerkbauten des 17. bis 19. Jahrhunderts im Kreis Herzogtum Lauenburg. Neumünster, Wachholtz, 2001, 168 p.
36. Bresson, Therese und Jean-Marie: Frühe skandinavische Holzhäuser. Düsseldorf, 1981
37. Breymann, G. H.: Baukonstruktionslehre II. – Holz; Dr. Otto Warth: Die Konstruktionen in Holz. Leipzig, J. M. Gebhardt's Verlag, 1900, 355 old. 124 tábla
38. Brown, R. J.: Timber-framed buildings of England. London : Hale, 1986. 368 p.
39. Brown, S. Azby: The genius of Japanese carpentry. Tokyo, 1989
40. Brunskill, R. W.: Timber building in Britain. London : Gollancz in association with Peter Crawley, 1985. 239 p.
41. Brunskill, Ronald William: Traditional Farm Buildings of Britain. London, 1987
42. Bugge, Gunnar; Stabkirchen in Norwegen; Brummunddal; 1984
43. Castle, Stephen A.: Timber-framed buildings in Watford. London : Phillimore for the Hertfordshire Local History Council, 1977. 32 p.
44. Carstensen, Jens: Die Holzschindel - ihre geschichtliche Entwicklung, Herstellung und Verwendung zur Hauptsache dargestellt an Beispielen aus dem Iser-, Riesen-und Erzgebirge. Schwarzenberg, 1937
45. Castellano, Aldo: Alte Bauernhäuser in Italien. Munich, 1986
46. Centre de Recherches sur les Monuments Historiques: Maison à pans de bois : étude de structures : fin du XVe, début du XVIe siècle-Luynes (Indre et Loire) / Ministère de la culture, Direction du patrimoine, Centre de recherches sur les monuments historiques. Paris: le Centre, 1983. 26 p.
47. Coaldrake, William H.: The Way of the Carpenter. New York, Tokyo, 1990

48. Conrad, Dietrich: Kirchenbau im Mittelalter. Leipzig, 1990
49. Cramer, Johannes: Farbigkeit im Fachwerkbau : Befunde aus dem süddeutschen Raum. München, Dt. Kunstverl., 1990, 219 p.
50. Cummings, Abbott Lowell: The framed houses of Massachusetts Bay, 1625-1725. Cambridge, Massachusetts, London, Belknap Press, 1979. 261 p.
51. Dales, R. P.: The older houses of Warnham : an introduction to the timber-framed buildings which may be seen throughout the parish. Horsham, Warnham Historical Society, 1982, 33 p.
52. Deininger, Johann: Das Bauernhaus in Tirol und Vorarlberg. Vienna, 1897-1903
53. Dienwiebel, Herbert: Oberschlesische Schrotholzkirchen. Breslau, 1938
54. Dietrichson, L – Munthe, H.: Die Holzbaukunst Norwegens in Vergangenheit und Gegenwart. Berlin, 1893
55. Dollman, F.T. – Jobbins, J. R.: An analysis of ancient domestic architecture in Great Britain. London, 1861
56. Ebel, Jürgen: Die Limburger Fachwerkbauten des 13. Jahrhunderts. Limburg an der Lahn, Sanierungsleitstelle, 1997, 193 p.
57. Ecker, Dietrich - Probst, Christian: Holzbauten in Europa. Wien, Bundesholzwirtschaft, 1991, 36 p.
58. Erler, Klaus: Alte Holzbauwerke – Beurteilen und Sanieren. Verlag für Bauwesen, Berlin-München, 1993, 202 p.
59. Églises à pans de bois : études de structures / Centre de recherches sur les monuments historiques. Paris : Ministère de la culture. Centre de recherches sur les monuments historiques, 1982
60. Fachwerkkirchen in Hessen. Die Blauen Bücher, Verlag Langewiesche-Königstein, 1988
61. Fach-Werk (Mitteilungsbl. d. Volkskundlichen Seminars d. Universität Bonn). Bonn, Seminar, 1982
62. Faensen, Hubert – Iwanow, Wladimir: Altrussische Baukunst. Vienna & Munich, 1972
63. Feuerné Tóth R.: Reneszánsz építészet Magyarországon. Corvina, Budapest, 1977
64. Foltyn, Ladislav: Volksbaukunst in der Slowakei. Prague, 1960
65. Först, Walter: Fachwerk und Hochhaus. Münster, 1963, 22 p.
66. Franke, Heinrich: Ostgermanische Holzbaukultur und ihre Bedeutung für das deutsche Siedlungswerk. Breslau, 1936

67. Freckmann, Klaus: Das Fachwerkhaus an der Mosel. Köln, Abt. Architektur d. Kunsthistor. Inst., 1975, 268 p.
68. Genthon István: Magyarország műemlékei. Akadémiai, Budapest, 1951
69. Gerner, Manfred: Die Kunst der Zimmerer – Meisterwerke aus Europa, Amerika und Asien. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart München, 2002, 151 old.
70. Gerner, Manfred: Fachwerklexikon : Handbuch für Fachwerk und Holzkonstruktion. Frankfurt : Deutsche Verlags-Anstalt, 1997. 240 p.
71. Gerner, Manfred: Fachwerk : Entwicklung, Gefüge, Instandsetzung. Stuttgart : Deutsche Verl.-Anst., 1983, 144 p.
72. Gerner, Manfred: Fachwerk in Frankfurt am Main. Frankfurt am Main, Kramer, 1979, 119 p.
73. Gerner, Manfred: Farbiges Fachwerk. Stuttgart, 1983, 135 p.
74. Gerner, Manfred: Handwerkliche Holzverbindungen der Zimmerer. Stuttgart, 1992
75. Gille, Theo: Stadtführer Osterwieck : Geschichte und Baukunst einer Fachwerkstadt. Braunschweig : Archiv-Verl., 2001, 192 p.
76. Gierth, Johann: Der Wiener Zimmermann oder practische und allgemein faßliche Unterweisung zur Ausmittlung der Dachlagen, zur Construction der Holzverbände im Allgemeinen und insbesondere der Dachverbindungen. Vienna, 1840
77. Gladbach, Ernst: Der schweizer Holzstyl. Darmstadt, Koehler, 1868; Hannover, Verl. Th. Schäfer, 1984, 30 p.
78. Gladbach, Ernst: Charakteristische Holzbauten der Schweiz. Neuaufl. der Ausg. Berlin, Claesen, 1893; Hannover, Vincentz, 1976, 22 p.
79. Graef, Max: Der dekorative Holzbau. Reprint nach d. Orig.-Ausg., Weimar, Voigt, 1893; Hannover, Ed. "Libri Rari" im Verl. Schäfer, 1997, 36 p.
80. Graubner, Wolfgang: Holzverbindungen. Stuttgart, 1986
81. Grossmann, G. Ulrich: Der spätmittelalterliche Fachwerkbau in Hessen. Königstein im Taunus : Langewiesche, 1983. 127 p.
82. Großmann, Georg Ulrich - Michels, Hubertus: Fachwerk als historische Bauweise. Suderburg-Hösseringen, Ed. Anderweit, 2002, 310 p.
83. Großmann, Georg Ulrich: Fachwerk in Deutschland. Petersberg, Imhof, 2006, 144 p.
84. Großmann, Georg Ulrich: Fachwerk - entdecken und verstehen. Regensburg , Schnell und Steiner, 2006

85. Hagemeyer-Kottwitz, Anita: Angeliter Fachwerkarchitektur vom 17. bis 19. Jahrhundert. Neumünster : Wachholtz, 1985. 132p.
86. Halfar, Wolfgang: Geschichte des Hauses und der Fachwerkarchitektur in der Region Wolfhagen. Wolfhagen, Regionalmuseum, 1993, 247 p.
87. Hammann, Gustav: Zimmermeister und Fachwerkbau in Bottendorf. Bottendorf, Evang. Pfarramt, 1971, 7 p.
88. Hammerl, Claudia: Die Entwicklung der Holzfachwerkkonstruktionen in ihrem historischen Umfeld, 1991
89. Hanftmann, Bartel: Hessische Holzbauten. Marburg, Elwert, 1907, 200 p.
90. Hansen, Hans Jürgen - Berg, Arne: Holzbaukunst - eine Geschichte der abendländischen Holzarchitektur und ihrer Konstruktionselemente. Oldenburg – Hamburg, Stalling Verlag, 1969, 276 p.
91. Hansen, Wilhelm: Fachwerk im Weserraum. Hameln, Niemeyer, 1980. 324 p.
92. Happes, Hans – Müller, Stefan: Mosbach : junge alte Fachwerkstadt. Erfurt, Sutton, 2005, 95 p.
93. Harris, Richard: Discovering timber-framed buildings. Aylesbury : Shire Publications, 1978. 96 p.
94. Herrmann, Volker – Wilcke, Holger: Bäume, Balken, Fachwerkbauten : Entwicklung und Geschichte des Fachwerkbaus in Süddeutschland. Büchenbach, Verl. Dr. Faustus, 2002, 56 p.
95. Heitefuss, Dieter: Braunschweig - gestern und heute : städtebauliche Veränderungen in 65 Jahren ; Fachwerkstadt - Kriegszerstörungen – Wiederaufbau. Braunschweig, Heitefuss, 1993, 132 p.
96. Hessische Holzbauten. Hannover : Edition "libri rari", 1983.
97. Holzarchitektur - der Holzbaupreis 1996, Stockholm, TrÄinformation, 1996, 171 p.
98. Holzarchitektur in der UdSSR, Moskau, 1978 100. Holzarchitektur (Holzbau) Sammlung von Facadenausbildungen mit ausgemauerten und verschaalten Riegelwänden, ganz und nur in dem oberen Theile aus Fachwerk... etc. 1893. 183 p.
99. Hølmekbakk, Beate (ed.): Timberwork – Selected projects wood technology, The Timber Award 1961-1999. Oslo, Arkitekturforlaget, 2000 102. Hornburg : mittelalterliche Fachwerkstadt im Vorharz. Horb am Neckar, Geiger, 1994, 48 p.
100. Huxhold, Erwin: Die Fachwerkhäuser im Kraichgau – ein Führer zu den Baudenkmälern. Heidelberg ; Ubstadt-Weiher ; Basel : Verl. Regionalkultur, 2002, 358 p.
101. 104. Imhof, Michael: Historistisches Fachwerk. Bamberg, Bayer. Verl.-Anst. 1996, 672 p.

102. Issel, Hans: Holzbau. Holzminden, Reprint-Verl. Leipzig, 2004, 197 p.
Kaspar, Fred: Fachwerkbauten des 14. bis 16. Jahrhunderts in Westfalen. Münster, Coppenrath, 1986, 272 p.
103. Kienzler, Herbert: Siegerländer Fachwerkhäuser. Siegen, Kreis Siegen, 1974, 96 p.
104. Klöckner, Karl: Alte Fachwerkbauten. München, Callwey, 1991, 236 p.
105. Klöckner, Karl – Krupp, Ingrid: Alte Fachwerkbauten. Augsburg, Bechtermünz-Verl., 1999, 236 p.
106. Koch, Rudolf: Altenbekener Höfe und Fachwerkhäuser aus früheren Jahrhunderten. Zaltbommel/Niederlande, Europ. Bibliothek, 2002
107. Krück, Karl: Nordhessisches Fachwerk und Grossalmeroder Dachziegel. Horb am Neckar, Geiger, 1996, 108 p.
108. Lachner, Carl: Geschichte der Holzbaukunst in Deutschland. Leipzig, Seemann Verlag 1887, 132 p.
109. Langematz, Rolf - Pörner, Ernst - Kürth, Herbert: Fachwerk in Wernigerode. Weimar, Böhlau, 1963, 127 p.
110. Leheldt, Paul: Die Holzbaukunst. Reprintaufl. der Orig.-Ausg. Berlin 1880, Reprint-Verl.-Leipzig, 2001, 274 p.
111. Loewe, Ludwig: Schlesische Holzbauten. Düsseldorf, Werner, 1969, 169 p.
112. Lunkenheimer, Ludwig: Schleifkotten, Mühlen, Hämmer an den Solinger Bächen. Landschaftsverband Rheinland, Landeskonservator Rheinland, Arbeitsheft 33, Köln, Rheinland Verlag, 1990
113. Macha, Lothar: Historische Entwicklung und Systeme des Holzbaus 21-70. p. In: Guido Kuphal-Walter Meyer (bearb.): Moderner Holzhausbau in Fertigbauweise. BDF-Bundesverband Deutscher Fertigbau e.V. und Autorenteam Lehre-Forschung-Praxis, WEKKA MEDIA, Kissing, 2001, 582 p.
114. Meier, Wolfgang - Theissmann, Udo: Fachwerklandschaften. Horn- Bad Meinberg, Hütte, 1985, 143 p.
115. Mertins, Gerhard: Turmfachwerke. Düsseldorf, Werner, 1966, 180 p.
116. Michell, George: Living wood - sculptural traditions of Southern India. Bombay, Marg Publ., 1992, 208 p.
117. Mittoff, A.: Bulgarische Holzbauten. Sofia, La Commission Archeographique, 1907
118. Nash, Gerallt D.: Timber-framed buildings in Wales. Cardiff : National Museum of Wales, 1995. 46 p.

119. Nicke, Herbert: Bergisches Fachwerk : ein Streifzug durch Architektur und Geschichte des rechtsrheinischen Fachwerkbaus. Wiehl, Galunder, 1996, 208 p.
120. Nicke, Herbert: Fachwerk zwischen Wupper und Sieg : Studien zum bergischen Fachwerkbau. Wiehl : Galunder, 1999, 202 p.
121. Nordhagen, Per Jonas: Trebyen faller : Bergen 1870-1970. Oslo : Dreyer, 1975. 44 p.
122. Pănoiu, Andrei: Din arhitectura lemnului în România. Andrei Pănoiu. 178p.
123. Pettersson, Lars: Suomalainen puukirkko = Finnish wooden church. Helsinki : Suomen Rakennustaiteen Museo, 1989, 160 p.
124. Pfistermeister, Ursula: Fachwerk in Franken. Nürnberg, Carl, 1993, 203 p.
125. Pryce, Will: Fa a világ építészetében. Kossuth Kiadó, Szingapúr, 2005,
126. Quickels, Wolfgang / Blossey, Hans: Industriekultur zwischen Fachwerk und Fördertürmen. 1999, 184 p.
127. Reiseführer Deutsche Fachwerkstraße. Vellmar, tvv, Touristik-Verl. Vellmar, 2004, 254 p.
128. Schepers, Josef: Die kulturgeschichtliche Bedeutung des Fachwerks. Münster, 1974, 43 p.
129. Schauer, Hans-Hartmut: Die Fachwerkstadt Osterwieck. Berlin, Verl. für Bauwesen, 1997, 201 p.
130. Schauer, Hans-Hartmut: Quedlinburg : Fachwerkstadt, Weltkulturerbe. Berlin, Verl. Bauwesen, 1999, 157 p.
131. Schwab, Jürgen: Das grosse Buch vom Holz. Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG Hamburg, 2003
132. Slawski, Robert: Braunschweiger Fachwerk. Braunschweig, Pfankuch, 1988. 72 p.
133. Slavid, Ruth: Wood architecture. München, DVA 2005, 239 p.
134. Sippel, Heinrich: Über die Kirche, Fachwerkhäuser und Schreckköpfe in Schlitz. H. Sippel, 1982, 31 p.
135. Sobon, Jack – Schroeder, Roger: Holzrahmen Konstruktionen – Geschichte und Entwicklung der Timber-Frame-Bauweise. Düsseldorf, Werner Verlag, 1990, 192 p.
136. Stoklas, Karlheinz: Sakrale Holzbauten im Ausland. Stuttgart, IRB-Verl. 1989, 48 p.
137. Stolper, Hans - Fuchs, J. K.: Bauen in Holz. Stuttgart, Hoffmann, 1933, 148 p.
138. Stötzer, Siegfried: Mittelalterliche Fachwerkschätze und bürgerliche Baukunst aus der Zeit vor 1550 in Esslingen. Altbach, Hölderlinweg, 2003, 68 p.

139. Stungo, Naomi: The new wood architecture. London : Laurence King Publishing, 2001. 240 p.
140. Sunley, John – Bedding, Barbara: Timber in Construction. London, TRADA, 1985, 218 p.
141. Taylor, Raymond J. & Keenan, Frederick J.: Wood Highway Bridges, Canadian Wood Council, Ottawa 1992
142. Tessenow, Heinrich: Zimmermanns-Arbeiten. Repr. [der Ausg.] München, Callwey, 1921; Hannover, Ed. "Libri Rari" im Verl. Schäfer, 1994
143. Valebrokk, Eva – Thiis-Evensen, Thomas: Norwegische Stabkirchen. Boksenteret, Helsinki, 1999, 104 p.
144. Voit, Otto: Das Fachwerk in der Fränkischen Schweiz. Erlangen, Palm und Enke, 1991, 372 p.
145. Walbe, Heinrich: Das hessisch-fränkische Fachwerk. Darmstadt, LC Wittich, 1942, 71 p.
146. Wallsgrove, Steven: The timber-framed buildings of Hunningham. Steven Wallsgrove, 1987. 24 p.
147. Weidhaas, Hermann: Fachwerkbauten in Nordhausen. Berlin, Henschel, 1955, 120 p.
148. Weiss, Walter: Fachwerk in der Schweiz. Basel, Birkhäuser, 1991, 252 p.
149. Wetzel, Johannes: Holzfachwerk. Renningen, expert-Verl., 2003, 461 p.
150. Wetzel, Johannes: Historische Holzfachwerkbauten. Renningen, expert-Verl.
151. Wiegand, Otto: Melsungen – historische Fachwerkstadt am Fulda-Fluß. Erfurt, Sutton, 1997, 128 p.
152. Whiteson, Leon: Modern Canadian Architecture, Hurtig Publishing, Edmonton 1983 (Limited selection of wood).
153. Wittmann Gyula (szerk.): Mérnöki faszervezetek. Budapest : Mezőgazdasági Szaktudás K., 2000.
154. Woodall, Ronald: Magnificent derelicts : a celebration of older buildings. Vancouver : J. J. Douglas, 1975. 144. p.
155. Zech, Traugott : Holzbauten in Vorarlberg. Feldkirch, Rheticus-Ges., 1985, 120 p.
156. Ziegelmauerwerke, Naturstein, Mörtel-Verbände, historische Fachwerkbauten. Stuttgart, Fraunhofer-IRB-Verl., 2004, 151 p.
157. Zwerger, Klaus: Wood and Wood Joints – Building traditions of Europe and Japan. Basel, Birkhäuser, 1997

11. fejezet - Sobó Jenő: Építőfa (1910)

Tartalom

1. Általános rész

- 1.1. Az építőfa alkalmazása
- 1.2. A fa belső szerkezete
- 1.3. A tűlevelű és lombos fák szöveti alkotása
- 1.4. A fa kémiai alkotása

2. Az Építőfa fontosabb nemei, hibái és rendellenességei

- 2.1. A tűlevelű fák
- 2.2. A lombos fák.
- 2.3. A külföldi fanemek
- 2.4. A fák hibái és rendellenességei

3. A fa műszaki tulajdonságai és megvizsgálása

- 3.1. A fajsúly.
- 3.2. A keménység
- 3.3. A hasadékonyság
- 3.4. Aszás és dagadás
- 3.5. Repedés és vetemedés
- 3.6. A rugalmasság.
- 3.7. A hajlékonyság és szívósság
- 3.8. A szilárdság
- 3.9. A tartósság
- 3.10. A fa mint tüzelőanyag
- 3.11. A fa műszaki vizsgálata

4. Az építőfa megválasztása, vágása, megmunkálása és osztályozása

- 4.1. Az építőfa megválasztása.
- 4.2. Az építőfa vágása a és kezelése
- 4.3. Az építőfa megfaragása és széthasítása
- 4.4. A gépekkel való megmunkálás
- 4.5. Az építőfa használatos alakjai.

5. Az építőfa romlása és betegségei

- 5.1. A korhadás vagy redvesedés
- 5.2. A házigomba
- 5.3. Egyéb faromboló gombák.
- 5.4. Védekezés a házigomba ellen.
- 5.5. A házigomba irtása.
- 5.6. A gombaellenes szerek
- 5.7. A rovarrágás (szarurágás, hernyórágás)
- 5.8. A fa gyúlékonysága és tűz elleni védelme

6. A tartósságának növelése (Fakonzerválás)

- 6.1. Az építőfa kiszáritása
- 6.2. A bemázolás.
- 6.3. A kilúgozás, főzés és gőzölés
- 6.4. A telítés (impregnálás)
- 6.5. A vulkanizálás
- 6.6. A szenilizálás. (Erd.Lapok. 1901.V.sz.)

1. Általános rész

1.1. Az építőfa alkalmazása

Az építőfa az építőanyagok között mindenkor kiváló helyet foglalt el s habár újabban versenytársa akadt a vasban és a betonban, az építőkövek után mégis a fát illeti az elsőség.

Alkalmazása igen sokoldalú. Nélkülözhetetlen anyaga nemcsak a házépítésnek és belső berendezésének, valamint a víz-, híd-, és hajóépítésnek, hanem nagy mértékben alkalmazzák talpfák alakjában a vasutaknál, bányafa alakjában a bányászathoz és műfa gyanánt az asztalos-, esztergályos-, kocsigyártó-, és más iparnál is. Ezt a sokoldalú alkalmazását kiváló tulajdonságainak köszönheti. A fa ugyanis könnyen termelhető, megoldozható és szerkezetekbe köthető, csekély súlya miatt könnyen kezelhető, e mellett pedig eléggé kemény, szilárd és teherbíró, szívós és rugalmas a természetének megfelelő körülmények között tartós. Rossz oldala ezzel szemben, hogy könnyen tüzet fog, hogy tartósságra bizonyos körülmények ((korhadás, gombásodás stb.) káros befolyást gyakorolnak s hogy jósa és teherbírása beépítése után fokozatosan csökken. Ez oknál fogva oly szerkezetekre, amelyekről hosszú időn át lehetőleg állandó teherbírást kívánunk, a fa kevésbé alkalmas.

A magyar állam egész területéből az erdők mintegy 28 %ot, vagyis 15.800.000 kat. Holdat foglalnak el. Hazánk építő- és műfa termelése ennél fogva nemcsak hazai szükségletünket képes teljesen fedezni, hanem kiviteli cikkeink között is igen jelentékeny a szerepe. Az építőipar egyes céljaira azonban, de különösen a hajó-, építő-, asztalos-, esztergályos-, kocsigyártó, stb. ipar részére külföldi építő- és műfát is jelentékeny mennyiségben hoznak be hazánkba. Ezért szükséges, hogy a hazai fafajokon kívül a külföldről importált fákat s azok műszaki tulajdonságait is megismerjük.

1.2. A fa belső szerkezete

A fa belső szerkezete határozza meg a fa szövétét, műszaki és ipari tulajdonságait s ezzel a fának építő- és szerkezeti anyagul való alkalmazását is. A fa szövete vagy struktúrája a fa különböző metszetein vizsgálható meg, részben szabad szemmel, részben mikroszkóppal. Ehhez a vizsgálathoz háromféle metszet szükséges: a keresztmetszet, mely a törzs hosszanti tengelyére merőlegesen van fektetve s a fa bütűjét vagy homlokát tárja fel, a tükrös vagy sugaras metszet, mely a törzs sugara irányában fektetve, a bélsugarak oldalát mutatja, és az érintő- /tangenciális/ vagy húrmetszet, mely a keresztmetszet valamelyik húrján keresztül, az évgyűrűre érintőlegesen halad s a farostok alakjáról ad fölvilágosítást.

Ha ezeken a metszeteken vizsgáljuk a fa szövétét, a fasejtek különböző elrendezése tűnik szemünkbe. A törzs közepén van a bél (B), amely vékony falú és tágas sejtekből álló szövétet mutat és bélövvel van körülveve. A bél, amely keresztmetszetben három vagy ötszög- alakú, korosabb fákon szembetűnőbb, mint a fiatalokon és csak milliméter átmérőjű. Sejtjei már nem szaporodnak többé, hanem kitágulnak, kiürülnek, kiszáradnak és megfásodnak.

A béltől a kéreg felé vékonyabb sejtszövetrészek ágaznak ki, melyek a törzs keresztmetszetén sugaras irányúak s melyeket azért bélsugaraknak nevezünk. A bélsugarak lapos sejtek csoportjaiból állnak, melyek a háncs és a farész között vízszintes irányban tartják fenn a közlekedést s különösen a háncsban levő kész táplálóanyagokat vezetik a törzs belseje felé, egészen a bélíg (elsőrendű bélsugarak). A kéregtől a bél felé ismét rövidebb bélsugarak haladnak, melyek a faképző- anyagoknak a héjtól befelé való vezetésére szolgálnak (másodlagos bélsugarak). A törzs sugármetszetén ezek a bélsugarak egyes fanemeknél (tölgyfa, bükkfa, erdeifenyő stb.) keskeny, hosszabb-rövidebb szalagdarabkák vagy fényes sávok alakjában jelentkeznek s alkotják az ún. tükröt, a tangenciális metszeten ellenben függőleges s többé- kevésbé párhuzamos vonalak alakjában láthatók.

A bélsugarak és a kerület által határolt háromszög alakú részek, az ún. nyalábok vékony sejtsövények csoportjából állnak. Ezek a rostok a béllel több-kevésbé párhuzamosan haladva, függőleges irányban közvetítik a nedvzállítást a gyökerek és a korona között és középpontos gyűrűkben sorakoznak a bél körül, melyek a bélsugarakat keresztezik, s melyeket évgyűrűknek nevezünk. Egy-egy ilyen évgyűrű mindazokat a rostokat foglalja magában, amelyek egy év folyamán képződtek. A fa vastagsága minden évben egy ilyen gyűrűvel gyarapszik, s minden gyűrű egy-egy palást, mely a már előbb keletkezett fatestet tövétől egészen a csúcsáig beborítja. Az évgyűrűk szélessége különböző a fafajok, az éghajlati s növekedési viszonyok, valamint a talaj minősége szerint. Az évgyűrűk színe annál sötétebb, minél idősebbek, mert ekkor annál több ásványi részt tartalmaznak.

Egyes fanemeknél, amelyeket gyűrűs likacsú fáknak szoktak nevezni, minden évgyűrűn meg lehet különböztetni a ritkább, likacsosabb, világosabb színű és lágyabb belső részt és a tömöttebb, sötétebb színű és keményebb külső részt. Az előbbi azokat a rostokat foglalja magában, amelyek tavasszal és a nyár elején, a bőséges nedvkeringés idejében képződtek, az utóbbi pedig azokat a rostokat, amelyek nyáron és ősszel rakódtak le. Az előbbi az u.n. tavaszi-, az utóbbi az őszi pászta. A tavaszi pászta sejttjei tágasak és vékony falúak, nedvben gazdagok, az őszi pásztaé ellenben finomak és vastag falúak s ennél fogva szilárdabbak. A két pászta sejttjei közt föllépő különbség az oka annak, hogy a fa évgyűrűi könnyen fölismerhetők.

A fa legkülsőbb rétegöve a kambium, mely különösen a tápláló nedvnek fölfelé való vezetésére szolgál. Alkotórészei a háncs és a héj.

A kambiumrétegnek mind belső, mind külső felületén képződnek a fa új sejttjei; az előbbieket a fa vastagságának gyarapítására, az utóbbiakat a háncs képzésére szolgálnak. A háncs e szerint a legfiatalabb szövetréteg s azokat a sejttjeit foglalja magában, amelyek nem fásodnak meg, hanem szívós rostokat alkotnak, védik az új, még zöld növényrészt az elszáradás ellen s pótolják az elhalt, repedezett, lehámló kérget.

A háncsot körülveszi a héj és azt borítja a külső, elparásodott kéreg. Ennek sejttjei ásványi részekkel vannak tele és védik a fa belső szövetét a vízvesztés és az elszáradás ellen.

A törzs keresztmetszetén továbbá a legtöbb fafajnál két különböző faréteg látható. Az egyik a külső, világosabb és fiatalabb rész, amelyet szíjácsnak, a másik a belső, idősebb és sötétebb rész, amelyet színfának vagy gesztnak nevezünk. A szíjács a törzs eleven fája, amely még működésben van s mint ilyen a vizet a levelekhez vezeti, a fa életfeladatát teljesíti, sok tápláló-, cserző- és gyantaanyagot tartalmaz s ebből kifolyólag világosabb színű, nedvesebb, lágyabb, gyengébb, kevésbé tömör s nem oly merev, mint a színfá. A geszt ellenben már az érett fát képviseli, amely már elvesztette elevenességét, megbarnult és megmerevedett, sejttjei és edényei megfásodtak vagy bedugultak és vízvezetésre már nem alkalmasak a táplálósejttjeikben nem rakódik le többé képzőanyag. A geszt ennél fogva anyagdúsabb, nehezebb és szilárdabb, sokkal tartósabb s ennek következtében értékesebb is, mint a szíjács. Ez biztosítja a fa szilárd állását s csak ez tekinthető alkalmas építőanyagul. A szíjácsot a legtöbb építőszerkezetnél megfaragás által eltávolítjuk, mert a sejttjeiben levő sok táplálóanyag elősegítené a fa rökönnyödését, revesedését, gombásodását és rovarok által való megtámadását s csökkentené a faszerkezetek szilárdságát és tartósságát.

Azokat a fákat, amelyeknek fateste gesztből és szíjácsból áll, gesztes fáknak nevezzük, még akkor is, midőn a geszt színében nem üt el a szíjácstól. Ezekkel szemben állnak a geszt nélküli fák, amelyeknek fája a törzs egész belsejében egyforma s melyeknek elemei egészen a bélíg megtartják életműködésüket. Ezeket szíjácsos fáknak nevezik. Vannak azonban szíjácsos fák (pl. a bükkfa), amelyeknek törzsében szintén találni élesen elválasztott barna színű fát. Ez azonban nem igazi geszt, hanem már a bélkorhadás kezdetén levő fa, amelyet, megkülönböztetésül az igazi gesztől, állgesztnak neveznek.

Gesztes fáknál a szíjács szélessége a geszthez képest majd kisebb, majd nagyobb. Egyes fáknál (akác, szil, gesztenye, stb.) a szíjács a geszthez képest igen keskeny, másoknál (erdei- és vörösfenyő, kőrisfa stb.) aránylag szélesebb, ami természetesen a geszt rovására megy. A fiatal fák általában sokkal több szíjácsot tartalmaznak, mint a korosabb, un. érett fák. Minél szélesebb a szíjács a geszthez képest, annál kisebb szelvényű gerendát lehet ugyanabból a szálfából kifaragni s annál nagyobb a hulladékból eredő veszteség.

1.3. A túlevelű és lombos fák szöveti alkotása

Építéstechnikai szempontból megkülönböztetjük a túlevelű és a lombos fákat. Ez a megkülönböztetés nemcsak a fák különböző külsején, a törzs, az ágak és a levelek egymástól eltérő alakján, hanem főképpen a két fánem különböző belső szerkezetén alapszik, amely leginkább van befolyással a fa műszaki tulajdonságaira.

A túlevelű fák külső ismertető jele a túlalakú leveleken kívül a törzs tekintélyes magassága, nyúlánk, egyenes növése, szabályos, hengeres alakja és nagy magasságig terjedő ágmentessége, Ez az oka, hogy a fenyőfák hosszú és egyenes gerendák kifaragására a legalkalmasabbak.

A külső alaknál nagyobb eltérést mutat azonban a túlevelű fák belső szerkezete, szövete. Ennek megismerésére nem elegendő a fának csak szabad szemmel való vizsgálata, hanem hajszálnál is finomabb hosszanti és keresztmetszeteket kell készíteni belőle és azokat mikroszkóppal erős nagyítás mellett megvizsgálni. Ilyen nagyítás mellett láthatóvá lesznek a fa szövetének legkisebb egységei, a parányi sejtek, melyek a fa nedvének és képzőanyagainak vezetésére szolgálnak s melyeknek nemcsak alakja különböző az egyes fafajoknál, hanem mennyisége, elrendezése és eloszlása is. Ez adja meg az egyes fafajoknak egymástól eltérő szövetét, jellegét és műszaki tulajdonságait.

A túlevelűek fatestében, mely a béltől a kambiumig terjed, csak kétféle sejtet találni: a tracheida- és a parenchyma-sejtet. A lombos fákra jellemző és nagyobb tágasságú edények teljesen hiányoznak belőlük.

A tracheida-sejtek a fa hosszában elnyúló, hosszúkás orsóalakú és nagy üregű sejtek, amelyek egyenlő természetűek, nagyjában egyenlő tágasak, szabályosak, egyenesek és párhuzamosak. Hosszúságuk és vastagságuk nagyobb, mint a lombos fáknál, mert nemcsak a nedvkeringés céljaira, vagyis a táplálék vezetésére és raktározására szolgálnak, hanem mechanikai munkát is végeznek és a fa szilárd vázát alkotják. Ez oknál fogva azokat szilárdító-sejteknek is nevezik.

A túlevelű fák szövete a faelemek eme egyformasága és szabályos elhelyezése miatt egyenletesebb és egyszerűbb szerkezetű, mint a lombos fáké. A szövet egyenetlenségét csak az évgyűrűk tavaszi és nyári pásztájának különböző tömörsége rontja meg némileg. A belső vagy tavaszi pászta ugyanis a benne

levő tágasabb és vékonyabb falu sejtek következtében ritkább és ennél fogva lágyabb is, mint a külső vagy őszi pászta, amelynek sejtjei hosszabbak, de vékonyabbak. Összenyomottak, de nagyobb falvastagsággal bírnak. Az őszi pászta anyagtartalma ennél fogva nagyobb, mint a tavaszi pásztaé s ezzel együtt nagyobb a tömörsége, keménysége és szilárdsága is.

A tűlevelű fák további jellemzője, hogy sok, hosszú, egyenes és keskeny, rendszeren csak egy sejtsorból álló s ennél fogva igen finom bélsugaruk van, amelyek ennél fogva a keresztmetszeten szabad szemmel nem láthatók s egyenes irányuk folytán a sugármetszeten tükör alakjában ritkán jelentkeznek. Ezeket a lapos, hosszúkás négyszög alakú sejteket parenchyma-, vagy bélsugar- sejteknek nevezik. Ezek a sejtek a bélsugarakban télen át főlhalmozott keményítő raktározására szolgálnak s közülük azok, amelyek a színfában vannak, éppúgy mint a tracheida-sejtek is, megfásodtak, bennük az életműködés már megszűnt, míg ellenben a szíjácsfában levők élősejtnedvet (protoplazmát) tartalmaznak, még működésben vannak és végzik a fában az anyagcserét.

Habár a tűlevelű fáknek edényeik nincsenek, tágasabb csőszerű képződmények azok némelyikében (luc-, erdei-, és vörösfenyőben) mégis találhatóak. Ezek az ún. gyantaedények vagy gyantajáratok, melyek a törzs tengelyével párhuzamosan haladva, a tracheida- sejtek között levő bélüregeket töltik ki s terpentint és gyantát tartalmaznak. Ezek az üregek azonban nem oly edények, mint a lombos fáké s feladatuk is egészen más. Ezek a gyantajáratok a keresztmetszeten legfőljebb egyes pontok, a hosszanti metszeten pedig sötét sávok alakjában láthatók.

A bélsugaraknak is vannak gyantajárataik, ezek azonban a bélsugarak irányában, a sejtsorok között futnak és a nyalábok gyantajárait keresztezik. Ezek a vastagabb bélsugarak (pl. az erdeifenyőben) sem láthatók szabad szemmel a fa keresztmetszetén, a sugárirányú metszeten azonban selymes fényük által tűnnek ki.

A tűlevelű fák külső ismertető jele a tűlevelűekkel szemben a leveleken kívül az, hogy nem oly szálások és egyenesek, törzsük kevésbé hengeres, hanem alulról fölfelé gyorsabban vékonyodik s nem nagy magasságban töve fölött már ágakra oszlik.

Ami belső szerkezetet illeti, lombos fákban a faszövet minden eleme föltalálható. A nedvvezető és tápláló szövetelemek itt háromfélék, nevezetesen az egynemű tracheida-sejtek, amelyek hasonlóak ugyan a tűlevelűek ilyenmű sejtjeihez, de rendszeren rövidebbek és vékonyabb falúak, s amelyeknek nemcsak vízszállító, hanem szilárdító (mechanikai) szerepük is van; a parenchymás sejtek, amelyek szintén a törzs tengelyével párhuzamosan haladnak s a kész táplálóanyagok (protoplaszma) szállítására, raktározására és átalakítására szolgálnak, és ugyancsak a törzs hosszában elnyúló, csőszerű edények, amelyeknek hivatása, éppúgy, mint a tracheida-sejteké, az, hogy a gyökerek által fölszívott vizet a koronához szállítsák. Az edények a keresztmetszeten vastag falu, kisebb-nagyobb öblű üregek, a hosszanti metszeten pedig csatornák alakjában jelentkeznek s néha oly tágasak, hogy szabad szemmel is felismerhetők. Ezek a csatornák okozzák, hogy a lombos fák sima hasadási lapját finomabb és durvább rovátkák jellemzik, amelyek egyes fafajoknál (tölgy, szil, kőris, stb.) igen szembeötlők.

A nedvvezető sejteken és edényeken kívül lombos fáknál még nagy mennyiségben vannak tisztán mechanikai munkát végző farostok, az ún. szilárdító vagy libriform-sejtek, amelyek igen vastag falúak

és csupán a törzs szilárdítására szolgálnak. Minél több ilyen sejt van a fában, annál keményebb és szilárdabb.

A bélsugarsejtek szintén hosszan elnyúló, edényformájú, parenchimás sejtek. Hivatásuk ugyanaz, mint a fa tengelye irányában haladó parenchimáké, azzal a különbséggel, hogy vízszintes irányban vezetik a tápláló-anyagokat. A bélsugarak részben aprók és vékonyak, csak egysoros sejtcsoportból állók, úgy, hogy szabad szemmel föl sem ismerhetők, részben nagyok, vastagok, többsoros sejtcsoportból állók és szembeötlők. A finomak mellett igen vastag bélsugarai vannak pl. a tölgy – és a bükkfának, kevésbé vastagok a juhar-, szil-, cseresznye- és szilvafának s legfinomabbak a gesztenye-, dió-, fűz-, nyár-, éger- és hársfának. A vastag bélsugarak rendszeren kissé hullámosak s ennél fogva nemcsak a törzs vágáslapján láthatók, hanem a sugaras metszeten is rövidebb szalagdarabok, un. tükrök alakjában jelentkeznek. A vastagabb bélsugarakkal bíró fák általában nehezen hasadnak és dolgozhatók.

A túlevelűek gyantájárátaikhoz hasonló üregek a lombos fákban hiányoznak. A lombos fák testében e szerint többféle szövetelem van, mint a túlevelűekében s ennél fogva fájuk is összetettebb, komplikáltabb, keresztmetszetben darabosabb és egyenlőtlenebb. Alkotóelemeinek eme különfélesége okozza, hogy a lombos fa műszakilag is más tulajdonságokkal bír, mint a fenyőfa. Vannak azonban olyan lombos fák is, amelyeknek edényei aprók s egyenletesen oszlanak meg a fában. Az ilyen fák, amelyeknek ennél fogva szövete is egyenletes és finom, szórtlikacsú fáknek nevezik. Ha e mellett a sejtek falai üregükhöz képest vékonyak, akkor a fa ritka és lágy, ellenkező esetben tömött és kemény. Az előbbit azért lágy-, az utóbbit keményfának nevezik. A zártlikacsú fák között a leglágyabb a fűz-, a nyár-, és az égerfa, tömöttebb és keményebb a nyírfa s legtömöttebb és legkeményebb a bükk- és a gyertyánfa.

A szövet darabosságát és egyenlőtlenségét még növeli az évgyűrűk tavaszi és őszi pásztájában levő sejtek és edények különböző nagysága. A tavaszi pásztát ugyanis a tavasszal képződött sok és nagy edény igen likacsossá teszi, míg az őszi pásztát a benne levő szűk, összenyomott üregű és vastagabb falu szövetelemek tömöttebbnek mutatják. Az ilyen fák, a melyekhez a tölgy-, az akác-, a kőrisfa stb. tartozik, gyűrűslikacsú fáknek nevezik.

1.4. A fa kémiai alkotása

A fa teste egyrészt organikus (növényi), másrészt anorganikus (ásványi), alkotórészekből áll. A szerves alkotórészekhez tartozik a farost és a fanedv, a szervetlenekhez az ásványi részek és a víz.

A farost a fatest szilárd vázát alkotja és lényegében kétféle szerves anyagból áll, nevezetesen a cellulózból (fajestanyag) és a ligninből (faanyag). A sejtek és edények falai mindaddig, amíg meg nem fásodtak, 95-96 % cellulózt és 4-5 % egyéb, kevésbé fontos szerves anyagot tartalmaznak s ilyen állapotban rugalmasak, hajlékonyak, nagy mértékben higroszkopikusak és víz által könnyen átjárhatók. Bizonyos idő múlva azonban, amidőn a fatest karbontartalma megnövekedett, a fa oly anyagokat vesz fel, amelyeket lignin (faanyag) gyűjtőnév alatt foglalunk össze, s amelyek fölvétele által a sejtanyag lényeges változáson megy keresztül, elveszti rugalmasságát s keménnyé és merevvé válik, anélkül azonban, hogy víz által való átjárhatóságát elveszítené.

A faanyag a farostokból kioldható, a cellulóz ellenben nem, s ha a faanyagot az u.n. Schulze-féle folyadékkal (klórsavas káli és salétromsav keveréke), nátronlúggal vagy kalciumszulfittal eltávolítjuk,

visszamarad a sejtfal alapanyaga, a szénhidrátból álló cellulóz, mint fehér színű, szagtalan anyag, amely ilyen tiszta állapotban 52,4 súlyrész karbont, 5,7 súlyrész hidrogént és 41,9 súlyrész oxigént tartalmaz.

A megfásodott sejtfalakban többféle vegyület található. Újabb vizsgálatok szerint a fásodás anyagai a fagumi (xylon) és a ligninsavak.

A rostokban levő fanedvet a vízen kívül, amely legnagyobb részét teszi, növényi savak, nyálkák és fehérje-félék, ragasztógumi- és gyantafélék, cserző- és festőanyagok, keményítők, illóolajok, cukor stb. alkotják, amelyek részint vízben oldva, részint kristályos alakban találhatók benne.

A sok nitrogént tartalmazó növényi fehérjefélék (proteinvegyületek) nagy jelentőséggel bírnak a fa fejlődése szempontjából és főképpen a fiatal fákban, leginkább a kambiumban fordulnak elő. Építéstechnikai fontosságuk abban van, hogy könnyen erjedésnek indulnak, fölbomlanak, s mint ilyenek, a fa korhadásának főtényezői. Ebbeli káros hatásukat vagy gőzöléssel szüntetik meg, mely a fehérjefélék nagy részét a fából kilúgozza vagy pedig a fának 110-115 oC-ra való hevítésével, amennyiben a fehérjefélék 102 oC-nál teljesen megalusznak s erjedésre való hajlandóságukat elvesztik.

A keményítő az élőfa sejtszélleiben rakódik le apró szemcsék alakjában és a fa növekedésének egyik legfontosabb anyaga, a mely télen át a bélsugársejtben van elraktározva, tavasszal ellenben új farészek képzésére használandó. A fa műszaki tulajdonságaira a keményítő nincs befolyással.

A csersav (tannin) különösen a fa kérgében fordul elő nagyobb mennyiségben s nagy mértékben járul hozzá a fa tartósságának növekedéséhez. Különösen a tölgyfában van sok belőle, de csekély mennyiségben csaknem minden fában föltalálható. Legnagyobb csersavtartalma van a fiatal fának. A csersavtól kapja a fatest elhalt része sokszor igen jellemző színét (xylochrom).

A festőanyagok a fában a legkülönbözőbb alakban fordulnak elő. Vagy a sejtek protoplazmájának alkotórészeként szerepelnek, vagy a sejtnedvben oldva találhatók, vagy pedig a sejtfalakban halmozódnak föl, különösen a gesztfában. A geszt színeződése nemcsak a fa szépségét növeli, hanem a fönem meghatározását is nagyon megkönnyíti. A tölgynek világosbarna, a cédrusnak és a szilvafának vörösesbarna, a kőrisnek világosbarna, az akácnak sárgás-zöldesbarna gesztje stb. eléggé ismeretes. A szijácsban ellenben alig van jellemző festőanyag. Különösen sok festőanyag van az ún. festékfákban (pernambukfa, szantálfa, vörösfű, kékfa, sárgafa stb.), amely megfelelő eljárással ki is nyerhető.

Az illóolajok adják meg az egyes fajoknak (fenyőfű, tölgyfa, cédrus stb.) jellemző illatát, de nem tartoznak a fa lényeges alkotórészeihez. Frissen vágott állapotban csaknem minden fának van sajátos illata, amely azonban később, amikor a fa kiszárad, legtöbbször eltűnik. A gesztfa rendszeren illatosabb, mint a szijács. Egyes fajoknak (pl. szagos meggy, rózsafa, szantálfa) különösen jellemző illatuk adja meg az értékét.

A gyantafélék a fa tartóssága és műszaki használhatósága tekintetében bírnak jelentékeny szereppel és vagy a sejtfalakban, vagy a fanedvben fordulnak elő. Az illóolajok oxidációja és megsűrűsödése útján jönnek létre s legtöbbször (egy-egy fajtánál) külön gyantajáratokban halmozódnak föl.

A fagumi (xylon) nem egyéb, mint gumiban gazdag és gumiszerű gyanta, amely a fatest szabálytalan üregeiben és különösen a kéregben halmozódott föl s az utóbbinak sérülésein keresztül a szabadba jutva, vízének elpárolgása következtében a fakéreg külsején megsűrűsödik. Leginkább lombos fákban,

különösen a nyírfán és a szilvafán található. A gumi ammoniák-oldatban áztatott fűrészporból híg nátronlúggal kioldható és az oldatból alkohollal kicsapható. A forró víz a fagumit oldja.

A facukor a fanedvben föloldva, minden fában föltalálható. Különösen a Juhar, nyír, hárs és gyertyán nedvében fordul elő nagyobb mennyiségben, különösen tavasszal és a nyár elején. A fagumi is, hígított kénsavval forralva, facukorrá (xiloz) alakul át. A fa ásványi alkotórészei a kálium, nátrium, szilícium, mész, magnézium, kén, foszfor, stb. különféle vegyületei, amelyek különböző organikus és anorganikus sókhoz vannak kötve és a fa táplálékához szükségesek. Ezek az alkotórészek részint a szilárd faanyagban, részint a fanedvben fordulnak elő s ha a fát elégetjük, a hamuban maradnak vissza. Ilyen el nem éghető anyagok sokkal nagyobb mennyiségben találhatók a fiatalabb, mint az idősebb fában s legnagyobb mennyiségben vannak jelen a kéregben. A fák hamutartalma azonban általában csekély s a tűlevelűeknél 0,20-0,25 %-ot, a tölgy és bükkfánál 0,50 %-ot, a diófánál 2,5 %-ot s a vadgesztenyénél 2,8 %-ot tesz. A lombos fákban általában sokkal több hamujuk van, mint a tűlevelűeknek.

A fában levő víz részint a fanedvhez van kötve, amelynek legnagyobb részét alkotja, részint pedig mint a higroszkopikus víz található a farostok között. A frissen vágott fa, neme, kora, termőhelye és vágásának ideje szerint, 40-60 % súlyrész vizet tartalmaz. Legtöbb víz van a tűlevelű fák testében (54-60 %), valamivel kevesebb a lágy lombos fákban (45-55%) és legkevesebb a kemény lombos fákban (35-45%). Ez a víztartalom a fa levágása után és annak száradása közben folytonosan kisebbedik s végre egyenlővé válik a levegő víztartalmával. Ez az ún. légenszáradt fa. Félévi száradás után a fa víztartalma 30-35, egy évi száradás után a fa víztartalma 30-35, egy évi hevertetés után 20-25 s két-három évi száradás után 15-20 %-ra száll alá. Ez adja a teljesen légszáraz fát, amelyre különösen az asztalosoknak és bádigosoknak van szükségük, míg építőszerkezetekre az egy évig szárazon hevertetett fa is megfelel. Mesterséges szárítással a víztartalom 10 %-ra leszállítható, ez azonban a fa szilárdságának rovására megy. Teljesen száraz fa a gyakorlatban nincsen, de nem is lenne jó, mert elvesztené szilárdságát és rugalmasságát. A túlszáritott fa különben higroszkopikus úton a levegőből ismét vizet szív magába.

A mesterséges úton kellő ideig szárított fában legföljebb 4% anorganikus anyag van, amely korbont nem tartalmaz, a többi 96 % mind szerves anyag.

2. Az Építőfa fontosabb nemei, hibái és rendellenességei

2.1. A tűlevelű fák

A tűlevelű fákat a fenyőfélék képviselik. Fönnebb elősorolt jó tulajdonságaiknál fogva ezek szolgáltatják az építőfának legnagyobb részét.

A fenyőfák a gesztes fákhoz tartoznak s a geszt vagy elüt színében a szíjácstól (pl. az erdei- és a vörösfenyőnél, a tiszafánál és a borókánál (vagy vele egyenlő színű) a luc- és a jegenyefenyőnél. Nem minden fenyőfánál vannak továbbá gyantajaratok, a gyantában gazdag fenyőfák azonban (a luc-, az erdei- és a vörösfenyő) általában tartósabbak azoknál, amelyekben gyantajaratok nincsenek (a jegenyefenyő, a tiszafa és a boróka).

A fenyőfákban Magyarországon található főfajai a következők:

1. A lucfenyő (*Picea excelsa*, Fichte, Rottanne, Pechtanne. Közép és Észak-Európa hegységi fája, 50 métert is meghaladó magassággal, végig egyenes, sudár, fölfelé gyengén és egyenletesen vékonyodó, kedvező körülmények között 1,2- 1,5 m vastag, ágmentes törzzsel és cserepes, vörös vagy szürkésbarna, vékony kéreggel. Fája könnyű és lágy, durvarostos, egyenletesen világos szíjácspáncsával s kissé vörhenyes vagy sárgásfehér színű gesztel. Könnyen fölismerhető évgyűrűkkel, számos és finom, szabad szemmel nem látható bélsugárral, kevésbé föltűnő gyantajáratokkal és gyenge gyanta illattal. Igen jól hasad és hasadási lapja selyemfényű. Fajsúlya 0,35 – 0,60. A fa már tövön sokat szenved a rovaroktól s alá van vetve a vörös redvesedésnek. Alkalmazása csekély súlya, nagy elterjedése, aránylag nagy szilárdsága és rugalmassága miatt a fenyőfák között a legkiterjedtebb, a fa azonban csak szárazon tartós s változó hőmérsékletű levegőben, valamint akkor is, ha fölváltva majd szárazon, majd nedvesen fekszik, hamar elkorhad. Mint építőfát mindenféle alakban és mindenféle célra használják, leginkább azonban fölfűrészelt állapotban, amikor különösen asztalos-munkára való kitűnő deszkaanyagot ad. Szép sárgásfehér színe miatt különösen padlózatok készülnek belőle, a házigomba azonban könnyen megtámadja s nagyon összeaszik és repedezik. Használják továbbá szabadon lebegő gerendákra, ajtókra és ablakokra, bútorok és zsindelek készítésére, kerítésekre, ágait sövényfonásra stb. (Hazánkban a lucfenyő igen elterjedt s az összes erdőterületből mintegy 14 %-ot, vagyis 2.250.000 kat.holdat foglal el.)

2. A jegenyefenyő (*Abies pectinata*, Tanne, Weisstanne, Edeltanne, Silbertanne, Dél- és Közép-Európa hegységi fája. Nagyságra minden más fenyőfát meghaladó óriás fa, kedvező körülmények között 50-60 m magassággal s 1,2-2 m vastag, gyertyaegyenes törzzsel, repedezett, ezüstszerű kéreggel. Szíjácsa és gesztje egyenletes világos színű, egymástól meg nem különböztethető. Fája könnyű és lágy, fehér és fénylő, jól látható évgyűrűkkel, amelyeknek külső része vörösebb, mint a belső. A évgyűrűk mentén nem ritkán repedésekkel, gyantajáratok és gyantaszag nélkül, tömöttebb, kevésbé világos, gyantában szegényebb s évgyűrűinek vöröslő pásztája miatt kevésbé egyenletes, mint a luc, szilárdsága, szívóssága és tartóssága azonban nagyobb, habár a fa szintén csak szárazon használható. Fajsúlya 0,35-0,60. Fáját, úgy mint a lucfenyőét, építő- és műfának, fűrészelt áru és zsindelek alakjában használják. A lucfenyőnél is fehérebb színe miatt, ha ágtól tiszta, asztalos-munkához való igen jó deszkaanyag, de a lucfenyőnél kevésbé értékes s az asztalosok is kevésbé szeretik, mert valamivel nehezebb s ágcsapjai és durva szerkezete miatt nehezebben gyalulható, mint a luc. (Elterjedése kisebb, mint a lucfenyőé. A magyar állam területén mindegy 530.000. kat. Holdat foglal el, ami az összes erdőterületnek 3,3 %-a.)

3. Az erdeifenyő (*Pinus silvestris*, Kiefer, Weisskiefer, Rotkiefer, Európa legnagyobb részében elterjedt fa, 30-40 m magas s 0,6-1,0 m vastag, nyúlánk, egyenes és henger alakú, ágtól mentes törzzsel, vastag, durvacseresű, belül vörös, kívül szürkésbarna, mélyen repedezett s vékony lemezekben hámló kéreggel. Nedves állapotban szíjácsa fehér, gesztje vörös, kiszáradva sárgás, illetőleg vörösbarna, egymástól élesen elválasztott évgyűrűkkel, meglehetősen vastag bélsugarakkal s jól kivehető gyantajáratokkal. Fája lágy, hosszúrostos, fénylő, igen gyantás, szilárd, rugalmas, de nem hasad oly könnyen, kevésbé szívós s nehezebb, mint a luc- és jegenyefenyőé. Fajsúlya 0,44-0,74. Minősége a termőhely szerint nagyon

különböző. Ha északon, vagy legalább nagyobb tengerszint fölötti magasságban nőtt, fája kitűnő, tömött és szilárd, szíjácsa aránylag vékony, gesztje szép vörös, évgyűrűi keskenyek. Délibb fekvésű helyeken vagy jó talajon ellenben a gyors növény miatt lágyabb, kevésbé tömött és szilárdsága, tartóssága, használhatósága tekintetében a többi fenyőnél rosszabb. Nálunk Liptómezőgyében vetekedik a vörösfenyő fájával.

Az erdeifenyő, ha neki megfelelő termőhelyről ered, igen jó építőfa, amelyet különösen teherhordó szerkezetekre, zsindelykészítésre, táviró-póznának stb. használnak. Túlságos rugalmassága miatt azonban nagy támasztóközök áthidalására nem igen alkalmas, mert nagyon áthajlik. Nagy gyantatartalma miatt igen tartós s hajó- és vízépítésre, alapozásra, kút- és vízvezető-csövekre is alkalmas. Szívósságát, mint bányafa, a bányalevegő bomlasztó hatása alatt is tovább tartja meg, mint a lombos fák (kivéve a tölgy és az akác). Ágtól tiszta és kevésbé gyantás fáját az asztalosok is szeretik s különösen külső ajtókat és ablakokat készítenek belőle. Padlózatnak nem oly jó, mint a luc- és a jegenyefenyő, mert nem oly fehér s évgyűrűi durvák.

(Habár európai elterjedése legnagyobb a fenyőfák között, hazánkban az erdei fenyő csak mintegy 300.000 kat. holdat foglal el. Leginkább dombos vidéken és középhegységen található, a magashegységen, habár fája keskenyebb gyűrűzetű és tömöttebb, a szél és hőtörések akadályozzák elterjedését.)

Ahhoz a nemhez, amelyhez az erdeifenyő, tartozik még a feketefenyő, a simafenyő, a havasifenyő és a bércifenyő (*Pinus montana*) A három előbbit alább ismertetjük, a bércifenyőt ellenben, amelynek fáját esztergályosok és fafaragók használják, meglevő csekély mennyisége miatt mellőzhetjük.

4. A feketefenyő (*Pinus nigra*, Schwarzkiefer) Dél-Európa fája, amely egészen Ausztriáig és Dél-Magyarorszáig terjed. 20-30 m magas s 0,5-1 m vastag fa, zömök, aránylag vastag, de sugáregyenes törzzsel s vastag, mélyen repedezett, sötét-fekete-szürke kéreggel. Alakja hasonlít az erdeifenyőhöz, amellyel fája is színére és értékére nézve megegyezik, habár gyantásabb, nehezebb, durvább rostú és egyenetlenebb s ennél fogva nehezebben is dolgozható. Gyantajáratái számosabbak s nagy gyantatartalma miatt szurkosfenyőnek is hívják. Ezzel van kapcsolatban nagy tartóssága is, amely vetekedik a tölgy és a vörösfenyő tartósságával s a fát földben és vízben való építésre is alkalmassá teszi. Alkalmazhatósága különben olyan, mint az erdeifenyőé. (Előfordul elég nagy mennyiségben Ausztriában. Nálunk Mehádia közelében, Hunyadmegyeiben s Erdély egyéb részeiben tenyészik, egészen Brassóig.)

5. A simafenyő (*Pinus Strobus*, Weymouth's Kiefer) 20-25 m magas, 0,35-0,70 m vastag, egyenes és hengeres, ágtól mentes vaskos törzsű fa. (Észak-Amerikában 40-50 m magasra s 1-2 m vastagra is megnő.) Alakja hasonló a jegenyefenyőéhez, kérge sötét-barna, repedezett, vékonycserepű. Szíjácsa sárgásfehér, gesztje vöröses-sárgásbarna. Évgyűrűzete igen szabályos, de kevésbé látható. Gyantajáratái számosak, nagyok és jól fölismerhetők. Fája lágy és könnyű, de nem igen szilárd, az erdeifenyővel e tekintetben nem versenyezhet; korábban érik, mint az erdeifenyő s aránylag több geszt is van benne. Fajsúlya 0,36 – 0,56. Egyöntetű belső szerkezete miatt kevésbé vetemedik, igen könnyen hasítható és faragható, rövid és ritka rostjai miatt azonban törekeny. Használják építő- és hajófának és különösen ládák készítésére.

(Hazája Észak-Amerika, de tenyésztik már Németországban, Ausztriában és nálunk is. Hazánkban legelőször Árvában telepítették meg. Elterjedése még csekély.)

6. A havasi vagy cirbolyafenyő (Pinus cembra, Zirbelkiefer) lassúnövésű, alacsony, zömök törzsű, magashegységi fa, szürkésbarna, keresztben repedezett kéreggel. Magassága ritkán nagyobb 20 m-nél, vastagsága azonban 1-1,5 métert is elér. Szíjácsa sárgásfehér, gesztje vagy ugyanilyen, vagy világos vörös színű,; évgyűrűi nagyon szabályosak és egyenletesek. Fája lágy és könnyű, szép színű, de görcsös, igen gyantás és erős gyantaillatú, egyenletes, könnyen hasítható és faragható, szépen fényezhető. Nem oly szilárd és rugalmas, mint a többi fenyőfa, tartóssága azonban olyan, mint a vörösfenyőé. Fajsúlya 0,36 -0,51. Ajtókra és ablakokra, falburkolásra, de bútorokra is igen alkalmas. A műasztalosok és esztergályosok szintén becsesnek tartják.

7. A vörösfenyő (Larix europaea. Lärche) valódi hegységi fa, a termőhelyi különbségekhez képest 20-30, sőt igen kedvező körülmények között 50-55 m magassággal és egészen 2 m-ig terjedő vastagsággal, tövétől fölfelé erősen vékonyodó törzssel, vörösbarna, mélyen repedezett, cserepes kéreggel. Szíjácsa sárgásfehér, keskeny, gesztje vörösesbarna, évgyűrűi kerületükön apró hullámosak, gyantajáratai számosabbak, mint a lucfenyőnél. Ha jó termőhelyen nőtt, fája rugalmas, szívós, elég kemény, igen szilárd s száraz és nedves helyen nagyon tartós; könnyen hasad, de nehezen faragható. Fajsúlya 0,44-0,80. Vízépítésre, alapozásra ez a legjobb túlevelű fa s cölöpökre, jármokra, rácsokra, duzzasztókra, gátakra és más vízépítményekre s általában oly szerkezetekre a legalkalmasabb, amelyek váltakozva majd szárazon, majd nedvesen fekszenek. Bányafának is a túlevelű fák között a legjobb, mert legjobban áll ellen a bányalevegő bomlasztó hatásának. Használják azonkívül kút- és vízvezetőcsövekre, hajó- és falburkolásra, ajtókra és ablakokra, kádármunkákra, stb. A vörösfenyőből készült zsindele a legértékesebb és legtartósabb. Fáját az asztalosok is szeretik, mert tiszta, egynemű, jól fényezhető és keveset aszik össze.

(Elterjedése aránylag csekély. Csak az Alpokban otthonos. A magyar állam területén csak mintegy 10.000 kataszteri holdat foglal el, újabban azonban nagyobb mértékben kezdik tenyészteni. Hazája a magas hegység. Tenyészik ugyan alacsonyabb helyeken, sőt síkságon is, ekkor azonban fája lágy és silány.)

8. A tiszafa (Taxus baccata, Eibenbaum) 12-15 m magas s 0,25-0,30 m vastag, egyenes törzs, rozsdabarna, fölrepedezett, lemezekben leváló kéreggel. Szíjácsa igen keskeny, kissé sárgás színű, egyenetlen vastagságú, gesztje barnavörös, igen keskeny, hullámos évgyűrűkkel, szabad szemmel föl nem ismerhető bélsugarakkal. Gyantajáratai nincsenek, gyantaszaga sem. Fája kemény, nehéz, finomszövetű, gyantában igen szegény, lassan szárad, keveset aszik össze, nehezen hasad, igen rugalmas, szívós s rendkívül tartós. Értéke nagyobb, mint bármely más honi fáié. Kitűnően pácolhat és fényezhető, feketére fényezve, alig lehet az ébenfától megkülönböztetni. Kitűnő hullámos fája a mahagonit is fölülmúlja. Fajsúlya 0,74-0,94. Nagy tartósságát, mert gyantát nem tartalmaz, a csersavas anyagok okozzák, éppen úgy, mint a vörösfenyőét. Ha ugyanis a fának frissen meggyalult felületét vaskloridnak majdnem telített vizes oldatával bekenjük, a tiszafa és a vörösfenyő fája rövid idő múlva fekete lesz, míg a luc és

jegenyefenyő színét alig változtatja. Ezt a reakciót a csersavas anyagok okozzák. Kitűnő fáját főképpen a műasztalosok és esztergályosok használják; borítólemezeket is készítenek belőle.

(Hazánkban Veszprém megyében, a magas-Tátrán és Erdélyben található, de kihalófélben van, mert értékes fájáért nagyon pusztítják.)

9. A boróka (*Juniperus communis*, Wachholder) alacsony, legfőljebb 6-8 m magas fa, vagy cserje, amelynek sudaras törzse kedvező körülmények között, 0,50-0,70 m vastagságot is leér. Kérge szürkésbarna, hosszában finoman repedezett s szalagokban vagy lemezekben leváló. Szíjácsa sárgás, gesztje sárgásbarna vagy vörhenyes, erezett. Fája kemény és szívós, finomrostú és jóillatú, gyantában szegény, nehezen hasad, szépen fényezhető, szárazon és szabadban igen tartós. Fajsúlya 0,53-0,70. Műasztalosok és esztergályosok szeretik s dísztárgyakat, sétabotokat, pipaszárazakat, fogvájókat, stb. készítenek belőle.

2.2. A lombos fák.

A lombos fák, habár igen sok fajuk van, sokkal kevesebb építőfát szolgáltatnak, mint a tűlevelűek. Építőfa gyanánt tulajdonképpen csak a tölgyfa bír nagy jelentőséggel, a többi lombos fa értéke aránylag csekély s használhatósága korlátolt. Asztalos-, esztergályos-, kocsigyártó-, és más munkákra azonban a legtöbb lombos fa alkalmas.

A lombos fák részint szórtlikacsú, részint gyűrűlikacsú fák s egy részük gesztes-, más részük szíjácsos fa, az utóbbiak jelentősége azonban építéstechnikai szempontból nagyon alá rendelt s építőfának tulajdonképpen nem tekinthetők.

Magyarországon előforduló főfajaik a következők:

2.2.1. A gesztes fák.

a. A tölgy rendesen igen tekintélyes, hatalmas fa. Fája gesztes, likacsgyűrűzetű, durvaszövetű, feltűnően durva és likacsos évgűrűkkel, vegyesen finom és vastag bélsugarakkal, kemény, tömött, szilárd és jól faragható, mind a sugár, mind az érintő irányában jól hasad s vízben és szárazon, de váltakozva száraz és nedves helyen is igen tartós. Fáink között a tölgyfa a legszilárdabb és legtartósabb, szárazon azonban csak több évi hevertetés és száradás után használható, mert különben repedezik és vetemedik. A rovarok is könnyen megtámadják. A fának sugárirányú hosszanti metszetén a vastag bélsugarak rövidebb szalagdarabok alakjában jelentkeznek s mutatják az ún. tükröt, mely a fa külsejét nagyon díszíti.

Hazánkban található fajai: a kocsányos, a kocsánytalan, a molyhos, a magyar és a csertölgy. Ezek együttesen a magyar állam erdősegeinek kereken 28 %-át alkotják és 4.500.000 kat. holdat foglalnak el.

A kocsányos tölgy (*Quercus pedunculata*, Sommereiche, Loheiche) attól kapta nevét, hogy makkja hosszú száron vagy kocsányon függ le az ágakról. Rendesen tekintélyes fa, zárt állásban nyúlánk és hengeres, 10-20 m magasságig ágtól mentes, törzse 30-40 m magasságot és 2-3 m vastagságot is elér. Kérge sötétszürke vagy barna, vastag, repedésektől mélyen barázdált. Csak melegebb és lapályos vidéken, kisebb emelkedésű fennsíkokon s a dombok és előhegyek

lankásabb oldalain nő. Némely helyen mocsártölgynek is nevezik. Szíjácsa sárgásfehér, gesztje világos- vagy sötétbarna. Fája, ha déli vidéken, meleg és száraz helyen nőtt, igen kemény és tömött, ha ellenben hidegebb vidékről vagy vizenyős talajról ered, lágyabb és könnyebben faragható, különben durvarostú, nehéz, eléggé rugalmas, de kevésbé szívós, keveset aszík össze, igen szilárd és bármily körülmények között a legtartósabb. Egyenesebb rostú, könnyebben hasítható és faragható, tartósabb, kevésbé is vetemedik, de nem oly rugalmas, mint a kocsánytalan tölgy. Oly szerkezetekre tehát, amelyek rázkódásoknak és lökéseknek vannak alávetve (pl. hídtartó-gerendák) kevésbé alkalmas, ott ellenben, ahol elsősorban a szilárdságra és tartósságra vetünk súlyt, elsőrendű faanyag. Nagy mértékben alkalmazzák különösen a hajó-, híd- és vízépítésnél, de épületeknél is. Készítenek belőle parkettet, ajtókat és ablakokat, hordódongát, bútort stb. Cölöpöknek és vasúti talpfának minden más fánemnél jobb. Mint bányafa szívóssága és tartóssága miatt alig nélkülözhető. A kocsigyártó-iparnak is igen becses anyaga. Csersavtartalma jelentékeny s a fiatal fák kérgét cserzésre használják.

A kocsánytalan tölgy (*Quercus sessiliflora*, Wintereiche, Steineiche, Bergeiche) kocsánytalan makkjától kapta nevét. Dombos vidéken, hegyeken és hegyoldalakon enyészik. Magassága /20-30 m/ és vastagsága /2-2,5 m/ kisebb, törzse nem oly telided, szürkésbarna, sűrűn, de nem oly mélyen barázdált héja nem oly vastag. Ezen kívül lágyabb és kevésbé durva, mint a kocsányos tölgyé. Fája, melyet alig lehet a kocsányostól megkülönböztetni, némileg világosabb színű, nem oly durvarostú, görbébb rostjai miatt nehezebben hasad, de rugalmasabb s értéke és használhatósága ugyanolyan, mint a kocsányos tölgyé. A fiatal fakó héját cserzésre használják.

A molyhos tölgy (*Quercus lanuginosa* vagy *pubescens*, behaagte Eiche, Schwarzeiche) leveleit lágy szőrözet fűdi. Leginkább meszes talajon, száraz és meleg helyeken nő. Európában Magyarországon van leginkább elterjedve. Termete olyan, mint a kocsánytalan tölgyé, nagysága azonban alig félakkora. Kérge durva, kemény, apró repedésekkel és cserepekkel. Fája belső sajátságaira, nehézségre, keménységre, szilárdságra és tartósságra nézve a kocsányos és kocsánytalan tölgyét is fölülmúlja, azonkívül kevésbé durva rostú és tömöttebb, rövid törzse miatt azonban hosszú gerendákat nem lehet belőle kifaragni s azért használhatósága is sokkal korlátozottabb. Héja cserzésre nem alkalmas.

A csertölgy (*Quercus cervis*) szép, egyenes fa, 20-30 m magassággal, mélyen repedezett, igen durva, kemény, szürkésbarna kéreggel. Előfordul a lapályon és a dombos vidéken egyaránt. Kitűnő tűzifát ad, építőfának ellenben csak szükségből használják. Krassószörényben a románok a fehér (világos kérgű) csert szívesen alkalmazzák szarufának. Nördlinger szerint a víz alatt elpusztíthatatlan, szárazon azonban nem sokat ér és legföljebb fűdött helyen használható, mert különben tartóssága csekély s alig állja ki a versenyt a bükkfával. Németországban kreozottal telítve, vasúti talpfának is kezdték alkalmazni, de nem vált be. Csersavat nem tartalmaz s fáját ebből kifolyólag egyszerű kémiai reakció útján könnyen megkülönböztethetjük a tölgyfától. Ha ugyanis a fa frissen gyalult felületét ferriszulfát vizes oldatával kenjük be, a cserfán csak piszkos folt marad vissza, a tölgyek azonban rögtön sötétkék színt vesznek fel. A csersav hiányából ered a cserfa és a tölgyfa tartóssága között fennálló különbség is.

b. Az akác. (Vadas Jenő: Az akác monográfiája. Budapest. 1911.) /*Robinia pseudoacacia*, Akazie/ rendes viszonyok között 0,5 -0,8 m vastagságot és 15-20 m magasságot ér el; ebből zárt állásban 6-8 m ágmentes. Törzsét vastag, hamvasszürke, mélyen barázdált és hálószerűen repedezett kéreg borítja. Szíjácsa keskeny, sárgásfehér, gesztje zöldes vagy sárgás-zöldesbarna, kerületükön hullámos, jól fölismerhető évgyűrűkkel és finom bélsugarakkal, melyek a fa sugármetszetén jól fölismerhető tükröt mutatnak. Fája durva, likacsgyűrűzetű, nehéz, a tölgyfánál is keményebb, hosszanti metszetén fényes, nehezen, de szépen hasad, csak mérsékelten aszik össze, szépen fényezhető s igen rugalmas, szívós és hajlékony; a rovarrágásnak is ellenáll. Szilárdsága tekintetében a legszilárdabb fafajok közé tartozik s különösen visszaható szilárdsága valamennyinél nagyobb. Tartósságra, szilárdságra és rugalmasságra nézve vetekedik a tölgygel s tartóssága, éppúgy, mint a tölgyfáé, minden körülmények között, nedves helyen és földben is rendkívül nagy. Teherbírása Dütting és Quast kísérletei szerint minden más fanemnél nagyobb. Fajsúlya 0,769.

Technikai alkalmazhatósága kiváló tulajdonságai miatt igen sokoldalú és csak sajnálni lehet, hogy az akácfa értékét eme tulajdonságok nem ismerése miatt egészen a legutolsó időkig, amikor már mennyiségileg is elég jelentékeny, nem méltányolták eléggé. Kiválóan alkalmas vízben való építkezésre, cölöpökre, földben fekvő rácszatokra. Lehéjazva igen jól vált be bányafának, mert szívósságát, éppúgy, mint a tölgyfa, a bányalevegő bomlasztó hatása alatt sem veszti el. Használják azonkívül vasúti talpfának, a bányászatnál zuzónylaknak, kút- és vízvezető-csőeknek, valamint építőfának is. Különösen tartós födélszékeket készítenek belőle. Alkalmas továbbá hálószögeknek, küllőknek s szép fényezhetősége miatt asztalos- és esztergályos-munkákra is. Távíró- és telefonpóznáknak, kerítésoszlopoknak, szőlő- karóknak stb. alkalmazva ritkítja párját. Kitűnő szerszámfa, különösen oly szerszámokra, amelyektől nagy szilárdságot és rugalmasságot kívánunk. Télen vágott és jól kiszáritott törzsek azonkívül kitűnő deszkaanyagot, borítólemezt, ablakkeretfát stb. adnak. Az asztalosok padlózatot és bútorokat is készítenek belőle. Erre a célra különösen a fodrosabb rostú deszkák keresettek.

(Magyarország lapályos és dombos vidékein az akác már valóságos erdei fává lett s homokterületek és vízmosások befásítására a legalkalmasabb fának bizonyult. Jó oldala más erdei fanemekkel szemben az is, hogy rendkívül gyorsan nő, s már 20-30 éves korában vágható, mert fája ekkor a legértékesebb. Magasabb korig ritkább esetekben nevelik, mert mostani tulajdonképpen helyén: a homokon magasabb korban a bélkorhadás betegségének esik áldozatul. A magyarországi akácerdők területe folytonosan nagyobbodik s 1910-ben kereken 154.000. kat. holdat tett (az összes erdőterület 1,2 %-a), eltekintve azoktól az akácoktól, amelyek az alföld tanyái körül s az utak és tagok mentén elég nagy mennyiségben található.)

c. A kőrisfa (*Fraxinus excelsior*, Esche) hengeres, ágmentes törzse 30-40 m magasságot is elér. Nagyon széles szíjácsa sárgásfehér, gesztje világosbarna, szép kerek évgyűrűkkel, alig kivehető bélsugarakkal. Fája kemény, szilárd, sugármetszetén kissé fényes és csíkos, nehezen hasad, jól hajlítható, kevésbé vetemedik, jól fényezhető, szívós s ha kedvező talajon nőtt, tömött, ellenkező esetben likacsos, puha, könnyű és csekély értékű. Fajsúlya 0,57-0,96. Mint építőfa kevésbé tartós, földben csakhamar elkorhad, kiváló műszaki tulajdonságai miatt

azonban másnemű használhatósága elég nagy és sokoldalú. Használják asztalos-, esztergályos-, kocsigyártó- és kádármunkákra. A vastagabb törzseket pallókká fűrészelik föl, a vékonyabbakból szekérrudakat, kerekeket, kocsivázakat és létrákat, gereblyéket és villákat, abroncsokat, gazdasági eszközöket, szerszám- és ostornyeleket, botokat, tornaszereket stb. készítenek. A nyesett, megcsomósodott törzsek igen szép furnirlemezt adnak. Zöldre pácolva, az asztalosok zöld ébenfa gyanánt dolgozzák föl.

d. A szil (*Ulmus*, *Rüster*, *Ulme*) nyúlánk törzsű fa, amelynek hazánkban három faja van. Ezek között építőfául tulajdonképpen csak a kopasz vagy mezei szil (*Ulmus campestris*) és ennek egyik változata, a parás szil (*Ulmus suberosa*) tekinthető. Az előbbi a lapályokon és szelídebb lejtésű dombos vidéken, az utóbbi inkább erdőszéleken és hegyégi erdőkben található. Fája barnarostú, likacsos gyűrűzettel és finom bélsugarakkal, kemény, rugalmas, tömött, szilárd és tartós. Tartóssága különösen víz alatt nagy. Eme kiváló tulajdonságainál fogva, hajóépítésnél, gép- és vagongyártásnál, de haranglábaknak, kútágasoknak, pince- és ászokgerendáknak, vízvezetőcsöveknek és különféle oly célra használják, ahol tartósság és szilárdság kívánatos. Rugalmassága miatt gépágyak alatt, vánkosfául, ágyútalpakra és mindenütt ott alkalmazható, ahol súrlódásoknak és ütődéseknek, rázkódásnak kell ellenállania. Az asztalosok előtt igen becses faanyag. A finom szilfabútor az utóbbi időben nagyon divatos. Erre a célra különösen a sötétszínű, keskeny évgyűrűs szilfát keresik. A kerékgyártók kerékagyakat, küllőket, létrákat stb. készítenek belőle, de esztergályos – munkákra is alkalmas, a nyesett fák göcsös és hullámos fáját pedig kitűnő, szépen fényezhető borítólemezekre dolgozzák föl.

A hegyi szil (*Ulmus montana*) és a vénicz szil (*Ulmus effusa*) faja műszaki tulajdonságai tekintetében messze mögötte marad a mezei szilnek s mint építő – és műfának alig van értéke.

e. A platánfa vagy boglárfa (*Platanus*) leginkább díszfa gyanánt s utak és sétányok mentén, fasorok alakjában fordul elő. Szíjácsa vöröslőbarna, gesztje szennyes világosbarna, bélsugarai sűrűk és vastagok. Fája fiatal korában szívós és tartós, később törékeny és könnyen korhad. Száraz helyen építőfának éppen úgy alkalmasa, mint a bükkfa, amelyhez különben is minden tekintetben hasonló. Víz alatt csaknem oly tartós, mint a tölgyfa. A belőle készült fűrészárút szép bélsugarai miatt az asztalosok is szeretik.

f. A bálványfa (*Ailanthus*) szíjácsa sárgás és igen széles, gesztje narancsszínbarna, széles évgyűrűkkel, számos és vastag bélsugárral. Fája kemény, selyemfényű, nehezen hasad, száraz állapotban nehezen faragható, igen szilárd és tartós. Fajsúlya 0,57-0,6 %. A rovarok nem bántják. Különösen díszfa alakjában található. Használják járomfának, kerékfőnek, küllőknek stb. Kitűnő rajz-síneket is készítenek belőle. Selyemfénye és szép sárgás színe miatt az asztalosok előtt is becses faanyag.

g. A berkenye (*Sorbus*, *Vogelbeere*) nyúlánk törzsű fa, 8-10 m magassággal. Szíjácsa szennyes vöröslőfehér és lágy, gesztje vörösesbarna, hullámos, köralaku évgyűrűkkel. Fája meglehetősen kemény és nehéz, finom, fénylő, nehezen hasad, keveset aszik össze, szívós és száraz helyen tartós. Különösen asztalosok, kerékgyártók és esztergályosok használják.

h. A gesztenyefa (Szelídgesztenye, *Castanea vesca*, *Kastania*) szabadban rövid és zömök, zárlatban nyúlánk törzs, terebélyes koronával, sötétbarna, repedezett kéreggel. Sokszor nagy vastagságot ér el, de ritkán egészséges. Igen keskeny szíjácsa sárgásfehér, gesztje világos vagy sötétbarna, a tölgyéhez hasonló finom, alig kivehető bélsugarakkal. Fája kemény, rugalmas, csersavszagú, vízben vagy váltakozva száraz és nedves helyen beépítve, tartósság tekintetében vetekedik a tölgyfával, de szárazon is elég tartós. Fajsúlya 0,60-0,72. Elterjedése s ezzel jelentősége is mint építőfának csekély. Az asztalosok keresik, a kádárok hordókat készítenek belőle. Szerszámfának is jó.

i. A diófa (*Juglans regia*, *Nussbaum*) rövid törzsét hamvasszürke, repedezett kéreg borítja. Szíjácsa szürkésfehér, gesztje szép barna és hullámos, alig látható bélsugarakkal. Fája könnyű, de kemény, finom, rugalmas, szívós és teherbíró, nehezen hasad és száraz helyen igen tartós. Fajsúlya 0,65 -0,71. Szép és kitűnően fényezhető fája miatt a legkeresettebb bútortanyag, amelyet asztalosok és esztergályosok dolgoznak föl. Puskaagynak is igen keresik.

j. Az eperfa (*Morus*, *Maulbeerbaum*) keskeny szíjácsa sárgásfehér, gesztje sárgásbarna, idővel mahagonihoz hasonló vörösbarna. Kemény és tartós fáját, amely kitűnően fényezhető és borítólemezekre alkalmas, az asztalosok és kerékgyártók kedvelik. Hajószegeket is készítenek belőle. Különösen a vörös eperfa fája keresett.

k. A körtefa (*Pirus*, *Birnbaum*) tulajdonképpen nem tartozik a gesztes fákhoz, mert valódi gesztje nincs és csak azért tárgyaljuk itt, mert a gyümölcsfák sorába tartozik. Szíjácsa világos barnászörös, alig kivehető bélsugarakkal. Fája kemény, nehéz, tömött, szépen fényezhető, nehezen hasad, de jól faragható, szívós, szilárd és száraz helyen igen tartós. Fajsúlya 0,71-0,73. Használják finomabb asztalos- és esztergályos munkákra, feketére pácolva képeretekre. A képfaragók, metszők, hangszerkészítők előtt is igen becses. Mérnöki műszereket is készítenek belőle.

l. Az almafa (*Malus*, *Apfelbaum*) szíjácsa széles, vöröses, gesztje vörösesbarna, hullámos. Fája hasonló a körte fájához, de könnyebb és lágyabb, s kevésbé értékes. Használhatósága nagyjában olyan, mint a körtefáé.

m. A szilvafa (*Prunus domestica*, *Zwetschkenbaum*) szíjácsa sárgásfehér, keskeny, gesztje barnavörös, a mahagonihoz hasonló, sok és jól kivehető bélsugárral. Fája kemény, nehéz, száradáskor nagyon repedezik. Az asztalosok és esztergályosok keresik.

n. o./ A meggyfa (Török meggy, *Prunus Mahaleb*, *Weichselrohr- Kirsche*) szíjácsa vöröses, finomszövetű, gesztje világosbarna, szennyes zöldes sávokkal. Fája meglehetősen kemény, igen nehezen hasad, erősen aszik össze, szépen fényezhető, szépszínű és illatos. Szintén az asztalosok és esztergályosok használják.

o. A cseresznyefa (*Prunus avium* és *P. cerasus*) egyenes, sugaras, hengeres törzssel bír. Szíjácsa keskeny, vörösféhe, gesztje világos sárgásbarna, elég világosan kivehető bélsugarakkal. Fája közepes keménységű, jól dolgozható, meglehetősen könnyű, nehezen hasad, szépen fényezhető, szívós, de nem tartós. A rovarok könnyen megtámadják. Fajsúlya 0,57-0,78.

Szíjácsa nagyon összeaszik, ezért le kell faragni. Különösen az asztalosok és esztergályosok szeretik.

p. A fűzfa szíjácsa fehér, szívós, finom szövetű, gesztje vöröses, sárgásfehér vagy sötétbarna színű. Fája igen lágy, a levegőn kiszáradva azonban olyan kemény, akár a gesztenyefa. Száraz helyen elég tartós, építőfának azonban nem tekinthető, habár itt-ott, más fa hiányában, szarufának, istállópadozatnak stb. is fölhasználják. A vastagabb törzsek fája földben való tartósságánál fogva cölöpöknek, karóknak stb., de bútorok, ládák, teknők, facipők, faragványok stb. készítésére is alkalmas. Vastagabb és vékonyabb hajtásainak a vízépítésnél, partbiztosításnál, sövényfonásnál, ültetvényeknél vesszük jó hasznát, mert a belőlük készített karók és vesszők a földben csakhamar gyökeret vernek és a partot megkötik. A gallyakat is vesszőnek, rözsének, gúzsaknak, kötővesszőnek, kosárfonásra használják.

A hazánkban előforduló fűzfajok: a fehér vagy tiszai fűz (*Salix alba*, Silberweide) amely patakok és folyók partján tenyészik s valamennyi között a legtekintélyesebb: a törékenyfűz (*Salix fragilis*, Bruchweide), amely folyómelléki berkekben és a Kárpátokban található; a kötőfűz (*Salix viminalis*, Korbweide), amely vízpartokon és homokos talajon nő; a kecskefűz (*Salix caprea*, Saalweide) mely a vízpartoktól függetlenül, mint erdei gyomfa fordul elő; a hamvasfűz (*Salix cinerea*, aschgraus, Weide) amely a magyar síkságon van elterjedve és a boroszlánképű fűz (*Salix daphnoides*, Palmenweide), amely a Kárpátok egész vonalán található.

2.2.2. A szíjácsos fák.

a. A bükkfa (*Fagus silatica*, Rotbuche) 30-40 m magas a 0,6-7 m vastag, 15-20 m magasságig ágmentes, bélkorhadás miatt aránylag rövidéletű fa, hengeres, telided törzsszel, terebélyes koronával, sima, szürkészínű kéreggel. Az évgyűrűk határai az őszi és tavaszi faréteg színezetének csekély különbsége miatt nehezen vehetők ki. Gesztje nincs, szíjácsa vöröslőfehér, körded évgyűrűkkel, számos, hosszú, de vékony, élesen kitetsző, kemény, fényes bélsugarakkal, melyek között apró bélsugarak láthatók. A bélsugarak tükre föltűnően sötét. Fajsúlya 0,56-0,83. Fája kemény, tömött rostú, könnyen faragható, jól hajlítható, kitűnően hasad, kopás közben nem szálkásodik, sokat aszik össze. Eléggé tömött, rugalmas és szilárd faanyag, szilárdabb és sokkal egyenletesebb szerkezetű, mint a tölgyfa. Fialat korában a fa szívós és könnyen dolgozható, öregebb korában keményebb, tömöttebb és nehezebb, a túlkoros fa pedig merev és igen törékeny. Dütting és Quast kísérletei szerint a legtöbb terhet bíró fanemek közé tartozik. E kitűnő műszaki tulajdonságokkal szemben azonban sok kedvezőtlen természeti tulajdonsága van, amelyek tartósságát nagy mértékben csökkentik és használhatóságát korlátozzák. Ilyen a könnyű fülledés (a frissen vágott fának hirtelen megbarnulása), a gyors korhadás, az erős aszás, dagadás, repedés, vetemedés és a rovarragás. Tartóssága száraz helyen kielégítő, de föld alatti építkezésnél ritkán használják. Ha fölvaltva, majd szárazon, majd nedvesen fekszik, rövid idő alatt elkorhad és a rovarok is összerágják. Víz alatt használva, rendkívül tartós s ezért víz alatti építkezésekre (gátak, zsilipek stb.) és teljesen frissen vágott állapotban oly cölöpökre használják, amelyek folytonosan víz alatt vannak. Újabban hídpallóknak és szobapadlózatnak is bevált; utóbbi esetben repedésre és vetemedésre való hajlandóságát azzal ellensúlyozzák, hogy apró, keskeny deszkácskák

alakjában veszik alkalmazásba. Párolás és főzés szintén megakadályozza vetemedését és repedezését s ilyen módon előkészítve, parkettnek is alkalmas. A bányászatonál zúzóköpük, zúzónyilak stb. készítésére – és járópallók gyanánt alkalmazzák. Azelőtt bányafának is használták, újabb időben azonban a jobb tűlevelű fák mindinkább háttérbe szorítják, mert mint szíjácsos fa a bányalevegő bomlasztó hatásának nem képes ellenállni. A levegőn jól kiszáradt, egészséges bükkfa tartósságát rézgáliccal, cinkkloriddal vagy kátrányolajjal való telítés útján nagy mértékben lehet fokozni s ilyen állapotban azután vasúti talpfának, burkolati kockának, táviró- és kerítésoszlopoknak, kerékvetőknek, bányafának s más oly szerkezetekre is alkalmas, amelyek nedvességnek vagy a léghörök behatásának vannak alávetve. Végre fasíneket (fapályákhoz), evezőket, keréktalpakokat, szerszámokat, ládákat, hordókat, edényeket, hajlított és házi bútorokat, esztergályos- és szobrász- munkákat, falburkolatokat stb. készítenek belőle. Fája jól fényezhető.

(A bükkfa elterjedése óriási. A magyar állam területén e tekintetben egyetlen fafajunk sem versenyezhet vele. Összes erdeinknek 36,5 %-át alkotja és mintegy 5,8 millió kat. holdat foglal el.)

b. A gyertyán (*Carpinus betulus*, Weissbuche) 15-20 m magas, 0,30-0,35 m vastag fa, hengeres, csavaros növésségű, fölfelé gyorsan vékonyodó törzsszel, vékony, sima, szürke, csíkos, nem repedezett kéreggel. Gesztnélküli fája szép fehér, kiszáradva kissé sárgás, hullámos évgyűrűkkel, finom, alig kivehető bélsugarakkal. A fa finom szövetű és egyenletes, kemény, tömött, szívós, kopás és súrlódás közben nem szálkásodik, de csak szárazon tartós. Ha egyenes rostú, minden irányban jól hasad, és könnyen dolgozható, a csavarodott rostú fa ellenben ferdén hasad s hasított vagy metszett áru készítésére nem alkalmas. Fajsúlya 0,62-0,82. Könnyen romlik, azért csak szárazon használható, építkezésre nem alkalmas s hullámos és csavarodott rostjai miatt faragásra sem. Mert súrlódás közben is sima marad, használják a gép- és malomépítésnél gépfának, szerszámfának, kerék- és orsófogak, küllők, szerszámnyelvek, csigák, emelőrudak stb. készítésére s bognár-, szobrász- és esztergályos munkákra.

(Hazánkban nemcsak a hegységben, hanem lapályos helyeken is tenyészik s mintegy 1.400.000 kat. holdat (9,13 % foglal el.)

c. A nyír (*Betula alba*, *B. verrucosa*, *B. pubescens*, Weissbirke, Rauchbirke) sudaras törzsű fa, vastag, igen durva, mélyen repedezett, kőkemény, vörösesbarna kéreggel, hegyes koronával. Gesztnélküli fája fehér, finom, egyenletes, gyöngén sárgás vagy vöröses színezettel, finom, alig kivehető bélsugarakkal; lágysága miatt átmenetet alkot a lágyfához, nehezen hasad, erősen aszik össze, szépen fényezhető, jól faragható, hajlékony, elég szilárd és igen szívós, tartóssága azonban csekély, mert könnyen bomlásnak indul és elkorhad; nedves földben nem is használható, mert egy év alatt tönkremegy. Fajsúlya 0,51-0,77. Építőfának nem tekinthető, némely asztalos- és esztergályos- munkára azonban alkalmas, s nagy szívósságánál fogva igen jó kerékanyagot, abroncsfát és gúzszt ad. Nálunk főképpen szekérrudakat készítenek belőle. Vesszőiből seprőt, fehérgérgű fájából korlátokat és kerítéseket készítenek.

(A magyar állam összes erdőterületéből a nyírfák mintegy 380.000 kat. holdat /2,4 %/ foglal el.)

d. A fekete éger (*Alnus glutinosa*, Schwarzerle, Toterle) sudaras törzsű fa, gúla alakú, gyér koronával s vékony, hosszában és keresztben repedezett, cserepes, szürkés-feketebarna kéreggel. Gesztnélküli fája kezdetben erős vöröses színű, később meghalványodik; finom bélsugarait alig lehet fölismerni; elég kemény és rugalmas, könnyen vetemedik, erősen aszík össze, szépen fényezhető, jól faragható. Szilárdsága csekély, száraz helyen, valamint akkor is, ha váltakozva, majd szárazon, majd nedvesen fekszik, rövid idő alatt elkorhad, nedves földben és víz alatt ellenben igen tartós. Használják vízépítésre, vízvezetőcsövekre, istálló-padozatokra, cölöpökre és rácsokra, azonkívül bányafának is. Jól kiszárítva, asztalosos és esztergályos-munkákra is alkalmas, de csak fényezve, mert különben a rovarok megtámadják. A fafaragók is szeretik. Szivarskatulyák készítésére is sok égerfát használnak föl.

Az éger másik faja, a fehér éger (*Alnus incana*) amelynek fája azonban nem oly értékes, mint a fekete égeré.

(Hazánkban az összes erdőterületnek 0,47 %-át foglalja el, ami kereken 75.000. kat. holdnak felel meg. Legtöbbnyire folyópartokon, szigeteken és nedves lapályokon található.)

e. A juhar (*Acer*, Ahorn) különböző fajai, habár építőfának nem tekinthetők, igen jó műfát adnak. A hegyi juhar (*Acer pseudoplatanus*, Bergahorn) szép fehér fája kemény, szívós, eléggé tömött, nem vetemedik és nem repedezik, egyenesen hasad, a hasadási lapon selyemfényű, a rovarrágásnak eléggé ellenálló. Fajsúlya 0,53 – 0,79. Száraz helyen elég tartós, nedves helyen azonban csakhamar elkorhad. Különösen kerégyártók és esztergályosok használják, de készítenek belőle szép parkettát, teknőket, kanalakat és furnirlemezt is. A mezei juhar (*Acer campestre*) finomszövetű, apró bélsugaras, nagyon nehezen hasadó fája tömöttebb és szívósabb, kevésbé aszík össze s a rovarok is kevésbé bántják. Ezért használhatósága is nagyobb, mint a hegyi juharé. Fajsúlya 0,61 – 0,74. Fodros fája különösen szép borítólemezeket ad, de gépkerekfogakat, ostornyelet, fapipát stb. is készítenek belőle s az asztalosok és esztergályosok előtt is becses faanyag. A korai juhar (*Acer platanoides*) fája hasonló a hegyi juharéhoz, elég finom szövetű, sárgásfehér, fénylő, kemény, nehezen, de szépen hasad, keveset aszík össze, elég rugalmas és száraz helyen megfelelően tartós, nedves helyen és szabadban azonban nem használható. Átlagos fajsúlya 0,68. alkalmazása ugyanolyan, mint a hegyi juharé.

f. A vadgesztenye vagy bokrétafa (*Aesculus hippocastanum*, Rosskastanie) fája meglehetősen lágy, de egyenletes és finomszövetű, sárgás vagy vöröses színű, könnyen hasad, nem nagyon repedezik és vetemedik, de nem elég rugalmas, törékeny és csekély tartósságú, építőfának ennél fogva nem tekinthető. Padlózatot, ládákat, teknőket, facipőket és különféle árut készítenek belőle.

g. A nyárfá finomszövetű, fehérszínű fája lágy, könnyű, keveset vetemedik, nem nagyon aszík össze, rugalmas, fiatalon elég szívós és száraz helyen, föld alatt építkezésre is alkalmas, a szabadban ellenben csekély tartósságú. Az Alföld népe szívesen használja a nyárfát építkezésre; különösen szarufa gyanánt alkalmazzák. Fajsúlya 0,43-0,56. Nálunk található fajai: a rezgő nyár (*Populus tremula*, Espe, Zitterpappel), amelynek fehér, finom fája valamennyi között a legjobb s legszebben dolgozható. Deszkák és pallók alakjában az asztalosok és esztergályosok használják, de teknőt, facipőt, kanalakat, gyújtószálakat stb. is készítenek

belőle; ágai jó rőzseanyagot adnak. A fehér nyár (*Populus alba*, Silberpappel), sárga, később sárgásbarna fáját ugyanoly célra használják, mint a rezgőnyárfáét. A feketenyár (*Populus nigra*, Schwarze Pappel), az ennek egyik változatát alkotó jegenyenyár (*Topolyfa*, *Populus pyramidalis*, Pyramiden-Pappel, italienische Pappel) és a hozzájuk hasonló kanadai nyár (*Populus canadensis*, Canadische pappel) vastagabb törzséből teknőket, vályúkat, szép borítólemezt stb. készítenek.

h. A hárs finom bélsugarú fája lágy, kissé vöröslőfehér, nagyon könnyű, jól, de szálkásan hasad, nem nagyon repedezik, minden irányban könnyen és jól faragható, fiatalon erősen összeaszik, a rovaroknak elég jól áll ellen s szárazon elég tartós, nedves helyen azonban tartóssága csekély. Asztalos-, esztergályos-, bognár-, s képfaragó- és metsző munkákra s mérő- és rajzolóasztalok, rajztaflák stb. készítésére használják. Utóbbi célokra csaknem egyedülálló. Fajsúlya 0,32-0,59. Fajai a kislevelű hárs (*Tilia parvi-* vagy *ulmifolia*, Berglinde, Winterlinde, Waldlinde) s a nagy-, vagy széleslevelű hárs (*Tilia grandifolia*, Sommerlinde).

i. A galagonya (*Crataegus*, Hagedorn, Weissdorn) vöröslőfehér, gyakran bélfoltos fája finom, nehéz, fénytelen, nehezen hasad, eléggé aszik össze, nagyon kemény és szívós. Fajsúlya 0,81-0,88. Különösen oly munkákra és szerszámokra használják, amelyekből szívósságot kívánnak, pl. szerszámnyelekre. Botokat is készítenek belőle.

2.3. A külföldi fanemek

A külföldi fanemek között több olyan van, amelyet kiváló műszaki tulajdonságainál fogva Európába és Magyarországra is behoznak. Ezek részint a tűlevelű, részint a lombos fák közül kerülnek ki. Az alábbiakban csak a legfontosabbakat ismertetjük, amelyek az európai faipar szempontjából veendő figyelembe.

2.3.1. A tűlevelű külföldi fák

a. A délifenyő (Amerikai szurkosfenyő, *Pinus australis*, Parkettkiefer) az erdeifenyő családjához tartozik (az európaiak Pitch-pine névvel illetik, bár az amerikaiak Pitch-Pine-je a *Pinus rigida*), hazája Kelet-Amerika déli tartományai. Az amerikai tűlevelű fák legértékesebbje. Fája igen nehéz, tömött, és szívós, gesztje sárgászöld, igen gyantás s rendkívül teherbíró és tartós. Különösen jellemző nagy ellenállása a kopással szemben. E tekintetben pótolja a tölgyfát. Fajsúlya 0,60-0,65. Használják vezetőpóznának, hajóépítőfának, vagongyártásnál, fakockaburkolatnak s ajtók, ablakok, padozat stb. készítésére. Hazájában vasúti talpfának is. Szépen erezett darabjait az asztalosok is szeretik.

Az ugyanehhez a családhoz tartozó sárgafenyő (*Yellow-pine*, Gelbkiefer, *Pinus ponderosa*) fája műszaki szempontból hasonló a Pitch-pine fájához, a Karolina-fenyő (*Pinus mitis*, Carolina-pine) fája ellenben kevésbé gyantás s nem oly értékes.

b. A douglas-fenyő (*Pseudotsuga Douglasii*, Douglasfichte, oregon-pine, Cochin-pine) észak-amerikai eredetű s alakjában a mi jegenyefánkhoz hasonló; különösen nagy méreteivel tűnik ki. Szíjácsa sárgásfehér, széles gesztje világoszöld, fája, technikai tulajdonságait tartósságát és alkalmazhatóságát tekintve olyan, mint a jegenyefenyőé.

c. A ciprus régente híres építő- és haszonfa, melyet az ókorban hajóépítésre, istenek és bálványok faragására, az egyiptomiaknál múmiakoporsók készítésére használtak.

A valódi ciprusfát a Dél-Európában honos közönséges ciprus (*Cupressus sempervirens*), az Észak-Amerikából, Oregonból és Kaliforniából eredő gömbciprus (*Chamaecyparis sphaeroida*) és Dawson-ciprus (*Chamaecyparis Lawsoniana*) szolgáltatja. A fa fehér cédrus (white cedar) és oregon-cédrus név alatt kerül a kereskedésbe, Amerikában és Japánban cédrusfának is nevezik. Az igen értékes, vörösbarnaszínű, gyantában szegény, kemény és nehéz, könnyen hasítható, kellemes illatú, szépen fényezhető, szilárd és tartós fát ajtókra, ablakokra, stb. hazájában vasúti talpfákra is használják.

A nem valódi ciprusfa az európai faipar szempontjából fontosabb, mint a valódi. Ezt a fekete vagy mocsári ciprus (*Taxodium distichum*) törzséből nyerik s az Észak-amerikai Egyesült-Államok déli és délkeleti vidékéről hozzák Európába. Szíjácsa keskeny, gesztje világossárgás vagy sárgavöröses, finom, néha hullámos évgyűrűkkel. Fája egyenes – és durvarostú, sávós, gyantás, szagtalan, megfelelően lágy és könnyű, de igen rugalmas, teherbíró s minden körülmények között rendkívül tartós. Részben borítólemezekre vágják, részben pedig ugyanolyan célra használják, mint a magyarországi erdei- és vörösfenyő fáját.

d. A cédrus szintén a ciprus családjából való s fája szintén már az ókorban volt ismeretes. A mai fakereskedelemben különböző fanemet neveznek cédrusnak, amelyeknek közös ismertető jele a tömött, hosszúrostú, erősen illatos fa.

Valódi cédrusfát ad a Kis-Ázsiában, Szíriában és Ciprus szigetén honos libanoni cédrus (*Cedrus libani*), amely azonban már csaknem teljesen kipusztult, az Észak-Afrikában elterjedt, atlászi cédrus (*Cedrus atlantica*), és a Himalaya-hegységből eredő Himalaya-cédrus (*Cedrus deodora*), amely India egyik legértékesebb fája. Fájuk világos, sárgás, vagy vöröses, gesztben valamivel sötétebb, gyantában gazdag, erős illatú s rendkívül szívós és tartós.

A nem valódi cédrusfa alkalmazása Európában általánosabb, mint a valódié. Ezt az Észak-Amerika nyugati vidékén elterjedt óriás cédrus (*Thuja gigantea*), az ugyanonnan eredő álcédrus (*Thuja occidentalis*), az Ázsia keleti részében tenyésző japáni cédrus (*Cryptomeria japonica*) s végre a kaliforniai cédrus (*Libocedrus decurrens*) szolgáltatja. Az óriás cédrus vörösesbarna, tömött és igen könnyű (fajsúlya 0,39) szívós, könnyen hasítható és dolgozható s rendkívül tartós és szívós fája vörös cédrus (Red cedar), az álcédrusé és a japáni cédrusé pedig, éppen úgy, mint a ciprusé, fehér cédrus (White cedar) név alatt jön elő a kereskedésben.

(A kereskedésben ritkábban előforduló cédrusfák, a chilei cédrus (*Libocedrus chilensis* és *Libocedrus tetragona*), a jamaikai cédrus (*Guazuma ulmifolia*), a guánai cédrus (*Icica altissima*), a fekete cédrus (*Nectandra pici*) és a fehér cédrus (*Bignonia leucoxydon*). Az utóbbinak sárgás-zöldesbarna fáját antillai ebenfának vagy ál-guajakfának nevezik.)

e. A virginiai boróka (*Jupiterus virginiana*, Bleistifholz) virginiai cédrusfa név alatt ismeretes és szintén a ciprusok családjához tartozik. Hazája az észak-amerikai Egyesült-Államok. Szép vörösbarna vagy kékesvöröszínű, könnyű, lágy, igen finomrostú és egyenletes szövétű, jó illatú, könnyen faragható és simán dolgozható, keserű íze miatt rovaroktól mentes és elég tartós

fáját, amely szintén vörös cédrus (Red cedar), álcédrus és iróncédrus név alatt ismeretes, a műasztalosok, esztergályosok és fafaragók szeretik, akik finom bútorokat és egyéb belső berendezést készítenek belőle. Irónok befoglalására ez a legjobb és leginkább használt fa. Készítenek belőle szivardobozokat, sakktáblákat, vonalzókat, űrmértékeket stb., hazájában zsindelet és vasúti talpfát is. Fajsúlya 0,33-0,53.

f. A kaliforniai fenyő (*Sequoia sempervirens*, Rotholz) nagyméretű darabokban jön a kereskedésbe. Szíjácsa keskeny, gesztje széles, halványvörös, kissé kékbe játszó. Fája szép egyenes rostú, fénylő, gyantában szegény, szagtalan, lágú és könnyű, könnyen és simán hasad, keveset aszik össze és igen tartós. Kitűnő építőszerkezeti és műfa, amely vörös fa (Redwood) név alatt ismeretes a kereskedésben.

2.3.2. Lombos külföldi fák

A lombos fák közül mint építőfa különösen az eukalyptusfa, a pokk-fa, a teak-fa és a quebracho-fa tűnik ki, műasztalos, esztergályos és egyéb munkákra azonban sok más külföldi fa is alkalmas.

a. Az eukalyptus-fa legnagyobb részét Ausztráliából származik, habár a Földközi-tenger mellékén is. Különösen Olaszországban tenyésztik. Mint építő- és műfa a legjelentékenyebb külföldi fák közé tartozik. Fája világos- vagy vörösesbarna, a tölgy fájához hasonló, kemény és nehéz, igen szilárd és rendkívül tartós, jól hasad, szívós és rugalmas, de erősen összeaszik és repedezik. Az építőfák között a legjobb, legszilárdabb és legtartósabb fának tartják a különösen ház-, vagon- és hajóépítésnél, továbbá vasúti talpfá, bányafa és bognárfa gyanánt alkalmazzák, de fakocka-burkolatot, padlózatot, lépcsőfokokat stb. is készítenek belőle. Fajsúlya 0,70-1,00.

(A kereskedésben az eukalyptusfa különböző nevek alatt fordul elő és különböző eukalyptusfák közül áll. Ilyen például a Tallow-wood (Eukalyptus mikrokorys), a Blackbutt (Eukalyptus pilularis), a Sarra (Eukalyptus maculata), a Blue Gum (Eukalyptus globulus), a Red-Gum (Eukalyptus rostrata), a Karri (Eukalyptus versicolor), a Jarra (Eukalyptus marginata), az Irenbark (Eukalyptus crebra), stb. az utóbbiaknak vörösbarnaszínű fáját ausztráliai mahagóninak is nevezik.)

b. A pokkfá vagy guajakfa (*Guajacum officinale* és *G. sanctum*, *lignum vitae*, *lignum sanctum*, Verawood) Nyugat-Indiából kerül hozzánk. Fája zöldesbarna, világosabb és sötétebb színű helyekkel, rendkívül kemény, nehéz, igen gyantás, törékeny, nem hajlítható, de igen jól áll ellen a kopásnak és súrlódásnak. Ez oknál fogva géprészekre, szíjkorongokra, csapágyakra, hengerekre stb. használják s azonkívül tekepályagolyókat, dörzsölőcsészéket, fakalapácsokat, késnyeleket stb. készítenek belőle. Mint hajóépítőfa is becses. Fajsúlya 1,17-1,39.

c. Az indiai tölgyfa vagy teakfa (*Tectona grandis*) főképpen Kelet-Indiában nő. Fája világos barnavörös, a levegőn azonban barna vagy világosbarna színt vesz fel. Kellemes illatú, kemény, de elég könnyen hasad és szépen dolgozható, szívós és rugalmas, kitűnően áll ellen a gombáknak és a rovaroknak s szilárdsága és tartóssága sokkal nagyobb, mint az európai tölgyfáé. Különösen hajóépítésre, vasúti kocsikra, szép színe és szövete miatt pedig fa burkolatokra és úri lakóházaknál belső berendezésre használják. Fajsúlya 0,89.)

d. A Quebracho-fa (Quebracho /Colorado) Argentínából és Paraguayból származik, ahol a *Schinopsis balaneae* és a *Schinopsis Lorentzii* fájából termelik. Fája kezdetben hús-vörös, később vérvörös, igen kemény és nehéz, egyenetlenül hasad és nehezen dolgozható, de igen szilárd és nagy cersavtartalma miatt rendkívül tartós. Eme kiváló tulajdonságai miatt kitűnő építő és szerkezeti fa, amelyet különösen híd- és vasútépítésnél alkalmaznak. Vasúti talpfák, fakocka-burkolat, táviró-póznák, stb. részére ez a legjobb faanyag. Cserzőanyagként is használják. Fajsúlya 1.10-1.13.)

e. Az ébenfa (*Diospyros*) neve alatt többféle fafaj kerül a kereskedésbe, amelynek közös ismertetőjele a többé-kevésbé feketeszínű, kemény, tömör és nehéz, szépen fényezhető, jól hasítható, nem igen rugalmas, de igen tartós fa, amelynek fajsúlya légszáraz állapotban 1.18-1.33.)

(A valódi, sötétfeketesínű ébenfát Kelet-Indiából és Ceylon szigetéről bombayi, ceyloni és siami-ébenfa név alatt hozzák Európába és a *Dispyros ebum*, *Diospyros ebenaster* és *Diospyros tomentosa* fájából nyerik. Kevésbé jó ébenfát szolgáltat a *Diospyros virginiana*, amely Észak-Amerika keleti vidékén honos. Ugyancsak sötétfeketesínű a madagaskari ébenfa (*Diospyros haplostylis* és *Diospyros microrhombas*), ellenben sötétbarnaszínű az inakassar-ébenfa, világosbarnaszínű, feketecsíkos a koromander- vagy kalamander- ébenfa (*Tintenholz*, *Diospyros hirsuta*). Ezenkívül fehér ébenfát ad az észak-amerikai *diospyros chrysophyllos*, vörös ébenfát a *Diospyros rubra* és zöld ébenfát a *Diospyros chloroxylon* és a *Tecoma leucoxylon*.)

Az ébenfa kitűnő építő és szerkezeti fa, de különösen értékes a műasztalos-, bútorasztalos és sztergályos-iparban, ahol különféle célra dolgozzák föl.

f. A mahagoni-fa (*Swietenia Khaya*, *acaou*) főképpen Kelet- és Nyugat-Indiából ered. Fája különböző árnyalatú vörösesbarna, néha sárgásbarna, egyenes rostú, igen tömött, kemény, rideg, csak mérsékelten aszik össze s keveset repedezik és vetemedik, szépen fényezhető, rendkívül tartós és csaknem oly szilárd, mint a tölgyfa. Az asztalos-iparban nagyon értékes fa, de a hajóépítésnél is jó hasznát veszik s azonkívül szivarládákat s ha hullámos erezetű, szép borítólemezeket készítenek belőle. Fajsúlya 0,55- 0.87)

g. A palizander- vagy jakaranda-fát Braziliából, Kelet-Indiából és Madagaskar szigetéről hozzák forgalomba s elsősorban a kelet-indiai *Dalbergia latifolia* és *Dalbergia sissos*-ból nyerik. A braziliai palizanderfát, amelyet jakaranda-fának neveznek, a *Dalbergia nigra*, a *Jakaranda braziliana*, valamint a *Machaerium*-fák szolgáltatják. Fája vörös vagy ibolyaszín barna, kékesvörös árnyalattal és világos vagy fekete csíkokkal, rendkívül nehéz, kemény és szilárd, de kissé rideg, egyenetlenül hasad, de jól dolgozható és igen szépen fényezhető. A bútortipar egyik legértékesebb fája; zongoraszekrények többnyire ebből készülnek. A hangszerkészítők is szeretik.

h. A kék berzsényfa, vagy kékfa (*Campeche-fa*, *Blauholz*, *Logwood*) Mexikóból, KözépAmerikából, Kelet-Indiából származik s a kampés-kékfából (*Haematxylon campecheanum*) nyerik. Gesztje vörösesbarna, egészen élénk vérvörös-színű, amely a levegőn

kékes-fekete színné változik át. Fája kemény és nehéz, elég jól és egyenesen hasad; finomabb műasztalos- és esztergályos-munkákra dolgozzák föl, vérvörös gesztjéből a kereskedésben kék berzsényfa név alatt kapható festéket készítenek. Fajsúlya 0,90-1,0.

i. A vörös-berzsényfa, braziliai fa vagy fernambukfa (Echtes Brasilienholz) Dél-Amerikából kerül Európába. Az ott tenyésztő *Caesalpinia echinata* fája előbb halvány- később – a levegőn – sötétvörös-színű, kemény és nehéz, elég könnyen, de egyenetlenül hasad. Szintén műasztalos- és esztergályos-munkákra használják s a kereskedésben kapható vörös berzsényfa nevű festéket készítenek belőle. Fajsúlya 0,81-0,94.

j. A rózsafát (Roswood) a braziliai *Physocalymna Floribundum*, a nyugat-Afrikai *Pterocarpus erinaceus*, az ausztráliai *Acacia exelensa*, a cyprus-szigeti *Cordia Myxa*, a jamaikai *Amyria balsamifera*, a kelet-indiai *Dalbergia latifolia* és *Caesalpinia obovata*, a tenerifai *Convolvulus scoparius* és a nyugat-indiai *Cordia sebestana* és *Cordia scabra* szolgáltatja, a *Cordia gerascanthus* ellenben a rózsaszínű ciprusfát adja. Fája világos rózsavörös-színű, sötétebb vörös sávokkal, illatos, kemény, tömött és igen nehéz, jól és simán hasad és rendkívül tartós. Szintén műasztalosok és esztergályosok használják.

k. A zöldfa (Greenheart) Brit-Guanából és Nyugat-Indiából ered és a *Nectandra Rodigei* fája. Zöldes-sárgásbarna, igen kemény, tömör és nehéz, tartós, igen szilárd fa, amely könnyen, de egyenetlenül hasad. Állítólag a legnagyobb szilárdságú fa, amelyet a rovarok sem bántanak. Különösen víz- és hajóépítésnél használják, s botokat is készítenek belőle. Fajsúlya nagyobb, mint a vízé.

l. A hikori-fa (Echter Hickory-Nussbaum, *Corya alba*) Észak-Amerikában van elterjedve s mint igen értékes fát, nagy mennyiségben hozzák Európába. Fája világosszínű, vöröses vagy barnás árnyalattal, a gesztenyefához hasonló, kemény és nehéz, erősen összeaszik, nehezen hasad, de igen szívós és rugalmas s igen erős hajlítást bír el törés nélkül. Tartóssága azonban csekély, ezért építőfának nem való, kerékgyártófának azonban minden más fánál alkalmasabb. Mint műfa, jóság tekintetében a kőrisfát is felülmúlja. Szekérrudakat, küllőket, keréktalpakat, kerékfogakat, emelőrudakat, abroncsokat, szerszám- és ostornyeleket stb. készítenek belőle. Fajsúlya 0,84-0,91.

m. A puszpángfa (*Buxus sempervirens*) hazája Kaukázus, Perzsa, Dél-Európa és Észak-Afrika. Igen értékes, sárgaszínű, igen finom és egyenletes szövetű, nagyon kemény, nehéz és szilárd fa, amely rendkívül nehezen hasad és igen tartós. Fajsúlya 0,99-1,02. Műasztalos-, fafaragó- és esztergályos-munkákra, valamint hangszerekre nagyon keresett faanyag, készítenek azonban belőle csapógyakat, szerszámokat, orsókat és általában oly cikkeket, amelyek nagy kopásnak vannak alávetve. Fametszetekre a legjobb anyag. (Valódi puszpángfa helyett újabban mindinkább terjed az olcsóbb nyugat-indiai puszpángfa, amelynek egyenletes világos tojássárga-színű, igen finom fája nagyítóval látható sárga pettyekkel van teleszórva. Nem oly kemény, könnyebben is hasad, de még nehezebb, mint a valódi puszpángfa.)

n. A szantálfa vagy paduk-fa (*Corollenholz, Rotes Sandelholz Barwood*) Kelet Indiából és Afrikából ered és a *Pterocarpus santalinus* nevű fából nyerik. Fája élén sötétvörös, sötétebb

erekkel, kemény, nehéz, elég könnyen hasítható, fénylő és kiválóan szépen fényezhető. Műasztalosok és esztergályosok kalliatúr-fa név alatt ismerik. Templomok építésénél szerkezeti fának is használják.

(Ehhez hasonló, de világosabb színű és könnyebb a kelet-ázsiai, ceyloni és jávai eredetű ál-szantálfa, míg a Kelet-Ázsiában és Afrikában tenyésző *Pterocarpus indicus* kemény és nehéz, rózsavörös, egészen bíborvörös fája adja a tulajdonképpeni paduk-fát.)

o. Az amrantfa (Királyfa, ibolyafa, Königinsholz, Purple Wood) többféle trópusi fából kerül ki, amelyeknek közös jellemzője a pompás vörös – ibolya- vagy barnavörös szín. Ilyen a *Copaifera bracteata* Dél-Amerikában, a *Machaerium violaceum* Mexikóban és Madagaszkár szigetén, valamint a *Copaifera pubiflora* Guyánában. Fájuk kemény, nehéz, könnyen hasítható és igen szilárd. Különösen műasztalosok használják, de puskaagyakat is készítenek belőle. Legszebb a madagaszkári amarantfa.

p. A cedrela-fa (*Cedrela odorata*) Dél-Amerikából, Mexikóból, Jávából, és Nyugat-Indiából eredő vad vagy hamis cédrusfa, amely nyugat-indiai, mexikói vagy jávai cédrusfa elnevezés alatt jön a kereskedésbe. Fája vörösesbarna, egyenes rostú, igen likacsos, lágú és könnyű, könnyen hasad és szépen dolgozható, keveset aszik össze és nem repedezik, kellemes illatú, meglehetősen törekeny és csekély szilárdságú. Különösen szivar- és cukordobozokra használják.

q. A szatin-fa (Satinwood) Nyugat- és Kelet-Indiából ered s a *Fagara flava* és a *Chloroxylon Swietenia* gesztjéből termelik. Fája élén sárga színű, kemény, meglehetősen nehéz, fénylő, simán hasad. Szép sárga színe miatt citromfának is nevezik. Finomabb műasztalos-munkákra és műfának is használják.

r. Az olajfa (Olivenholz) a közép-tengermelléki dél-európai országokban tenyészik s törzsfája az *Olea europaea*. Fája világos-barna alapon sötétebb barna, hullámosan erezett, egyenletes szövetű, kemény, tömör, nehéz, igen egyenetlenül hasad, de jól dolgozható. Fajsúlya 0,92. Műasztalosoknak és esztergályosoknak való fa; botokat is készítenek belőle.

s. A grenadil-fa (Grenadille), Kubából és Jamaikából jön Európába, ahol azt a *Brya ebenus* gesztjéből termelik. Ébenfához hasonló, barna színű, kemény, nehéz, könnyen dolgozható fa, amely igen jó szerszám- és esztergályos-fát szolgáltat s a melyből fuvóshangszereket és késnyeleket is készítenek. Egyik változata az afrikai grenadil-fa, amelyet Senegálban és Kongóban a *Dalbergia melanoxylon* fájából állítanak elő. Sötét ibolya színű, tömör, kemény és nehéz, szépen fényezhető fa.

2.4. A fák hibái és rendellenességei

A hibák és rendellenességek, melyek e különben egészséges fa rostjainak összefüggését és szabályosságát zavarják s a fa műszaki használhatóságát korlátozzák, vagy egészen is megszüntetik: a geszt- és fagyrepedések, kéregsérülések és ráksebek, a farostoknak fodros, hullámos, csavaros vagy excentrikus növése, az ággöcsök, az álgeszt és a fagyöngy.

a. A geszt- vagy bélrepedések rendszeren csak korosabb és vastagabb fákon s leginkább a törzsek alsó részén jelentkeznek. Lehetnek sugaras repedések, melyek a bétől a kerület felé sugarasan haladnak és gyűrűs repedések vagy gesztelválások, melyek az évgyűrűk irányát követik és vagy ezek között, vagy pedig a szíjács és a geszt között fordulnak elő. A repedések kívülről rendszeren nem láthatók és onnan erednek, hogy a fa belseje szárazabb a külsejénél. A bélrepedés különösen nagyobb méretű lucfenyőtörzseknél általános s egyenes rostú, szépnövésű lucnál az egész törzsön végig halad. Jegenyénél ritka s inkább csak a törzs alsó részén található. A bélrepedt fa hasított áru készítésére kitűnő, metszett árura ellenben nem gazdaságos. A sugaras repedések azonkívül a tölgy-, akác-, és gyertyánfán, valamint az erdeifenyőn, a gyűrűs repedések pedig leginkább a lombos fákon fordulnak elő.

b. A fagyrepedések szintén rendszeren a vastagabb fatörzseket teszik műszakilag használhatatlanná és hirtelen beállott fagyok következményei. Ezek a repedések is sugarasak ugyan, a sugaras repedésektől azonban abban különböznek, hogy kívülről haladnak a fa belsejébe s a káros gombák spóráinak utat nyitnak a fába. Néha a repedések befonódnak s a fa felszínén kolbászszerű kidudorodásokat, un. fagyormókat (fagypárkányok, fagylécek) alkotnak. A fagyrepedések leginkább a tölgy-, bükk-, szil-, kőris- és gesztenyefán található, de a többi lombos fák, sőt a tűlevelűek sem mentesek tőle.

c. A kéregsérülések, akár fagyrepedésekből, akár emberek, állatok vagy rovarok által ejtett károsításokból erednek, megrontják a farostok épségét. A kéreg nélkül maradt szíjácsfa elszárad, megfeketedik és külső korhadást hoz létre a fán, amely annak műszaki használhatóságát megrontja.

d. Ehhez hasonló, fehér, korhadat sebeket hoz létre a fa külsején az un. héjaszás is, mely a nap erős perzselő hatásának következménye s leginkább a simahéjú fákon (bükk, gyertyán, juhar, hárs stb.) található.

e. A törzs felszínén az élősdigombák által okozott un. ráksebek (fafene, fagyrák, gombarák) szintén külső korhadást hoznak létre, s beljebb haladva, a fa belsejét is megrontják. Különösen a tölgy s a jegenye – és a vörösfenyő betegségéhez tartoznak, de bükk-, gyertyán-, éger- és kőrisfán is található.

f. A csomorosság (fodros, bodros, eres vagy csomoros fa) a fatörzs beteges képződménye, amely a törzs felszínén kisebb-nagyobb gumós vagy csomós kidudorodások, un. csomorok, rózsák vagy golyvák alakjában jelentkezik. A csomorok belsejében a farostok össze-vissza fonódnak s fodros, kígyózó hajfűrt alakját veszik föl. Az ilyen fa nagyon hajlandó a korhadásra s hasított árura alkalmatlan, az asztalosok azonban szép, kuszált erezte miatt igen szeretik és különösen borítólemezekre használják föl. A csomorosság a mezei vagy fodros juharon, kőrisfán, szilfán és nyárfán gyakori, néha azonban más lombos fákon is előfordul, leginkább a fa tövén s az elhalt rügyek vagy lenyesett ágak helyén.

g. A hullámos növény hullámos, összegyűrt farostokban jelentkezik, amelyek zeg-zugosak ugyan, de párhuzamosak s nem fonódnak egymásba. Rendszeren a bükk- és égerfán, néha azonban a tölgyfán is előfordul s rendszeren a törzs alján. A hullámos rostú fa hasonló a fodros

fához, szintén nehezen hasad s habár építőfának nem igen alkalmas, az asztalosok borítólemezek alakjában igen becsesnek tartják.

A hullámos növény másik alakja az, amidőn az évgyűrűk és edény-nyalábok hullámosak. Ezt is az asztalosok szeretik.

h. A csavaros növény a farostoknak a törzs tengelye körül való csavarodásából keletkezik s különösen a bükk- és gyertyánfán, a szil-, tölgy-, nyár- és vadgesztenyefán s néha a luc- és jegenyefenyőn is szokott jelentkezni, rendszeren a fatörzs alján. Az ilyen fa nehezen gyalulható, nehezen és görbén hasad és sem hasított vagy fűrészárura, sem gerendákra nem alkalmas, gömbölyű alakjában azonban cölöpök, oszlopok, árbócfák, stb. gyanánt fölhasználható.

i. Az axcentrikus növény különösen a túleveleű fáknál, leginkább a luc- és jegenyefenyőnél található és abból áll, hogy a törzs bele nem a vágáslap közepén, hanem oldalt, a fa északi oldalához közelebb helyeződik el. A törzs keresztmetszete ennek folytán szabálytalan elliptikus alakot s egyik (északi) oldalán sűrű és keskeny, a másikon (a déli oldalon) ritka és széles évgyűrűket mutat. Az ilyen fa egyenlőtlen szilárdságú, vetemedik s építő- és műfának kevésbé alkalmas.

j. Az ággöcsök, mint a fatörzsbe harántosan benőtt ágak maradványai, minden fán föltalálhatók s annak szilárdságát és értékét kisebb-nagyobb mértékben csökkentik. Ha a fatörzs, mint zárt erdőben szokta, korán veti le alsó ágait vagy pedig azokat szorosán a fa mellett levágják, azoknak bennmaradt gyökereit az évente képződő új évgyűrűk eltakarják s a fán un. benőtt ágcsapok keletkeznek, amelyek kívülről nem láthatók, a szomszédos fával szorosán összenőttek, a fa használhatóságát alig befolyásolják, értékét azonban alábbszállítják. Ha ellenben az elhalt ág nem hull le a fáról, vagy nem vágják le teljesen, akkor az évgyűrűk be nem boríthatják s gyökere mint holt ágcsap bennmarad a törzsben. Ez az ágcsap nincs a fával összenőve, hanem csak lazán beágyazva s ennél fogva, ha a körülötte levő fa összeszárad, kihull a deszkából s un. áglyukat hagy hátra, amely különösen az asztalosoknak igen kellemetlen.

A későn levetett, letört vagy lemetszet ágak csonkjait néha a golyvákhoz hasonló kidudorodások borítják, amelyek, ha odvasak és korhadni kezdenek, nemcsak a szomszédos fát rontják meg és un. ágsebeket hoznak létre, hanem a levegőt és vizet a törzs belsejébe is beengedik s az egész törzset megfertőztetik és használhatatlanná teszik. Az ilyen csapokat nyitott ágcsapoknak nevezik. Különösen a tölgy-, bükk- és diófán fordulnak elő.

A fatörzssel továbbélő ágak végre a fával szorosán egybenőtt ággöcsöket alkotnak, amelyek a fa hasadását és dolgozását megnehezítik ugyan, egyébként azonban kevésbé ártalmasak, sőt a fa külsejét szépítik és élénkebbé teszik. Ha az ily ággöcsök nagyobb számban fordulnak elő, a fát göcsös fának nevezik, azt a fát ellenben, amelyben a göcsök vagy egészen hiányoznak, vagy csak itt-ott találhatók, ágtól mentes fának. Minél kevesebb göcs van a fában, annál alkalmasabb deszkákra és szabadon lebegő gerendákra; az igen göcsös fa ellenben sok célra vagy egyáltalán nem, vagy csak részben alkalmas. Leggöcsösebb szokott lenni az erdei-, jegenye- és havasi fenyő, legtisztább ellenben a zárt állásban nőtt lucfenyő fája.

k. Az álgeszt oly lombos fák rendellenes képződménye, amelyek valódi geszttel nem bírnak és abból áll, hogy a törzs belsejében, a bél körül, sötétebb barnaszínű vagy foltosan sárgás, illetőleg vöröses fa képződik, amelyet szabálytalan fekete vonalak élesen elhatárolnak és csíkoznak. Ennek a fának bizonyos hasonlatossága van a valódi geszthez, attól azonban eltérő edényei és a gesztanyagok hiánya által különbözik. Rendesen korhadó ágcsapoktól ered, melyek a levegőt és a bomlást okozó terményeket a törzs belsejébe juttatják s ott anyagváltozást hoznak létre. Az álgeszt fája ennél fogva már a korhadás kezdetén van, elvesztette rugalmasságát és hajlékonyságát s rideg és törékeny fát alkot, amelynek szilárdsága és tartóssága csekély.

l. A fagyöngy (*Viscum album*) kis bokoralakú, zöldszerű, bőrnemű, örökzöld leveles élősdű növény, mely a fa törzsén vagy ágain élősködik. Enyves bogójából madárlépet főznek. Elszívja a fa táplálékát s megtámadja életerejét. Ha sok van a fán, azt egészen is elpusztítja. Elhalása után üregeket hagy a fában, s annak értékét csökkenti és építőfának alkalmatlanná teszi. Különösen a jegenyefenyő törzsét szokta megtámadni.

3. A fa műszaki tulajdonságai és megvizsgálása

Az építőfa különböző fajai különböző technikai tulajdonságokkal bírnak, amelyek természetesen a fa műszaki használhatóságát is befolyásolják.

3.1. A fajsúly.

A fa súlya építéstechnikai szempontból csak annyiban bír jelentőséggel, hogy a különböző faszervezetek (mennyezetek, födélszékek stb.) súlyát más építőanyagokéval összehasonlíthassuk s azoknak saját súlyából eredő megterhelését meghatározhatjuk.

A fa általában a könnyű építőanyagok közé tartozik. A száraz fa tudvalevőleg úszik a vízben, dacára annak, hogy a tiszta faanyag súlya körülbelül 1,6-szor akkora, mint a vízé. A tiszta faanyag súlyát csökkenti azonban a sejteiben és edényeiben foglalt levegő, növeli ellenben a fa víztartalma. Az a fa ugyanis, amelynek szövetelemei tele vannak vízzel, amely azután a sejtfalakat is átítatja, a vízben alámerül. A súlyát e szerint a tiszta faanyagon kívül annak víz- és levegőtartalma határozza meg. A fajsúly megállapítása körülményes, vannak azonban szabad szemmel fölismerhető jelek, amelyek a fának kisebb vagy nagyobb fajsúlyát mutatják. Ezeket a külső jeleket az évgyűrűk szerkezetében találhatjuk meg.

A tiszta és száraz faanyag súlya függ elsősorban a fa elemi részeinek nagyságától és falvastagságától, valamint (lombos fáknál) a területegységre eső edények számától, szóval az évgyűrűk sűrűségétől, illetőleg a fa tömörségétől. A tömöttebb fa mindig nehezebb, mint a laza. A fa tömörségére azonban a talaj, a termőhely és az éghajlat van befolyással. Egyenlő külső mellett általában tömöttebb és nehezebb az a fa, amely nem nedves, posványos vagy televényes, hanem sovány, vizet át bocsátó s televénnyel kevert homokos vagy kavicsos talajon nőtt. Az északon, sőt az ugyanazon hely északi és keleti oldalán nőtt fa is mindig tömöttebb és nehezebb annál, amely délről, illetőleg a hegy déli vagy nyugati oldaláról ered.

A fa súlyát és tömörségét tetemesen befolyásolja a vágás ideje is. A téli vágású fa a tartalékban levő táplálóanyagok miatt mindig nehezebb és tömöttebb, mint a nyári vágású. A súlykülönbség túlevelű fáknál körülbelül 5 %, lombos fáknál 8-9 %.

De nem közömbös a fa súlyára nézve a faszövet egyenletessége sem. A szórtlikacsú fák általában tömörebbek és nehezebbek, mint a gyűrűslikacsúak. Az évgyűrűk tavaszi pásztája ugyanis a sejtek és edények nagyobb tágassága, kisebb mennyisége és sejtfaik csekélyebb vastagsága miatt ritkább és könnyebb, mint az őszi pászta, melyben a vastagabb rostképző sejtek nagyobb mennyiségben találhatóak. Ez a különbség legfeltűnőbb a likacsgyűrűzetű fáknál. A keskeny évgyűrűkkel s apró és egyenletesen elosztott szövetelemekkel bíró fák (pl. a magas hegységben nőtt fenyők, valamint a kemény lombos fák) ennél fogva mindig nehezebbek azoknál, amelyek ritka és széles évgyűrűkkel, vagy egyenlőtlen szövevettel bírnak.

A tömöttebb és nehezebb fa, egy és ugyanannál a fafajnál is építéstechnikai szempontból előbbre való, mint a laza és könnyű, mert a tömörséggel kapcsolatban növekszik a fa jósága, szilárdsága és rugalmassága, valamint tartóssága is.

A különböző fafajok fajsúlyát pontosan meghatározni igen nehéz, mert a fában igen sok a hézag, amely vízzel vagy levegővel van tele. Azért a gyakorlatban megkülönböztetjük a frissen vágott vagy zöldfa fajsúlyát, amely körülbelül 45 % vizet tartalmaz, továbbá a levegőn szárított és körülbelül 10-15 % víztartalommal bíró fa fajsúlyát és végre a 100-110 oC mellett mesterségesen szárított (aszalt) fa súlyát. Az építőszerkezetek méretezésénél némi kikerekítéssel a levegőn szárított fa súlyát szokás alapul venni. Ezeket a súlyadatokat a magyar mérnök- és építész-egylet is elfogadta.

Ezek után Karmarsch, Nördlinger, König, Geyer, Monke és Weneck után az alábbi táblázat mutatja a fontosabb építőfák fajsúlyát és használati volumensúlyát.

Az építőfa faj- és volumensúlya:

Fafaj	Frissen vágott	Légenszáradt	Mesterségesen aszalt	Használati volumensúly
	fa fajsúlya			kg/m ³
Lucfenyő	0,63	0,47	0,44	500
Jegenyefenyő	1,00	0,48	0,49	550
Erdeifenyő	0,78	0,52	0,51	600
Vörösfenyő	0,81	0,62	0,46	650
Tölgyfa	1,08	0,86	0,67	800
Gyertyánfa	0,99	0,72	0,72	760
Bükkfa	1,00	0,74	0,59	750
Kőrisfa	0,90	0,75	0,62	740
Juharfa	0,92	0,67	0,63	680
Szilva	0,93	0,69	0,52	650
Nyárfa	0,84	0,45	0,37	500
Hársfa	0,75	0,46	0,42	460

Igen nehéz fa (0,80-nál nagyobb fajsúllyal) a tölgy; nehéz (fajsúly 0,60-0,79) a kőris, bükk, gyertyán, ákác és pitchpine; közepes súlyú (fajsúly 0,60-0,69) a juhar, nyír, szil és vörösfenyő; könnyű (0,50-0,59 fajsúllyal) az erdeifenyő, nyár, éger, vadgesztenye; igen könnyű (fajsúly 0,40-0,49), a luc- és jegenyefenyő, a hárs és a nyár.

3.2. A keménység

Keménységnek nevezzük a fának azt az ellenállását, amelyet az azt megdolgozó szerszámok (fejsze, fűrész, gyalu, fűrő, stb.) behatolása ellen kifejt. Ismeretes a fa műszaki használhatósága szempontjából szükséges. A fa keménységére sok tényező gyakorol befolyást. Elsősorban a szerszámok behatolásának iránya a farostok irányához képest határozza meg az ellenállás nagyságát. A rostokkal párhuzamosan ható erő, mely a rostsálakat egymástól eltávolítani vagyis a fát széthasítani akarja, általában kevesebb ellenállásra talál, mint a rostsálak irányára merőlegesen ható erő, mely a rostsálak átmetszésére törekszik. Az ellenállás továbbá annál nagyobb, minél több faanyagot kell a szerszámmal átmetszeni, vagyis minél finomabbak a rostok s minél nagyobb azok falvastagsága, szóval a fa tömörsége és volumensúlya. De befolyással van keménységére az évgűrűk kisebb-nagyobb sűrűsége, a fa nedvességi foka és szövetének egyenletessége is. Ebből kifolyólag a gesztfa mindig keményebb, mint a szíjács, a rossz talajon vagy kedvezőtlen éghajlat alatt, lassan nőtt fa keményebb annál, amely kedvező talaj és éghajlati viszonyok között fejlődött és ennél fogva lazább szövetű. Hasonlóképpen nagyobb a keménysége a száraz, mint a nedves vagy nyers fának. A farostok hosszúsága szintén növeli az ellenállást, éppen úgy, mint a hullámos, csomoros vagy fodros rostok és az ággöcsök. Végre a gyantatartalom is hozzájárul a fa anyagtartalmának és szívósságának növeléséhez.

A gyakorlatban rendszeren csak lágy- és keményfáról esik szó. A lágyfához tartoznak az összes tűlevelűek és néhány lombos fa (nyár, nyír, éger, hárs, fűz, vadgesztenye), amelynek fája a tűlevelűekénél is lágyabb, a keményfához ellenben az összes többi lombosfa.

Nördlinger az építőfákra nézve nyolc keménységi fokot állapít meg, még pedig: kőkemény az ébenfa, pockfa, indiai tölgyfa, teakfa; csontkemény a puszpáng, grenadilfa, amarantfa stb.; igen kemény a mahagoni, hikori, délifenyő (pitchpne), szantálfa, som, galagonya stb.; kemény a tölgy, bükk, gyertyán, boróka, juhar, ákác, tiszafa, diófa, törökmeggy, almafa, körtefa, cseresznyefa stb.; meglehetősen kemény a cédrus, ciprus, kőris, platán, berkenye, szilfa, bálványfa, eperfa, törpefenyő, csertölgy stb.; kissé kemény a szelíd gesztenye, mogyorófa, éger, stb.; lágy a luc, jegenye-, erdei-, fekete- és vörösfenyő, vadgesztenye, nyír stb.; igen lágy a simafenyő, nyár, hárs, fűz, stb.

3.3. A hasadékonyság

Hasadékonyság a fának az a tulajdonsága, amelynél fogva a törzs hosszanti irányában beléje hatoló szerszámmal (fejsze, vagy ék) párhuzamos részekre osztható. Ez a tulajdonság, mely a fa szövetének és anatómiai szerkezetének következménye, nemcsak azért nagyfontosságú, mert a törzs megfaragását megkönnyíti, hanem különösen azért, mert különféle iparcikkek (hordódonga, zsindey, dránica stb.) gyártásának is az alapja.

A fa rostjai erőszakos elválasztásuk ellen kisebb-nagyobb ellenállást fejtenek ki. Ennek az ellenállás nagysága szerint nevezzük azután a fát könnyen vagy nehezen hasadó fának.

Legkönnyebben hasad a fa a bélsugarak irányában, még pedig annál könnyebben, minél sűrűbbek a bélsugarai. Sokkal kisebb a hasadékonyság a bélsugarakra merőleges húr vagy az évgűrűk érintője irányában és teljesen megszűnik a törzs tengelyére merőleges síkban.

Nagy befolyással van a hasadékonyságra a fa belső szerkezete. A tömöttebb, nehezebb és keményebb fa rostjainak erősebb összefüggése miatt általában nehezebben hasad, mint a laza szövetű, könnyű és

lágú fa. Vannak azonban olyan lágú fafajok is, amelyek nehezen hasadnak. Hasítványárak készítésére legalkalmasabbak a közepes keménységgel bíró fák. De függ a hasadékonyság a farostok alkotásától, hosszúságától és egyenletes elosztását is. Legkönnyebben és legszebben hasad az egyenes és hosszúröstű, legnehezebben ellenbe,, spt sokszor egyáltalában nem hasítható a csomoros, fodros, hullámos és görberöstű, valamint a csavaros növésű fa.

A nedvesség nagyon növeli a hasadékonyságot. Frissen vágott, zöld állapotában a fa, általában könnyebben hasítható, mint megszáradása után. Hasítványárak gyártására ennél fogva a nyári vágású fa alkalmasabb, mint a téli vágású. A szíjács és a fiatal fa is könnyebben hasad, mint a geszt és az idősebb fa.

Hasadékonyságuk szerint az építőfákat szintén nyolc csoportba szokás osztani. Rendkívül nehezen hasad a tiszafa, som, puszpáng, vadcserezsnye, platán, igen nehezen hasad a nyír, gyertyán, ákác, szil és eperfa; nehezen hasad a csertölgy, juhar, kőris; némileg nehezen hasad a fekete és a törpefenyő, bálványfa, szilvafa; meglehetősen könnyen hasad a vörösfenyő, bükk, szelíd gesztenye, diófa; könnyen hasad az erdeifenyő, tölgy, kőris, éger, rezgőnyárfá, vadgesztenye, hárs, fűz és mogyorófa; igen könnyen hasad a luc-, jegenye- és simafenyő; rendkívül könnyen hasad az ezüst és a kanadai nyár.

3.4. Aszás és dagadás

A frissen vágott fát nem szabad szerkezetekbe kötni, mert természetes víztartalma és annak változásai miatt (lásd a fa kémiai alkotását) majd térfogatát változtatja, vagyis összeaszik és megdagad, majd pedig kiszáradása közben repedezik és vetemedik.

A fa, ha kiszárad, téremében megfogy, vagyis összeaszik s ha azután ismét nedvességet vesz föl, téremében megnagyobbodik, vagyis megdagad.

A fogyás nagysága változik a fa neme, kora, alkalmazása s geszt- és szíjács fájának mennyisége szerint. Az összeaszás általában annál nagyobb, minél nagyobb volt fa víztartalma. E szerint a szíjács jobban aszik össze, mint a gesztfa, a csúcs- és az ágfa jobban, mint a törzs fája s a fiatal fa jobban, mint a koros. Minél melegebb és szárazabb továbbá a levegő, amelyben a fa el van helyezve, annál nagyobb az összeaszás mértéke. Végre másképpen aszik össze a fa rostok irányában, másképp a bélsugarak és ismét másképp az évgyűrűk (érintő) irányában. A két utóbbinak átlaga mutatja a rostokra keresztben való fogyást. Mint ezekről az alábbi táblázat nyújt fölvilágosítást.

A fogyás mértéke:

A fa neve	A rostok irányában	A bélsugarak irányában	Az évgyűrűk irányában	A rostokra keresztben
	való fogyás százalékában			
Lucfenyő	0,07	1.1-2.3	2.0-7.3	3.30
Jegenyefenyő	0,08-0,12	1.7-4.8	4.1-8.1	4.69
Erdeifenyő	0.01-0,20	0.6-3.8	2.0-6.8	3.30
Vörösfenyő	0.01-0.26	0.3-7.3	1.4-7.1	4.02
Tölgyfa	0.03-0.43	1.1-7.5	2.5-10.6	5.42
Ákácfa	0.02-0.24	2.7-5.1	2.7-8.8	4.86
Kőrisfa	0.18-0.82	0.5-7.8	2.6-11.8	5.67
Szilfa	0.01-0.62	1.2-4.6	2.7-8.5	4.25
Bükkfa	0.20-0.30	2.3-6.0	5.0-10.7	6.00
Gyertyánfa	0.21-1.50	4.3-6.8	6.2-11.1	7.10
Égerfa	0.30-1.40	3.0-6.5	4.1-9.8	5.84
Juharfa	0.06-0.20	2.0-5.4	4.1-7.3	4.71
Vadgesztenye	0.09	1.8-6.0	6.5-9.7	6.01
Nyárfa	0.09-0.62	1.2-4.2	2.8-9.8	4.50
Hársfa	0.27	3.5-8.5	6.9-11.5	7.60
Diófa	0.22	2.6-8.2	4.0-17.6	8.10
Almafa	0.11	3.1-6.0	5.7-9.0	5.95
Körtefa	0.20-	2.9-3.9	5.5-12.7	8.32
Szilvafa	0.02	1.8-2.5	1.8-11.3	4.35
Cseresznyefa	0.11	1.6-11.0	4.1-12.2	7.22

A táblázat azt mutatja, hogy fa hosszanti irányában való fogyás oly csekély, hogy alig jöhet számításba, a rostokra keresztben ellenben oly jelentékeny, hogy azzal az építőszerkezeteknél számolnunk kell, ha szilárdságukat a meglazulás által veszélyeztetni nem akarjuk.

Az építőfa dagadása az építőszerkezeteknél szintén jelentékeny szereppel bír. A fa általában annál jobban dagad, minél likacsosabb, s minél nagyobb volt az összeaszás mértéke. Megdagadás által ugyanis a fa azt a térfogatot nyeri vissza, amellyel összeaszása előtt bírt, néha ennél is nagyobbat.

A légen száradt fa vízbe téve, kezdetben erősen dagad s 1-2 hónap alatt visszanyeri eredeti térfogatát. Ennek bekövetkezése után alig dagad többé, habár a víz fölvétele, mint a fa súlynövekedése mutatja, azontúl is folytatódik.

A dagadás mértéke éppen úgy, mint az összeaszásé, legkisebb a rostok, illetőleg a fa tengelye irányában, jóval nagyobb a sugár és legnagyobb a húr, illetőleg az évgyűrűk irányában, mint ezt az alábbi táblázat bizonyítja.

A dagadás mértéke (Laves szerint):

A fa neve	Dagadás		
	a rostok irányában	a sugár irányában	a húr irányában
Lucfenyő	1.00076	1.0241	1,0618
Erdeifenyő	1.00120	1.0304	1.0572
Vörösfenyő	1.00075	1.0217	1.0632
Tölgyfa	1.00310	1.0266	1.0558
Ákácfa	1.00035	1.0384	1.0852
Kőrisfa	1.00187	1.0384	1.0702
Szilfa	1.00124	1.0294	1.0622
Bükkfa	1.00200	1.0503	1.0659
Juharfa	1.00072	1.0335	1.0659
Nyárfa	1.00125	1.0259	1.0640
Hársfa	1.00208	1.0779	1.1150

Nördlinger a fák összeaszása tekintetében hat csoportot állapított meg. Igen erősen aszik össze (93-91%) a diófa, som és berkenye; erősen aszik össze (0.4-0,3%) a bükk, gyertyán, szelidgesztenye, zelnice-meggy, cser és kislevelű hárs; meglehetősen erősen aszik össze (95-94%) az éger, nyír, galagonya, mogyorófa, almafa, szil, stb.; mérsékelten aszik össze (97-95 %) az erdei-és feketefenyő, tiszafa, juhar, bálványfa, körtefa, vadgesztenye, kőris, nyár, kocsánytalan tölgy, ákác, vörösberkenye, kecskefűz, szilvafa, puszpáng stb.; keveset aszik össze (98-97%) a luc- és vörösfenyő, mocsártölgy, fűz, thuja stb.; igen keveset aszik össze (legfőljebb 98%) a simafenyő és a virginiai gyalogfenyő.

3.5. Repedés és vetemedés

Az építőfa aszása és dagadása és különösen az egyenetlen aszás és dagadás következménye az, hogy a fa megrepedezik, eltorzul, megvetemedik és kötése megglazulnak.

A megrepedezést az okozza, hogy a fa fölületén gyorsabban és - szíjács s a külső évgyűrűk nagyobb víztartalma miatt – erősebben szárad, mint belsejében, amely sokkal később veszti el vizét. A külső évgyűrűk ennél fogva erősebben asznak össze, mint a belsők s mivel összehúzódnak a belső, nedvesebb fa akadályozza, oly feszültség keletkezik bennük, mely a fa szilárdságát is meghaladja, s a fa ennek következtében megreped.

A fa általában annál jobban repedezik, minél gyorsabban szárad s minél nagyobb a fogyás mértéke. A nyáron vágott fa erősebben repedezik, mint a télen vágott s a gömbölyű fa erősebben, mint a négyszögletes vagy hasított.

A repedések rendszeren a bélsugarak irányában keletkeznek, ahol a fa legkönnyebben hasad s négyszögletes gerendáknál az oldalak közepe táján fordulnak elő, gömbölyű fánál szertesztét a kerületen, hasított fánál ellenben ritkán találhatók, mert ennek évgyűrűi inkább egy irányban húzódnak össze. A négyszögletes gerendák általában kevésbé repedeznek, mint a gömbölyű fa, mert a szíjácsfa és a külső, nedvesebb évgyűrűk nagyobb része hiányzik rajtuk.

Repedezésnek leginkább van alávetve a bükk és a tölgy, legkevésbé a nyár és a fűz.

A szelvények eltorzulása szintén a keresztben való fogyás következménye és abból áll, hogy a szabályos oldalakkal és éles éllel bíró szelvények elvesztik szabályos alakjukat, mert a béltől távolabb eső évgyűrűk jobban húzódnak össze, mint a közelebb levők.

A megvetemedés leginkább gerendákon és deszkákon fordul elő és szintén rendszeren az egyenetlen aszás következménye. Az ilyen szelvények mindig a béltől távolabb eső oldalukon görbülnek meg, mert az ott levő évgyűrűk erősebben asznak össze, mint azok, amelyek a bél közelében vannak. Ha a törzset éppen a belén keresztül metszették át, a belőle vágott összes deszka a béllal ellenkező oldal felé görbül és vetemedik, s valamennyi a közepén vastagabb, mint a két szélén, ahol a fiatalabb fa van benne. Ha ellenben a törzset úgy metszik föl, hogy a bél a középső deszka közepére esik, akkor ez a deszka az egyenlőtlen összeaszás következtében elvesíti ugyan szabályos alakját, mert szélei vékonyabbak, mint a közepe, de meg nem vetemedik.

Megvetemedés azonban akkor is bekövetkezhet, ha a deszka fölülfekvő oldala a levegő és a meleg befolyása alatt összeszárad, alsó oldala ellenben nedvesen fekszik és megdagad. A szárazabb oldal akkor homorúvá, a nedvesebb domborúvá lesz.

Legjobban vetemedik a vörösfenyő, a bükk és a tölgyfa, legkevésbé a simafenyő.

A fakötések meglazulása szintén a fa összeaszása miatt következik be s veszélyezteti a faszerkezetek szilárdságát és biztosságát. Szerkezetekbe ennél fogva csak kellően kiszáritott fát szabad kötni.

A repedezés és vetemedés elleni védelem mindenkor szükséges, amikor erre akár az anyag, akár a körülmények okot szolgáltatnak.

Legegyszerűbb védelem a fa egyenetlen kiszáritása, akár természetes, akár mesterséges módon, amint arról alább, a fa konzerválásánál lesz szó. Igen jónak bizonyult a fának alább leírandó főzése és gőzölése, kilúgozása vagy telítése, valamint a konyhasóoldattal vagy parafinnal való megítatása. Közönséges ácsszerkezetekre való fánál azonban ez az eljárás a velejáró nagy költség miatt nem használatos.

Megterhelt gerendák bél felőli oldalát mindig a nyomás, illetőleg a teher irányába kell fordítani, ha azt akarjuk, hogy ne vetemedjenek.

Táblaszerű szerkezeteknél a repedezés és vetemedés ellen különféle eljárás van alkalmazásban. Az ilyen szerkezetek, ha 15-20 cm-nél szélesebbek, rendszeren megrepedeznek és megvetemednek. Ennek ellensúlyozására legjobb az anyagot keskeny és rövid deszkácskákba vágni s ezeket egy táblává összeilleszteni és, ha szükséges, összeenyvezni. Különösen a parkett padozatoknál szokásos s ilyen módon a bükkfának repedezésre és vetemedésre való nagy hajlandóságát is lehet ellensúlyozni. Még jobban járunk el akkor, ha a keskeny deszkácskákat vagy táblákat úgy helyezük egymás mellé, hogy rostjaik egymásra merőlegesen álljanak. Nagyobb tábláknál, valamint az egyszerű ajtószárnyaknál az egymás mellé illesztett és esetleg összeragasztott deszkákat fecskefarkkal beeresztett hevederekkel szokták összefoglalni, vagy pedig két réteg deszkát egymásra enyvezni, oly módon, hogy azok egymást derékszög alatt keresztezzék. Ennél szebb szerkezetet kapunk, ha az egy vagy két réteg keskeny deszkából összeillesztett vagy összeenyvezett táblát, mint az a vésett szobaajtóknál, rajz- és parkett-tábláknál szokásos, keretekbe foglaljuk, lehetőleg oly módon, hogy a keretben szabadon tágulhassanak és összehúzódhassanak. Kétszárnyú ajtóknál és ablakoknál, tekintettel a fa esetleges dagadására, a két

szárny között terjeszkedő hézagot hagyunk, deszkaborításoknál pedig a hézagokat fedő léceket csak az egyik deszka széléhez szögezzük stb.

Száraz fából készült faszerkezeteket a nedvesség behatása s az ebből eredő dagadás ellen gondos bemázolással lehet megvédeni. Bútoroknál a keretekbe foglalt táblákat borítólemezekkel takarják be, néha két, egymást keresztező rétegben, hogy a borítólemezek repedezését is megakadályozzák.

3.6. A rugalmasság.

A fának azt az ellenállását, amelyet alakjának valamely külső erő által való megváltoztatása ellen kifejt, illetőleg azt a képességét, amellyel valamely külső erő behatása folytán keletkezett alakváltozást az erő hatásának megszűnése után ismét helyreállítja, rugalmasságnak nevezzük. Ez a képesség azonban csak bizonyos megterhelésig terjed és ha az alakváltozás egy bizonyos határt, amelyet a rugalmasság határának nevezünk, meghalad, akkor az alakváltozás állandó marad, ha pedig a terhelés még inkább nagyobbodik, a fa eléri a törés határát, vagyis szakad, törik, szétnyomódik, stb. A farugalmasságának mértékét az ún. rugalmassági együttható (modulus) által fejezzük ki, amely arra való, hogy a fának valamely ismeretes megterhelés alatt bekövetkezett alakváltozását, vagy az ismeretes alakváltozásból a reá ható erő nagyságát meghatározhassuk.

A fa rugalmassága különböző a fa növés helye, a talaj minősége, az éghajlat és a fa víztartalma szerint. Ezek a különböző tényezők okozzák, hogy a rugalmasság nemcsak fafajok szerint különböző, hanem egy és ugyanannál a fafajnál, sőt egy és ugyanannak a törzsnek egyes részeinél is. Egészen más rugalmasságot mutat végre a fa, ha a megterhelés a farostokkal párhuzamos irányban hat és ismét mást, ha az erő iránya merőleges a rostok irányára.

A rugalmasság általában növekszik a fa tömörségével, keménységével és súlyával. A legnehezebb fák, pl. az ébenfa, teakfa, tiszafa, ákác, tölgy, stb. tapasztalat szerint a legrugalmasabbak. A tömörség azonban a könnyű fafajoknál is a rugalmasság javára esik, mert a sovány talajon vagy a hegyek északi oldalán, lassan nőtt, keskenygyűrűs és simaszövetű fenyőfák szintén eléggé rugalmasak. Némely fa annyira rugalmas, hogy hangszernek, sőt rugónak is használható.

A farostok épsége is növeli a fa rugalmasságát s a fiatal és egészséges fa mindig rugalmasabb a koros és beteges fánál. Gömbölyű fa szintén nagyobb rugalmasságot mutat, mint a fűrészelt vagy faragott gerenda, amelynek rostjai át vannak metszve.

A víztartalom csökkenése növeli a fa rugalmasságát, csökkenti ellenben hajlíthatóságát. A légen száradt fa ennél fogva rugalmasabb, mint a frissen vágott.

A rugalmasság mértékét és határát kilogrammokban fejezzük ki a keresztmetszvény 1 cm²-jére mint egységre vonatkoztatva. Közepes értékeit Krüger, Tetmájér és Bauschinger adatai szerint az alábbi táblázat mutatja.

A fa rugalmasságának mértéke és határa (A rostokkal párhuzamosan) :

Fafaj	Rugalmassági modulus			Rugalmassági határ		
	húzásnál	nyomásnál	hajlításnál	húzásnál	nyomásnál	hajlításnál
	kg/cm ²			kg/cm ²		
Lucfenyő (gesztfa)	61.000	89.000	111.000	210	180	130
Jegenyefenyő	----	83.000	120.000	235	190	140
Erdeifenyő	54.000	84.000	108.000	170	260	200
Vörösfenyő	---	---	---	170	240	160
Tölgyfa	108.000	103.000	103.000	350	220	270
Bükkfa	180.000	169.000	128.000	245	250	200
Közepes érték	120.000	114.000	112.000	240	220	170

Nördlinger a légen száradt fákat rugalmasságuk mértéke szerint hat csoportba osztotta. Rendkívül rugalmas az ébenfa, indiai tölgyfa (teakfa); igen rugalmas az ákác, ezüstös nyárfa; rugalmas a nyír, rezgőnyárfa, hárs, szil, diófa; meglehetősen rugalmas a tölgy, bükk, kőris, juhar, lucfenyő; kevésbé rugalmas az éger, gyertyán, jegenye-, sima- és vörösfenyő; igen kevésbé rugalmas az erdeifenyő, nyárfa, hamvas éger.

3.7. A hajlékonyság és szívósság

A fát akkor nevezzük hajlékonynak, ha a külső erőnek engedve, alakját elég könnyen megváltoztatja, anélkül, hogy eltörné vagy megrepedne. Ha e mellett a fa előbbi alakját az erő hatásának megszűnése után azonnal visszanyeri, akkor azt rugalmasnak, ha pedig az alakváltozáshoz nagyobb erő szükséges, eredeti alakját azonban a fa nem állítja vissza, akkor szívósnak mondjuk. Szívósnak nevezzük azt a fát is, amelyet többször lehet ide-oda hajlítani, anélkül, hogy eltörné. E három tulajdonsággal szemben van a merevség, amelynél a fa kisebb hajlító erő alkalmazását sem bírja el törés nélkül.

A hajlékonyság, rugalmasság és szívósság e szerint szoros kapcsolatban van egymással s a legtöbb fafajnál egymással karöltve halad. Minél rugalmasabb a fa, annál nagyobb a hajlékonysága és szívóssága.

A hajlékonyság és szívósság mértéke függ az alakváltozás létrehozásához szükséges külső erő nagyságától. Minél kisebb ez az erő, annál nagyobb a hajlékonyság, minél nagyobb ellenben, annál nagyobb a szívósság.

A hajlékonyság és szívósság határozza meg valamely fafaj alkalmazhatóságát. Ezen a tulajdonságon alapszik a hajlított szerkezeti fák (íves gerendák, szaruk, keréktalpak stb.) előállítás, a hajlított bútorok gyártása, a káva- és aroncs-készítés, a kötőgúzsok és kötővesszők alkalmazása és a különféle fonómunka (fonott sövények, cserények, kosarak stb.).

A hajlékonyság és szívósság növekszik a fa víztartalmával s ha a fát úgy akarjuk meghajlítani, hogy hajlított alakját megtartsa, nedvesnek kell lennie. Ebből kifolyólag a fiatal, vagy a frissen vágott fa hajlékonyabb, mint a koros vagy száraz. A kiszáradás növeli a fa merevségét, törekenységét. Egyes kísérletektől eltekintve, a szijácsfa hajlékonyabb és szívósabb, mint a színya. Egyes fák (lágy lombos fák, nyír, mogyoró, kocsánytalan tölgy, stb.) szijácsa oly szívós, hogy vékony hasítványait aroncsokra és fonásra lehet fölhasználni. A legszívósabb fát a sárga és vörös kötőfűz, nyír- és nyár, tölgy és szil,

kőris és gyertyán fiatal sarjai adják, de igen szívós a lucfenyő ágfája s a luc- és erdeifenyő fiatal gyökere is.

A fa hajlékonyságát és szívósságát mesterségesen gőzöléssel és pirítással, vagyis nagyobb hőmérsékletű nedvességgel lehet növelni s a fát bizonyos mértékig képlékennyé tenni. A gőzölés a fát meglágyítja s víztartalmának növelésével hajlíthatóvá teszik. Ezen alapszik a bükkfának hajlított bútorok és hordódongák gyártására való alkalmazása. A gúzskötéshez használt vesszőket ellenben pirítással teszik szívósabbá, úgy, hogy a fát élénk tűz lángja fölött mindaddig forgatják, amíg megizzadnak. Az eljárás nem egyéb, mint a saját víztartalommal való gőzölés.

A hajlékonyságot és szívósságot arányszámokkal fejezik ki. Ezek az arányszámok azt a terhet képviselik, amely a fa alakváltozását létrehozza. Egyenlő hosszúság és vastagság mellett ezek az arányszámok a következők:

Lucfenyő 100

Jegenyefenyő 90

tölgyfa 62-68

bükkfa 67

E sorozat szerint a tölgy és bükk fája hajlékonyabb, mint a fenyőé.

Pfeil szerint a szívósságot a következő arányszámok fejezik ki:

szilfa 100 erdeifenyő 75

gyertyánfa 80 lucfenyő 75

vörösfenyő 80 fűzfatorzs 75

tölgyfa 71

3.8. A szilárdság

Szilárdságnak nevezzük a fának azt az ellenállását, amelyet az részeinek valamely külső erő által való szétválasztása ellen kifejti. A fának ez a tulajdonsága minden műfánál, de különösen az építőszerkezeteknél nagy jelentőségű, mert csak annak ismerete alapján vagyunk képesek az egyes esetekben az alkalmas fafajt megválasztani és a faszervezetek méreteit a szükséges biztonsággal meghatározni.

A fa szilárdságának meghatározására a szakemberek számtalan kísérletet végeztek, a nyert adatok azonban nagyon eltérők egymástól, mert a szilárdságra nemcsak az erő hatásának módja és iránya és a fafajok különböző magatartása van befolyással, hanem egy és ugyanánál a fafajnál is változik az a fa kora, termőhelye, víztartalma és szövetének esetlegessége szerint. De sőt föltűnő különbségek találhatók a szilárdság tekintetében az egy és ugyanabból a törzsből való fánál is, aszerint, hogy a próbadarab a fa melyik részéből származik. Ezek az eltérések a szövet egyenletességéből, a változó víztartalomtól és egyéb, kisebb fontosságú körülményekből erednek.

Különösen a szövet egyenlőtlensége és a víztartalom az, mely a fa szilárdságát befolyásolja. A gesztfa általában szilárdabb, mint a szijács, az érett fából való faanyag szilárdabb annál, amely fiatal

fából származik s ebből kifolyólag az érett fatörzs alsó részéből való faanyag is nagyobb szilárdsággal bír, mint amelyet a törzs felső részéből veszünk. Hasonlóképpen a szárazfának is mindig nagyobb a szilárdsága, mint a frissen vágott és nedves fának. Legkisebb a szilárdsága a túlérlett színfának. Legnagyobb ellenben az érett fának.

A fa természeti viszonyai s ezzel kapcsolatban a fa súlya és tömörsége is befolyással van a szilárdságra. A nehéz és tömött fa szilárdsága mindig nagyobb, mint a könnyű és laza szövetű fáé, mert annál több rostszál jut a keresztmetszeti területére s annál nagyobb a fa anyagtartalma. A faanyag tömörségét, anyagtartalmát és szilárdságát növelik a sejtek falaiban levő gumi és gyantafélék is.

Az évgyűrűk szélessége, illetőleg a kevésbé fásodott sejtfalakkal bíró tavaszi pásztnak a nagyobb szilárdságú őszi pászthoz való viszonya szintén a fa tömörsége szempontjából esik latba a fa szilárdságának megítélésénél. Ugyanilyen irányban gyakorolnak továbbá befolyást a szilárdságra a fa tenyésztési viszonyai is, amennyiben a kedvezőtlen talaj- és éghajlati viszonyok között, lassan nőtt fa tömöttebb, keményebb s nagyobb anyagtartalma miatt nagyobb szilárdsággal is bír, mint az a fa, amely kedvező tenyésztési viszonyok között, gyorsan nőtt.

(Gaul Károly kísérletei szerint hazai fanemeinknél azok a farészek a legszilárdabbak, amelyek a törzs délkeleti irányában, a természet legkedvezőbb viszonyai között fekszenek, a leggyengébbek pedig az észak-, észak-nyugati irányban fekvő faanyagrészek. Hasonlóképpen a nyomás és húzás elleni szilárdság a lombos fáknál az évgyűrűk szélességével arányosan növekedik, tűlevelű fáknál ellenben csökken.)

A különböző szilárdságok közül faszerkezeteknél különösen a húzó-, nyomó- és hajlítószilárdságnak van jelentősége; a nyírószilárdság csak másodsorban érvényesül (faszegeknél, ágyazásoknál stb.), a csavarószilárdság pedig alig fordul elő. Természetes hogy a fát, mint változó szövetű testet, szilárdságára nézve nemcsak a rostszálakkal párhuzamosan, hanem azokra merőlegesen is kell megvizsgálni, habár a húzó-, és nyomószilárdság, kevés kivétellel, rendszeren a rostszálak irányához párhuzamosan, a hajlítószilárdság pedig csak a rostszálakra merőlegesen jön tekintetbe.

Ezek után az alábbi táblázatban közöljük Karmarsch, Nördlinger, Mikolaschek, Morin, Gerstner, Rondelet, Jenny, Kaessner, Bauschinger, Tetmájer és mások nyomán az építéstechnikai szempontból fontosabb fanemek szilárdságának közepes értékeit, megjegyezvén, hogy egyes esetekben a szilárdság nagyon eltérhet a közölt adatoktól s igen tömött, finomrostú fánál 50 %-kal is lehet nagyobb, durvarostú és hibás vagy göcsös fánál ugyanannyival kisebb is lehet.

Légen száradt fa szilárdsága a törés határán:

Fanem	Törésbeli határértékek cm ² -enkint kg-ban							
	húzásnál		nyomásnál		hajlításnál		nyírásnál	
	II	⊥	II	⊥	II	⊥	II	⊥
Lucfenyő	600-750		300-450		550		45	220
Jegenyefenyő	550-900		300-350		600		45	275
Erdeifenyő	750-970		250-300		500		47	210
Vörösfenyő	700-960		350-500		600		50	250
Fenyőfajok átlaga	800	125	350	130	550		50	230
Tölgyfa	920	150	400	135	620		75	270
Bükkfa	950		400	150	650		85	290

(A II jel azt jelenti, hogy a megterhelés a rostszálak irányára párhuzamosan, a ⊥ jel pedig, hogy arra merőlegesen hat.)

Ezeknek a törésbeli határértékeknek 5 1/5- 1/10-ed része adja az illető fanemek legnagyobb megengedhető megterhelését, kg/cm²-ben kifejezve. A gyakorlatban ugyanis nyugvó építőszerkezeteknél (pl. fődél és mennyezetgerendáknál) 5-6-szoros, rázkódásoknak alávetett szerkezeteknél (közúti hidak stb.) 6-7-szeres, és nagy rázkódásoknak kitett faszerkezeteknél (pl. vasúti hidak) 7-8-, sőt 10-szeres biztonsággal is dolgozunk. E szerint tehát:

A faszerkezetek megengedhető terhelése :

A megterhelés módja	fenyőfák		tölgyfa		bükkfa	
	megengedhető terhelése					
	kis	nagy	kis	nagy	kis	nagy
	rázkódásoknál cm ² -kint kg-ban					
Húzásnál a rostok irányában	100	80	120	90	130	100
A rostokra keresztben	17	13	13	20	20	16
Nyomásnál a rostok irányában	75	50	85	50	30	50
A rostokra keresztben	20	12	25	14	27	15
Hajlításnál a rostok irányában	90	60	100	70	115	75
Nyírásnál a rostok irányában	20	10	20	10	18	12
A rostokra keresztben	30	20	34	26	40	30

Vége az alábbi táblázat mutatja a középítő-szerkezetek statikai számításánál szokásos megengedhető terhelések nagyságát a magyar mérnök- és építész- egylet megállapítása szerint.

A faanyagok megengedhető igénybevétele:

Fanem	Megengedhető terhelés cm ² -kint kg-ban							
	húzásnál		nyomásnál		nyírásnál			
					II	⊥		
Az összes fenyőfajok	80		60		80		10	20
Tölgyfa	100		70		100		15	30
Bükkfa	100		70		100		15	30

3.9. A tartósság

Az építőfa tartóssága az az időtartam, amely alatt a fa, valamely műszaki célra alkalmazva, ép és egészséges állapotban megmarad.

A fa, mint szerves anyag, alkalmazása szerint hosszabb-rövidebb idő alatt romlásnak indul s elveszti szilárdságát. Romlásának okai: a víz, a levegő oxigénje, a légköri behatások, a tűz, valamint a gombák és rovarok által okozott betegségek.

A fa tartósságára annak korán, termőhelyén, vágatása idején és a vágás után való kezelésen kívül legnagyobb befolyással van a fa fölhasználásának módja. A tapasztalat ugyanis azt mutatja, hogy az építőfa sokkal rövidebb ideig tart, ha váltakozva, majd szárazon, majd nedvesen fekszik, vagy a földbe van beásva, mint akkor, ha folytonosan szárazon, vagy folytonosan vízben van.

A folytonosan vízben fekvő fa mondhatni határtalan ideig tart, mert levegő nem férhet hozzá, e nélkül pedig a fa romlása csak igen lassan következik be. Vízben való építésre tartósságánál fogva legalkalmasabb a tölgyfa s a gyantában gazdag erdei-, vörös és feketefenyő, az éger és a szil s frissen vágott állapotában beépítve, a bükkfa. (A tölgy, szil, éger és bükk átlag 700-800, az erdei-, vörös- és feketefenyő 500-600 évig eltart, habár vannak esetek, hogy a tölgy és vörösfenyő 1500-2000 évig is tartott. (pl. a Trajánhidnak 1858-ban Vaskapunál talált hídlábai)

A nedvességtől elzárt, szellős helyen beépített fagerendák szintén évszázadokon át maradnak jó karban, mert nedvesség hiányában a gomba nem fejlődhetik rajtuk. Ezt igen sok példa igazolja. A lakásokban használt bútorok rendkívül nagy tartóssága ismeretes. A födélszékek és mennyezetek gerendázata, ha a födélhéj állandóan jó karban van és víz nem juthat a padlástérbe, tudvalevőleg évszázadokon át marad romlatlan állapotban.

(Mothes szerint a mindig szárazon fekvő tölgyfa és vörösfenyő tartóssága 1800, a szilváé 1500, a gyertyáné, a juharé és erdeifenyőé 1000, a luc- és jegenyefenyőé 900, a bükkfáé 600, a kőrisé s a nyár- és nyírfáé 500 s az égerfáé 400 esztendő.

A régi késmárki fatemplom mennyezete és vörösfenyő-oszlopai 200 évesek s ma is jó karban vannak. Körmöcbányán Zsigmond király feleségének, Máriának házában a most gyógyszerházul használt szoba fából készült s remek faragású mennyezete, mely a XIV. század második felében épült, ma is eredeti épségében és szépségében megvan. A londoni Westminster Hall erdeifenyőből készült mennyezete 450, a római Szent Pál-bazilika gerendázata pedig 1000 esztendőnél is idősebb és jó karban van.)

Egészen mások a tapasztalatok azokra a faszervezetekre vonatkozólag, amelyek a szabad levegőn, de védett helyen, vagy a levegőtől elzárt, de száraz helyen vannak beépítve. Ezeknek tartóssága már aránylag csekély.

(A szabad levegőn, de födél alatt elhelyezett tölgyfa Nördlinger, Pfeil és mások szerint mintegy 100, a szilfa 80-100, az erdei- és vörösfenyő 90-95, a luc- és jegenyefenyő 50-57, a kőrisfa 30-95, a bükkfa 15-95, a fűzfa 35-40, az égerfa 25-38, a nyírfá 20-38 s a nyárfa 25-35 esztendeig eltart.)

Még kisebb a tartóssága azoknak a faszervezeteknek, amelyek a szabadban vannak elhelyezve s a légköri behatásoknak alávetve.

(Ilyen esetben a tölgyfa tartóssága Nördlinger szerint legfőljebb 100, a szilfáé 60-90, az erdei és vörösfenyőé 40-85, a luc- és jegenyefenyőé 40-65, a fűzfáé 25-30, az éger- és nyárfáé 20-40, a kőris- és nyírfáé 15-40 s a bükkfáé 10-35 esztendő.)

Sokkal kisebb a fa tartóssága, ha váltakozva, majd szárazon, majd nedvesen fekszik. (Ekkor a tölgyfa csak 30-40, az erdei és vörösfenyő 10-15, a luc- és jegenyefenyő 7-10, s a bükkfa 3-5 esztendeig tart.)

Legkisebb végre a tartóssága a levegőtől elzárt és nedves helyen fekvő, valamint a földbe beásott fának.

(Az e tekintetben végzett kísérletek szerint a vörösfenyő képes a korhadásnak a leghosszabb ideig, 10 esztendeig ellenállani, míg a tölgy és az erdeifenyő 8, a kőris és szil 7, a bükk és juhar 5, a fűz és vadgesztenye 4, s a nyár és nyírfá 3 év alatt megy tönkre.)

A földben levő fa tartósságát nagy mértékben befolyásolja a talaj alkotása is, mert az tömör, kötött, agyagos talajban nagyobb, mint televényföldben vagy homokban, ahol a felszíni víz és a levegő is hozzáférhet.

Bányafának alkalmazva, s a bányalevegő bomlasztó hatásának alávetve, helyes kezelés (lehántás és szárítás) mellett legtartósabbnak bizonyult az ákác, s azután a tölgyfa. A fiatal erdei- és vörösfenyő, ha a gesztképződés már eléggé előrehaladott benne, megelőzi a többi lombos fát és különösen a szíjácsos fákat.

Vasúti talpfának használt fanemek között a tölgyfa tartóssága telítés nélkül 12-15, a vörösfenyőé 5-10, az erdeifenyőé 6-8, a luc- és jegenyefenyőé 4-5 és a bükkfáé 3 esztendő.

A fölhasználás módján kívül befolyással van a fa tartósságára a nagyobb hőmérséklet, illetőleg a meleg, nedves levegő, továbbá az oltott mész s legnagyobb mértékben a fa nedvtartalma, mely a fa különböző betegségeit okozza.

3.10. A fa mint tüzelőanyag

A fát, ahol az elegendő mennyiségben és olcsón kapható, nemcsak házi, hanem ipari tüzelésnél is tüzelőanyag gyanánt használják. Lángja hosszú, tiszta, füsttől és portól mentes, hamuja kevés és káros ásványi alkotórészei nincsenek.

A frissen vágott fa víztartalma a fönnebbieket szerint 40-50-5, a légen száradt fáé 25-20%, és a 110-130 oC-nál mesterségesen kiszárított fáé 15-10 %. Ennek felel meg a tűzifa melegfejlesztő-képessége is, mely a légen száradt fánál 2600-3700, a mesterségesen kiszárított fánál pedig 3500-4400 kalória.

Legnagyobb melegfejlesztő-képességgel bír a bükk, gyertyán, nyír, cser, ákác, a sok gyantát tartalmazó erdei- és feketefenyő, ez után következik a juhar, szil, kőris, tölgy és vörösfenyő; még kisebb hőhatást fejt ki a luc- s a jegenyefenyő s legkisebbet a hárs, éger, nyár és fűz.

A fa pirometrikus hőhatása aránylag csekély, mert csak körülbelül 1100 oC hőmérsékletet lehet vele létrehozni, gyúlékonysága ellenben nagy, mert körülbelül 300 oC-nál tüzet fog.

Fűtőerő és a meleg intenzivitása tekintetében a lágfa fölülmúlja a keményét, a fűtőhatás tartama tekintetében ellenben a kemény fával szemben hátrább szorul. A tiszta farost úgyis 43 % oxigén és legfőljebb 1 % hamun kívül kereken 50 % kárbont és 6 % hidrogént tartalmaz. S mivel a hidrogén és

oxigén egymáshoz való aránya a vízben olyan, mint 1:8, nyilvánvaló, hogy a 43 % oxigénnek vízzé való átalakulásához csak 5,5 % hidrogén szükséges, 0,5 % pedig mint főleg szabad rendelkezésre áll. Ez a hidrogénfőleg égés közben szénhidrogén-gázzá alakul át, amely könnyen gyullad, hosszú lánggal ég és intenzív meleget fejleszt. Lágú fáknál, különösen ha sok gyantát tartalmaznak, nagyobb a hidrogén-főleg, mint a keményeknél s ez az oka, hogy könnyebben gyulladnak, hosszabb és intenzívebb lánggal égnek, hőkifejtésük azonban rövidebb ideig tart, mint a kemény fáknál, mert parázs nem marad utánuk. A kemény fák ellenben, amelyek csak felületükön s ott is kevésbé intenzív lánggal égnek, a még sokáig izzó parázs miatt hosszabb tartamú hőkifejtésre képesek, mint a lágúak.

3.11. A fa műszaki vizsgálata

A fának, mint építő- és szerkezeti anyagnak, oly sokoldalú az alkalmazása s oly különfélék a fajai és ennek következtében fizikai és műszaki tulajdonságai, hogy azoknak egységes megállapítása és összehasonlító számokban való kifejezése nemcsak műszaki szempontból, vagyis a fogyasztó érdekében, hanem gazdasági szempontból, azaz a termelőre is nagy jelentőségű.

(A faanyag eme nagy fontosságának kell tulajdonítani, hogy míg a fémanyagok vizsgálatát csak a XIX. Század 60-as éveiben kezdte meg az angol Kirkaldy, folytatta a német Wöhler, tudományos irányba azonban csak a 80-as években terelte Bauschinger, addig a faanyagot Nördlinger már 1847-ben vette beható vizsgálat alá, s kísérletei alapvetők voltak a fa vizsgálati módjainak későbbi kialakulására nézve is. Egységes alapra azonban a fa vizsgálatát az Anyagvizsgálók Nemzetközi Egyesületének munkássága helyezte, midőn az 1906-ban Brüsszelben tartott nemzetközi kongresszuson elfogadta azokat az alapelveket, amelyeket Rudeloff dolgozott ki s egy külön e célra kiküldött szakbizottságot ajánlott.)

A faanyag vizsgálata kétféle irányban mozog. Az egyik az építés-technikai vizsgálat, mely a fa tulajdonságainak általános vizsgálatát tartja szem előtt és a fa műszaki felhasználásához szükséges szilárdsági adatok kipuhatolására törekszik. A másik az erdőszet-technikai vizsgálat, amely azt az összefüggést igyekszik kikutatni, mely a fa műszaki tulajdonságai és növekedési viszonyai között kétségtelenül fönnáll. Az utóbbi ennél fogva az erdőállomány megtekintése után az erdő keletkezési idejére, korára, geológiai, éghajlati és fejlődésbeli viszonyaira és egyéb körülményeire nézve is keres tájékozást.

Építés-technikai szempontból a fa vizsgálata kiterjed: a fa termőhelyére és származására, külső állapotára, volumensúlyára, nedvességtartalmára, fogyására és dagadására, húzó-, nyomó-, hajlító- és nyírószilárdságára, hasadékonyságára, keménységére és tartósságára.

Ami a fa próbavételét illeti, az anyagvizsgálók egyesülete által elfogadott és ajánlott alapelvek szerint mindenképp a próbaanyag származását kell megállapítani, mégpedig termőhely, növekedés, kor, vágás ideje, a raktározás módja és a próbadarabnak a fatörzsben való fekvése szerint.

A próbadarabot úgy kell a megvizsgálandó fatörzsből kimetszeni, hogy az a fatörzs átlagos minőségét mutassa. Ennek megfelelően a hajlítószilárdság vizsgálatára a próbadarabot a fatörzsnek alulról számított 7-10 m közti magasságában kell venni, más kísérletek céljaira pedig közvetlenül ez alatt vagy e fölött.

Azután következik a próbadarabnak a látható külső jelek szerint való megvizsgálása. Ennél a vizsgálatnál leírjuk mind a hasadási lapnak, mind a keresztszelvénynek a képét, nevezetesen a farostok egyenes vagy görbe növést és kisebb-nagyobb párhuzamosságát, azoknak ággyöcsök által való megszakítását, az évgyűrűk átlagos szélességét, középpontos vagy excentrikus elhelyezkedését, 1 cm²-re jutó hosszúságát, 30-30 évgyűrűnek együttes szélességét, vagyis a fa egyenletes, gyors vagy lassú növekedését, túlevelű fáknál a tavaszi és őszi pászta egymáshoz való arányát, a fa színét, szagát és gyantatartalmát stb.

A fának megvizsgálható tulajdonságai között különösen a szilárdság az, mely a fa megítélését a használhatóság szempontjából lehetőséggé teszi. E célra legalkalmasabb a nyomó- és a hajlítoszilárdság, a fa teljes megítélésére azonban a nyíró- és húzószilárdság ismerete is szükséges.

A szilárdsági kísérleteket kisméretű, a fatörzsből az előírt szabály szerint kivágott s lehetőleg göcsöktől és hibáktól mentes próbadarabokon kell végezni; az így kapott szilárdsági számok azonban nem felelnek meg a rendes építőfának s a szerkesztőnek nem adnak biztos fölvilágosítást, mert gerendákat, támasztókat stb. rendszeren szabálytalan növesű és göcsös fából is kell alkalmazni. A kapott szilárdsági számokat ennél fogva 5-10 %-kal le kell szállítani.

(Arra nézve, hogy a favizsgálatokat ne csak kisméretű, kiválogatott fadarabokon, hanem olyan nagyobb próbadarabokon is megejtsék, amelyekben hibák és rendellenességek is vannak, Rudeloff W. tanár tett vizsgálatokat, a nagyméretű próbadarabokkal való kísérletezést azonban igen költségesnek s csak kivételes esetekben használhatónak találta.

A próbatestek alakjára nézve megkülönböztetik az építőfát és a bányafát. Bányafának kis átmérőjű teljes tönköt használnak, amelyet vagy kis átmérőjű fiatal törzsből vágnak, vagy vastagabb törzsek felső vékonyabb végéből vesznek. Építőfa megvizsgálására is a gyakorlatban szokásos alakok használandók, nevezetesen a teljes törzsből kifaragott négyyszögletes keresztmetszetű gerendák és a felfűrészelésnél kapott negyed gerendák.

Ami pedig az igénybevétel módját illeti, a kísérleteket csak hajlításra és visszaható szilárdságra (kihajlásra) kellene szorítani, mert a gyakorlatban a fát főképpen gerendáknak és támasztó dúcoknak használják.)

A kísérleteknél ki kell puhatolni a próbadarabok nedvességtartalmát is, s ha e között és a légen száradt fa normális víztartalma (15 %) között különbség mutatkozzék, a szilárdsági számokat az utóbbira kell vonatkoztatni. Végre a kísérletek sebességét is úgy kell szabályozni, hogy a próbadaraboknak elég ideje legyen a tehernek megfelelő alakváltozáshoz. E tekintetben szabály az, hogy a megterhelt keresztaszelvény feszültség-növekedése percenkint és cm²-enkint 20 kg-ot meg ne haladjon.

a. A nyomószilárdság meghatározására a fatörzsből kockákat metszenek ki, úgy, hogy azok nyomófelületének egyik átlója a fatörzs bütijének sugarát alkossa s hogy azok nemcsak a színfát foglalják magukba, hanem a szíjácsfát is. Lehet azonban a színfa és a szíjácsfa szilárdságát külön is megvizsgálni. A kockákban a rostok iránya lehetőleg párhuzamos legyen a kocka oldalával. A kockák nyomófelületét gondosan tisztára gyalulva, azokat úgy helyezik el a hidraulikus sajtóban, hogy a nyomás iránya párhuzamos legyen a rostok irányával. A terhelést

azután lassan és fokozatosan addig növelik, míg a kocka törése bármilyen alakban bekövetkezik. Az ehhez szükséges megterhelés osztva a nyomófelülettel, adja az illető fa nyomószilárdságát kg-ban cm²-enkint. Ha pl. a nyomófelület 16.04 cm² és a megterhelés a törés határán 7834 kg, akkor a fa nyomószilárdsága a törés határán:

$$\frac{7834}{16.04} = 488 \text{ kg/cm}^2$$

A nyomószilárdsággal együtt szokás a fa nyomórugalmasságát is meghatározni. Erre a célra rendszeren 50 cm magas, négyzetes keresztszelvényű fahasábokat szoktak használni s azoknak alakváltozását a megterhelés hatása alatt (összenyomódás, rövidülés) igen finom mérőműszerekkel megmérni. Ezek a mérések azt mutatják, hogy a rugalmasság határán belül az alakváltozás arányos a terhelés növekedésével, ezen a határon túl ellenben a rövidülés nagyobb mértékű, mint a terhelés.

A nyomószilárdság egészen eltérő számokat ad abban az esetben, midőn a nyomás merőleges a rostsálak irányára. Ilyen megterhelés fordul elő a vasúti talpfáknál, ászokfáknál, sárgerendáknál stb. Ebben az esetben a fa a terhelés határa alatt erősen összenyomódik, anélkül azonban, hogy a törés határát meg lehetne állapítani. Ezt a kísérletet egy függőlegesen ható, négyzetes keresztszelvényű bélyegzővel hajtják végre, amelynek vízszintes lapja sokkal kisebb, mint a próbadarab szélessége. A fa nyomószilárdságát a bélyegző által létrehozott összenyomódás mértéke mutatja.

Újabban nyugvó teher helyett ütőpróbákat is szoktak végezni, melyeknél a fa nagyobb rugalmas deformációt képes kitartani, mint a nyugvó tehernél.

b. A hajlítószilárdság a fának legfontosabb szilárdsági tulajdonsága, mert a fát legnagyobb részben vízszintes fekvő és hajlításnak alávetett gerendák alakjában szoktuk használni.

A hajlítópróbákat négyzetes vagy derékszögű négyszögkereszt-szelvényvel bíró prizmatikus rudakkal szokták végrehajtani, amelyeknek két vége szabadon fölfekszik, szabadon lebegő részét ellenben a középén megterhelik. A rudak szabadon lebegő hosszúsága legalább nyolcszorosa legyen a rúd szelvénymagasságának. Normális kereszt-szelvénynek a 10x10 cm kereszt-szelvényű rúd tekinthető; nagyobb szelvényű rudaknál tehát a kísérlet eredményét a normális szelvényre kell vonatkoztatni.

Egész fatörzsek vizsgálatánál 1.7 m hosszú, négyzetes próbarudakat szoktak alkalmazni s azokat úgy fölfektetni, hogy 1.5 m hosszúságban lebegjenek szabadon; fölfekvésük hosszúsága egyenlő a négyzetes szelvény magasságával. A rudakat úgy metszik ki és a próbánál úgy helyezik el, hogy a törzsben sugarasan fekvő oldalak egyike legyen mint húzott oldal alul. Ha ellenben a hajlítópróbákat csak egyes darabokkal végzik, akkor a próbarudakat úgy metszik ki, hogy az évgyűrűk érintője merőlegesen álljon a szelvény egyik oldalára s azokat úgy helyezik el, hogy az érintőt alkotó oldal legyen a húzott oldal.

Az ily módon elhelyezett próbarudakat azután a közepén megterhelik s a terhelést lassan és mindaddig növelik, míg a gerenda eléri teherbírásának határát s erős recsegés közben, s hirtelen és egyenesen, vagy pedig csöndben, lassan és szilánkokra hasadozva eltörik. A törés általában úgy következik be, hogy először a nyomott oldalon levő rostsálak roncsolódnak össze a torlódás következtében; később következik be az alul levő edény-nyalábok szakadása és ezzel a fa teherbírásának megszűnése.

A megterhelés növekedésével kapcsolatban megfigyelik és megméri a próbarúd áthajlását is, hogy ennek alapján meg lehessen határozni a rugalmasság határát és együtthatóját. A tapasztalatok azt bizonyítják, hogy az áthajlás a rugalmasság határán belül arányos a megterheléssel. A gerenda még ezen a határon túl is sok terhet bír el s tovább is áthajlik, az áthajlás azonban már gyorsabb és nagyobb, mint a teher növekedése. Azt a fát azután, mely a rugalmasság határán túl is erős áthajlást mutat, szívósnak és rugalmasan hajlékonynak, ha ellenben csakhamar eltörik, ridegnek mondjuk.

(Újabb időben nyugvó terhelés helyett ütve hajlítópróbát is alkalmaznak a hajlítószilárdság kipuhatolására, úgy, hogy a próbarúd közepére mindinkább nagyobbodó magasságból a rúd kereszt-szelvényéhez szabott súlyt ejtenek le többször egymás után és mindaddig, míg a törés bekövetkezik. Ezek a próbák tapasztalat szerint sokkal nagyobb rugalmas (nem maradandó) alakváltozást hoznak létre, mint a nyugvó teher.

Ha a próbarúd szelvény szélességét s -sel, szelvény magasságát m -mel, szabadon lebegő hosszúságát h -val, a megterhelést a törés határán P -vel jelöljük, akkor a négyszögletes szelvény ellenálló nyomatéka:

$$W = \frac{Sm^2}{6}$$

S mivel a két végén alátámasztott és közepén megterhelt gerenda hajlítónyomatéka

$$M = \frac{Ph}{4} \quad \sigma W = \sigma \frac{sm^2}{6}$$

ebből $Ph = \frac{2}{3} sm^2\sigma$, s a faanyagban föllépő feszültség a törés határán kg/cm^2 -ekben

$$\sigma = \frac{Ph}{4W} = \frac{3}{2} \frac{Ph}{sm^2} \quad kg/cm^2$$

Ennek a képletnek a használatánál fölteszik, hogy a feszültség (δ) a törésig állandó. Fuji Tanaka, tokiói tanár szerint azonban a σ nem állandó, hanem a próbadarab magasságának (m) függvénye. Szerinte :

$$3/2 \frac{Ph}{s} = \sigma \cdot m''$$

Amiből következik, hogy σ annál nagyobb, minél kisebb az m .

A rugalmas áthajlást végre a következő képletből számítják:

S ebből a rugalmasság modulusza

A megterhelés gyorsága végre

$$G = \frac{80 W}{h}$$

c. A nyírófeszültséget két irányban szokták meghatározni: egyszer az évgűrűk sugara, máskor az évgűrűk érintője irányában. A két feszültség ugyanis sohasem egyenlő egymással, hanem néha az egyik, máskor a másik mutat nagyobb értéket. A rostsálakra merőleges irányban nem szoktak nyírópróbákat végezni, mert azok az anyag csekély nyomószilárdsága miatt hiábavalók volnának.

A nyírópróbákhoz prizmatikus próbadarabokat használnak, amelyeknek szélessége, ha sugár irányában hat rájuk az erő, legfőljebb 5, érintőleges fekvésnél legfőljebb 3 cm s vastagsága 2-2,5, legfőljebb 4 cm. Ezeket a próbadarabokat két vaslap közé fogják s a vaslapok közül kiálló részüket 1 cm vastag, függőlegesen mozgó acéllappal, közvetlenül a befogás mellett elnyírják. Ha P az elnyíráshoz szükséges teher, s a falemez szélessége és m a magassága, akkor a nyírószilárdság :

$$\sigma = \frac{P}{sm} \quad \text{kg/cm}^2$$

d. A húzószilárdságot mindig a rostsálak irányában szokták meghatározni. E célra legfőljebb 1x2 cm keresztmetszvényű rudakat használnak, melyeknek kísérleti hosszúsága 10-22 cm. A rudakat, tekintettel a rájuk ható nyíróerőkre, vastagabb fejekkel látják el, melyeknek segítségével a rudak a szakítógépbe befoghatók. A rudak kimetszésénél arra kell ügyelni, hogy rostsálaik párhuzamosak legyenek a rúd hosszanti tengelyével s hogy szélesebb lapjuk a fatörzsben vagy merőleges legyen az évgűrűkre, vagy azoknak érintője. A rudakat befogva, a rájuk ható terhelést mindaddig növelik, amíg a rúd elszakad. Ha P erő idézte elő a szakadást, s a rúd szélessége s , vastagsága v , akkor a húzószilárdság

$$\sigma = \frac{P}{sv} \quad \text{kg/cm}^2$$

A kopásnak való ellenállást újabban szintén szokták meghatározni. A kopás próbáját egyszerűen úgy hajtják végre, hogy a fát a Dorrey-féle gépen homokpapírral súrolják.

e. A hasadékonyság meghatározására a Nördlinger-féle módszer szerint kapcsolakú próbatesteket használnak, az ábrába beírt mértékben, melyeket a próbánál pontosan kell betartani. A próbadarabot igen gondosan kell kidolgozni és arra ügyelni, hogy rostjai párhuzamosak legyenek a próbadarab egyik lapjával. A hasadékonyságot két irányban szokták meghatározni, nevezetesen a sugár és az évgyűrűk érintője irányában.

A szakítópróbát úgy hajtják végre, hogy a bevágás két hornyába acéldrótot akasztanak be és a kapocs két szárát a szakítógépen ellenkező irányban húzva, a próbadarabot széthasítják. Az ehhez szükséges teher adja a fa hasítószilárdságát. A faanyagban föllépő feszültséget nem szokták meghatározni.

f. A nedvességtartalom meghatározása igen fontos föladata az anyagvizsgálatnak, mert az a fa összes tulajdonságaira van befolyással. Meghatározására ugyanaz a próbadarab használható, mely a szilárdság meghatározására szolgált, ha azonban annak kiszárítása méretei miatt nehézségekbe ütköznék, belőle azonnal a szilárdsági vizsgálat megejtése után több helyről 20-50 mm rosthosszúságú darabokat kell kézi fűrészeléssel kimetszeni s azok nedvességtartalmát venni az egész próbadarab nedvessége gyanánt. Ezeket a darabokat egy jól szellőzőt szárítószekrénybe téve, 95-98 oC hőmérsékletnél mindaddig szárítják, míg súlyuk nem csökken többé, azután pedig egy exszikátorban, kénsav vagy klórmész fölött a szoba hőmérsékletére lehűtik.

A nedvességtartalmat az abszolút száraz súly százalékában szokták kifejezni. Ha pl. a próbatest súlya a szárítás előtt 35.432, szárítás után 30.762 g, akkor nedvességtartalma:

Ha ilyen módon az összes kimetszett próbatest nedvességtartalma ismeretes, azoknak átlaga adja az egész próbatest nedvességtartalmát.

A nedvességtartalom normális értéke 15 %-ban van megállapítva s erre kell vonatkoztatni mindazokat a tulajdonságokat, amelyeket ettől eltérő nedvességtartalom mellett határoztunk meg.

g. A volumensúly ismerete igen fontos a fa szilárdsága szempontjából. (Volumensúly nem egyéb, mint a térfogategység súlya, a benne lévő üregekkel, sejtekkel és edényekkel együtt. Ez tehát mindig kisebb, mint a fajsúly, a különbség azonban annál kisebb, minél tömöttebb a fa. A fajsúly osztva a volumensúllyal, adja a fa tömötségi fokát. A volumensúly tehát a fa tömötségétől függ, de befolyással van rá a fa nedvességtartalma is.)

A volumensúlyt legjobb lenne abszolút száraz fadarabokon megállapítani, mert akkor az eredményt a víztartalom nem befolyásolná, a gyakorlatban azonban a nedvességtartalom megjelölése mellett rendszeren légenszáradt fát szoktak használni 15 % nedvességtartalomra vonatkoztatva és csak a fa tömötségi fokának meghatározásánál veszik a száraz súlyt alapul. A legegyszerűbb eljárás azután az, hogy meghatározzuk a repedéstől mentes, tisztára gyalult fahasáb pontos súlyát és méreteit s az utóbbit osztva a térfogattal, kapjuk a volumensúlyt. E helyett lehet az ismeretes súlyú próbadarabot víz alá meríteni; ekkor a kiszorított víz pontos

mennyisége egy kalibrált csövön leolvastva, adja a próbadarab térfogatát. Hogy azonban a fa vizet ne szívjon magába, a próbát gyorsan kell végrehajtani, vagy a fát lenolajjal bemázolni.

h. Az összeaszás és dagadás szintén a fa víztartalmának a következménye. S mivel a hosszanti irányban való fogyás és dagadás a fönnebbi táblázatok szerint elenyészőleg csekély, a rostszálakra keresztben ellenben jelentékeny, a fogyás és dagadás vizsgálatánál a próbadarab méretváltozását – a súly egyidejű megállapítása mellett nem csak a próbadarab hosszában, hanem a sugár és az érintő irányában is kell meghatározni.

Próbatestekül bármily alakú fadarabok használhatók, a térfogat könnyebb kiszámítása érdekében azonban legjobbak a 10 cm-es hosszúsággal bíró kockák, amelyeket úgy kell kimetszeni, hogy egyik élük az évgyűrűk húrja legyen.

A fogyás megvizsgálása végett a próbadarabokat előbb a levegőn később egy szárítószekrényben lassan kiszáritják, a dagadás vizsgálatánál ellenben vízbe teszik, még pedig előbb úgy, hogy egyik bütűjük néhány mm-rel kiálljon belőle. Később, a midőn az a bütű is már nedvesnek látszik, a víz színét addig emelik, míg a próbadarab egészen alámerül. A fogyás és dagadás nagyságát azután vagy az abszolút száraz próbatest hosszúságának százalékában fejezik ki, vagy pedig, mint a máriabrunni kísérleti intézetnél szokásos, a területfogyás százalékaiban, szintén abszolút száraz állapotra vonatkoztatva.

Tapasztalat szerint a fa térfogata legnagyobb változást akkor mutat, a midőn víztartalma 0 és 20-30 % között van.

i. A keménység meghatározására eddig még nem sikerült általánosan elfogadható módszert találni, és oly keménységi fokozatot megállapítani, amely minden körülmények között beválnék. A keménység egy és ugyanannál a fánál is változik, aszerint, hogy mily eszközzel, milyen módon és irányban s a fa minő állapotában vizsgáljuk. Egészen más keménységet mutat a fa a keresztmetszeten, mint sugaras vagy tangenciális hosszanti metszetén. Növekszik továbbá a keménység a fa száraz fajsúlyával is, csökken ellenben a nedvesség emelkedésével. A gyakorlatban ennél fogva a keménység meghatározására különböző eljárás található. Az egyik abból áll, hogy 1 cm² nyomófelülettel bíró bélyegzőt préselnek be a próbadarab bütűjébe. Egy másik eljárásnál e helyett egy sík felülettel bíró vasdarabot nyomnak egy fahasáb oldalába, amelynek méretei meg vannak határozva s a mely a hasáb élein túl ér. Ehhez hasonló Janka amaz eljárása, hogy vaséket (fejszealakú próbaeszköz) sajtol be 2 cm mélységig a fába, még pedig a rostokkal párhuzamos és a rostokra merőleges irányban. Mindhárom esetben meghatározzák a nyomóerő nagyságát és a behatolás mélységét. Mások (G.Janka, Wawrziniok stb.) az ún. Brinell-féle golyópróbát alkalmazzák és 10 mm-es acélgolyót sajtolnak be a szilárdsági próbához használt géppel a fába. Az ehhez szükséges nyomóerő osztva a képződött mélyedés felületével, adja a keménységi számot. Minél nagyobb ez a szám, annál nagyobb a fa keménysége.

M Bűsngen műncheni erdészeti akadémiai tanár acélgolyó helyett acéltűt sajtol be hasonló módon a fába és a keménységet mutató ellenállást a besajtoláshoz szükséges és a gépen pontosan leolvasható nyomással fejezi ki. Alkalmas végre a keménység megállapítására az az

ellenállás is, amelyet fa a fűrészekkel szemben kifejt, amikor derékszögben áll a fűrészlaphoz. Ha a bükkfa ebbeli ellenállását 1-nek vesszük, akkor a gyertyán-, hárs-, fűz-, és rezgőnyárfá keménységi foka 1.87, a juharfáé 1.35, a tölgyé 1.03, az égerfáé 0.91, a jegenyéé 0.56, a fenyőfáé 0.58-ra tehető.

j. A tartósság megvizsgálásra nincsenek általánosan elfogadott szabályok. E tekintetben Hartig végezte az első kísérleteket, eljárást azonban nem alkalmazták. Nördlinger lyukakat fűrt egy tölgyfakád falába s azokat különböző fából metszett, újni hosszúságú csapokkal dugaszolta be. A kádat azután kissé megnedvesített, laza és korhadó anyaggal (pl. trágyával) töltötte meg s a csapok benyúló végeinek romlását időnkint megfigyelte.

4. Az építőfa megválasztása, vágása, megmunkálása és osztályozása

4.1. Az építőfa megválasztása.

Az építőfa megválasztása kiterjed egyrészt arra, hogy a különböző fanemek közül egyes esetekben melyiket alkalmazzuk és másrészt arra, hogy a kiválasztott fanem anyaga építésre alkalmas legyen.

Az alkalmazandó fanem megválasztásánál mindig az elérni szándékolt célt és a fa leendő alkalmazásának módját kell szem előtt tartani. E szerint a tűlevelű fákat különösen ott alkalmazzuk, ahol hosszú gerendákra van szükségünk s a gerendák húzásra vagy hajlításra vannak igénybe véve. A tűlevelű fa továbbá egynemű és szabályos elhelyezésű sejtjei következtében egyenletesebb, könnyebben dolgozható és a rostok irányában könnyebben nyíródik és hasad, mint a lombos. Ez oknál fogva ott, ahol a nyomás vagy a nyíró-feszülés nem a rostok irányában hat, a tűlevelű fa kevésbé alkalmas.

A lombos fákat műszaki szempontból az jellemzi, hogy belőlük oly hosszú és egyenes gerendákat, mint a tűlevelűekből, ritkán lehet kifaragni és ha ilyenek kifaraghatók is, rövidebb és görbe rostjaik miatt húzásnak és hajlításnak kevésbé állnak ellen, a rostok irányában ható nyomást ellenben jobban bírják ki s ennél fogva oszlopokra és dúcokra alkalmasabbak, mint a fenyőfák. Rostjaik oldalas tapadása is nagyobb, fájuk ennél fogva nehezebben hasad és nyíródik, de általában szilárdabb és szívósabb, mint a tűlevelűeké.

Szárason való építésnél megfelel a luc-, és a jegenyefenyő, vízben vagy nedves helyen az erdei-, de különösen a vörösfenyő és a tölgyfa. A vörösfenyő a tűlevelűek között általában a legjobb, azután következik sorban az erdei-, a luc-, és a jegenyefenyő, igen hosszú gerendákra ellenben az utóbbi a legalkalmasabb. A többi lombos fa alkalmazhatósága az előbbiekhöz képest aránylag csekély, s alkalmazásának helye és módja az egyes fanemek leírásánál van megemlítve.

Ha már tisztában vagyunk az iránt, hogy valamely adott esetben melyik fa felel meg legjobban a kitűzött célnak, nem kevésbé fontos az illető fanem építésre alkalmas egyedeinek a megválasztása.

A jó építőfától mindenek előtt megkívánjuk, hogy ép, egészséges és lehetőleg hibátlan legyen. Teljesen hibátlan fa azonban a szükséges mennyiségben nem található s azért a gyakorlatban legalább arra törekszünk, hogy a fa épsége és egészsége ne essék kifogás alá. A fa kisebb hibáitól és rendellenességeitől ellenben, szem előtt tartva a fa leendő fölhasználásának módját, a mennyire lehet, eltekintünk.

Ha az építőfát tövön az erdőben kell megválasztanunk, akkor azt a fát tekintjük egészségesnek és építésre alkalmasnak, amelynek törzse lehetőleg egyenes, nyúlánk, hengeres és vastag, lombja élénk zöld, friss és buja, a fiatal hajtásai erősek, ágai hajlékonyak, gyökérzete friss és egészséges, koronája magas és sűrű, ágai magasan kezdődnek, kérge fényes, sima, egyenletes színű, korosabb fáknál többé-kevésbé szabályos repedésekkel és cserepekkel s törzse lehéjazott részén (a déli oldalon) farúddal megütve, csengő hangot ad. Ha pedig kétségben vagyunk az iránt, hogy a fa bele egészséges-e, akkor azt töve közelében, ahol a bélkorhadás legelőször jelentkezik, beléig megfúrjuk, és a fűróforgácsot megvizsgálva, a kifúrt lyukat, ha a fa állani marad, fával újból beékeljük.

A görbén nőtt, alulról kezdve ágakkal benőtt, túlérrett, vagy olyan fa, amelynek törzsén geszt- és fagyrepedések, gumók, rózsák, golyvák, ráksebek, fagyöngy, stb. láthatók, növése csomoros, hullámos vagy csavaros, gyökere korhadásnak indult, csúcsa elszáradt, koronája gyér, beteges vagy elhalt, lombja egyenlőtlen színű vagy sárgászöld, kérge mohos, foltos, ráncos, szabálytalanul repedezett, vagy könnyen leválik, hangja tompa, fűróforgácsa korhadásra mutat stb, építőfának nem alkalmas.

Egyenlő külső mellett általában jobb, tömöttebb, tartósabb, szilárdabb és rugalmasabb építőfát ad és ezért elsőséget érdemel az a fa, amely nem posványos vagy televényes, hanem sovány, homokos, vagy kavicsos talajon nőtt. Az ugyanannak a hegynek keleti és északi oldalán nőtt fa szintén jobb, keményebb, tömöttebb és nehezebb annál, amely a déli vagy a nyugati oldalról származik.

Ha pedig az építőfát döntése után, akár az erdőben, akár a lerakóhelyen kell megválasztani, akkor kérgének megvizsgálása mellett teli és szilárd rostokra, sűrű és egyforma évgyűrűkre, ép, nem repedezett, göcsöktől mentes külsőre, kemény, fényes sima és tiszta vágáslapra leszünk figyelemmel, amely ismertető jelek az ép, egészséges, szilárd és tartós fát jellemzik.

A fodros, hullámos, csavaros vagy excentrikus növéssű, igen göcsös, mohos, gombás, ráksebés, repedezett, rovaroktól átluggatott, álgesztes, fülledt, fehérre vagy vörösre korhadt fa építésre alkalmatlan.

A tömötségs az ezzel kapcsolatos nagyobb súly szilárdabb és tartósabb fára mutat, a széles évgyűrűk és a tág likacsok ellenben a jó talajon, gyorsan nőtt fát jellemzik. Ha a törzs külső évgyűrűi igen vékonyak, túlérrett fával van dolgunk, ezzel kapcsolatban a fán, a bétől kiindulva, sok finom, sugaras repedés is látható.

A hang is ad fölvilágosítást a fa minőségéről. A száraz fa ugyanis, bütűjén kalapáccsal megütve, ha egészséges, csengő hangot, ellenkező esetben mély és tompa hangot ad. Ugyanilyen hangú a nedves fa is.

A vágáslap színéből és fényéből is lehet a fa minőségére következtetni, mert minden fafajnak saját jellemző színe van. Az egyenletes, tisztán kifejezett, élénk szín általában egészséges fára, a határozatlan, bágyadt, vagy egyenlőtlen szín ellenben beteges fára mutat. A sötétebb szín továbbá a korosabb és a sovány talajon nőtt fát, a világosabb szín a fiatalabb és a jó talajról származó fát jellemzi. Színes fánál a sötétebb szín a nagyobb szilárdság és tartósság jele. Az egészséges fenyőfa színe a szíjácstól befelé fokozatosan és egyenletesen sötétedik. A sötétvörös szín túlérrett, a kékes szín megfülledt fára mutat.

Az egészséges fa vágáslapja tiszta és fényes, a korhadásnak indult fát bágyadt és fénytelen.

A szag is jó ismertető jel a fa minősége tekintetében. Az egészséges és száraz fának mindig bizonyos jellemző szaga van, amely kémiai tartalmától ered és a fafajok szerint különböző. Ezen a szagán lehet fölismerni, hogy a fa egészséges-e, mert a dohos, tözegszerű szag beteg vagy korhadó fára mutat. Minden túlevelű fa, ha egészséges és száraz, határozott gyantaszagú, ha nedves, vaníliaszagú, a tölgy erős csersavszagú, stb.

Arról, hogy a fa télen vagy nyáron vágott-e, könnyen meggyőződhetünk, ha bütűjét jóddal bekenjük. Télen vágott fán a bélsugarak, a télifa nagyobb keményítő-tartalma miatt, sötétebb, tintaszerű vonalak gyanánt jelentkeznek, míg a sejtek, szövetek és rostok egyenletesen sárgás színt mutatnak. Ha ellenben a bélsugarak világosabbak, a fa nyári vágású.

A faragott vagy fűrészelt gerendák jóságáról és épségéről ugyanolyan módon szerezhetünk tájékozást, mint a gömbölyű fánál. Ezen kívül megvizsgáljuk azonban, hogy a fa tisztán van-e megdolgozva, nem vetemedett-e, s hogy élei élesek-e vagy héjasak; utóbbi esetben a gerendák kisebb értékkel bírnak.

A deszkák és pallók épségének ismertető jelei szintén ugyanazok, mint a gömbölyű fáé. Ezenkívül még megkívánjuk tőlük, hogy vastagságuk mindenütt egyenlő legyen és hogy nem héjas, hanem éles éllel bírjanak. A megkékült vagy megbarnult, rovaroktól átllyuggatott, gyantafészkes, göcsös vagy áglyukas, vetemedett vagy csavart fűrészárú, ha a farostok különben egészségesek, fölhasználható ugyan, értéke azonban kisebb, mint a kifogástalan árué.

4.2. Az építőfa vágása a és kezelése

A fa csak akkor alkalmas építőfának, és ennél fogva csak akkor vágandó, ha érett. Ekkor ugyanis legtöbb benne a színfá és ekkor éri el legnagyobb szilárdságát és tartósságát. A kellőnél fiatalabb fa aránylag sok szíjácsot tartalmaz, a túlérrett (túlélt) fa pedig bélkorhad és törékeny. Érettségi korán túl a fa magasságban és vastagságban alig növekedik többé.

A fák érettségi kora különböző a fanem, a talaj és az éghajlat szerint.

A lucfenyő	80-100 éves	A bükk	80-100 éves
A jegenyefenyő	100-120 éves	A gyertyán	120-140 éves
Az erdeifenyő	120-130 éves	A kőris	100-140 éves
A vörösfenyő	120-140 éves	A tölgy	120-150 éves
A szil	70-100 éves	A juhar	140-180 éves

korában lesz teljesen érett, 80-100 éves korában azonban a legtöbb fanem építésre alkalmas anyagot ad.

A fa vágásának idejére nézve a nézetek eltérők. Egyesek a nyáron, mások a télen, nevezetesen a december, január és a február hónapokban vágott fát tartják építésre a legalkalmasabbnak. De olyan nézet is van, amely azt tartja, hogy a vágás ideje nincsen jelentékenyebb befolyással a fa minőségére és tartósságára, s hogy megfelelő kezelés mellett a fa bármely évszakban vágható.

A télen való vágás hívei a fa minőségében kétségen kívül észlelhető különbség okát a fa anyagtartalmának évszakonként való változásában keresik és azt állítják, hogy a tavasszal és nyáron

vágott fában több a víz és a korhadást okozó táplálóanyag (keményítő, fehérje, stb.), mint a télen vágott fában. Télen továbbá a nedvkeringés szünetel, a fanedvek ennél fogva megsűrűsödnek, a sejteket teljesen kitöltik és oly állapotban vannak, amelyben mind az erjedésnek és gombásodásnak, mind a rovarrágásnak kevésbé vannak alávetve, mint tavasszal és nyáron. A téli hideg miatt a gomba által való inficiálás lehetősége is sokkal kisebb, mint nyáron, mert a gomba spórái, ha a fa testéhez jutnak is, télen nem csíráznak. Mindezeknél fogva a télen vágott fa tömöttebb, nehezebb, nagyobb terhet bír el és tartósabb, szóval értékesebb, mint a nyáron vágott.

(A nyugvás idejében vágott fa sejteiben nagy mennyiségű keményítőszemcsét tartalmaz, mely a sejtek likacsait elzárja s a fát tömötté és vízáthatatlanná teszi. Ennek bizonyosága egyebek között az, hogy hordódongát csak télen vágott fából lehet készíteni, mert különben a hordók tartalma a fa nyílt likacsain keresztül erősen párolog. A télen vágott fa nagyobb keményítőtartalmán alapszik továbbá a már említett jódpróba is, mely a téli vágású fa bélsugarait a sejtek, szövetek és rostok sárga alapfelületén sokkal sötétebbnek mutatja, mint a nyári vágásból kikerülő fán.)

A nyári vágás védelmező ezzel szemben arra alapítják nézetüket, hogy a téli fában nincs kevesebb nedv és táplálóanyag, mint a nyáriban, csak a keringése szünetel. A nedvek elpárolgását és a fa kiszáradását a téli fagyok és hidegek csaknem teljesen megakadályozzák s ennek következtében a bennmaradt nedvek fülledést okozhatnak. A megsűrűsödött nedvek miatt továbbá, melyeket a fa csak lassan vagy sohasem veszít el, a téli vágású fa használat közben jobban dagad és vetemedik, mint a nyáron vágott. A nyár melege ellenben élénk mozgásba hozza a nedveket, megnyitja és kitérít a pórusokat s helyes kezelés (pl. lehéjazás) mellett megkönnyíti a nedvek gyors elpárolgását és a fa tökéletesebb kiszáradását. A kiszáradásra kedvező befolyással van az a körülmény is, hogy nyáron a melegebb levegő viszonylagos páratartalma jóval csekélyebb, mint télen.

Mind a téli, mind a nyári vágás híveinek csak részben van igazuk. Hartig, Mer és mások vizsgálatai ugyanis kimutatták, hogy a fa víz- és keményítő-tartalma az év különböző szakában változik ugyan s mindkettő két maximumot és két minimumot mutat, az egyik minimum azonban rendszeren a tavaszi hónapokra esik, amikor a fa nedveket és a keményítőt új fa képzésére használja föl. Az egyik maximum pedig december és január hóra, amikor a tenyészet műfolyamata be van fejezve s a fában levő nedvek keringése és fölhasználása megakadt. S mivel Weber és Schröder vizsgálódásai szerint a fehérje- és nitrogéntartalom tekintetében a télen és nyáron vágott fa között alig van különbség, azt kellene hinni, hogy a tavasz a fa vágásának legkedvezőbb ideje.

A tapasztalat és az ezen alapuló ősrégi szokás (Már Vitruvius és Plinius ókori szakírók is egyértelműen az ősztől tavaszig terjedő időt tartották legalkalmasabbnak az építőfa kivágására), azonban azt bizonyítja, hogy a télen vágott fa nincs annyira a korhadásnak és a fa egyéb betegségeinek (fülledés, rovarrágás, házigomba stb.) alávetve, mint a nyáron vágott. Ebből következik, hogy a télen és nyáron vágott fa között fennforgó minőségbeli különbség nem a nyáron vágott fa víztartalmának és táplálóanyagainak nagyobb mennyiségében, hanem más okokban keresendő. Ezeket az okokat pedig a tavasz és nyár nagyobb hőmérsékletében és bővebb csapadékában lehet föl találni, amelyek elősegítik a gombák erősebb szaporodását, az álló- és a levágott fán való megtelepedését és gyorsabb terjedését s ezzel megvetik az alapját a fülledésnek, a korhadásnak és a fa más betegségeinek. A fa friss nedve a új életre kelt rovarokat is erősebben vonzza magához. A téli fagyok és hidegek hatása ellenben

kedvezőtlen a gombák szaporodására és terjedésére, valamint a rovarokra is. Ezzel kapcsolatban – legalább a túlevelű fáknál – a télen megsűrűsödött gyanta és terpentin is, konzerváló hatással van a fára és növeli tartósságát.

A télen vágott fa e szerint, különösen akkor, ha tavaszig a nedves időjárás beálltaig kiszállítják az erdőből, határozottan jobb annál a nedvben dúsabb fánál, amelyet a tavasszal, a nedvkeringés idején vágnak s a nyáron át az erdőben hagynak.

Az elmondottak után érthető, hogy a szakemberek ma már általánosan ahhoz a nézethez csatlakoznak, hogy a télen vágott fa tartósság, szilárdság és teherbírás tekintetében – a vágás idejével kapcsolatos és a fa jóságát nagy mértékben befolyásoló külső körülmények miatt –előbbre való és értékesebb a nyári vágású fánál.

Az újabb megfigyelések azonban kimutatták, hogy a télen vágott fa sem egyformán tartós s hogy szilárdsága és teherbírása is erősen ingadozik. Németországban ez oknál fogva már évek óta kísérleteznek abban az irányban, hogy a vágás megfelelő idejét közelebbről meghatározzák. Az egy helyről vágott, egyenlő talajon nőtt, egyenlő növekedésű s egyformán ép és egészséges, de különböző fanemekkel végzett kísérletek eredménye az, hogy a december végén vágott fa tömörség, szilárdság és tartósság tekintetében messze túlszárnyalja a vele egyébként megegyező, de a tél végén, január, február és március hónapokban vágott fát. A december végén vágott fa teherbírását 100-nak véve, a januári vágású fa teherbírása csak 88, a februári fapé 80, a márciusi pedig csak 62. Hosszú kísérleteket végeztek továbbá a fák keménységére és tartósságára vonatkozólag is s az eredmény itt is a december hóban vágott fa előbbrevalóságát igazolta be.

A kísérletekkel is beigazolt régi tapasztalat szerint tehát a fa vágásnak legjobb ideje a télnek az a része, amidőn a nedvkeringés szünetel. Ez köztapasztalat szerint december hó keletől január hó közepéig, legfőljebb végéig terjed. Az ezen időn túl vágott fa nedve elősegíti a korhadást s alábbszállítja a fa tömörségét, szilárdságát és tartósságát.

A gyakorlatban a fa vágásának rendes évszaka a síksági s a dombvidéki és középhegységi erdőkben, ahol a telek mérsékelték, december, január és február, magasabb helyeken a március hónap is. A magas hegységben ellenbe, ahol igen sok a hó, valamint meleg éghajlat alatt is, a vágás csak április végén, vagy májusban kezdődik és június végéig tart. A fenyőfát rendszeren tavasszal és a nyár végén vágják, mert fája fehérebb marad és könnyen meghántható. A télen vágott fa nem hámlik és hóját le kell faragni. Ez nemcsak költséges, de a fa sem oly tiszta és tetszetős, mint a lehántott. A télivágású fát a fakereskedők azért sem szeretik, mert tömöttebb és nehezebb s ennél fogva többbe kerül a kifuvározása.

A cserhántásra való tölgyfát rendszeren április végén és májusban, a többi lombos fát ellenben lehetőleg télen vágják.

A levágott fa kezelése annak fölhasználásáig nagy befolyással van a fa minőségére és tartósságára. Helytelen kezeléssel a legjobb fát is meg lehet rontani, míg helyes kezelés mellett a nyáron vágott fa megfelelő tartóssága is biztosítható.

Levágása után a fát azonnal kell letisztítani és lehéjazni, hogy nedve mielőbb elpárologhasson és a fa kiszáradhasson. Ha ugyanis a levágott fa hosszabb ideig marad lehéjazatlanul, a nyirkos erdőtalajon feküdni, a gombák spórái csakhamar megfertőzik, ennek következtében fehérje- és nitrogéntartalmú

táplálékanyaga bomlásnak indul, szíjácsa megkékül vagy megbarnul, vagyis a fa megfülled. A fülledésnek rendszeren a fa hibás kezelése az oka. A rovarok is főképpen a héjában fekvő fán telepednek meg és szaporodnak.

A télen vágott fát lehet ugyan rövid ideig héjában hagyni, a rovarokra való tekintettel azonban ez sem célszerű. A tavasszal és nyáron vágott fa ellenben lehéjazva sem maradhat sokáig az erdőn, mert nedvének átalakulása folytán könnyen megrökönyödik s áldozatul esik a korhadásnak és a rovaroknak. A nyáron vágott fának egészen más bánásmódra van szüksége, mint a télen vágottnak, hogy nagyobb mennyiségű nedve lehetőleg gyorsan elpárologhasson. Sokszor a fa lombozatát és koronáját mindaddig meghagyják, míg a levelek a folyékony nedvet a törzs belsejéből fölszívják. A lomb megsárgulása annak a jele, hogy a fában nincs több víz és táplálékanyag.

A lehéjazott fát, ha nyáron át az erdőben marad, a nap perzselő heve, a nedves talaj kipárolgása, valamint a szél repesztő hatása ellen is meg kell védeni, mert különben megrepedezik s a gombaspórák a repedéseken át a fa belsejébe jutnak.

A nyári vágású fát érhető sok veszedelemnek csak úgy lehet elejét venni, ha arról gondoskodunk, hogy gyorsan és kellő módon kiszáradjon. Ahol ez nem lehetséges, ott a nyári vágást is kerülni kell.

4.3. Az építőfa megfaragása és széthasítása

A fa vagy törzsekben, vagyis mint gömbölyűfa kerül az építőhelyre, vagy a szükséges keresztiszelvényvel bíró fűrészelt gerendák, deszkák, lécek stb. alakjában. Nagyméretű fákat azonban, hogy a fuvar költségekben takarékoskodjanak, az erdőben is szoktak nagyjában megbárdoltatni (erdőszerű megfaragás).

Gömbölyű alakban a fát ritkán használják az építkezésnél, legfőképpen oly szerkezetekre, melyeknek a gömbölyű fa inkább felel meg, mint a négyszögletes. Ilyenek az építő-állványok bálványfái, az oszlopok, cölöpök, stb. Összetett építőszerkezetekre ellenben a fát megbárdolt vagy fűrészelt állapotban használják, mert így szerkesztésre alkalmasabb, könnyebben összeköthető s jobban biztosítja a szerkezetek állóságát.

A gömbölyű fa megfaragása az ácsszerűn, un. ácsbakokon megy végbe, melyekre a lehántolt törzset lehetőleg vízszintesen fektetik és vaskapcsokkal odaerősítik. Most a szálfát mindkét végét merőlegesen az öregfűrészlel lefűrészelik s az így kapott bütülapok mindegyikén a középpontot fölkeresve, mindkettőn keresztül egyrészt függélyzőóonnal, egy függőleges és másrészt szögletvassal egy vízszintes vonalat húznak. E két vonal segítségével a bütülapra bármilyen gerendaszelvényt lehet rajzolni.

Ha gömbölyű fából oly élesélű gerendát akarunk faragni, amely egész hosszúságában egyenlő szelvényű, akkor a keresztiszelvényt oly nagyra kell választani, hogy a facsúcs bütülapján, még pedig a szíjácskörön belül elférhessen. A szelvény K, l, m és n pontjai tehát a szíjácskörön kell, hogy feküdjenek. Ugyanilyen nagyságú szelvényt azután a fatörzs alsó lapjára is fölrajzolunk. Hogy a fatörzset most ennek a szelvénynek megfelelően megfaraghatjuk a bütüre rajzolt idomok függőleges oldalit mindkét oldal felé meghosszabbítjuk, míg a külső kört f, g, h és i pontokban metszik. Ezek után az ácsok ff, és ii pontokon keresztül fektetett, frissen festett csapózsínórral, amelyet középen egyenes vonalban fölemelnek és hirtelen eleresztenek, az illető függőleges síkok metszészonalait a fatörzs felületére odacsapják s a két párhuzamos lapot e két egyenes vonal szerint megfaragják. A megfaragás

megkönnyítésére a megfaragandó oldalon a szűkfejszével egymástól 0.70-1.0 m-nyi távolságban ék alakú rovátkákat vágnak oly mélységre, hogy az ff, és ii zsinórcsapásokat még ne érintsék. E rovátkák között most a kiálló részeket ugyancsak a szűk fejszével lehasítják és végre a görcsös és szálkás lapot a simító bárdal simára kiegyengetik.

Ha ily módon mind a két párhuzamos oldal meg van faragva, a törzset ezek egyikére fektetik s az előbbi módon eljárva, a másik két oldalt faragják meg. Néha azonban a gerendákat csak három, két sőt egyes esetekben csak egy oldalon kell megfaragni.

A fa megfaragása tehát nem egyéb, mint forgácsolás, amely abból áll, hogy a törzsről a fölösleges anyagot, elsősorban pedig a szijácsfát forgács alakjában eltávolítjuk.

(Ha nem kívánunk teljesen éles élű gerendát, akkor a törzs csúcsvégét nem egészen négyszögletesre faraguk meg, de közepes átmérője szerint, úgy, hogy a gerenda egyik fele éles élű, a facsúcs felé eső másik fele ellenben héjas élű lesz.)

Oly törzsekből végre, amelyek a csúcs felé erősen vékonyodnak, sok hulladék nélkül nem lehet oly gerendát kifaragni, amely egész hosszúságában egyenlő szelvényű. Ilyen esetben azután különféle vastagságú gerendát faragnak ki belőle s ha a vastagabb rész külön föl nem használható, a fölösleget deszkák alakjában lefűrészelik róla.)

A négyélű gerendák keresztzelvénye vagy négyzet, vagy derékszögű négyszög, melyek a törzsből a következő módon faraghatók ki:

1. Ha valamely fatörzsből a lehető legnagyobb négyzetet akarjuk kifaragni, akkor a facsúcs bütülapján két egymásra merőleges átmérőt húzunk és ezeknek a szijácskörbe eső végső pontjait egymással összekötjük. Az így keletkezett adbc négyszög adja a kívánt négyzetes gerendát.

(Ha a csúcsátmérőt d -vel és a szelvény oldalhosszúságát h -val jelöljük, akkor $d^2 = h^2 + h^2 = 2h^2$. Ha d ismeretes, akkor a belőle kifaragható négyzetes gerenda oldala: $h = \sqrt{1/2}d$, vagy kerekén $h = 5/7d$.

Ha pedig a négyzet oldala ismeretes, akkor a négyzet kifaragásához szükséges fatörzs csúcsátmérője: $d = h\sqrt{2}$, vagy kerekén $d = 7/5h$.

Ha a négyzetes szelvényű gerenda egyik fele héjasélű lehet, akkor csúcsátmérő helyett a közönséges átmérőt vesszük, mely az alsó és felső átmérő középárányosa, vagy pedig $h = 6/7d$ és $d = 7/6 h$ képlet szerint határozzuk meg a héjasélű négyzet oldalát (h), illetőleg, ha az ismeretes, a csúcsátmérőt (d).

2. Ha valamely fatörzsből oly gerendát akarunk kifaragni, amelynek teherbírása a lehető legnagyobb, akkor annak szélessége (s) oly arányban van magasságához, mint 5:7. Ezt a szelvényt kapjuk, ha a facsúcson levő szijácskör ab átmérőjét 3 egyenlő részre osztjuk s az így kapott c és d osztáspontokból ellenkező irányú merőlegeseket húzunk egészen a szijácskörig. Ezeknek végső pontjait (g és f) összekötve az átmérő végső pontjaival, $agbf$ adja a kívánt négyszöget.

(Ha ismét d a törzs csúcsátmérője, akkor megközelítőleg a gerenda szélessége $s=1/7d$ és magassága: $m=4/5 d$.)

Ha pedig a gerenda héjasélű lehet, akkor ismét vagy a csúcsátmérő helyett a közepes átmérőt vesszük d gyanánt számításba, vagy ha d a csúcs átmérőjét jelenti, a gerenda magasságát $m=10/11d$ és viszont a gerenda ismeretes magasságából a csúcsátmérőt $d=11/10m$ képlet szerint számítjuk ki. A gerenda szélessége mindkét esetben $s=5/7m$.)

3. Ha oly gerendát akarunk, amelynek hajlíthatósága a lehető legkisebb, akkor annak szélessége oly arányban van magasságához, mint 4:7. Az ennek a feltételnek megfelelő szelvényt kapjuk, ha az ab átmérőt egyenlő részre osztjuk s a külső osztáspontokban ellenkező irányú merőlegeseket emelve, ezeknek a szíjácskörrel való metszéspontjait (c és d) összekötjük az átmérő végső pontjaival.

(Ha a csúcsátmérő (d) ismeretes, akkor a gerenda szélessége $s=1/2d$ és magassága $m=7/8d$.)

4. A leghasználtabb négyszöget, amelynek szélessége úgy aránylik magasságához, mint 3:4, kapjuk, ha az ab átmérőt 5 egyenlő részre osztjuk s végső pontjaiból $4/5$ átmérővel ellenkező irányú köríveket húzva, azoknak a szíjácskörbe eső végső pontjait (c és d) összekötjük az átmérő végső pontjaival.

(Ha d a csúcsátmérő, akkor $s=3/5d$ és $m=4/5 d$.)

5. Ha végre cimborafák, viharkötők, hídállványok, szádcölöpök stb. részére egy fatörzsből kettős gerendát akarunk kifaragni, akkor a gerendák szélessége úgy aránylik magasságához, mint 3:8. Ezt a szelvényt kapjuk, ha a fönnebb d alatt megfaragott gerendát a hosszabb oldallal párhuzamosan a közepén kettémetsszük.

(Ekkor ugyanis a kettős gerenda szélessége a fönnebbi szerint $s=3/5d$, egy-egy félgerendáé tehát $s=3/11d$, míg a gerenda magassága, úgy, mint előbb, $m=4/5 d$.)

A fák széthasítása akkor szükséges, ha valamely fa törzset vagy gerendát hosszúsága irányában akarunk kézi erővel két vagy több részre osztani.

Rövidebb, vékonyabb és ágtól mentes fatörzseket az öreg fejszével és faékekkel lehet a bélsugarak irányában széthasítani. E végből a fatörzset hosszanti tengelyén át fektetett sík irányában fejszével többször bevágják és a bevágásokba ékeket vernek, mindaddig, míg a törzs szétválik. A munka a netalán összefüggő farostok keresztülvágása által gyorsítható.

A fa hasadólapja egyenetlen és igen szálkás. Ennek elkerülésére lehet a fát kézi erővel szétfűrészelni. Szétfűrészelés végett a fatörzset vagy gerendát 2 m magas bakaállványra helyezik. Egy munkás fönt a fatörzsen áll és a fűrész úgy vezeti, hogy az eléje rajzolt vonáson maradjon, a lent álló egy vagy két munkás pedig a fűrész húzza. Hogy a fűrészlap a hézagba be ne szoruljon, a fűrészvágásba vékony éket vernek be.

4.4. A gépekkel való megmunkálás

A kézi szerszámokkal való forgácsolás a faanyag nagy szilárdsága miatt lassú és a velejáró sok hulladék miatt költséges. Ezt a műveletet ennél fogva ma már mind kevésbé alkalmazzák s

nemcsak a szorosabb értelemben vett műfát munkálják meg gépekkel, hanem kevés kivétellel az építőfát is.

A famunkáló gépek lehetnek fűrészelő-, gyaluló-, maró-, esztergáló-, és csiszoló-gépek. Ezek közül építőfa munkálására különösen a fűrészelő-gépek bírnak nagy jelentőséggel, melyek a szerkezeti fának a megközelítő alakot megadják.

1. A fűrészelő gépek függőleges vagy vízszintes irányban, vagy pedig körben mozgó fűrészpengékkel vannak felszerelve s lehetnek keret-, szalag-, kör-, inga- és hengeres-fűrészek.

A keretes fűrészek attól a négyszögletes kerettől kapták nevüket, melyben a fűrészpengék kifeszítve vannak s mely azokkal együtt függőleges vagy vízszintes síkban mozog ide-oda. Ezekhez tartoznak az egyszerű keretfűrészek, amelyek csak egy, ritkán két pengével dolgoznak s különösen a vastag rönkök szegélyezésére, vagyis négyszögletes gerendák vágására valók; a teljes keretfűrészek, amelyekbe 3-30 pengét lehet befogni s amelyeket gömbölyű vagy szegélyezett farönköknek deszkákra vagy pallókra való felfűrészelésére használnak és félkeretes fűrészgépek, melyeknél a négyszögletes keret egyik oldalát az egyszerű fűrészpenge foglalja el. Az utóbbiakhoz tartoznak a függőleges mozgású szélpengés fűrészek és a vízszintes keretfűrészek.

A teljes keretfűrészek a rönköt egy átmenetre annyi részre választják szét, ahány fűrészpenge van a keretbe befogva és percenként, 100-050 fordulatszámnál 20-24, 200-300 fordulatonál 100-020 m³ fát dolgoznak föl 24 óránként. Nagy munkaképességük folytán tömeges famunkálásra valók s a legolcsóbb munkát biztosítják. A rönköt, amely síneken mozgó kocsiszerkezetekre van erősítve, rovátkolt etetőhengerek hajtják előre és tolják a kereten keresztül. A fűrész csak lefelé menet metsz.

A vízszintes keretfűrészek finomabb és drágább faárúkat pontos vágására s vékony deszkák és borítólemezek fűrészelésére valók, mert kisebb favesztéssel dolgoznak, mint a teljes keretfűrészek. Rendesen csak egy, ritkán két fűrészpengével dolgoznak, s 2-3 vékonyabb rönköt is vághatnak egyszerre. Percenkinti fordulatszámuk 150-340 között változik s munkaképességük, mivel a fűrészlap mindkét irányban vág, lágyfa vágásánál kereken 20 m³ fa. Az asztal elötölését, amely 2 mm vastagságig szabályozható, egy orsó végzi.

A szalagfűrészeknél egy végnélküli, folytonosan mozgó fűrészszalag, amely két forgókorongon van áthajtva, végzi a metszést. A fűrész jó oldala a fűrészpenge nagy sebessége és munkaképessége. Vékony pengéje kevés anyagvesztést okoz. Kisebb fűrészeknél az elötölést kézzel végzik, nagyobbaknál a faanyagot kocsiszerkezetre szerelt szánon tolják a penge elé. Különösen kemény fa felfűrészelésére használják.

A körfűrész köralakú, vékony, kerületén fogazott acéllemez, amely vízszintes tengely körül forog s percenként 400-4500 forgást végez. Egy tengelyre két vagy több fűrészlap is helyezhető. Különösen gerendák fűrészelésére, rönkök, deszkák és pallók szegélyezésére csaknem minden faipari műhelyben használják. A fűrészre váró faanyag az asztalon kézzel vagy automatikusan tolható a fűrész alá.

(A körfűrészgépekhez tartoznak a deszkák, pallók és kisebb átmérőjű rönkök rövidítésére szolgáló ingafűrészek és rövidítőfűrészek is.

Nagyobb faipari műhelyekben találhatóak végre az ívelő- vagy kanyarító-fűrészek, amelyeket görbevonalú vágások (pl. lombfűrész munkák) végzésére, s hengeres- és gömbfűrészek, amelyeket hordódongák és fenekék készítésére használnak.)

2. A gyaluló-gépek sík felületek megmunkálására és simítására szolgálnak s lehetnek hosszanti vagy párhuzamos gyalugépek, melyek csak a felület párhuzamos megmunkálására valók és harántos gyalugépek, amelyek abszolút sík felületet állítanak elő.

A hosszanti gyalugépek jellemzője az, hogy a késfej, melybe a kések csavarokkal vannak erősítve, a késekkel együtt tengelye körül forog. A késfej többnyire az asztal alatt van elhelyezve s az asztalt két különálló részre osztja, amelyeknek magassági helyzete a kívánt forgácsvastagsághoz képest szabályozható. A gyalulandó tárgyat hengerpárok tolják előre és rugók szorítják az asztalhoz.

A hosszanti gyalugép, amelyet egyengető gyalugépnek is neveznek, több késsel is felszerelhető, amelyek úgy vannak elhelyezve, hogy egy átmenetnél a megmunkálandó deszkának nemcsak mindkét oldalát, hanem keskeny lapjait is egyszerre gyalulják, esetleg simítják is, vagy e helyett a keskeny lapokon hornyot, szádat, párkányt, stb. vágnak. Párkányvágásra vannak azonban külön párkányoló gépek is, melyeknél az asztal rendszeren a gépállvány oldalán van elhelyezve.

Azokat a gyalulógepeket, melyeknél a kés az asztal fölött helyezkedik el s az asztallap a gyalulandó tárgy vastagságához képest föl- és lefelé tolható, vastagsági gyalulógepeknek nevezik. Nagyméretű fák gyalulására szolgáló gépeken végre a kés tengelye külön szánon van elhelyezve s a fa vastagságához képest följebb vagy lejjebb tolható, a megmunkálandó tárgy pedig vízszintes irányban mozgó asztalhoz van erősítve.

A harántos gyalugépknél a késekkel felszerelt forgótárcsa, amely egy függőleges tengely alsó végére van erősítve, a vízszintesen mozgó asztal fölött helyezkedik el s az ahhoz rögzített tárgy felső lapját abszolút síkra gyalulja.

3. A marógépek egyenes és íves vagy görbe munkadarabok marására és mélyítésére, eresztékek vágására s a fa szélein, illetőleg felületén párkányok készítésére valók. Többnyire függőleges tengelyűek, ahol a késfej a tengely felső végén helyezkedik el s a megmunkálandó tárgyat az asztalon egy állítható vonalzó vezeti. Vannak azonban vízszintes tengelyű, ún. bak-marógépek is, melyeknél a késfej a tengely elülső végén van elhelyezve s vannak végre marógépek felső és alsó maróval is.

4. A fűrógépek a faszerkezetek vésésére és fűrészesítésére szolgálnak és vagy szabadon állanak, vagy a falhoz vannak erősítve. Hajthatók kézzel és gépies erővel. A fűrő többnyire függőleges síkban működik, vannak azonban vízszintes irányban fűrő gépek is, különösen nagy fadarabok fűrészesítésére. Az asztal a megmunkálandó fatárgyak magasságához képest állítható.

5. A csiszológépek a fafelületek (ládadeszkák, kefefák, stb.) tisztítására és simítására valók s függőleges vagy vízszintes tengely körül forgó csiszolókoronggal bírnak, amely üvegpapírral van bevonva. A letisztítandó tárgyat gyöngé nyomással szorítják a koronghoz.

6. A faesztergák emberi vagy gépies erővel hajtott famunkáló gépek, melyeket kör-, kerülék- vagy sokszög-keresztmetszű tárgyak esztergálására használnak. Lehetnek hosszanti esztergák, körkeresztmetszű tárgyak szálmentes esztergálása; harántos- vagy síkesztergák, különböző tárgyak (képkeretek, díszítőrózsák, tálak, tányérok stb.) készítésére; sablon-esztergák (másoló-gépek), szabálytalan és egyenlőtlen keresztmetszű tárgyak (kaptafák, puskaagyak stb.) megmunkálására és különleges esztergák, kerülékes és sokszögű tárgyak részére. A megmunkálendő tárgy mindegyiknél kisebb-nagyobb sebességgel forog, a kés előtt, amely vagy a szerszámtartóba befogva, vagy csak egyszerűen alátámasztva és a munkás által vezetve és a tárgyról spirális alakban metszi le a forgácsot.

4.5. Az építőfa használatos alakjai.

Az építőfa lényegileg négyféle lehet: gömbölyűfa, mely a fakereskedelemben természetes alakjában, legtöbbször lehéjazva s egészben vagy kellő hosszúságúra fölfűrészelve kapható: faragott fa, mely a gömbölyű fa megfaragása által jön létre s az építőipar különféle igényeinek megfelelő alakban és méretekben kerül az építőhelyre: fűrészárú, amelyet fűrészelés révén állítanak elő különféle alakban és méretekben és hasított árú, mely a gömbölyű fának hosszában való fölhasogatása útján keletkezik.

A gömbölyű fát nyersárúnak, a faragott, fűrészelt és hasított fát félkészárúnak is nevezik.

1. A gömbölyű fa a kereskedelemben szálfák, rönkök, dorongfa, rúdfa és rözse alakjában kapható.

Szálfának nevezzük a lehéjazott és sudarától megfosztott fa egész törzsét, vagy annak legnagyobb részét, ha alsó átmérője legalább 15 cm. Ezt különösen építőfának használják. Értéke annál nagyobb, minél egyenesebb s minél nagyobb a hosszúsága és felső vastagsága. Ez utóbbiak szerint megkülönböztetjük a vastag építőfát, 10-30 m hosszúsággal s 60-40 cm alsó átmérővel; a közepes vastagságú építőfát, 10-20 m hosszúsággal és 39-30 cm alsó átmérővel és a vékony építőfát, 10-15 m hosszúsággal és 29-15 cm átmérővel (Az építőfa legkisebb felső vastagsága változik a fa hosszúságával s a magyar állami erdőkben a 10 m hosszú fánál 8-12 cm, a 20 m hosszú fánál 16-22 cm s a 30 méteresnél 20-30 cm lehet.)

Ha a fa törzsét harántosan 4, 5 vagy 6 m hosszúságú darabokra felfűrészelik, a gömbölyű fát rönkönek nevezik. Különösen a vastagabb törzsek alkalmasak e célra, átmérőjük azonban egészen 15 cm-re szállhat alá. Használják cölöpöknek, bányafának, kerékvetőknek, kerítés és korlátoszlopoknak s hasított, de különösen fűrészárú készítésére.

Dorongfa elnevezéssel illetik a gömbölyű fát, ha hosszúsága 4-6 m, közepes vastagsága 10-15 cm között változik. Használják kerítésoszlopoknak, bányafának, dorongutak készítésére s ideiglenes hidaknál hidpallózat gyanánt is.

Rúdfát a fiatal fák törzsei szolgáltatnak. Hosszúsága legalább 4 m, vastagsága 6-14 cm. Használják létrák, nyújtók, kocsirudak készítésére, kerítéshevederek, támasztórudak, csemetekarók gyanánt stb.

A rózse cserjékből, fiatal fákból és faágakból kerül ki és különböző hosszúsággal s 1-5 cm átmérővel bír. Használják rózseanyag gyanánt kerítés- és kosárfonásra, út- és vízépítésnél stb.

A gömbölyű fához igen közel áll az egy- és két oldalt faragott gerenda, amelyet ideiglenes hidaknál, gerendafalaknál, ászokfáknál stb. alkalmaznak. Ezeknek a gerendáknak keresztmetszeti tényezői az alábbi táblázatból kivehetők. A táblázatban d a törzs átmérője, s a megfaragott lap szélessége, m a megfaragott gerenda szelvénymagassága, T ugyanannak szelvényterülete. J a szelvény inercia-nyomatéka és $W = 2J/m$ a szelvény ellenálló nyomatéka

2. A faragott fát leginkább gerendák alakjában használják s legtöbbször fenyőfából állítják elő. A gerendák szelvényalakja és hosszúsága különböző lehet, legtöbbször négyzet vagy derékszögű négyszög, ritkábban háromszög, ötszög, hatszög vagy trapéz. A négyélűre faragott gerendák oldalai a már fennebb említett arányban faraghatók ki.

A gerendák szokásos keresztmetszeti méreteit s a kifaragásukhoz szükséges gömbölyű fa felső átmérőjét az alábbi táblázat mutatja. Ez az átmérő különböző a szerint, amint a gömbölyű fából teljesélű gerendát akarunk kifaragani, avagy legömbölyített éllel bíró, ún. héjasélű szelvényalakkal is megelégszünk.

A gerendák méretezésénél azoknak keresztmetszeti méreteit törtekben szokták kifejezni, úgy, hogy a számláló mutatja a gerenda szelvény szélességét, a nevező pedig a magasságát. A kettőnek egymáshoz való arányát a különböző szükségleteknek megfelelően úgy határozzuk meg, mint azt fennebb a fa megfaragásánál említettük.

3. A fűrészárú rönkökből, fűrészelés útján jön létre s különböző alakú, méretekké, és elnevezéssel bír. Keresztmetszeti alakja rendszerint négyszögletes. A fűrészkereskedelemben gerendák, oszlopfák, deszkák és pallók, lécek, lemezek és furnérok alakjában fordul elő.

A gerendák és oszlopfák csak méreteikben különböznek egymástól. Ha ugyanis a négyszög alakjával bíró fűrészárú oldalhosszúsága 12 cm-nél nagyobb, akkor azt gerendának, ha ellenben 12-5 cm között van, akkor oszlopfának (Staffel) nevezik. Az oszlopfák hosszúsága 4-6, a gerendáké 7-20 m.

A gerendák lehetnek teljes gerendák, amelyek egy-egy szálfából kerülnek ki; feles gerendák, amelyekből kettő, negyedes gerendák, amelyekből négy és hatodgerendák, amelyekből ha kerül ki egy szálfából s melyek a teljes gerendák fölmetszése által keletkeznek.

A deszkák lehetnek pallódeszkák, amelyeknek szélessége 25-35 cm, vastagsága 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 és 15 cm, közönséges deszkák, 10-30 cm szélességgel s 1,5-4,5 cm vastagsággal, furnérdeszkák 10-15 cm szélességgel s 0,3-1,5 cm vastagsággal, hangszerdeszkák, /hangszerfa/ 10-15 cm szélességgel és 0,5 cm vastagsággal és szélődeszkák. Az utóbbiak a felfűrészelt rönkök külsejéből kerülnek ki, mint hulladékfa s körszeletalakú keresztmetszettel bírnak; méreteik

szabálytalanok s minőségük a bennük levő sok szijácsfa miatt silány; ezek a deszkák ennél fogva csak alárendelt célokra alkalmasak.

A deszkák hosszúsága 3,5-6 m, szélessége 10-35 cm között változik. A 20 cm-nél szélesebb deszkákat széles fűrészárúnak, a 20 cm-nél keskenyebbet keskeny árúnak nevezik.

A léceket deszkákból és pallókból metszik s 3-6 m hosszúsággal, 2-10 cm szélességgel és 2-5 cm vastagsággal bocsátják a kereskedésbe. Vastagságuk oly arányban van szélességükhöz, mint 1:2 vagy 3:5.

A lemezek vagy furnérok (borítólemezek) vékony falemezek 3-12 mm vastagsággal, melyeket fűrészelés, hasítás vagy hámozás útján állítanak elő.

A falemezek vagy az un. vékony szelvényárúk legnagyobbbrészt fenyőfából, ritkábban bükk-, kőris,- és nyárfából készülnek s 3-12 mm vastagsággal bírnak. Különösen a dobozkészítők, könyvkötők, csizmadiák és műasztalosok használják, de szivarládikák, székülések, tapéták, zsaluk, szitakávák stb. is készülnek belőlük.

A borítólemezek vagy furnérok 0,3-2 mm vastagsággal bírnak s rendszeren finomabb, szebb és nemesebb lombos fákból (ébenfa, mahagoni, palizander, juharfa, kőrisfa, szilfa, diófa, cseresznyefa, tölgyfa stb.) készülnek. Ezekkel szokták az asztalosok a kevésbé nemes és szép felületű fenyőfát (az un. vakfát) enyvezés útján borítani és díszíteni.

4. A hasított áru úgy keletkezik, hogy a rönköket hosszában, a farostok irányában fölhasogatják. A hasított fa jobb, rugalmasabb, szilárdabb és tartósabb, könnyebben szárad s kevésbé is vetemedik, mint a fűrészelt fa, mert rostjai nincsenek átmetszve. Ide tartozik a bodnár- és kádárfa, a donga és a hordófenék, a keréktalp, a hasított hangszer- és lemezfa, a zszindely, a dránicza stb.

A zszindely, amelyet tetőfödésre használnak, ékalakú keresztzelvénnyel bíró, 40-60 cm hosszú, 8-12 cm széles s közepén 1,0-1,5 cm vastag deszkácska, amelynek vastagabb élébe egy horony van vájva, hogy abba a szomszédos zszindely vékony éle betolható legyen.

Hazánk északi részében használják a sziléziai zszindely módjára vágott s 65-70 cm, sőt itt-ott még ennél is hosszabb zszindelyt, hazánk északi és északkeleti részében pedig az un. dránicát. Ez 0,6-1,0 m hosszú s 10-18 cm széles, egyszerűen hasított és legalább egyik oldalán simára faragott deszkácska, párhuzamos vagy ékbefutó szélekkel.

5. Az építőfa romlása és betegségei

A fa romlását a légkör behatásokon (meleg, és hideg, eső és fagyok stb.) kívül, melyek a fa tartósságát csökkentik, vagy gombák idézik elő, melyeknek szerves táplálékát a fa szolgáltatja, vagy különböző rovarok, melyek a fa nedvéből élnek és a fát összerágják, vagy végre a tűz, mely a faszerkezeteket lángra lobbantja s a legrövidebb idő alatt tönkretesz. A bombák által okozott betegségek, melyek a farostok bomlásával kapcsolatosak, a korhadás és a házigomba, a rovarok által okozott károsítás pedig a rovarrágás.

5.1. A korhadás vagy redvesedés

A korhadás nemcsak a beépített fát támadja meg, hanem az élő és a frissen vágott fa bomlását is okozza s mindkét esetben élősködő gombák romboló hatásának következménye.

(Még nem régen azt tartották, hogy a korhadást a fanedv kémiai fölbomlása okozza, amely vízzel érintkezve, erjedésnek indul, fölbomlik s megtámadja a fa rostjait. Az újabb vizsgálatok megdöntötték ezt a nézetet s bebizonyították, hogy a fa korhadását a gombák okozzák. A fanedv és a nedvesség elősegíti ugyan a gombák fejlődését, gombák nélkül azonban nem hoz létre korhadást, míg a gombák azt a fát is elpusztítják, amelynek nedvét természetes vagy mesterséges úton eltávolították.)

Az erdőben levő káros gombák spórái, melyek korhadó fák külsején, az élőfa elhalt részein s az erdők talaján heverő tuskókon és ágakon székelnek, a szél és a csapadékvíz közvetítésével az elhalt, vagy törött ágakon s a kéreg, és gyökér sérülésein keresztül az élőfába is bejutnak s ott korhadást hoznak létre. A gombák azonban a levágáskor egészséges fát is megtámadják s épségét a levágás pillanatától kezdve minduntalan veszélyeztetik. Spóráik a frissen vágott fa külsején, annak nedvében csiráznak s fonalaik a fa belsejébe hatolva, ott a korhadás jelenségeit idézik elő. De bekövetkezhetik a gombával való fertőzés a lerakóhelyen, a raktárban, vagy magán az építőhelyen is. A gomba spórák mindenütt jelen vannak s ha valamiképpen a fa szövetébe jutnak és a viszonyok a csirázásra és tenyésztésre kedvezők, ott részben a külső körülményektől függetlenül fejlődnek és működnek tovább, anélkül, hogy jelenlétüket kívülről észrevenni lehetne.

A nedves vagy nem eléggé száraz fa inkább van alávetve a gombák által való rongálásnak, mint a száraz, mert a nedvesség a gombák egyik életföltétele. Korhadás ellen ennél fogva a legjobb szer a fának jó kiszáritása. A tiszta és egészen száraz faanyag mentes a gombásodástól.

A fa cersav- és gyantatartalma növeli a fa ellenállását a gombákkal szemben. Ezért van, hogy a cersavban gazdag tölgyfa s a nagy gyantatartalommal bíró erdei- és vörösfenyő a legtartósabb fák.

Hasonlóképpen csökkenti és késlelteti a gomba romboló hatását a fa tömörsége is. Innen magyarázható a gesztnek nagyobb tartóssága a szíjácscsal szemben. A szíjácsos fákat azonban, a amelyeknek gesztje nincsen (pl. a bükkfa), nagy tömörségük nem védi meg a gyors korhadástól.

A gombák romboló hatása legkevésbé érvényesülhet, ha a fa állandóan és lehetőleg jó mélyen a víz alatt van elhelyezve, ahol a levegő nem férhet hozzá s ennél fogva sem a fának a gombacsírák által való inficiálása, sem azoknak csirázása és fejlődése be nem következhetik. A legkedvezőbb körülmények ellenben a gombák romboló hatásának kifejtésére akkor állanak elő, midőn a fa földbe van beásva, vagy nedvesen fekszik s a nedvességen kívül levegő is hozzáférhet. Ekkor a fa igen gyorsan megy tönkre.

A korhadás vagy redvesedés különböző jelenségekkel kapcsolatos s különböző az alakja is. E tekintetben megkülönböztetjük a fa fülledését s a fehér, a vörös és a zöld korhadást.

A levágott fának első hirtelen színváltozását fülledésnek nevezik. Ez legtöbbször a nyári vágású és nedvben gazdag fán szokott jelentkezni, amelyet lehéjazatlanul sokáig hagynak az erdőn. Dr. Tuzson kísérletei szerint (Dr. Tuzson János, A bükkfa korhadása és konzerválása. Budapest, 1904.) a fülledés, mint a kezdődő korhadás előjele az arra alkalmas idegen organizmusok nélkül soha sem következhetik be, vagyis szintén a gombák által való fertőzés eredménye és abban jelentkezik, hogy a fa szíjácsa megkülkül, megbarnul, vagy csíkossá válik. A fülledt fa szövetében gombafonalak találhatóak, a sejtfalak

azonban még nem mutatnak olyan elváltozást, amely korhadást, bomlást árulna el. A fa egészen épnek látszik, műszaki célokra azonban alkalmatlan, habár azonnal deszkákká fölfűrészelve, alárendelt célokra fölhasználható.

A fülledés különösen a bükkfán és az erdei fenyőn szokott rohamosan föllépni, amelyeknek fája ennek következtében megbarnul vagy megkékül. A jegenye- és a vörösfenyő ellenben fülledt állapotában vörös csíkokat mutat, amelyek különösen a fűrészárún láthatók világosan.

A fehér korhadás vagy redvesedés abban jelentkezik, hogy a fülledés kékesbarna színét a farostok hosszában haladó fehér csíkok váltják föl, amelyek folytonosan terjednek. A bomlás előhaladásával a fa elveszti összes színes alkotórészeit s világossárga vagy halványfehér színt vesz föl, amelyen sokszor térképszerű fekete rajzolatok, a fa keresztmetszetén pedig fekete vonalak láthatók. A gombafonalak romboló hatása pedig abban nyilvánul, hogy a fa sokat veszít súlyából és cellulóz-tartalmából, laza, összevissza roncsolt, szálas szövetet vesz föl s a bomlás előhaladásával erősen gombaszagú, ujjak között könnyen szétmorzsolható, száraz tömeggé változik át. A fehér korhadást ezért száraz korhadásnak is nevezi, ez az elnevezés azonban nem helytálló, mert nem a gomba hatását, hanem csak azt az állapotot jelzi, amelybe a fa a bomlást követő kiszáradás folytán kerül. Száraz fa különben is mentes a korhadástól s hogy benne a bomlás végbemenjen, mindaddig, amíg a gomba él, nedvesnek kell lennie. A fa külső, száraz részén a bomlás rendszeren nem is látható, amikor nedves belseje már fehérre korhadt.

A száraz korhadás nemcsak élőfában, hanem oly faszerkezeteken is előfordul, amelyek zárt és nedvességtől mentes levegőben vannak elhelyezve. Ilyenek a felül és alul borított mennyezetgerendák, a korán bemázolt padlózatok, ajtók és ablakok, a mindkét oldalon bevakolt favázak, ritkábban a födélgerendák stb. Előfordul azonkívül Tuzson szerint vasúti bükkfalpfákon is. Az élőfák között a luc-, jegenye- és erdeifenyő, a lombos fák közül leginkább a bükk-, szil-, éger-, juhar-, nyár- és hársfa van fehér korhadásnak alávetve.

A fehér korhadás egyik változata a gyűrűs korhadás, mely a fa keresztmetszetén fehérszínű gyűrű alakjában jelentkezik, különösen a tölgyfán.

Az un. humifikáló korhadás is hasonlít a fehér korhadáshoz, azzal a különbséggel, hogy a fa televény- vagy tőzegföldhöz hasonló tömeggé változik át. Rendszeren a rosszul befalazott gerendafejekén szokott jelentkezni, amelyek mész- vagy cementhabarccsal érintkeznek.

(A fülledést és korhadást okozó gombák többek között: bükkfánál a *Stereum purpureum*, a *Hypoxyton coccinum* és a *Schizophyllum commune*, tölgyfánál a *Tomes igniarius*, a fenyőnél a *Trametes pini*. Fehér korhadást okoz azonkívül Tuzson szerint a bükkfából készült vasúti talpfákon a *Bispora monollicides*, a *Polyporus versicolor* s a *Polyporus hirsutum*, valamint a *Tramella faginea* nevű gomba. Falck a fehér korhadást Lenzites-korhadásnak nevezi.)

A vörös korhadás, amelyet gesztkorhadásnak is neveznek, abban jelentkezik, hogy a fa a bél körül vörösesbarna színt vesz föl s a gombák romboló hatása alatt elveszti súlyát, cellulóz-tartalmának nagyobb részét, keménységét és szilárdságát, ellenben ellentétben a fehérre korhadt fával – megtartja a színes és merev anyagokat s világosabb vagy sötétebb vörösbarna színű tőzegszagú, törékeny és porlékony, ujjak között könnyen szétmorzsolható, nedves tömeggé alakul át, amely előbb kockaszerű

részekké, később nedves porrá hull szét. A vörös korhadást ennél fogva nedves korhadásnak is nevezzük, habár ez az elnevezés szintén csak a bomlás után látható állapotot jelzi.

A vörös korhadás különösen olyan faszerkezeteken szokott jelentkezni, amelyek – levegő hozzájárulása mellett – folytonosan vagy időnkint nedvesen fekszenek. Ilyenek a földbe ültetett oszlopok, kerékvetők, távíró- és telefonpóznák, a favázás falak küszöbgerendái, a nedvesen fekvő padlózat vánkosfái, a vasúti talpfák, a hídtartó gerendák stb. Jelentkezik azonban a vörös korhadás élő fákon is, leginkább a fenyőn és a bükkfán, különösen pedig a koros tölgyfán.

(Vörös korhadást okoz Tuzson és Hartig szerint a bükkfán a *Trametes stereoides*, a bükkfán és az erdei fenyőn a *Poria vaporaria*, a tölgyfán pedig a *Stereum hirsutum* nevezetű gomba.)

A zöld korhadás a fának olyan fölbomlása, melynél a fa zöld színt vesz föl. Ez is a gombák romboló hatásának a következménye, ezek azonban kevésbé veszedelmesek azoknál, amelyek a fehér és a vörös korhadást okozzák. A zöld korhadás okozója a *Clorosplenium seruginosum* és a *Peziza aeruginosa* nevű gomba.

Korhadás ellen nem a beépítéskor, hanem a fa levágásakor kell védekezni, mert ha a gombafonalak a fa szövetébe már behatoltak, azok terjedését és működését megakadályozni igen nehéz. A védekezés abból áll, hogy a fa nedvét és egyéb korhadást okozó alkotórészeit az alább leírandó módon lúgozással vagy gőzöléssel eltávolítjuk, vagy antiszeptikus folyadékkal bemázoljuk, vagy ha a védelmet a fa belsejére is akarjuk kiterjeszteni, ilyen anyagokkal megitatjuk. Ez az egyedüli eljárás, amellyel az építőfát annyira- amennyire lehet megvédeni.

5.2. A házigomba

A beépített faszerkezeteknek legnagyobb ellensége a házigomba, egy élősd, amely az épületekben gyakran igen nagy károkat okoz.

1. A valódi házigomba vagy futó-gomba (*Merulius lacrimans*, *Merulius domesticus*) csak beépített szerkezeteken fordul elő és ahol föllépett és pusztításának gátat nem vetünk, rövid idő alatt nemcsak az összes faszerkezeteket, hanem a falakat, tapétákat, bútorokat, stb. is tönkreteszik.

Életfeltételei: a nedvesség, a zárt levegő, a világosság hiánya s azonkívül bizonyos közepes hőmérséklet.

Egyedüli tápláléka és termőtalaja a fa, ennél fogva csak fán tenyészik, még pedig csak elhalt fán. Möller és Tubeuf kísérletei bebizonyították, hogy élőfát semmi körülmények között nem támad meg. Fában, televényföldben fa nélkül meg nem élhet s a fától elválasztva, csakhamar tönkremegy. Fának jelenlétében azonban fában is, földben is tenyészik.

A különböző fanemek közül különösen a fenyőfa az, amelyet a házigomba megtámad. A fenyőfa neme e tekintetben nem tesz különbséget, s a vörös- és az erdei fenyő éppen úgy van pusztításának alávetve, mint a luc- és a jegenyefenyő, habár az utóbbiak a házigombával szemben fogékonyabbak. A tölgyfa bizonyos tekintetben immunis, oly esetben azonban, amidőn meggombásodott fenyőfával, pl. a parkett vakpadlójával érintkezik s a gomba a fenyőfán található táplálékát már nagyrészt fölemésztette, a tölgyfát is megtámadja. Bükkfán a

gomba Tubeuf és Malenkovic kísérletei szerint oly könnyen tenyészik, mint a fenyőfán. A többi fanemre való hatásáról nincs tudományunk, mert azok mint építőfa alig jönnek tekintetbe, valószínű azonban, hogy szerkezetekbe beépítve, ezeket sem kímélné meg a házigomba.

A házigomba tapasztalat szerint nem csak az éretlenebb szíjácsot, hanem a gesztet is megtámadja, s Hartig kísérletei bebizonyították, hogy túlevelű fáknál a házigombával szemben várt ellenállás tekintetében, a télen vagy nyáron vágott fa között sincs különbség.

Legjobb tápláléka a fa bélsugaraiban bőven található fehérjeanyagok, amelyekből nitrogént, kén, kálium és foszforsavat von el, valamint a sejtfalak, amelyek mésszel és cellulózzal látják el. Újabb kísérletek szerint a fagumit is fölemészt. Különösen a kálium és a foszforsav az, amely fejlődéséhez szükséges.

Hogy a házigomba a fát megtámadja, ahhoz nemcsak fa, hanem bizonyos fokú nedvesség is szükséges. Száraz fa még akkor sem gombásodik meg, ha a gomba spórák hozzáférhetnek. A nedves fát ellenben a házigomba ilyen esetben föltétlenül megtámadja s ez a veszedelem csak akkor nem éri, ha a gomba hozzá nem férközhetik. Ha a megtámadott fa nem elég nedves, a gomba fejlődése néha megakad, anélkül, hogy elhalna, aha azonban igen mérsékelt, s ha a nedvesség foka nagy, tönkremegy s penészgombák és baktériumok foglalják el a helyét. Innen van, hogy az olyan padlózat, amely állandóan nedves talajjal érintkezik, úgy, hogy a fa egészen nyirkos s a nedvesség a hézagokon is kitérül, nem gombásodik meg, hanem megpenészedik.

A házigomba levegőszükséglete is csekély, habár a gomba levegő nélkül meg nem élhet. Legjobban felel meg neki a zárt, nyugodt és fülledt levegő, a levegőáramlás ellenben és különösen a léghuzam igen károsan hat rá, mert szárítólag hat s a gomba levegőbeli micéliumait néhány perc alatt tönkretesz. Hasonló káros befolyással van rá a közvetlen napfény is, a közvetett világosságot ellenben eltűri s termőestei éppen akkor fejlődnek a legjobban. A félhomály előmozdítja fejlődését, de teljes sötétségben is megél. Az inficiált fának a szabad levegőre való kitétele megöli ugyan a levegőbeli micéliumokat, a fa belsejében levők ellenben tovább fejlődnek.

A házigomba fejlődéséhez végre bizonyos közepes hőmérséklet szükséges. Hartig, Tubeuf, Gotschlich, Falck és Malenkovic kísérletei szerint legjobban felel meg neki a rendes szobahőmérséklet, vagyis 17-19 oC. A maximum, amelynél a házigomba még megél, 27-30 oC, a minimum ellenben átlag 1 oC. 30 oC-on fölül és -8 oC-on alul a házigomba rövid idő alatt elpusztul. A külső hőmérséklet változásai tehát nagy befolyással vannak a gomba fejlődésére s a szabadban fekvő olyan faszerkezeteken, amelyekhez a levegő szabadon hozzáférhet, a házigomba tapasztalat szerint az erős fagyok következtében minden télen elpusztul. Ott ellenben, ahová a külső hideg levegő be nem hatolhat, pl. a gerendák belsejében, a gomba spórái és micéliumai nem érik meg a hideg hatását s tavasszal, amikor a hőmérséklet emelkedik s a levegő páratartalma is nagyobb, a gomba a fa külsején is ismét buján tenyészik. (Magyar mérnök és építész-egylet közlönye, 1903. IV.169.l.) az épületekbe beépített fára a hőmérséklet külső változásai nincsenek befolyással s rajta a gomba, különösen, ha melegen fekszik, télen is igen gyakran terjed. De viszont valószínűleg a hőmérséklet külső változásainak lehet tulajdonítani, hogy a gomba fejlődésére legkedvezőbb a májustól szeptemberig terjedő

melegebb évszak és különösen a közepes őszi hőmérséklet, amikor a levegő nedvességtartalma is legnagyobb. Télen a házigomba nem hoz létre termőtesteket.

Előfordulás. Leggyakrabban fordul elő a házigomba a házak földszinti padlózata alatt, a rendszeren fenyőfából készült ványosfákon s legelőször jelentkeznek a padló szélein, a falak mentén, a székletek körül, az ajtótokokon s azok bélésén és peremén, valamint a falburkolatokon. Ha még nem nagyon terjedt el s a faszervezet nincsen bemázolva, egyes szétszórt kis, fekete pontokon, mázolt fán ellenben hólyagszerűen elálló és halványabb színű festékrészecskéken, valamint azon ismerhető föl, hogy az általa megtámadott fa, kulccsal megkopogtatva, tompa hangot ad. Később, amidőn a gomba már elterjedt, fölismerése is könnyebb, mert a padlózat szegei nem tartanak s a deszkák a lépések alatt engednek, sőt be is törnek.

A padlózat meggombásodásának különböző oka lehet. Leggyakoribb eset az, hogy az épület nedves talajon áll s alapfalai vízszívó kőből, közönséges mészhabarcba rakva épültek és a talaj nedvességét a padlózatra is átviszik. Igen gyakran a padló alatt levő föltöltés készült televényföldből, vagy oly faltörmelékéből, amely szerves anyagokkal, vagy korhadt farészekkel van telítve s azok korhadásakor szabad alkáliák fejlődhetnek. Egyik oka a padlózat meggombásodásának a mai gyors építkezés is, valamint oly fának a beépítése, amely nincs eléggé kiszáritva. A nedves talajból, falból és fából elpárolgó víz a padlózat alatt megreked s a jelenlevő gomba spórák csírázására és a gomba fejlődésére kedvező viszonyokat hoz létre, különösen télen, amidőn a helyiségek fűtése a falakban levő sok nedvességet is elpárologtatja és a levegőt vízpárákkal telíti. A bajt sokszor még növelik azzal, hogy a padlózatot, amely még nem száradt ki eléggé, olajfestékekkel bemázolják és a levegőtől elzárják.

Sokszor található továbbá a házigomba oly favázás téglafalakon, amelyeket kívülről is korán bevakoltak, vagy amelyeknek küszöbgerendája nyirkos alapon fekszik, továbbá oly deszkaborítások vagy falburkolatok alatt, amelyek a fallal közvetlenül érintkeznek és végre oly fahidakon, amelyeknek tartógerendái úgy vannak deszkával borítva, hogy levegő és világosság nem férhet hozzájuk.

Régi épületekben a házigomba, különösen a felső emeleteken, igen ritkán lép föl, legföljebb akkor, midőn vagy a helyiségek – speciális használatukból kifolyólag – állandóan nedvesek és kellő szellőztetés hiányzik, vagy pedig az újonnan beépített fa volt inficiálva és a körülmények a gomba fejlődésére kedvezők.

A gomba alakja. A házigomba eleinte kis fehér pontok alakjában jelentkeznek a megtámadott fafelületén, amelyek csakhamar ezüstszerű, pókhálószerű, nyálkás pelyhekké és foltokká egyesülnek, később pedig hamvasszürke és selyemfényű leveles szövevényyé válnak át. Ezek a levelek azután néha rohamosan terjednek, finom, szabad szemmel látható fonalaikat (nedvszálak), s amelyek azonban néha céna-, sőt irónvastagságot is elérnek, több méternyire eresztik ki, melyek táplálékukat keresve, a fa sejtjeibe, edényeibe és különösen bélsugaraiba behatolnak, mindenütt csakhamar fölemészve a fa szerves alkotórészeit. Szálaik behatolnak a fal legvékonyabb hézagaiba, keresztül mennek a falakon és boltozatokon s szürkésfehér

szövetük behálózza a köveket, a habarcsot, sőt a fémeket is s gyorsan vándorol az épület egyik részéből a másikba a földszintről az emeletre stb. Ezért nevezik futógombának is.

A gomba élettani megnyilatkozása és termőtestének képződése különben alkalmazkodik a helyi viszonyokhoz. Ha megfelelő tér hiányában nem fejlődhetik, akkor 20-25 mm széles szalagokat, vagy 10-15 mm vastag szálakat bocsát ki, anélkül, hogy termőtest képződne rajta. Nedves, sötét helyen a leveles szövevény vékony bőrszerű állományt vesz föl, amely, ha táplálékát fölemésztette, termőtestté alakul át és végre papírvastagságra szárad össze. Ha ellenben a gomba micéliuma oly helyen, ahol még tápláléka van, a faszervezet hézagain keresztül a szabad levegőre és a napvilágra jön ki, ahol fejlődésére elég helye van, akkor előbb pehelyszerű, később húsos állománnyá sűrűsödik össze és vízszintes fölületen szívós, ráncos lepényvankos vagy hosszúkás tárcsa alakját vesz föl, függőleges fölületén ellenben egy tányér, kalap, vagy konzul alakját közelíti meg. Ez a termőtest, amelyből a gombafonalak (micélium) szerte-széjjel ágaznak ki, kezdetben hófehérszínű, gyorsan nő, később azonban fölületi hártájája (hímenium), majd vörössárga, sárgásbarna, majd, amikor megéri, sötétbarna-, csaknem fekete színűvé, termőteste pedig parafaszerű tömeggé változik át, amelynek fölületén, tölcsészerű mélyedésekben, átlátszó ragadós folyadék válik kik átható gombaszaggal. Ez a folyadék, ha a házigomba összes táplálékát fölemésztette, vörösesbarna port tartalmazó szemcsékké változik át, amelyek, ha megértek, szétpattannak és a spórák nagy tömegét nagy erővel és messzire szórják szét. Ezek a spórák csak körülbelül 1/100 mm hosszúak és félakkora szélességűek s a levegőáramlás által könnyen továbbítván, messzire szállnak el, s ott, ahol tenyésztésükre alkalmas talajt találnak, kicsiráznak s új termőtesteket hoznak létre. Ezek a termőtestek tehát igen nagy mértékben járulnak hozzá a gomba terjedéséhez s ezért célszerű azokat, mielőtt megérnek, eltávolítani és megsemmisíteni.

Érettségi fokán továbbá a gomba a levegőből vizet szí magába, amelyet a fától elvont nedvességgel együtt előbb átlátszó, később tejszínű nedv alakjában bocsát ki magából, mely a különben száraz fát is nedvesen tartja és a gomba erjedését előmozdítja. Ezért nevezik könnyező gombának. A házigomba egyébként akkor is vízzel telíti az inficiált fát, ha termőtesteket nem hoz létre, ezt a nedvességet a fában levő cellulóz felbontása útján állítja elő.

A gomba romboló hatása. A házigomba aránylag rövid idő alatt a faszervezeteket teljesen tönkreteszi, a falakat átluggatja és meglazítja s e mellett az egészségre is ártalmas. Eltekintve attól, hogy a fejlődéséhez szükséges és rossz szagú nedvesség mellett szénsavat is bocsát ki magából, a szétlövellt és a levegőben szállongó spórák belélegzése sem kerülhető el. Az elégtelenül szellőztetett helyiség, amelyben a gomba föllépett, sajátságos, kellemetlen, rothadó, kissé csípősszagú és dohos levegővel van tele s a bennelakók gyakran panaszkodnak fejfájásról, szem- és arckatarrusban szenvednek, báyadtak, rosszul emésztenek, stb. A házigomba, mint ilyen különben nem mérges s Hartig több darabot evett meg belőle anélkül, hogy mérgező hatását érezte volna.

A gomba, ha táplálékát fölemésztette, elhal, az általa elpusztított fa pedig, melyet a gombafonalak keresztül-kasul áthatottak, s a mely előbb még elég rugalmasnak látszott, egészen megváltozik, kiszárad, megvörösödik, parafaszerűvé és szivacsossá válik, hosszában és

keresztben megrepedezik s kiszáradva könnyen széthull és elporlik; ujjak között is könnyen szétmorzsolható. A cellulóz teljesen eltűnt belőle és csak a fásrészek maradtak vissza.

A gomba terjedése. A gomba részen spórák, részben micéliumok útján terjed. Különösen a spórák azok, melyek a meggombásodott épületek körül a levegőben nagy mennyiségben vannak jelen s melyeket a levegőáramlat, a szél és a csapadékvíz visz el egyik helyről a másikra. A micéliumok ellenben a meggombásodott épületekből eredő fával hurcolhatók szét. Nedves fán a spórák, ha erre a körülmények kedvezők, kicsiráznak s fonalaik a fában szétágazva, annak szerves alkotórészeit fölemészti. A spórák csírázására igen kedvező hatással van a vizelet és az alkáliák, különösen a kálium és nátrium.

Az épületeknek a gomba által való inficiálása ezek után könnyen megmagyarázható s azok a balvélemények kiküszöbölhetők, amelyek a házigomba föllépésének okait különböző körülményekben keresik.

Az a nézet, hogy a fa minősége jelenleg rosszabb, mint egykor volt s hogy ennél fogva nagyobb a fogékonysága a gombával szemben, meg nem állhat, mert a fa minősége az idők folyamán nem változott. A balhiedelem oka, hogy a mai gyors építkezés mellett nem használnak oly jól kiszáritott fát, mint hajdan s hogy ezt is nedves épületekbe építik be.

Az a vélemény, amelyet régebben Magnus, Möller, Hennings, Baumgarten, Gottgetreu és mások képviseltek, hogy t.i. az erdő van házigombával inficiálva s a gombát a fával onnan hozzák, az erre vonatkozó tanulmányok és kutatások mai állása szerint szintén hamis. Möller és Hennings egyes esetekben az élőfa gyökerén állítólag találtak ugyan, mivel azonban a házigomba csak elhalt fáról veszi táplálékát s élőfán még sohasem találták, házigombával inficiált erdőkről s az építőfának az erdőben való megfertőzéséről ma már alig lehet szó.

Sokkal valószínűbb a fatéren való infekció, ahol mindig találni korhadó, gombás fát s ahol az erdőből kikerülő egészséges fa közelében helyezik el nem egyszer az épületek lebontásából eredő és sokszor meggombásodott fát. Az ezen levő spórákat és micéliumokat a szél és a csapadékvíz könnyen átviheti az egészséges fára is. A fertőzést még előmozdítja a fatér esetleges tisztátalansága, amely a spóráknak az egészséges fán való megtelepedését és csírázást nagyon elősegíti.

Az épületek inficiálása azonban akkor is bekövetkezhetik, amikor a beépített fa teljesen egészséges és kifogástalan. A házigomba, mint már említettük, spórák és micéliumok útján terjed, melyeket részben a meggombásodott épületben dolgozó munkások s az onnan kikerülő építőanyagok hurcolnak szét, részint pedig a levegőáramlás viszi el azokat egyik helyről a másikra. Ezt bizonyítja az a tapasztalat, hogy egyes vidékeken a házigomba általánosan van elterjedve s mondhatni járványszerűleg lép föl, úgy, hogy csaknem biztosra vehető, hogy minden új épület fáját megtámadja. Hazánkban Felső-Magyarországon és Erdélyben, továbbá Horvátország és Bosznia sík vidékein a házigomba mindenütt elterjedt, míg a magyar Alföld e tekintetben immunisabb.

5.3. Egyéb faromboló gombák.

A valódi házigombán kívül a faszerkezeteken más faromboló gombák is található, amelyek azonban ritkábban fordulnak elő s ennél fogva a házigombánál kisebb jelentőséggel bírnak. Ezek között a gyakoribbak a következők:

A nem valódi házigomba (*Polyporus vaporarius*), amelyet a valódi házigombával igen sokszor összetévesztenek, ritkábban fordul elő, mint a valódi. Nem oly veszedelmes, sokkal lassabban terjed s kiterjedése is korlátozottabb, mert nedvszállai (vízvezető edények), melyek a házigomba terjedését annyira előmozdítják s a gomba ellenálló képességét növelik, nincsenek, s ennél fogva nagyobb távolságból nem képes a nedvességet fölszívni. Mindazonáltal, ha terjedésének gátat nem vetünk, idővel az egész épületben elterjed és éppen olyan romboló hatást fejt ki, mint a valódi házigomba.

A *Polyporus* nemcsak beépített faszerkezeteken, hanem az erdőben is található, különösen a luc-, erdei- és jegenyefenyő elhalt fáján, valamint a bükkfán. Sokszor találták a szabadban fekvő fán is. Azért valószínű, hogy az inficiált fával hurcolják be az épületekbe.

Életfeltételei ugyanazok, mint a valódi házigombáé, levegőszükséglete azonban kisebb s nedvességszükséglete nagyobb, mint azé. A legkedvezőbb hőmérséklet, amelyenél buján tenyészik, 15 oC, a maximum pedig, amelyenél még megél, 23 oC. Leggyakrabban található nedves helyiségekben, így bányákban is. Ha az inficiált fát szárazon és úgy építik be, hogy nedvesség nem férhet hozzá, a gomba beszünteti működését és elhal. Nedves épületben ellenben és levegőáramlás hiányában buján tenyészik. Igen nedves fán, éppen úgy, mint a házigomba, szintén nem fejlődhetik s penészgombáknak engedi át helyét.

A valódi házigombával szemben biztos ismertető jele az erősen savanyú szagon kívül az, hogy micéluma és termőteste állandóan, tehát még elhalása után is fehérszínű marad, legföljebb kissé megsárgul. Micéluma továbbá inkább legyezőszerű vagy olyan, mint a befagyott ablaktábla jégvirága. Termőteste is rendszeren vékony bőr-, vagy kéregszerű bevonat alakjában jelentkezik, amelynek vastagsága csak 3-4 mm s amely a fáról nehezen válik le. Az általa megrontott fa dr. Tuzson szerint vörösesbarnává lesz, morzsolódik, hosszanti és keresztrepedéseket kap, amelyekben fehér, vattaszerű micélium nő laza lemezek alakjában. Innen van, hogy a *Polyporus* sokan a fán a vörös korhadás okozójának tartják. Hartig szerint a luc- és jegenyefenyő fáján okoz vörös korhadást. Tuzson szerint bükkfán is s azért veszedelmes ellensége a bükk talpfáknak.

(A *Polyporus* sok faja közül előfordul azonkívül, habár ritkábban, a szabadban levő faszerkezeteken, nevezetesen a fahidak alján, az útkorlátokon, a földben fekvő fán stb. a *Polyporus igniarius*, amely különben kertjeinkben az alma és a szilvafák rendes gombája is; távíró- és telefon póznákon a *Polyporus destructor*; bányafán a *Polyporus seriális*, a *P. annosus*, a *P. crytaru*, a *P. odoratus* stb.)

A *Daedalea Quercina* régi tölgyfán és szabadban levő tölgyfaszerkezeteken, cölöpökön, tölgytalpfákon, az épületekben levő nedves deszkaborításokon, fából épült fürdőházakban, bányákban és általában ott található, ahol sok nedvesség van. A fán csak termőteste látszik, micéluma benn a fában rejtőzik. Hatása lassú és csak a megtámadott szerkezet részre szorítkozik, anélkül, hogy a szomszédos fára is átmenne.

A *Lenzites separia* különösen tűlevelű fákon fordul elő s az erdőben történt infekcióból ered, de nagy mennyiségben található a szabadban heverő fán is. Igen gyakori gombája a fahidaknak, útkorlátoknak, stb. Épületekbe behurcolva, barna, foltos bevonat alakjában, legtöbbször a padlózat alatt s az ajtó- és ablaktokokon jelentkezik, néha azonban a földélfán is található. Termőteste kalap- vagy konzolszerű.

A *Coniophora cerebella* szintén a fatéren való fertőzés következménye. Hasonlít a házigombához, néha annak helyét foglalja el, néha pedig vele és a nem valódi házigombával együtt található, akár tűlevelű, akár lombos fán. Különösen a kutakba és pincékbe beépített fát támadja meg, azért pincegombának is vezetik, de az épületeket s a szabadban levő faszerkezeteket (hidak, favázas falak, táviró és telefonpóznák, tekepályák, stb.) sem kerüli el. Termőteste lapos, bőrszerű, kiálló bütykökkel, frissen pörkölt kávéhoz hasonló színnel. Lassú hatású gomba; a padlózatot csak 8-10 év alatt teszi tönkre; áramló levegőben elpusztul s ha a fa kiszárad, elhal. Az általa megrontott fa csaknem fekete színű, finoman repedezett s apró kockákban válik szét.

Jégpincékben a *C. cerebella* helyét a *Coniophora membranacea* foglalja el.

A gyökkérrontó galóca (mézszínű galóca vagy tölgyfa-virággomba, *Agaricus melleus*, *Armillaria Mellea*) szintén az erdőben való infekcióból ered, ahol különösen a fenyvesek élő- vagy levágott fáján, leginkább azonban tuskókon és elhalt, korható dán él sűrű csoportokban. Különösen a nedvesen fekvő fát támadja meg, amelyet teljesen tökre tesz. Épületekben aránylag ritkán, csak a földszinti padlózat alatt található; a bányafán, a földbe beépített fán és a kútsöveken ellenben igen gyakori. A kútsöveket barna, gyökérialakú fonalaival teletömi. Termőteste kúpos, gömbölyű kalap alakjával bír, színe sárgásbarna vagy mézsárga, sötétebb bolyhos pelyhekkal fődve, tönkje felső részén gallérszerű hártagyűrűvel. Sok helyütt eszik. Ismertetőjele, hogy televényföldön fekvő padlózatok alatt méterhosszúságú, gyökérszerű, feketeszínű, szerteszt ágazó, 2-5 m széles, lapos szalagokat (rhizomorpák) bocsát ki, melyek a fát behálózzák s belehatolva, elpusztítják. Az általa megtámadott fa a sötétben úgy világít, mint a gyújtó végén kissé megnedvesített foszfor.

A *Trametes stereoides* Tuzson szerint a műszaki célokra használt bükkfán és különösen a bükkfalpfákon gyakori és mindig a vörös korhadással kapcsolatban fordul elő. Az általa megrontott fa morzsolódik, vörösesbarna színű, hosszanti és keresztrepedésekkel teli, melyekben piszkosfehér, vatta szerű micéliumlapok vannak.

Bányafán e helyett gyakran található a *Trametes odorata*, amelynek belseje rozsdabarna színű s amelyet ávizsszagáról lehet fölismerni.

A *Lentium squamosus* az erdeifenyő fájával az erdőből kerül az épületekbe. Különösen zárt és sötét helyen tenyészik s fehér vagy okkersárgaszínű, nagy méretű, kalap- vagy agancsszerű termőtestén és édeskés szagán ismerhető föl. A megtámadott gerendákat lassan bár, de teljesen tönkreteszi, a szomszédos szerkezeti fára azonban át nem megy. *Lentinus adhaerens* nevű válfajával együtt előfordul bányákban is.

(Ezekon kívül, habár ritkábban, előfordul épületekben, bányákban, de különösen házi- és jégpincékben a *Merulius hydroides*, a *M. aureus*, a *M. pulverulentus*, és még ritkábban a *M. tremellosus*. Ezeknek fontossága azonban, csekély s azért részletesebb leírásukkal nem foglalkozunk. Részletesebb

leírásuk, úgy mint a többi faromboló gombáé is föltalálható „Mez, Der Hausschwam. Dresden 1908. című könyvben, amely az itt leírt egyéb faromboló gombákra nézve is egyik forrásul szolgált.)

5.4. Védekezés a házigomba ellen.

Építéstechnikai szempontból nem annyira az a fontos, hogy miképpen terjed a gomba, mint inkább az, hogy hogyan kell ellene védekezni.

Házigomba ellen is preventív védelem szükséges, mely a bajnak már az építéskor veszi elejét. Nem kell hozzá egyéb, mint gombamentes, meg nem fertőzött fa és az, hogy annak beépítésekor a gomba életföltételeit megsemmisítsük.

Legbiztosabban járnak el akkor, ha a beépítendő fát a fölhasználás előtt mikroszkóppal megvizsgálják arra nézve, hogy inficiálva van-e vagy sem s a beteg vagy gyanúsak talált fát kiselejteznők. Ez azonban a gyakorlatban nehezen viheto keresztül. A spórák által való infekció igen nehezen állapítható meg. A micélium-infekciót könnyen lehetne ugyan megállapítani, de igen nehéz lenne éppen az inficiált darabra ráakadni. Nagy fadaraboknak, vagy éppen fatömegeknek ilyen megvizsgálása alig is lehetséges. (Az anyagvizsgálók nemzetközi egyesületének 1901-ben Budapesten tartott kongresszusa azzal a kérdéssel is foglalkozott, hogyan lehetne már az építőfa átvételénél a házigomba föllépése ellen védekezni. Véleménye az, hogy ez a kérdés nehezen oldható meg s az csak úgy lenne lehetséges, ha a fakereskedővel úgy egyeznénk meg, hogy az átveendő fából számos kis próbadarabot vesznek, azokat a házigomba fejlődésére kedvező körülmények közé hozzák és néhány héten át megfigyelik. A bizottsági jelentés azt mondja, hogy az építőfából csak gyanúsak látszó pl. seb és korhadó helyekről vett próbadarabok vetendők alá az ellenőrzésnek.)

Mivel tehát a fának gomba által való infekciója nehezen, vagy meg nem állapítható, az előzetes védekezés abban kell hogy álljon, hogy mindenekelőtt ép, egészséges, érett, lehetőleg télen vágott és kellően kiszáritott, szíjácától megfosztott fát használjunk és azt ne hozzuk oly körülmények közé, ahol a gomba későbbi kifejlődésének lehetne kitéve. Kísérletek szerint a gombacsíráktól ellepett fa aránylag nagyfokú kiszáradása után is, ha nedvességgel érintkezik, alkalmas a gomba föléledésére és kifejlődésére. Ezért főképpen arról kell gondoskodni, hogy a fa a nedvességtől megóvassék s korhadó, rothadó, vagy más testekkel (pl. a lebontásból eredő gombás fával) ne jöhessen érintkezésbe. Ez oknál fogva mindenekelőtt arra törekszünk, hogy az épület-, telek száraz legyen. Ha nem az, gondoskodunk víztelenítéséről és kiszáritásáról s a csapadékvíz elvezetéséről az épület közeléből. Nagy figyelmet kell továbbá arra fordítani, hogy az alapzatfalak száraz kőanyagból és lehetőleg cementhabarcsra rakva épüljenek. Közéjük és a földszinti padlózat közé elszigetelő réteget teszünk, mely az esetleg fölszivárgó nedvességet a padlózattól távol tartja. Igen nedves talajnál célszerű 15 cm mélységben a padlózat alatt az egész helyiségben 1:3:5 keverésarányban készült betonból, vagy aszfaltból 10-12 cm vastag szigetelő réteget alkalmazni. Legjobb eszköz a talajnedveség ellen, ha az épületet alapincézzük, a padlózatot legalább 0,60 m-nyire emeljük a talaj általános földszíne fölé s a padlózat alá száraz és tiszta, gombamentes faltörmeléket, vagy – ami a legjobb – földes és szerves részekről mentes, esetleg mosott homokot vagy kavicsot töltünk. Vánkosfák gyanánt a padlózat alá nem szabad széldeszkat, vagy fiatal, sok szíjácot tartalmazó fát venni, mely a gombának legtöbb táplálékot nyújt, hanem megfaragás által nyert tiszta gesztfát, vagy ami a legjobb, tölgyfát.

A vánkosfákat és padlódeszkákat nem jó szorosan a fal mellé tenni, hanem 2-3 cm széles hézagot kell hagyni köztük, amely széklécekkal eltakarható. A fának a fallal való érintkezése nagyon elősegíti annak gombásodását, mert a fal nedvességet szállít neki. A vánkosfákat szükség esetén antiszeptikus anyagokkal (pl. karbolineummal) megitatjuk, vagy legalább bemázoljuk. Ha a fa nem elég száraz és a helyiségek fűthetősége nem szenved általa, lehet a vánkosfák hosszában légvezető csatornákat létesíteni s azokat egyfelől a külső, vagy legalább a szoba levegőjével, másfelől a kéményekkel összekötni, hogy a padlózat alá állandóan friss levegő juthasson. A padlózat rakásánál végre arra is kell ügyelni, hogy a padlózat és a föltöltés között szerves anyagok (pl. gyaluforgács) ne maradjanak, melyek a gombának táplálékot nyújthatnának.

Az ajtótokokat a falba való illesztés előtt vagy karbolineummal kell jól megitatni, vagy 2 hl tőzeghamuból, 20 l konyhasóból és 0,5 l szalmiákból álló s forró vízzel földolgozott sűrű péppel bevakolni. Ugyanezt a pépet lehet a Kastner-féle eljárás szerint a vakpadlózat alá is rétegezve elhelyezni. (Természettudományi Közlöny, 1911. 17.sz. 723.l.)

A mennyezet- és más gerendák végeit úgy kell a falon elhelyezni, hogy azzal ne érintkezzenek és úgy befalazni, hogy levegő férhessen hozzájuk. A mennyezeteket és padlózatokat, az ajtó- és ablakborításokat, a falburkolatokat stb. általában csak akkor kellene elhelyezni, amidőn a falak már kellően kiszáradtak, mert a nedvességet csak így lehet a fától távol tartani és a gombacsírák föléledését megakadályozni. A régi épületekben kicserélt mennyezetek és padlózatok ritkán gombásodnak meg, mert a falak szárazak és nedvességet már nem választanak ki magukból. Favázas téglafalakat, tekintettel a fa gombásodására, kívülről soha sem kellene bevakolni.

Mez kísérletei szerint a száraz fa beépítése és nedvességtől való megvédése csak akkor nyújt elegendő védelmet a gombásodás ellen, ha a fa nem volt inficiálva, ellenkező esetben a gomba a tenyészetéhez szükséges vízmennyiséget a levegőből való oxigénfölvétel által egészíti ki. Ellenben a hiányosan kiszáritott, sőt a nedves fát sem támadja meg a házigomba, ha azt gombamérgező szerekkel megitatjuk és gomba iránti fogékonyságát megszüntetjük. Egyedüli biztos védelem a házigomba föllépése ellen a fának antiszeptikus anyagokkal való kezelése. Az összes beépített fa immunizálása költséges ugyan, de föltétlen biztosságot nyújt a gomba ellen s távolról sem ér föl azzal a kárral, amelyet a gomba kiirtása még akkor is okoz, amikor csekély mértékben lépett föl.

5.5. A házigomba irtása.

Ha valamely épületben a gomba már föllépett, igyekeznünk kell azt kiirtani, mielőtt az összes faszerkezeteket tönkretette. Az irtás nagy gondosságot, körültekintést és alaposágot kíván és ennél fogva költséges, a fölületes munka azonban nem segít a bajon, mert a gomba 1-2 év múlva újra jelentkezik s az irtására fordított költség kárba veszett.

Mihelyt a gomba-fertőzés kiterjedéséről tudomást szereztünk, a megtámadott és megfertőzött faszerkezeteket, még azokat is, amelyeken a gomba szabad szemmel még észre nem vehető s amelyeknek belseje teljesen egészséges, el kell távolítani, mert valószínű, hogy a gomba spórái vagy micéliumai már benne vannak s további fertőzést okoznának. Természetes, hogy lakóházaknál, ahol ilyenformán az összes padlózatokat és vánkosfákat föl kell szedni, az ajtók borításait és ácsokjait kibontani, az ablak- és falburkolatokat eltávolítani, a gombairtás nagy költséggel jár. (Malenkovic azt

mondja, hogy a különben egészséges fa, ha inficiálva van is, antiszeptikus anyagokkal való kezelése után újból fölhasználható, mert esetleg jobb s mindenestre szárazabb, mint az új.) A kibontott fát minden törmelékével és forgácsával együtt legjobb azonnal elégetni.

A Polyporus vaporarius ellen való védekezés ettől csak annyiban tér el, hogy nem kell az összes faszervezeteket kibontani, hanem csak a beteg fát kicserélni.

Ahol a gomba föllépett, rendesen a padlózat alatt levő feltöltés, valamint a falak is inficiálva vannak s tele vannak csírázóképes spórákkal és micéliumfonalakkal. Ez okból legjobb a feltöltést teljesen eltávolítani, az alatta levő talajt antiszeptikus oldatokkal fertőtleníteni, a falazatot, ha nagyon gombás, lebontani, ellenkező esetben a földtől és homoktól s 0,5-1 m magasságig a padlózat fölött a vakolattól is megtisztítani. A falhézagokból a habarcsot, amennyire csak lehetséges, kikaparni, a porhányó köveket és téglákat kiszedni és jól kiégetett téglával helyettesíteni, a választófalak lábazatát s a vánkorfák alatt esetleg levő falakat legalább a föltöltés magasságában szétszedni s jó téglából, cementhabarcsba rakva újból helyreállítani. Ezek után következik a falaknak és falhézagoknak antiszeptikus szerekkel való lemosása és megitatása, vagy fűvógázlánggal végigégetése s végre jó cementhabarccsal való levakolása. Bevakolás előtt, ha a falak szárazsága kifogásolható, azokat forró aszfalttal lehet bevonni.

Ha a meglévő gombát és csírát ily módon kiirtottuk, a padlózat alá friss és tiszta, gombától mentes feltöltést teszünk, szükség esetén azt is gombamérgező szerekkel megöntözzük vagy behintjük s a padlózatot ugyancsak antiszeptikusan kezelt vánkorfából és deszkákból újból helyreállítjuk. E tekintetben különben éppúgy kell eljárni, mint fönnebb az előzetes védekezésnél leírtuk. A fertőzött helyiséget végre jól kell fűteni és szellőztetni.

Az eljárás némileg változik, ha a gomba irtására az alább leírandó szerpultit gombairtó szert használjuk, mert ekkor a falrombolás, a feltöltés kicserélése, a falvakolat leverése stb. elmarad.

5.6. A gombaellenes szerek

A gombaellenes szerek, amelyeket a gyakorlatban a gomba elleni védekezés és gombairtás közben alkalmaznak, igen sokfélék, legtöbbje azonban, mit sem ér. Ez lehet az oka, hogy a házigomba ellen, egészen a legújabb időkig, alig tudtak védekezni s hogy a házigomba elterjedése, legalább Felső-Magyarországon, általánosabb s az általa okozott kár sokkal nagyobb méretű, mint évtizedekkel ezelőtt.

Tekintve azt, hogy a házigomba 30 oC-t meghaladó hőmérsékletnél elpusztul, a gombának forró levegővel való irtása a legegyszerűbb szernek látszik. Falck és mások erre a célra 40-100 C fokú forró és száraz levegő alkalmazását ajánlották, Seemann szabadalma szerint pedig forró gombaölő gázokat vezettek nyomás alatt a padlózat alá. Ez az eljárás azonban a szakirodalom általános pártolása (A magyar szakirodalomban dr. Schilberszky Károly (Természettudományi Közlöny, 1908. évf. 464. füzet) és Griffiths Gábor (Köztelek, 1909. évi július 1.-én megjelent száma) ismertették az eljárást.) dacára sem tudott meghonosodni, mert az eredmény nem felelt meg a hozzáfűzött várakozásnak. Mindkét eljárás egyebek között főleg a fa rossz hővezető képességén hiúsult meg, amelynek következtében a forró levegő a fa belsejében levő micéliumokhoz és a messze elnyúló gombafonalakhoz hozzá nem férhetett. A gomba teljes kiirtásához pedig okvetlenül szükséges, hogy a gomba spóráit és micéliumait s a micélium egyéb alkotórészeit (hyphák, tömlőcsírák, csattok, stb.) és főképpen a nedvszálakat teljesen megsemmisítsük.

Hogy a -50C-nál hidegebb levegő alkalmazása szintén nem vezet célhoz, azt a fönnebbiek után magyarázni nem szükséges.

Hasonlóképpen hiábavaló, mint már említettük, a meggombásodott fának a szabad levegőre való kitétele, mert a levegő a fa belsejében levő micéliumokat nem képes kiölni. Ezt bizonyítják a szabadban levő faszerkezeteken (hidak, kerékvetők, korlátok stb.) élősködő különféle fagombák.

Mindezeknél fogva ma a házi- és egyéb fagomba irtására általánosan csak kémiai vegyületekből álló gombairtó szereket használnak. Ezek a szerek az egyedüli szerpultit kivételével, a melyet sárga, finom por alakjában alkalmaznak – oldatok alakjában kerülnek használatba, úgy, hogy a fát azokkal vagy csak 2-3-szor bemázolják, vagy, ami jobb, 24 óráig az oldatban áztatják, hogy a fa belsejébe is behatoljon.

Az oldat alakjában használt szerek részben sók, részben szerves és szervetlen savak. A sókhoz tartoznak: a konyhasó, a kálisó, a klórmész, a kálm- és nátrium-karbonát, a nátrium- és a magnézium-szulfát, a klórmagnézium, az ecetsavas nátrim és aluminium, a marómész (CaO), a marókáli (kálilúg), a vas- és a rézgálic (vitriol), a klórcink, a kénesóklorid (sublimát, HgCl₂), az arzénvegyületek és a fluorkészítmények, a savakhoz pedig a sósav, kénessav, salétromsav, a kéndioxid (kéngőzők alakjában), a klór (klórgőzők alakjában), a bórsav, az alkoholban oldott szalicilsav, a faecet, a petroleum, a kátrány és a különféle kátránytermékek (fenol, krezol, kreoct, naftol, naftalin, kátrányolaj, kreoctolaj, karboliném stb.)

Az alkalmazandó szer megálasztása, tekintve a szerek nagy számát, nem könnyű, s innen van, hogy a gombairtáshoz sokszor oly szereket vesznek, amelyek erre a célra nem alkalmasak. A megálasztás megkönnyítésére szolgáljanak az alábbiak.

Egyes szerek a gombával szemben vagy teljesen közömbösek, vagy pedig rendkívül enyhe hatásúak; ilyen a petroleum és a konyhasó. Más szerek viszont, nevezetesen a kátrány s a vas- és rézgálic még előmozdítják a gomba fejlődését. Az erős anorganikus savak /sósav, kénsav, salétromsav, valamint egyes klórvegyületek) még hígított állapotban is magát a fát támadják meg s fakonzerválásra ennél fogva nem alkalmasak. A fémsók közül a klórcinket, a vas- és a rézgálicot a fa telítésnél alkalmazzák ugyan, gombamérgezés céljaira azonban ezek a szerek nem vehetők figyelembe, mert azokat a nedvesség kilúgozza. Egyáltalában semmit sem érnek a könnyen bomló, könnyen illó, vagy erősen párolgó szerek (klór, formalin, naftalin, formaldehid, kénsav és kénsavas sók, klórmész, marómész, fenol és krezol stb.), a gázalakú testek (klór- és kéngőzők), valamint azok az anyagok, amelyeknek alacsony forráspontjuk van (pl. a fenolok, melyek 175 oC-nál kisebb hőmérsékletnél forrnak). Egyes szerek, habár igen erős antiszeptikus hatásúak, lakóházaknál azért nem alkalmazhatók, mert igen intenzív, sokáig tartó szaguk van (karbolsav, karboliném, kreoct és a kátrányolajok). Más szerek viszont vízben nehezen, vagy éppen nem oldhatók (bárium-szulfát, mészkarbonát, tiszta krezol, naftol stb.), vagy ha oldódnak is, nyomás alkalmazása nélkül a fába nehezen hatolnak be és csak a felszínt vonják be áthatatlan mázzal, mely a víz kipárolgását megakadályozza (kátrány, nyers kátrányolaj, karboliném). Vannak végre olyan szerek is, amelyek erős antiszeptikus hatásuk dacára vagy egyáltalában nem, vagy csak igen nagy óvatossággal használhatók, mert erősen mérgező hatásuk miatt az egészségre ártalmasak. Ez okból az arzén s az arzénvegyületek használata meg nem engedhető, a szublimátoldatoké pedig csak kivételesen.

(A Természettudomány Közlöny 1900. decemberi füzetében a konyhasó telített oldatát ajánlja, amely, ha a megtámadott fát és falakat 2-3-ór lemossa vele, a házigombát teljesen elpusztítja. Ugyanez a közlöny 1911. évf. 17. számában is dr. Schilberszky azt állítja, hogy konyhasóval a házigombát egészen biztosan ki lehet irtani.)

Meg kell végre jegyezni, hogy gombairásra csak erős szerek alkalmasak, mert csak ezektől várható megfelelő antiszeptikus hatás. Ez okból az erősen higított oldatok hatása is csekély.

(Malenkovic szerint magas építkezésnél a gombairtó szereknek csak két csoportja jöhet tekintetbe, nevezetesen a fenolok és a fluorkészítmények, amelyek minden más szert fölöslegessé tesznek.)

Ezek után az alábbiakban azokat a szereket ismertetjük, amelyeknek gombaölő (fungicid) hatása föltétlenül biztos, valamint az ún. titkos szereket, amelyek közül egyesek igen jól váltak be.

A fenolok (karbolsav) közül igen jó a kátrányolaj lepárlásából eredő kreozotolaj, vagy nyers karbolsav, valamint a kőszén kátrány lepárlásánál nyert karbolineum, de csak akkor, ha legalább 20 % fenolt tartalmaznak s mentesek nemcsak gyantaolajoktól, szilárd és nem desztillálható, hanem olyan alkotórészeketől is, amelyek 180 °C alatt forrnak. A karbolineumnak azonkívül lehetőleg szagtalannak kell lennie. Mindkettővel 2-3-szor kell a fát bemázolni s a bemázolásra annyi anyagot fölhasználni, amennyit a fa beszívni képes.

A fluorvegyületek közül használják a cinkkel neutralizált fluorhidrogén (folsav, HF) 5 %-os oldatát, a drágább, de ugyancsak biztos hatású szilíciumfluorhidrogén (2HF, SiF) szintén 5 %-os oldatát, valamint a fluoridoknak (fluornátrium, fluorkálium, fluorammónium, fluorszilícium, fluorcink stb.) Szabad fluorhidrogénsavval való keverékét. Így pl. 5 % fluorhidrogén és 2.5 % fluornátrium (nátriumfluorid) keveréke 3 %-os oldatban igen hatásos szer. Igen jó antiszeptikus szerek a tiszta fluoridok is, csak hogy drágák.

Föltétlenül biztos és elég olcsó szer a kéncsóklorid (szublimát, HgCl₂) 1 %-os oldata. Igen erős mérég s azért kezelése nagy óvatosságot kíván. Használata után is az egészségre ártalmassá válhatik, ha szállópor alakjában (pl. a padlózat hézagain keresztül) a szoba levegőjébe kerül, vagy ha vassal érintkezve a kéneső kiválik belőle s párolgásával megfertőzi a levegőt.

Tiszta szublimát helyett használatban van a szublimátnak és a konyhasónak 1:1 arányú keveréke 1:10 oldatban. Az ebből képződő merkuriklorid-klórnátrium igen nagy gombaölő hatással bír. A konyhasó megakadályozza a szublimát kikristályosodását a vele bekent faanyagon és belsejében. Az eljárás közben keletkező mérgező párák miatt azonban az így fertőtlenített helyiségben hónapokon át nem szabad tartózkodni. A fertőtlenített helyiséget jól kell szellőztetni s télen fűteni.

Az ún. titkos szerek közül különösen azok válnak ki és sikerrel használhatók, amelyek fenolt és kreozotot vagy fluort tartalmaznak. Így pl. igen jó hatású bizonyult az antinonin, az antigermin, az antipolypin és a montanin, jó hatásúak a Müller-féle mikothanaton, a mikroszol, a szolutol és szerpulit. (Azok a titkos gombairtószerek, amelyeket különböző néven hoznak forgalomba s amelyeknek összetétele ismeretlen és ingadozó, nem ajánlhatók. Ilyen egyebek között a Herman-féle mikothaneton (szublimát és konyhasó), az antimerulion (konyhasó és bórsav), az afrol, a mycelicid, az autimykon stb.)

Az antinonnin (Építő-Ipar, 1905. 11.sz.96.l.)(Fr.Bayer és társa bécsi cég szabadalma, nem egyéb, mint ortodinitrokrezol káliumsója. Vízben könnyen oldódik, a fába jól behatol, különösen, ha előbb 60-70 oC-ra fölmelegítik. Nem illó, azonkívül szagtalan és igen olcsó. 2 %-os oldata rendszeren elegendő a fának és a falaknak 2-3-szoros mázolására, vagy megítatására. (Ezt a szert különben sör-, és malátagyárakban, borpincékben, szeszfőzőkben és más erjesztőiparban gomba- és penészképződés ellen a faiparban a szű és egyéb, a fának ártalmas paraziták ellen, valamint árnyékszékek, vizelők, emésztőcsatornák, pöcegödrök rossz-szagú helyiségek stb. fertőtlenítésére s 5 %-os oldatban falporlás ellen is igen jó sikerrel alkalmazzák.) Falak meszelésénél a mézstejet antinonninoldattal lehet elkészíteni.

Az antinonnin sárgaszínű pép alakjában, vagy pedig használatra kész oldatban antinonninkarbolineum név alatt kapható.

Az antigermín)(Magy.mérnök- és építész-egylet közlönye, 1902. IX.400.l.) (szintén a bécsi Bayer-készítménye), a mely összetételében és hatásában teljesen hasonló az antinonninhoz, dinitrokrezol és rézhidroxid keveréke. Vízben oldódik, a fába könnyen behatol, nem illó és teljesen szagtalan, 2 %-os oldata a müncheni kísérleti állomáson végzett próbák szerint minden gombaképződést megakadályoz, illetőleg megszüntet. Használják különben úgy, mint az antinonnint, árnyékszékek, vizelők, pöcegödrök stb. fertőtlenítésére is.

Az antipolypin (V.Alder bécsi cég szabadalma) szintén kiváló és általánosan használt gombaölő szer. Összetétele: 40 % β -naftol, 40 % fluornátrium és 20 % marónátron (nátriumhidroxid). Használják 5 %-os oldatban a fa megítatására, 10 %-os oldatban háromszori mázolásra és 20 %-os oldatban a falak lemosására.

A montaninfluát fluoralumínium-vegyület, amelyet különösen könnyű kezelhetősége miatt kedvelnek. Hatásában versenyez az előbbi szerekkel, de jóval drágább.

A mikroszol (Berliner Centralblatt für Bauverwaltung, 1901. 59.sz.) szilícium-fluorhidrogénsavas réz, amelyet olcsóságánál fogva 2 %-os oldatban házigomba, nyálka- és penészgomba ellen s 4 %-os oldatban falmállás ellen jó sikerrel alkalmaznak.

A Lutz Ede és társa budapesti festékgár mikroszol H nevű készítménye, egy vörösesbarna-színű, sűrű, nyúlós, kátrányszagú anyag, a magyaróvári m.kir. növényélet- és kórtani állomás (1908), valamint a máriabrunni k.k. forstliche Versuchsanstalt vizsgálatai szerint 1.5-2 %-os oldatban szintén jól válik be a házigomba elleni védekezés céljaira. Teljesen szagtalan, nem illanó szer, amely vízben könnyen oldódik és a fába jól behatol. A fát 2-3-szor kell vele bemázolni, a beitatás azonban biztosabb.

A szolutol nem egyéb, mint karbolsavas nátrium, vagyis nátronlúgban oldott fenol. Ha elég fenol van benne, jó, ellenkező esetben gyöngé hatású.

A Müller-féle mikothanaton (Természettudományi Közlöny, 1911. 17.sz. 722.l.) szintén igen jó konzerváló szer. 57 l vízben föloldanak 75 dg kalciumkloridot, 150 dg glaubersót (kénsavas nátrium), 225 dg koncentrált sósavat, 6 dg szublimátot s ezzel az oldattal mázolják be a megtámadott, vagy a megvédendő farészeket. A mázolásnál azonban óvatosan kell eljárni és erős levegőhuzatnál kell dolgozni, mert a fejlődő mérges gázok az egészségre ártalmasak.

Dr.Pap Tibor máramarosszigeti orvos kiváló sikerrel használta az e vidéken régóta ismeretes és használt és marmetia néven szabadalmazott házigomba-irtószert. Olcsó és állítólag biztos hatású

A szerpulit ((Erd.lapok, 1909. XVI.812.1.) a Serpulit-r.t. szabadalma, Budapest; gyártelep: Igló, Szepesmegye) mint gombairtó és óvoszer csak 1909-ben került forgalomba. Eddig tapasztalt gyors elterjedését annak köszöni, hogy biztos hatása mellett olcsó, szagtalan és ártalmatlan s hogy alkalmazása minden más gombairtó szernél egyszerűbb. A szerpulit ugyanis az egyedüli gombairtó szer, amelyet nem oldat, hanem sárgaszínű, finom por alakjában alkalmaznak, úgy, hogy a gyár szállítja. Alkotásában is teljesen eltérő a eddig ismertetett szerektől, mert sem fenolt, sem fluort, sem szublimátot, sem más mérges anyagot nem tartalmaz. Összetétele: 20 %- cinkszulfát, 10 % kristályos nátronsalétrom (chili-salétrom), 67 % kainit (K Cl, Ma SO₄+SH₂O) és 3 % okker, mint festőanyag.

Óvoszer gyanánt a szerpulitot a levegővel érintkező faszerkezetek elhelyezése előtt, lehetőleg egyenletesen hintik el a falak mentén, az ajtótokok aljában, a vánkorfákon s a padozat alatt. Célszerű a falakat is, ahol gerendákkal érintkeznek, valamint a padlódeszkák alsó oldalát is behinteni. Ott ellenben, ahol a gomba már föllépett, az eljárás különböző, aszerint, hogy milyen a gomba elterjedése. Ha a gomba pusztítása még nem látható, de elterjedése ismeretes, a gombafészkek helyét, a meggombásodott helyen keletkezett repedéseket, a széklécek eltávolítása után a fal és a padlózat között levő réseket, valamint a gomba termőtesteit (anélkül, hogy azokat eltávolítanók) egyszerűen szerpulittal jól behintik. A szer nemcsak a közvetlen érintkezés helyén hat, ahol elhintették, hanem a nedvszálakon haladva, a gomba fészkeihez is eljut s azokat is elpusztítja. Ha ellenben a gomba pusztítása már nagyobb mérvet öltött, legjobb a meggombásodott helyiségek padozatát főlszakítani, az inficiált területet és a vánkorfákat az új padlózat lerakása előtt, esetleg a padlódeszkák alsó oldalát is szerpulittal behinteni és a padlózatot újból helyreállítani. A megtámadott, de még teherbíró faszerkezetek (vánkorfák, ajtótokok stb.) szerpulittal behintve, ismét visszahelyezhetők. Független szerkezeteket, hogy rájuk hintett por le ne hulljon, behintés előtt vízzel kell meglocsolni.

A szerpulit, ha gombával jön érintkezésbe, rögtön föloldódik és hat, ott ellenben, ahol gomba még nincs éveken át oldatlan marad. A por tehát csak ott fejt ki hatását, ahol gomba van, s ennél fogva ott, ahol még föl nem lépett, megakadályozza annak képződését. Hatása a cinkszulfát gombaölő hatásán alapszik, elsősorban vízelvonó tulajdonságán alapszik, mert a gomba, ha a fejlődéséhez szükséges nedvességet elvonjuk tőle, természetes módon is elpusztul. Ennek bizonyosága az, hogy a gombának ezzel a szerrel behintett termőtesteit sok nedvességet bocsátanak ki magukból s ennek következtében csakhamar összezsugorodnak s 3-8 nap alatt elfonnyadnak és elszáradnak. A meggombásodott padlózatból, ha még oly száraznak látszik is, behintés után sok nedvesség jön ki s a padlózat egészen át nedvesedik, a nedvesség azonban rövid időn belül eltűnik, 4-6 hét alatt gomba elhal s a helyiségek levegője is elveszti a kellemetlen és nehéz gombaszagot.

A szerpulit jó oldala a többi gombairtó szerrel szemben az is, hogy mindenféle kotrás és rombolás, a padozat alatt levő feltöltés kiemelése, a falvakolat leverése, karbolineum vagy más gombaellenes mázak alkalmazása, a padlózat alatt aszfaltozás, betonozás stb. elesik s ha a szert idejekorán alkalmazzák, még a meggombásodott faszerkezetek eltávolítására sincs szükség.

A fölhasználható mennyiség, akár az előzetes védekezésnél, akár a gomba irtásánál, 15-30 dg m²-énként. A szer rendkívül olcsó.

5.7. A rovarrágás (szarurágás, hernyórágás)

Ez a betegség a fa korhadásával és gombásodásával szemben alárendelt jelentőségű ugyan, mindazonáltal ez is nagy mértékben csökkenti az építőfa értékét, használhatóságát és tartósságát.

A betegség abból áll, hogy bizonyos rovarok, amelyek a fa nedvéből, illetőleg a benne levő keményítéből élnek, táplálékukat keresve, a fát megfúrják és lisztté őrlik. Ezek a rovarok vagy olyanok, amelyek csak az élőfában található s ennél fogva rágásukkal főképp az erdőgazdaságra kártékonyak, de az építőszerkezetekbe is átmennek, vagy pedig olyanok, melyek a régi, száraz fát támadják meg s ennél fogva a beépített faszerkezetekre, bútorokra, szerszámokra stb. veszedelmesek. Az első csoport tartoznak: a födelesszárnyú farágó-bogarakhoz tartozó cincérek (*Cerambycidae* vagy *Langicornia*), amelyeknek számos faja különösen a bükk-, hárs- és nyárfában, valamint a luc- és jegenyefenyőben élősöködik? A hártyszárnyú rovarokhoz tartozó fadarazsak (*Uroceridae*), amelyek különösen a luc- és az erdeifenyőt támadják meg, valamint a pikkelyszárnyú rovarok rendjébe tartozó farágó-lepkék (*Cossidae*), amelyeknek hernyói különösen a gyümölcsfákban s a juhar-, vadgesztenye-, hárs-, fűz és nyárfafélékben élnek nagy mennyiségben. A száraz fában élő rovarok csoportjába sorozhatók ellenben: a szűzfélék (*Bostrichus*- vagy *Tomicus*-fajok), amelyek különösen a fa és a kéreg között, valamint a szíjácsban rágódnak; a kopogó-bogarak vagy furdancsok (*Anobium*-fajok), amelyek különösen a régi, száraz fának veszedelmes ellenségei s nemcsak a túlevelű fát, hanem a tölgyfát is megtámadják, valamint a farágó-bogarak (*Ptilinus*-fajok), amelyek különösen a földél alatt levő lombos fákban általánosak.

A rovarrágás abban jelentkezik, hogy a nevezett rovarok nemzői, illetőleg lárvái lyukakat fúrnak s nagyságukhoz képest 1-10 mm nagyságú kanyargó meneteket ráganak a fában, a törzs vagy gerenda belsejét minden irányban átlyuggatják s ezáltal korhadásra adnak alkalmat. A szüette fát kívülről a megfúrt és sárgásfehér liszttel telt lyukakon, valamint az azok körül jelentkező sötétszínű repedéseken, élőfákon azonkívül a gyöngyöző gyantacseppeken lehet fölismerni. A farágó-bogarak különösen a betegeskedő, vagy nagyon koros fatörzseket s leginkább az öreg tölgyfákat szokták megtámadni, de a túlevelűek fájában is található. A lárvák már a fa levágás előtt lehetnek a fában, legtöbbször azonban a frissen, s különösen a tavasszal vágott fa esik könnyen áldozatul a rovaroknak, ha azt lehéjazatlanul sokáig hevertetik az erdőn, vagy ha a szíjácsfát nem távolítják el róla. De szárazon, földél alatt levő faszerkezetek sincsenek rágásuktól megóvva, különösen akkor, ha a fa korhadni kezd vagy pedig frissen vágott állapotban építették be.

A rovarrágásnak különösen a lobos fák vannak alávetve, de a fenyőfafélék sem mentesek tőle. Különösen a bükkfa és a gyertyánfa szenved sokat általa, a tölgy-, gesztenye-, hárs-, nyárfafélékre ellenben kevésbé veszedelmes, a juhart, a szilt és az ákácot pedig nem bántja. A fenyőfafélék közül különösen a luc- és az erdeifenyő van a rovarok által való pusztításnak alávetve, míg ellenben azok a fák, amelyeknek fő gyantatartalmuk van: a boróka, a tiszafa s a havasi vagy cingolyafenyő bizonyos mértékig mentesek tőle.

A betegség ellen való védekezés különböző a szerint, amint már megszuvasodott vagy még ép fával van dolgunk s a már bennlevő rovarok elpusztításáról vagy pedig előzetes védekezéséről van szó.

Az építőfában levő lárvák fejlődése éveikig is eltart, s ha a beteg fát vágatása után csakhamar beépítik, a benne levő rovarok a már földolgozott és szerkezetekbe kötött fában tovább élnek és csak akkor

bújnak ki, amikor azt össze-vissza fúrták és lisztte őrölték. Az ez által okozott kárnak csak úgy lehet elejét venni, ha a fát fölhasználása előtt több évig szárazon hevertetjük.

Ha a rovar csak a szijácsfában van, a fa megfaragása által teljesen eltávolítható. Ha ellenben a rovarragás a gesztre is kiterjed, akkor igyekeznünk kell a lárvákat azáltal kiűzni, vagy megsemmisíteni, hogy a likacsokba petróleumot, benzint, ecetszeszt, sósavat, hígított karbolsavat vagy szublimátoldatot fecskendezünk be, vagy pedig a fának forró kilúgozásával, fojtó füstben való tartásával, szappanlúg és konyhasó oldatával való bemázolásával segítünk a bajon. Mindez azonban kevés sikerrel jár, mert a likacsokban levő faliszt védelmet nyújt a lárváknak.

A különben ép fát a beépítés után bekövetkező szuvasodás ellen megvédhetjük, ha a fát fölhasználása előtt kilúgozzuk, vagy kigőzöljük, vagy korhadást gátló anyagokkal bemázoljuk, illetőleg megitatjuk, vagy az alább leírandó módok valamelyike szerint impregnáljuk. Bútorokat úgy lehet előzetesen védeni a szuvasodás ellen, hogy azok fölületét forró lenolajjal vagy benzinben oldott gyantával megitatjuk.

5.8. A fa gyúlékonysága és tűz elleni védelme

A faszerkezeteknek az a rossz tulajdonságuk, hogy száraz állapotban már igen alacsony hőfoknál (kb.200oc-nál) tüzet fognak s nemcsak maguk égnék el, hanem a tűz továbbterjedését is elősegítik. Különösen a fenyőfa az, amelynek a tűzzel szemben igen csekély az ellenálló képessége. Tűz esetén ugyanis a fa belsejében a hőség behatása alatt száraz desztilláció indul meg: az ebből fejlődő éghető gázok a szabadba jutva, lángra gyulladnak, s a tüzet a szomszédos faszerkezetekre is átvezetik. Ezért igen régi az a törekvés, hogy a fát a tűznek ellenállóvá tegyék. A mai technika sok eseten megköveteli a fa égési hőmérsékletének emelkedését. Sok olyan gyárban, amelynek szerkezete jórészt fából van (malom, fűrésztelep, stb.), szükséges a fa gyúlékonysági fokát emelni, hogy tűzbiztosságát növeljük.

Az e tekintetben végzett sok kísérletet annyiban lehet eredménytelennek mondani, hogy a fát igazán tűzállóvá tenni nem sikerült s valószínű: hogy nem is fog sikerülni. Tűzálló fáról ennél fogva beszélni nem lehet. A gyakorlati követelményeknek azonban az eredmény annyiban megfelelő, hogy a tűzálló szerekkel kezelt fa a tűz behatása alatt nehezen gyullad meg, lángra nem lobban, hanem csak a láng közvetlen behatása alatt s akkor is igen lassan megszenesedik. A tűzbe került fa ennél fogva, ha nem is elpusztíthatatlan, megnehezíti a tűz keletkezését s megakadályozza a már bekövetkezett tűz tovább terjedését. Ezzel szilárdsága és teherbírása is hosszabb ideig van biztosítva. Mindez nagy mértékben növeli a faszerkezetek és faépítmények tűzbiztosságát.

A fa tűzállóságának biztosítására háromféle eljárás van, nevezetesen: a fának tűzálló festékekkel való bemázolása, tűzálló anyagokkal való burkolása s tűzbiztos anyagokkal való impregnálása.

A tűzálló festékekkel való mázolás a legkevésbé válik be. A külső máz ugyanis a fát csak bizonyos mértékig védi a tűz ellen. Mert a fába be nem hatol s a tűz esetén keletkezett nagy hőségben, még mielőtt a tűz hozzáérne, megrepedezik és lepattogzik. A bemázolt fa megghiúsítja tehát a tűz keletkezését azáltal, hogy tüzet nem fog, ha azonban valamely faszerkezet lángba borult, a tüzet lokalizálni nem képes, hanem lángra gyullad s a tüzet tovább vezeti.

Az alkalmazott tűzálló mázok különfélék. A rómaiak ecetben földolgozott agyaggal kenték be a fát. Manapság ellenben a vízüvegoldatnak van a legnagyobb szerepe, mert savakkal érintkezve, kovasavat

választ ki, mely a fa eléghetőségét megnehezíti. Az eljárás többféle lehet. Az egyiknél a fát először a vízüveg hígított oldatával mázolják be 3-5-ször egymás után s erre egyszer a vízüveg tömör oldatával, amelyhez iszapolt agyagot, krétát, csonthamut vagy barnakövet kevernek. A máz üvegszerű anyaggal tölti meg a fa likacsait s meglehetősen tűzvédelmet nyújt. Egy másik eljárásnál a fát oly keverékkel mázolják be 3-5-ször egymás után, amely 35 % vízüvegből, 35 % bárium-szulfátból (súlypátliszt), 1.4 % cink-ferriből és 28 % vízből áll s a faszervezeteket szép fehérre festi. E helyett újabban ajánlják (Dr.P.Krais. Die Hölzer, Stuttgart 1910.) a következő eljárást: A nátron-vízüveg oldatából klórcinkkel kiejtik a vízüveget s az így kapott csapadékot megszáritják. 100 rész ilyen csapadékhoz 10 rész cink-oxidot, 40 rész ammóniá-szulfátot, 30 rész szalmiákot és 20 rész földfestéket kevernek finom por alakjában. A megvédendő fát először vízüveg-oldattal egyszer bemázolják, azután ezzel a porral behintik s bizonyos idő múlva, a fölösleget leseperve, újból vízüveg-oldattal bekenik. Végre elég jó tűzbiztos mázat nyerünk, ha a fát először 2-3 rész vízben oldott nátrium-szilikáttal ennek megszáradása után mésztejjel és végre ismét vízüveg-oldattal bemázoljuk.

Vízüveg helyett bóraxot, bórsavat, timsót, ammónium-szulfátot, klórkalcium oldatával oltott égetett meszet stb. alkalmaznak. Ilyen mázat ad 80 rész szalmiáknak, 57 rész bóraxnak, 2 rész klórcinknek és 5 rész enyvnek 700 rész vízben való oldata, vagy 3 rész forró és tömör timsó-oldat keveréke 1 rész vas-vitriol-oldattal; ilyen továbbá, a bórsavas ammóniák. Ezek a sóoldatok, éppen úgy, mint a szilícium-fluor-nátrium is, könnyen olvadnak s a fát egy sóréteggel vonják be, mely a lángképződést megakadályozza. A kénsavas ammóniumnak, a klórmésznek stb. viszont az a sajátsága, hogy a hőség behatása alatt elillanó gázokat (ammónia, vízgőz, kénsav, klór, stb.) fejleszt, melyek az égés folyamatát akadályozzák.

(Baerle és Spinnagel berlini gyár spornazol név alatt egy üvegyári mellékterméket hozott forgalomba, amely kovasavból és bizonyos alkáliákból áll. A szer a rákenés után üvegneművé szilárdul, különösen akkor, ha meszet és baritot adnak hozzá. A fa külsején keletkező mészsilikát és bárium-szilikát a fát nemcsak a tűzzel, hanem az időjárás viszontagságaival szemben is megvédi.

Tűzzel szemben eléggé ellenálló a Plönn-féle színes cementmáz is, amely szintén üvegnemű mázzal burkolja be a fát.)

Újabb időben tűzbiztos máz gyanánt azbesztfestékeket alkalmaznak, amelyek azbesztliszt, bórax, vízüveg, klórmagnézium, tűzálló agyag stb. különböző keverékéből állanak, a különböző gyárak szerint, amelyekben készülnek.

A tűzálló anyagokkal való burkolás nem magát a fát teszi nehezen gyúlhatóvá, hanem ráakott idegen tűzálló anyagokkal védi a meggyulladástól. Védőburok gyanánt alkalmaznak 8 mm vastag azbesztpapírt, Rabitz-vakolatot, gipszpallót, drótburkolatot, csőburkolatot, dróttéglát, parafakövet, azbeszttit, uralitot stb. Egyebek között erre a célra is alkalmas a cellozil, Medveczky Zsigmond osztálytanácsos találmánya: a vele bevont fa nem lobban lángra, csak megszenesedik.

A tűzbiztos impregnálás a gyakorlatban legjobban válik be s kielégítő eredményeket ad. A fa belsejébe behatoló impregnáló anyagok ugyanis körülveszik az egyes farészecskéket és meggátolják a nagy hőségben keletkező éghető gázok kiszabadulását.

Impregnálás végett a fát a megfelelő kémiai folyadékban hosszabb-rövidebb ideig áztatják, pácolják, vagy pedig úgy, mint arról alább, a fa konzerválásánál lesz szó, léghijasan elzárt vaskazánba teszik s nyomószivattyúkkal alkalmas sóoldatot préselnek a fa belsejébe, mindaddig, míg a fa egészen megtelik. A telítést rendszeren egy kis gőzölés előzi meg, hogy a telítőszer könnyebben behatolhasson a fába.

Az alkalmazott kémiai eljárás és sóoldatok különbözők lehetnek. A legrégebb, de színházi építkezések és fölszerelések biztosítására ma is használt telítőszer a legnolít, amely nem egyéb, mint édes vízben oldott klórmagnézium, melyben a fát áztatják.

A Buchka által föltalált inbrazít-ot Gautsch Konrád tökéletesítette és gautschin néven hozta forgalomba. A telítésnél a fát léghijasan elzárt vaskazánban előbb 60 oC-ig melegítik s azután kénsav és bórsavas ammoniák oldatának keverékével kezelik. Ez a szer védelmet nyújt nemcsak a tűzzel, hanem a korhadással szemben is.

A hadihajók fájának impregnálásánál kén- és foszforsavas ammoniákkal, vagy volframsavas nátriummal telítik a fát.

A Moore-féle eljárásnál a jól kiszáritott fát mésztejjel telt vaskazánba teszik és nagy nyomással kénsavat préselnek bele. A fa likacsiban kénessavas mész rakódik le, amely később gipsszé alakul át s igen jól védi a fát a tűz ellen.

Perrel Philadelphiában, Hülsner Charlettenburgban és mások csak általuk ismert kémiai folyadékot használnak.

A Brinkmann-féle eljárásnál a fát előbb kiszáritják, azután levegőjét kiszivattyúzzák és végre mészből és ammoniáksavakból álló folyadékban hosszabb-rövidebb ideig áztatják, pácolják. Az ily módon tűzállóbbá tett fa nemcsak szilárdságban nyer, hanem a korhadás ellen is biztosítva van, anélkül, hogy ez a fa megmunkálására befolyást gyakorolna. Ezt a szert a német haditengerészetnél alkalmazzák.

A Brinkmann-féléhez hasonló a Nickelmann-féle módszer is (a Rütgers-művek szabadalma), melynél a telítőanyagot hengerkazánban nagy nyomással préselik be a fába. Erre a célra savas oldatokat használnak, amelyek bizonyos hőfoknál olvadásnak indulnak és a fát tűzálló kéreggel vonják be. Tűz esetén, a keletkező nagy melegben a savak kémiailag fölbomlanak s a belőlük keletkező gázok a tüzet elfojtják.

A különböző titkos szerek közül, amelyeket tűzálló impregnálásra és mázolásra használnak, megemlíthetők még a cyklop (Frischauer és társa festékgyára, Budapest), a cyanit és a calcidum. A legjobb szerek itt is azok, amelyek nagy hőségben égést gátló anyagokat, nevezetesen ammoniákat, bórsavat, kénessavat, klórt, vízgőzt stb. fejlesztenek. Különösen a foszforsavas és ammoniumos oldat, valamint a bórax az, amellyel a kívánt cél elérhető.

A tűzbiztos szerekkel való impregnálás, ha azt rendszeresen, lelkiismeretesen és nagy nyomással hajtják végre, nagy mértékben növeli a faszerkezetek tűzbiztosságát. Az impregnált fa a legnagyobb hőségben sem gyullad meg s habár igazán tűzállónak nem mondható, a tűz továbbterjedését meggátolja, vagyis a tüzet lokalizálja. Ha jól van impregnálva, csak fölületén, körülbelül 1 cm mélységig szenesedik meg, a faszerkezet azonban el nem ég s változatlanul megtartja szilárdságát, teherbírását és egyéb

műszaki tulajdonságait. A telítőanyagok legnagyobb része a fa tartósságát is növeli s védi a fát a korhadás, gombásodás és rovarragás ellen.

6. A tartósságának növelése (Fakonzerválás)

A fa konzerválásának rendes módja az, hogy ép, egészséges, érett és lehetőleg télen vágott fát használunk, azt jól kiszárítjuk és arról is gondoskodunk, hogy külső nedvesség ne férjen hozzája. Közönséges építőszerkezeteknél a konzerválásnak ez az egyszerű módja is megfelel, oly szerkezeteknél azonban, amelyek a levegő és a nedvesség hatásának vannak alávetve s ez oknál fogva gyorsan korhadnak és pusztulnak, a konzerválásnak oly módját kell alkalmazni, mely a korhadást okozó gombák fejlődését a fában megnehezíti vagy egészen is megszünteti. Ilyen faszerkezetek különösen a fahidak, a vasúti talpfák, a táviró- és telefonpóznák, a villamos vezetékoszlopok, a drótkötélpályák tartóoszlopai, valamint az ún. bányafa stb.

A gyakorlatban a fa konzerválásának négyféle módja van alkalmazásban, nevezetesen

1. A fának természetes vagy mesterséges kiszárítása,
2. A fának a levegőtől és a nedvességtől való elzárása felszínének mázzal való bevonása útján,
3. A fa nedvének és szerves anyagainak eltávolítása úsztatás, lúgozás, főzés és gőzölés által
4. A fának korhadást gátló anyagokkal való telítése áztatás vagy impregnálás útján.

6.1. Az építőfa kiszárítása

A fa nedvességét annak természetes vagy mesterséges szárítása útján távolíthatjuk el. A szárítás különösen azzal növeli a fa tartósságát, hogy a gombák fejlődését, valamint a fa dagadását, repedezését és vetemedését megakadályozza, vagy legalább megnehezíti. Ez a védelem azonban csak addig tart, amíg külső nedvesség nem fér a fához, mert ellenkező esetben a fán megtelepedett korhadást okozó gombák ismét oly viszonyok közé jutnak, amelyek életfeltételeiknek kedveznek.

Természetes szárítás az, ha a fa csak a szabad levegővel való érintkezés útján veszíti el nedvességtartalmának nagy részét. Ez a folyamat a fa levágása után azonnal megkezdődik.

A frissen vágott fát, hogy nedve mielőbb elpárologhasson, egészen vagy részben lehéjazzék. Az így előkészített fa azután 1-2 évig marad a szabad levegőn, részint az erdőben, részint a gyűjtő- és lerakóhelyen. További szárítása végett a fát, amelyben még mindig 20-25 % nedvesség van, lehéjazva száraz és fődött helyen rakásokban hevertetik, úgy, hogy a csapadék, a nedvesség és a levegő hőmérsékletének nagyobb változásai ellen védve legyen, a levegővel azonban szabadon érintkezzék. E célból a fát nyitott és szellős, könnyű, eresztű s lehetőleg kövezett felszereken, fődél alatt helyezik el s hogy a talaj nedvességétől megóvják. Lehetőleg egyenlő vastagságú, vízszintes ászokfákra fektetik. Az egymáson fekvő szálfák vagy gerendák közé is vékony dorongfát tesznek, hogy a levegő a fát szabadon átjárhassa s annak minden részéhez hozzáférhessen.

A szabad levegőn való ilyen szárítás igen lassú s lágy fánál 2-3, kemény fánál, a körülményekhez képest, 4-10 évig is eltart, amíg víztartalma 20-15 %-ra száll alá. Ez idő alatt a fa gyakran nagyon

deformálódik és értékéből sokat veszít. A benne levő káros organizmusok a szárítás alatt nem mennek tönkre s ha a fa átnedvesedik, fölélednek és működésbe lépnek.

(A frissen vágott félkészárú a szárítás tekintetében még gondosabb elbánást kíván, mint a frissen vágott szálfá. Nemcsak az időjárás változásai ellen kell gondosan megvédeni, hanem az erősebb léghuzam ellen is, mert különben megrepedezik. A szárító felszerben való rakásolása is különös figyelmet kíván s arról különösen kell gondoskodni, hogy a levegő minden egyes darabhoz szabadon hozzáférhessen. A deszkarétegek közé minden 0,5-1 m távolságban, valamint a deszkák vége alá is egyenlő vastagságú, keskenye léceket kell tenni, hogy a deszkák meg ne vetemedjenek. Értékesebb anyagnál a deszkák bütüjére is léceket szegeznek, hogy meg ne repedjen. A deszkákat időnkint át kell rakni és megfordítani.)

A mesterséges szárítás vagy aszalás költséges s azért csak nagyobb műhelyekben szokásos, ahol az évekig tartó természetes szárítás nemcsak a fa földolgozását késleltetné, hanem nagy terjedelmű és költséges raktárakat és nagy készleteket is tenne szükségessé. Mesterséges szárítással a fát, amely már 1-2 évig a levegőn száradt, 2-10 nap alatt annyira lehet kiszárítani, hogy fogyasztásra, repedésre és vetemedésre való hajlandóságát elveszti s a benne levő rovarok és gombák is elpusztulnak. Ilyen módon tehát a már inficiált fát is lehet a korhadás ellen védeni. A szárítást mindazonáltal fakonzerválás céljából nem igen alkalmazzák, és alkalmazásával csak azt akarják elérni, hogy a fát mielőbb földolgozassák s alakváltozásra való hajlandóságát megszüntessék.

A mesterséges szárítás leginkább a késő tavasszal vagy nyáron vágott fánál és különösen a bükkfánál szükséges, amely, mint már említettük, rövid idő alatt megfűlled és korhadásnak indul.

Gerendákat, nagy vastagságú fákat és hasított árút nem igen szoktak mesterségesen szárítani s különösen a deszka az, amelynek repedezését és vetemedését ilyen módon megakadályozzák.

A mesterséges szárítás legegyszerűbb módja a szárítókamarákban való szárítás (Napier és Fréret rendszere). E célból a már leírt módon, hézagosan rakásolt fát meleg levegő vagy forró füst hatásának teszik i, mely a fát lassan, fokozatosan és mérsékelten fölmelegíti s vizét elvonva, magával viszi. A falazott szárítókamarát, amelynek hosszúsága a szárítandó fa méreteihez igazodik, az egyik végéhez hozzáépített tüztérből rendszeren hulladék fával fűtik s a tűzhely égésterményeit a talajba süllyesztet, falazott csatornában vezetik a szárítókamarán keresztül. A csatornát áttört agyagtáblákkal vagy öntöttvas-lemezekkel földik le, melyeken keresztül az égéstermények a szárítókamarába kiléphetnek s az ott fölrakásolt fát körüljárva, az elnyelt vízzel együtt a boltozatban levő lehúzó nyílásokon át a kéménybe és ezen keresztül a szabadba kerülnek.

Gazdasági szempontból a meleg levegőt addig tartjuk érintkezésben a fával, amíg teljesen telítve van párával s több vizet föl nem vehet. A szárítást azonban meggyorsíthatjuk, ha a nedves és részben lehűtött levegőt a szárítókamarából minél előbb eltávolítjuk s a fát mindig új és új, száraz és meleg levegővel hozzuk érintkezésbe. A nedves és lehűtött levegő gyors eltávolítására jól berendezett szárítókamarákban szívó szellőztetőt is szoktak alkalmazni.

(Napier a tűzhely égésterményeit a szárítókamara felső részébe vezette, ahonnan azok, a farakásokon keresztül fölülről lefelé haladva, a talajba süllyesztett csatornába s onnan a kéménybe jutottak.)

Vannak azonban olyan szárítókamarák is, melyeknél a tűzhely égésterményeit kőanyag-vagy vascsövekben vezetik a szárítótéren keresztül; ezeket úgy helyezik el, hogy a szárítókamara levegője minden oldalról hozzájuk férhessen. A csöveken keresztül forró vizet vagy gőzt is szoktak vezetni, amely melegét a csőfalak útján a szárítókamara levegőjével közli. Ott, ahol gőzgéppel dolgoznak, annak fáradt gőzét lehet a fűtésre fölhasználni s ezzel a szárítás költségeit csökkenteni. Sima fűtőcsövek helyett végre bordás fűtőtesteket is szoktak a fűtőkamarába beállítani, amelyeknek fűtőfelülete oly nagy, hogy a kamara levegőjét a kívánt hőmérsékletre fölmelegíti. A víz- vagy gőzfűtésre alapított berendezéseknek az a jó oldaluk, hogy tűzbiztosak és könnyen szabályozhatók. A fűtőtestek elhelyezhetők azután magában a kamarában, vagy annak előterében, utóbbi esetben azonban a kéménnyel való természetes szellőzés helyett mesterséges szellőzésre, vagyis szívóventillátor (exhaustor) alkalmazására van szükség.

Újabb időben mindinkább terjednek az ún. gyors-szárítók, amelyek nem száraz, hanem a szárítandó fa víztartalmához mért nedves levegővel dolgoznak. Ennél a rendszernél, amely legközelebb áll a természetes szárításhoz, a gőzzel kevert meleg levegőt szellőztető (ventilátor) segítségével gyorsan keresztülhajtják a szárítótéren. A fát folytonosan friss levegő éri, mely a párolgást meggyorsítja.

A szárítókamara hőmérsékletét lassan kell emelni és pontosan szabályozni, mert a különböző nemű és méretű fa szárítása különböző hőmérsékletű levegőt kíván. Tölgyfa szárításnál 55-60, legföljebb 70, lágú fánál 35-40, egész fatörzseknél 40-50, fölmetszett fánál 80-100 oC hőmérsékletű levegőre van szükség. Ennél nagyobb hőmérséklet a fa megrepedezését okozná, 110 oC-nál pedig a fa száraz desztillációja következne be, ami a szilárdság csökkenésével lenne kapcsolatos.

A szárítás-tartalma, a berendezés jósága szerint, 24-120 óra. Minél vékonyabb a fa, annál gyorsabban szárad ki. A tűlevelű fa is gyorsabban szárad, mint a lombos. A fűrészárú jó kiszárítására 3-10 nap szükséges. A szárítást nem szabad nagyon gyorsítani, mert a fa megrepedezik. A száradás folyamatát meggyorsíthatjuk, ha úsztatott fát veszünk, vagy pedig a fa nedvét az alább leírandó módon kilúgozzuk.

(Kisebb méretű fát úgy is szoktak szárítani, hogy egy vaskazánba teszik és ott 50-60 oC-ra melegítik. A víz elpárolgását a kazánon belül légszivattyúval segítik elő. E helyett 100-120 oC-ra fölhevített gőzt is lehet a kazánba beereszteni, mely a fa vizét gyorsan elvonja (gőzölés rendszere). Ez azonban nemcsak drága és körülményes, hanem tökéletlen és csekély hatású is.)

Meyer dr. berlini kémikus gyorsszárító módszere abból áll, hogy a szárítandó fát fojtóan elzárható vaskazánba teszik és 60-70 C fokú, 80 % alkoholból és 20 % benzinnél álló keveréket öntenek rá. A vízelvonás azonnal megkezdődik és mindaddig tart, amíg a próbacsapon kibocsátott oldatban vizet már nem találnak. Az alkoholkeveréket most egészen levezetik, a fában maradt csekély részét pedig melegítéssel távolítják el. Az így kiszárított fa nemcsak helyt- és alakot-álló s nem repedezik, hanem a benne levő gombák és csírák is elpusztulnak. Az eljárás igen olcsó. (Magyar mérnök- és építész-egylet közlönye, 1901. IX.529.1.)

Hiányos, de a legrégebbi időktől egészen a mai napig használt fakonzerváló eljárás a megszesítés vagy pörkölés, amelyet kerítés –s korlátoszlopok, kerékvetők, táviró- és telefonpóznák, stb. földbe kerülő végén mint korhadásellenes óvószert általánosan alkalmaznak.

Megszeszítés végett a fák végeit élénk tűzbe teszik és folytonosan forgatják, közbe-közbe azonban kivesszik, nehogy a fa belseje is izzó állapotba kerüljön s megrepedezvén, a beléje jutó nedvesség az óvószer hatását lerontsa.

A megszesítés jó hatása abban van, hogy a tűz melegének hatása alatt a fa nedve részben elpárolog, a fában levő minden élőlény elpusztul, a könnyen romló szijácsfa megszesedik s hogy a fa külsejét a száraz lepárlás gázalakú és erős antiszeptikus hatású terményei, nevezetesen a füstben levő kreozot stb. természetes módon impregnálják s annak tartósságát növelik.

A Forró füst konzerváló hatása ismeretes. Ez okozza, hogy a tető fájának az a része, amelyet a füst átjárt, nagyon hosszú ideig tart. Ennek dacára azonban a megszesítés jó hatása nem állandó. A megszesített fa fölszínét borító és higroszkopikus tulajdonságától ismert faszén a nedvességet magába szívja és a fa belsejébe vezeti. A megszesítés jó hatását azonban teljesen eltagadni nem lehet. A faszén ugyanis szintén antiszeptikus anyag s mint ilyen, a gombacsíráknak a fába való behatolását megnehezíti.)

Újabban, hogy a nedvesség a faszénhez ne férhessen, a földre kerülő, megszesedett oszlopvéget kátránnyal is bemázolják, vagy finom lemezzel borítják, vagy végre Dubois eljárása szerint 60 cm hosszú és két fél hengerből álló hüvellyel veszik körül, amely égetett agyagból vagy betonból készül s a földből mintegy 10 cm-nyire kiáll. Az oszlop és a hüvely között levő hézagot finom kvarchomok és forró gyanta keverékével töltik ki.

Közönséges ácsmunkához való fánál egyszerűsége és gyorsasága miatt az ún. pirítást is szokták alkalmazni. Ha a fát élénk tűz lángja fölött lassan forgatják, annak nedve e közben részben elpárolog s a száraz lepárlás folytán keletkezett antiszeptikus termények nevezetesen a füstben levő kreozot a fába behatolva, a külső réteg tartósságát növelik.

Mesterséges szárítás után is még mindig 10-12 % víz marad vissza a fában. Ennek a víznek eltávolítása azonban károsan hatna a fára, mert a fa elvesztené szilárdságát és rugalmasságát s a levegőből vizet szíva magába, megdagadna és megvetemednék.

6.2. A bemázolás.

A bemázolás közönséges ács- és asztalos-szerkezeteknél (ajtók, ablakok, fal- és deszkaborítások, kerítések stb.) fordul elő s habár a fa pórusait elzárja s fölszínét ellenállóbbá teszi, a fa konzerválásának legtökéletlenebb módja. A faszervezeteket ugyanis a levegőtől és külső nedvességtől mázak segítségével teljesen elzárni egyáltalában nem lehetséges, s ha lehetséges lenne is, nem vezetne célhoz, mert még a jól kiszáritott fa belsejében is több-kevesebb nedvesség és esetleg gombaspóra marad vissza, mely a fa romlását a védő mázréteg alatt sok esetben gyorsabban idézi elő, mint ha a fa nem lenne bemázolva.

A bemázolás csak a fa külsejét védi meg némileg, belsejét ellenben nem, s ha akár a fa, akár a máz megreped, pedig a mázagnál a finom hajszálrepedések elkerülhetetlenek, a fa védelem nélkül marad. Ha pedig a fa nem volt jól kiszáritva, a bemázolás egyenesen veszedelmes, mert a belsejében levő nedv és fehérje bomlásnak indul, s elősegíti a korhadást, az esetleg benne levő gombafonalak tovább tenyésznek s a fa gyors romlását okozzák. A mázak nem is nyújtanak állandó védelmet, mert azokat, hogy céljuknak megfeleljenek, időnkint meg kell újítani.

A konzerváló mázak különbözők. Leggyakoribb az olajfestékekkel való mázolás, amely lehet fedő- vagy lazúr-máz. Ha ugyanis a fa természetes színét, szövetét és erezetét megváltoztatni nem akarjuk, lazúrfestékekkel dolgozunk, vagyis a fát csak forró lenolajfirmisszel mázoljuk e 2-3-szor egymás után és szükség esetén még belakozzuk, hogy a máz nagyobb tartósságát biztosítsuk. Ha ellenben a faszerkezetet más színűre akarjuk festeni, anélkül, hogy szövetét és erezetét eltakarnók, a lazúrfestékhez festőanyagot is keverhetünk. Leggyakoribb azonban a fedőfestékek használata, melyek a fa felszínét vastagabb védőréteggel vonják be s annak természetes színét, szövetét és erezetét eltakarják.

Az olajmáz áll az alaprétegből és egy vagy két fedőrétegből. Mindkettő lenolajfirmisszel készül, mely a máz rugalmasságát hosszú ideig biztosítja. Az alpmáz fölrakása előtt a fa felületét gondosan kell letisztítani, a rajta levő egyenetlenségeket habkövel vagy üvegpapírral lecsiszolni, a mélyedéseket, hézagokat és repedéseket, a szegek és csavarok fejeit olajragasszal betapasztani s a göcsöket alkoholban oldott sellakkal bekenni. Az alpmázra, ha megszáradt, jön a fedőréteg, amely éppen úgy, mint az alpmáz, lenolajfirmisszel finomra dörzsölt cink- vagy ólomfehérből és az ehhez kevert festőanyagból áll.

Az olajfestékekkel való mázolást különösen ajtóknál, ablakoknál, fal- és deszkaborításoknál, egyszerű fabútoroknál, stb. alkalmazzák.

Szabadban levő vagy földben fekvő faszerkezeteket (kerítések, födélhéjak, stb.) olajfesték helyett gyakran fa- vagy kőszénkátránnyal szokták bemázolni, még pedig a lágy fát bármelyikkel, a kemény fát ellenben csak fakátránnyal, mert a kemény fa a kőszénkátrányt föl nem veszi és megrepedezik tőle. Hőség behatása alatt azonban ez a fakátránnyal mázolt fán is bekövetkezik. A fakátrányt ólomgeléttel és téglaporral is lehet keverni s fölmelegítve, kétszer kell a fára rákenni. A kőszénkátrány ellenben egymagában használható. A bemázolt fa a fakátránytól barna, a kőszénkátránytól fekete színt kap.

A kátrányt mind a lágy, mind a kemény fánál a kátrányfesték pótolhatja, amelyet desztillált petróleumból (gazolin) állítanak elő. A festéket, amelyhez sárga vagy vörös okkert kevernek, igen vékonyan kell a fára mázolni.

Az olaj és a kátránymáz megvédi ugyan a fa felszínét a légköri behatások ellen, a fába azonban be nem hatol s az esetleg ott rekedt nedvesség és gombacsírák bomlasztó hatását meg nem akadályozza. Azért oly esetekben, amidőn azt akarják, hogy a védőmáz a fa pórusaiba is behatoljon, a fát olvasztott zsírba, paraffinba, gyantába vagy aszfaltba mártják.

Szabadban fekvő vagy földbe ásott faszerkezetek (befalazott gerendavégek, vánkorfák, ajtótokok, kerítések, útkorlátok, faházak, és deszkaborítások, zsindefődelek stb.) konzerválására ma általánosan karbolineumot használnak, amely nehéz párolgó képessége miatt nemcsak a levegő behatásának áll ellen, hanem a fába behatolva, védelmet nyújt ama hatsok ellen is, melyeket a fában levő gombacsírák kedvező viszonyok között később kifejthetnének.

Faszerkezetek konzerválására csakis a föltalálója után (1875) elnevezett Avenarius-karbolineum alkalmas, amelyet kőszénkátrány lepárlásánál nyernek. A vele való mázolást legjobb a fa összes kötése előtt végrehajtani, hogy az elfödött részeket, csapokat és bütüvégeket is, amelyek leginkább vannak romlásnak alávétve, bőven megítassa. Olyan fánál, mely a szabadban van elhelyezve, egyszeri mázolás elégséges, a karbolineummal azonban bőségesen kell bánni s belőle annyit fölhasználni, amennyit csak

a fa beszívni képes. Földbe kerülő, vagy nedves helyen fekvő fát ellenben legalább kétszer kell bemázolni.

Magas forrpontra következtében az igazi karbolineum magas fokra melegíthető. Ilyen erősen meleg állapotban a fára rákenve, elpárologtatja az ellenálló vizet, s az így részben levegőtől és víztől mentes pórusokba behatolva, leköti a fehérjeanyagokat s kitöltve a fa összes likacsait, megakadályozza a víz behatolását. Ezért, habár bekenés száraz fánál és meleg időben hideg karbolineummal is végezhető, sokkal jobb a forró karbolineum használata, mert hevítésnél az esetleg benne levő víz elpárolog s a fa sejtjei, hézagai és repedései a hígabb folyású anyagot könnyebben szívják be. A nem eléggé száraz fát mindig forró karbolineummal kell kezelni.

A karbolineummal megitatott fa szép diófabarna színt kap, mely a fa minősége szerint majd sötétebb, majd világosabb.

(A karbolineum használatánál nem szabad megfeledkezni arról, hogy a karbolineumot ma nagy mértékben könnyű ásványolaj hozzákeverésével hamisítják, amelyeknek fajsúlya kisebb, mint a vízé, s amelyek a levegőn elpárolognak és a fát védelem nélkül hagyják. Néha szurkot kevernek a kátrányolajhoz, amely el nem párolog ugyan, e helyett azonban a fa sejtjeit elzárja s a kátrányolajnak a fába való behatolását megakadályozza. Az ilyen karbolineumnak alig van tehát valamelyes értéke, mert a fa konzerválására nem alkalmas.)

A karbolineum rossz oldala az intenzív és kellemetlen szag, amely sokáig megmarad. Ott ennél fogva, ahol szagtalan fakonzerváló máz kívánatos, karbolineum helyett 2-3 %-os oldat alakjában a Raco nevezetű kreozolkészítmény (Avenarius-művek, Ligetfalu, Pozsony mellett) használható jó sikerrel. Gyöngye szaga van a Barol nevezetű, szabadalmazott, réztartalmú karbolineumnak is, mely a fának szép barna színt ad s a fehérje-anyagok bomlását éppen úgy megakadályozza, mint a karbolineum.

Az antiszeptikus védőmázak között megemlíthető a fa és a kőszénkátrányon, valamint a karbolineumon kívül: az olajgázkátrány, a kreozotolaj (kátrányolaj 6-10 % karbolsavtartalommal), a karbolsav, a petroleum finomításánál nyert kátrányszerű anyag, az ún. goudron, valamint a házigomba irtásánál ismertetett szerek (antinonin, antigermin, antipolypin, mikroszol, szolutol, stb.) Újabb időben a Pearson által 1890-ben forgalomba hozott kreolin nevezetű antiszeptikus anyagot használják. Ez kátrányolajhoz hasonló szer és nem egyéb, mint gyanta és szóda összefőzéséből eredő gyantaszappan és kátrányolaj keveréke vízzel tejszerű emulzióvá földolgozva. Ehhez hasonló a naftafenoleum nevű, teljesen mérlegmentes szer is, amelyet fakonzerválásra, úgy, mint a kreolint, igen jó sikerrel alkalmaznak.

Saválló mázokhoz tartozik a kereskedésben különféle színben kapható preolit, melyet hidegen mázolnak a fára, ahol fényes és rugalmas mázréteget alkot. Ugyancsak saválló mázat kapunk, ha marhavért 2 rész égetett gipsszel és 1 rész finom poralakú azbeszttel keverünk össze s a keveréket lenolajfűrészben földolgozva, a száraz fára többször rámaazoljuk. A máz igen jól tapad a fához, olcsó, ártalmatlan és szagtalan.

Tűzálló mázak gyanánt, mint a fa tűzelleni védelménél említettük, használják a vízüveget, bóraxot, timsót, bórsavat, ammonium-szulfátot, klórkálciummal oltott égetett meszet, stb., valamint az azbeszt-festékeket.

6.3. A kilúgozás, főzés és gőzölés

Ezek a műveletek arra valók, hogy a fa táplálónedveiből és oldható szerves anyagaiból, melyek a gombák és rovarok táplálékául szolgálnak, s a korhadást előmozdítják, amennyit csak lehetséges, eltávolítsanak, vagy legalább azokat olyanokká alakítsák, hogy a fa tartósságát nem veszélyeztetik többé. A nedvétől megszabadított fa, mint már a kiszáritásánál is említettük, nem dagad, nem aszlik össze, nem vetemedik és nem repedezik oly nagy mértékben, mint kilúgozás nélkül, vagyis nagyobb a tartóssága és állandósága.

A kilúgozás végezhető hideg és forró vízzel, gőzzel és konyhasóval. A hideg vízzel való kilúgozás folyó vagy álló vízben való áztatás útján megy végbe, a folyóvíz azonban kedvezőbben hat, mint az álló.

Kilúgozás végett a fát, vágatása tán azonnal mielőtt nedve megszáradt és nehezen oldhatóvá lett, rendszeren vastagabb végével az áram ellen fordítva, vízbe teszik s egy bizonyos ideig ott hagyják és időnkint megfordítják. Az áztatás tartama függ a fa minőségétől, likacsosságától és nedvének mennyiségétől s lágyfánál legalább hat hónapra, tölgyfánál két évre is kiterjed. Az eljárás tehát egyszerű és olcsó, de igen lassú s azért még asztalosmunkákhoz való fánál is ritkán alkalmazzák, az úsztatott vagy tutajozott fát ellenben, mely a vízben szintén kilúgozásnak van alávetve, szívesen veszik, mert tartóssága nagyobb, mint a nem úsztatott fáé.

A kilúgozás művelete forró vízben való áztatással, amelyet főzésnek neveznek, tetemesen meggyorsítható és hatásosabbá tehető. A főzést, amely csak 6-12 óráig tart, kisebb méretű fánál vaskazánban, nagydarabosnál nagyméretű faszekrényekben végzik. A kazán közvetlenül is fűthető, rendszeren azonban a vizet gőz bevezetésével forralják föl.

Újabb időben, az áztatás és főzés mellőzésével, általánosan elterjedt a gőzzel való kilúgozás vagy gőzölés (párolás). A gőz ugyanis könnyebben hatol be a fába s nagyobb hatású is, mint a víz. Gőzölés által minden fát, bármely évszakban vágta is, nagyobb biztossággal lehet nedve egy részétől megszabadítani, mint áztatással, vagy főzéssel.

Gőzölés végett a fát vaskazánba, vagy megfelelő méretű faszekrénybe teszik s abba túlhevített (száraz) gőzt vezetnek. A gőz a fa sejtjeibe és pórusaiba behatolva, a fánedv oldható és kimosható anyagait föloldja s azokkal együtt kondenzált, barnaszínű víz alakjában levezethető. A gőzölés be van fejezve, ha a kifolyócsapon már tiszta víz jön ki. Ehhez a fa keménysége és gyantatartalma szerint 40-60 óra szükséges. Hosszabb időre a gőzölést kinyújtani nem szabad, mert a fa, ha nedvét teljesen elvesztette, ezzel együtt elveszti szilárdságát és rugalmasságát is s ipari célokra használhatatlanná válik. De a rövid ideig, csak néhány óráig tartó gőzölés sem növeli a faszilárdságát és állandóságát s legfőljebb arra alkalmas, hogy a fát meglágyítsa és hajlíthatóvá tegye.

A főzésnek és gőzölésnek jó hatása nemcsak abban van, hogy a fából a könnyen korhadó anyagokat és különösen a fehérjeféleket kilúgozza s ezzel a fa tartósságát növeli, hanem abban is, hogy a főzött vagy gőzölt fa szilárdsága és teherbírása kiszáritás után sokkal nagyobb, mint a minő a főzés vagy gőzölés előtt volt. Ezzel kapcsolatban kisebb a fának volumensúlya, vízfölvevő-képessége, méretváltozása, s repedésre és vetemedésre való hajlandósága is. Az eljárásnál alkalmazott magasabb hőmérséklet a fában levő mikroorganizmosok s a befészkelődött gombacsírák nagy részét is elpusztítja.

A hőmérséklet befolyása alatt a fa fehérjeszerű anyagai is részben átalakulnak, elvesztik oldhatóságukat s ezzel növelik a fa tartósságát is.

Gazdasági szempontból rendkívül nagy jelentősége van a főzésnek és gőzölésnek a bükkfára, amelynek tulajdonságait nagy mértékben megváltoztatja. A bükkfának tudvalevően igen csekély a tartóssága, mert igen gyorsan korhad s használhatósága ennél fogva egyéb jó tulajdonságai dacára igen korlátolt. Sok esetben csúnya, rőt színe akadályozza alkalmazhatóságát. Főzés és különösen gőzölés által ellenben a bükkfa nemesebbé, értékesebbé és különféle célra használhatóvá válik. Rőt külseje helyett egész tömegében egyenletesen sötét, szebb és nemesebb színt vesz föl. A fa továbbá könnyen hajlíthatóvá lesz, s gőzölés után, különösen kisebb méreteknél, könnyen bármilyen alakra hozható s a rákényszerített alakot örökké megtartja. Mind hajlíthatósága, mind színváltozása annál nagyobb, minél nagyobb hőmérsékletnél ment végbe a gőzölés. De különösen a bükkfa szilárdsága és teherbírás az, amely gőzölés által nagy mértékben megnövekszik. Ez a növekedés a húzószilárdságnál 50, a nyúlásnál 400, a teherbírásnál pedig Gaul Károly kísérletei szerint 438 %-ot ér el. A bükkfa a megváltozott tulajdonságait használják ki különösen a Thonet-féle hajlított bútorok gyártásánál, amelyeknek tetszetős színe, tartóssága és nagy szilárdsága általánosan ismeretes.

A diófa fehér szíjácsa gőzölés alkalmával szintén sötétebbé válik s kevésbé üt el a barna színfától.

A gőzölés szintén nemcsak tökéletlen fakonzerváló eszköz, mert a gőz a fa belsejébe nehezen hatolhat be, hanem drága is. Ez oknál fogva egymagában ritkán s leginkább csak bútor- és szerszámgyártásnál alkalmazzák, egyes impregnáló módokkal kapcsolatban azonban a gőzölés, mint a telítés előkészítő folyamata, általános használatban van.

A konyhasóval való kilúgozásnál a fát nyolc napon át telített sóoldatban tartják. Az ily módon telített fának állítólag sem a nap melege, sem a hőmérséklet változásai nem ártanak. A konyhasónak fakonzerváló hatása ismeretes, egyebek között világosan mutatja ezt a hatást az az ismeretes tény is, hogy a sóbányákban levő fa nem korhad el.

Konyhasó helyett szokták a fát oly sóoldatokkal is megitatni, amelyek forró vízben sokkal könnyebben oldódnak, mint hidegben. A fa kihülése és az oldószer elpárolgása után a fasejteket sókristályok töltik ki, melyek a fa fogyását, repedezését és vetemedését megakadályozzák. (Krais, Die Zölzer, Stuttgart 1910.)

Kilúgozás után, akármilyen eljárás szerint ment is az végbe, a fát fődött, árnyékos és szellős helyen, vagy szárítókamarában ki kell szárítani. A kilúgozott fa sokkal gyorsabban szárad, mint lúgozás, főzés vagy gőzölés nélkül, s kiszáradás után kevesebbet szenved a hőmérséklet változásaitól, mint az a fa, amelyet nedvével együtt szárítottak ki.

6.4. A telítés (impregnálás)

Azok között az eszközök között, amelyeket a fa tartósságának növelésére ma alkalmaznak, a telítés az egyedüli, amely, ha jól van végrehajtva, a fát csakugyan konzerválja. A lúgozás, főzés és gőzölés ezt a célt csak csekély mértékben szolgálják, mert a fa szerves anyagait és gombatápláló nedveit a fából ezekkel az eljárásokkal csak igen korlátolt mértékben sikerül eltávolítani s az általuk nyújtott védelem inkább csak a fa felszínére terjed ki. Oly fánál tehát, amely változó nedvességi viszonyok között lesz elhelyezve (távíró- és telefonpóznák, vasúti talpfák, utcai fakockaburkolat, hajóépítő- és bányafa stb.)

ma már általánosan a telítést alkalmazzák a fa konzerválására. Az épületek építésénél használt fa nincs annyira alávetve a korhadásnak, azért ennek konzerválására a telítés ritkábban fordul elő (pl. faszindelynél, gerendasoroknál, külső deszkaborításoknál stb.), s ha előfordul, a telítés kisebb mértéke is megfelel.

A telítés elve az, hogy a fa nedvének azt a részét, amelyet a telítést megelőző lúgozással vagy gőzöléssel eltávolítani nem sikerült, antiszeptikus, organikus vagy anorganikus szerekkel való telítés útján megmérgezzük, hogy a gombák és rovarok táplálékául ne szolgálhasson.

(A fa tartósságának telítés útján való növelésére az első kísérletek a 18. század elején (1705) találhatóak s ma már kétszázánál több telítő eljárás ismeretes, amelyek nemcsak az eljárás módjában és az ahhoz szükséges készülékekben, hanem az alkalmazott telítő szerekben is eltérnek egymástól. A sok eljárás közül, az alábbiaknak csak azoknak rövid ismertetésére szorítkozunk, amelyeket jelenleg is alkalmaznak.)

A használt telítő szerek vagy maró fém-sók, vagy antiszeptikus szerek. Ezeknek legtöbbször, különösen a fém-sókat, kisebb-nagyobb sűrűségű oldatok (lúgok) alakjában használják. Telítéshez általában csak erős szerek, illetőleg oldatok használhatók, mert csak azok fejthetnek ki megfelelő antiszeptikus hatást. A gyöngye szerek és oldatok hatása csekély, az igen erős vagy nagy sűrűségű telítő szerek viszont, különösen azok, amelyekből fölbomlás közben erős szerves savak (sósav, kénsav, klórvegyületek, stb.) válnak ki, megtámadják a fa rostjait s a fa gyors romlását okozzák. Egyes fanemek azonban sűrűbb, mások ellenben hígabb oldatokat igényelnek. Buresch és Funk kísérletei szerint legerősebb oldat kell a tölgyfának és az erdeifenyőnek, gyöngy ellenben a bükkfának és más fenyőféléknek. Az utóbbiaknak kisebb-nagyobb gyantatartalma ugyanis szintén konzerváló hatást gyakorol.

A hatás tartóssága tekintetében legjobbak azok a telítő szerek, amelyek vízben nehezen oldódnak s a melyeket ennél fogva a víz ki nem lúgozhat a fából, vagy amelyek a napon és levegőn nehezen párolognak. Kilúgozható szerek a kénes-klór, a cink-klór, a rézgalic, a fluoridok stb., könnyen párologó szerek pedig a naftalin, klórmész, kreozotos kátrányolaj, fenol, krezol stb.

A telítő szer fölvetelét illetőleg a fanemek között nagy a különbség. A szíjácsos fák (pl. a bükkfa) általában sokkal több telítő szert vesznek föl, mint a gesztes fák, melyeknél tulajdonképpen csak a szíjács veszi föl a telítő folyadékot, a színfá ellenben nem. Egy köbméter tölgyfa legföljebb 100 kg telítő szert vesz föl, 1 m³ bükkfa ellenben 300-400 kg-ot is. A fenyőfélék e tekintetben a középső helyet foglalják el.

Ami végre a telítő szer hatását a különböző fanemekre illeti, nyilván való, hogy e tekintetben is a fanemeknek jut nagy szerep, s hogy ennél fogva azokat a tapasztalatokat, amelyeket egy bizonyos telítő szerrel valamely fanemnél (pl. bükkfánál) tettek, más fanemekre (pl. a fenyőfélékre) csak nagy óvatossággal szabad alkalmazni.

A telítés módját illetőleg lényegében háromféle eljárást különböztetünk meg, nevezetesen az áztatást, a kis nyomással való telítést és a nagy nyomással való vagy pneumatikus telítést.

1. Legegyszerűbb a fának a telítő folyadékban való áztatása, amelyet föltalálója (Kyan) után kyanizálásnak neveznek. A legrégebbi eljárások egyike (1823), amely azonban mai napig fönntartotta magát.

Az eljárásánál fát 10-12 napig 0,30-0,40 %-os kénesóklorid (szublimát-) oldatban áztatják. E célra földbe süllyesztett fa- vagy betonmedencéket használnak s azokba a fát, lécek közbetételével, úgy rakják be, hogy a telítő folyadék minden oldalról körülvegye. Vaskádák e célra nem alkalmasak, mert a szublimát a fémeket megtámadja.

Az eljárás igen egyszerű, de aránylag drága, hosszadalmas, télen a fagy miatt nem használható s a mi a fő, tökéletlen, mert a telítés csak a fa külső rétegeire terjed ki, belsejébe ellenben nem hatol. További rossz oldala, hogy a telítő szer igen mérges és rendkívül óvatos kezelést kíván, s hogy azt a víz a fából részben kilúgozza.

(Ilyen telítésre legalkalmasabbak a gesztes fák, különösen pedig azok, amelyeknek keskeny szíjácsuk van. Legjobban kianizálható a tölgyfa, azután a fenyő s legkevésbé alkalmas ilyen telítésre a bükkfa. (Magyar-mérnök- és építész-egylet közlönye, 1909. VII-VIII.207.1.) Bükkfára ez az eljárás csak akkor alkalmazható, ha azt csak rövid ideig kell a gombák, nevezetesen a fülledés ellen megvédeni.

Az eljárást, különösen erdefenyőből készült talpfák telítésére, ma is alkalmazzák Franciaországban, Badenben (Durlach) és Bajorországban (Kirchsee és Schwandorf.)

Az áztatáson alapszik az olasz Giussani-féle eljárás is, melynél a fát először 130-140 C fokú kátrányolajban áztatják, azután 40-50 fokos kátrányolajban lehűtik és végre ugyanilyen hőmérsékletű és 3 oBé sűrűségű klórcink-oldatban áztatják. Az eljárás azonban, habár azt az olasz vasutak talpfatelítésre használják, olyan tökéletlen, mint az előbbi.

2. A gyakorlatban csekély jelentőségű az ún. szívó-eljárás (aszcenziós telítés), mely az élőfa törzsében működő nedvszállító erőt használja föl a telítő szer fölszívására. Uzielli Matev 1839-ben a frissen levágott fatörzsek végén egy edényben helyezte el a telítő szert, melyet a fa nedvszállító árama fölszívott. Boucherie tovább ment, az élőfát meglékelte és a lékkel hozta összeköttetésbe a telítő szert, mely a nedvkeringés következtében az élőfába fölszívódott.

Ez az eljárás is tökéletlen, mert szintén csak a fa külső rétegére terjed ki, mint amely a traszspirációs vízáram szállításában tényleg részt vesz. (Tuzson János. A bükkfa korhadása és konzerválása, Budapest 1904.) A vastagabb törzsek belseje telítetlen marad, vékonyabb fák konzerválására azonban az eljárás elég jó eredménnyel alkalmazható.

3. A kis nyomással való telítést a Boucherie- és az Ott –féle eljárásnál alkalmazzák.

A Boucherie-féle eljárás (1841), amelyet ma már csak ritkán és csak egész törzsek telítésére használnak, a telítő oldatot a frissen vágott, tehát még nedvkeringésben levő, le nem kérgezett fatörzs alsó homloklapján keresztül folyadékoszlop nyomásával sajtolják a fán végig. Igen hosszú törzseket a közepén csinált bevágáson keresztül itatnak meg. A besajtolt oldat, amely rendszeren rézgalic (CuSO_4), újabban cinkklorid is, a fa nedvét maga előtt hajtva, hajcsövesség és külső nyomás következtében mindinkább előre hatol, az összes nyitott edényeken végig vonul, minden vízvezető elemet megtölt s a farostok által átszűrve, a fatörzs csúcslapján a kiszorított fanedvvel együtt kifolyik. Az itatókádát mintegy 10 m magas faállványon helyezik el s belőle az oldatot egy csővel vezetik a telítendő fatörzs homloklapjára illesztett sapka alá,

vagyis az 1 %-os oldatot körülbelül 1 atm. nyomással sajtolják a fába, amelyen az, a nedvkeringés útját követve, végighalad.

Az eljárás jobb ugyan, mint az áztatás, azonkívül olcsó és kevés berendezést kíván, de lassú és szintén tökéletlen, mert 8-10 napig tart s mert a telítő szer egyenlőtlenül oszlik el a fában, víz által könnyen kilúgozódik s vassal érintkezve, bomlást hoz létre, s a szabaddá lett kénsva a farostot támadja meg. Rossz oldala az is, hogy a levágott fát lehetőleg azonnal kell telíteni, mert különben a nedvvezetés megszűnik s a telítés nem sikerül, továbbá, hogy az egész törzset, tehát annak később lefaragandó vagy lemetszendő részét is kell telíteni, ahol a telítés költsége kárba vész s hogy végre télen és fagyok idején a telítésnek szünetelnie kell.

(Rézgálic helyett az olcsóbb vasgálicot is próbálták alkalmazni, ennek konzerváló hatása azonban kisebbnek bizonyult és az oldatból kivált kénsva a farostot még jobban megtámadta, mint rézgálicoldat alkalmazásánál.)

Hazánkban a magyar posta- és távíró-igazgatóság 1908-ig ezt az eljárást alkalmazta a távíró- és telefon-oszlopok telítésére, Franciaországban ellenben a eljárás most is el van terjedve s még nem régen Bajorországban is használták.

(Pfister Ferenc horvátországi erdőmérnök az eljárást annyiban módosította, hogy a telítő szert nem hidrosztatikai nyomással, hanem kézi szivattyúval sajtolta be a fába. Ezzel azt érte el, hogy a fa a levágás helyén azonnal telíthető. Ezzel az eljárással 1889-ben a m.kir. államvasutak is tettek kísérletet. Az eljárás, főleg bükkfánál, teljesen bevált, de nem tudott elterjedni. (Magyar mérnök- és építész-egylet közlönye, 1900.I.13.1.)

Pfister ezenkívül 1901-ben a fának festékekkel való telítését is bevezette Guttman I. és Fia marzsinai fűrésztelepén. Egy rönköt az általa tökéletesbített Baucherie-féle módon 15 perc alatt anilin-, antracén-, vagy más festékekkel 1-2 atm. nyomás alatt különféle színűre fest. A fa a színes telítés folytán nemcsak nagyobb tartósságot, hanem tetszetősebb szint is nyer s ez által értéke is használhatósága is nagy mértékben növekszik. Ilyen színes telítésre különösen a bükk-, gyertyán-, nyár-, nyír-, mogyoró- és barkócafa alkalmas, de más fánemek is használhatók. (Erd.Lapok, 1901. X.1047.1.)

Kreuter Ferenc 1880-ban hidrosztatikai nyomás helyett a telítő szert gőzerővel sajtolta be az előzetesen gőzölt fába. Az eljárás azonban a gyakorlatban be nem vált.)

Az Ott-féle eljárásnál, amely nedves fa telítésére is alkalmas, a fában levő nedveket először túlhevített szerekkel elpárologtatják, azután pedig olajat szívatnak a fába. E célból a fát vaskazánban először 110-115 oC-nál forró olajban főzik, hogy a nedvet kihajtsák belőle s a forró olajat azután hideggel cserélik ki. A hideg olajban a fa lehül, a sejtjeiben levő gőz kondenzálódik és vákuumot vagy legalább levegőtlenítést hoz létre, mely az olajat a kazánból a pórusokba szívja.

Az eljárás, amely lényegében azonos a Giussani-félével, különösen bükkfa telítésére alkalmas s azért különösen hazánkban van nagy jelentősége, ahol a vasúti talpfák legnagyobb részt bükkfából készülnek. Az eljárást azért, mint alább látni fogjuk, tökéletesítve és

pneumatikus eljárással összekötve, használják is. A telítésre nedves, vagy félig száraz fa is alkalmas.

4. A nagy nyomással való vagy pneumatikus telítés, amelyet 1931-ben Bréant alkalmazott először, leginkább van elterjedve, mert csak ezzel sikerül a fát lehetőleg teljesen átítatni. A telítésmódja és a telítő szer e mellett különböző lehet. Főképvisezője a Burnett-féle rendszer, amelyet azonban a gyakorlat sokféleképpen módosított.

A Burnett-féle rendszer (1838) lényege, hogy pneumatikus készülékkel, szívó-nyomószivattyúval dolgozik s a telítésre cinkkloridot használ. Az eljárás röviden a következő:

A Burnett-féle rendszer (1838) lényege, hogy pneumatikus készülékkel, szívó-nyomószivattyúval dolgozik s a telítésre cinkkloridot használ. Az eljárás röviden a következő: A telítendő fát kengyelkocsikra rakva, sínpályán fojtóan záró vaskazánba tolják s ott először 1-1,5 atm. túlnyomással bíró túlhevített gőzzel egy óráig gőzölik. Ily módon a hőmérséklet a kazánban oly magasra (110-115 oC-ra) emelkedik, hogy annak behatása alatt a fa fölmelegszik, a benne levő víz elpárolog, a fánedvben levő fehérje megalszik, s a gomba micéliumai elpusztulnak. A gőzölés be van fejezve, ha a lecsapódott gőzvíz szintelenül jön ki a kazánból. Ezután következik egy óra hosszát a kazán vakuumozása (levegőritkítás), mely a levegőt a fa rostjaiból és pórusaiból kiszívja. Végre egy órán át 8-10 atm. nyomással 2-3 oBé sűrűségű cinkklorid-oldatot (ZnCl₂) sajtolnak a fába. ezzel a telítés be van fejezve, a telítő szert leeresztik s a berakott fát kihúzzák és 2-3 hónapon át szellős, fődött helyen szárítják.

(A Burnett-féle eljárás leginkább van elterjedve s a régibb eljárásokat csaknem teljesen kiszorította. A m.kir. államvasutak a novskii és perecsényi telítő telepeken 1884-től kezdve egészen 1902-ig, illetőleg 1911-ig ezt az eljárást alkalmazták, különösen bükkfalpfák telítésére. Lány fának azonban az eljárás jobban megfelel. Az eljárás olcsó, rossz oldala azonban az, hogy a cinkkloridot az eső és a talajvíz kilúgozza s ha ez bekövetkezett, a fa rövid időn belül elkorhad. Ennek elhárítására, illetőleg a cinkklorid csekély antiszeptikus hatásának növelésére szokták a cinkkloriddal telített fát, mint alább a Rütgers-féle eljárásnál fogjuk látni, utólagosan még kátrányolajjal is kezelni.

Cinkklorid helyett bármilyen sóoldat, vagy antiszeptikus szer is használható. A m.kir. államvasutak 1807-ben 21 oBé sűrűségű konyhasóoldattal tettek Perecsenyben kísérletet, amely igen jól bevált, de a telítő kazánokat nagyon megtámadta. Használatára azért nem tértek át, mert röviddel ezután a kátrányolajjal való telítésre rendezkedtek be. Ugyancsak a perecsényi telepen kísérleteztek a már említett pearson-féle kreolinnal is, az eredmény azonban kedvezőtlenebb volt, mint cinkklorid alkalmazásánál.

Egy magyar vasúttársaság cinkklorid helyett vasgálic-oldatot próbált alkalmazni s a fát először ezzel, azután pedig szappanoldattal telítette. Ez a próba sem vált be, mert az oldhatatlan vasszappan eltömte a pórusokat s megakadályozta a telítő folyadék behatolását, a vasgálic bomlásánál keletkezett szabad kénsav pedig a fát roncsolta szét.)

A Bethell-féle eljárás (1838), amelyet Darcet tökéletesbített, abban tér el a Burnett-félétől, hogy a fát az evakuálás előtt nem gőzölik, s hogy a telítésre cinkklorid helyett 60-70 oC-ra

fölmelegített, s karbolsavat tartalmazó kátrányolajat használtak, amelyet 8-10 atm. nyomással sajtolnak a fába. A meleg kátrányolaj a fát egész tömegében átítatja és kitűnően konzerválja. Megítatás előtt a fát magában a telítő kazánban (a régiebb Bethell-féle eljárásnál külön szárítókamarákban) 3-4 óra hosszat 110-140 oC-nál szárítják, hogy könnyebben vegye föl a besajtolt olaj mennyiségét. Hideg és nem elég száraz fába csak nagy és hosszantartó nyomással lehet az olajat besajtolni. Teljesen száraz fa azonban szintén nem szükséges, mert igen sok olajat vesz föl.

A kátrányolajjal való telítés különösen a bükkfának felel meg, míg a gesztes fák nehezebben telíthetők vele. A bükkfa egész tömegében telítődik, a tölgyfánál, valamint az erdei- és vörösfenyőnél ellenben a telítés csak a szijácsra szorítkozik, s luc- és jegenyefenyőnél még ez is igen hiányos.

Berdenich és Haltenberger szabadalmazott eljárása, amely különösen vezetékoszlopokra vonatkozik, ennek a bajnak azzal veszi elejét, hogy a vezetékoszlopok földbe kerülő részt e célra való géppel egész területén átszurkálják, hogy ezeken a finom nyílásokon keresztül több olaj jusson az oszlop végébe, amely leginkább van a korhadásnak alávetve. Az oszlop egyéb részét ellenben inkább csak a felszínen telítik.

A Bethell-féle eljárás a fát igen jól konzerválja, de drága. A kátrányolajjal impregnált fa csaknem teljesen vízáthatatlan és ki nem lúgozható, de nagyon gyúlékony, kellemetlen szagú és színe teljesen megváltozik. Az eljárást az angol, francia és porosz vasutak egy része alkalmazza talpfatelésre, úgy, hogy bükkfatalpfába 20-30 kg vagy m³-enkint 220-250 kg olajat sajtolnak. Ezzel kapcsolatban a bükk talpfák tartóssága, amely különben csak 2-3 évre tehető, 20-30 évre, a tölgyfáé ellenben, amely impregnálás nélkül is 12-14 évig eltart, csak 18-20 évre emelkedik.

(A Blythe-féle eljárásnál a fa gőzölésére kreozottartalmú gőzt, az ezt követő telítésre pedig kreozottartalmú kátrányolajat használtak. Az eljárás azonban, amelyet a 80-as években próbáltak ki, be nem vált.

Paradis ezredes a túlhevített olajat szintén gőz alakjában akarta a fába juttatni, eljárása azonban nem sikerült. A fa belsejét ugyanis nem lehet annyira fölmelegíteni, hogy a kreozot- és karbolgőzök beléhatolhassanak, hanem kondenzálódnak s az utánuk jövő gőz útját elzárják. A déli vasút az eljárást kipróbálta, de csakhamar abbahagyta.

Ugyancsak Paradis módszere szerint megy végbe a fának un. mumifikálása, mely a fát telítés útján egészen kompakt testté változtatja át. Magyar mérnök és építész-egylet közlönye, 1900.I.14.1.)

A Rütgers által tökéletesbített Ott-féle eljárás (Magy.mérnök és építész-egylet közlönye, 1909.211.1.; Vasúti és hajózási közlöny, 1908.52.1.), mely a már leírt Ott-féle rendszert pneumatikus eljárással kapcsolja össze, abban tér el a Bethell-félétől, hogy nemcsak száraz, hanem nedves bükkfa telítésére is alkalmas. A bükkfát ennél fogva meg lehet védeni a fülledéstől.

Az eljárás, mely a 90-es években jött használatba, annyiban tér el a régitől, hogy a fát magában a telítő kazánban először 110-005 C fokú forró olajban mindaddig főzik, míg a benne

levő víz mind elpárolgott, azután pedig az olajat leeresztve, a fában visszamaradt gőzöket erős vákuum mellett kiszivattyúzzák s végül a kazánt ismét hideg olajjal megtöltve, azt 8-10 atm. nyomással a fába sajtoltják. Ezt addig folytatják, míg az olaj a fát egészen átítatta. A telítőszer itt is a kőszén lepárlásánál nyert nehéz kátrányolaj, amely 10 % karbolsavat és azonkívül naftalint is tartalmaz. (A püspökladányi telítőtelen a luc- és jegenyefenyő telítésére használt kőszénkátrányolaj összetétele a következő: legalább 8 % kátránysav /fenol, krezol stb./ 10-12 % naftalin, 5-6 % bitumen, legfőljebb 2 % víz, 30-35 % nehéz olaj, /antracén stb./ amely 300 oC-ig desztillálódik, 10-15 % könnyebb olaj, mely a desztillálásnál már 200 oC-nál átmegy. Az olajnak mintegy 30 %-a 260-300 oC között desztillálódik, 38 oC-nál az olaj már teljesen folyós és 35oC-ig lehűtve, még nem ad üledéket /Vegyészeti lapok, 1907. július./)

A régi és az új Ott-féle eljárás között, amelyet Rütgers-féle eljárásnak is neveznek, az a különbség, hogy a régi eljárásnál a levegő a sejtekből csak kis mennyiségben távozik el s az olajat a vízgőz kondenzálódása folytán létrejövő vákuum szívja föl. A javított eljárásnál ellenben a pórusokban levő levegőt vákuummal kiszivattyúzzák és az olajat 8-10 atm. nyomással sajtoltják a fába.

A telítés ideje 8-10 óra, ami az eljárást költségessé teszi, a költség azonban természetesen vagy mesterségesen kiszárított fa alkalmazásával csökkenthető. Száraz fa telítésére azonban a Bethell-féle eljárás alkalmasabb s egyúttal olcsóbb is, mint a Rütgers-féle.

A m.kir. államvasutak ezt az eljárást nem száraz bükkfa telítésére ma is használják, mert a forró olajban való főzésnél a fa nemcsak teljesen kiszárad, hanem kátrányolajjal tökéletesen telítődik is. Emellett az eljárás mellett egy 2,70 m hosszú bükk talpfa átlag 30, a 2,5 m-es 25, a 2,20 m-es 20, a tölgytalpfa ellenben csak 8-10 kg kátrányolajat vesz föl. Az olaj nem lúgozódik ki a fából s megakadályozza a víz és a gombák behatolását.

Az 1895. évi londoni nemzetközi kongresszus megállapította, hogy bükk talpfáknak kátrányolajjal való telítése az eddig ismert telítő eljárások között tartósság tekintetében a legjobb s manapság a legtökéletesebb. Az eljárás azonban a drága kátrányolaj mellett valamennyinél drágább.

A kátrányolajjal való telítést olcsóbbá teszik az által, hogy a kátrányolajat olcsóbb ásványolajjal keverik. A m.kir. államvasutak 1898-tól 1912-ig kőszénkátrányolaj helyett olyan keveréket használtak, amely neutrális ásványolajból (kék vagy zöldolaj, gázolaj) és bükkfa- vagy kőszénkátrányolajból állott, úgy, hogy 27 kg ásványolajra csak 3 kg bükkfakátrányolajat vagy 25 kg ásványolajra 5 kg kőszénkátrányolajat vettek. A bükkfa-kátrányolajat, amely 30-70 % kreozotot tartalmaz, a bükkfa száraz desztillációjánál melléktermény gyanánt nyerik és a kékolajhoz annyit kevertek belőle, hogy a keverék 2-3 % kreozotot vagy karbolsavat tartalmazott. Ezt az olajkeveréket külön készülékben forralták s fölmelegítése után szivattyúval szorították a kazánba. 1912-ben azonban a tiszta kátrányolaj használatára tértek át, miáltal a telítés jósága még inkább emelkedett.

(Kőszénből előállított kátrányolaj helyett külföldön egyebek között a petroleum desztillálásánál visszamaradt aszfalttartalmú maszutot, a barnaszén desztillációjánál nyert

kátrány feldolgozásánál keletkező gázolajat, illetőleg barnaszén-kátrányolajat használnak, amelyek kreozotot és karbolsavat tartalmaznak, Németországban pedig újabban az ún. crescophenollal, vagyis olyan antracénolajjal telítik a fát, amely 10-15 % vízben és olajban oldható kreozol és fenolt tartalmaz és csak magas hőfokon gyullad meg.)

A kátrányolajjal való telítésnél, hogy a telítés költségeit csökkentsék, újabban az ún. takarékosági eljárás lépett életbe, melynél csak a fasejtek falai telítődnek, a sejtüregek ellenben üresen maradnak. Ide tartozik a Rütgers-, a Rüpíng- és a Chateau-Merklen-féle eljárás.

A Rütgers-féle kompressziós eljárásnál (Magyar mérnök- és építész-egylet közlönye, 1914.II.95.I.) kevesebb olajat nyomnak a fába, mint a mennyit fölvehet, pl. egy talpfába 30 kg helyett 15 kg-ot. Ez az olaj a talpfa külsejét teljesen megitatja, belsejét ellenben nem. Ha azonban a telítő kazánba az olaj leeresztése után levegőt nyomnak, tartós nyomás hatása alatt a sejteket megtöltő olaj azokból részben kinyomódik és a belső, még telítetlen részeket telíti. Az olajnak azonban melegnek kell lennie, mert különben megsűrűsödik.

Heise nem levegő-, hanem gőznyomással dolgozik, egyébként azonban eljárása megegyezik a Rütgers-félével. A Rüpíng-féle eljárás, amelyet a szabadalom tulajdonosa után Hülsberg-féle eljárásnak is neveznek, hazánkban 1902-ben, a porosz-hesszeni és német birodalmi vasúton pedig 1903-ban került használatba. Ennél az eljárásnál, ellentétben az eddigiekkel, a telítés kezdetén nem vákuumot létesítenek, hogy a levegő a pórusokból eltávozzék, hanem ellenkezőleg először fél óra hosszat 2-3 atm. nyomással levegőt s azután a nélkül, hogy ez a nyomás megszűnnék, 2-3 órán át 7-8 atm. nyomással a rendes módon olajat nyomnak a fába. Egy bükk talpfára 15-16, egy tölgy talpfára 6-7 kg olajat vesznek. Az olaj leeresztése után a kazánban fél óráig tartó vákuumot létesítenek, amelynek következtében a sejtekbe nyomott levegő kitágul és az olajat a sejtüregekből kiszorítja, anélkül, hogy a sejtfalak telítése kárt szenvedne.

(A porosz vasutaknál a levegő- és az olajnyomást megismétlik, vagyis az első vákuum után ismét 15 percen át levegőt s erre egy óra hosszat olajat nyomnak a fába s végül ugyanolyan vákuumot létesítenek, mint előbb. Az eljárás rossz oldala az, hogy igen sokáig, 7-8 óráig tart, míg a Bethell-féle eljárással a fa 3-4 óra alatt telíthető.)

A Chateau- és Merklen-féle eljárásnál, melyet a francia vasutakon próbáltak ki, a fát először gőzölik, hogy egész tömegében egyenletes nedvességű legyen és fölmelegedjék, azután vákuumot létesítenek, hogy a fölösleges víz a fából eltávolodjék. Erre újabb gőzölés és vákuumozás után a rendes módon olajat nyomnak a fába s az olaj leeresztése után a kazánban gőz bebocsátásával 135 oC-u hőmérsékletet hoznak létre, hogy a fa fölmelegedjék s a forró olaj jól beléje hatoljon. Az olajban való megtakarítást az által érik el, hogy az egész tömegében egyenletes nedvességű fa sokkal kevesebb olajat vesz föl, mint az egészen száraz fa.

A takarékosági eljárásokhoz tartozik végre a Rütgers-féle vegyes eljárás, melynél cinkkloridot és kátrányolajat vegyesen használnak, vagyis a drága kátrányolaj egy részét az olcsó cinkkloriddal helyettesítik. A levegőn kiszáritott talpfákat a telítő kazánba tolva, először 12 kg 2 %-os meleg cinkkloridot nyomnak 2-3 atm nyomással egy-egy bükktalpfába. Ezután a

cinkkloridot lebecsátva, a kazánt kátrányolajjal töltik meg s ebből 7-8 atm. nyomással 13-14 kg-ot sajtolnak egy-egy talpfába. Ilyen módon a belső részeket az olcsó cinkklorid, a külső és gyorsabban korhadó részeket pedig a ki nem lúgozható kátrányolaj hatja át. Ezt az eljárást 1906 óta az osztrák államvasút és a déli vasút, valamint erdeifenyő talpfák telítésére a német vasutak is alkalmazzák.

Cinkklorid helyett újabban fluornátriumot, savanyú cinkfluoridot ($Zn F_2 + 2Hf$), bellitet (fluornátrium és 10 % dinitrophenolanilin keveréke) stb. is használnak.)

5. Az újabb telítő eljárások célja különböző. Egyesek arra törekszenek, hogy a drága kátrányolaj helyett olyan fém sókat hozzanak használatba, melyeket a víz ki nem lúgozhat s melyek a fa tűzbiztosságát nem csökkentik, hanem inkább növelik, mások ellenben arra, hogy a faanyagot a telítőszerrel való kezelés által anyagában, vagyis kémiaiilag megváltoztassák. Az előbbiekhöz tartozik a Wiese-, a Hoettger- és a Lorenz-Rusnow-féle, az utóbbiakhoz a Haselmann-, a Wolman- és részben a Büchner-féle eljárás.

A Wiese- és a Hoettger-féle eljárásnál (Deutsche Bauzeitung, 1901.20.sz. Essener Glückauf, 1906. 17.sz. Bányászati és Kohászati Lapok, 1907.3.sz.) cinkklorid helyett β -naptanol-szulforsavas cinknek vagy magnéziumnak, illetőleg a nátrium és cink kovasavas sóinak forró oldatát használják, amely kihüléskor kristályos sók alakjában rakódik le a fa pórusaiban és közönséges hőmérsékletnél csak igen nehezen oldódik. A sókat vagy hígított, vagy – kisebb mennyiségben – telített oldatok alakjában juttatják a fába, mégpedig vagy a Rütgers- vagy a Rűping-féle eljárás szerint. A sók a farost-anyaggal szemben teljesen közömbösek, a fa sterilizálását tökéletesen elvégzik és e mellett még tűzbiztosságát is növelik.

Az eljárás olcsó s egyebek között bányafa telítésére is alkalmas, mert telítőszerre még nagyon vizes bányákban sem lúgozódik ki egykönnyen a fából.

(Bányafa telítésére a drága kátrányolajat nem használják, mert a bányaaécsolat tartóssága csak 5-6 évre terjed s ily rövid időre drága telítő eljárás nem alkalmas. Bányafa telítésére különben a kátrányolaj azért sem használható, mert a fa gyúlékonyságát és a bányatűzek veszedelmét növeli s mert átható szaga a bányák üregeit annyira átjárja, hogy még az égő fa szagát is elnyomja és a bányatűznek idejekorán való fölismerését megnehezíti. Bányafa telítésére ennél fogva csak oly eljárások alkalmasak, amelyek nemcsak a fa tartósságát, de tűzbiztosságát is növelik. Ilyenek a Wiese-, a Hoettger, a Hasselmann- és a Wolman-féle eljárások.)

A Lorenz-Rusnow-féle eljárás, (Zentralblatt für das gesammte Forstwesen, 1909. augusztus-szeptemberi füzet.), melynél a bükkfa telítésére arzénsavas rézoxidot használnak, ennek a sónak vízben való oldhatatlanságán alapszik. 2,5 kg rézgálicból, 7,5 kg ammoniákoldatból, amely 25 % NH_3 -at tartalmaz, és a megfelelő vízmennyiségből 100 liter oldatot készítenek. Ugyancsak 1 kg arzénsavat 2,5 kg ugyanolyan ammoniákoldattal és a megfelelő vízzel szintén 100 literre hígítanak. Ezt a két oldatot összeöntik és leszűrik, hogy a szalmiák által a kút vízből kicsapott anyagokat és a képződő kevés rézkarbonátot eltávolítsák. A szűrt, szép sötétkék színű, tiszta folyadék az arzénsavas rézoxid oldata, amellyel a telítést a szokott módon, ti. avakválás és a telítőfolyadéknek ezt követő besajtolása által hajtják végre. A telítőszer, amelyet a fa igen

könnyen vesz be, a fát igen jól átjárja. A gyorsan illó ammoniák azután csakhamar elpárolog, s a fában visszamarad az oldhatatlan arzénsavas rézoxid, mely a bükkfát előbb kékes-, utóbb szürkészöld-színűre festi. Az eljárás megfelel mind az olcsóság, mind a kimoszhatatlanság követelményeinek.

Charilschkoff a naftasavak rézsóit használja telítőszerül, amelyek erős antiszeptikus hatásuk. A Hasselmann-féle eljárás (Zentralblatt für das gesammte Forstwesen, 1899. decemberi füzet., Erdészeti Lapok, 1900.III.IV.) kémiai vegyületet alkot és a fanedvet is megváltoztatja. Az eljárás a következő: A fát kengyelkocsikra rakva, sín pályán a fojtóan záró vaskazánba tolják s ott először kénsavas alumíniumföld és réztartalmú vasgálic 1:30 sűrűségű és 120-125 oC-ra fölmelegített oldatában 2,5 atm. nyomással 3 óráig főzik. Ez a nyomás és hőmérséklet nemcsak a gomba micéliumait öli el, hanem a telítést a fa belsejében is érvényre juttatja. A kazánból kihúzott fát ezután másodszer is főzésnek vetik alá, a melyhez 1:50 sűrűségű klórmész és 1:40 sűrűségű mézstejet vesznek. Ezzel a második főzéssel azt akarják elérni, hogy a fa keménysége nagyobbodjék s szárazon maradása még nedves helyen is biztosítva legyen. A telítésre a száraz és nedves fa egyaránt alkalmas, legjobb azonban a frissen vágott fa.

(Az eljárás valamivel drágább, mint cinkklorid, de olcsóbb, mint kátrányolaj használatánál. Jegenye- és lucfenyő így telítve, nagy keménységet nyer s megközelíti a tölgyfát. A rugalmasságot, a húzó- és hajlító-szilárdságot az eljárás nem érinti, a nyomószilárdságot ellenben tetemesen növeli, a fa gyúlékonyságát pedig csökkenti. Az eljárást használják egyebek között bányafa telítésére is, mert a nedvességnek és a gombáknak kitűnően áll ellen s a tüzet nem vezeti.)

A Wolman-féle eljárás (O.Putz, Die Impregnung des Grubenholzes etc.Kattovitz O.S.1908.) nem egyéb, mint javított Hasselmann féle eljárás. Telítőszer vasgálic, fluornátrium és ecetsavas ammonium 6 %-os oldata, melyet a telítő kazánban gőzzel 102 oC-ra fölmelegítenek. Ennél a hőmérsékletnél a fehérje már megalszik. A fát kengyelkocsikon a telítőkazánba betolva, ott először 65-70 cm-nyi vákuumot létesítenek, azután pedig a telítőlúgot eresztik be, fölforralják és 4 atm. nyomással a fába beszorítják, ami körülbelül 2 óráig tart. Ezzel a telítés, ami összesen 5-6 órát vesz igénybe, be van fejezve.

(Az eljárás olcsó, a használt szer erősen antiszeptikus és forráspontjára fölmelegítve, a faanyagot kémiai vegyületet alkot. A telítőszer a fa jól veszi be s m³-enkint átlag 180 kg-ot fogyaszt belőle. Az eljárás a fa teherbírását nem befolyásolja, a fejlődött ammoniumsulfát ellenben a fa tűzállóságát növeli. Használják különösen bányafa telítésére.)

A Büchner-féle eljárás (Magyar mérnök- és építész-egylet közlönye, 1909.44.1.) a krómoxidsók konzerváló hatásán alapszik. Ezeknek a sóknak nemcsak antiszeptikus, hanem keményítő és cserző hatásuk is van, elsősorban a cellulózra és ligninre, másodsorban a nedvalkotórészekre (fehérje, keményítő, gumi stb.) melyek a fa pusztulását megindítják. A krómoxidsók ezekkel az anyagokkal oldhatatlan vegyületeket alkotnak és a fát olyan állapotba helyezik, hogy a gombák és baktériumok cellulózoldó váladékainak ellenállhasson. A szárított krómsókkal telített fa továbbá tömött, szilárd és kemény s aránylag nehezen ég el. A víz a

krómsóknak csak azt a csekély részét lúgozza ki, amelyet a cellulóz a lignin és a nedvalkotórészek le nem kötöttek. Az eljárás olcsó, minden fanemre alkalmazható, de különösen a bükkfa, erdei- és lucfenyő telítésére alkalmas.

(Végül még megemlítjük, hogy a m.kir. államvasutaknak Nagyenyeden, Mezőtelegden, Perecsenyben, (Ung-megye), Sofronyán (Arad mellett), Nagyváradon, Novskán és Rajcon, az Erdélyi Erdőipar r.t-nak Gyulafalván, a Kassa-Oderbergi vasutnak Aboson, az Arad-Csanádi Egyesült Vasutaknak Gurahoncon, Rüttgers Guidó bécsi cégnek Budapesten, a m.kir. posta és táviró-igazgatóságnak Püspökladányban van saját telítőtelepe: az utóbbi a legnagyobbak közé tartozik s táviró- és telefonoszlopok telítésére van berendezve. (Lásd Haltenberger Samu, a püspökladányi fatelítőtelep. Építő Ipar 1908.)

6.5. A vulkanizálás

A különféle telítő eljárásokkal elért jó eredmények dacára a tudomány újabb s tökéletesebb módszereket keres, melyek a fa tartósságának növelésére alkalmasak. Ezek a törekvések hozták létre azokat a telítő-eljárásokat (a Hasselmann- és a Wolman-féle) is, melyek a fa nedvét kémiai úton akarják megváltoztatni.

Halskin S. F. Észak-Amerikában lombos fanemek (vasúti talpfák stb.) konzerválására oly eljárást alkalmaz, mely a fának szétbontásán alapszik s amelyet vulkanizálásnak neveztek el. Az eljárás szerint a fát előbb kiszárítják, anélkül, hogy kilúgoznák. A föltaláló tapasztalatai szerint ugyanis éppen a fa nedvének alkotórészei azok, amelyekből szétbontás által a legtöbb konzerváló anyag nyerhető. Az előkészített fát 40 m hosszú és 4 m átmérőjű vaskazánba teszik, amelynek mindkét vége léghíjasan elzárható. A kazánba zárt fát először fűtőcsövek segítségével kiszárítják, illetőleg fölmelegítik, azután pedig nyolc órán keresztül 200 oC hőmérséklet hatása alatt pörkölik, pirítják s hogy a fa meg ne gyulladjon, a levegőt erős körforgásban tartják. A nagy hőfok hatása alatt, mely a fában megtelepedett minden élőlényt elpusztít, a fanedv bomlásnak indul s körülbelül olyan folyamat jön létre, mint a retortákban való szenítéskor vagy a fa megszenesítésekor. A fanedvből ugyanis kreozotttartalmú vegyületek keletkeznek, melyek a fát teljesen átjárják és átítatják s melyeknek fakonzerváló hatása már ismeretes. Megjegyzendő, hogy az alkalmazott hőfok különböző s esetleg 200 oC-nál kisebb is lehet. Azt, hogy az a magas hőfok a fa tartósságára káros befolyást gyakorolna, a tapasztalat nem igazolta.

(Az eljárás gyors és olcsó. A Rüttgers-cég azonban több kísérlettel beigazolta, hogy a fanedvek, amelyek 149 oC-nál fölbomlanak, 204 oC-nál és 14 atm. túlnyomásnál csak részben alakulnak át. A legtöbbször, főképpen vasúti talpfáknál, a fa belsejében a szükséges 149 oC-ot létrehozni nem lehetett, mert a farostok rossz hővezető képessége azt megakadályozza. Az átalakulás ennél fogva csak a fa külső felszínén mehet végbe.

6.6. A szenilizálás. (Erd.Lapok. 1901.V.sz.)

A szenilizálás célja szintén a fa tartósságának növelése, a fa öregbítése. A szenilizált fa, amely rövid kezelés által oly állapotba jut, mintha 15-20 évig a levegőn állott volna, a hőmérséklet és a levegőnedvesség ingadozásait minden hiba nélkül kiállja.

1895-ben Nodon és Bretonneau kísérleteket tettek avégből, hogy a fanedvet, mely a fa romlásának fő okozója, egyszerű áztatással, illetőleg fürdővel a fából eltávolítsák és a faanyagot kedvező módon

megváltoztassák. E célból szappan- és timsó-fürdőt alkalmaztak. A szappanfürdő főadata volt, hogy a nedvet a fából kiűzze, a timsó-fürdőnek pedig az, hogy a szappanfürdő kémiai részit szappan alakjában a farostokhoz kösse. Az eljárás azonban, mint minden áztatásé, csak vékony fánál vált be, vastagabb fánál ellenben csak a felszint telítette.

Mivel az eljárás sikertelen volt, Nodon az elektromossághoz folyamodott. A fát és a sóoldatot egy fakádba tette, úgy, hogy a fölülfekvő darabok kissé kiálljanak az oldatból. A fa felszínére azután likacsosfenekű rámat fektetett., melyben az elektróda van elhelyezve, mely a villamos áramot megindítja és működésben tartja. A kádak 30 m hosszúak, 15 m szélesek és 1,60 m magasak. A szenilizálásra 20 %-os magnéziumsulfát – (keserűsítő) oldatot használnak, amelynek hőmérséklete 20 oC. A villamos áram 100 Volt feszültségű, mennyisége pedig 10-15 ampere. A kezelés tartama 3-4 óra. A fa 40-80 cm magasan van a kádba berakva s lehet akár gömbölyűfa, akár gerenda, vagy deszka. A szenilizálás azonban rönköknél az erdőben, fakád nélkül is végezhető, közönséges hőmérsékletnél. Ekkor a rönköt vízszintesen elhelyezve, annak egyik homloklapjához vastag, vízmentes vászonzsákot szorítanak, mely a fakádat és az alsó elektródát helyettesíti s az egyik elektródát alkotó ólomlemez és a fürdőoldatot tartalmazza. A rönkő másik homloklapjára hasonló zsákot illesztnek, melyben azonban csak ólomlemez és víz van. A villamos áramot megindítva, az az előbbi módon működik.

A szenilizált fát azonnal fölvtágnak. Midőn a fa annyira megszikkadt, hogy nedvességének mintegy fele részé elpárologott, szárítókamarába kerül, ahol 3-6 héten át 25-35 oC hőmérsékletű állandó levegő áramlatnak teszik ki. Szélnek kitett helyen és száraz időben a fa 3-4 hónap alatt a szabad levegőn is kiszárad.

A szenilizálás a fában többféle változást hoz létre. A sóoldat egy része elektrokapilláris úton a fának fanedvtől többé-kevésbé mentes sejtjeibe hatol s az elektromos áram behatása alatt a fa testében ozmotikus csere jön létre közte és a fanedvben levő organikus sók között. Az elektrotikus hatás a farostra közvetlenül hat, növeli annak szívósságát, s a fában új és állandó ásványi alkotórészeket hoz létre, melyek a korhadásnak ellenállanak. Az elektromos áram és a fürdőoldat sói a fán megtelepedett gombacsírákat megölik s a fában képződött, antiszeptikus anyagok a csírák utólagos megtelepedését és a rovarrágást is megakadályozzák. Ezeknek a változásoknak gyakorlati eredménye pedig, hogy a fa gyorsabban szárad, a farost szívóssága növekszik, a fa csengő hangot kap, keménysége nagyobbodik, gyúlékonysága ellenben csökken, s ami a fő, a fa nagyobb ellenálló képességgel bír a gombák és rovarokkal, a nedvesség és a hőmérséklet változásaival s ezzel a korhadással szemben.

Ilyen szenilizáló telep Páris közelében, Abervilliersben található.

A fa mesterséges öregbítéséhez ammoniákat is használnak, mellyel a fát füstölik. A füstölés azonban csak 2-3 mm mélységig hatol a fába s azért kész bútorokat szokás ily módon füstölni. Wislicenus H. újabb eljárása azonban lehetségessé teszi, hogy a fa rövid idő alatt egész vastagságában átfüstölődjék s halványbarnás szürke színt kapjon. E célból a fát 50 cm mély gödrökbe eszik, amelyeknek feneke vízátthatatlan, azokban a kezelendő deszkákat és pallókat egymáshoz közel élükre állítják s állásukban ékekkel biztosítják. A berakott fát kevés humuszt tartalmazó, laza, jól átocsátó földdel, kőszénalakkal, vagy hamuval betakarva, melyhez 1-2 % őrlött mészkövet és ammoniáksót kevernek, a földet rendes öntözéssel, vagy gőz rávezetésével állandóan nedvesen tartják. Az e közbe fejlődő ammoniákgáz elillanását úgy akadályozzák meg, hogy a gödröt zsákokkal befödik. Ez az eljárás a

„Prometheus” szerint jól válik be a tölgy-, bükk-, nyír-, égerfánál, valamint Pitschpine-, luc-, vörös- és erdeifenyőnél is.

12. fejezet - Fa- és faalapú anyagok ismertetése és azok építőipari felhasználása

Tartalom

1.

2. Természetes faanyag

2.1. A természetes faanyag formája

2.2. A természetes faanyag tulajdonságai

3. Modifikált faanyag

4. Ragasztott faanyag

4.1. Hossztoldott fűrészáru

4.2. Tömörfa lemezek

4.3. Rétegelt-ragasztott és tömbösített alapanyag

4.4. Két- és háromrétegű ragasztott alapanyag (duo- és triobalken)

4.5. Beforgatott szelvényű tartók (kreuzbalken)

5. Faalapú kompozit lemezek

5.1. Farostlemez

5.2. Forgácslap

5.3. Rétegelt lemez

5.4. OSB

5.5. MFP lemez

5.6. Gipszrost lemez

5.7. Cementkötésű faforgácslapok

5.8. Heraklith lemezek

5.9. Egyéb kompozit lemezek

6. Kompozit gerendák

6.1. LVL

6.2. LSL

6.3. PSL (Parallam)

6.4. Egyéb kompozit gerendaféleségek

1.

Térségünkben a faanyag építőipari felhasználása a XX. század nagy részében igen kevésbé volt jellemző. Ez részben az alapanyag relatív szűkösségének, a kevés erdőnek volt köszönhető, másrészt pedig a politikai-gazdasági törekvések sem bátorították a fa építőipari hasznosítását, eltekintve a nyaralók, alárendelt épületek esetében. Ennek köszönhetően a fa illetően felhasználásával kapcsolatos ismeretek feledésbe merültek, és a fát sokáig mint másodrendű, gyengébb építőanyagot tartották számon. Az utóbbi években a faépítészet reneszánszát éli. A könnyűszerkezetes és egyéb fából készült házak részaránya lassan de folyamatosan növekszik az építőiparban. Sajnálatos módon azonban a piacon sok olyan cég is jelen van, akik nem igazán értenek ehhez a szakmához, illetve úgy gondolják, hogy ehhez nem is kell érteni. Ez egy sajnálatos tévedés: a faanyag számos előnyös tulajdonságát csak akkor tudjuk megfelelően érvényre juttatni, ha tisztában vagyunk annak alapvető tulajdonságaival, felhasználásának szabályaival. A faanyag és fa alapú építőanyagok tulajdonságai nagy mértékben megszabják az építési technológiát, az alkalmazási területeket és szabályokat. Ennek a fejezetnek a célja, hogy röviden összefoglalja a fa- és fahelyettesítő anyagok azon tulajdonságait, amelyek az

építészetben fontosak lehetnek. Nem térünk ki itt a faanyag kémiai összetételére és anatómiai felépítésére, esztétikai és egyéb, kevésbé releváns tulajdonságaira. Ezeket az ismereteket a faanyagismeret könyvek (pl. Molnár 1999, 2000, stb.) bővésen terjedelemben tartalmazzák. Terjedelmi okok miatt az egyes fafajok részletes ismertetésétől szintén eltekintünk, ez megtalálható a Faipari Kézikönyv első kötetében (Molnár 2000) illetve a Magyarországi ipari fái c. munkában (Molnár és Bariska 2002).

A fa- és faalapú anyagokat az alábbi bontásban fogjuk tárgyalni:

1. Természetes (tömör) faanyag
2. Modifikált faanyag
3. Ragasztott faanyag
4. Faalapú kompozit lemezek
5. Faalapú kompozit gerendák

2. Természetes faanyag

2.1. A természetes faanyag formája

A természetes faanyag a gyakorlatban általában az alábbi formákban áll rendelkezésre:

1. Kérgezetlen hengeres anyag
2. Kérgezett hengeres anyag
3. Fűrészárúk

A hengeres anyagot az építőiparban nagyon ritkán használják fel kérgezés nélkül, mivel a farontó rovarok előszeretettel telepednek meg a kéreg alatt, és mivel a kéreg sok esetben a faanyag száradása folyamán úgylis meglazul, lehámlik a felületről. A kérgezetlen anyagot esetenként bányászati célokra (bányadorong, bányaféldorong, pillérfa) szokták alkalmazni.

Kérgezett hengeres anyagot több területen is lehet alkalmazni. Egyrészt a boronafalás épületek esetében jellemző az alkalmazása, amikor a rönköket közvetlenül kérgezett formában használják, vagy szabályos kör keresztmetszetűre munkálják le, és ebből alakítják ki később a falszerkezetet. A hengeres anyag másik felhasználási területe lehet a kültéri létesítmények (fahidak, támfalak, zajvédő falak, stb.) kialakítása, valamint a nagy fesztávolságú rácsos tartók gyártása. A faanyagot az építészetben leggyakrabban különböző fűrészárúk formájában használjuk fel. A fűrészáru beszerzésekor érdemes ismerni az egyes fűrészáru féleségek (ún. választékok) definícióját, a félreértések elkerülése érdekében. Ez némileg eltérő a fenyő és a lombos fűrészáru esetében (Hargitai 2003).

A fenyő fűrészáru tipikusan szélezett formában szokott rendelkezésre állni, de előfordul szélezetlen formában is. Az egyes választékokat az 1. táblázat mutatja be.

A méretekkel kapcsolatos legfontosabb tudnivalók:

1. Hosszúság: általában 25 cm-es fokozatokban van megadva. 0,5-1 m között extra rövid, 1–3 m között rövid, 3 m felett pedig normál árurol beszélünk. A 6 m-esnél hosszabb anyag ritka, és csak jelentős felárral szerezhető be.

2. Szélesség: általában 1 cm-es fokozatokban adják meg. 160 mm alatt keskeny, a fölött normál árurol beszélünk.

3. Vastagság: a közelmúltban még az angol mértékegység rendszer használata volt a jellemző (collos, $\frac{3}{4}$ collos anyag, stb.), újabban itt is mm-ben vagy cm-ben adják meg a méreteket.

Lombos fűrészárut leggyakrabban szélezetlen formában lehet beszerezni. Az egyes választékok hasonlóak a fenyő fűrészáruhoz, illetve attól csak kis mértékben térnek el (ld. 2. táblázat). A lombos fűrészáru hossz méretét 10 cm-es lépésekben szokták megadni.

1. táblázat – A fenyő fűrészárúk méretei (Hargitai 2003)

A fűrészáru megnevezése	Hosszúság, m	Szélesség, mm	Vastagság, mm
Gerenda	3,00–6,50	100–300	100–300
Pálló	1,00–6,50	80–320	44–80
Zárléc	1,00–6,50	44–160	44–80
Deszka	1,00–6,50	75–320	16–40
Léc	1,00–6,50	16–75	16–40
Tetőléc	1,00–6,00	50	25 vagy 35

2. táblázat – A lombos fűrészárúk méretei (Hargitai 2003)

A fűrészáru megnevezése	Hosszúság, m	Szélesség, mm	Vastagság, mm
Gerenda	2,50–6,00	100–300	100–300
Pálló	0,50–6,00	Szélezett: min. 70 Szélezetlen: min. 80	45–100
Zárléc	0,50–6,00	48–98	48–98
Deszka	0,50–6,00	Szélezett: min. 60 Szélezetlen: min. 80	19–40
Léc	1,00–6,00	19–80	19–40
Bütorléc	0,50–2,00	19–130	19–50

1. és 2. táblázat

2.2. A természetes faanyag tulajdonságai

Az építőipar szempontjából az alábbi faanyagtulajdonságokat tekinthetjük a legfontosabbnak:

1. Fafaj
2. Mechanikai tulajdonságok
3. Sűrűség
4. Nedvességtartalom
5. Zsugorodás és dagadás
6. Hőtágulás
7. Tartósság

8. Égési sajátosságok

9. Épületfizikai tulajdonságok A fenti tulajdonságok természetesen egymással is szoros összefüggésben állnak. Az alábbiakban részletesen ismertetjük az egyes tulajdonságokat.

2.2.1.

Szerkezeti célú felhasználásra tulajdonképpen minden fafaj alkalmas, de egyes fajok szilárdsága olyan alacsony, hogy ezeket csak igen nagy keresztmetszetben lehetne szerkezeti célra hasznosítani, ami gazdaságossági szempontból sem előnyös, és sok esetben a szerkezet méretei szempontjából sem megengedhető. Az északi államokban szinte kizárólag fenyőféléket szoktak alkalmazni, de Európa délebbi területein (Németország, Ausztria, Svájc, Magyarország) nem ritka a keménylombos fafajok használata sem. Tekintve, hogy Magyarország erdeinek 85 %-a lombos, ezen fafajok hazánkban különösen fontosak. Magyarországon jelenleg az alábbi fafajokat szokták alkalmasnak tekinteni:

1. A fenyők közül: jegenye, duglász, erdei (fekete) és lucfenyők. A vörösfenyő természetesen szintén alkalmas, de szilárdsága és tartóssága miatt elsősorban speciális célokra szokták használni.

2. A lombos fajok közül elsősorban a nagy szilárdságú és igen tartós tölgy és akác fajok kerülnek szóba. Az alacsonyabb sűrűségű és jóval kevésbé tartós bükk ritkán használatos, nyár és éger pedig csak elvétve szoktak faszervezeti célokra alkalmazni.

2.2.2. Mechanikai sajátosságok

A faanyagot az építészetben többnyire szerkezeti anyagként szokták alkalmazni, azaz a fa teherhordó szerkezeti elemként szokott funkcionálni. Ennek megfelelően a fa mechanikai tulajdonságai fontos szerepet játszanak. A faanyag specifikus szilárdsága (az önsúlyához viszonyított szilárdság kitűnőnek mondható. A sűrűségtől és fafajtól függően a szilárdság értéke 40-130 N/mm² között szokott változni, azonban a faanyag egyik hátránya, hogy mechanikai tulajdonságai nagy szórást mutatnak, ami miatt a tervezési szilárdság értékei igen alacsonyak, és a faszervezetek szükségszerűen sokszor túlméretezettek. A hazai építési gyakorlatban egyelőre inkább a tapasztalati méretek alkalmazása a jellemző, valódi méretezésről, statikai tervezésről ritkán beszélhetünk. Erre a családi házas építkezések szintjén általában nincs is szükség. Nagyobb szerkezetek esetén azonban előfordul a méretezés igénye. Ilyenkor szükség van a tervezési szilárdságok (határfeszültségek) értékeire. Ennek meghatározásához szilárdságilag osztályozott faanyagra van szükség.

Sajnos a hazai fűrészüzemi gyakorlatban jelenleg egyáltalán nem jellemző a szilárdság szerinti osztályozás, de még a kereskedelmi osztályozás is ritkán. A fűrészárut többnyire két kategóriába, „asztalos” és „építő” minőségbe szokták sorolni, melyből az utóbbi a gyengébb. A magyar és európai szabványok viszont lehetőséget adnak különféle osztályozási eljárások alkalmazására, amelyeket az alábbiakban röviden bemutatunk:

1. A vizuális szilárdság szerinti osztályozás követelményeit az MSZ EN 518-as európai szabvány írja le. Ez a szabvány a fafajokat két fő csoportra, lombos (D) és fenyő valamint nyár (C) csoportokra bontja, és ezeken belül határoz meg különböző osztályokat. Az egyes osztályokba sorolás kritériumait nem írja le, mivel minden országnak megvannak a saját

alapanyagai és minősítési gyakorlata, csupán azt határozza meg, hogy az egyes országok osztályozási szabványaiban milyen tulajdonságok alapján történjen a besorolás. Így megmarad minden országnak a sajátos besorolási rendszere, az MSZ EN 1912 szabvány pedig leírja, hogy a különféle nemzeti szabványok szerint osztályozott anyagokat melyik C illetve D kategóriába lehet besorolni. Magyarországon jelenleg nincs az MSZ EN 518-cal harmonizált nemzeti osztályozási szabvány. Jelenleg még érvényben van viszont az MSZ 10144-es osztályozási szabvány, amely részben megfelel az MSZ EN 518 kritériumainak, és később feltehetőleg egy harmonizált osztályozási szabvány alapját is képezheti. Ez a szabvány öt (két fenyő, két keménylombos és egy lágylombos) fafajcsoportba osztja az egyes fajokat, és minden csoporton belül 4 szilárdsági osztályt határoz meg. A 0. szilárdsági kategóriába csak gépi osztályozással lehet besorolni a faanyagot. Az 1-3. kategóriába soroláshoz öt kritériumot (göcsösség, évgűrűszélesség, repedések, ferde rostúság, fagömbösség) kell vizsgálni. Ezen felül a faanyagnak meg kell felelnie a megfelelő kereskedelmi osztály kívánalmainak is. A szabvány minden fafajcsoporthoz és azon belül minden szilárdsági kategóriához rendel határfeszültségi és rugalmassági modulusz értékeket, minden igénybevételi formához.

2. A szilárdsági osztályozás hazai gyakorlatának hiánya miatt a MSZ lehetőséget biztosít arra is, hogy a kereskedelmi osztályozáson átesett fűrészárut közvetlenül szilárdsági kategóriákba soroljuk. A K. és 1. osztályú anyagot a 2. szilárdsági kategóriába, a 2. kereskedelmi osztályút pedig a 3. kategóriába lehet besorolni. Ez természetesen azt jelenti, hogy a fűrészáruk nagy része lényegesen alacsonyabb szilárdsági kategóriába kerül besorolásra, mint amit a szilárdság szerinti osztályozás lehetővé tene, de legalább tervezési értékeket tudunk rendelni az egyes anyagokhoz.

3. Az MSZ EN 338-as szabvány írja le a roncsolásmentes szilárdság szerinti osztályozással kapcsolatos tudnivalókat. Ezzel a módszerrel az MSZ EN 518-nak megfelelő osztályokba lehet besorolni az anyagokat. A besorolás roncsolásmentes módszerekkel mért rugalmassági modulusz és sűrűség alapján történik, melyek jó kapcsolatban állnak a szilárdsági tulajdonságokkal. Ezzel a módszerrel sokkal pontosabban meg lehet becsülni a fűrészáru szilárdságát, mint a vizuális jegyek alapján.

4. A gépi szilárdság szerinti osztályozás a negyedik lehetőség. Számos, különféle alapelveken működő gépi szilárdsági osztályozó berendezést fejlesztettek ki az elmúlt évtizedekben, amelyek nagyon jól tudják becsülni a faanyag szilárdságát, és ez alapján vagy tervezési szilárdsági értékeket szolgáltatának, vagy a szilárdsági kategória megállapításában segítenek. Sajnos ezek a berendezések igen költségesek, és bizonyos kapacitás alatt nem éri meg őket üzemeltetni, ezért Magyarországon jelenleg egy ilyen sem üzemel. Magyarországon jelenleg még nincs elegendő igény a szilárdsági osztályozásra, ezért hazai fűrészüzemekről nem lehet ilyen anyagot beszerezni. Akinek ilyen faanyagra van szüksége, az Ausztriából szerezhet be vizuálisan (S) illetve géppel (MS) osztályozott anyagot, az általuk alkalmazott osztályozási rendszer azonban nem felel meg a hazai szabvány előírásainak. Remélhetőleg a közeljövőben növekedni fog az igény az ilyen faanyag iránt, és ezzel együtt a szilárdsági osztályozás gyakorlata is elterjed hazánkban.

2.2.3. Sűrűség

A sűrűséget hagyományosan mint a faanyag minőségét, szilárdságát leginkább befolyásoló tényezőt szokták számon tartani. Ennek az az oka, hogy a nagyobb sűrűség több sejtfalat (nagyobb effektív keresztmetszetet) jelent, tehát igaz, hogy a magasabb sűrűség általánosságban a szilárdság növekedéséhez vezet. Ezzel együtt a kutatások már régen bebizonyították, hogy egyéb paraméterek (pl. a rugalmassági modulusz) lényegesen szorosabb összefüggésben állnak a szilárdsággal, még hibamentes anyag esetében is. Emellett a nagy sűrűségű göcsök jelenléte, mely lényegesen csökkenti a szilárdságot, a fűrészáru átlagos sűrűségét növeli, ami még inkább rontja a sűrűség és a szilárdság közötti összefüggést. A sűrűség a szilárdság mellett a szerkezet önsúlyát is növeli. A faanyag sűrűségét több tényező is befolyásolja. Ezek közül legfontosabb a fafaj, de hatással van rá a termőhely, a csapadék mennyisége, a hőmérséklet és egyéb tényezők is. Általános szabály, hogy a 400 kg/m³-nél alacsonyabb sűrűségű faanyagok (azaz a nagyon puha fafajok) nem alkalmasak szerkezeti célú felhasználásra.

2.2.4. Nedvességtartalom

A faanyagok nedvességtartalma befolyásolja azok súlyát, mechanikai tulajdonságait (mely a rosttelítettségi határérték alatt a nedvességtartalommal fordítottan arányos), valamint az anyag tartósságát is. Emellett a nedvességtartalom változásai a faanyagok esetében méretmozgásokat (zsugorodást, dagadást, vetemedést) okoznak. Általános szabály, hogy a nedvességtartalmat érdemes a lehető legalacsonyabb szinten tartani, ez azonban a felhasználási területtől függ. Fa épületelemek (falpanelek, fedélszékek, tartók, stb.) gyártásakor az alkatrész nedvességtartalmát célszerű a beépített szerkezet várható egyensúlyi nedvességtartalma alatt 1-2 %-ra beállítani, mivel az építéshelyszínen az anyag általában egyszer-kétszer megázhat, és így az az építkezés befejezésekor éppen az egyensúlyi fanedvességnek megfelelő szintre fog beállni. (Ez azért fontos, mert ha a beépített faanyag nedvességet vesz fel vagy ad le, akkor a mérete változni fog, esetleg vetemedhet is, ami a kész szerkezet szempontjából mindenképpen kedvezőtlen.) A különböző felhasználási területen uralkodó egyensúlyi nedv. tartalom értékek a következők (Wittmann 2000):

1. fűtött zárt helyiségben: 9 ←3%
2. fűtetlen zárt helyiségben: 12 ←3%
3. fedett, nyitott környezetben: 15 ←3%
4. szabad téren: 18 % felett
5. talajban, víz alatt: a rosttelítettségi határérték (30%) felett.

2.2.5. Zsugorodás, dagadás, vetemedés

A nedvességtartalom változásai következtében a faanyag mérete megváltozik (vízfelvételkor dagad, leadáskor zsugorodik), 0 és 30 %-os nedvességtartalom között. A zsugorodás/dagadás mértéke rostirányban minimális, a másik két irányban (különösen tangenciálisan) azonban számottevő. Ezt különösen fontos figyelembe venni ragasztott termékek gyártásakor (pl. az évgyűrűállítás helyes megválasztása táblásított termékeknél, illetve feszültségmentesítő horony RR tartóknál – ezekről bővebben majd a ragasztott alapanyagoknál ejtünk szót.) A faanyag vetemedésének az oka, hogy egy-

egy fűrészáru a rönkön belül különböző helyről származó anyagot foglal magában. Ezeknek a különböző farészeknek a méretváltozása eltérő, ami a fűrészáru eredeti alakjának a megváltozásához, vetemedéshez vezet. Ezt tovább ronthatja a fűrészáru helytelen szárítása (túlságosan gyors kiszáradáskor nincs idő az így kialakuló feszültségek relaxációjára), illetve hibás máglyázása. A legtöbb faszerkezeti rész esetében problémát jelent a vetemedés. Az anyagbeszerzés során a vetemedett anyagot vissza kell utasítani, a későbbiek során pedig ügyelni kell arra, hogy további vetemedés se léphessen fel. Ennek legegyszerűbb módja a kezdeti nedvességtartalom helyes megválasztása (ld. a 2.2.4. pontot). A vetemedés megakadályozásának másik lehetősége a ragasztott termékek használata. Az ilyen termékekben a különböző elemek összeharagasztásának köszönhetően az alakváltozások, feszültségek kiegyenlítődnek, a méretmozgásokra kevesebb a lehetőség, és kiegyensúlyozottabb, stabilabb anyag jön létre.

2.2.6. Hőtágulás

A faanyagok esetében a hőtágulásról ritkán szokott szó esni. Ennek az az oka, hogy a hőmérséklet emelkedésével a faanyag általában nedvességet veszít, ami zsugorodáshoz vezet, és ez ellensúlyozza a hőtágulást. Precízebb mérnöki szerkezetek esetén esetleg figyelembe kell venni, de általában nem szoktak számolni vele.

2.2.7. Tartósság

A faanyagok tartóssága, védelme igen fontos és sokat vitatott téma. A faanyagok többféle biológiai és abiotikus károsító hatásának is ki vannak téve, ezért csak megfelelő körültekintéssel, egyes esetekben pedig csak megfelelő faanyagvédelem alkalmazásával biztosítható, hogy a fa a szerkezet teljes élettartama alatt kitartson. A faanyagok legfontosabb károsítói a biotikus károsítók. Ezek közül a normál magyarországi használati körülmények között a gombák és a rovarok károsítják a faanyagot jelentős mértékben. Ezen károsítók életfeltételei kevés kivétellel olyanok, hogy túl száraz illetve túl nedves faanyagot nem képesek károsítani. A legtöbb gomba és rovar kb. 15–50 %-os nedvességtartalom között károsítja a fát. Ez alól kivételt képeznek egyes rovarfajok, amelyek alacsonyabb nedvességtartalmú anyagban is károsítanak (azonban sokszor csak a faanyag szijácsát támadják meg), illetve a könnyező házigomba, melynek ugyan magas nedvességtartalomra van szüksége, azonban a fa lebontása során keletkező nedvességet képes visszatartani, és az életműködéséhez szükséges nedvességet újratermelni. Nagyon magas nedvességtartalom mellett (talajban, víz alatt) a gombák és rovarok nem képesek károsítani a faanyagot. Ilyenkor lehet szerepe a bakteriális károsításnak. Egyes anaerob baktériumok ilyen körülmények között is képesek a cellulóz lebontására, de ez a folyamat igen lassú, csak igen hosszú idő után vezet szilárdságcsökkenéshez. Egyes baktériumok védőszerrel kezelt faanyag esetén is képesek a károsításra (Weiß és tsai. 2000, Csupor 2003). Emellett a tengervízben használatos anyagokat különféle puhatestűek is károsítják, de ennek hazánkban nincs jelentősége. Bár legtöbbször a faanyagvédelem alatt a vegyszeres kezelést értjük, a biotikus károsítókkal szembeni védekezésnek több lehetősége is van:

1. Tartós fafajok használata. Egyes fafajok önmagukban is igen tartósak. Ezeket nem szükséges, és nem is igazán lehet vegyszeres faanyagvédelemben részesíteni. Ilyen például a tölgy és az akác, amelyek nagyon nehezen átjárható fafajok, és ráadásul a természetes

tartósságot növelő vegyi anyagok is vannak bennük. A vörösfenyő, és számos egzóta faj szintén tartós önmagában is. Fontos azonban tudni, hogy ezeknek a fajoknak a szíjácsa nem tartós, ezért, ha szíjácsot is tartalmaz a fűrészáru, akkor védőkezeleni kell, illetve fel kell készülni az eshetőségre, hogy a faanyagnak ezen része hosszú távon nem lesz tartós.

2. Modifikált faanyag használata. Magas hőfokú kezeléssel a faanyag egyensúlyi nedvességtartalma csökkenthető, aminek következtében a károsítás feltételei védett kültéri alkalmazáskor sem alakulnak ki. Ez azonban szilárdságvesztéssel jár, ezért szerkezeti elemeknél nem alkalmazzák.

3. Szerkezeti faanyagvédelem. A károsítás számos esetben megelőzhető, de legalábbis nagy mértékben csökkenthető megfelelő szerkezeti kialakítással. Ügyelni kell rá, hogy a faanyag ne álljon vízben (ez különösen a talpcsomópontoknál fordulhat elő), minél kevésbé érje közvetlenül a csapadék, illetve az oda jutó folyékony nedvességet ne vezessük be a szerkezetbe (vízorrok kialakítása), hanem inkább elveszük a szerkezettől. Zárt szerkezetek (pl. falak) kialakításánál sok esetben fontos az átszellőzés lehetőségének a biztosítása. Különösen kényesek ilyen szempontból a talajjal vagy vízzel érintkező szerkezetek, és a belső térből a külső térbe átérő tartók és egyéb szerkezeti elemek.

4. Vegyszeres faanyagvédelem. Számos jó faanyagvédő anyag áll rendelkezésre a piacon, és folyamatosan jelennek meg az egyre fejlettebb, az egészségügyi és környezetvédelmi előírásoknak is jól megfelelő faanyagvédőszer és rendszerek. Sajnálatos módon az építőiparban sokszor nem ismerik ezeket, és még mindig a régi, elavult vegyszerekkel dolgoznak, illetve azt írják elő. A védőszer alkalmazásánál tekintettel kell lenni az alábbi szempontokra is:

a. Felhordási technológia – az ecseteléses felhordás vagy rövid idejű bemártás csak felületi védelmet nyújt, ami elegendő arra, hogy megakadályozza a károsítók bejutását, de a védőréteg könnyen károsodik, és ekkor a védelem már nem teljes. Ügyelni kell arra is, hogy hány rétegben történő felhordást írtak elő a védőszerhez, és hogy az esetleges helyszíni alakításoknál megnyitott friss fafelületeket újra kezeljék. A hosszabb idejű áztatás már jobb védelmet (fafajtól függően néhány mm-es beszívódást) biztosít, de legjobb a nyomás alatti telítés. Nevével ellentétben azonban a legtöbb esetben ez utóbbi sem biztosít azonban teljes mértékű átítást!

b. Hatékonyság – a legtöbb faanyagvédőszer kombinált gomba- és rovarölőszer, azonban többnyire nem egyformán hatékony mindkét szempontból. Fontos elolvasni a védőszerhez mellékelt tájékoztatót!

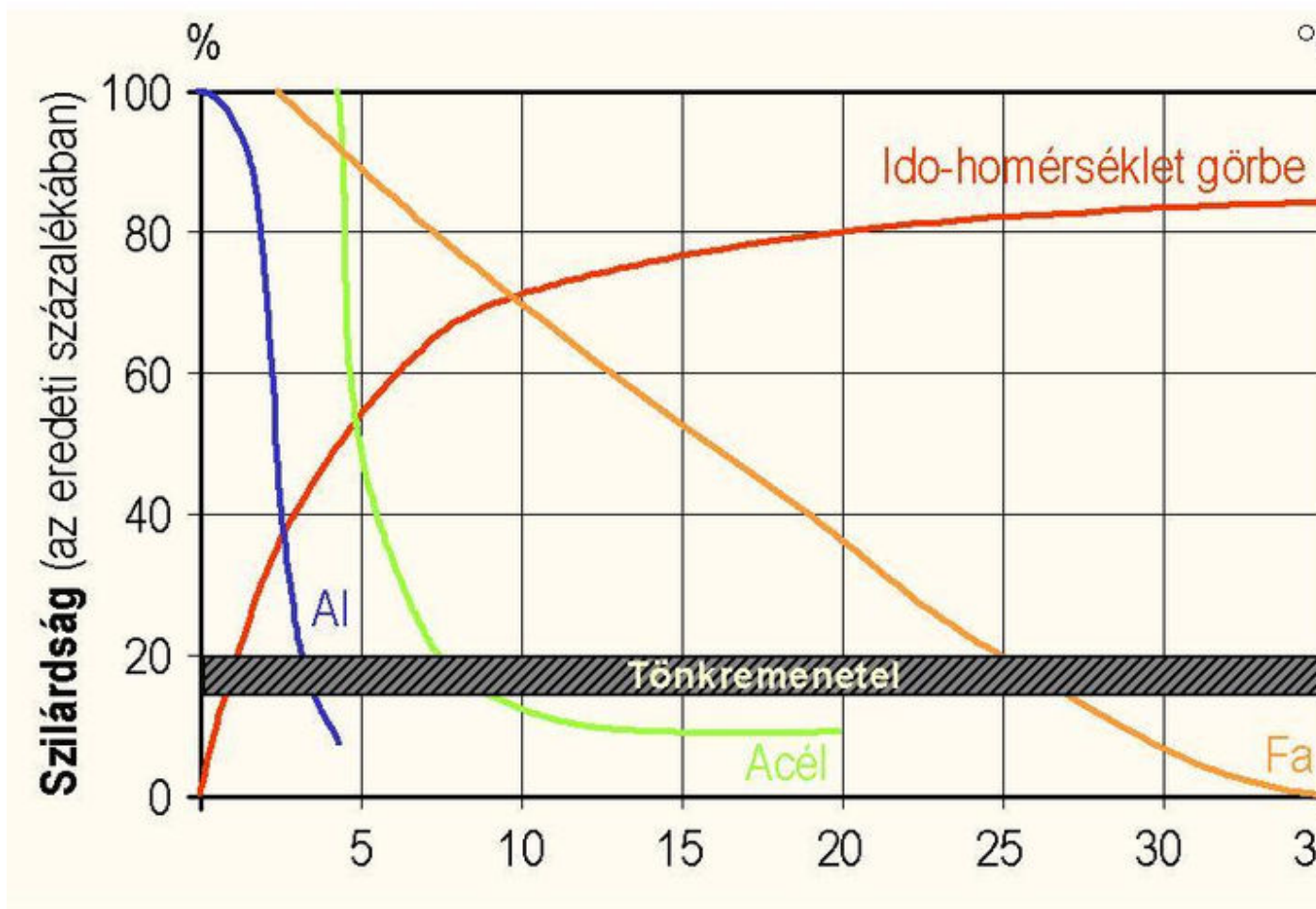
c. Számos egyéb megfontolás van, amelyeket érdemes végiggondolni a faanyagvédőszerrel kapcsolatban, mint pl. az oldószer típusa, koncentrációja, stb. Ezekkel kapcsolatban a vonatkozó szakkönyvek (pl. Németh 2003) tartalmaznak útbaigazítást.

A faanyagot károsíthatják továbbá nem biológiai (un. abiotikus) tényezők is. Ezek közül a legjelentősebb a napsugárzás hatására létrejövő, un. fotodegradáció. A nap UV-sugarai hatására a

faanyag elszürkül, hosszú idejű kitettség hatására pedig a felület repedezni kezd, ami megkönnyíti a nedvesség bejutását, és további károsodásokhoz vezet. A faanyag felületét a fotodegradáció ellen pigment-tartalmú bevonatokkal, lazúrokkal védhetjük. A felületre juttatott pigmentek a nap UV sugarainak a jelentős részét visszaverik, ezáltal a fotodegradáció lelassul. A nagyobb pigment tartalmú lazúrok (ún. vastaglazúrok) jobb védelmet nyújtanak. A lazúrbevonat maga is károsodik, ezért azt néhány évente rendszeresen fel kell újítani. Az utóbbi időben, a bio-anyagok térnyerésének köszönhetően lazúrok helyett sokszor alkalmaznak színezett olajokat.

2.2.8. Égési sajátosságok

A 2 mm-nél vastagabb faanyagok a tűzrendészeti besorolás szempontjából az éghető, normál lobbanékonyságú anyagok közé tartoznak. A faanyag megítélése éghetőségi szempontból eléggé hátrányos, ami elsősorban annak a mindennapi megfigyelésnek köszönhető, hogy a fa éghető. Azt azonban már kevesebben tudják, hogy nagyobb keresztmetszetű faanyagok esetében a külső, elszenesedett réteg igen hatékonyan szigeteli az amúgy is rossz hővezető képességű anyag belsejét, aminek köszönhetően 1-2 cm-rel a felszín alatt az anyag már majdnem szobahőmérsékletű, és az égés csak fokozatosan halad befelé. Mivel a faszerkezetek általában jelentős teherbírási tartalékkal kerülnek kialakításra, nagy keresztmetszetű gerendák esetében nagyon hosszú ideig eltarthat, amíg a szerkezet összeomlik. Ráadásul mielőtt elveszíti az állékonyságát, a fa „jelez”, recsegve-ropogva adja tudtul a benn tartózkodóknak (lakók, tűzoltók), hogy ideje kimenni az épületből. A teljesen éghetetlen fém és alumínium gerendák ezzel szemben általában a nagy hő hatására gyorsan meglágyulnak, és minden előjel nélkül veszítik el a teherhordó képességüket (1. ábra).



1. ábra – Egyenértékű szilárdsági tulajdonságokkal rendelkező acél, alumínium és fa tartók tönkremenetele tűz esetén. (Forrás: Wittmann 2000)

Nagyobb épületek, középületek esetében úgynevezett tűzállósági határértéket szoktak előírni. Ez az időtartam, ameddig a szerkezet teljes értékű teherbíró képességének meg kell maradnia az élet- és a vagyontárgyak mentésének érdekében. A faanyagok esetében, amennyiben ismert az anyag un. beégési sebessége (pl. lucfenyő esetében 0,6–0,7 mm/min, nyárnál 0,8 mm/min, akácnál pedig 0,3 mm/min) ennek a követelménynek a betartását akár számítással is lehet igazolni. Sajnálatos módon a hazai tűzrendészeti hatóságokat elég nehéz meggyőzni erről, ezért a faanyag alkalmazását nagyobb épületek esetében erősen korlátozzák. Ha szükséges, a faanyag éghetőségét javítani is lehet tűzgátló szerek, bevonat-rendszerek alkalmazásával. E célra hagyományosan vízüveget alkalmaztak, de ez könnyen kimosódik a faanyagból. Hasonló problémák vannak a különböző szintelen bevonatokkal is, ezért vagy színes fixálódó bevonatokat szoktak alkalmazni, vagy bevonati rendszereket, amelyeknél a bevonatot egy felső lakkréteggel óvják a kimosódás ellen. A tűzgátló bevonatok egyébként általában habosodó bevonatok, amelyek hő hatására egy további hőszigetelő réteget képeznek a felületen, lassítva ezzel az anyag hőbomlását. A faszervezetek tervezéskor a tűzzel szembeni ellenállás szempontjából érdemes figyelembe venni az alábbi szempontokat:

1. Nagy keresztmetszetek esetén a minimálisan szükséges teherbírás tovább megmarad, mint kis elemknél, ezért érdemes kevesebb, nagyobb keresztmetszetű tartóval dolgozni, mint sok karcsú elemmel.

2. A keresztmetszet csökkenése szempontjából nagyon fontos a tűztámadás iránya. Ha a tűz nem tudja minden irányból támadni a szerkezeti elemet, akkor annak lassabban fogy az effektív keresztmetszete, tovább megőrzi a teherhordó képességét.

3. A sarkok környezetében gyorsabb a beégés, ezért érdemes minél kevésbé tagolt keresztmetszeteket alkalmazni.

2.2.9. Épületfizikai tulajdonságok

A faanyag legtöbb épületfizikai jellemzője lényegesen jobb, mint a hagyományos építőanyagoké. Jobb elsősorban a hőszigetelő és páraáteresztő képessége. Hőszigetelés szempontjából a fából készült falak általában nagyon előnyösen hasonlíthatók össze a téglafalakkal. A könnyűszerkezetes épületekben ugyanakkor a bordák a közöttük elhelyezkedő hőszigetelő anyaggal szemben hőhídként viselkednek. Hőtechnikai viselkedés szempontjából a faanyag legnagyobb hátránya, hogy hőtároló képessége alacsonyabb (ez a falak felülettömegével függ össze), így a ciklikus (téli-nyári, illetve nappali-éjszakai) hőingadozásokat kevésbé tudja kigyenlíteni, mint a hagyományos építőanyagok. Ez azonban még előnyös is lehet, pl. egy időszakosan használt épület esetében, amelyet könnyebben át lehet melegíteni, ha könnyűszerkezetes. Az épületfizikai tulajdonságok között mindenképpen említést érdemel a faanyag kitűnő páraszabályzó szerepe. Higroszkóposágának köszönhetően az extra nedvességet fölveszi a környezetből, míg nagyon száraz levegő esetén a faanyagból nedvesség szabadul fel. Így a fa az épületek belsejében segít fenntartani az élettani szempontból optimális relatív páratartalmat, ez azonban csak akkor biztosítható, ha a szerkezetet nem védjük párafékező fóliával a beltérből odajutó nedvesség ellen, azaz ha átszellőzött falakat készítünk. A szerkezetek hőszigetelő képességét általában nem a beépített faanyag, hanem a hőszigetelés elhelyezése (a fal légtömörsege) adja, ezért erre itt nem térünk ki. Hasonló a helyzet a lépéshanggátlással, ami szintén a födémek szerkezeti kialakításával, illetve a megfelelő kötőelemek alkalmazásával függ össze elsősorban.

3. Modifikált faanyag

A faanyag modifikációja alatt többféle eljárást értünk, amellyel a természetes állapotú fa jellemző tulajdonságait megváltoztatjuk. Ezek az eljárások többnyire hő- vagy hidrotermikus kezelések szoktak lenni, de ide tartozik például a fa felületi rétegeinek a telítése műanyagokkal, amiket később nagy hőmérsékleten polimerizálnak. A kialakuló keresztmetszetei ezután a faanyag szilárdságát javítják, és mehezítik a nedvesség bejutását, odaférkőzését a sejtfalakhoz. A faépítészetben elsősorban a magas hőfokon hőkezelt faanyag juthat komolyabb szerephez. A magas (180-200 °C fölötti) hőmérsékleten, oxigénhiányos környezetben kezelt faanyagban található hemicellulózok felbomlanak, ezáltal lényegesen kevesebb nedvesség tud beépülni a sejtfalba. Ennek következtében az egyensúlyi nedvességtartalom lecsökken, az anyag stabilabbá válik, kisebb lesz a zsugorodás-dagadás, és – mivel kevesebb nedvesség áll rendelkezésre – jobban ellenáll a biológiai károsítóknak. A kezelés hátránya, hogy az anyag mechanikai tulajdonságai is romlanak, ezért szerkezeti célra nem alkalmazhatók. A faanyag színe sötétebb lesz, ez azonban nem védi meg az anyagot a napsugárzás okozta elszürkületéstől, felületvédelemre továbbra is szükség van.

4. Ragasztott faanyag

A természetes faanyag mennyiségének, méreteinek csökkenése, a minőség fokozatos romlása miatt egyre nehezebb nagy méretű, hibamentes anyaghoz hozzájutni. A természetes faanyag méretei sok esetben kisebbek, sok fahibát, előnytelen anatómiai jellegzetességet tartalmaznak, és erősen hajlamosak a vetemedésre. Ezeknek a problémáknak egy jelentős részét ki lehet küszöbölni ragasztott faanyag alkalmazásával.

A ragasztott faanyag előnyei:

1. Nagyobb méretek – sokszor gyengébb alapanyagból is
2. Javított méretstabilitás
3. A fahibák kiejtésének lehetősége
4. Jobban kontrollálható tulajdonságok (minőségi osztályok, évgyűrűállás, stb.) A ragasztott faanyagok különféle szerkezettel, ragasztóanyaggal és préselési technológiával készülnek, ami meghatározza a felhasználási területüket. Az alkalmazott ragasztótól függ a ragasztott termék vízállósága, a megengedett klíma is, ezért mindig ellenőrizni kell, hogy az adott termék alkalmas-e az általunk megkívánt alkalmazási területre.

A ragasztott alapanyag-féleségek az alábbi anyagokat foglalják magukba

1. Hossztoldott fűrészáru
2. Tömörfa lemezek
3. Rétegelt-ragasztott tartók
4. Tömbösített alapanyag
5. Duo-, Trio- és Kreuz-balken

4.1. Hossztoldott fűrészáru

A fa alapanyag hanyatló minőségének az egyik jele, hogy sok esetben nagyon nehéz megfelelő hosszúságú pallókhöz, gerendákhoz jutni. 6 m-es hossz felet már csak nehezen, jelentős felárral lehet faanyagot beszerezni. A hosszitoldott fűrészáru alkalmazása segít ezen a problémán. A hosszitoldott fűrészárut kisebb darabokból, hibakiejtés után, ékcsapos hosszitoldással készítik. Ilyen módon hosszú, hibamentes anyagot állítanak elő, amelynek a szilárdsági tulajdonságai az ékcsapos toldásnak köszönhetően elérik a tömör faanyag szilárdságát. A hosszitoldott fűrészárut általában szilárdságilag minősített anyagból állítják elő, és a szilárdsági osztály is fel van rajta tüntetve. Magyarországon leginkább az Ausztriában előállított hosszitoldott fűrészárut, az ún. KVH-t (Konstruktionsvollholz) lehet beszerezni. Ezt általában 13 m-es hosszban, 6x12 cm keresztmetszettel állítják elő, és 6 m³-es rakatokban lehet kapni. Ettől eltérő méreteket vagy kisebb mennyiséget általában csak felárral lehet beszerezni. Mivel a felhasználási területe előre nem ismert, a KVH-t általában nagy szilárdságú, vízálló ragasztóanyaggal (többnyire rezorcin ragasztóval) készítik. A KVH-n minden esetben fel van tüntetve az osztrák szabvány szerinti minőségi kategória (Sortierklasse) is. Újabban egy hazai cég is elkezdett hosszitoldott fűrészáru gyártásával foglalkozni. A hosszitoldott fűrészáru természetesen drágább, mint a

természetes faanyag, azonban a hosszabb méretek, a hibakiejtett, garantált minőség sok esetben indokolhatja ennek az anyagnak a használatát.

4.2. Tömörfa lemezek

Sok esetben nem csak a hosszú, de a természetes fánál nagyobb szélességű anyagra is szükségünk van. Ilyen helyzetben – főleg lefedések, héjalások, burkolatok céljára – hasznosak a tömörfából készült, egy- vagy többretegű lemezek. Az egyrétegű lemezek alkalmazása az építőiparban viszonylag korlátozott. Az egyrétegű lapok méretstabilitása, alaktartóssága gyengébb, mint a többretegű lemezeké, és a rostra merőleges szilárdságuk igen gyenge, ami sokszor hátrányt jelent. Egyrétegű lemezek gyártásánál az anyagot váltott évgyűrűállással, az anyag jobb és bal oldalát váltogatva sorolják, amivel a vetemedés jelentősen csökkenhet. (Száradaskor az évgyűrűk törekszenek a „kiegyenesedésre” – ha az elemeket ugyanolyan évgyűrűállással töldjük egymáshoz, az ebből származó alakváltozások összeadódnak, és a táblásított anyag jelentősen meggörbül.) A többretegű lemezek általában páratlan rétegszámmal, mindig szimmetrikus elrendezéssel készülnek (azaz az egymással szemben levő rétegek vastagsága, fafaja, száliránya egyforma), a vetemedés elkerülése érdekében. Az ilyen lemezek általában 3-17 rétegszámmal készülnek. A nagy rétegszámú lemezek jelentős vastagsága miatt igen nagy felületeket, akár egész falakat el lehet belőlük készíteni. Az egymás melletti rétegek száliránya merőleges, ennek köszönhetően stabil, alaktartó lemezek jönnek létre. A tömörfa lemezeket többnyire az északi államokban szokták építészeti célra felhasználni. Általában fenyő, esetleg valamilyen lágylombos fafajból készülnek. Egyes cégek kimondottan a tömör falemezből készült falak gyártására szakosodtak, itt a tömör fatáblákat a megkívánt méretben, a nyílászárók helyének kivágásával és a szükséges szerelési furatok elhelyezésével lehet megrendelni. Kívánságra akár íves elemeket is elkészítenek, amelyeket speciális ipari robotokkal munkálnak készre

4.3. Rétegelt-ragasztott és tömbösített alapanyag

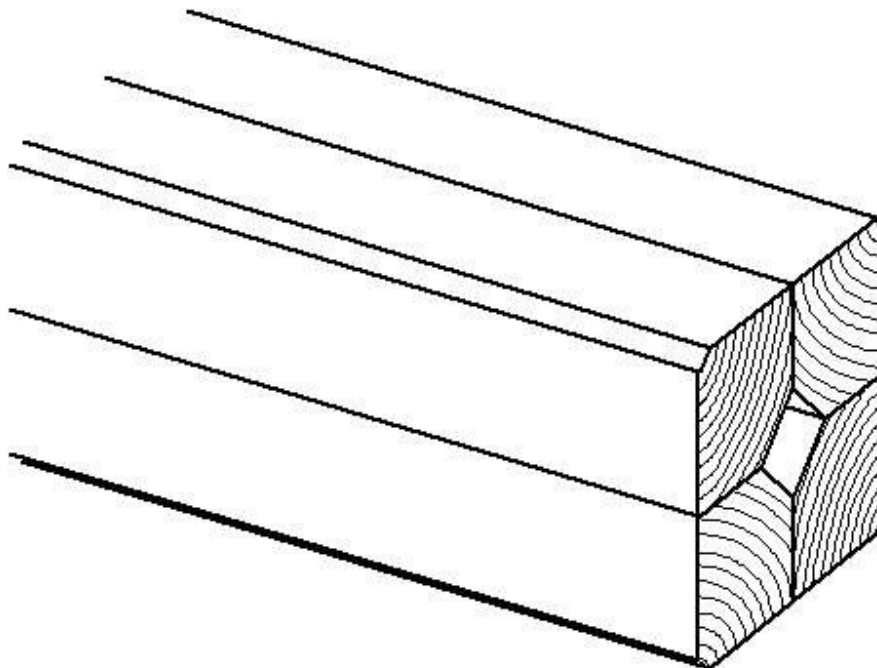
A rétegelt-ragasztott faanyag és tartók gyártásának komoly hagyományai vannak világszerte, Európában és Magyarországon is. A monumentális, nagy fesztávú és teherbírású rétegelt ragasztott tartók a faanyagnak az építőipari célokra való alkalmasságának kiváló példái. A nagyméretű, íves, speciális tartószerkezetek mellett a kisebb-nagyobb ragasztott tartó gyártó üzemekben sokszor állítanak elő kisebb, de a természetes faanyagnál jóval nagyobb keresztmetszeti és hossz méretű, egyenes tengelyű elemeket, amelyek kiválóan alkalmazhatók kis és közepes méretű építkezéseknél. A rétegelt-ragasztott faanyag legalább háromretegű építőelem, amelyet szigorú előírások szerint gyártanak. Általában a gyártó üzem és a termék is megfelelő minősítéssel rendelkezik. A vonatkozó szabvány háromféle un. igénybevételi kategóriát ír elő, amelyek a beltéri, védett kültéri és nem védett kültéri felhasználásra vonatkoznak. A szabvány rendelkezik az egyes igénybevételi osztályok esetében alkalmazható gyártástechnológiáról és a felhasznált alapanyagokkal kapcsolatban. A rétegelt-ragasztott faanyag gyártásához többnyire ékcsaposan hosszitoldott lamellákat használnak fel. Az egyes rétegeket szélességben is toldhatják, ilyenkor tömbösített anyagról beszélünk. A külföldi gyártók általában szilárdságilag minősített anyagból dolgoznak (vagy a szilárdság szerinti osztályozás a technológia része), így az elkészült ragasztott termékből készült szerkezet a megfelelő szilárdsági osztályozási szabványban megadott határfeszültségi értékek alapján méretezhető. Sajnos a hazai gyakorlatban szilárdsági osztályozás ezen a területen sem történik.

4.4. Két- és háromrétegű ragasztott alapanyag (duo- és triobalken)

A két- és háromrétegű ragasztott építőelemek a rétegelt-ragasztott anyaghoz hasonló, de annál általában kisebb keresztmetszetű, és nem olyan szigorú előírásoknak megfelelő termékek. A lamellák lehetnek hosszoldottak, vagy hosszoldás nélküliek. Elsősorban családi házak, kisebb építkezések esetén előnyösek, ahol a természetes fánál nagyobb fesztávok érhetők el (födémek, fedélszékek).

4.5. Beforgatott szelvényű tartók (kreuzbalken)

A beforgatott szelvényű tartók a viszonylag kisebb méretű hengeres anyag minél magasabb értékű hasznosításának a céljából jöttek létre. Gyártásuk úgy történik, hogy a hengeres anyagot négyoldalt részlegesen szélezzik. Az így keletkezett anyag tompa éleit általában megmunkálják, az anyagot negyedelik, és a kapott darabokat úgy forgatják össze, hogy a tompa élek egymás felé nézzenek, majd az elemeket újra egyesítik. Így egy olyan terméket kapnak, amely kívülről egy négyzetes gerendának felel meg, középen pedig üreges (2. ábra). Az üreg, melynek mérete egy meghatározott méretnél nem lehet nagyobb, hajlító igénybevétel esetén alig csökkenti a gerenda teherbírását, ezért hajlítás szempontjából a beforgatott szelvényű faanyag ideális.



2. ábra – Beforgatott szelvényű faanyag

1. A beforgatott szelvényű anyagot általában a normál fűrészáruval megegyező hosszban lehet kapni. Az anyagtakarékosság mellett ennek a terméknek további előnyei is vannak:
2. A beforgatásnak köszönhetően a tartósabb geszt kerül kívülre
3. A paláston található fahibák (göcsök) eltűnnek, esztétikailag sem okoznak problémát, és az általuk okozott szilárdságcsökkenés is a semleges szál közelében jelentkezik.
4. Mivel a terméknek mind a négy oldala a közel radiális vágási irányú, kisebb zsugorodás és dagadás várható, mint a tömörfa esetében.

Az anyag közepén elhelyezkedő lyuk lehetőséget biztosít szerelvények elhelyezésére is. Egy nemrégiben kimondottan erre az anyagra kidolgozott szerelvény-rendszer segítségével például

beforgatott szelvényű elemekből nagyon gyorsan és egyszerűen lehet különféle szerkezeteket (vázszerkezetű épületek, sík- és térrács szerkezetek, stb.) összeállítani, mivel az építéshelyszíni munka teljesen szerelő jellegű, az elemeket nem szükséges a helyszínen megmunkálni. Amennyiben ilyen szerelvényt nem helyeznek el, a gerenda végén található lyukat sok esetben dugózással lezárják, esztétikai okokból, illetve a rovarok és rágcsálók beköltözését megakadályozandó.

5. Faalapú kompozit lemezek

A kompozit lemezeknek számos előnyös tulajdonságuk van, amelyet a faépítészetben célszerűen lehet hasznosítani:

1. A rendelkezésre álló alapanyag jobb kihasználását teszik lehetővé, ezáltal környezetbarátnak mondhatók;
2. A faanyaggal szemben két fő teherviselő iránnyal rendelkeznek, ezért jól alkalmazhatóak borítások céljaira, és nagyobb felületek tárcsásítására;
3. A kompozit lemezek méretei előnyösek bizonyos alkalmazásoknál (borítások, felületképzés);
4. Kevésbé hajlamosak az alak- és méretváltozásra (zsugorodás, dagadás, vetemedés);
5. A faanyagban koncentráltan jelentkező fahibák eloszlanak; a tulajdonságok szórása kisebb;
6. A tulajdonságok előre tervezhetők.

A könnyűszerkezetes építésben a lemeztermékeket leggyakrabban felületképzés, felületborítás céljaira alkalmazzák. A megfelelő szilárdságú, kellő sűrűségben és megfelelő kötőelemmel rögzített borítások a keretszerkezetek tárcsásítására is alkalmasak, így nem szükséges a ferde merevítők alkalmazása. A lemezféleségeket emellett előnyösen lehet alkalmazni I- és kazettás tartók gerinclemezeként is, ahol a kétirányú teherbírás segít a gerincben ébredő nyíróigénybevételek felvételében.

Jelenleg az építőiparban az alábbi falemezféleségeket használják:

1. farostlemez
2. faforgácslap
3. rétegelt lemez
4. OSB
5. MFP
6. Gipszrost lemez
7. CK forgácslap
8. Heraklith lapok
9. Egyéb falemezek

5.1. Farostlemez

A farostlemezeket sokféleképpen csoportosíthatjuk. Az építőipari felhasználás szempontjából a térfogati sűrűség szerinti felosztás a legcélszerűbb (Winkler, 1999):

1. Alacsony sűrűségű farostlemez (LDF) – 400 kg/m³ térfogati sűrűség alatt. Elsősorban padlóborítások céljaira használják, kitűnő hangszigetelő, lépshanggátló tulajdonságai miatt, valamint hőszigetelési célokra. Alacsony szilárdsága miatt szerkezeti célokra nem alkalmas. Érdeemes tudni, hogy sok esetben LDF név alatt csökkentett sűrűségű MDF lapokat is forgalmaznak, amelyek alkalmasak lehetnek szerkezeti célokra, bár a szilárdságuk némelyest elmarad a normál MDF-étől

2. Közepes sűrűségű farostlemez (MDF) – 400-800 kg/m³ között. Az MDF igen sokoldalú alapanyag. Hazánkban elsősorban bútorigipari célokra szokták alkalmazni, de más országokban (elsősorban Amerikában) nem ritka az építőipari alkalmazása sem. Egyes gyártók kimondottan MDF-ből készült födémelemeket is kínálnak (3. ábra, forrás: Bill Bradley fényképe, a szerző engedélyével). Emellett nemrégiben megjelentek a piacon a nyitott pórusú MDF lapok is, amelyeket átszellőztött szerkezetek (pl. tetőhéjalás alatti borítás, keretszerkezetes falak külső burkolata) céljaira ajánlanak.

3. Nagy sűrűségű (kemény)farostlemez (HDF) – 800 kg/m³ felett. A keményfarostlemez általában igen vékony, nagy sűrűségű termék. Alkalmazása az építőiparban nem jellemző, mert szilárdsági tulajdonságai viszonylag gyengék, főleg a termék sűrűségéhez képest. Régebben az ún. Nordex tartórendszer I-tartóinak gerinceként használtak hosszú rostokból készült, nagy szilárdságú, ún. masonite eljárással készült keményfarostlemezt, de ma már ezt a tartórendszert nem gyártják

A farostlemezek szilárdsága, bár általában elegendő az együttdolgozó burkolatok céljára, alatta marad a rétegeltlemez, OSB és egyéb, kimondottan építészeti célra gyártott termékekének, ezért alkalmazásuk viszonylag korlátozott.



3. ábra – MDF fődémelemek (Bill Bradley fényképe)

5.2. Forgácslap

A hagyományos faforgácslapok tipikusan viszonylag magas térfogati sűrűségű és ugyanakkor alacsony szilárdságú falemezek (Winkler 1998). Leginkább az asztalosipari alkalmazásuk jellemző. Az építőipar céljaira kevésbé alkalmas, azonban elvétve ma is előfordul az alkalmazásuk.

5.3. Rétegelt lemez

A rétegelt lemez vékony furnérrétegek egyesítésével előállított termék. A szomszédos rétegeket tipikusan 90°-kal elforgatva szokták egymáshoz ragasztani, így a lemez mindkét irányban teherbíró, bár a szilárdság általában az egyik irányban 1,5–2-szer nagyobb, mint arra merőlegesen. A keresztirányú rétegek dacára a rétegelt lemez teherbírása a fő teherviselő irányban a természetes faanyagával vetekszik, a hozzáadott ragasztóanyag és a hőprézeléskor kialakuló kisebb mértékű sűrűsége-növekedés dacára. Technológiai okokból általában páratlan rétegszámmal készül, bár nem ritka a páros számú rétegből álló lemez is. Az egymással szembeni rétegek mindig azonos fafajúak, vastagságúak és irányításúak, az esetleges nedvességfelvételkor előforduló vetemedés, alakváltozás megakadályozása végett. A rétegelt lemez sűrűsége nem sokkal magasabb, mint a természetes fa alapanyagé, a teherbírása fafajfüggő.

Az amerikai kontinensen a rétegelt lemez volt az első lemezféleség, amely a faházépítés területén megjelent. Eleinte csak borítólemezként használták, később viszont rájöttek, hogy a megfelelően rögzített és kellő szilárdságú rétegelt lemezek a tárcsásítás szerepét is el tudják látni, és az így épített falakba nem szükséges ferde merevítőt szerelni (Association of Bay Area Governments 2003). Ma a rétegeltlemezek felhasználási területei a következők:

1. Együttműködő borítás,
2. I-, kazettás és vierendel tartógerincek,
3. Javítások, külső megerősítések,
4. Esetenként kapcsolóelemek céljaira. A rétegelt lemez építőipari felhasználásánál ügyelni kell a lemez időjárásállóságára is.

Ezt főképp az alkalmazott ragasztóanyag határozza meg. A vonatkozó európai szabvány (EN 636) az alábbi kategóriákat határozza meg:

1. EN 636-1 – Száraz környezetben alkalmazható rétegelt lemez
2. EN 636-2 – Nedves környezetben alkalmazható rétegelt lemez
3. EN 636-3 – Külső környezetben alkalmazható rétegelt lemez

A fenti EN szabványokat korábban magyar szabványként is átvették, de utóbb ezeket visszavonták.

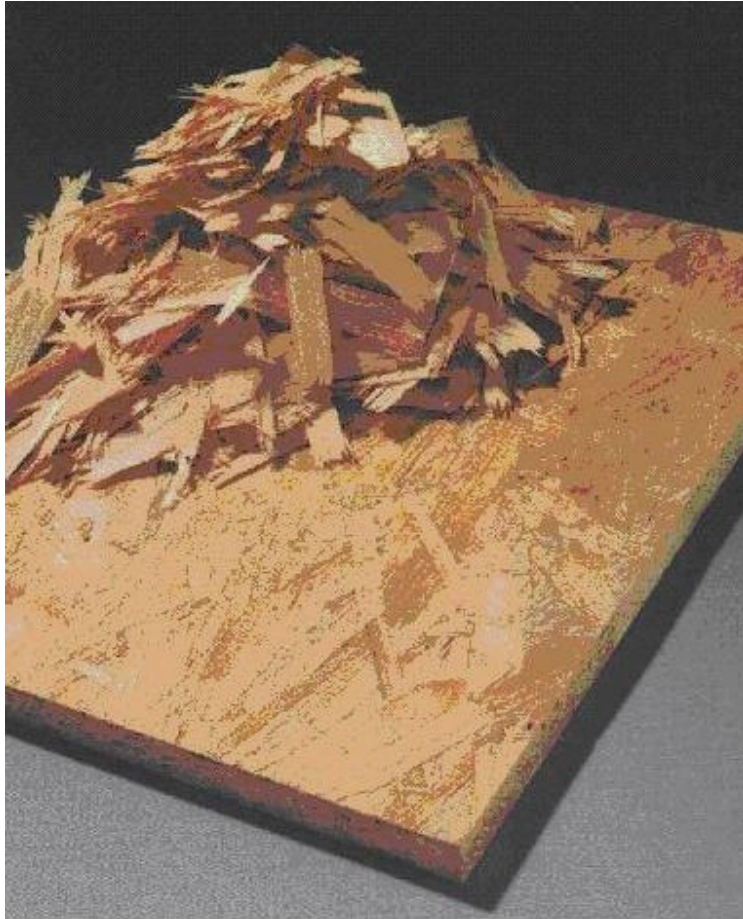
5.4. OSB

Az OSB az angol Oriented Strand Board (irányított szálforgács lemez) elnevezés rövidítése. A 4. ábra mutatja az alapanyagot és a lemez megjelenését. Az OSB ún. szálforgácsokból felépülő lemez. Ezeket a hosszúkás forgácsokat a fedőrétegben a lemez hosszirányával párhuzamosan fektetik le, míg a lemez belsejében keresztirányban helyezkednek el (5. ábra). Az OSB eredetileg a rétegelt lemez kiváltására jött létre, ezért technikai paraméterei – sűrűsége és szilárdsága – a rétegelt lemezéhez hasonló. Az OSB gyártók állítása szerint ez a lemez a rétegelt lemezzel egyenértékű, és ez – az alkalmazott ragasztóanyag függvényében – jobbára így is van, azonban ciklikus vízfelvétel hatására ez a termék hajlamosabb a nagyobb mértékű dagadásra, ami gondot okozhat, mivel a kötőelemek (szögek, csavarok) ilyen esetben jobban befűződnek, és a kapcsolat teherviselő képessége ennek hatására jobban csökken, mint a rétegelt lemezé.

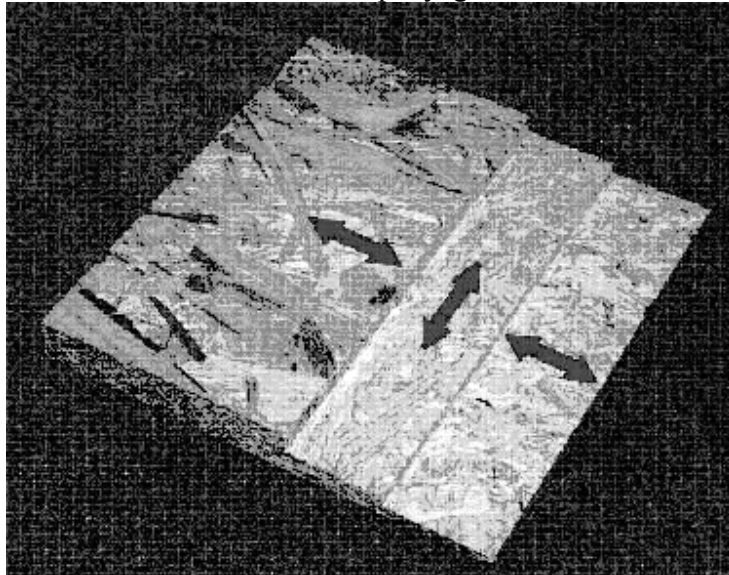
Az OSB felhasználási területei többnyire a rétegelt lemezével megegyezők. Fontos tudni, hogy az OSB-nek is több fajtája létezik. Az MSZ EN 300-as szabvány szerint ezeket a lemezeket az alábbi csoportokba soroljuk:

1. OSB 1 – nem szerkezeti célú OSB (pl. csomagolás céljára)
2. OSB 2 – nem vízálló OSB
3. OSB 3 – vízálló OSB
4. OSB 4 – nagy szilárdságú fokozottan vízálló lemez.

Az utóbbi csoportba tartozó lemezeket elsősorban I-tartók gerincként, és egyéb, fokozott igénybevételű helyeken alkalmazzák.



4. ábra – OSB alapanyag és lemez



5. ábra – az OSB forgácsainak elrendezése

5.5. MFP lemez

Az MFP a német Multifunktionsplatte (többfunkciós lemez) elnevezés rövidítése. Ez a lemezféleség nemrég jelent meg az európai és hazai piacon. Az MFP lemez az OSB-nél kisebb, azonban a hagyományos faforgácslapnál valamivel nagyobb forgácsokból készül (6. ábra). A lemez a gyártók állítása, és a különböző független minősítő intézetek adatai szerint is megfelel az OSB 3 technikai paramétereinek, míg ára annál valamivel alacsonyabb. A lemezzel kapcsolatban eddig viszonylag kevés gyakorlati tapasztalat áll rendelkezésre, de a felhasználók eddigi tapasztalatai kedvezőek.



6. ábra – MFP lemezek

5.6. Gipszrost lemez

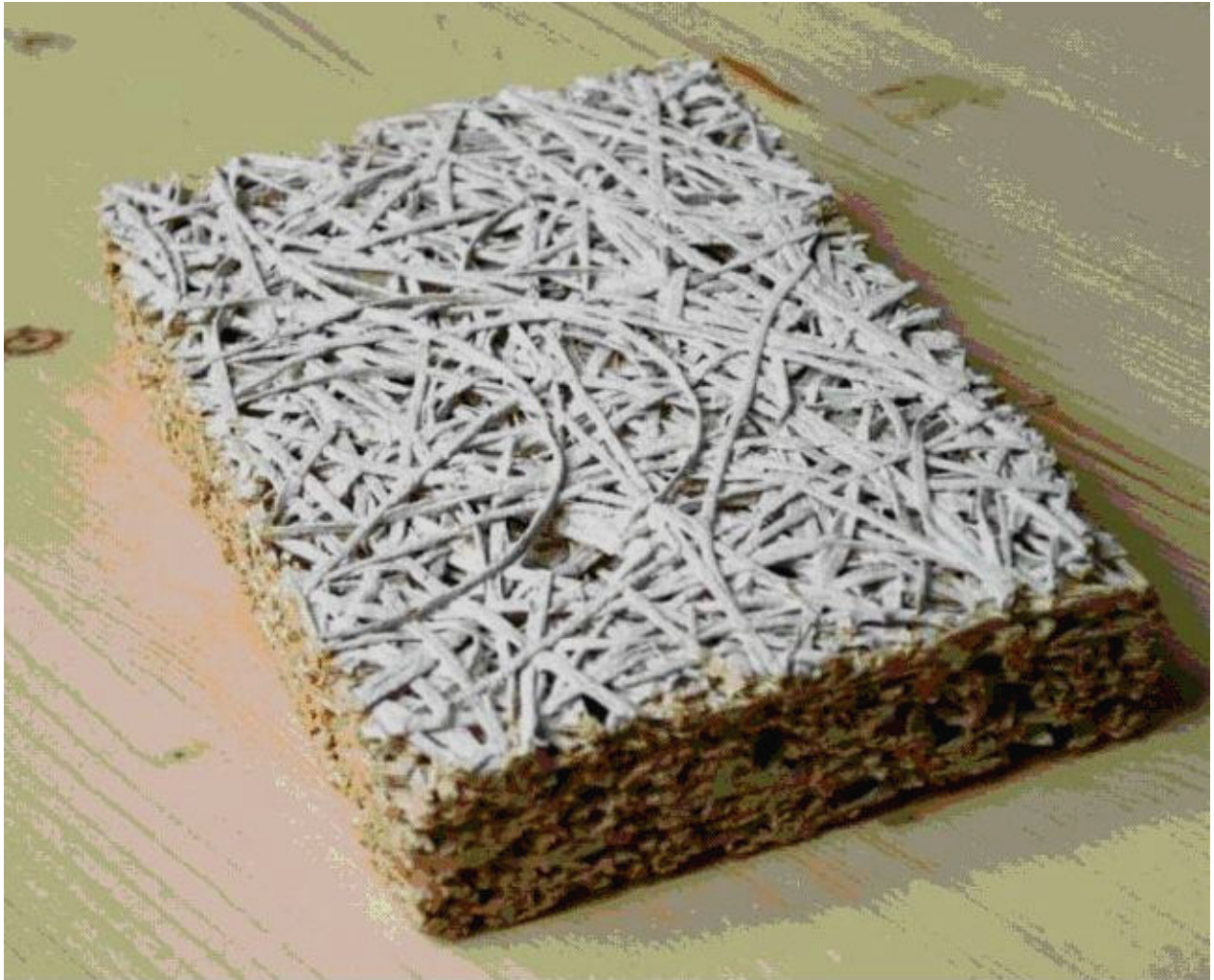
A gipszrost lemez gipsz kötőanyagba ágyazott farostokból áll. A lemezeket ma már általában nem eredeti farost, hanem újrahasznosított papír felhasználásával gyártják, ezért környezetbarátnak tekinthetők. A szárazépítésben a gipszkartonhoz hasonlóan használhatók, azonban teherbírásuk a gipszkartonnál lényegesen jobb, ezért vastagságtól függően együttdolgozó burkolatként is használhatók. Térfogati sűrűségük többnyire 1000-1200 kg/m³. Emellett jó tűzállóságuk miatt tűzgátló réteggé is alkalmazhatók, ezért különösen kedveltek. Ezeknek a lemezeknek többféle változata is rendelkezésre áll, mint pl. kemény felületű és szárazépítési éllel ellátott lapok.

5.7. Cementkötésű faforgácslapok

A cementkötésű faforgácslapok a gipszrost lemezekhez hasonlóan jó tűzállósági paraméterekkel rendelkeznek, és jól alkalmazhatók a könnyűszerkezetes építésben, sűrűségük, szilárdsági paramétereik a gipszrosthoz hasonlóak. A gipszrost lapokkal szemben hátrányuk szürke színük, amely miatt ez a termék mindenképpen felületkezelést igényel. Gyártástechnológiától, termékszerkezettől függően a cementkötésű forgácslapok akár tűzálló éghetőségi besorolást is elérhetnek (Takáts 1998).

5.8. Heraklith lemezek

A Heraklith fagyapot lemezek kis térfogati sűrűségű, fagyapotból (hosszú fa forgácsokból) készülő cementkötésű lemezek (7. ábra). Ezek a lemezek jó hőszigetelő, és ugyanakkor viszonylag jó hőtároló képességgel rendelkeznek, és a cementkötésű kialakításnak köszönhetően jó tűzállóságúak. Sokrétűen alkalmazhatók, mind a hagyományos, mind a könnyűszerkezetes építésben, elsősorban hő- és hangszigetelő anyagként, de – válaszfalak esetén – akár merevítés nélküli falszerkezetként is használhatók. A Heraklith borítólapokból és PUR hab belső rétegből álló Heratekta lemezeket elsősorban hagyományos épületszerkezetek hőhidjainak megszüntetésére (a vasbeton külső borítására) alkalmazzák.



7. ábra – Heraklith fagyapot lemez

5.9. Egyéb kompozit lemezek

A kompozit lemezféleségeknek emellett rengeteg válfaja létezik, amely alkalmas lehet könnyűszerkezetes és egyéb faépítmények szerkezetében történő felhasználásra. Ilyenek pl. a gipszkötésű forgácslapok, a préseltpapír alapú lemezek, stb., amelyeket itt nem tárgyalunk részletesen. Emellett szigorúan véve ide tartozik a KERTO-Q elnevezésű LVL termék is, amelyet azonban a 6. pontban, a többi LVL termékkel együtt tárgyalunk.

6. Kompozit gerendák

A számos előnnyel rendelkező kompozit lemezek mellett az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb teret hódítanak a különböző kompozit gerendaféleségek is. Ezeket a termékeket szintén a faanyag szétदारabolásával, majd az így nyert elemek újbóli egyesítésével állítják elő, azonban itt szándékosan a faanyaghoz hasonló, egy fő teherviselő iránnyal rendelkező anyagféleség kialakítása a cél. Az így nyert kompozitok a természetes faanyag kiváltására használhatók szerkezeti alkalmazásoknál (oszlopok, gerendák, fedélszéki elemek, stb.)

A kompozit gerendák előnyei a kompozit lemezekéhez hasonlóak:

1. A rendelkezésre álló alapanyag jobb kihasználása;
2. Nagyobb méretek (a kompozit fajtájától függően jelentős keresztmetszetek; a természetes faanyaggal csak nehezen vagy egyáltalán nem elérhető hosszméretek);
3. Kisebb mértékű zsugorodás, dagadás, vetemedés;
4. Megbízhatóság; egyenletesebb, kisebb szórású fizikai és mechanikai tulajdonságok (magasabb tervezési szilárdságok);
5. Előre tervezhető tulajdonságok.

Természetesen a kompozit gerendák ára a természetes faanyagnál lényegesen magasabb, a fenti előnyök azonban sok esetben indokolhatják az extra kiadásokat.

A kompozit gerendáknak elsősorban Amerikában van nagyobb szerepük, de lassanként Európában is egyre nagyobb teret hódítanak. Jelenleg az alábbi gerendaféleségek találhatók meg:

1. LVL (rétegelt furnérfa)
2. LSL (rétegelt szálforgács tartó)
3. PSL / Parallam (párhuzamos szálforgács tartó)
4. Egyéb kompozit gerendaféleségek

A fentiek közül az európai építészetben jelenleg elsősorban az LVL-nek van komolyabb szerepe.

6.1. LVL

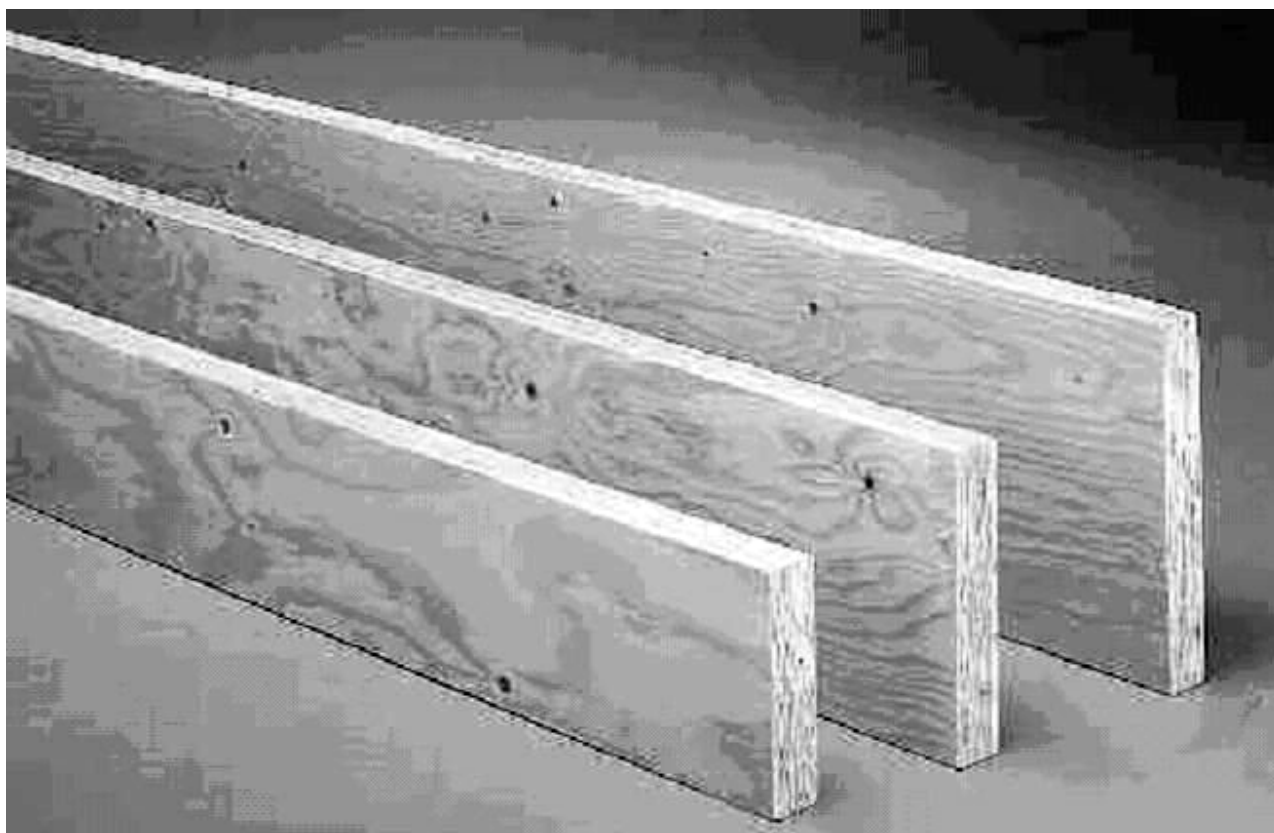
Az LVL a rétegelt lemezhez hasonlóan furnérokból felépülő többrétegű termék. A rétegelt lemeztől eltérően azonban az LVL rétegeinek a száliránya mindig párhuzamos, megegyezik a tartó fő teherviselő irányával (8. ábra). A megfelelő hosszúságú termék elérése érdekében a kb. másfél méter hosszúságú furnérokat hosszitoldják (az amerikai technológiával a furnérvégek egyszerű egymásra helyezésével, Európában pedig ferde lapolással). Az európai technológiában a végtelen hosszúságú terítéket előprézelés után max. 14 m hosszúságúra darabolják, majd egy kétszintes hőprésben egyesítik a furnérokat. A termék vastagsága 25-90 mm között változik, de leggyakrabban 35-45 mm vastag (általában 13-17 rétegű). Az LVL nagy táblák formájában kerül ki a présből, majd ezeket a táblákat hasítják fel a kívánt keresztmetszetnek megfelelően.

A minél egyenletesebb minőség biztosítása érdekében az LVL-t alkotó furnérokat a gyártás előtt roncsolásmentesen minősítik, hogy minden termékbe egyenletes mennyiségben jusson a gyengébb és

jobb minőségű alapanyagból. Az LVL készülhet beltéri valamint víz- és fűzésálló ragasztóanyaggal is. Az alkalmazott alapanyag Európában általában lucfenyő.

Az európai piac igényeit figyelembe véve a finnországi gyártó az alábbi típusokat alakította ki:

1. KERTO-S – hagyományos szerkezetű LVL, teherviselő szerkezetek (pl. tartók, könnyűszerkezetes épületek keretváza, stb. céljára. Minimális garantált szilárdsága 44 N/mm².
2. KERTO-T – kisebb sűrűségű furnérokból gyártott, alacsonyabb teherbírású LVL termék, könnyűszerkezetes falak bordáihoz
3. KERTO-Q – kimondottan felületborításokhoz kifejlesztett LVL termék, mely 15%-ban keresztirányú rétegeket is tartalmaz a méretstabilitás és a keresztirányú teherbírás érdekében. Max. 2,5 m szélességben rendelhető.



8. ábra – LVL (rétegelt furnérfa)

6.2. LSL

Az LSL az OSB alapanyagához hasonló szálforgácsokból felépülő termék, amelyeket azonban a tartó teljes keresztmetszetében hosszirányban rendeznek el (9. ábra). Az LVL-hez hasonlóan nagyobb, 32–100 mm vastag, szélesebb panelek formájában készül, amelyet igény szerinti szélességűre vágunk. Az LSL általában poliuretán gyantával készül, amelyhez az időjárásállóság javítására viaszt is adagolnak. Elsősorban Amerikában használják, bár az Európai piacon is beszerezhető, azonban viszonylag még kevésbé ismert, keresett termék.



9. ábra – LSL

6.3. PSL (Parallam)

A parallam az előbbi kompozitoktól eltérő módon, vastagabb furnérsíkokból készül, melyeket egy szállítoszalagokból kialakított vályúban rendeznek hosszirányban, majd egy mikrohullámú keretprésben préselnek. Igen nagy keresztmetszetben készítik (pl. 28 x 42 cm), amit ezután igény szerint hasítanak és szabnak megfelelő keresztmetszeti és hossz méretűre (10. ábra). Az alkalmazott technológiának köszönhetően az összetevők jelentősen tömörödnek, aminek köszönhetően a végtermék sűrűsége az alapanyagénál mintegy 40 %-kal magasabb, és a szilárdság is ennek megfelelően növekszik. Az előbbi két kompozit gerendához képest előnye, hogy a szerkezete nem rétegekből épül fel, így a rétegelválás veszélye nem áll fenn. Európában ez az alapanyag is nehezen beszerezhető, ritkán használt.



10. ábra – PSL (Parallam)

6.4. Egyéb kompozit gerendaféleségek

Léteznek egyéb, egyirányban teherviselő kompozitféleségek is. Ilyen pl. az un „scrimber“, amely a parallamhoz hasonló, azonban nem hámozott furnérból, hanem kis méretű rönkök összemorzsolásával nyert hosszú szálal alkotóelemekből készítenek, vagy pl. a japán kutatók által kifejlesztett „hengeres LVL“, amely keresztzsalú furnérszalagok spirális felcsévélésével állítanak elő. Ezek a termékek Európában egyáltalán nem ismertek, ezért bővebben nem tárgyaljuk őket.

13. fejezet - Főfalas faházrendszerek, szerkesztési elvek

Tartalom

1.

2. A boronafalas szerkezet

2.1.

2.2.

2.3.

2.4.

2.5.

2.6.

2.7.

2.8.

2.9.

2.10.

2.11.

3. Tömör fatáblás faházrendszer

[3.1.](#)

[3.2.](#)

[3.3.](#)

[4. Fatéglás faházrendszer](#)

1.

Főfalas faházrendszerekről beszélünk, ha az épület falainak tartószerkezete tömör faelemekből készült. A főfalas faház, mint szerkezet évezredek múlta tekint vissza. A boronafalas szerkezet rendkívül elterjedt a világ számos, nagy favagyonnal rendelkező területén. A boronafalas szerkezet a rúd alakú faelemek (szálfák) egymásra fektetésével készül. A faelem keresztmetszete alapján megkülönböztetünk rönkházat (nyers, vagy hengeresre munkált keresztmetszet), illetve gerendaházat (fűrészáru, rendszerint gerenda-keresztmetszet). A modern kor szülte a tömörre, illetve üregesre ragasztott fatáblából álló építési mód. Ezek típusai gyártónként több néven is ismeretesek. Kombinálják őket homlokzati szigeteléssel, külső- illetve belső oldali burkolatokkal, de önmagukban is működőképes falszerkezetet adnak. Harmadik főfalas faház típus a fatéglás rendszer, ami alatt fa alapanyagból összeragasztott falazóelemeket értünk, amikből a téglához hasonlóan falazatokat lehet összeépíteni.



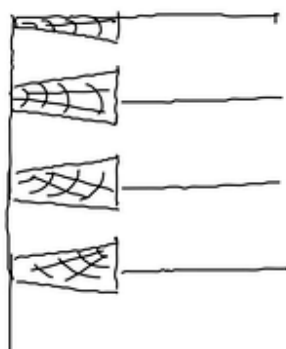
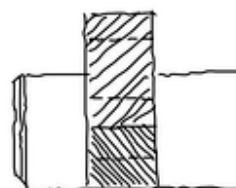
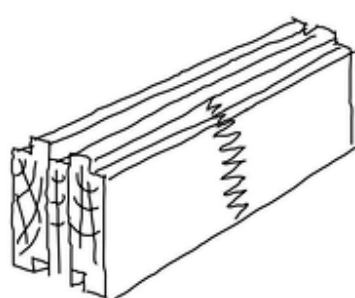
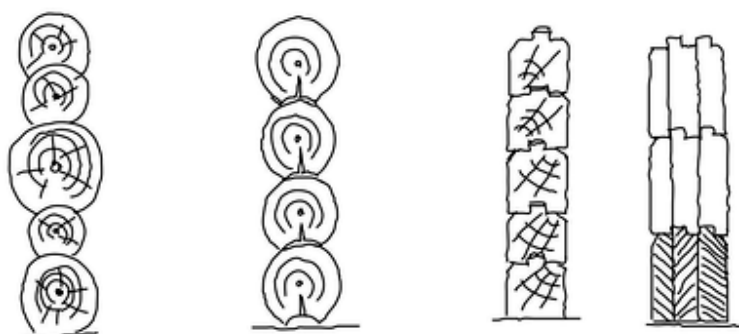
Boronafalas ház

2. A boronafalas szerkezet

2.1.

A boronafal szálfák egymásra fektetésével készül. A szálfák keresztmetszeti kialakítása szerint többfajta elnevezés alakult ki. Nyers rönkháznak nevezzük a szerkezetet, ha a falat építő farönköket egyszerű kérgezés, és felület-összeillesztő bárdolás után egymásra fektetik. Ez a típus nagyon rusztikus megjelenésű, és hangsúlyozottan magán viseli a boronafalas szerkezet hátrányait: a rönkök zsugorodása révén a falszerkezet megereszkedik, a profil nélküli illeszkedések torzulnak, esetenként megnyílnak. Csak kézi munkával készíthető, és nagy szakértelmet, odafigyelést igényel az elfogadható szintű kivitelezése. Csak „elfogadható”, mert a mai kor igényeinek soha nem fog megfelelni. Rönkháznak nevezzük a körmart, vagyis egyenletes körkeresztmetszetre profilozott faelemekből épülő szerkezetet.

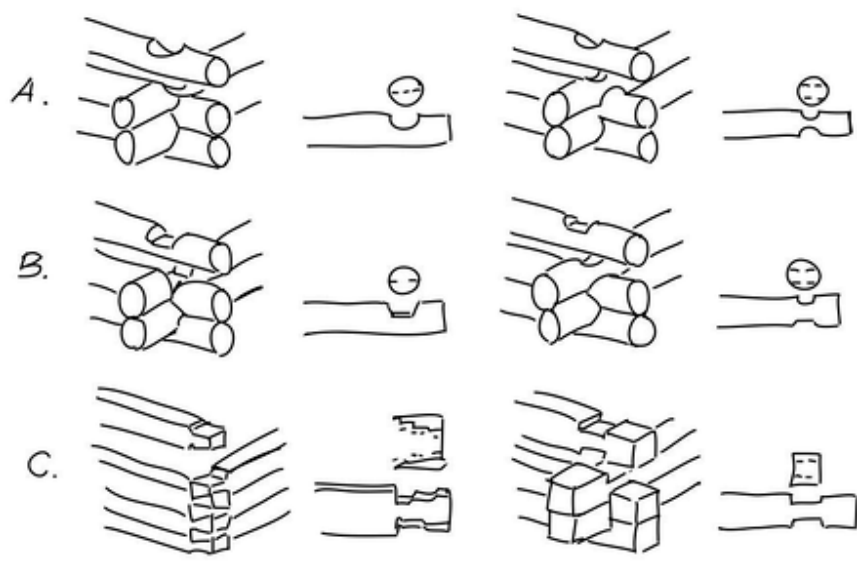
Ennél a megoldásnál lehetőség nyílik az elemek egymásba profilozására, és a faelemek közé fektetett tömítőszivacs segítségével kellő légtömörség érhető el. Készítése automatizált gépekkel történik, csak az építésének van jelentősebb emberi munka igénye. A gerendaház szögletes keresztmetszetű, gyakran többszöri nút-féderrel ellátott elemekből épül fel. A falgerendák készülhetnek egy keresztmetszetből, vagy tömbösített megoldással. A tömbösített falgerenda esetén, mivel jól szárítható deszka, vagy palló alapanyagból készül, lehetőség nyílik arra, hogy az elemek a használat során véglegessé váló nedvességtartalommal készüljenek. Így jelentősen csökkenthető a boronafalas szerkezetet jellemző zsugorodás. Gyártása történhet kézi gépekkel, félautomata célgépekkel, de modern, automatizált forgácsoló-központokkal is. A boronafalas szerkezet előnye a naturalisztikus, tetszetős megjelenés, lélegző és párafelvevő képességgel bíró falak közt kialakuló egészséges belső klíma, a gazdaságos fűtési költségek. Hátránya az említett ereszkedés, a körülményes, sok faanyagot igénylő, és ezért költséges építési mód, az állandóan megújítandó felületkezelési szükségessége. Újonnan jelentkező problémája, hogy a jelenleg érvényes hőtechnikai számítási módszerekkel nem mutatható ki gazdaságossága, és így csak nagy keresztmetszetek alkalmazásával, vagy kiegészítő hőszigeteléssel érhető el, hogy megfeleljen az érvényes követelményeknek.



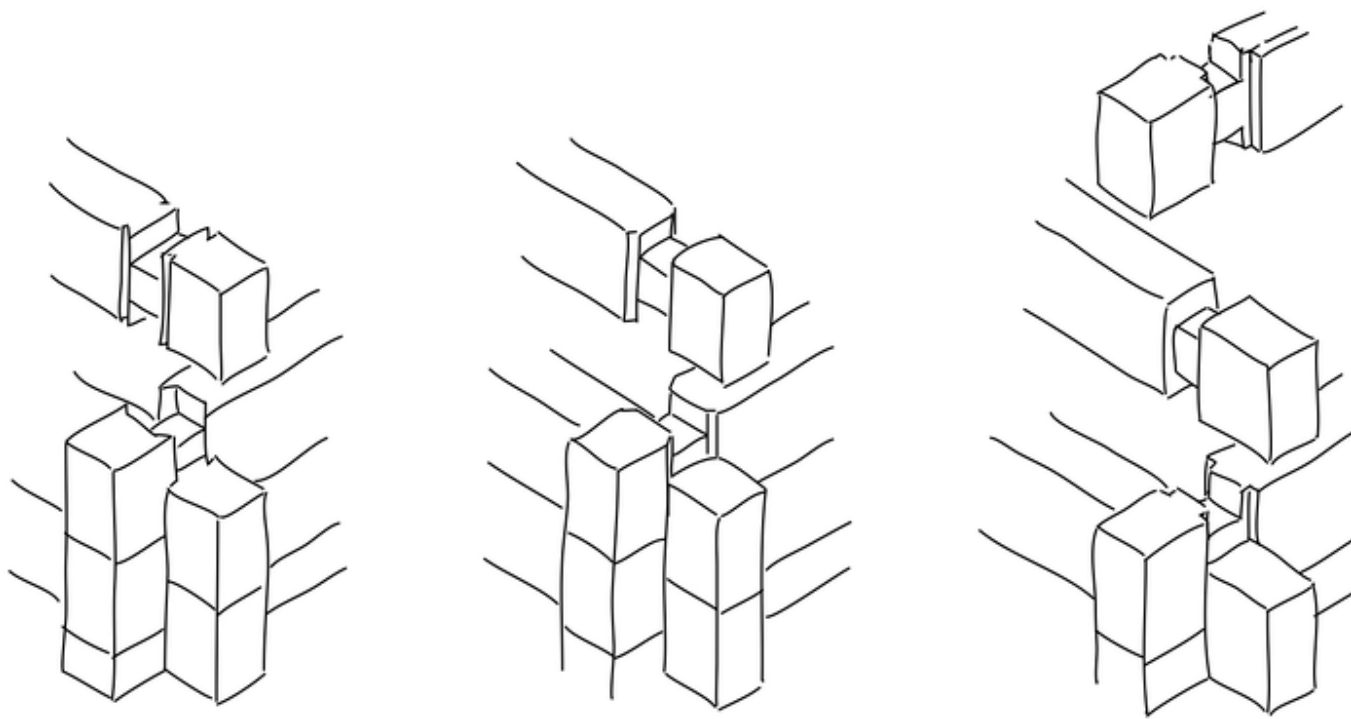
Gerendafalak

2.2.

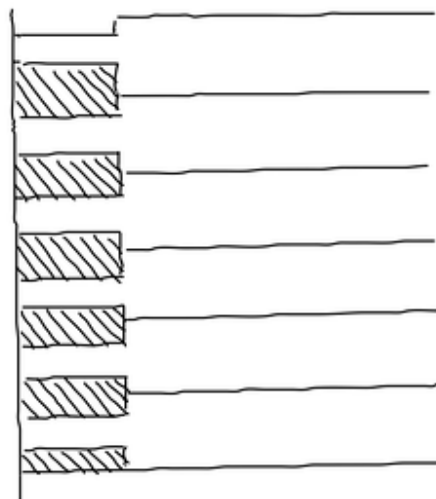
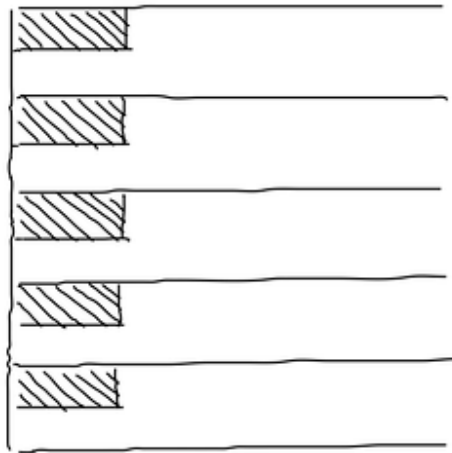
Korábban a fák hosszmérete befolyásolta a boronafalas épület külméreteit, manapság a rönk- és a gerendaház elemei egyaránt hosszitoldott kivitelben készülnek. Persze a közúti szállíthatóság 13 méteres korlátját itt is érdemes betartani, hiszen a különleges szállítójárművek alkalmazása nagyon megnöveli a költségeket. A boronafalas szerkezet esetében az elemek egymásba kapcsolódása többféle lehet. Legjellegzetesebb kötéstípus a túlnyújtott keresztlapolás, ami sarok- és T-kötések esetén egyaránt alkalmazható. Kis helyiségméretek esetén kellően merevíti az épületet. Szögletes profiloknál használható a ferde lapolás, ami túlnyújtás nélkül is képes ugyanazt a húzóerőt felvenni, mint a keresztlapolás. A sarokkapcsolatok kialakítását befolyásolja, hogy a kapcsolódó elemek egy síkban keresztezik-e egymást, vagy fél magassággal eltolva. Az eltoltsági kapcsolódás kedvezőbb erőátadást tesz lehetővé, azonban több odafigyelést igényel, hiszen a két fő fektetési irány közül az egyik félbevágott elemmel kezdődik, és azzal is ér véget. A falak merevítését segíti a fűzőcsapok elhelyezése. Ezek a fűzőcsapok nagyjából két méteres távolságban, szintenként eltolva elhelyezettek, a falelemek közepén lévő függőleges furatba bevert, 3-4 fát átérő idegencsapok. Segítségükkel a fal egybefüggő tárcsaként viselkedik. A négyzetes keresztmetszetű csapokat a fal szabad mozgásának érdekében nem szokás beragasztani a kör alakú furatokba. A falelemek rögzítését a fogadólemezhez L-vasak végzik, de a felette elhelyezkedő elemeket a sarkokon elhelyezett fűzőcsavarokkal fogják össze. Azért a sarkokon helyezik el ezeket a fűzőcsavarokat, mert az alaptesten túlnyúló gerendavégeken a fal elkészülte után felülről be tudják fűzni, és az alsó csavaros kapcsolatot a megereszkedés során könnyedén után tudják állítani. Tapasztalatok bizonyítják, hogy fűzőcsavarok nélkül sem „viszi el a szél a szerkezetet”, a gerendaprofilok összeszorítására meg amúgy sem elegendő egy M16-M22 közötti menetes szár, de a csavarok süllyedésével kitűnően követhető az épület egyes pontjainak ereszkedése, ami pl. az oszlopok csavarjainak utánállításánál nagy segítség. Elegendő megszámolni, hogy mennyit kellett húzni a fűzőcsavaron, és ugyanannyit kell engedni az oszloppapucson...



Kötések



Kötések

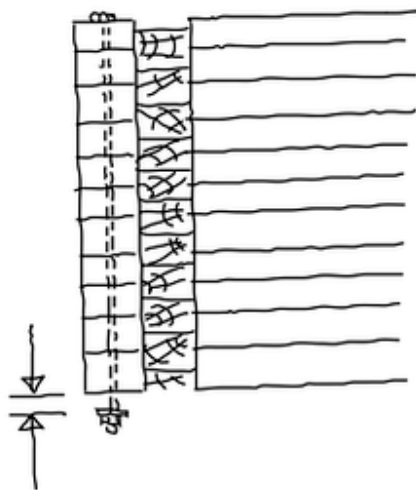
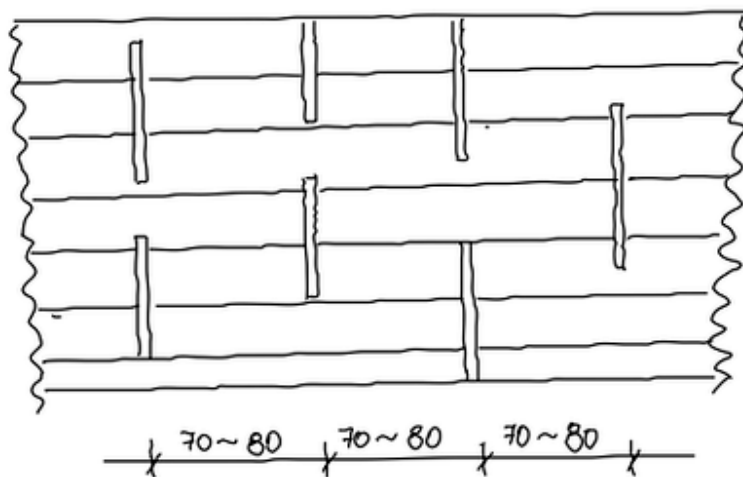


Kötések

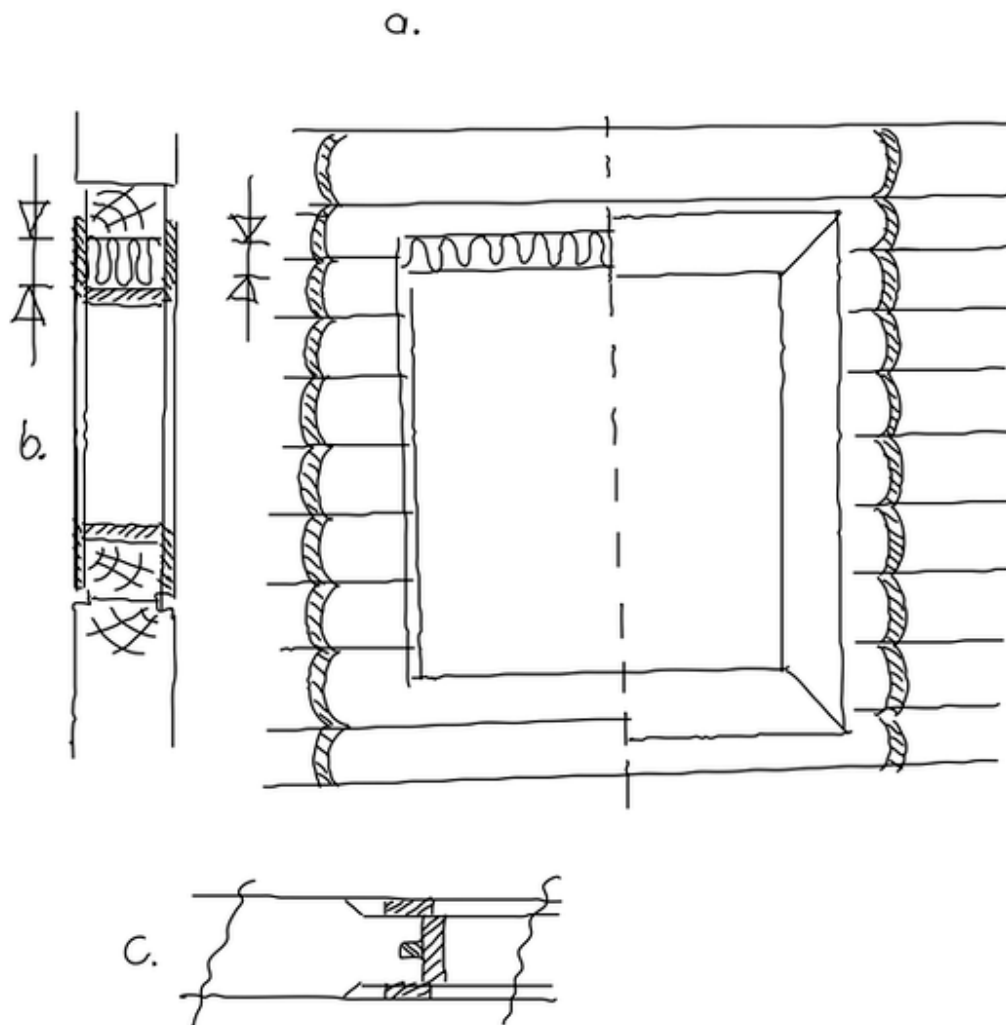
2.3.

A boronafalas szerkezet legjellegzetesebb tulajdonsága a fal megereszkedése. Ennek a jelenségnek kell alárendelni minden további szerkezeti megoldást. A fal megereszkedése a faelemek összeszáradása során jelentkező zsugorodásból, és a profilok egymásba üléséből ered. Ez a megereszkedés rönkprofil esetén 3-5 cm, míg légszárakra szárított, tömbösített gerendák esetén 1-2 cm méterenként. Ez a megereszkedés az építés utáni másfél-két évben lejátszódik, utána a falak csak minimális dagadási-zsugorodási mozgást végeznek. Kézenfekvő tehát az ősi megoldás, hogy a szerkezet megépítése után otthagyják a házat „dolgozni”, és csak a zavaróan nagy mozgások lejátszódása után folytatják az építést. Ma nincs olyan építető, aki erre hajlandó lenne, így a megereszkedés miatt a nyílászárókat, a tetőt, a tartóoszlopokat, a szerelt rendszerű válaszfalakat, a gépészeti vezetékeket és berendezéseket, a kéménybádogozást, a belső lépcsőt, és valamennyi, a megereszkedést el nem viselő további épületelemet csúszó- vagy állítható megoldással kell beépíteni. Érdeemes azonban elgondolkodni egy köztes megoldáson. Ha a kétszintes ház építészeti tervezése során a földszint egy önállóan lakható egységet képez (ami más szempontok szerint is kedvező), akkor a tetőtérbeépítéssel meg lehet várni a

megereszkedés „csillapodását”. Így legalább a gépészeti szerelés, vagy a lépcső kialakítása kevesebb gonddal jár. A nyílászárók beépítése egy olyan vaktokkal oldható meg, amiben szabadon csúszhat a falnyílás két oldalára kerülő falgerenda-vég, a felső oldalán pedig az ablak magasságának megfelelő hézag van, így a megereszkedő falszerkezet nem terheli meg az ablak tokját. Az ereszkedési hézagot valamilyen hőszigetelő anyaggal ki kell tölteni, majd kétoldról egy-egy díszkerettel eltakarni. Ez a takaró keret általában körbefut az ablaknyílás körül, és ez adja a boronafalas házak jellegzetes keretes ablakait.



Merivítés, összeszáradás

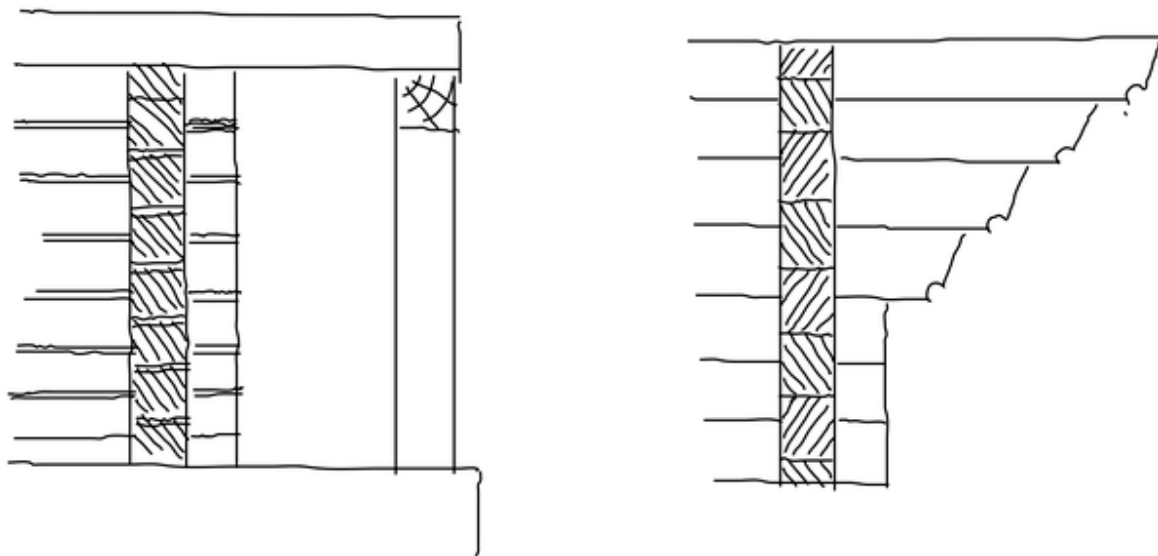


Vaktok

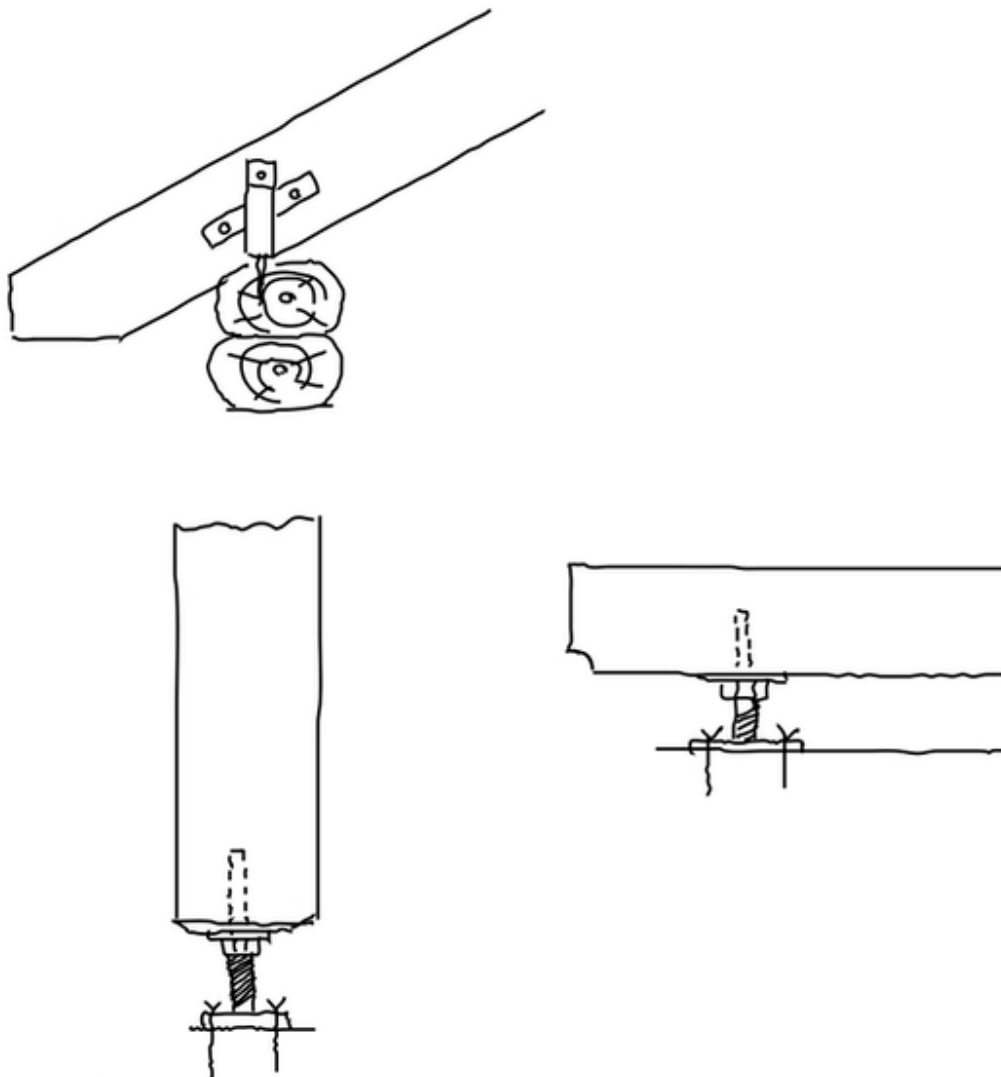
2.4.

A tetőszerkezet kontyolt kivitelben teljesen szokványos szerkezetű. Oromfalas kivitelben azonban figyelembe kell venni, hogy az oromfál is ereszkedik. Különösen oda kell figyelni akkor, ha a tetőszerkezet a szelemeneken keresztül rátámaszt az oromfalra. Könnyen beláthatjuk, hogy a gerincszelemen ereszkedése révén csökken a tető hajlásszöge. Ezt a hajlásszög-változást a szarufa horgolt talpszelemen kapcsolat nem képes követni. Ide egy erre a célra szolgáló vasalatot kell alkalmazni, ami leköti a szarufát a talpszelemenhez (ami leggyakrabban a legfelső falgerenda), de csuklós kapcsolata révén követi a hajlásszög-változást. Tartóoszlopok esetén (legyen az a tetőtérben elhelyezett székoszlop, a földszinten elhelyezett födém tartó oszlop, terasz- vagy előtető-oszlop) az oszlop alján vagy a tetején olyan csavaros vasalatot kell alkalmazni, ami egy villáskulcs segítségével utánállítási lehetőséget biztosít. A csavar szárát az oszlop hosszából lehet megállapítani. A vasalat kifejejtésével számolnunk kell azzal, hogy az oszlop feltámaszkodik, kihajol, eltörik, túlméretezett oszlop esetén pedig szétnyílnak a fal illesztési hézagai. Ugyanez a helyzet, ha téglafallal, kőfallal

kombináljuk a boronafalas szerkezetet. Nagyobb oromzati szelemenkinyúlást, kisebb előtetőt érdemes oszlop helyett a felső falgerendák lépcsőzetesen kialakított konzoljával alátámasztani.



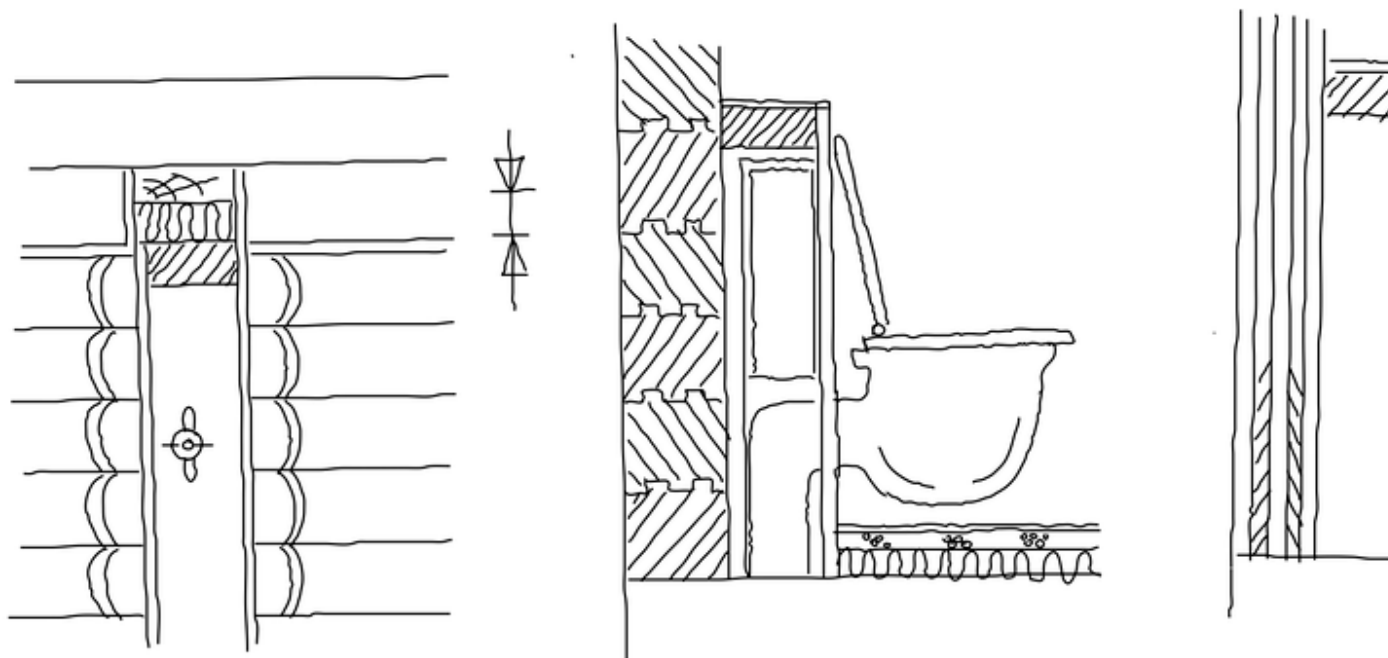
Oszlop/konzol



Vasalatok

2.5.

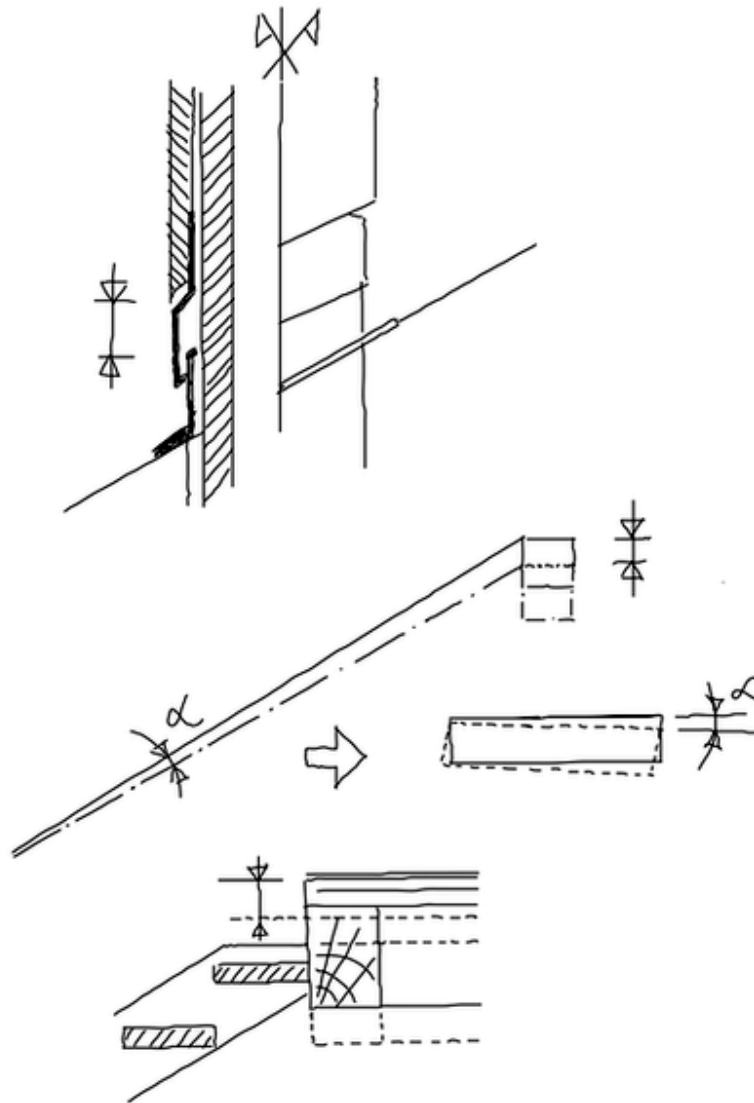
Szerelt rendszerű válaszfalak és gépészeti előtétfalak esetén csúszóvasalatokat kell alkalmazni. Ezek olyan L-vasak, amik egyik szárán ovális furatok készülnek, és alátéttel csavarozva a gerendafalhoz a gerendafal ereszkedése során szabad mozgást engednek. A szerelt rendszerű válaszfal tetején a nyílászáróknál alkalmazott ereszkedési hézagot kell hagyni, és kétoldról eltakarni. A gépészeti előtétfalak alkalmazása esztétikai és műszaki okból egyaránt szükséges. A vízvezetékek, különösen a szennyvízfolyók, a falikazán, vagy a bojler csőbekötései csak ilyen szerkezetű falakban vezethetők el. Boronafalas épületeknél lehetőség szerint kerülni kell a tetőtérben elhelyezett vizes helyiségeket. A mai kor igényei azonban ritkán mondanak le az ilyen igényekről. A tetőtérbe fel- illetve onnan levezetni a gépészeti vezetékeket nagy odafigyelést igényel. Víz- és gázvezetékekhez rugalmas, flexibilis csöveket, csőlírákat kell alkalmazni. Szennyvízelvezetést egymásba csúszó toldásokkal kell kivitelezni.



Szerelvényezés

2.6.

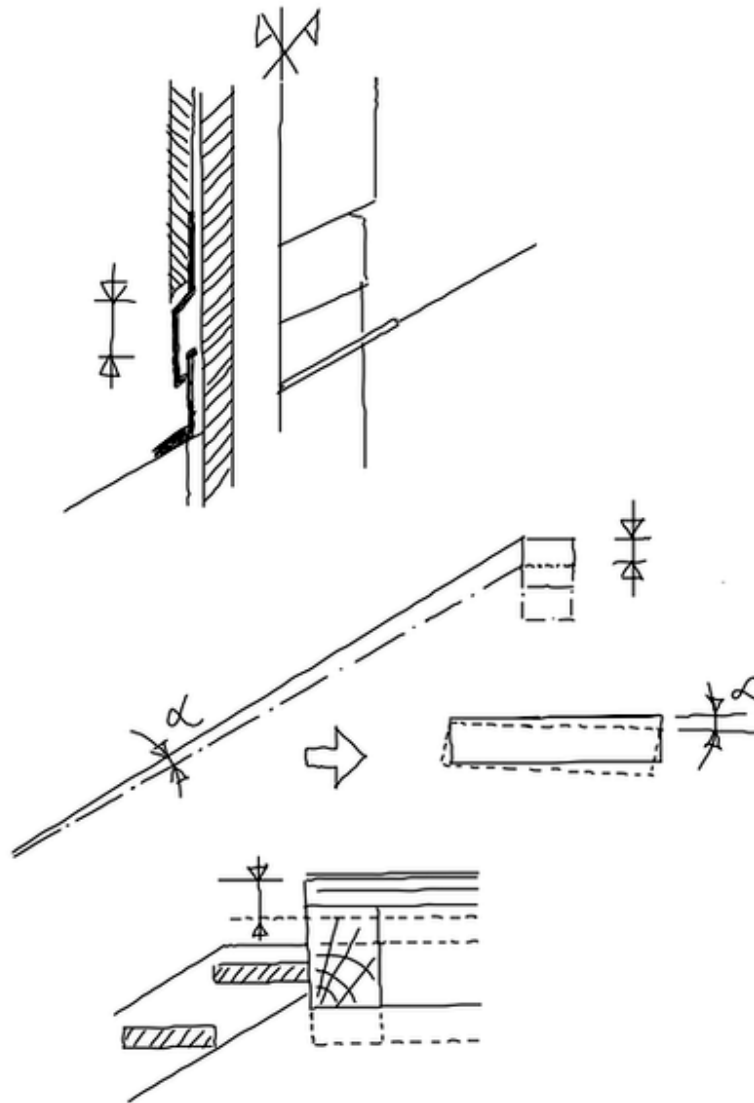
A kémény körbebádogozása különleges, kettős bádoggal történik. Az alsó köpeny a tetőszerkezetre van rögzítve, míg a felső, takaróköpeny a kéményre, mint egy gallér. Az épület megereszkedése során a két réteg átfedése csökken, de az eredeti átfedés hossza úgy van megállapítva, hogy a bádog a végleges állapotában is ellássa feladatát.



Kéménybádog

2.7.

A belső lépcső kialakítása kétféleképp történhet: az egyik megoldás, amikor az egykarú lépcsőt csuklós kapcsolatokkal kapcsolják a földémhez, kissé emelkedő lépcsőlapokkal, ami aztán a megereszkedés során beáll a végleges helyzetébe. A másik megoldás, hogy a lépcső egy önálló, oszlopokon nyugvó szerkezetet képez, és csúszóvasalatokkal kapcsolódik a földémhez. Ilyenkor a kilépő lépcsőfok az ereszkedés során egyre csökken, és a 3-5 cm-es méterenkénti érték szerint nagyjából el is tűnik. Néhány év elteltével a lépcső teteje hozzáigazítható a „végleges” padlószinthez.



Lépcső

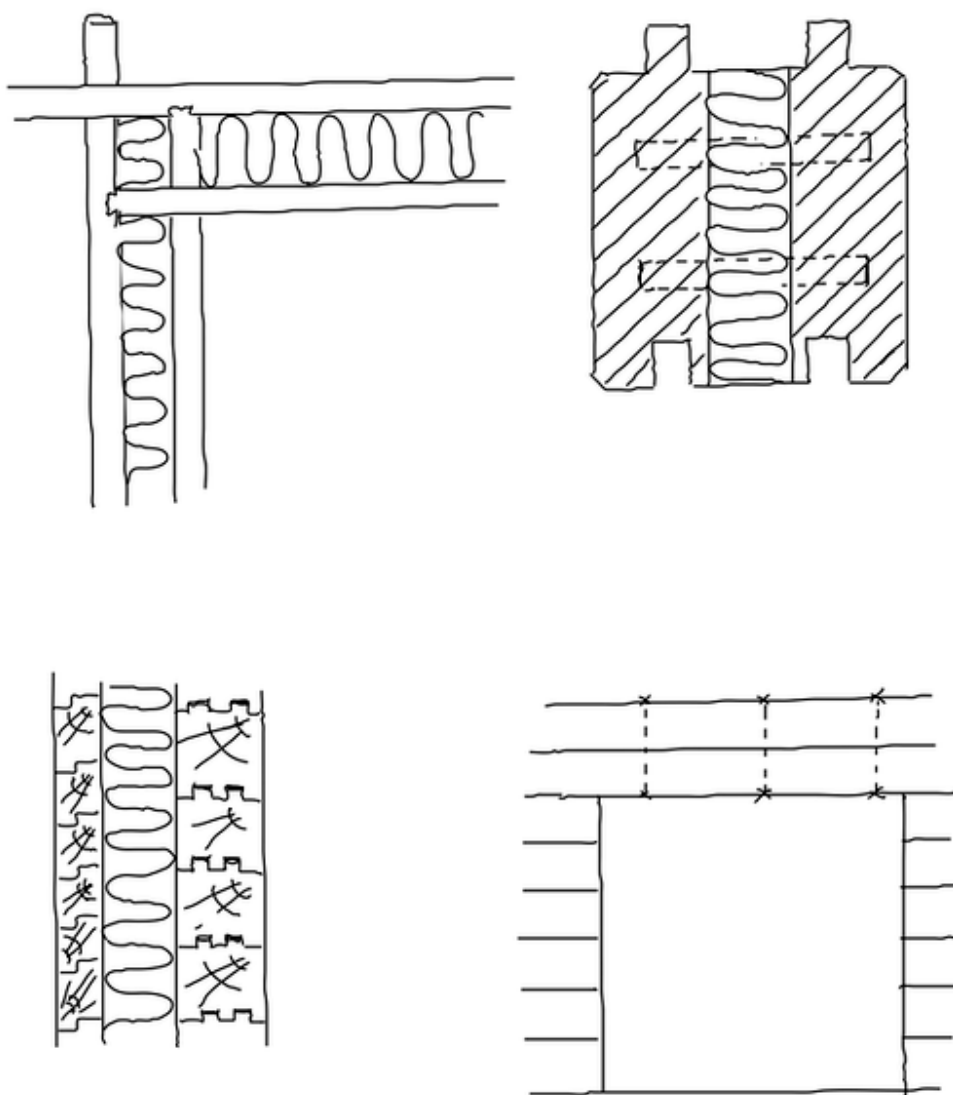
2.8.

Az épület villamos vezetékezése az üzemben előregyártott gerendák esetében viszonylag egyszerű feladat. Ugyanis a falelemekbe nem csak a fűzőcsapok, illetve a fűzőcsavar furatait, hanem a villanyvezeték furatait is elkészítik. Ezek a furatok egymás fölé kerülve egy villamos vezeték-árkot képeznek. Az aljzatok furatait el lehet készíteni az üzemben, és a helyszínen egyaránt. Nagy segítséget nyújt a vezetékek befűzésekor, hogy minden nyílászáró körül egy-egy díszkeret készül, ami mögött elvezethetőek a vezetékek. A furatok elhelyezése az előzetes tervek szerint történik, de későbbi átépítésekre gondolva egységes távolságokba további furatokat helyeznek el. Ezekről a furatokról természetesen nézeti rajz készül, hogy a villanszerelő könnyedén kimérhesse azokat.

2.9.

A boronafalas rendszer egyik változata a kétrétegű, szigetelt falszerkezet. Az ilyen falszerkezet kétféleképp készülhet: vagy két falrétet húznak fel, és a kialakult üreget kitöltik szigetelőanyaggal, ami lehet ásványgyapot-, üvegyapot-, vagy farostlemez-paplan, de akár cellulózrost, vagy parafa zúzalék is. A másik megoldás, hogy a tömbösített falgerendák készítésekor két oldalsó felületi réteg

között polisztirol vagy poliuretán magréteget alakítanak ki. Ilyenkor a két faréteg valamilyen távtartó rendszerrel van összekötve, amik a teherhordásban együttműködővé teszik a gerenda két oldalát. A két falréteg az elterjedtebb megoldás. Ezzel a kivittel meg lehet jeleníteni a boronafalás szerkezet tetszetős kivitelét (gyakori, hogy csak a külső réteg gerendái vannak túlfuttatva a sarkokon, a belső réteg gerendái pedig beeresztéssel kapcsolódnak ezekhez), és a hőtároló tömeg megtartása mellett jelentősen fokozható a hőszigetelési jellemző. Páratechnikailag kifogásolható, hogy a hőszigetelő mag és a külső gerendák határretegén már kellően alacsony a hőmérséklet ahhoz, hogy páralecsapódás keletkezzen. Ha a belső rétegnek vastagabb, légtömör profilozással és tömítőszalaggal ellátott falat képzünk, a külső rétegnek pedig vékonyabb, hézagossra profilozott gerendákat tervezünk, akkor valamelyest érvényesül a „belülről kifelé csökkenő páratechnikai ellenállás” elve. Emellett számíthatunk arra is, hogy a falszerkezet anyagát képző fa képes párafelvételre és leadásra is.



Kiegészítő szigetelés

2.10.

Boronafalás épületek átépítése korlátozott feltételekkel, de lehetséges. A szerelt rendszerű falak bontása, áthelyezése a szerkezettől független, hiszen azok nem teherhordó elemek. Arra figyelni kell,

hogy rönkházak esetén a szerelt falaknak a rönkfalban egy árkot képeznek, ami a fal elbontása után valamilyen módon eltakarandó. A teherhordó falakba nyílások, falkiváltások készíthetők. Körfűrészsel, vezetívonalzó mellett befűrészelnék, majd szükség szerint láncos fűrészsel átvágják a falat. A vágott felületek csiszolása kézi csiszológéppel történhet. Nagyobb nyílások esetén a nyílásáthidalásról gondoskodni kell. Ezt boronafal esetén a felső átfutatott elemek összecsavározásával szokták megoldani. Utólagos falkiváltás esetén a csavározás elkészültéig a fal dúcok, vagy egyéb alátámasztó szerkezetek segítségével tehermentesítendő.

2.11.

Boronafalas épületek különös odafigyelést igényelnek faanyagvédelem terén. A külső oldalon a csapadék, az éves hőingadozás, az UV sugárzás, belülről pára, a vizes helyiségekben esetleg csapóvíz éri. Nem beszélve az esetleges gépészeti hibákról. A belső tér faanyagvédelmére elegendő egy építés előtti faanyagvédelmi kezelés, az építés utáni lazúros bevonatolás pedig az esztétikai igényeket elégíti ki. A külső oldalon azonban egy lélegző, faanyagvédő hatású bevonatrendszer kialakítása célszerű, amit a termék előírásainak megfelelő időközönként megújító kezelésekkel kell karbantartani. A színválasztás szempontjából érdemes figyelembe venni, hogy az egyes színárnyalatok nem egyforma mértékben védik a fát az UV sugárzással szemben.

3. Tömör fatáblás faházrendszer

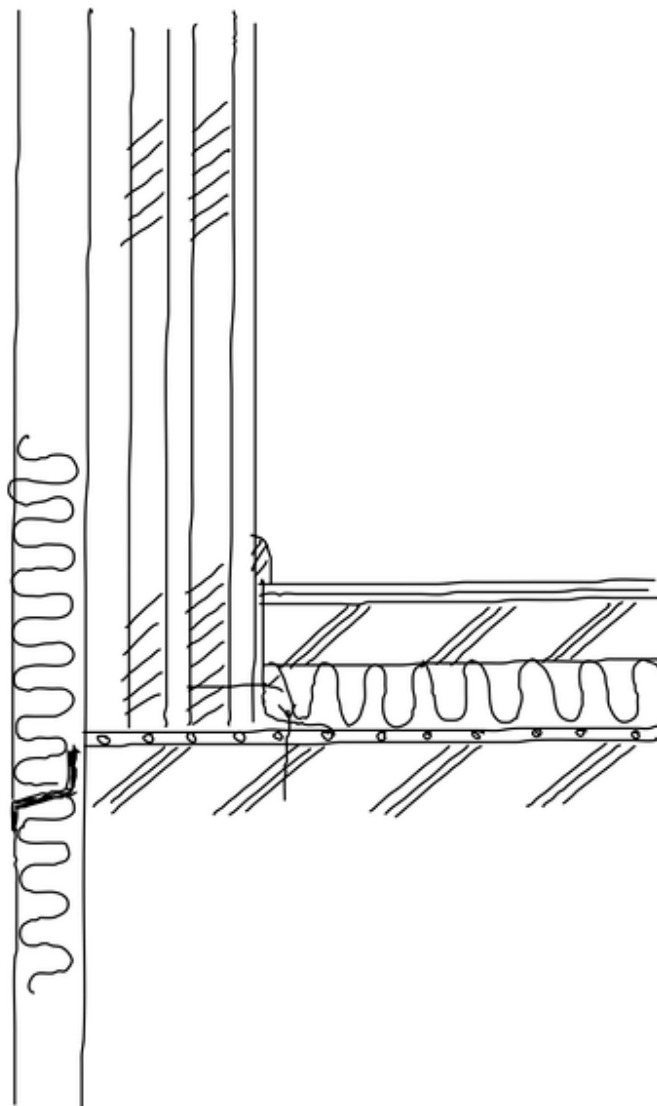
3.1.

Az építési rendszer lényege, hogy tömörfából, rétegesen ragasztott fal és födémpanelekből, csavaros, vagy egyéb mérnöki fakötések alkalmazásával áll össze az épület. Ez az építési rendszer rendelkezik a boronafalas szerkezet kedvező élettani hatásaival: lélegzik, vagyis jó a páratechnikai viselkedése, jól kombinálható lélegző homlokzati szigetelésekkel, rendelkezik hőtárolótömeggel, így hőtechnikailag nagyon kedvező szerkezet alakítható ki belőle. Tűzállósága a tömör fafelületek révén kedvező, megjelenése esztétikus. A keresztirányban ragasztott rétegei révén kiküszöböli a boronafalas szerkezet zsugorodási tulajdonságait. Hátránya a viszonylag nagy anyagszükséglet, a költséges gyártástechnológia, és az, hogy csak néhány szakosodott vállalkozás kínálja, így az ára összességében meglehetősen magas.

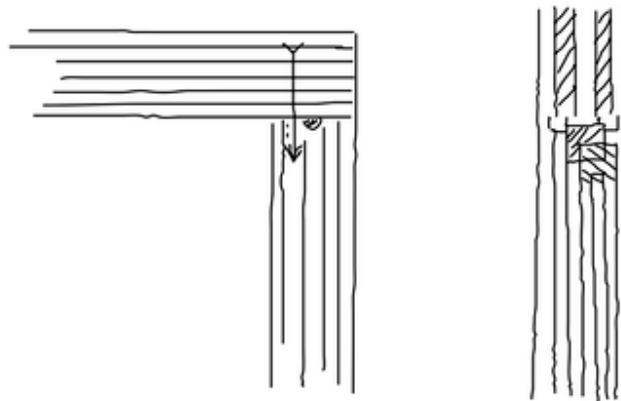
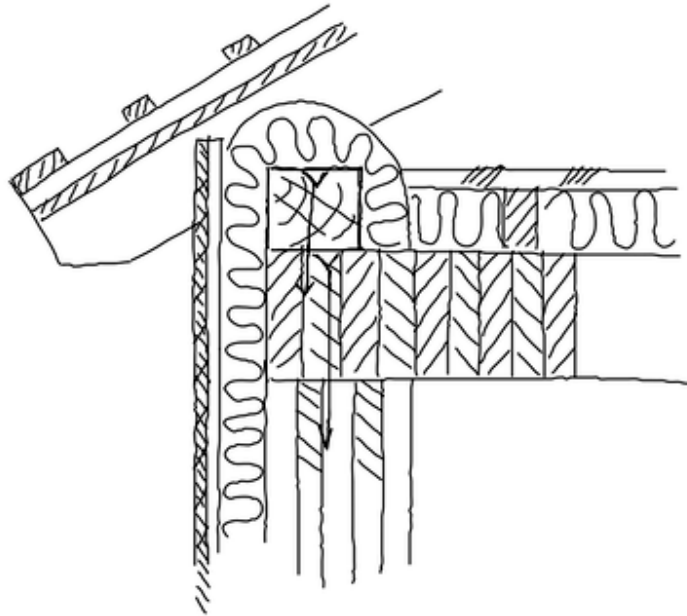
3.2.

A fatáblák az üzemben nagy méretekben készíthetők, de a szállíthatóság miatt (főleg a táblák hosszát) érdemes korlátozni. A táblák szélessége a fektetett szállításhoz igazítva 240 cm, míg hossz elérheti a 13 métert. Ezt a méretet persze inkább a födém táblák közelítik meg. A táblák kialakítása többféle lehet. A tömörre ragasztott ötrétegű tábla a legegyszerűbb és legelterjedtebb falszerkezet. Födémként inkább az álló lamellás tömör pallófödém használatos. Hőszigetelési tulajdonságok javítására gyártanak üreges falelemeket is, ahol az üregek poliuretán-hab, vagy cellulózrost kitöltést kapnak. Ugyanezen üregek homokkal való kitöltése a hangszigetelő, és tűzállósági tulajdonságokat fokozza. Akusztikailag kedvezőbb kialakítás a bordás, vagy a ritkított borítófelület. Ezt inkább födém táblák esetében alkalmazzák. Födémek esetén gyakori, hogy a lépészaj-szigetelés növelésére aljzatbetonnal látják el. Ez főleg nagyobb fesztávok esetén úgy gazdaságos, ha a tömör fatábla a födém húzott öveként tudna viselkedni, míg a nyomást az aljzatbeton venné fel. Ezt el lehet érni azzal, hogy a födém tábla felső

oldalába, az állított lamellák közé olyan hálós fémszalagokat ragasztanak, ami felfelé 3-5 cm-t kilógnak a tábla síkjából. Ezek közvetítik a nyíróerőket a fatábla, és a rákerülő aljzatbeton között, így egy karcsú, statikailag kedvező kialakítás nyerhető. A dobozolt tartószerkezet szintén kedvező statikai tulajdonságokkal bír, hiszen eltávolítja a gerenda alsó és felső övét egymástól, ugyanakkor a kis igénybevételű gerincebe csak a szükséges mennyiségű anyag kerül. A kialakuló üreg szigeteléssel kitöltve kedvezően befolyásolja a hangszigetelési jellemzőket.



Tömör fatáblás fal



Tömör fatáblás födém

3.3.

A rendszer összeépítése hasonló a nagypaneles építési módhoz. Az elemeket L-vasakkal rögzítik a vízszigetelt aljzathoz. Az épület merevségét az adja, hogy az egymásra merőleges faldarabok megfelelő számú és teherbírású facsavarral össze vannak fogatva. A födém rögzítése a falak tetejére ugyanezen csavarokkal történik. A tetőtéri falak a födémhez vannak rögzítve, L-vasakkal és csavarokkal. A külső oldalon homlokzati hőszigetelés készülhet, faburkolattal, vagy nemesvakolattal. De akad példa a szerkezet borítatlan felületkezelésére is. A belső oldalon is hagyható a fafelület, de gipszkarton borítással vakolt felületek képezhetőek. A villamos vezetékezés részére készülhetnek furatok a falszerkezetben, de vastagabb gépészeti vezetékek az aljzatbetonban és szükség esetén szerelt rendszerű előtétfalakban futnak.

4. Fatéglás faházrendszer

Újkeletű építési mód. A fatéglák olyan alapmodul-építőelemek, amik keresztezett száliránnyal, és üreges kialakításban készülnek, és bizonyos méretlépcsőket betartva szabad alaprajzi formák kialakítására adnak lehetőséget. A fatéglák alapanyaga építő minőségű (S10) fenyőfa, és vízálló

(poliuretán) ragasztóanyag. A téglák anyaga gyárilag faanyagvédőszerrel kezelt. Az egésztegla gyártótól függően 60-65 cm hosszú, és 30-35 cm magas. A nyers falvastagság 15-16 cm, de külső és belső oldalon egyaránt burkolható, szigetelhető. A rendszer tartalmaz még fél, negyed, háromnegyed hosszú téglákat, illetve félmagas elemeket, a fal alá helyezendő kezdő talpfát, a tetejére lezáró koszorút, illetve a nyílások éleit meghatározó lezáróléceket. Emellett olyan áthidalókat, amik méreteikben és kialakításukban kapcsolhatók a téglákhoz. A téglák felülete lehet látszó minőségű, illetve burkolat alatti. Ez megoldható úgyis, hogy a két oldal nem egyforma.

14. fejezet - Faszerkezetű födémek, tetőszerkezetek

Tartalom

1.

2. Födémek

2.1. Kiegészítők

2.2. Lapostetők

3. Tetők

3.1. Ácsolt tetők

3.2. Rácsostartó tetők

3.3. Hőszigetelés

3.4. Héjazatok

3.5. Álló tetőablakok

3.6. Fekvő tetőablakok

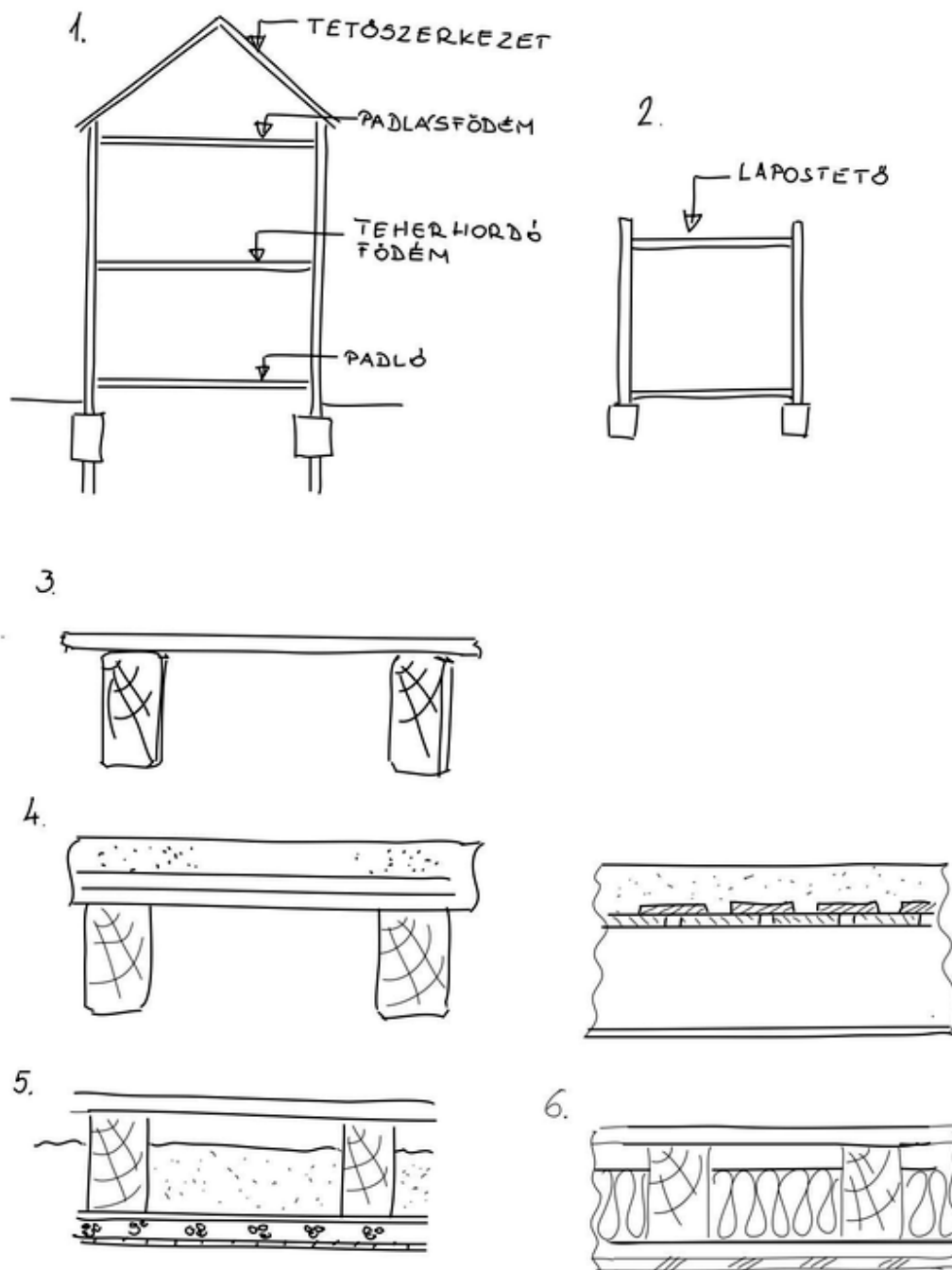
3.7. Szegélyek és oromzatok

3.8. Toronytetők

3.9. Nagyfesztávú lefedések

1.

Födémszerkezetnek nevezzük az épület vízszintes határoló szerkezeteit, az épület felső határoló szerkezetét pedig tetőszerkezetnek. A lapostető egy speciális kombinációja ezeknek, mert erőtani viselkedése szerint födém, viszont tetőnek nevezendő, mert az épület felső határolószerkezete. A födémszerkezet erőtani szempontból lehet teherhordó, önhordó, vagy függesztett típus. A tetőszerkezet mindenképp teherhordó.

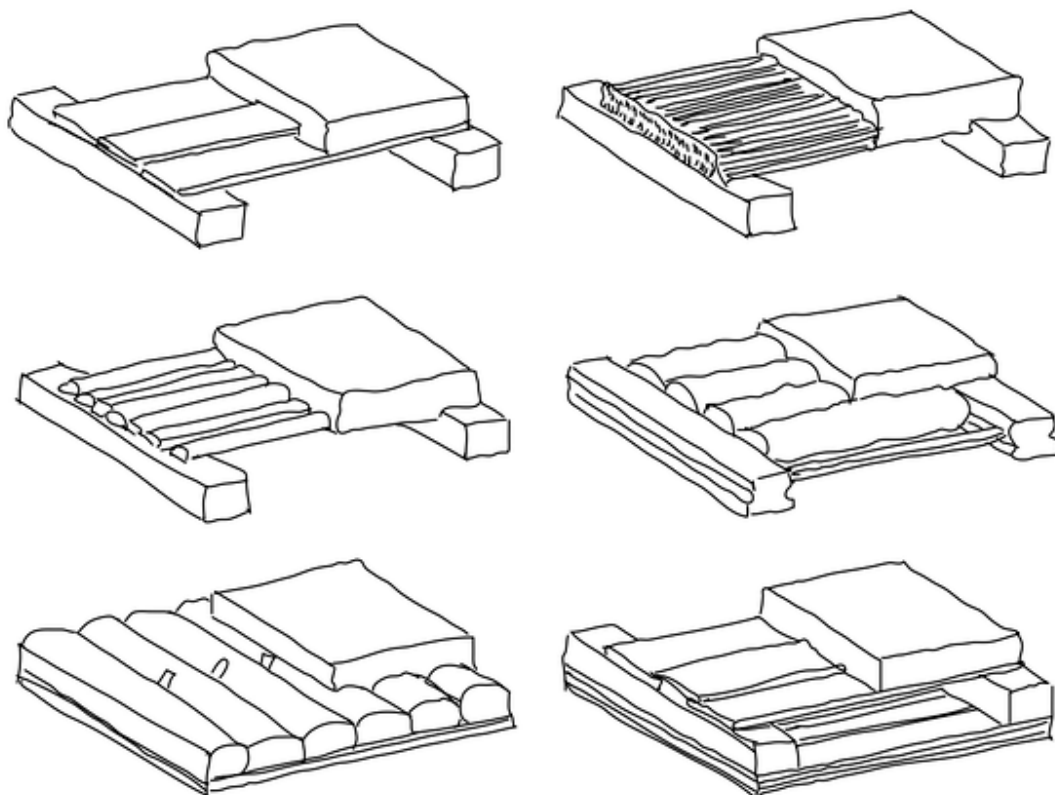


Vízszintes tartószerkezetek

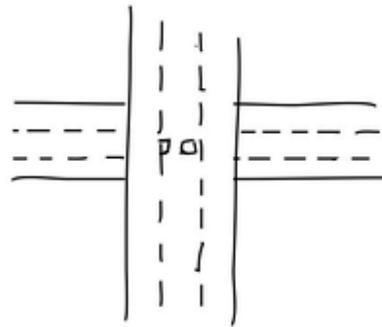
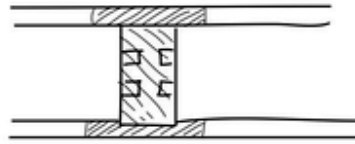
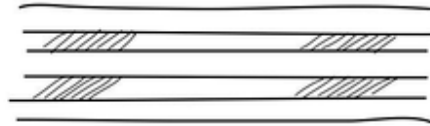
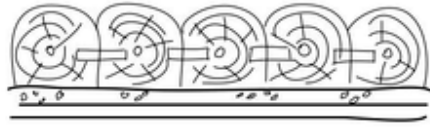
2. Födémek

Fa födémszerkezet lehet teherhordó, vagy önhordó egyaránt. A függesztett födém (álmennyezet) inkább a burkolatok közé tartozik, itt nem tárgyaljuk. A teherhordó födémek jellemzője, hogy a felső oldalán elhelyezkedő helyiség funkciójának megfelelő teher hordására van tervezve, felső felületén járóréteg van kialakítva. A teherhordás mellett tűzállósági és hangszigetelési követelményeket támasztunk vele szemben. Az önhordó födém (zárófödém, padlásfödém) csak a saját súlyát hordja. Felső oldalán nem alakítanak ki járóréteget. Főbb követelményei a hőszigetelés, a hangszigetelés, és a tűzállóság. Fa tartószerkezetű födémek többféle erőjáték szerint működhetnek. A hagyományos födémszerkezetek gerendákat, esetenként pallókat fektetnek a tartófalakra, majd ezeket valamilyen alsó illetve felső

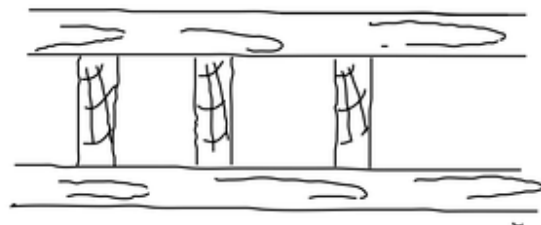
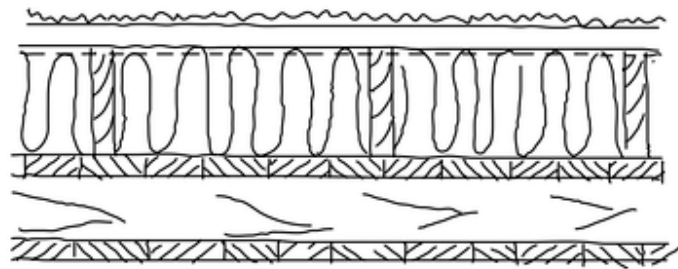
burkolattal látják el. A gerendák/pallók készülhetnek tömören egymás mellé helyezve, és valamilyen megoldással (idegencsap, szeg, ragasztás) összekötve is. Ilyenkor az egyes gerendák együttműködővé válnak, azonban keresztirányú erők felvételére inkább a modern, keresztirányú rétegekkel ragasztott táblás födémek vehetők figyelembe. Födém készülhet még tartórácsként is, azonban ez bonyolult kivitelezése révén nem terjedt el.



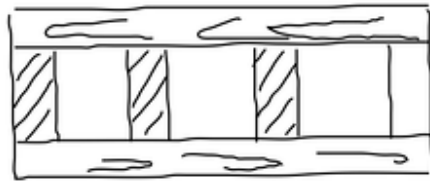
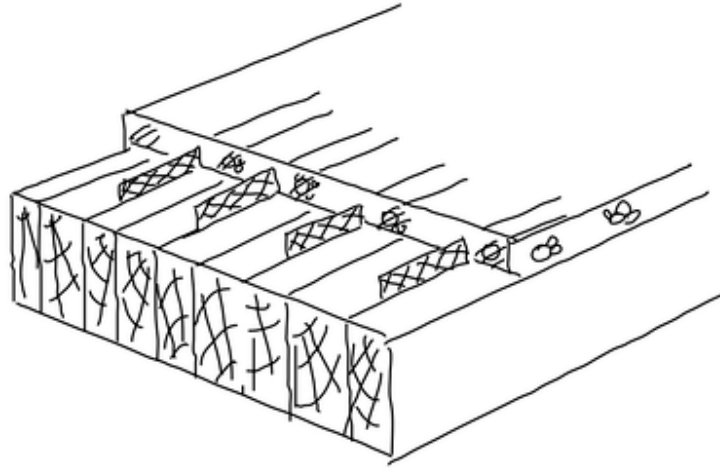
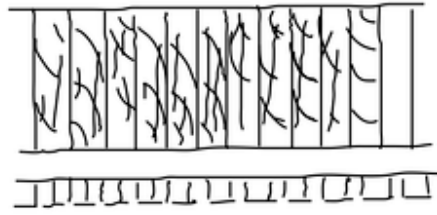
gerendafödémek



Födéntípusok



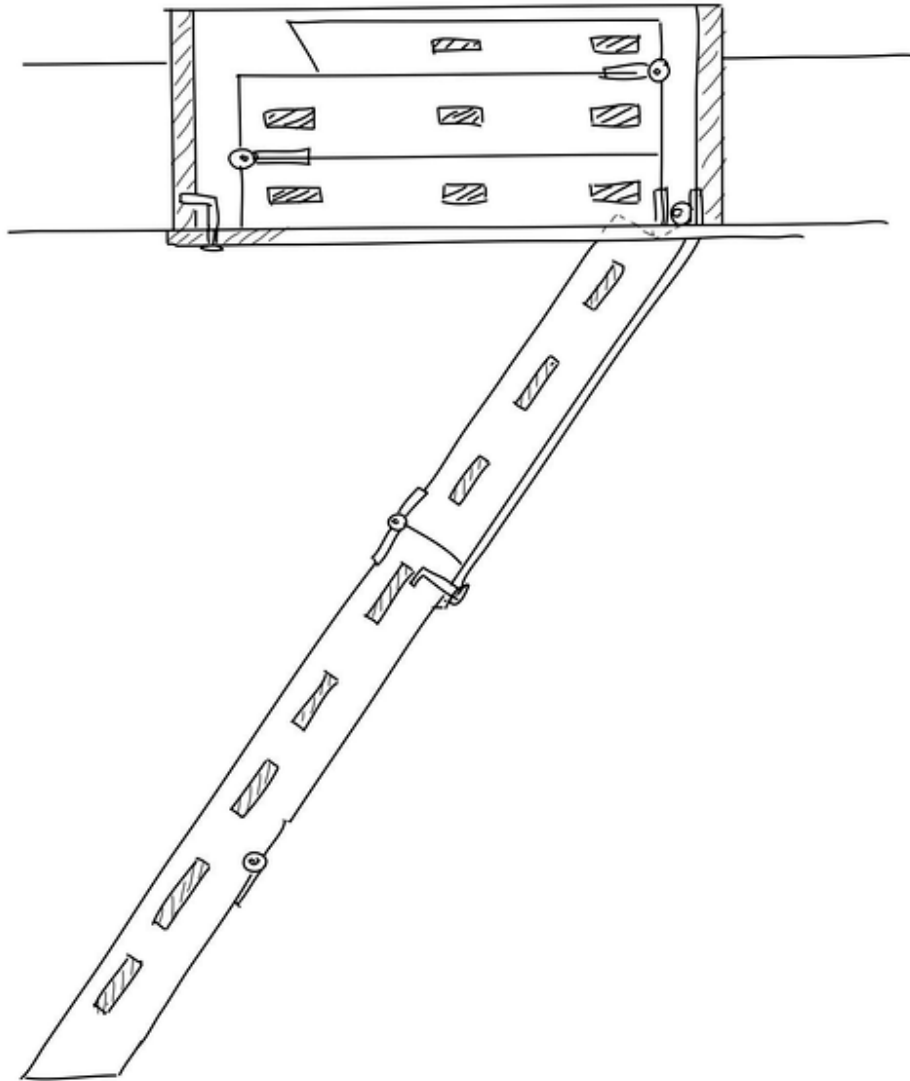
Födéntípusok



Födéntípusok

2.1. Kiegészítők

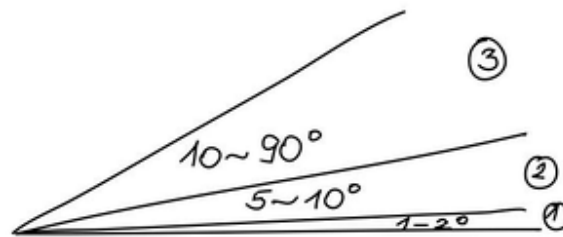
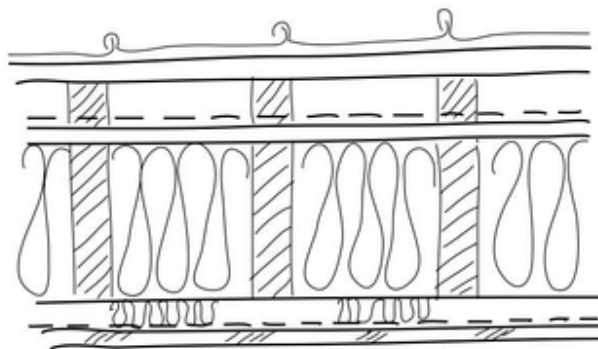
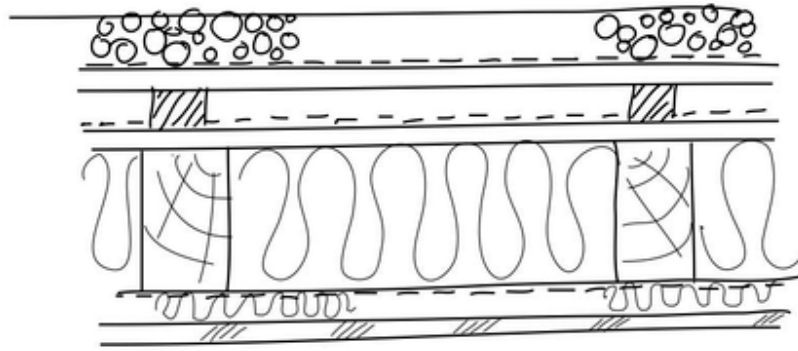
A zárófödémek kiegészítő eleme a padlásajtó, amit manapság lenyíló padláslepcsővel kombinálva alkalmaznak. Az ilyen padlásajtó általános mérete 60/110 cm. Ez a nyílásméret, amibe a padlásajtó kerete rögzíthető. Amennyiben a födémgerendák kiosztása ennél kisebb, úgy gerendakiváltást kell alkalmazni. A padlásajtó lenyitható ajtaja egybe van építve egy három-vagy négy tagból álló létrával. A mozgatót az ajtóra szerelt rugó segíti, az ajtó nyitása-zárása pedig egy kampós végű rúddal történik. Az ajtó készülhet hőszigetelt kivitelben is.



létrával egybeépített lenyíló padlásajtó

2.2. Lapostetők

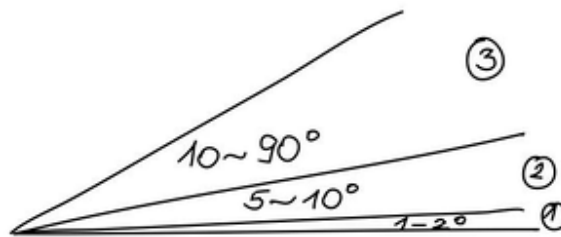
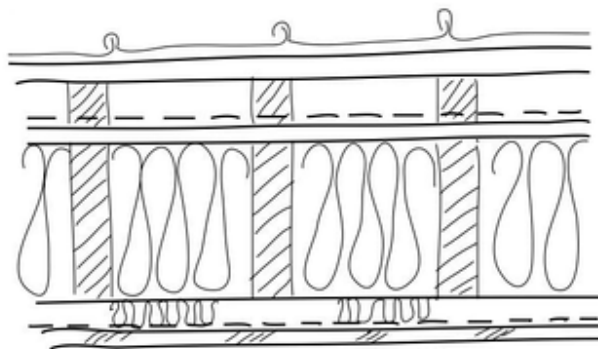
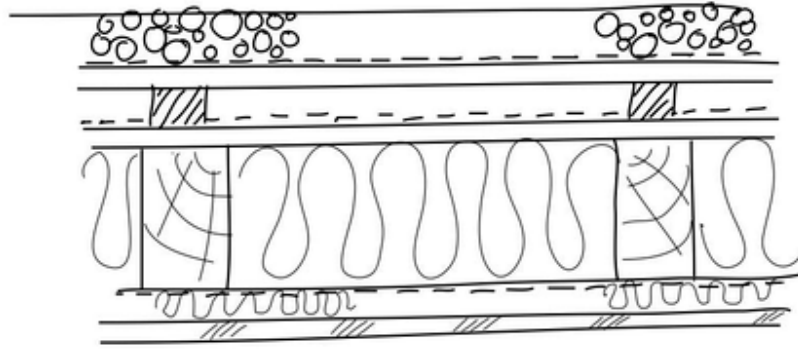
A lapostető olyan födém szerkezet, ami felső határoló szerkezetként működik. Mint ilyen, minden olyan követelménynek meg kell felelnie, amit egy födémről, és egy tetőről elvárunk. A födémnél nagyon fontos, hogy a szigorú alakváltozási követelményeket teljesítve viselje a felette lévő szint terheit. A tetőszerkezetnek tartósan védenie kell az épületet az időjárás viszontagságaitól, a csapadék és szélhatástól. A fűtött teret elhatároló tetőszerkezetnek emellett kellő hőszigetelési, páratechnikai, hangszigetelési jellemzőkkel is rendelkeznie kell. Emellett elvárjuk, hogy kellő tűzvédelmet biztosítson.



Lapostető

3. Tetők

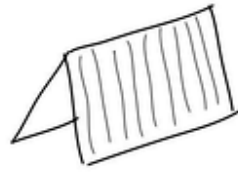
Tetőszervezetek többféle szempont szerint lehet csoportosítani. Első szempont a tetősíkok vízszintessel bezárt szöge (hajlásszög) szerint lehet. A lapostető hajlásszöge $1-2^\circ$, ami a csapadékvíz elszivárgásához szükséges. A lapostető erőjátékát tekintve még a földémek közé tartozik. A másik nagy csoport a magastető. Ezen belül elkülöníthető az alacsony hajlásszögű magastető ($10-15^\circ$ -ig), és a hagyományos értelemben vett magastető. Alacsony hajlásszögű magastetőket alkalmaznak ipari épületekhez, így azok gyakran készülnek acél, esetleg vasbeton szerkezettel. Magastetők inkább lakó- és közösségi épületek építésénél használatosak, leginkább faszervezettel készülnek.



lapostető, alacsony hajlásszögű tető, magastető

3.1. Ácsolt tetők

A magastetők hagyományosan faszervezetből készülnek. A magastetőket kétféle szempontból lehet elkülöníteni: a tetőgeometria és a teherhordó rendszer szerint. A tetőgeometriát tekintve sokféle tető létezik: a nyeregtető, a kontyolt tető, a csonkakontyolt tető, az oromzatos kontyolt tető, a sátoztető, a toronytető. Több hajlásszögű tető a manzárd-tető, a fűrészfog-tető. Íves tetőfelületek adódnak a dongatetőn, a kúptetőn, a gömbkupolán, a hagymakupolán.



NYEREGTETŐ



FÉLNYEREGTETŐ



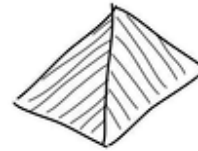
KONJTETŐ



CSÓNKA-
KONJOLT TETŐ



OROMZATOS
KONJTETŐ



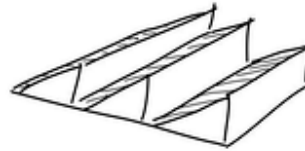
SAKTETŐ



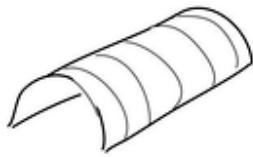
TORONYTETŐ



MANZARD-TETŐ



FÜRÉSZFOG-TETŐ



DÖNGTETŐ



KÚPTETŐ

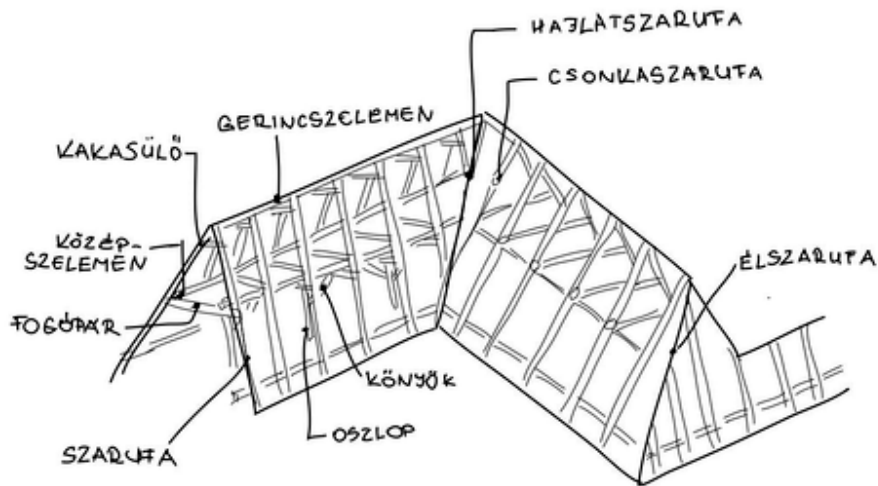
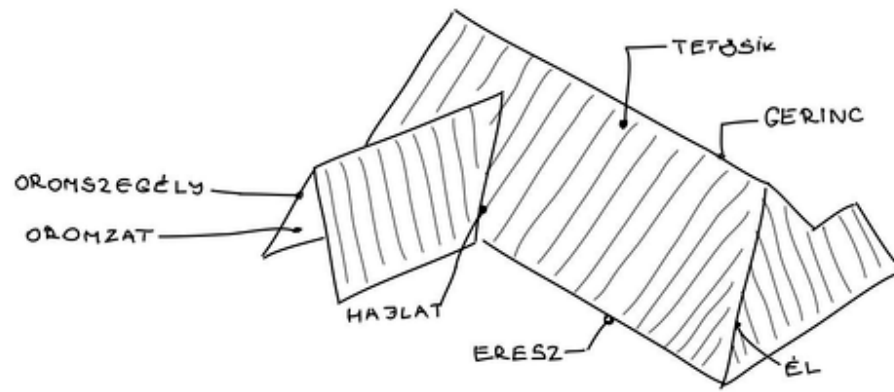


GÖMBKUPOLA

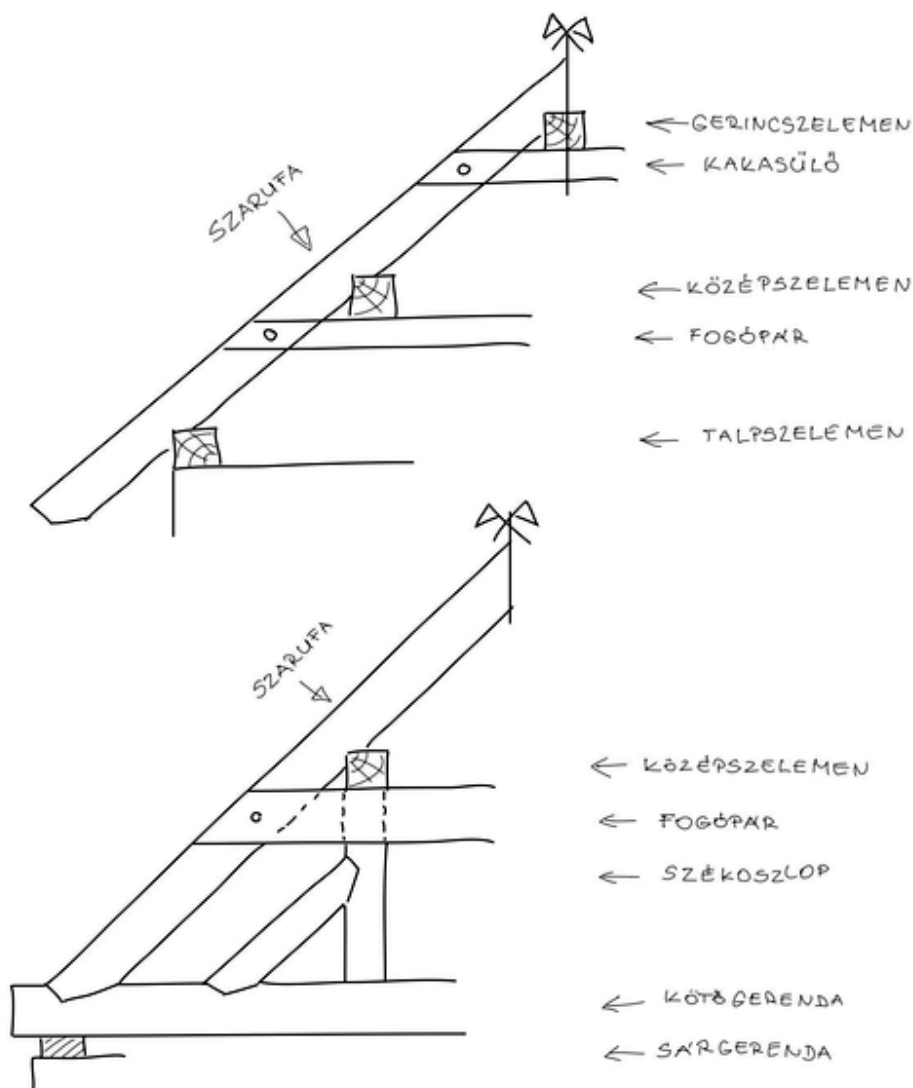


HAGYMAKUPOLA

tetőtípusok geometria szerint



tetőgeometria részei

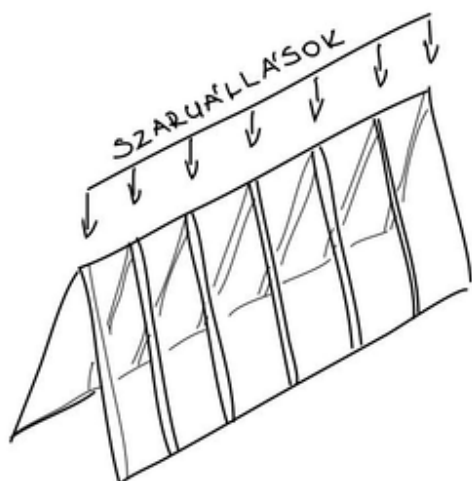


Tetőelemek elnevezése

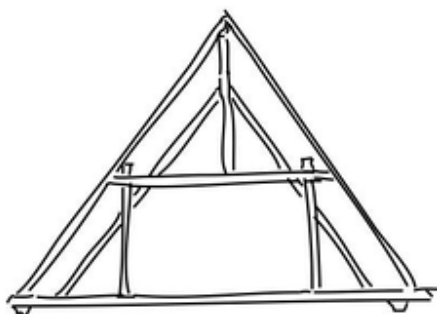
3.1.1. Általános ismertetés

A teherhordó rendszer szerinti csoportosítás előtt tisztázni kell a tetőszerkezet alkotó elemek elnevezéseit, funkcióit. Szarufa a tetősíkokban fekszik, és a héjazat terheit közvetlenül hordja. A tető élét képző szarufa az élszaru, a hajlatot képző szarufa a hajlatszaru. Szelemen a szarufákat közvetlenül alátámasztó vízszintesen futó elem. Szelemeneket az elhelyezkedésük szerint többféle névvel illelhetjük: a legalsó szelemen a talpszelemen, ami a fal, koszorú, stb. tetején fekszik, a gerincszelemen (taréjszelemen) a tető gerincvonalára alatt fut végig, illetve a középszelemen (derékszelemen), ami a tetősík valamilyen köztes magasságában helyezkedik el. Oszlop (székláb) a szelemenek alátámasztását végzi. A sárgerenda abban különbözik a talpszelemtől, hogy az nem a szarufa, hanem a kötőgerenda alátámasztását végzi. Kötőgerendának nevezzük a tetőszerkezet háromszögének alsó, összekötő oldalát képző, viszonylag nagy keresztmetszetű gerendaelemet. Torokgerendának nevezzük a szarufákat nagyjából közép magasságban összekötő gerendát. Ugyanezt két pallóelemből készítve fogópárnak hívjuk. A fogópár a gerincszelemen alatt kakasülőnek nevezendő. Könyökfa (karpánt) a vízszintes elemeket, pl. a szelemt támasztja meg alulról, általában valamilyen függőleges elemnek támaszkodik,

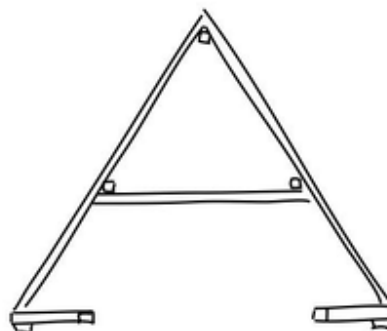
ami lehet egy oszlop, vagy egy fal is. A dúc valamilyen álló alkatrészt, pl. oszlopot támaszt ki, rendszerint egy vízszintes elemnek támaszkodva, ami lehet egy szelemen, vagy akár a földem is. Képzeljük el a tetőt egy vízszintesen fekvő, háromszög alapú hasábnak. Ennek a hasábnak egy olyan szelete, ahol a szarufapár helyezkedik: a szaruállás. Ha a tetőszerkezet úgy épül fel, hogy az egyes szaruállások nem egyformák, hanem minden negyedik-ötödik szaruállás erősebb, merevebb szerkezetet kap, akkor azokat főszaruállásoknak, a köztes szaruállásokat pedig mellékszaruállásoknak nevezzük.



FŐSZARUÁLLÁS



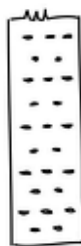
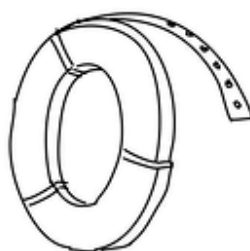
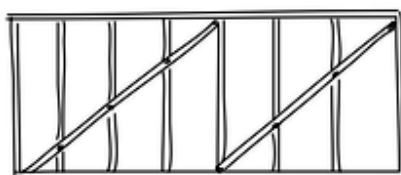
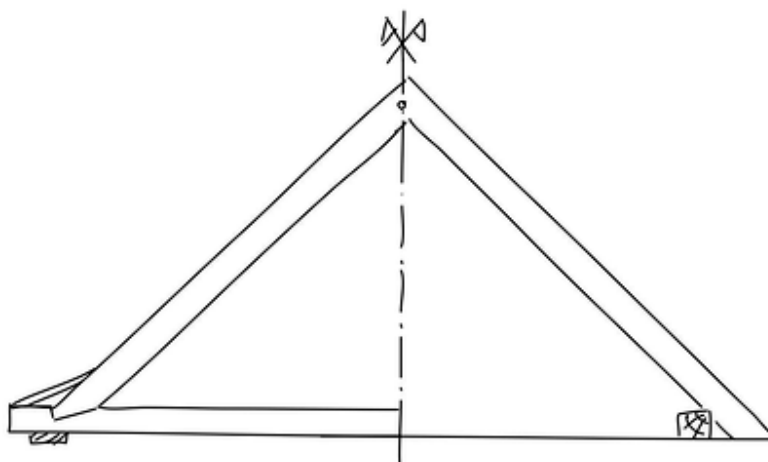
MELLÉK-SZARUÁLLÁS



szaruállás, főszaruállás, mellékszaruállás

A tetőszerkezetek szerkezeti két nagy csoportba sorolhatóak: a szarufás fedélszékek, és a szelemen fedélszékek. A szarufás fedélszékek esetén minden szaruállás egyforma, míg szelemen fedélszékek esetén megkülönböztetünk fő- és mellékszaruállásokat. A fő szaruállások erőjátéka határozza meg a szerkezet elnevezését. A szarufás fedélszékek között a legegyszerűbb a típus az üres fedélszék. Ez csupán egy szarufapárból, és egy kötőgerendából áll. Kiegészítésként a fal tetején végigfut egy teherelosztó pallóelem, amit itt sárgerendának nevezünk. Ha olyan zárófödémre készül, ami képes vízszintes erők felvételére, akkor a kötőgerenda elhagyható, helyette talpszelemen kerül a fal élére, és a szarufák erre kapcsolódnak. A talpszelemen nem azonos a sárgerendával, mert a talpszelemen a szarufák vízszintes terheit is közvetíti a földemre, míg a sárgerenda csupán a szaruállások

függőleges terheit osztja el a falon. A következő típus a torokgerendás fedélszék. Ez az üres fedélszékétől a torokgerenda beiktatásában tér el. Ezek a fedélszék típusok hagyományosan viharléccel vannak merevítve. Ez annyit tesz, hogy a szarufák alsó síkján egy deszka vagy lécs van átlósan felszegezve. A szemközti oldalakon átlósan elhelyezve ezek a lécek kellően merevítik az amúgy kis tetősíkokat. Ha a tetőtér beépítése során a viharléc akadályozza a belső burkolat kialakítását, akkor ajánlatos a „viharszalag” néven kapható lyuggatott fémszalag használata, ami néhány milliméteres vastagságával egyaránt tehető a belső szerelő lécváz alá, vagy a külső síkra.

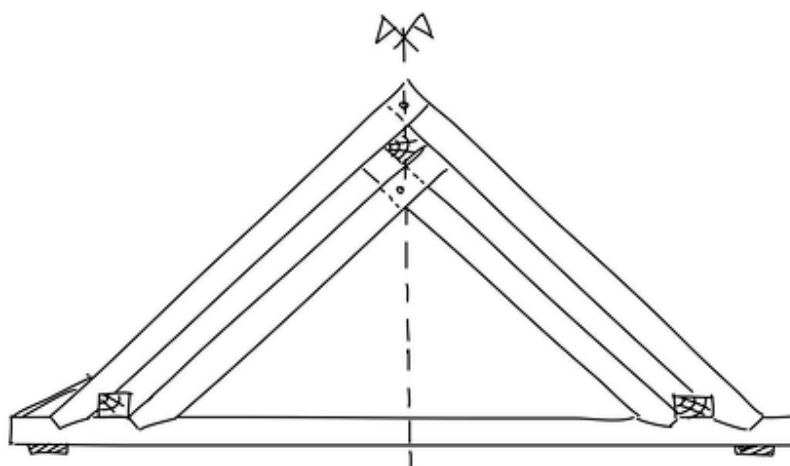
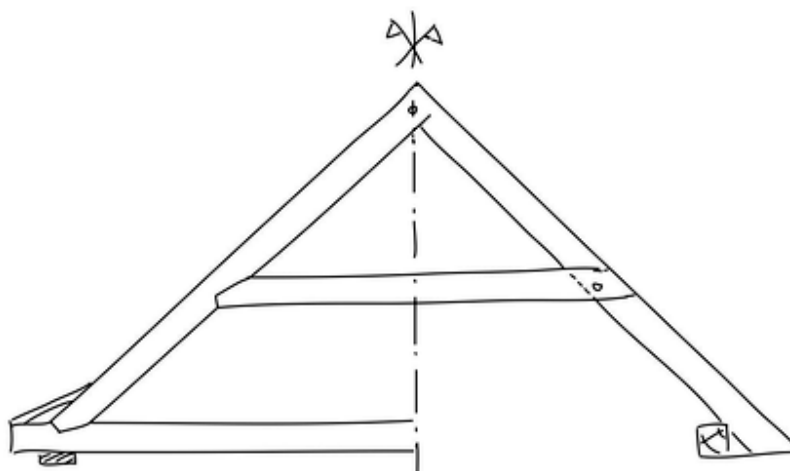


üres fedélszék

3.1.2. Szelemenés stetők

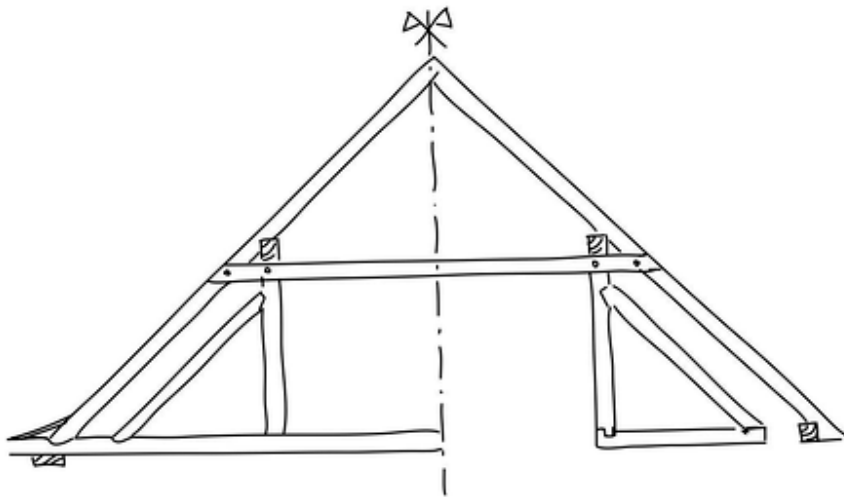
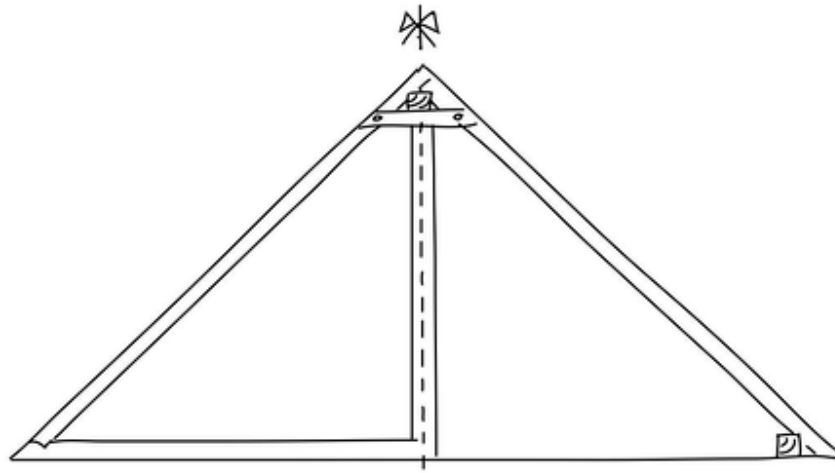
A szelemenés fedélszék lényege, hogy néhány kinevezett szaruállás megerősítésével egy alsó tartószerkezet (tetőszék) készül, amiket szelemenek kötnek össze. A tetősík úgy alakul ki, hogy az összekötő szelemenekre fektetik a szarufákat. Ennek a legegyszerűbb formája az ollós fedélszék. Ollós fedélszék esetén a főszaruállásokban dupla szarufákat találunk, kötőgerendával összefogva. A duplán álló szarufák gerincénél egy fűrészbak-hoz hasonló támaszték alakul ki, amire a gerincszelemen felfektethető. Nagyobb fesztávok esetén a kettős szarufa közé egy-egy középszelemen is kerülhet. Ezt

kis fatuskóval lehet megtámasztani. Ollós fedélszék szelemenjei átlósan állnak. Mellékszaruállásokban csak a szarufapár található, esetleg kakasülő.

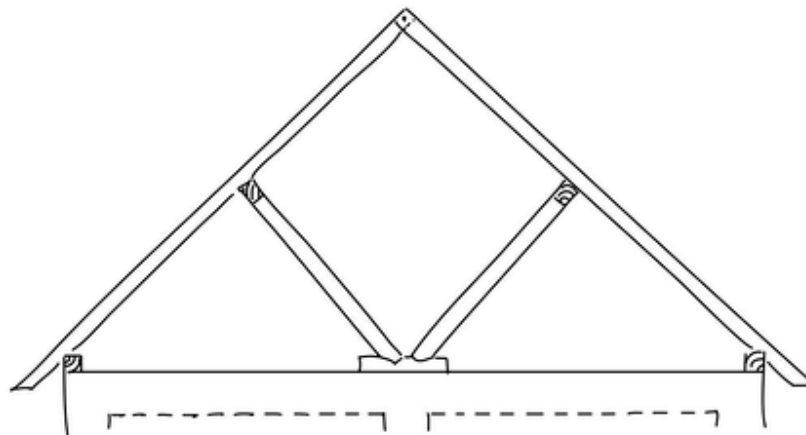
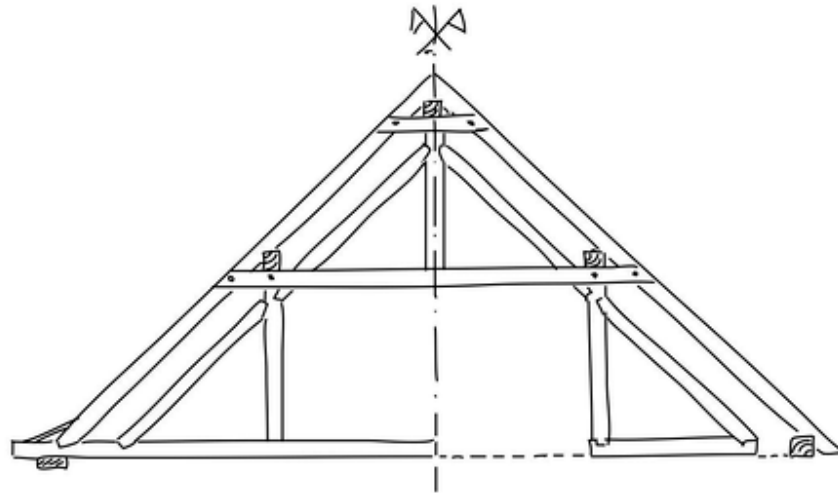


ollós fedélszék

A szelemenes fedélszéknek következő típusa a székábas, székállásos fedélszék. Ez a kötőgerendás főszaruállásokban oszloppal (székállással) megtámasztott szelemenes szerkezet az állások száma szerint van elnevezve. Az egyállásos fedélszék csak gerincszelemennel rendelkezik, így egy oszlopsorral van alátámasztva. A kétállásos fedélszék a kétoldali középszelemenek alátámasztásáról kapta a nevét. A háromállásos fedélszékben közép-, és gerincszelemenek egyaránt vannak. A székállások megtámasztását dúcok végzik, amik háromállásos fedélszék esetén nem csak a középszelemen alatti székábasokat, hanem továbbfuttatva a középső székállást is támasztják. A dúcok mellett a szelemenek alatt elhelyezett fogópárok is nagy szerepet kapnak a szerkezet merevítésében. A hosszanti merevítés a székoszlopok és a szelemenek közé, rendszerint 45° -ban elhelyezett könyökfák feladata. Ezek a könyökfák a merevítés mellett a szelemenek támaszközének csökkentésére is alkalmasak. A mellékszaruállásokban a szarufapárok találhatóak, esetleg fogópáros, kakasülős merevítéssel. A fogópár rendszerint akkor kerül minden szaruállásba, ha a tetőtér beépítésre kerül, és szükség van egy hordozófelületre a mennyezethez.

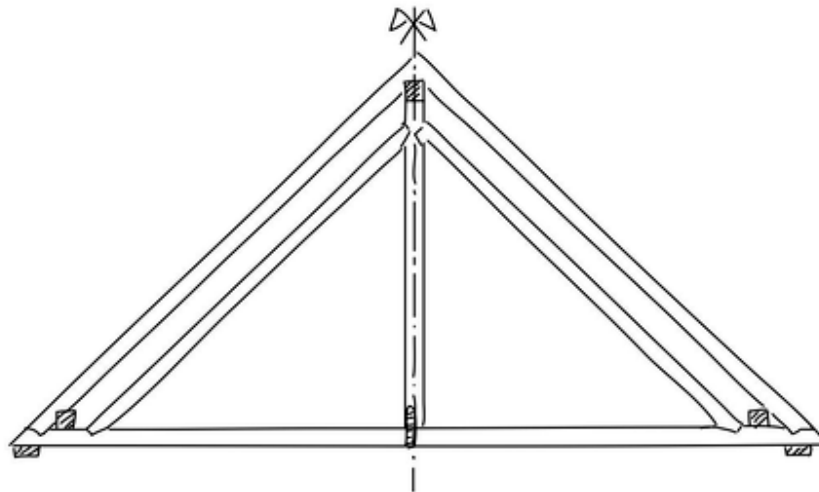
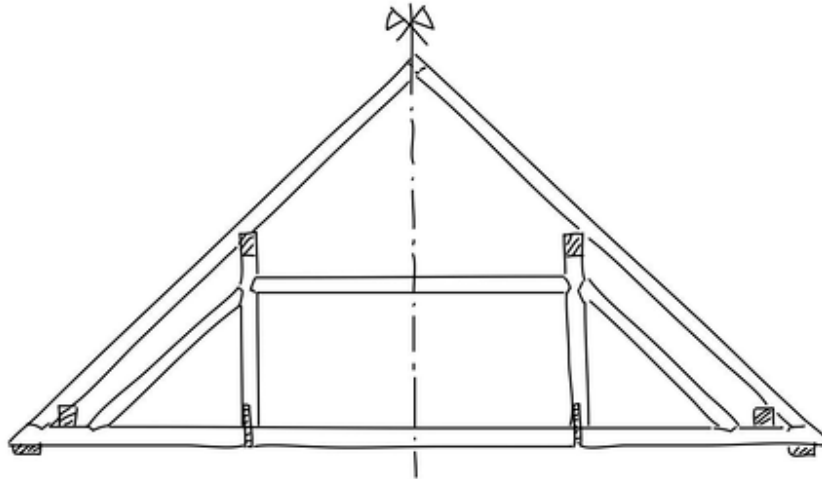


egyállásos/kétállásos fedélszék



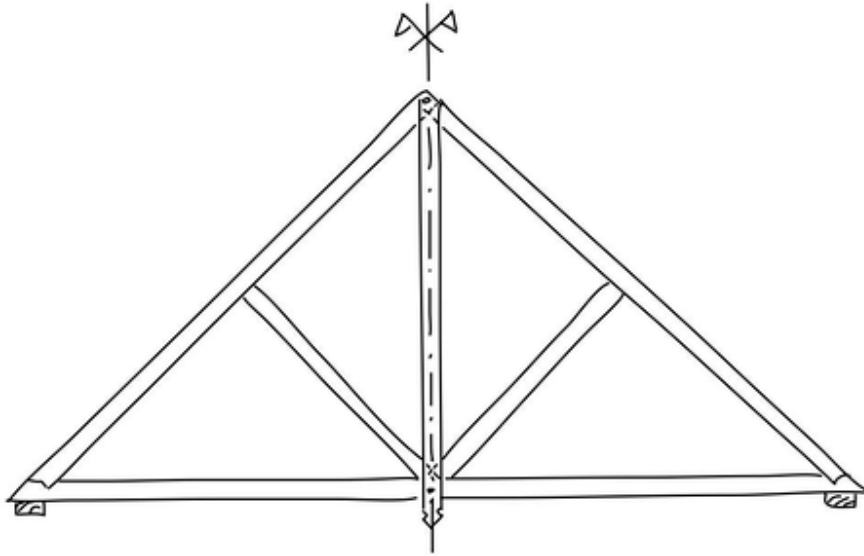
háromállásos fedélszék

Nagyobb, alátámasztás nélküli tetőszékek készíthetők függesztőművel is. Ennek lényege, hogy a székoszlopok húzóerők felvételére alkalmas vasalattal vannak a kötőgerendához rögzítve. A szelemenekből eredő teher a ferde dúcokon adódik át a kötőgerendának, amiben kismértékű nyomaték, és jelentős húzás ébred. Az oszlop(ok)ban a dúcok nyomásával szembeni húzóerő ébred, amivel mintegy megemeli(k) a kötőgerendát. A kettős függesztőmű erőjátéka csak akkor tud kialakulni, ha a függesztőoszlopokat egy merev, nyomásbíró gerendával, a mellszorítóval kötjük össze.



egyszeres/kétszeres függesztőműves fedélszék

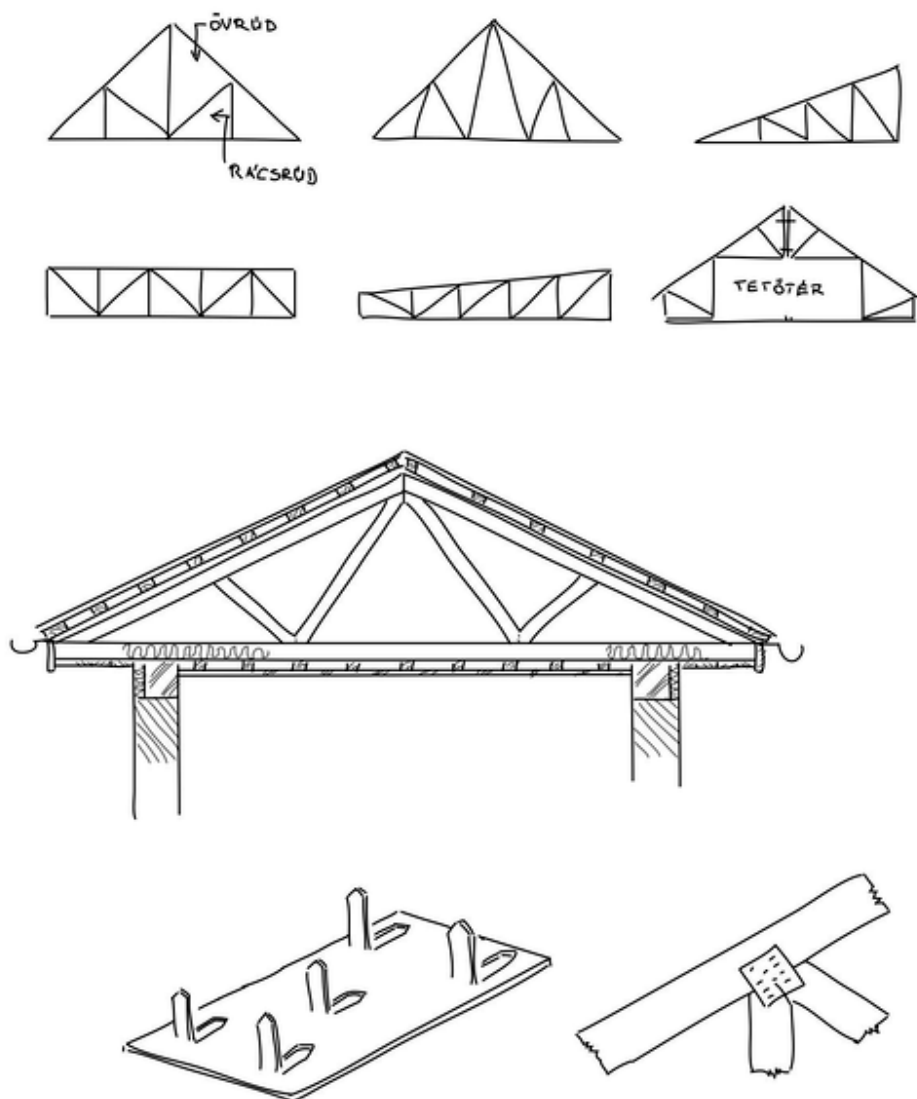
Beépítetlen, laposabb hajlásszögű tetőszerkezetekhez használatos a bakdúcos fedélszék. A bakdúcos fedélszék lényege, hogy az épület középső főfaláról ferde székoszlopokkal támasztja alá a középszelemeneket. A ferde székoszlopok kaphatnak dúcolást, de nem jellemző. Amennyiben nincs olyan főfal, amire a ferde székoszlopokat le lehetne támasztani, jó megoldást nyújthat a kötőgerenda vissza visszafüggesztése a gerincszelemenhez. Ekkor egy, az egyszeres feszítőművet kiegészítő rácsostartót kapunk. A rácsostartó tetőszerkezet egy lakóépület esetén ugyanolyan rétegrendi kialakítást kap, mint egy ácsszerkezet. A szarufákat itt a rácsostartók felső öve adja. Erre kerül a merevítő deszkázat, és a héjaznak megfelelő rétegrend.



a bakdúcos fedélszék és az egyszeres függesztőmű kombinációja

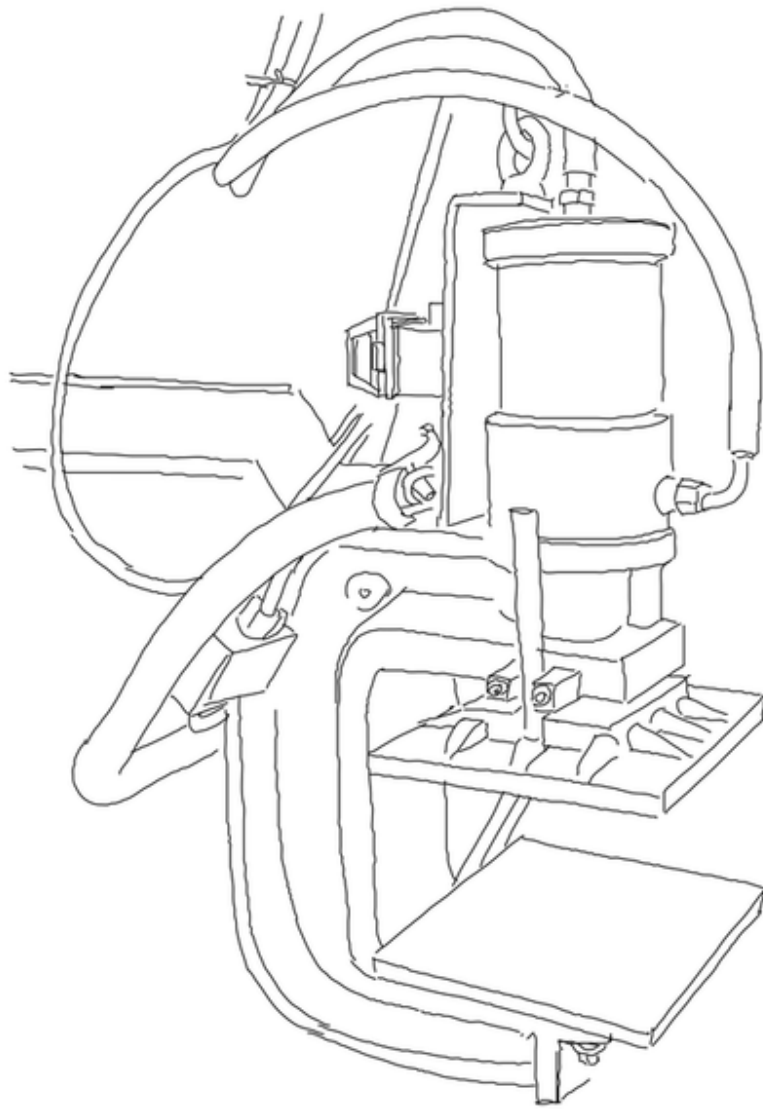
3.2. Rácsostartó tetők

A felgyorsult építési igényeket, és a megváltozott lakáskultúrát jól követi, és emiatt nagyon elterjedőben van a rácsostartós tetőszerkezet. Nagyfokú üzemi előregyártása révén leegyszerűsített helyszíni szerelőmunkát igényel, és hasznosítatlan padlásterek esetén nagyon gazdaságos megoldást nyújt. A hasznosítatlan padlástereken nincs földemteher, így egy egyszerű, önhordó mennyezet elegendő. Ezt a rácsostartó alsó övéből, gipszkarton burkolattal egyszerűen és gazdaságosan ki lehet alakítani. A rácsostartóból készített zárófödémekben elhelyezhető a mai kor követelményeinek megfelelő hőszigetelés is. Szükség esetén kisebb rakodófelületek kialakíthatóak, de ezek csak néhány háztartási holmi elhelyezésére alkalmasak. Rácsostartóból kialakítható tetőtérbeépítéses tetőszerkezet is. Ezek már nagyobb keresztmetszetű elemekből állnak, illetve sűrűbb kiosztással helyezendők. A szerkezet itt is nagy üzemi előkészítettségi fokkal készül, építése gyors. Elterjedése a mai napig nem jelentős.

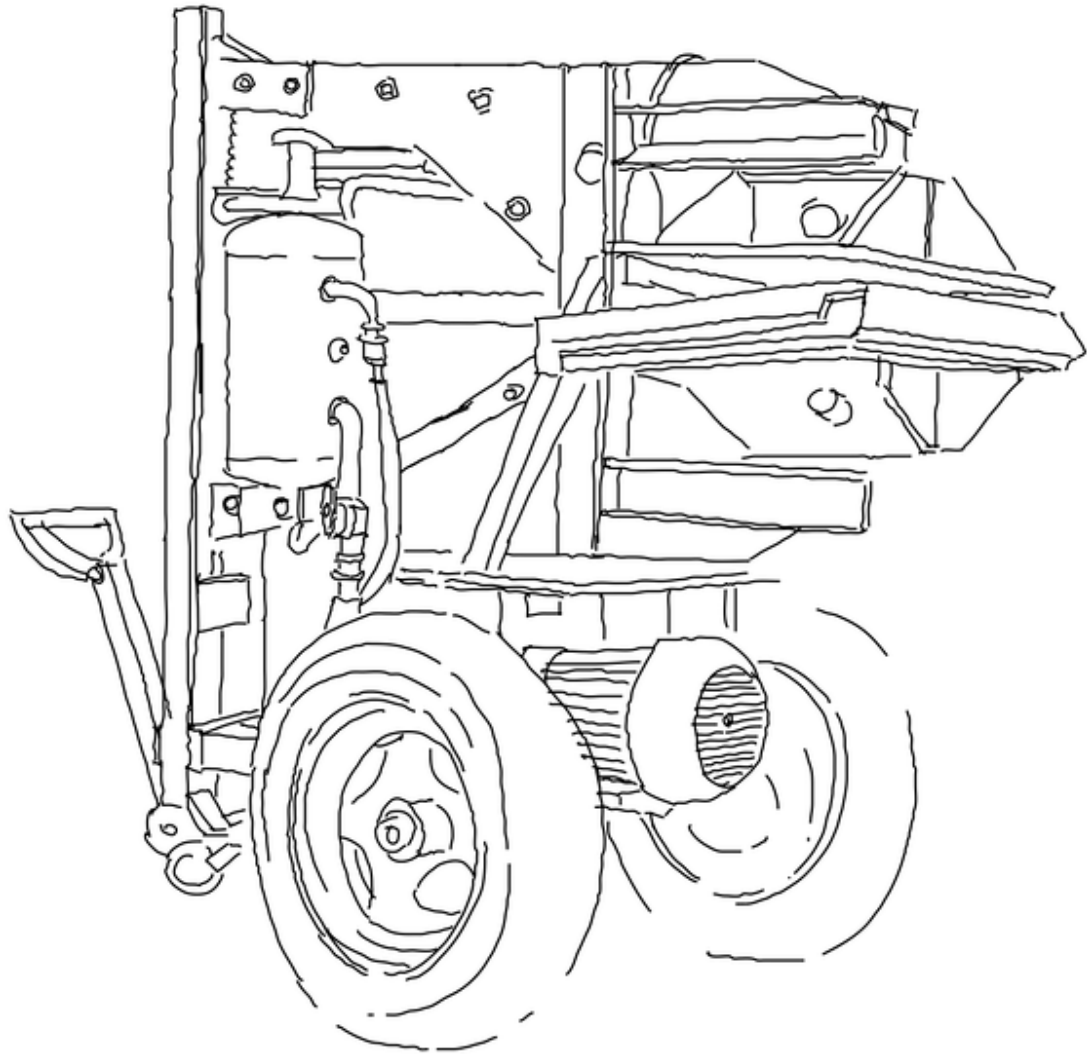


rácsostartó, szeglemez

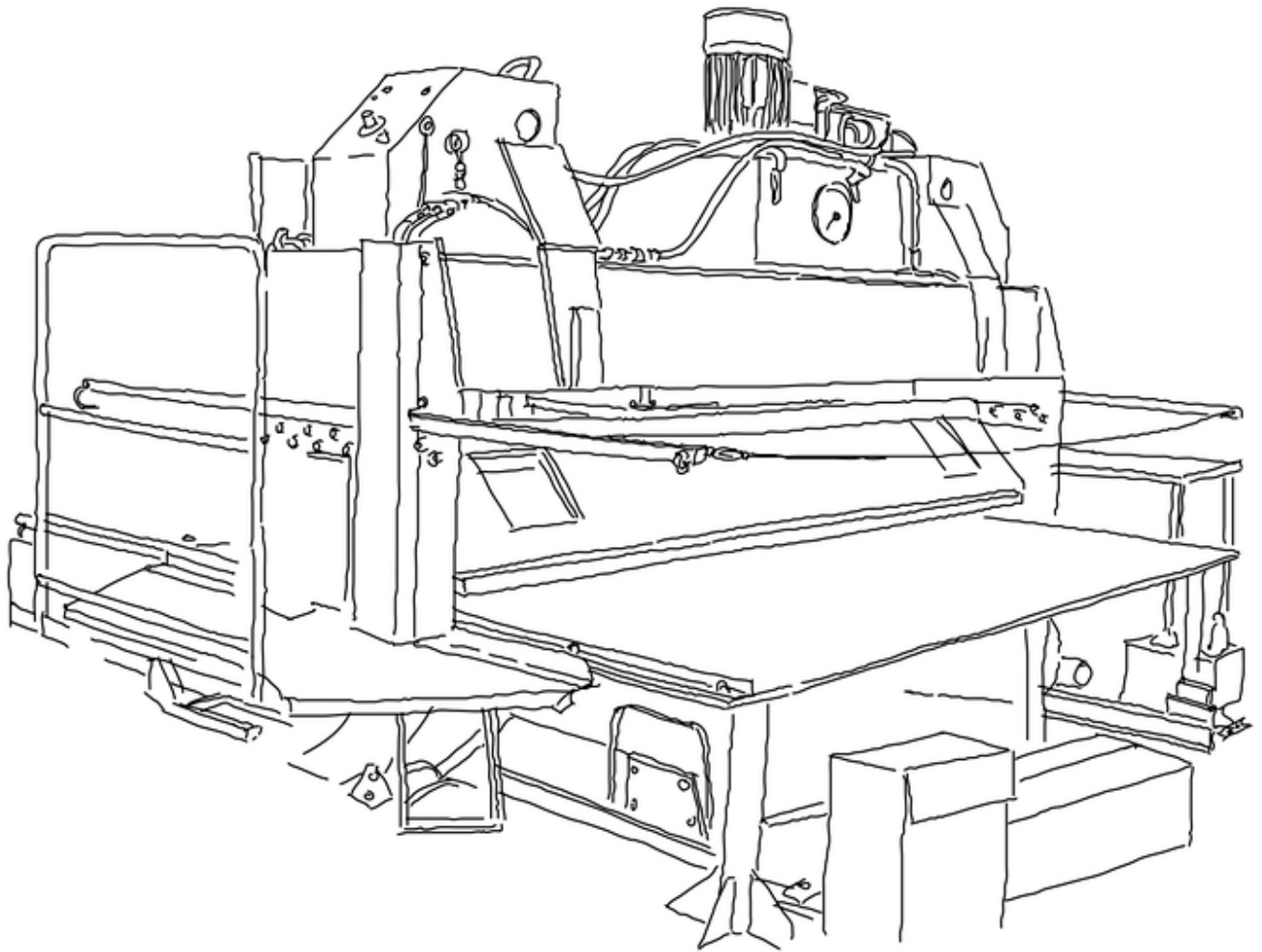
A rácsostartó tetőszerkezetet alkotó elemek háromszög, téglalap, vagy trapéz alakúak. A körbefutó, rendszerint egy darabból, esetleg hosszoldással készülő, általában nagyobb keresztmetszetű elemeket övrudaknak, míg a belső alkatrészeket rácsrudaknak nevezik. A rudak összekötése többféleképp történhet. A legelterjedtebb megoldás a szeglemezes kapcsolat. A szeglemezes kötés palló keresztmetszetű alkatrészek egy síkban, és tetszőleges szögben történő kötésére fejlesztették ki. Az egyes elemeket tompa illesztéssel egymáshoz ütköztetik, majd a szeglemezeket kétoldalról bepréselik. A szeglemezes kötés előírásai kiterjednek az összekötendő alkatrészek minőségére, nedvességtartalmára, keresztmetszeti eltérésére, az illeszkedési hézagra. A kétoldali préselés hidraulikus présekkel történik, aminek teljesítmény függvényében több típusa is van: a kisméretű C-prés, ami egy függesztett, patkó alakú hidraulikus pillanatszorító, a közepes méretű kerek patkóprés, és a nagyméretű présasztal.



C prés



Kerekes patkóprés



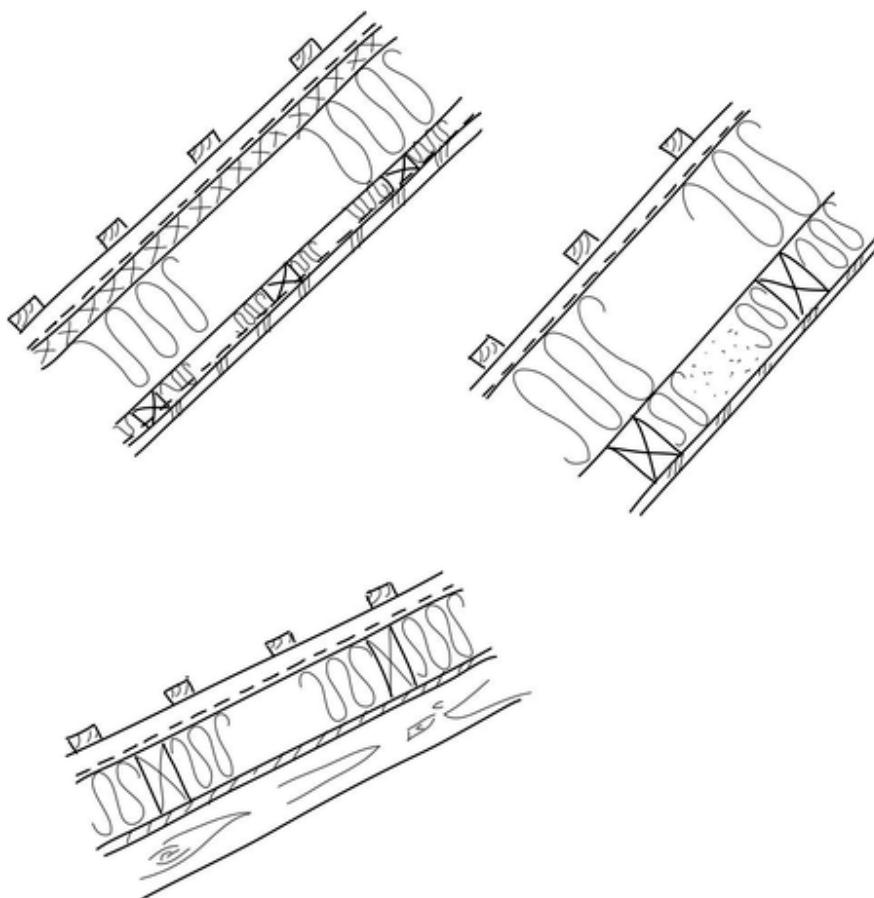
préssasztal

A rácsostartó tetőszerkezetet alkotó elemek háromszög, téglalap, vagy trapéz alakúak. A körbefutó, rendszerint egy darabból, esetleg hosszoldással készülő, általában nagyobb keresztmetszetű elemeket övrudaknak, míg a belső alkatrészeket rácsrudaknak nevezik. A rudak összekötése többféleképp történhet. A legelterjedtebb megoldás a szeglemezes kapcsolat. A szeglemezes kötés palló keresztmetszetű alkatrészek egy síkban, és tetszőleges szögben történő kötésére fejlesztették ki. Az egyes elemeket tompa illesztéssel egymáshoz ütköztetik, majd a szeglemezeket kétoldalról beprésselik. A szeglemezes kötés előírásai kiterjednek az összekötendő alkatrészek minőségére, nedvességtartalmára, keresztmetszeti eltérésére, az illeszkedési hézagra. A kétoldali préselés hidraulikus présekkel történik, aminek teljesítmény függvényében több típusa is van: a kisméretű C-prés, ami egy függesztett, patkó alakú hidraulikus pillanatszorító, a közepes méretű kerek patkóprés, és a nagyméretű préssasztal.

3.3. Hőszigetelés

A mai tetőszerkezetekkel szembeni követelmények szempontjából a hőszigetelés és a hőtárolás jelenti a legkomolyabb kihívást. Ezzel párhuzamosan biztosítani kell a páratechnikai megfelelőséget, a tűzállóságot, hangszigetelést. A statikailag szükséges méretű szarufák közti hőszigetelés mára alig teljesíti a hőszigetelt tetősíkkal szemben támasztott hőszigetelési követelményeket. Kiegészítő hőszigetelés szükséges. Ez a kiegészítő hőszigetelés a falszerkezetekhez hasonlóan történhet külső oldali, és belső oldali megoldásokkal egyaránt. Belső oldali kiegészítő szigetelés szerelő lécváz közé

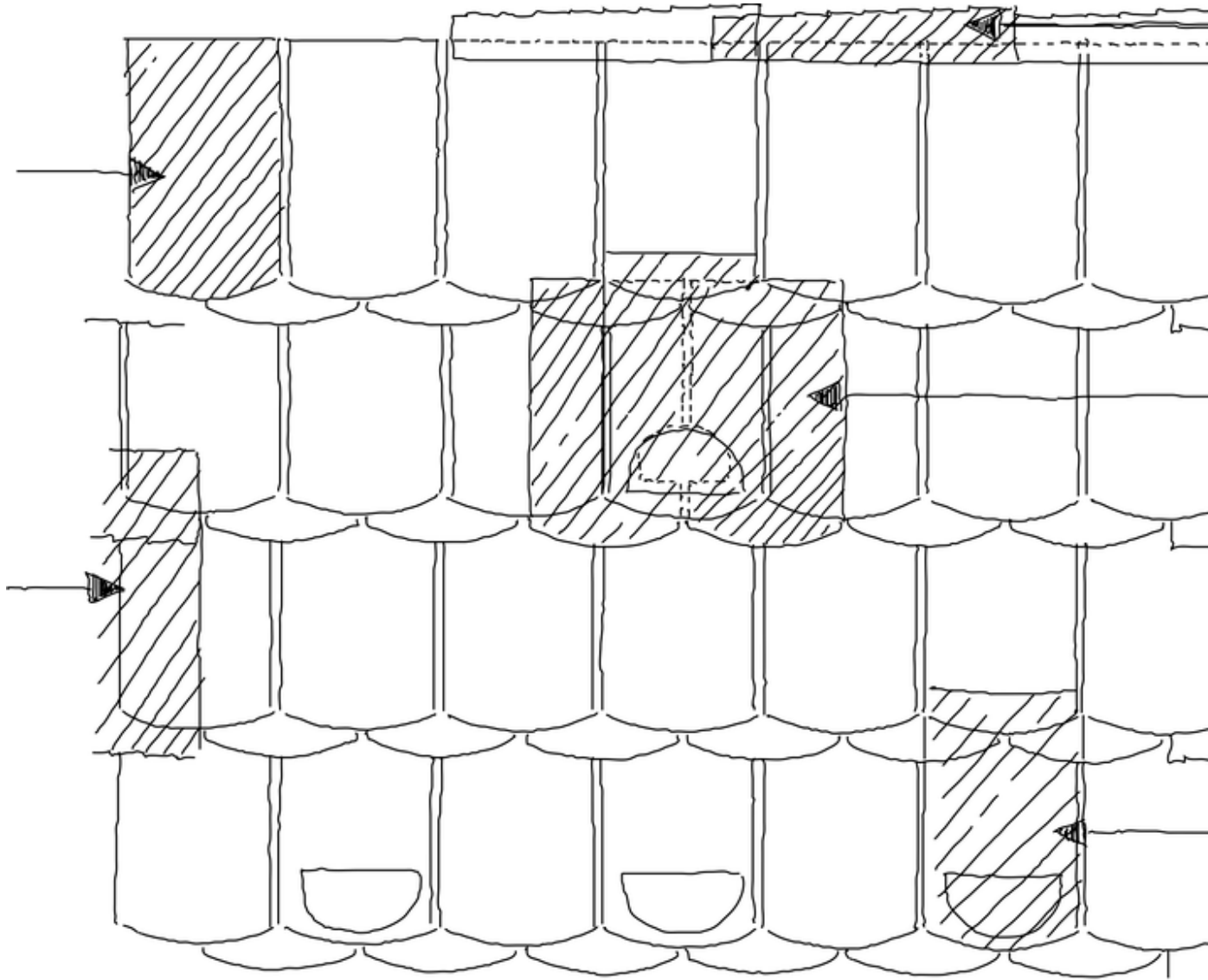
fektetett ásványgyapot, üvegyapot, vagy cellulóz alapú szigetelés. A párazáró réteget érdemes a szerelő lécváz alá tenni, hogy azt a villanszerelési vezetékkel ne kelljen megszakítani. Ügyelni kell azonban arra, hogy a párazáró fólia belső oldalára csak a hőszigetelés összvastagságának ötöde kerülhet. Amennyiben vastagabb, pl. 8, vagy akár 10 cm-es szerelő lécváz kerül felszerelésre, úgy a párazáró fólia a lécváz és a burkolat közé kerüljön. A tetőtérben különösen ajánlatos a kétrétegű burkolatok használata, hiszen ott a ferde tetősíkok fokozottabb napterhelése miatt jóval nagyobb szükség van a hőtárolótömegre. A külső oldali hőszigetelés legegyszerűbb megoldása, ha a tetőszerkezet merevítő borítás nem a hagyományos deszkaréteg (bár az is figyelembe vehető, mint hőszigetelés), hanem erre a célra alkalmasabb, teherhordó (de legalábbis önhordó) szigetelő farostlemez. Ez általában nút-fédes táblákban kapható, vastagsága 1,5-3 cm körüli. A hatékonyabb megoldás a borításra fektetett, ún. szarufák feletti szigetelés. Ez lehet párnafák közé fektetett üveg-, vagy ásványgyapot paplan, de a párnafák hőhídját a terhelhető hab- vagy farostlemez alkalmazásával tudjuk megszüntetni. Ezek a végigfutó ellenlécek átcsavarozásával rögzíthetők. Egyes hosszában fektetendő poliuretán hab szigetelések perforált fémprofilokkal rögzíthetők, amik azután egyből cseréplécként működnek. Bármelyik megoldás kerül beépítésre, gondoskodni kell a héjazat alátétszigeteléséről. Ez páraáteresztő tulajdonságú, rendszerint üvegszövet-erősítésű, ún. tetőfólia alkalmazásával érhető el. Ezután következik az ellenléc, ami (különösen a vastagon szigetelt tetősíkok esetében) inkább 5-8 cm magas, hogy a héjazat alatti légrétegben a ventiláció folyamatos legyen. 39. ábra – szigetelt szarufaköz, vékony belső oldali kiegészítő szigeteléssel, külső oldali szigetelő borítással



Hőszigetelés a tetőszerkezetben

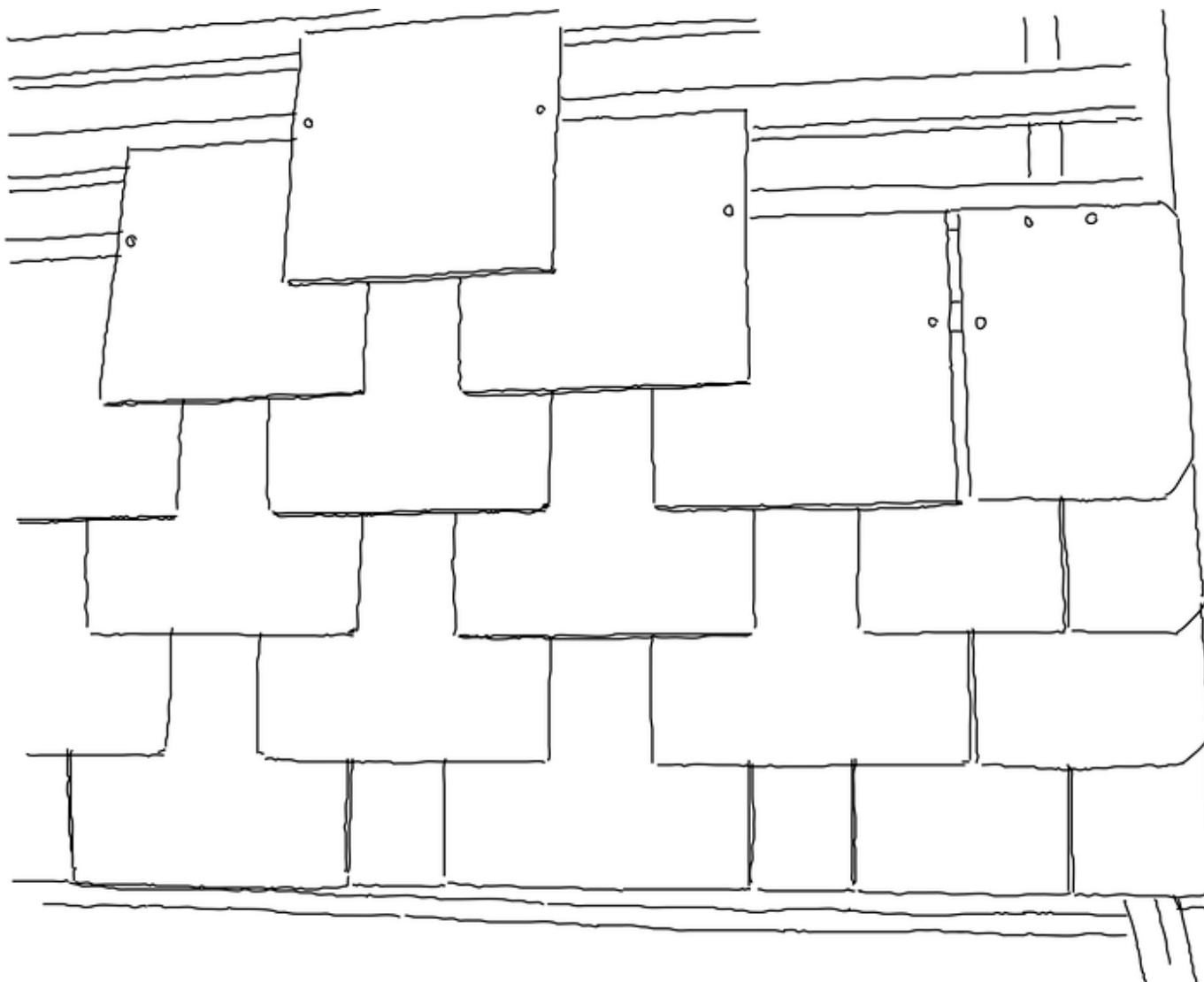
3.4. Héjazatok

Az egyes héjazati anyagok különböző rögzítő szerkezetet igényelnek. A családi házakon általában pikkelyfedések készülnek, vagyis a tetősík befedése kis táblákból, átfedéssel készülő elemekkel történik. A legismertebb héjazat a cserépfedés. A cserép anyaga lehet agyag, kerámia, beton. A cserepek alatti rögzítő szerkezet a cserépléc. A cserepek akasztó kampója ezeken a cserépléceken akad fel. Szükség esetén a cserép szeggel, csavarral, dróttal van még biztosítva, ezek alkalmazásáról az egyes cseréptípusok műszaki adatlapjai rendelkeznek. A cseréplécek távolsága függ a cseréptípustól, és az alkalmazott fedéstípustól. A húzott eljárással készülő hódfarkú és téglány cserepek kettős (egyenletes, kétszeres átfedésben rakott) fedéssel, vagy koronás (eltolt, kétszeres átfedésben rakott) fedéssel rakhatóak. Itt a cseréplécek távolsága kicsi, 25 cm körüli. Ennél a típusnál az átfedés mértéke tágabb határok között változtatható, így a cserépléc-távolsággal a szarufahossz menti egyenletes elosztás kivitelezhető. A hornyolt cserép hosszanti élén az átfedést segítő horony található, így ennél a típusnál már nem kell a kétszeres átfedést biztosítani. A léctávolság azonban (nagyjából 28-32 cm) között itt is változtatható. A sajtolt cserepek általában magasabbak, ívesebb felületűek, és nagy eltérés az egyszerűbb típusoktól az, hogy nem csak a hosszanti oldalán, hanem a keresztoldalakon is található illesztőhorony. Emiatt a cseréptávolság már szigorúan betartandó. A cserép horonykialakításának függvényében van egy kis tűrése az átfedésnek, ez azonban az csak néhány milliméterre tehető. A betoncserepek építéstechnológiája a sajtolt cserepekével azonos.



hódfarkú cserép koronás fedéssel

A palafedés természetes, hasított palakőből készül, nagyon drága, de nemes, tartós, és emiatt elegáns fedőanyag. A műpala valamilyen szál asványi őrlemény és kötőanyag kombinációjával készül. A sötétszürke természetes palával ellentétben többféle színben kapható. A '60-as-'70-es évek nagy sikerű fedőanyaga az azbesztpala volt. Az akkori szürke, vagy anyagában színezett bordó azbesztpala azonban mára a rákkeltő anyagok tiltólistájára került. A palafedés szintén cseréplécekre való fektetéssel történik. A palát palaszegekkel rögzítik, és a tompa illesztések révén kettős átfedést alakítanak ki. A palafedés a palák alakjától függően többféle mintát vehet fel. A léctávolságot a palák mérete, és fektetési mintája befolyásolja.



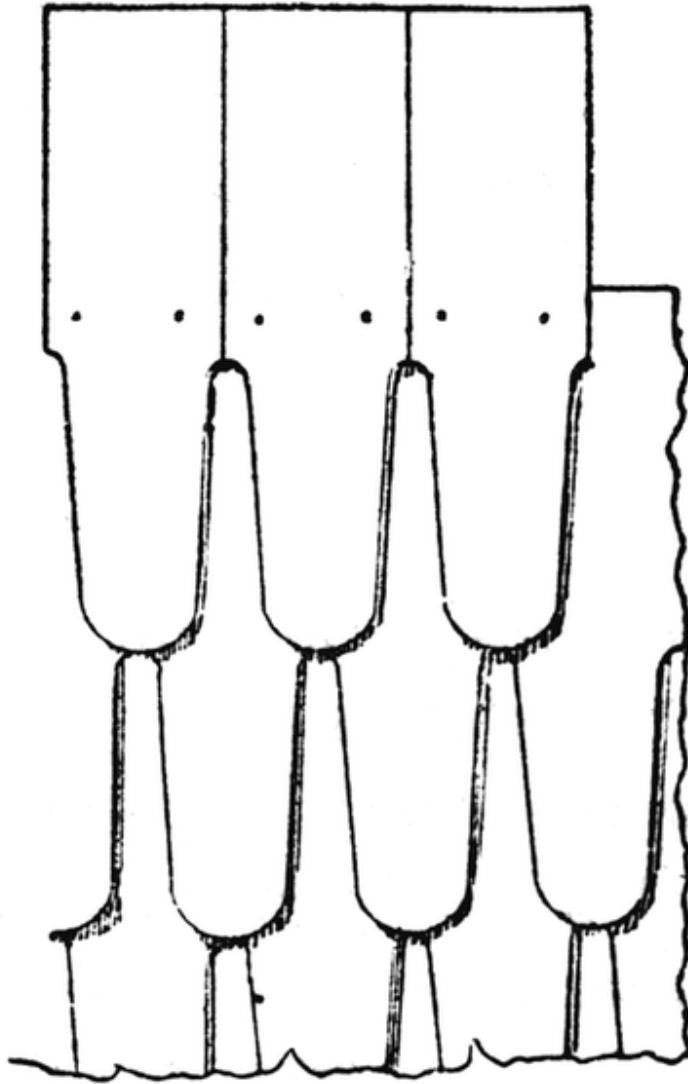
természetes palafedés

Napjaink elterjedt héjazati anyaga a bitumenes zsindely. A bitumenes zsindely nagyon széles szín- és mintaskálával kapható. Általában 80-100 cm hosszú, egy rétegnyi csíkokban gyártják, amiket kettős fedéssel készítenek. A összefüggő hordozófelületet igényel. Ez a felület lehet OSB tábla, vagy deszkázat is. A vékony, és sima felületű zsindelyfedés minden egyenetlenséget megmutat, így a hordozófelület kialakításánál különös odafigyeléssel kell eljárni. A zsindely hordozófelülete nem lehet azonos a szarufák felső síkjára helyezett borítással. Hőszigetelt tetőterek esetén a héjazat alatti átszellőztetést mindenképp biztosítani kell. Ezt úgy lehet elérni, hogy a szarufák felső síkjára kerül az alátétfólia, majd az ellenlécek felett kerül kialakításra a hordozófelület. Ügyelni kell arra, hogy az alkalmazott palaszegek ne üssék át a szarufákon fekvő tetőfóliát.

A fémlemez-fedés alatti szerkezet előkészítése azonos a bitumenes zsindelyével. A hordozófelület alatt ki lehet alakítani a szükséges kiszellőztést. A fémlemezfedés már nem a pikkelyfedések, hanem a nagyeleemes fedések közé tartozik. A fémlemez fedőanyagot általában 70-80 cm széles szalagokban gyártják, amiket hosszú tekercsekben lehet kapni. A tekercsekből a tetősík magasságának megfelelő darabokat vágnak le, majd hosszanti éleiket tálcaszerűen felhajtják. Ez a felhajtés már megakadályozza, hogy a tekercsben állt lemez visszacsavarodjon, és a lemez rögzítését is lehetővé teszi. A lemez rögzítésére korcolással történik. Ehhez előzetesen kis tartófüleket (férceket) kell a hordozófelületre

rögzíteni. Fércek között megkülönböztetünk csúszófércet (ami leszorítja a lemezt, de engedi a szabad hőtágulást) és állófércet (ami a lemez lecsúszását is megakadályozza). Ezek száma és elhelyezése leginkább a tetőhajlás és tetősík magasságának függvénye. A lemez felhajtott élei jobbról-balról neki vannak ütköztetve a férceknek, majd speciális visszahajtó szerszámmal (ami lehet kézfogó, vagy korcológép) a lemez éleit és a férc fülét egy lépésben összezsavarják (korcolják). A visszahajtás módja szerint megkülönböztetünk derékszögű korcot, és kettős korcot. A korcolás előtt a két lemez csatlakozó felületeire tömítőszalagot ragasztva a fedés teljesen vízzáróvá tehető. Fémlemezből is készíthető pikkelyfedés, az azonban a palafedés technikájával analóg módon, összefüggő hordozófelületen készül.

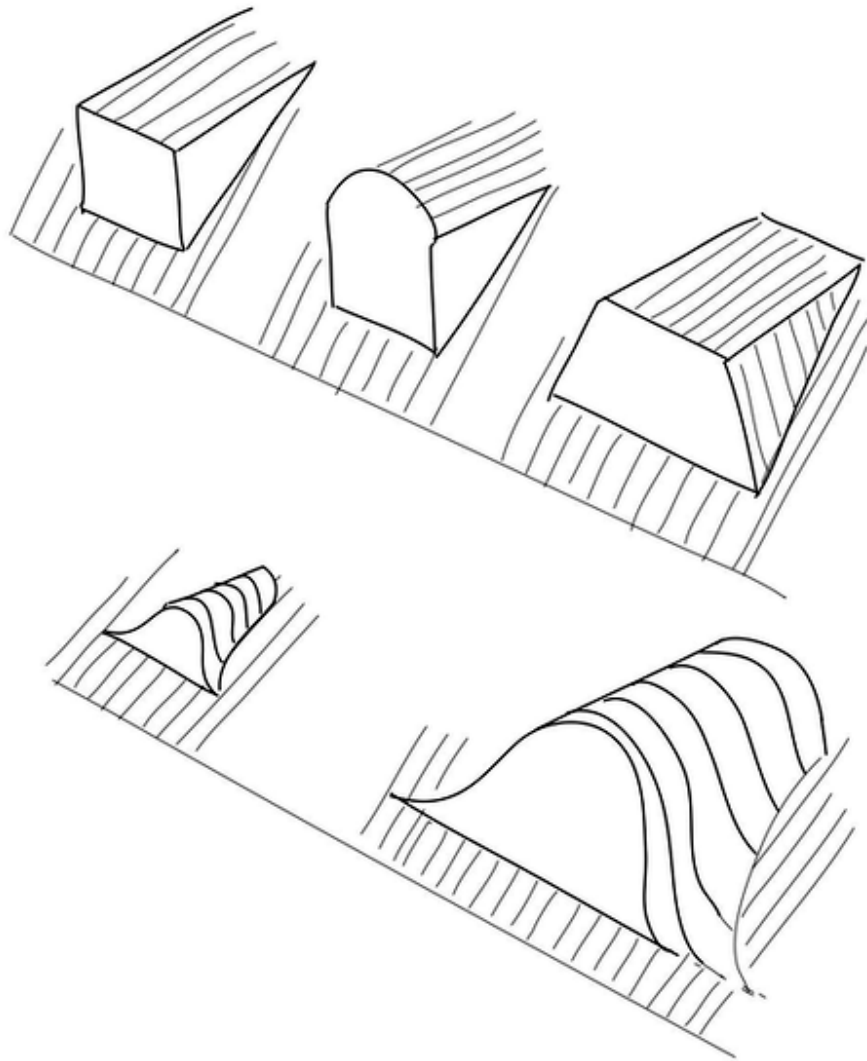
A fazsindely 1-2 cm vastag, 6-15 cm széles, 30-50 cm hosszú, fűrészelt, vagy hasított fa frízekből készített fedőanyag. Az alapanyaga tájegységenként változó: vörösfenyőtől, tölgyön keresztül a cédrusig. Fontos, hogy tartós, időjárásálló fafajból készüljön. A fazsindely-fedés jellegzetes fedőanyaga az oroszországi, tátrai, és erdélyi fatemplomoknak, boronafalás épületeknek. Ma néhány vállalkozás hazánkban is kínál zsindelyfedést. Általában nem csak kereskedelemmel, hanem kivitelezéssel is foglalkoznak. A fazsindely nagy odafigyelést, és szakértelmet követel meg. Többféle típusa van: a hasított, az egyoldalt hasított, és a mindkét oldal fűrészelt. A hasított típusok drágábbak, de természetesen sokkal vízzáróbbak, hiszen a hasítás nem vágja át a vízszállítást végző rostokat, mint a fűrészelés. A zsindelyek keresztmetszete nem szabályos téglalap, hanem kissé ék alakú. Ez teszi lehetővé, hogy egymással oldalirányba is fedésbe rakható legyen. Régi épületeken találhatunk olyan fazsindelyt is, aminek a vastagabbik oldalába árkot vájtak, amibe befűzhető a zsindely vékonyabbik éle. A zsindely keresztmetszete a hossza mentén sem állandó: felfelé is elvékonyodik. Így könnyebb kialakítani a sorok egymásra fedését. Ez az egymásra fedés 25° alatt hármassal átfedést jelent, míg 25° felett kettős fedés is elegendő. A fazsindely alá ritkított, vagy folytonos deszkafedés szükséges. A zsindelysorok közé pedig egy-egy réteg alátétszigetelést kell helyezni. Ugyanis a száraz fazsindely hézagos, nem vízzáró, csupán a csapadék nedvességétől megduzzadva éri el a nagyon kedvező tulajdonságait. Ez az alátétszigetelés biztosítja a fedés vízzárását az „összeduzzadás” eléréséig. A héjazat alatti szellőzést úgy lehet biztosítani, hogy a szarufákra fektetett tetőfólia és a hordozó deszkaterítés közé egy távtartó ellenléc kerül. A fazsindely fektetési módja sokban hasonlít a természetes palafedésre. A vápákat vályúszerűen kell kidolgozni, míg az élek, gerinc mentén az uralkodó szélirány felőli zárósort a geometriai él fölé futtatva lehet az élek védelmét biztosítani. A modern gyártók azonban kínálnak gerincelemeket is. Ezek már a kúpserépéhez hasonló módon alkalmazhatóak. Ilyen gerincelemek segítségével a héjazat alatti kiszellőztetés is könnyedén kivethető. A vápák kialakításához gyakorta használnak fémlemezt, színes bádogot. A kémények, tetőablak körbedolgozása ugyanígy bádoglemezzel történik.



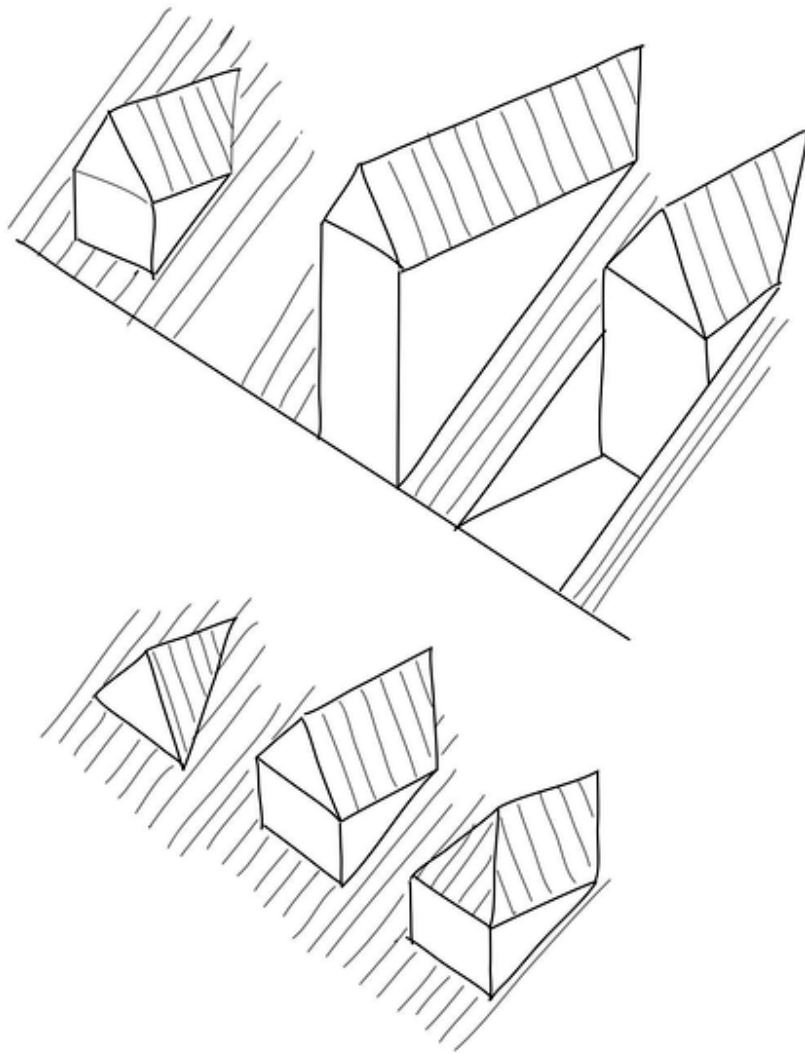
fazsindelyfedés

3.5. Álló tetőablakok

A beépített tetők fontos kiegészítői a tetőablakok. Az álló tetőablakok önálló tartószerkezetek, melyek a tetőszerkezettel együtt készülnek, a kialakított nyílásba normál, homlokzati nyílászáró (ablak, vagy teraszajtó) kerül. A fekvő tetőablakok a szarufák közti mezőben, a héjazat síkjában kapnak helyet. Szükség esetén a szarufák által behatárolt nyílásméret mindkét ablaktípus esetén kiváltásokkal módosítható. Az álló tetőablakok többféle formában és méretben készülhetnek. Megkülönböztethetünk tetőablakot, franciaerkélyt, és loggiát. A tetőablak tetőszerkezetét pedig a forma szerint csoportosíthatjuk: létezik háromszögablak, nyeregtetős (oromzatos), kontyolt tetős, vagy csonkakontyolt álló tetőablak. Egyszerű kivitelezése miatt elterjedt a félnyeregtetős tetőablak. A tetőablak kaphat íves, dongatetőt is. A manzárd-tetős tetőablakot trapéz-ablaknak is nevezhetjük. A tetőablakok egy különleges fajtája az ökörszem- vagy napoleonablak. Az ökörszemablak kifejezést a kisebb, szellőzési célokra alkalmas nyílásokra, míg a napoleonablak kifejezést a beépített tetőtér nagyobb ablakaira használjuk.



Álló tetőablakok



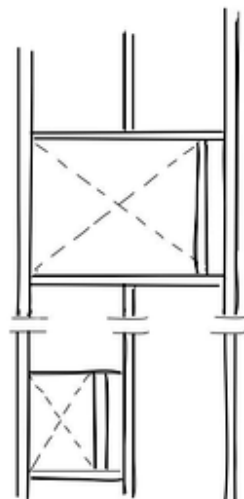
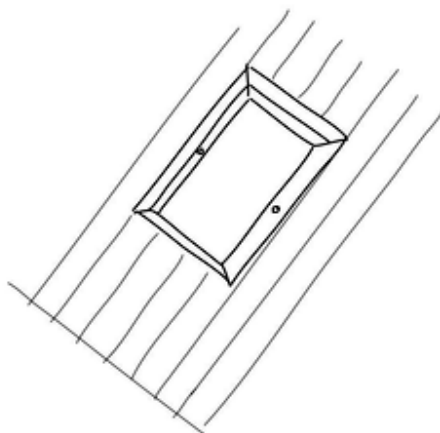
Álló tetőablakok

Az álló tetőablak előnye, hogy ténylegesen növeli a belső teret, olcsóbb, és megszokottabb homlokzati nyílászárók beépítését teszi lehetővé, az időjárásnak kevésbé kitett a szerkezet. Hátránya, hogy jelentősen befolyásolja az épület homlokzati megjelenését, mérete, formája esetenként rendezési terv szintű előírások alá esik. A szerkezet elkészítése többletmunkát és anyagot igényel.

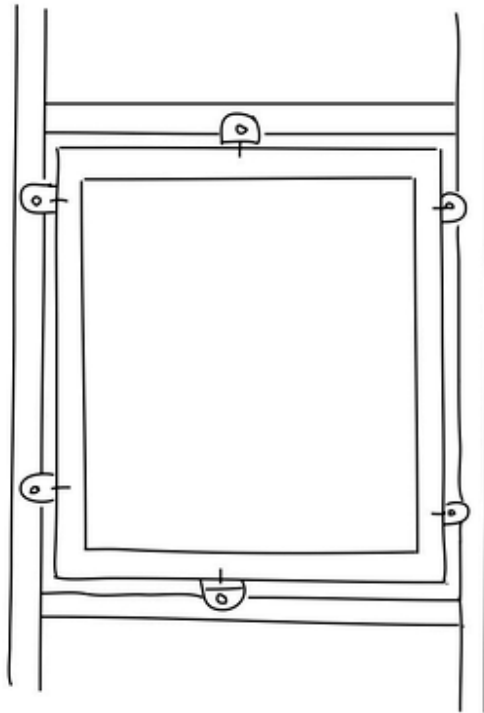
3.6. Fekvő tetőablakok

A fekvő tetőablak lényegesen egyszerűbb szerkezet. A billenő, vagy felnyíló ablakszerkezet tokja a szarufák felső síkjára van fektetve, és rögzítve. Előnye, hogy egyszerűen, komolyabb szerkezeti módosítás nélkül, gyorsan beépíthető. A homlokzati képet csak kismértékben befolyásolja, így akár szigorú homlokzati szabályozások (pl. műemléképületek) esetén is engedélyeztethető. A benapozási mutatója magas, jelentős fénymennyiség nyerhető egy viszonylag kicsi ablakkal is. Hátránya a ferde, kissé kényelmetlen elhelyezés, az időjárásnak való jelentős kitettség, és az ebből eredő hibalehetőség. A beépítés akár a tetőfedési munkák után is, különösebb bontási munkák nélkül, könnyedén elvégezhető. Csupán a szarufaköznek kell összhangban lenni az ablak tokkülméretével, egyéb esetben a szarufák

kiváltására szükség lehet. A leggyakoribb ablakméret 74-78 cm, ami a 80-90 cm-es szarufatávolsághoz alkalmazható.

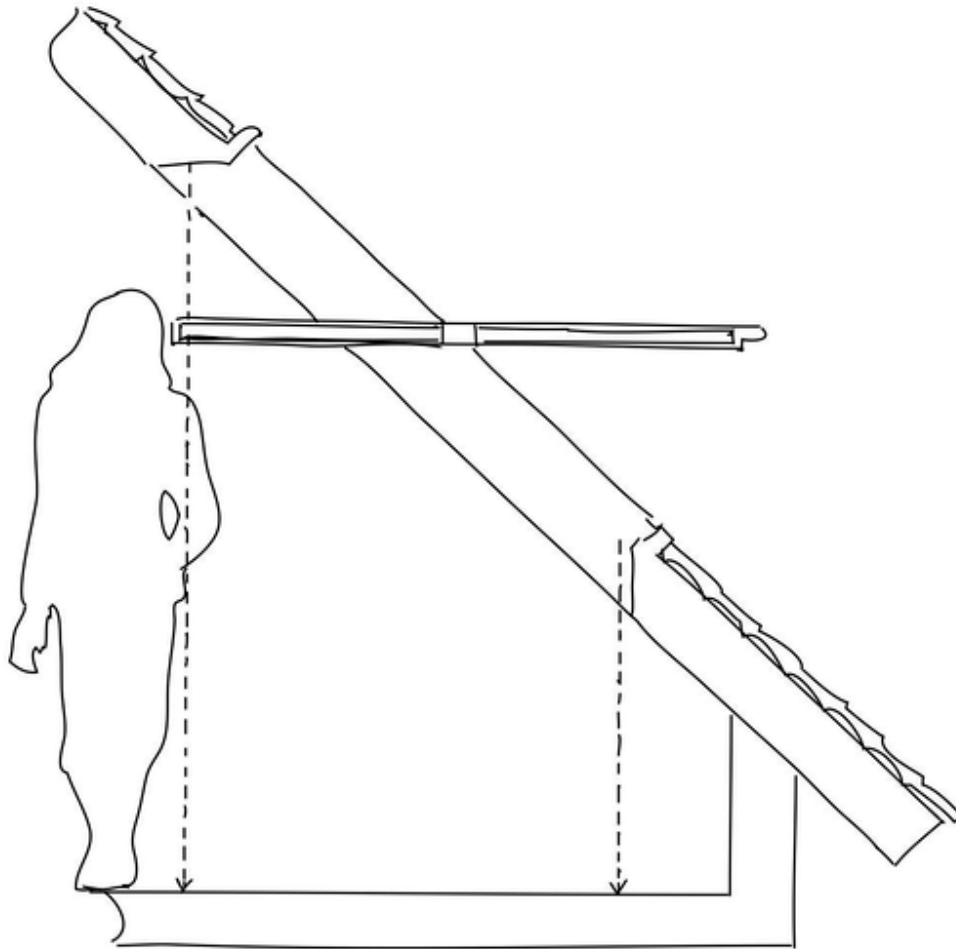


fekvő tetőablak

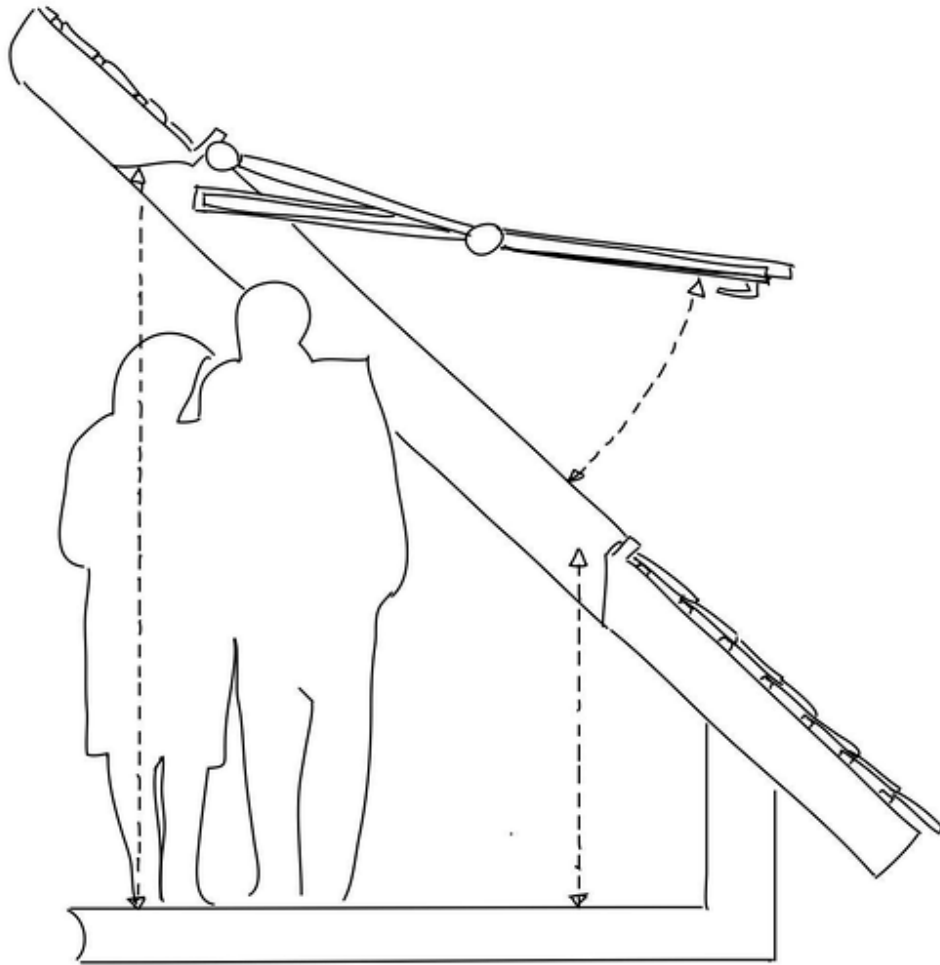


fekvő tetőablak rögzítési elve

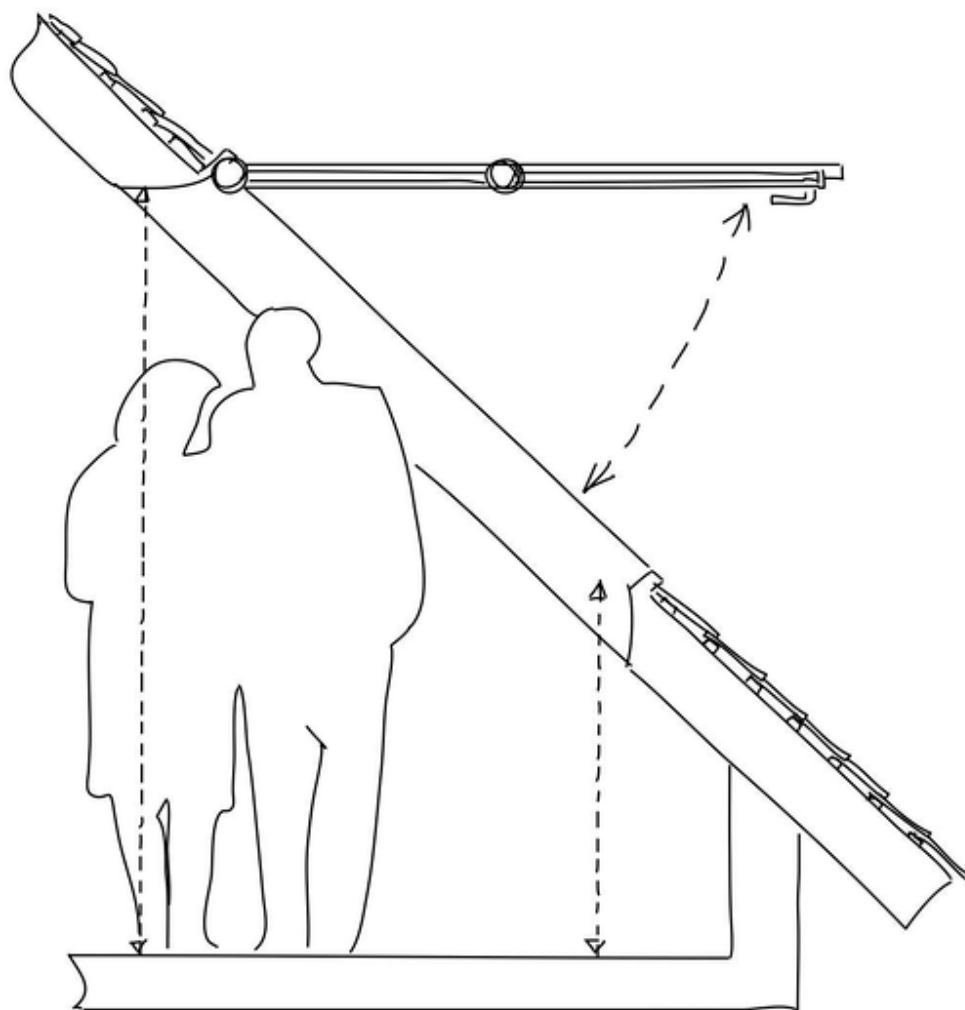
A fekvő tetőablak többféle nyitásmóddal rendelkezhet. A billenő ablak a legegyszerűbb, és legolcsóbb is. A mai napig ez a legelterjedtebb. Szinte minden gyártó palettáján megtalálható. Az eltolt forgáspontú ablak lényegesen kedvezőbb ergonómiai tulajdonságokkal bír. Míg a billenőablak forgáspontja nagyon közel van az átlagos magasságú ember fejéhez, és kissé le kell hajolnia, ha ki akar nézni az ablakon, addig az eltolt forgáspontú ablak magasabbra teszi ezt a pontot, és kényelmesen, kiegyenesedve lehet kitekinteni az ablakon. A felnyíló ablak ugyanezt a gondolatmenetet követi. Azonban a felnyíló ablak már másfajta profilozást, és vízzárási rendszert alkalmaz. Az ablak beépítési magassága akkor kedvező, ha ülő helyzetben is ki lehet látni rajta, de az álló ember is kényelmesen odafér az ablakhoz. A belső burkolatok készítésénél figyelni kell arra, hogy a legkedvezőbb fény és ventilációs viszonyokat az alsó oldal függőleges, illetve a felső oldal vízszintes kialakításával lehet elérni. Néhány gyártó kínál a tetőablakához kapcsolható térdfal-ablakot, akár lenyíló-erkélyes kivitelben is. Ezek lényegesen megnövelik az ablak használhatóságát. Ezek egyelőre nem elterjedtek, ami a szakemberek idegenkedésével, és a magas árral magyarázható.



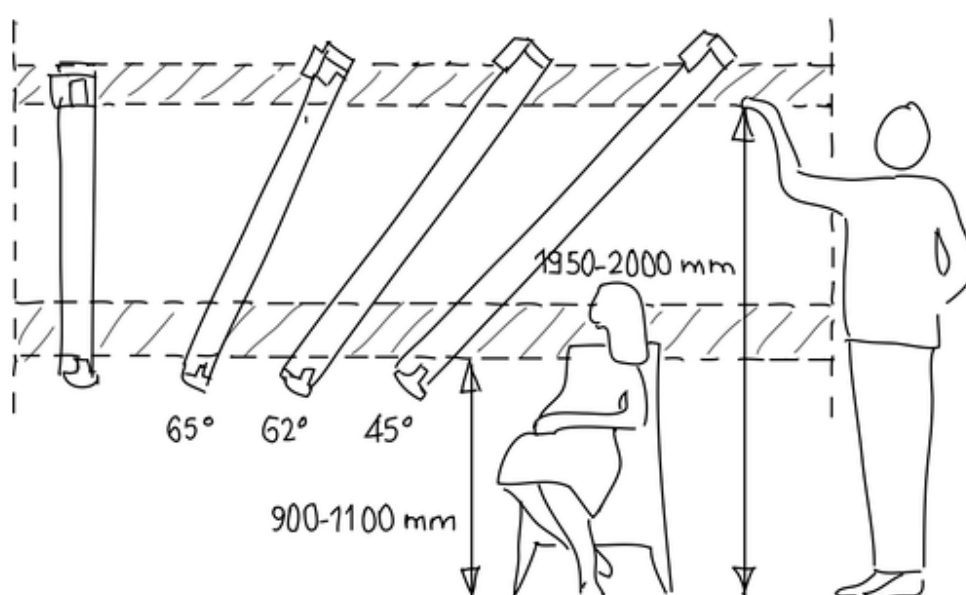
a billenő tetőablak hátránya



az eltolt forgáspontú tetőablak előnye



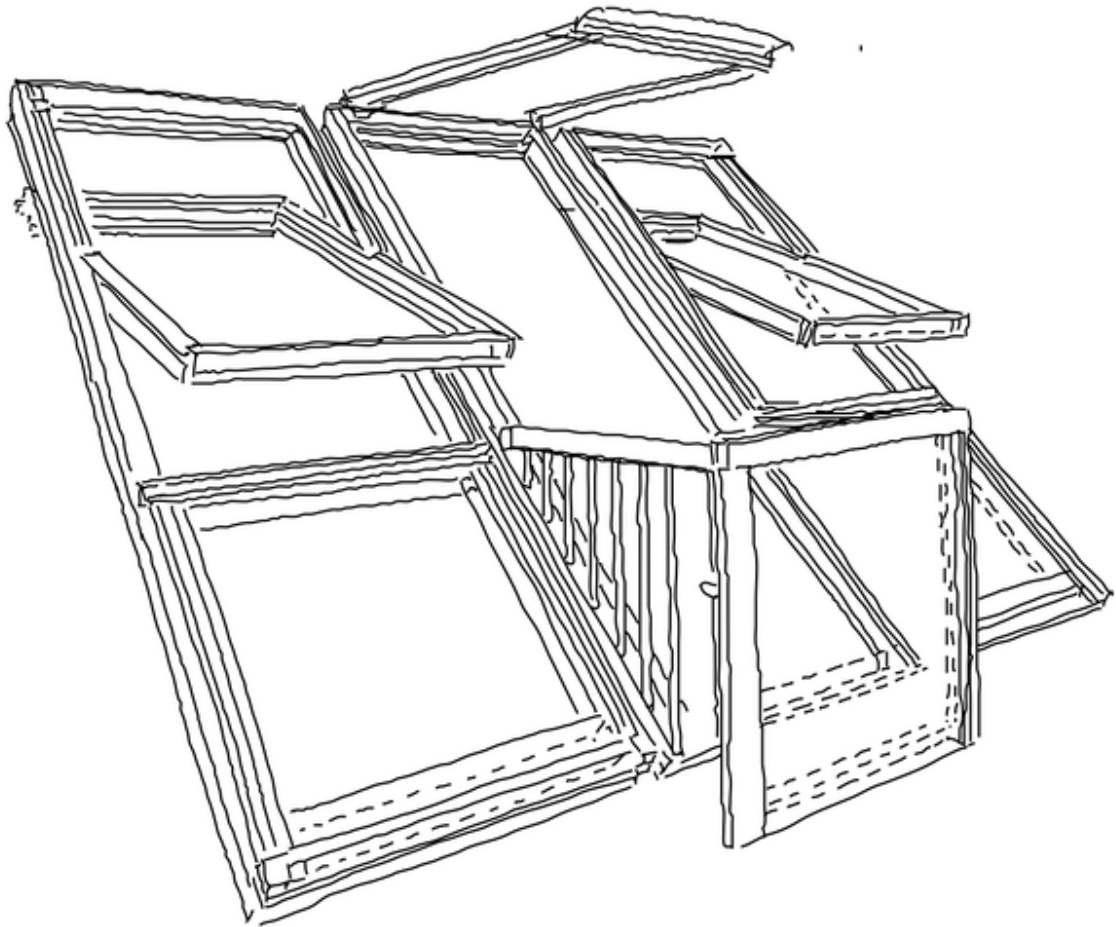
a felnyíló tetőablak előnye



beépítési magasság meghatározása, burkolatok kialakítása

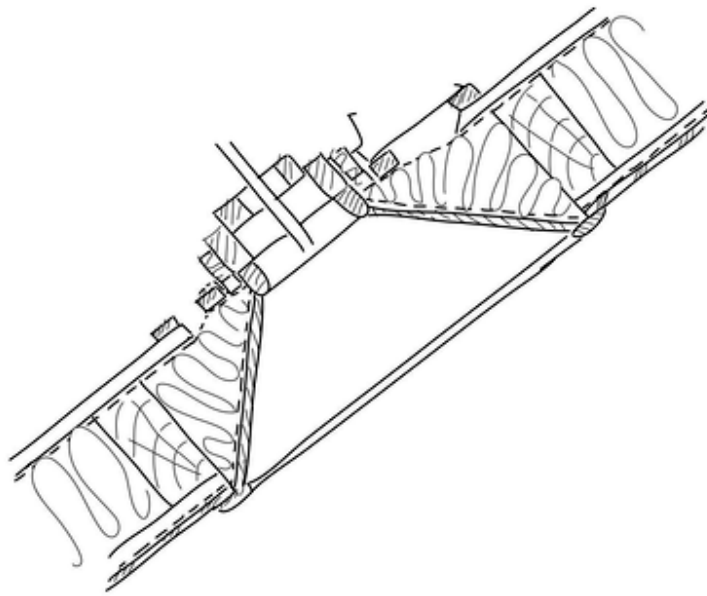
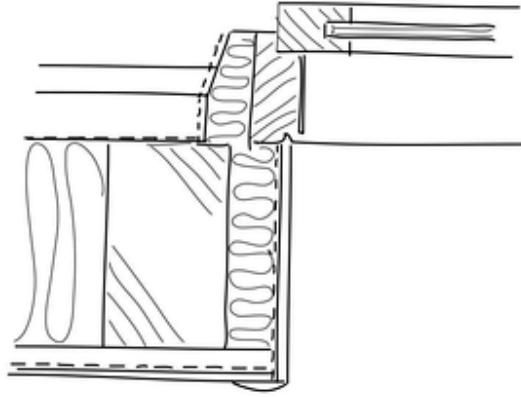


tetőablakhoz kapcsolódó térfalablak



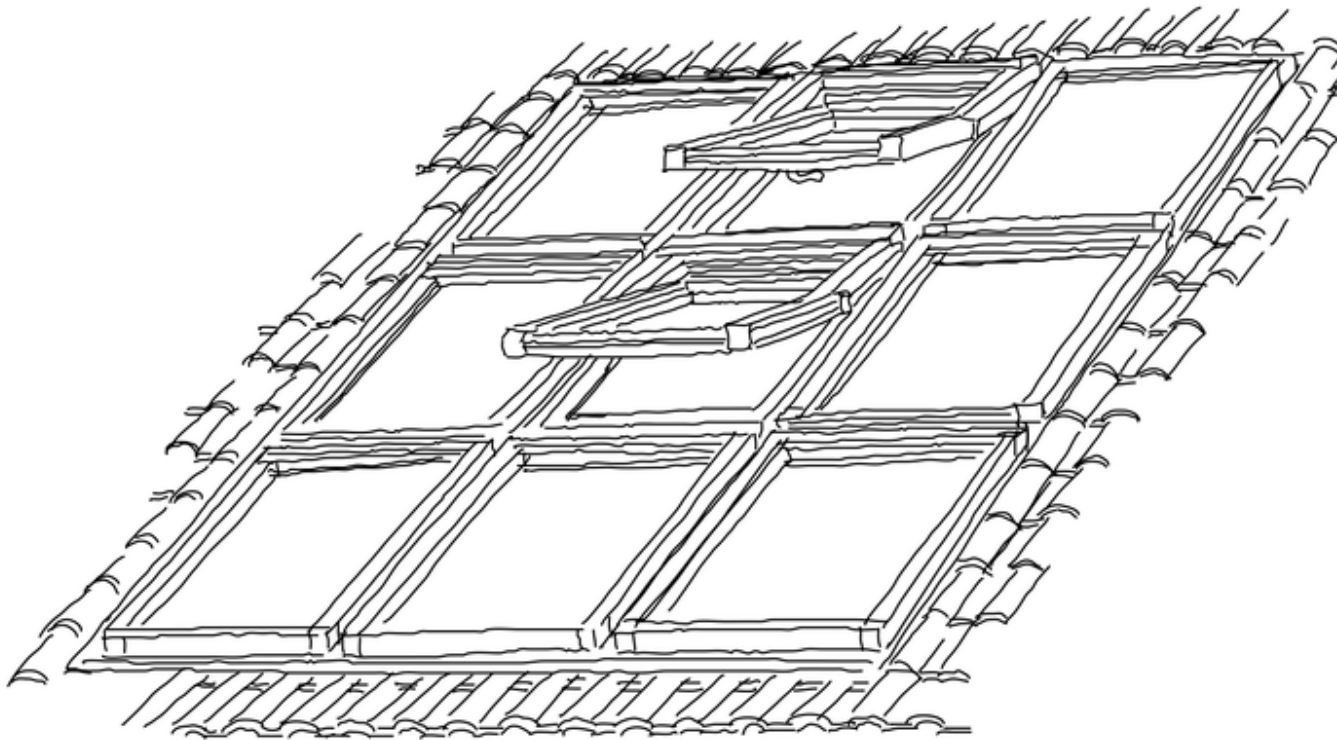
tetőablakhoz kapcsolódó lenyíló-erkély

Az ablak beépítése során különösen ügyelni kell a vízzárás, hőszigetelés és párazárás műveleteire. A vízzárás a tetőfólia előírásoknak megfelelő kivágásával, és ablakhoz való ragasztásával biztosítható. Nevesebb gyártók ajánlataiban kapható szigetelő csomag is, ami vékony bádog-lemezeket, és nagyon erős, öntapadós bitumenes szigetelőszalagot tartalmaz. Ezek a csomagok univerzálisak, más ablaktípusokhoz is alkalmazhatóak. Az alsó és felső csomóponton a belső oldali elvékonyodó burkolat alatt nem szabad összetömöríteni a hőszigetelést, mert azzal a hatásfoka romlik. Az ún. hőszigetelő csomagok alkalmazásával lehet csökkenteni az így kialakuló hőhidasságot. A hőszigetelő csomag az ablak tokja körüli szigetelő-hab keret, ami gyártó függvényében eleve a tokra van rögzítve, vagy a beszerelés során kell összeépíteni. Az oldalsó csomóponton látható, hogy a szarufaköz és az ablak viszonya jelentősen befolyásolja a belső burkolat alatti szigetelés elhelyezhetőségét. Érdeemes a szarufák kiosztásánál figyelembe venni a tervezett ablakok méretét, hogy az ablak előírásoknak megfelelő beépítése megoldható legyen. A párazárás folytonossága a tetőablakok esetén is fontos. A belső oldali párazáró fóliát hozzá kell rögzíteni az ablaktokhoz. Ez történhet a burkolat alatt a tokra való ráhajjtással és ragasztószalaggal, vagy a tokra előzetesen ráragasztott fólia-csík segítségével. Egyes gyártók a hőszigetelő csomag mellé a tokra gyárilag ráragasztják ezt a párazáró fólia csatlakozást is.

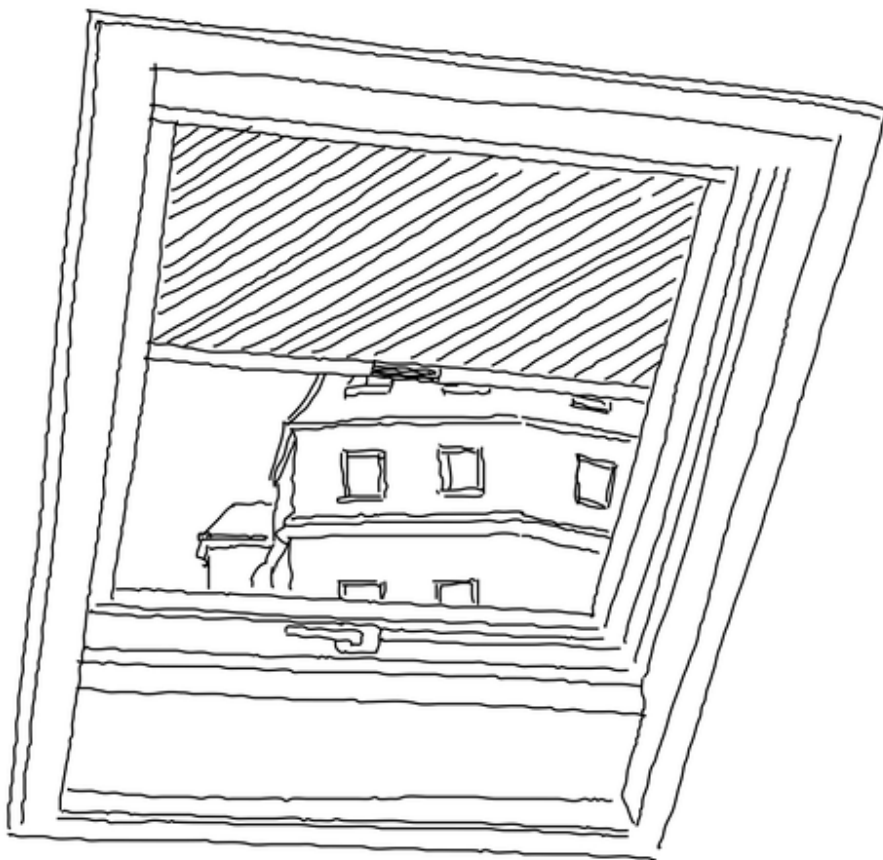


Csomópontok

A tetőablakok készülhetnek sorolással, vagyis több ablak együttes beépítésével. Azok a tetőablak gyártók, akik kínálnak napelemes, napkollektoros rendszereket, vagy rendszerelemeket is, lehetőséget biztosítanak az ablakok, és a napenergia-hasznosító cellák szakszerű összeépítésére is. A tetőablakokhoz tartozhatnak kiegészítő elemek is. A legtöbbször válsztott elem a sötétítő roló, és a szúnyogháló. A billenő ablakon a szúnyoghálót csak feltétellel lehet használni, mert a kinyitott ablakszárny beleütközik a tok belső síkján kifeszített szúnyoghálóba. Az eltolt forgáspontú és a felnyíló ablak esetén ez a probléma nem áll fenn. A sötétítő roló az ablakszárny belső síkján található, a külső árnyékoló pedig kívülről, a szárnyra akasztva feszíthető ki. Alkalmazható relaxa, és redőny is. A redőny mozgatása történhet kézzel, vagy villanymotorral. A redőny a tokra van szerelve, így az csak zárt, vagy szellőzőálláson lévő ablakon használható. Magasan elhelyezett ablakok készülhetnek távműködtetéssel.

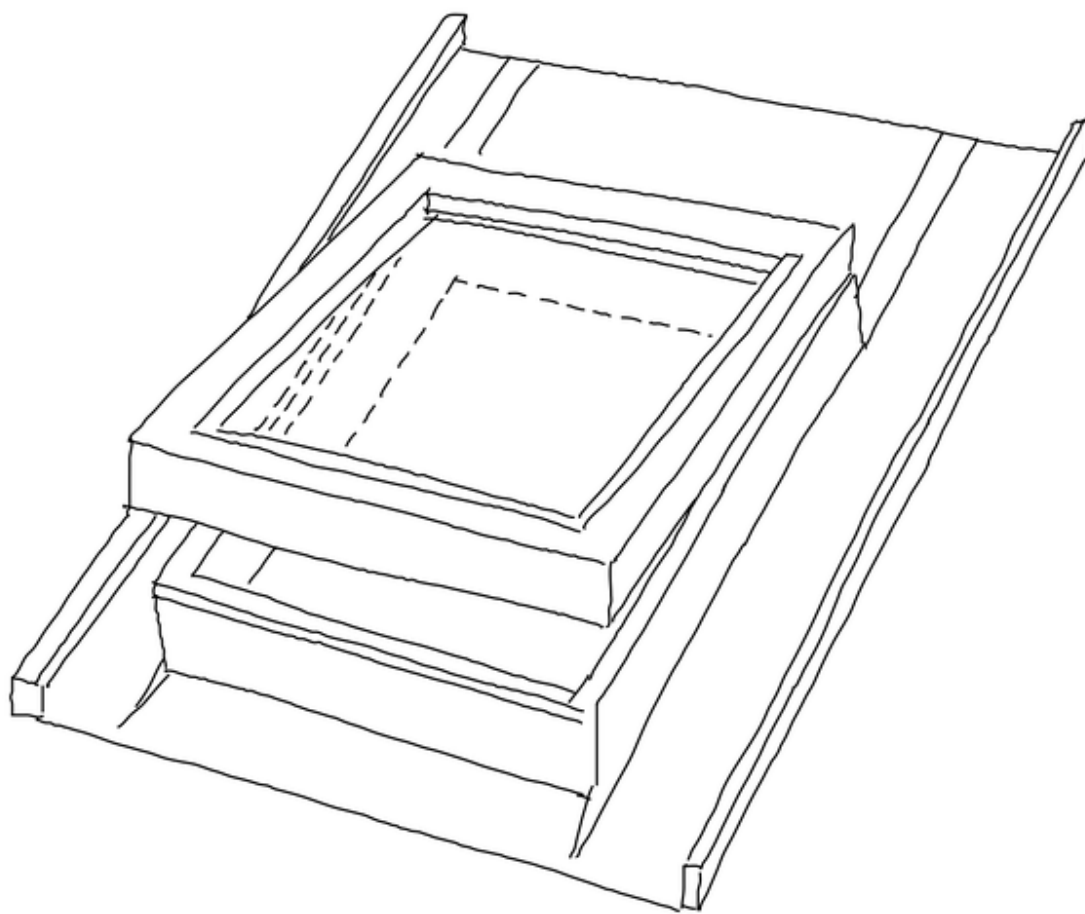


sorolt tetőablakok

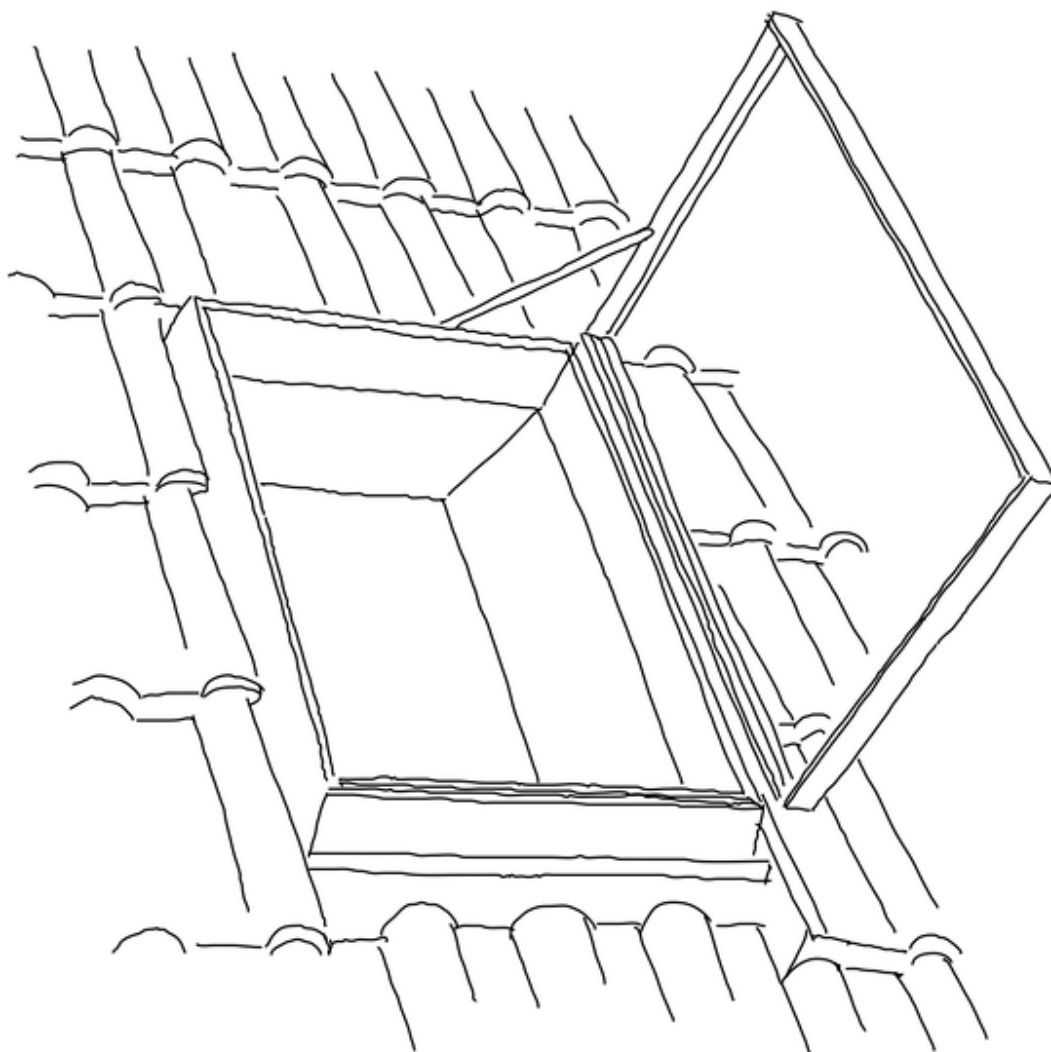


Belső roló

A tetőablakok speciális típusa a tetőkibúvó ablak. A tetőkibúvó ablak tetőn végzendő karbantartási- és szerelőmunkák, esetleg a kémény tisztítása céljából a tetőfelületre történő kijutást biztosítja. Emellett a padlástér szellőztetését is biztosíthatja. A kéményseprés céljából beépített kibúvót gyakran kombinálják tetőlétrával, lépcsővel. Több típusa létezik: az egyszerű fémlemezről készült tetőkibúvó hőszigetelés nélküli padlásterek esetén alkalmazható. A nyíló szárnya készülhet fémlemezről, de bevilágítás céljára egyszeres üvegezéssel is. Tetőterek hőszigetelt tetősíkjára természetesen hőszigetelt kibúvót kell beépíteni. Erre a célra a legtöbb tetőablak gyártó ajánl oldalra- vagy felnyíló vasalattal ellátott, hőszigetelt üvegezésű terméket. A gyártók még a hőszigetelt tetőkibúvó ablakokat sem ajánlják lakóhelyiségekbe való beépítésre.



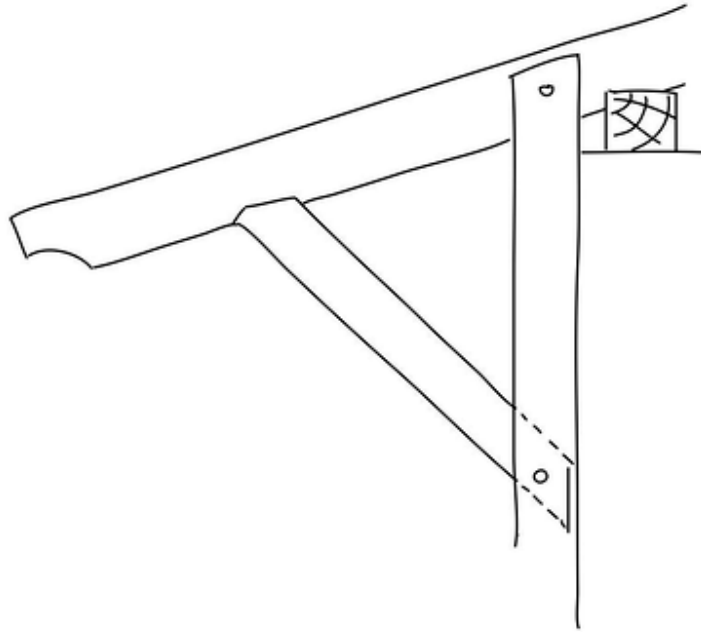
fémlemez tetőkibúvó ablak



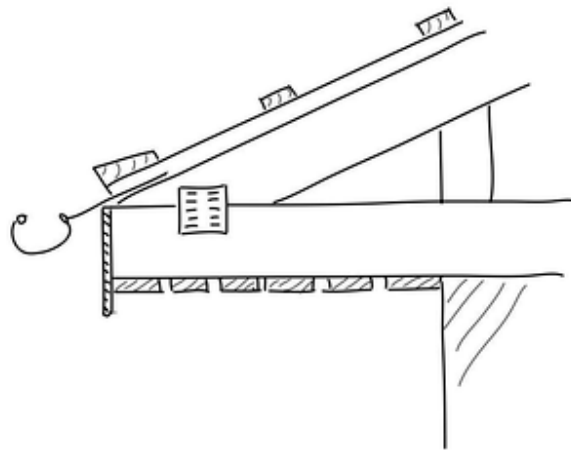
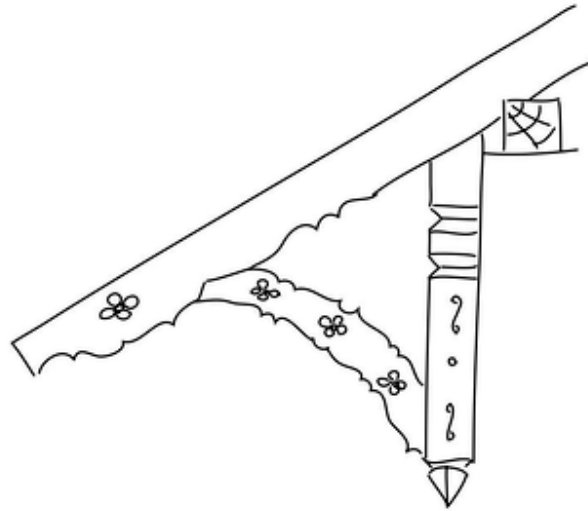
üvegezett tetőkibúvó ablak

3.7. Szegélyek és oromzatok

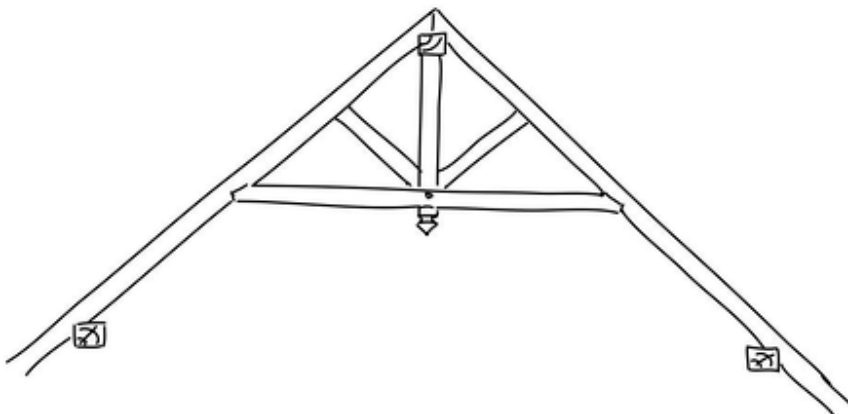
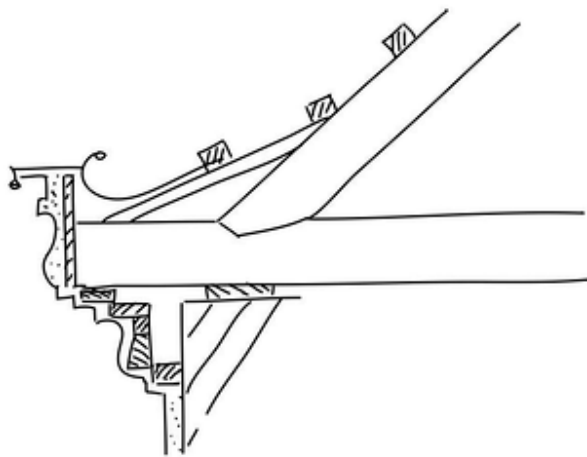
A tető megjelenését alapvetően befolyásolja az eresz és oromzat kidolgozottsága, díszítése. Az eresznél megkülönböztetünk csüngő, dobozolt és párkányzatos kialakítást. Mindhárom kombinálható fekvő ereszcatornával. A csüngő ereszcatorna a csüngő és esetenként a dobozolt párkánnyal illeszkedik. A csüngő eresznél a szarufavégek túllógatva készülnek, és felülről valamilyen faborítást kapnak. A szarufavégek valamilyen egyszerű, vagy összetett minta szerinti kidolgozást kapnak. Az ereszcatorna rögzítése történhet a szarufákra akasztott csatornatartó vasakkal, vagy a szarufák végeit összekötő ereszpallóra való akasztással. Nagyobb ereszkinyúlás esetén a szarufavégek visszatámasztását meg kell oldani. 91. ábra – csüngő ereszkialakítás függesztett ereszcatornával



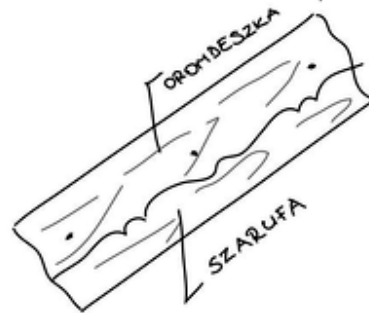
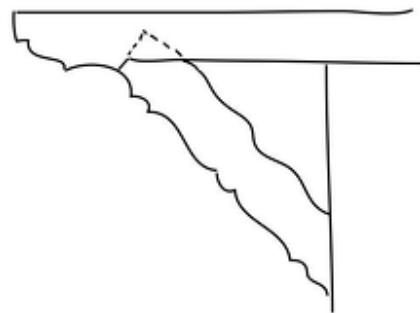
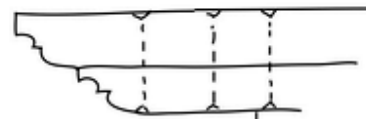
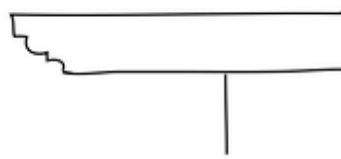
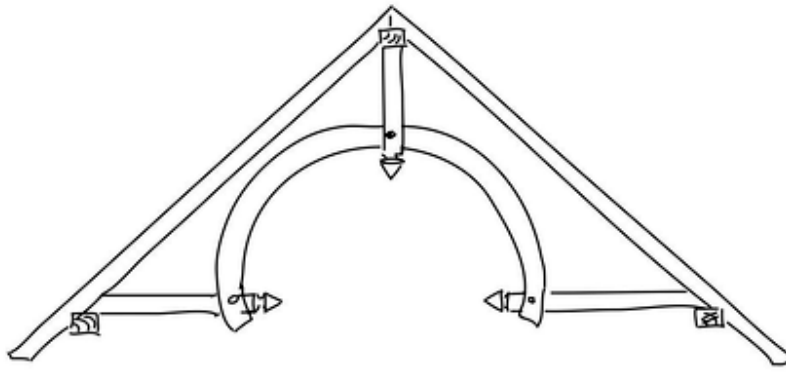
Szarufa visszatámasztása



Párkányzat



Párkányzat/Oromzat



Díszítőelemek

A dobozolt párkányzat manapság inkább a rácsostartó tetőszerkezeteken kerül kialakításra, de hagyományos szerkezetekre is alkalmazható. A dobozolás folytatódhat az oromzaton is, de az oromfallal egy síkban lezárva látszó szaruzatos oromzattal is kombinálható. A párkányzatos kialakítás inkább régi típusú, kötőgerendás tetőszerkezeteknél volt elterjedt. Díszes, mintás változata rejtett ereszcatornával is készülhet.

Az oromzat kidolgozása az ereszhez hasonló módon történhet. A látszó szaruzatos oromzat látványos folytatása lehet a csüngő eresznek. A talpszelemen konzolos túlnyújtását szerkezeti szempontból is érdemes megerősíteni. Ez a megerősítés történhet a szelemen keresztmetszetének növelésével (nyeregfa alkalmazásával), vagy könyökfás alátámasztással. A szarufavégek alsó burkolata folytatódhat az oromzaton is, a dobozolt oromzat nagyon markáns megjelenést eredményez, célszerűbb a dobozolást az oromfal síkjában, vagy a tető szélén lezárni. Az oromélre oromdeszka kerül. Ez lehet egyszerű, gyalult kivitel, vagy valamilyen mintázatot követő megoldás.

3.8. Toronytetők

A hagyományos fedések közé tartoznak a födémek és a tetőszerkezetek mellett a tornyok és a csarnokszerkezetek. Ezek már átmenetet képeznek a tradicionális ácsszerkezetek és, a modern, vasalatokat alkalmazó mérnöki szerkezetek között. A szabályos négyszög-, vagy sokszög-, esetleg kör alaprajzon épülő toronyszerkezetek a szerkezeti tervezés és a technika fejlődésének nagyszerű emlékművei. Az első toronyszerkezetek még egyszerű ácsszerkezetek voltak. Alkalmaztak széklábas szerkezetet, később függesztőművet. Egy toronytető esetén a torony közepén elhelyezkedő oszlopszerű alkatrészt, legyen az nyomott oszlop, vagy függesztőoszlop, császárfának nevezik.

Később a tornyok egyre magasabbak, díszesebbek lettek. Karcsúsodó kialakításuk, és növekvő tömegük egyre révén komolyabb igénybevételeket kellett kibírniuk. A toronyszerkezet lekötésére egy, a torony falazott szakaszán beépített keretet használtak, amihez horgonyzás-szerűen volt rögzítve a talpszelemen, vagy a kötőgerenda-kereszt. Az alsó keret feletti faltömeg biztosította, hogy a torony a nagy szélterhek ellenére se repüljön el. Később a harang tartószerkezet és a torony tartószerkezet szétvált. A harangszék inkább lengő hatásoknak volt kitéve, míg a fedélszék inkább az időjárás viszontagságainak. Az alaprajzi méret növekedésével a kötőgerendákból álló keret is egyre összetettebbé vált. A kialakításnál azonban megkötés volt, hogy a harangok és harangkötelek helyét szabadon kellett hagyni. A tornyok díszes kialakítása alatt általában egyenes szarufákból álló szerkezet található. A kupolák, hagymák, laternák különböző deszkaráték segítségével alakultak ki. A fedés palafedés, vagy fémlemezfedés.

3.9. Nagyfesztávú lefedések

A csarnoképületek eleinte mezőgazdasági épületek voltak, később, az iparosodás idején egyéb tevékenységek részére is építettek csarnoképületeket. Ezen épületek oszlopvázás rendszerűek, az oszlopok anyaga hagyományos szerkezetek esetén a tetőhöz hasonlóan fa. A tetőszerkezet szinte kizárólag valamilyen szelemenes szerkezet, vagyis fő- és mellékállások váltakozása jellemzi. Az állások távolsága a héjazati anyagtól, a fesztávtól, és a hasznos terhektől függ. Egy csarnokszerkezet esetén az oszlopok egyben a tető állószékei is. A csarnokok fejlődéstörténete az alátámasztás nélküli fesztáv növelésének története. Az első próbálkozások a függesztő- illetve a függesztő-feszítőművekből indultak ki. A feszítőművek esetén különös odafigyelést igényelt, hogy az oldalirányú erők felvételére alkalmas falazat, illetve oszlop készüljön.

Mikor a technikai színvonal elérte azt a szintet, hogy kovácsoltvas csavarok alkalmazása is lehetővé vált, a függesztő- és feszítőművekből kialakult a rácsostartó szerkezet. A húzott elemek helyére gyakran terveztek fémhuzalt, vashevedert. A rácsostartók készülhettek párhuzamos övvel, de magastetőt kialakító háromszög alakban is. Nagyobb tartók esetén több darabban készítették, és a helyszínen szerelték össze a darabokat. Így magas tartók esetén is megoldottá vált a szállíthatóság.

Az alátámasztás nélküli szerkezetek fejlődésének másik irányvonala az ív kedvező tulajdonságaiból indul ki. Már a középkorban megjelent a deszkaív, ami több réteg, eltolt helyzetű álló deszkaszegmensből készült, szegezéssel. A kovácsoltvas csavarok megjelenésével jelent meg az Emy-féle deszkaív, ami fektetett deszkalamellák sablonban történő összecsavározásával készült. A csavarok a rétegek közti nyíróerőket adják át, míg a lamellákat kengyelek szorítják össze. Az Emy-féle tartót

először Hetzer készítette el ragasztó alkalmazásával, vasak nélkül. Ez a tartótípus műgyanta ragasztóanyagok megjelenése után rétegelt-ragasztott tartóként hősította meg a nagyvilágot.

15. fejezet - A faanyagvédelmi szakvélemény

Tartalom

1.

2. A faanyagvédelmi szakvélemény jellemzői

3. A szakvélemény részletessége

3.1. A részletes faanyagvédelmi szakvélemény

4. A faanyagvédelmi szakvélemény felépítése

1.

A faanyagvédelmi szakvélemény -ahogy az a nevéből következik- egy szakértői jegyzékben szereplő szakember (a faanyagvédelmi szakértő) által készített hivatalos véleményezés egy adott, faanyagvédelemmel összefüggő problémáról. Faanyagvédelmi szakvélemény készítésére a Magyar Mérnöki Kamaránál bejegyzett és az évenként közzétett tervezői és szakértői névjegyzékben megtalálható szakértők jogosultak. A szakértői jegyzékbe a Magyar Mérnöki Kamara olyan szakembereket jegyez be, akik többéves szakmai gyakorlatuk során igazoltan foglalkoztak faanyagvédelemmel kapcsolatos feladatokkal, és sikeres (faanyagvédelmi, faszerkezeti, és jogi részt is tartalmazó) szakértői vizsgát tettek. A faanyagvédelmi szakvélemény lehet önálló, technológiai jellegű munka, amely új létesítmények optimális faanyagvédelmi vonatkozásait tartalmazza, vagy pedig a faszerkezetek vizsgálatát, a vizsgálatok eredményeit, a javasolt szerkezeti és faanyagvédelmi teendőket összefoglaló anyag. Ez utóbbi épület-, illetve építményfelújítások és egyéb építési beavatkozások (pl. átalakítások, emeletráépítések, tetőtérbeépítések) előkészítésének kapcsán készül, de ide soroljuk a konkrét biológiai (gomba, rovar) káreseményekkel összefüggően szükségessé vált szakvéleményeket is.

2. A faanyagvédelmi szakvélemény jellemzői

A lényegre koncentrál, a szakkönyvekben is megtalálható ismertetéseket mellőzi. A tények és teendők korrekt megfogalmazásával tényleges segítséget nyújt a szakvélemény tartalmát alkalmazó szakembereknek.

A szakvélemény felépítése, fő és alfejezetei ismétlődő esetekben értelemszerűen ismétlődő szövegrészeket tartalmaznak, de a jogi korrektség és félreérthetlenség ezt megköveteli. A faanyagvédelmi szakértő lehetősége szerint hasznos kiegészítő információkat is adhat más szakterületek részére, például a tartószerkezeti szakértőnek, hiszen a faanyagvédelmi vizsgálatokhoz alkalmazott részletes feltáró munka sok rejtett jellemzőt tesz láthatóvá. A vizsgálati fejezet nem általánosságokat tartalmaz, hanem a szakvélemény rendeltetésétől függően részletesen, vagy áttekinthető, tömör értékelést.

Alapvetően fontos a veszélyes gombafajok, elsősorban a könnyező házigomba (*Merulius lacrymans*, *Serpula lacrymans*) károsítás felismerése, mert a megbízó (beruházó) részére nem közömbös, hogy egyszerű, vagy sokszorta költségesebb és összetettebb faanyagvédelmi műveleteket ír elő a szakvélemény.

A javaslati fejezetben leírt faanyagvédelmi teendők úgyszintén az adott vizsgálati eredményekre, környezetre, jövőbeni használatra és egyéb szempontok figyelembevételére alapozottak, egyediek,

„testreszabottak”. Szükség szerint ide bekerülhetnek az alkalmazásra javasolt védőszerek leírásai, műszaki-, illetve biztonsági adatlapjai is.

3. A szakvélemény részletessége

A faanyagvédelmi szakvélemény lehet egyszerűsített, szemlesztintű vizsgálat alapján összeállított, részletekbe nem bocsátkozó dokumentáció, ami a feltárások, bontások nélkül is látható faszerkezeteken a szakember számára szembetűnő elváltozások, károsodások, illetve zárófödém esetében csak a klasszikusan veszélyeztetett helyekre koncentrált kis darabszámú feltáráshelyen észlelt állapotra alapozottan készül. Azonban ezen szakvéleménytípus is kitér a vizsgált szerkezet részletes vizsgálatok nélkül is meghatározható fő hibáira, könnyező házigomba jelenlétére, stb. A javaslati fejezetben tömör összefoglalást ad a célszerű teendőkről, adott esetben a részletes vizsgálatok szükségességéről. Ez az egyszerűsített forma megengedhető pl. értékbecslés, elvi építési engedély, döntéselőkészítés céljára. Az épületfelújítások, tetőtérbeépítések, egyéb beruházások előkészítő anyagaként és konkrét gomba és/vagy rovarkártételek kivizsgálásánál a részletes faanyagvédelmi szakvéleményre van szükség.

3.1. A részletes faanyagvédelmi szakvélemény

A részletes faanyagvédelmi szakvéleménynek tartalmaznia kell: A vizsgált faszerkezet ismertetését, faanyagára vonatkozó jellemzőket. A károsítások típusát, a károk mértékét, kiterjedését, a gomba- és rovar fajok meghatározását, azok aktív, vagy inaktív állapotára vonatkozó megállapításokat. A károsodások pontos helyszíni azonosíthatóságát rajzokkal vagy táblázattal. A környezeti körülmények alapján a károk tényleges vagy feltételezett okait. Javaslatokat a kármegszüntetés, helyreállítás, javítás változataira (szerkezetcsere, javítás, megerősítés). Ha a fertőzés, károsodás megszüntetése szerkezetgyengítéssel is jár, statikusi ellenőrzést is elő kell írni. Javaslatot a fertőzött, valamint az ép faanyag további hasznosítására vagy megsemmisítésére, a beépítésre kerülő új faanyag, illetve meglévő faszerkezet védőkezelésére.

4. A faanyagvédelmi szakvélemény felépítése

A szakvélemény szövege három fő tartalmi részt ölel fel:

- I. Leíró rész, amely bevezetésként utal a megbízásra, a megbízás tárgyára, céljára, tartalmazza a vizsgált épület (szerkezet) ismertetését, a vizsgált faszerkezet részletes leírását.
- II. Vizsgálati és eredményközlő rész, amely tartalmazza a vizsgálat előkészítési módszerét, vonatkozásokat, ismerteti az észlelt állapotot, károk típusát, mértékét, kiterjedését, kártevő meghatározására végzett laborvizsgálat eredményeit. A szöveges ismertetések –az érthetőség céljából- legtöbbször rajzi, táblázati, gyakran fényképes mellékletekkel egészülnek ki.
- III. Javaslati rész tartalmazza a helyszíni és laborvizsgálati eredmények alapján kialakított véleményt, megadja a károsodások, hibák kiküszöböléséhez, megszüntetéséhez, illetve további károk megelőzéséhez szükséges műszaki intézkedéseket, faszerkezeti és faanyagvédelmi vonatkozásban. Ha a szakértő valamilyen vegyi kezelést javasol, akkor ebben a részben megadja az ajánlott vegyszer típusát, illetve a kezelés technológiai utasításait. Ha az adott célra több vegyszer is megfelel, akkor a hatóanyag, illetve a hatásmechanizmus ismertetése a célra vezető.

16. fejezet - A táblás és fatéglás építési rendszerek

Tartalom

1.

2. Tömör falpaneles építés

3. Üreges tömörfa paneles rendszerek

4. Fatéglás építőrendszer

1.

A két nagyobb jelentőségű építési rendszer (boronafalas és keretszerkezetes) mellett számos egyéb építési rendszer és technológia is létezik, amelyeket nem lehet ezen csoportok valamelyikébe besorolni. Ezek között található az ún. táblás és fatéglás építési rendszerek. Ezek a rendszerek, bár jelentőségük viszonylag kisebb, és nem olyan elterjedtek, mégis figyelemre méltóak, mert egyszerű, gyors és hatékony építést tesznek lehetővé, és természetbarát, jó épületfizikai tulajdonságokkal rendelkező és vonzó megjelenésű épületek készítését teszik lehetővé.

A fatáblás építés esetében nagyobb felületű, természetes faanyaggal borított panelekből történik az építkezés. Léteznek teljesen tömör többrétegű panelek, amelyekben a rétegek váltakozó száliránnyal követik egymást, illetve üreges építőpanelek, amelyek kívülről szintén tömörfa megjelenést biztosítanak, de a falszerkezeten belül üregek is találhatóak, melyek kitölthetők szigetelő anyaggal, illetve lehetőséget biztosítanak a különböző elektromos és csővezetékek elhelyezésére. Az üreges panelek szintén tartalmazznak kereszt szálirányú rétegeket, így alaktartóságuk, méretstabilitásuk kedvező.

A fatéglás építési rendszer esetében kisebb méretű, üreges, egymásba illeszkedő elemekből áll. Az elemek elhelyezése a hagyományos téglalapépítéshez hasonlóan történik, azonban itt nincs szükség kötőanyagra (szárazépítés), és a tömörfa falfelületnek és a szigetelő anyaggal kitölthető üregeknek köszönhetően kitűnő épületfizikai jellemzőkkel rendelkezik.

2. Tömör falpaneles építés

A tömör falpaneles építés esetében általában többrétegű paneleket alkalmaznak. A 3-17 rétegű panelek tömörfa rétegei egymásra merőlegesek, így mindkét irányban magas szilárdságú, merev és méretstabil szerkezet jön létre.

Ezeknek az épületeknek az előnyei:

1. Rugalmas kialakítási lehetőség; az építés nem kötött bordakiosztáshoz vagy egyéb szempontokhoz (1. ábra);
2. Nagyon pontos előregyárthatóság;
3. Könnyű és rugalmas építéshelyszíni megmunkálhatóság;
4. Jó hőszigetelés és teherbírás viszonylag vékony falakkal;
5. Jó hőtároló és páraszabályozó képesség;
6. Jó tűzállóság;
7. Kevés csatlakozási hézag; kevés szerelési munka és jó légzárás.



[1. ábra – Tömör falpanelekkel történő építés \(Forrás: Finforest Merk, http://www.finnforest.de/\)](http://www.finnforest.de/)

Külső falak esetén a tömör falpaneleket rendszerint valamilyen további hőszigetelő réteggel kombinálják a ma elvárt hőszigetelési értékek teljesítése érdekében. A tömör lemezszerkezettel a falak mellett készíthetők födém- és tetőpanelek is. A panelek csatlakoztatása egyszerű módon (facsarokkal) és gyorsan megtörténhet. A panelek felülete látható maradhat, de borítható bármilyen burkolattal vagy akár vakolható is.

A gyártó cég megrendelés alapján előre pontos méretre és a megkívánt alakúra vágja a paneleket (a maximális méret kb. 5x20 m), kialakítja a szerelvények, elektromos vezetékek elhelyezésére szolgáló árkokat, furatokat is. Szükség esetén a furatok és árkok utólag, akár az építéshelyszínen is kialakíthatók. Kívánság szerint akár íves felületek kialakítása is kérhető.

A tömör falpanelek továbbfejlesztéseként újabban OSB-vel (válaszfalak céljaira) és LVL-lel (különlegesen légtömör) kombinált falak is kaphatók.

3. Üreges tömörfa paneles rendszerek

Az üreges építő panelek esetében a fal- és födémpanelek szerkezete üreget, csatornákat tartalmaz (2. ábra). A panelek kialakítása rendkívül változatos lehet, a felhasználási célnak megfelelően. Az üreges panelek rendkívül sokoldalúak.

Néhány példa a gyártó által kínált termékekre:

1. Nagy teherhordó képességű, teljesen zárt üreges fal-, földem és tetőelemek;
2. Egyik oldalt nyitott üreges építőelemek (utólagos borítást igényel);
3. Nagy teherbírású, hangszigetelő és hangelnyelő kialakítású akusztikai elemek (együttdolgozó borításként használható);
4. Kisebb teherbírású, utólagosan felszerelhető akusztikai elemek;
5. Stb. Az üreges tömörfa panelek egy fő teherviselő iránnyal rendelkeznek, bár általában keresztirányú réteget is tartalmaznak a jobb méretstabilitás érdekében. A panelek készülhetnek kész kivitelben, vagy egyik vagy mindkét oldali borítás utólagos elhelyezésével.

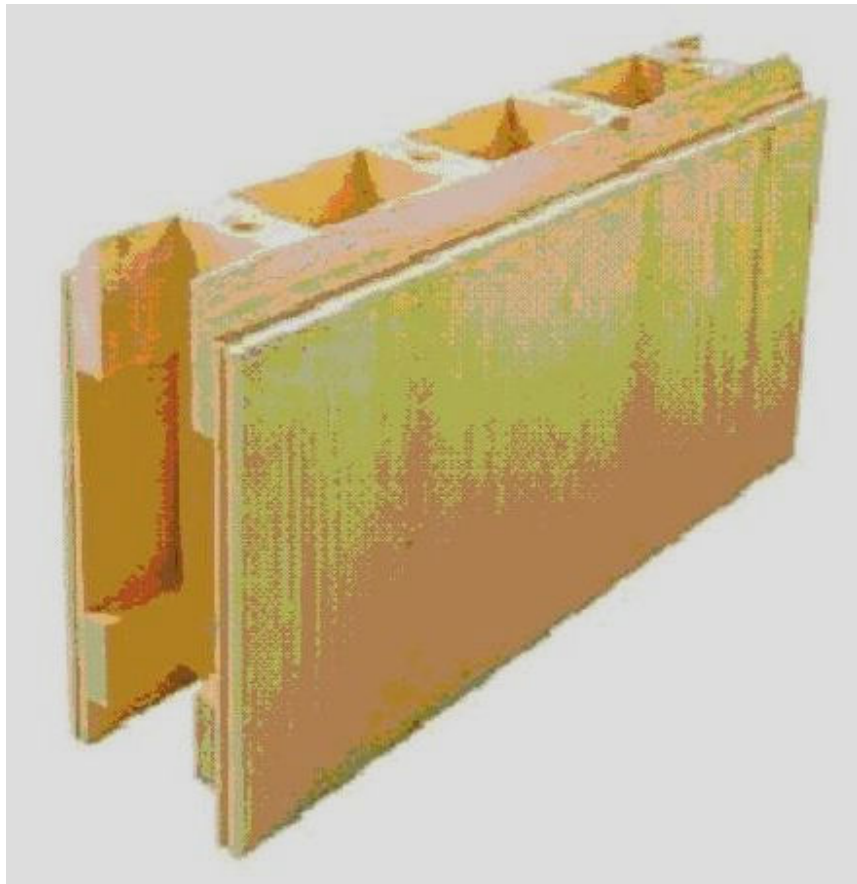


[2. ábra – Üreges tömörfa panelekkel készült épület \(Forrás: Lignotrend GMBH, http://www.lignotrend.com/\)](http://www.lignotrend.com/)

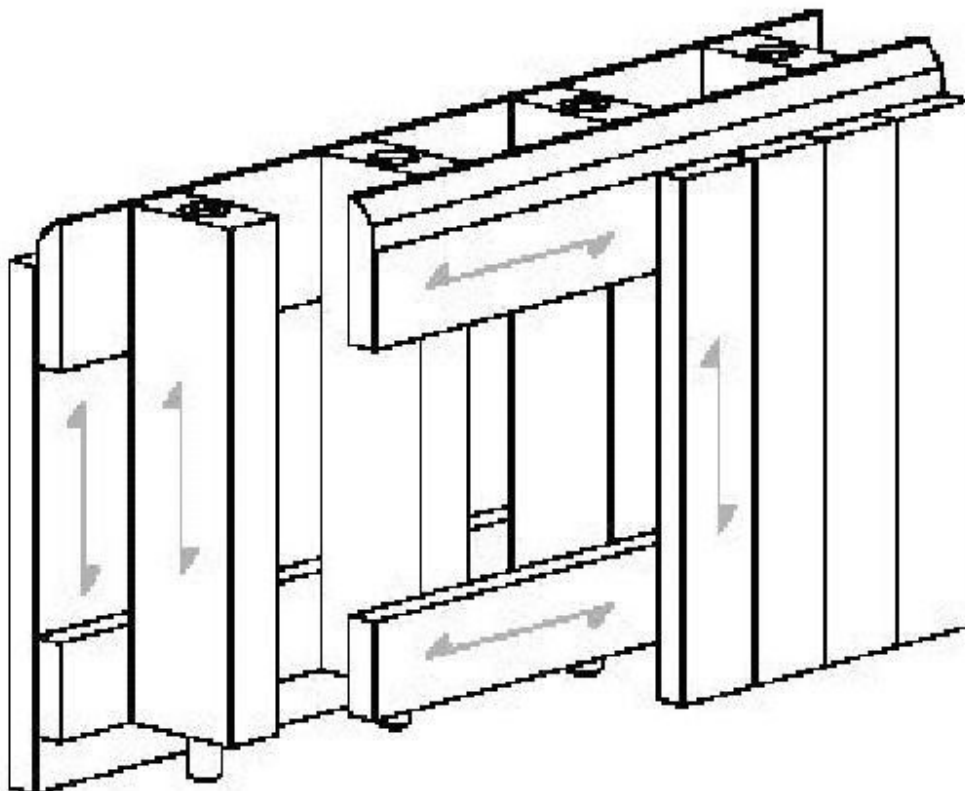
Az üreges szerkezet előnye, hogy lehetőséget biztosít hő- és hangszigetelő anyag elhelyezésére, elektromos vezetékek, csővezetékek elrejtésére, stb. A teherbírás, hő- és hangszigetelőképeség, tűzállóság és egyéb fontos tulajdonságok a panel kialakításától függenek. A gyártó széles választékban és többféle kivitelben kínálja az üreges tömörfa paneleket.

4. Fatéglás építőrendszer

A fa építőrendszerek egy újabb csoportja az ún. fatéglás technológia (3. ábra). Mint a neve is mutatja, ebben az esetben az építés kisebb építőelemekkel történik, melyeknek a hosszmérete csak ritkán haladja meg az 1 m-t. A fatéglák üreges kialakításúak, a két függőleges szálirányú borítóréteget függőleges bordák kötik össze, keresztirányú elemek közbeiktatásával (4. ábra). A borítólapok köze hőszigetelő anyaggal kitölthető, illetve lehetőséget biztosít elektromos és csővezetékek elhelyezésére is.



3. ábra – Fatégla építőelem (Forrás: STEKO Holz-Bausysteme AG, <http://www.steko.ch/>)

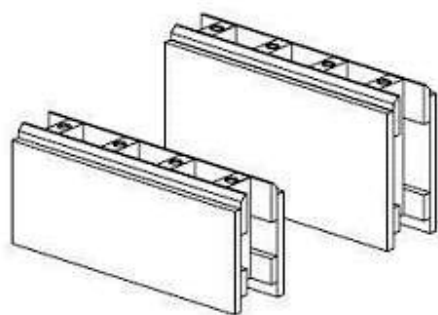


4. ábra – A fatégla építőelem felépítése (Forrás: STEKO Holz-Bausysteme AG, <http://www.steko.ch/>)

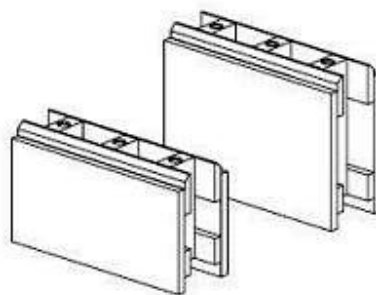
A fatéglás rendszerrel az építés a hagyományos téglalapításhoz hasonlóan történik. Az egymás feletti sorok elemeit téglakötésben helyezik el. Az elemek egymásba illeszkednek, a függőleges merevítőbordák hengeres csapokkal csatlakoznak egymáshoz, nincs szükség kötőelemek használatára.

Az elemek változatos méretekből kaphatók, ami rugalmas építést tesz lehetővé (5. ábra):

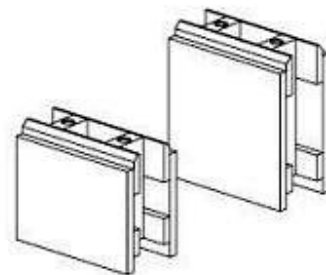
1. Egész téglák; standard építőelemek;
2. Fél, negyed és háromnegyed szélességű téglák a falszakaszok hosszának rugalmas megválasztásához
3. Kétféle téglamagasság
4. Kezdő és lezáró elemek a fal aljához és tetjéhez
5. Egyéb lezáró elemek, pl. a falnyílások, nyílászárók kialakításához.



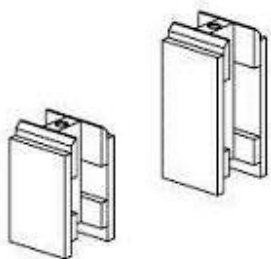
Steko Grundmodul, 4-teilig
Länge 640 mm
Höhe 240, 320 mm



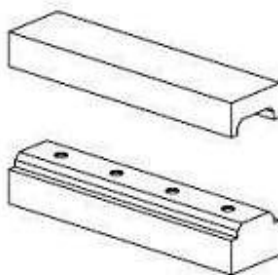
Steko Grundmodul, 3-teilig
Länge 480 mm
Höhe 240, 320 mm



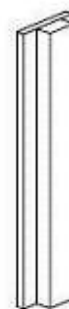
Steko Grundmodul, 2-teilig
Länge 320 mm
Höhe 240, 320 mm



Steko Grundmodul, 1-teilig
Länge 160 mm
Höhe 240, 320 mm



Steko Schwelle und Steko Einbinder
Länge und Höhe variabel



Steko Leibungsabschluss
Fenster- und Türenabschlüsse

5. ábra – Különböző fatégla építőelemek (Forrás: STEKO Holz-Bausysteme AG, <http://www.steko.ch/>)

A fatéglás rendszer egyszerű és gyors építést tesz lehetővé. A tervek alapján az épülethez szükséges építőelemeket csomagban szállítják a helyszínre. Az építés könnyen elkezdhető, és nagyon gyorsan halad. Mivel a fatéglás rendszer száraz építési rendszer, az épület gyorsan felépíthető, és azonnal használatba vehető. A modul rendszernek köszönhetően a falszerkezet utólagosan is könnyen javítható. A rendszer nem igényel párazáró réteget, jó hőszigetelő képességű és hőkapacitású. A fatégla

felülete látható maradhat, vagy szükség szerint burkolható fa- vagy gipszkartonborítással, vagy dryvit vakolatrendszer alkalmazásával.

17. fejezet - A faházgyártás technológiája típusok szerint

Tartalom

1.

2. Rönkház

2.1. Profilozott rönkház

2.2. Faragott rönkház

3. Gerendaházak

4. Vázkitöltött keretszerkezetes épületek

4.1. Fachwerk

4.2. Modern látszó keretvázazas építés

5. Borított keretvázazas épületek

5.1. Helyszínen szerelt borított keretvázazas épületek

5.2. Előregyártott paneles építési technológia

6. Speciális faépítési technológiák

6.1. Tömör falpaneles építés

6.2. Üreges tömörfa paneles rendszerek

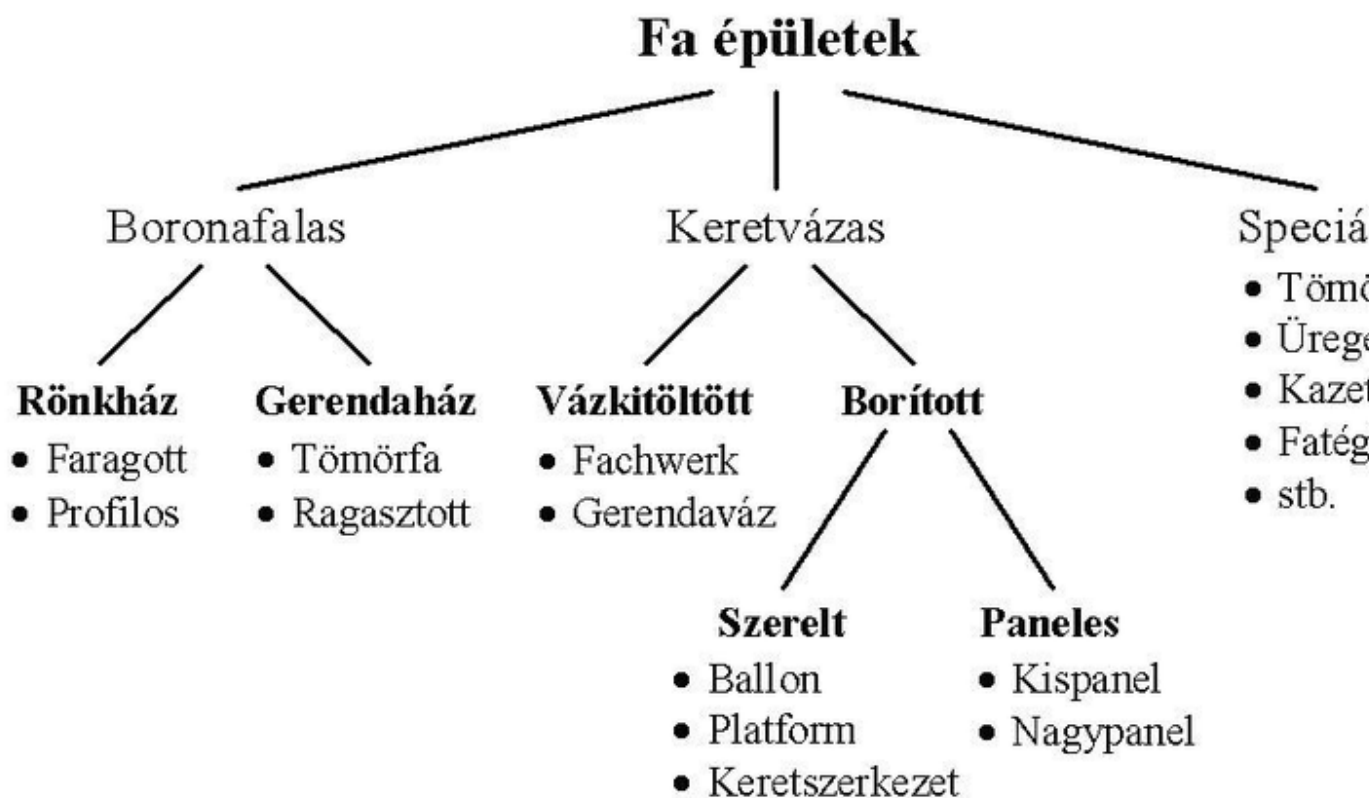
6.3. Kazettás födém és tetőelemek

6.4. Fatéglás építőrendszer

6.5. Egyéb

1.

A faházépítési technológiát, a faházak típusait sokféle szempontból osztályozhatjuk. Az 1. ábra egy lehetséges csoportosítást mutat be. Alapvetően a faszerkezetű épületeket két nagy csoportra oszthatjuk, un. boronafalas, vagy tömör fa falszerkezetű, illetve vázszerkezetű épületekre. Ezen kívül léteznek még bizonyos speciális építési rendszerek, mint például a tömör fa táblás illetve a fatéglás építési rendszerek, amelyek nem sorolhatók ebbe a két csoportba. Ezeknek a csoportoknak az építési technológiája, csakúgy, mint az épületek tulajdonságai, alapvetően különböznek egymástól.



1. ábra – a fa építésű rendszerek csoportosítása

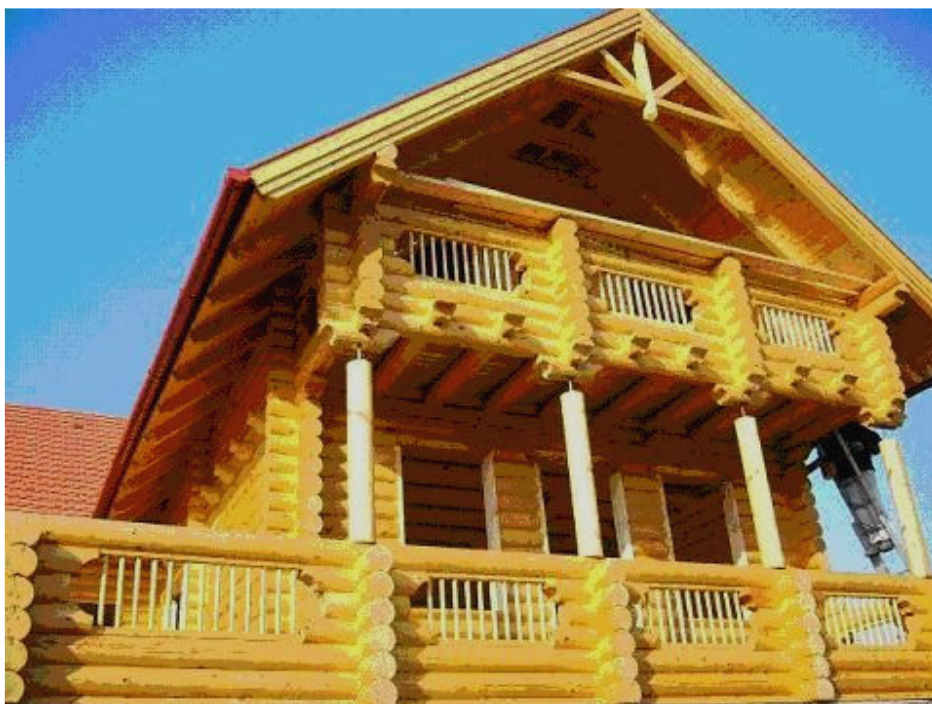
Az alábbiakban röviden ismertetjük az egyes építési technológiák és épület-típusok jellegzetességeit

2. Rönkház

A rönkház az egyik legősibb faépítési forma, melynek a tradíciói feltehetőleg még a ma hagyományosnak tekintett építészet előtti korba nyúlnak vissza. Bár a rönk- és gerendaházak lényegesen nagyobb mennyiségű faanyagot igényelnek, mint a keretszerkezetű faépületek, számos olyan esztétikai és épületfizikai előnnyel rendelkeznek, amelyek ezeket az épületeket sokak számára vonzóvá teszik. A rönkházaknak két fő típusa létezik, nevezetesen a kézzel faragott és a profilmart rönkökből készült épületek. A kézi technológia lényegesen élőmunka-igényesebb, és több hibalehetőséget rejt magában, azonban sokan csak ezeket az épületeket tekintik „valódi” rönkháznak, természetes, szabálytalan megjelenésük miatt. Magyarországon ehhez a fajta építkezéshez hiányzik az alapanyag, ezért ilyen épületek csak elvétve fordulnak elő. A profilmart rönkökből készített házak technológiája lényegesen egyszerűbb és jobban automatizálható, ezért Európában az ilyen házak kedveltebbek. Ilyen épületek Magyarországon is megtalálhatók. Ezeket általában külföldi alapanyagból, külföldi üzemekben készítik el, majd a megfelelő tervek alapján Magyarországon állítják össze. Bár a természetes faanyag hőszigetelő képessége viszonylag alacsony, és így – a falvastagságtól függően – általában a falszerkezet hőszigetelési értéke sem nagyon magas, az ilyen házak lakói ritkán panaszkodnak a magas fűtésszámla miatt. Emögött feltehetőleg elsősorban a falak jó hőtároló képessége áll. Ebből a szempontból a rönkházak, a falak nagyobb tömegének köszönhetően túlszárnyalják a keretszerkezetes házakat. További nagy előnyük a faanyag páraszabályzó képessége, amely segít a beltéri páratartalom fiziológiai szempontból megfelelő értéken tartásában. Az alábbiakban röviden bemutatjuk a rönkházgyártási technológiákat:

2.1. Profilozott rönkház

A profilozott rönkház (2. ábra) gyártástechnológiájában az engedélyezési terv szintű terveket először egy számítógépes tervezőprogram segítségével gerendákra bontják le, majd ezeket az elemeket fenyő rönkökből kialakítják. A rövidebb rönköket sokszor ékcsapos toldással egyesítik. A hosszoldás nem teherviselő, mivel a gerendafalak hajlításra nincsenek igénybevéve, csupán a szállítást, anyagmozgatás során jelentkező igénybevételeket kell elviselnie. Az elemek keresztmetszeti kialakítása megfelelő átmérőjű rönkökből, körmaróval vagy speciális profilmaróval történik. A körkeresztmetszetű rönkök alsó oldalán megfelelő konkáv felületet alakítanak ki, aminek segítségével az alatta következő rönkre rá tudják majd azt ültetni. A rönkök felső felületén is megfelelő profilkialaktás történik, amelynek a segítségével a következő rönkhöz megfelelően tud majd csatlakozni (3. ábra). A profilkialaktás mellett itt sok esetben egy feszültségmentesítő hornyot is elhelyeznek, annak érdekében, hogy a későbbi száradás ne vezessen repedésekhez. Az egyes rönkökbe szintén még a gyártó csarnokban függőleges irányú, egymáshoz csatlakozó (az összeépített házban egymás fölé kerülő) furatokat is kialakítanak. Ezek a furatok elektromos vezetékek elhelyezésére, az esetleges összehúzó menetesszárok befogadására szolgálnak, valamint itt helyezik el az épület felállításakor azokat a 3-4 gerendán átnyúló peckeket, amelyek a fal merevségét biztosítják.



2. ábra – Profilozott gerendákból készült rönkház



3. ábra – Gerenda profil



4. ábra – Sarokcsomópont kialakítás

A rönkfalak sarokcsatlakozásait leggyakrabban úgy helyezik el, hogy a csatlakozó falak rönkjei egymáshoz képest fél vastagsággal el vannak tolva (azaz az egyik fal építése egy fél rönk elhelyezésével indul), és a felső rönk nyergelt kiképzéssel csatlakozik a szomszédos fal alatta elhelyezkedő rönkjéhez (4. ábra). Bár ez az általánosan alkalmazott módszer, egyéb megoldások – például sarokoszlop alkalmazása, amelybe a rönkök függőleges csappal csatlakoznak – szintén elképzelhetők. A furatok, sarokcsatlakozások és egyéb esetleges megmunkálások általában számítógépvézérelt gerendamegmunkáló berendezéssel kerülnek kialakításra. A gerendák megmunkálása után az épületet próbaképpen összeállítják, az egyes gerendákat pedig egyedi, jól azonosítható jelzéssel látják el. Ezután az épületet szétszedik, és rönkönként szállítják a helyszínre. A rönkökhöz összeállítási útmutatót is mellékelnek, amelyen egyértelműen beazonosítható, hogy melyik rönknek hol a helye. Ezáltal az építéshelyszíni munka elősorban szerelő jellegűvé válik. A rönkház felállításához megfelelő fogadósínt kialakítására van szükség. Erre helyezik az első rönköket, vagy közvetlenül a vízszigetelésre, vagy egy közttes alátétpalló alkalmazásával (ez utóbbi segítheti a megfelelő szintezést.) Az első rönköket megfelelő rögzítő elemekkel horgonyozzák le a fogadósínhez. Az első gerendák elhelyezése után kezdődik a falak felépítése, az egyes rönkök egymásra helyezése és

rögzítése, a megfelelő tervek szerint. A rönkök közé tömítőfilc kerül, amely biztosítja a megfelelő légzárást (5. ábra). A tömítésre különösen kell ügyelni a sarokcsatlakozásoknál. A rönköket hosszabb, 3-4 gerendát átfogó cövekekkel rögzítik, amelyet a függőleges, egymás fölött elhelyezkedő furatokba ütnek be. A cövekek elhelyezésénél ügyelni kell arra, hogy azok ne az elektromos vezetékek elhelyezésére, vagy egyéb célokra fenntartott furatokba kerüljenek (ezek az összeépítési rajzon fel vannak tüntetve, és célszerű az első sorok elhelyezése után az alsó gerendán is jól látható módon feltüntetni, a későbbi kellemetlenségek elkerülése végett.)



5. ábra – Tömítőfilc alkalmazása a rönkházaknál

Áthidalók, lebegő falak, vagy egyéb, alá nem támasztott falrészek (pl. a sarkoknál alkalmazott túlnyúlás) esetén a rönköket menetes szárral is össze szokták fogni, a megfelelő együttműködés és a lehajlás megakadályozása érdekében. Ezeket a menetes szárazakat a későbbi összeszáradás, zsugorodás miatt többször utána kell húzni. Az utánhúzáskor az áthidalókat alá kell támasztani, hogy a rögzítés ne görbült helyzetben történjen. A földem kialakítása különböző lehet. Ezeknél a házaknál általában a földem esetében is kedvelt megoldás a rönkök földemtartóként történő használata (6. ábra). Ilyenkor a rönköket többnyire a sarokcsatlakozásoknál alkalmazotthoz hasonló módon eresztik be az oldalfalba. Az elemek alján kialakított profil az erre kialakított takaróelemmel elrejthető. A válaszfalak szintén készülhetnek rönkökből, de költségkímélő megoldás a keretszerkezetes válaszfalak alkalmazása. Ezek kellő körültekintéssel problémamentesen kombinálhatók a rönkfalakkal.



6. ábra – Födém tartóként alkalmazott rönkök

A rönkházak építésénél a legkomolyabb kihívást a rönkök száradása, és az ebből fakadó függőleges méretváltozás jelenti. Mivel a rönköket beépítés előtt nem, vagy csak kis mértékben lehet kiszárítani, a faanyag a végleges nedvességtartalmát csak a beépítés után, hosszú idő (több hónap) után éri el. Ez alatt az idő alatt a fal méterenként akár 5 cm-t is zsugorodhat függőleges irányban. Ez számos esetben jelent problémát:

1. a nyílászárók beépítésénél;
2. kémény bádogos munkáinak elkészítésénél;
3. a tetők kialakításánál;
4. a keretszerkezetes válaszfalak csatlakoztatásánál;
5. lépcsők és álmennyezet elhelyezésénél;
6. csempe és egyéb burkolatok alkalmazásakor;
7. egyes szerelvények elhelyezésekor; és
8. minden olyan esetben, amikor olyan elemet helyeznek el, amely nem zsugorodik együtt a rönkfallal.

A fenti problémák megoldására az építők kidolgozták a megfelelő módszereket. Ennek ismertetésére másutt kerül sor.

2.2. Faragott rönkház

A faragott rönkház (7. ábra) gyártási technológiája, és különösen az építési technológia sok tekintetben hasonló a profilozott rönkház gyártásához. A rönköket kéregben szállítják be és tárolják, a faanyag megóvása érdekében. A kéregzés kézzel, vonókéssel történik, aminek során kívánság szerint a göcsörtöket rajta hagyják az anyagon, vagy lemarják. Ezután több hónapos természetes előszárítás

következik, amelynek során nem érik el a végleges nedvességtartalmat, ezért a ház a felállítás után még tovább zsugorodik.



[7. ábra – Faragott rönkház \(Forrás: Summit Handcrafted Log Homes, http://www.summithandcrafted.com/\)](http://www.summithandcrafted.com/)

A profilozott rönkházak kialakításához képest a legnagyobb különbség a rönkök egymáshoz csatlakozó felületének kialakításában jelentkezik. Mivel itt két szabálytalan felületű rönköt kell egymáshoz illeszteni, ez csak nagy gyakorlatot és szakértelmet igénylő kézi technológiával történhet. A legfontosabb alkalmazott segédeszköz egy speciális jelölő szerszám, az ún. „scriber“, mely egy körzőhöz hasonlóan nyitható, vízmértékkel ellátott berendezés, mellyel a két egymás fölé helyezett rönk csatlakozási vonala egyszerre jelölhető meg. Ezután a felső rönk aljából kimunkálják az alsó rönknek megfelelő ellenprofil, míg az alsó rönkben megfelelő gumiprofilokat helyeznek el a megfelelő lég- és vízzárás érdekében. Az ellenprofil kialakítása először láncfűrészsel történik, majd kézi vésővel igazítják (1-2 mm pontossággal, vagy még annál is precízebben) végleges alakúra. A rönkökben a profilozott rönkökhöz hasonlóan itt is elhelyezik az elektromos szerelvények és a rögzítő cövekek elhelyezéséhez szükséges függőleges furatokat. A faragott rönkházak sarokkapcsolatai változatosak lehetnek. Az egyszerű nyergelt csatlakozás mellett megjelennek a különböző ék vagy rombusz kiképzésű kapcsolatok, illetve a fecskefarkas csapolás is. Létezik olyan megoldás is, ahol a rönköket nem tolják el fél rönkvastagsággal, ehelyett a kapcsolatot úgy alakítják ki, hogy a szomszédos falak rönkjeit felváltva túllógatják, illetve a másik fal rönkjét ellenprofil kialakításával ütköztetik. Amint a faragott rönkök rendelkezésre állnak, az építési helyszínre szállítás és az építési technológia nagyon hasonló a

profilozott rönkházakéhoz. Itt is ügyelni kell az építés utáni száradás miatt bekövetkező száradásra, bár ez esetben sokszor az alapanyagot több héten keresztül kondicionálják megmunkálás előtt. Ilyenkor a későbbi méretváltozás nem olyan jelentékeny, de minden esetben számolni kell vele. Európában a faragott rönkökből történő építés nem olyan elterjedt, helyette a termelékenyebb és jobban gépesíthető profilozott technológiát használják.

3. Gerendaházak

A gerendaházak sok tekintetben hasonlítanak a rönkházakhoz, de az építőelemek ez esetben szögletes kivitelűek. Ennek több előnye is van:

1. egyszerűbb kialakítás
2. sík falfelület
3. a gerendák felfekvése könnyebben biztosítható
4. egyszerűbb csomóponti kialakítások, stb.

A rönkházakkal ellentétben a gerendaház elemek kialakítása nem körmarón, hanem többfejes maró- és gyalugépekkel történik. A gerendák csatlakoztatására többféle megoldás létezik, de leggyakrabban többszörös csaphornyos kialakítással csatlakoznak egymáshoz (az idegen csapos kialakítás manapság elég ritka). A gerendák kialakításakor nagyon fontos, hogy azok ne vezessék be a vizet a fal belsejébe, ezért általában vízorrot is szoktak kialakítani. A gerendafalak csatlakozásai, a sarokkialakítások általában hasonlóak a rönkházakéhoz. Itt sok esetben alkalmaznak fecskefarkú kialakítást, illetve sarokoszlopba becsapozott gerendákat is. A gerendák általában négyszög keresztmetszetűek, bár nem ritka a részben íves, D-profil kialakítás sem. Ilyenkor az épület kívülről rönkház hatását kelti, miközben a szerkezet rendelkezik a gerendaházak egyéb előnyeivel. A gerendaházak tervezése, gyártása és építése a fenti különbségektől eltekintve a profilozott rönkházakéhoz nagyon hasonló módon történik.

A gerendaelemes építkezés további előnye, hogy lehetőséget ad a rétegelt-ragasztott gerendák alkalmazására is, amelyek kisebb méretű, olcsóbb alapanyagból készülnek, melyeket a rétegelés előtt megfelelőképpen lehet szárítani, repedés kialakulásának a veszélye nélkül, ezért az építéskor nem kell olyan mértékű zsugorodással számolni (a gerendák igazodása miatt azonban kisebb mértékű magasságcsökkenés itt is előfordul). További előny, hogy a faanyagban jelenlévő göcsök és fahibák jobban eloszlanak, így a fahibákat tartalmazó keresztmetszetek szilárdságcsökkenése kevésbé jelentős. Emellett lehetőség van az anyag tartósabb jobb (bélhez közeli) oldalának a kifelé fordítására is. A gerendafalak általában nem rendelkeznek a könnyűszerkezetes házakra jellemző jó hőszigetelési értékekkel. Ennek javítására a gerendafalakat esetenként hőszigeteléssel is kombinálják. A hőszigetelés elhelyezhető két kisebb vastagságú gerendaréteg közé, vagy – gyakrabban – a külső gerendafal mögött elhelyezve, ami elé egy panelekből vagy faburkolatból álló borítás kerül. Amennyiben lambériaborítást alkalmaznak, a felület belülről is gerendafal hatását kelti. A rönkházak hőszigetelése szintén javítható extra hőszigetelő anyag elhelyezésével. Ilyenkor a rönkök belső felületét síkra munkálják, és ez elé helyezik el a hőszigetelő anyagot.

4. Vázkitöltött keretszerkezetes épületek

A keretszerkezetes épületeknek két fő típusa ismert, nevezetesen a borított és a vázkitöltött épületek. A borított épületek esetében a teherhordó keretvázra egyik vagy mindkét oldalról borítás kerül, amely általában a teherhordásban (a szerkezet oldalirányú merevítésében) is részt vesz. A keretváz-elemek között szigetelő anyag tölti ki, ami kitűnő hőszigetelő képességet biztosít az épület számára. A vázkitöltött épületek esetében nem kerül borítás a keretelemekre. Ebben az esetben mindenképpen külön kell gondoskodni a falszerkezet merevítéséről, az oldalirányú igénybevételek (szélterhelés, földrengés, aszimmetrikus hőteher) ellen. Az ilyen szerkezeteknél a falsíkot a keretváz elemek között képezik ki, általában valamilyen hagyományos építőanyag alkalmazásával. A vázkitöltött épületeknek két formája létezik; a tradicionális, un. fachwerk épületek, és a modern oszlop-gerenda keretszerkezetű építmények.

4.1. Fachwerk

A fachwerk (8. ábra) az egyik legősibb építési rendszer, amelynek a nyomai már a VI. században is megtalálhatók. A Jellegetességei:

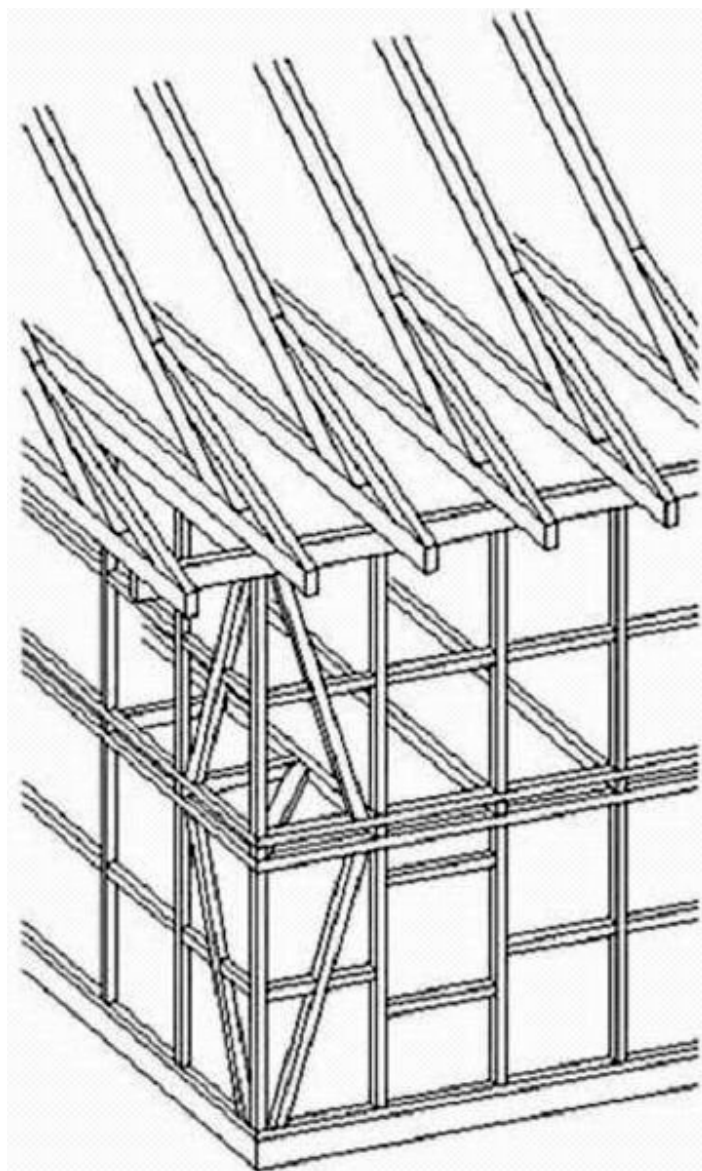
1. A vázszerkezeti elemek kívülről is láthatóak.
2. A méretek tapasztalati úton alakultak ki (általában jelentősen túl vannak méretezve)
3. A vázszerkezet általában csak nyomásra van igénybe véve
4. A függőleges oszlopok kiosztása 80-120 cm
5. A merevítés ferde helyzetű (71–75°) rúdelemekkel történik.
6. A szerkezeti csomópontok általában hagyományos ácskötésekkel vannak kialakítva.
7. A vázelemek közötti tér kitöltése régebben kifalazással (tégla-, kő-, vagy vályogfal), a modernebb szerkezetekben lemeztermékekkel, üvegezéssel történik.



8. ábra – Fachwerk épület

A fachwerk épületek alapanyaga általában fenyő, egyes helyeken pedig nagyobb teherbírású bükk vagy tölgy anyagból készül (pl. a talpgerendák esetében). A fachwerk épületek megjelenése nagyon jellegzetes, viszonylag sűrű kiosztású, vastag keretelemekből, és a közöttük kialakuló kisebb, kitöltött terekből („Gefach-okból” – innen az elnevezés) áll. A fachwerk jellegű épületeknek természetes szépségük, robusztusságuk mellett több hátrányuk is van. Mivel ezeket a házakat jelentősen túlméretezték, nem mondhatók takarékosnak a faanyagfelhasználás szempontjából, és nem használják ki a faanyag jó húzó- és hajlítoszilárdságát sem, amelyeket e szerkezetek kialakulásakor még nem ismertek fel. A másik nagy hátrány a gyenge hőszigetelő képesség. Emiatt ezeknek az épületeknek inkább történeti jelentőségük van. A fentiek dacára, ugyan viszonylag csekély számban, de ma is épülnek fachwerk-es házak. Sokaknak tetszik a fachwerk megjelenése, ezért költségességük dacára is ezt választják. Ebben az esetben belülről egy előtétfallal egészítik ki a szerkezetet, ami mögött extra hőszigetelést helyeznek el. Így természetesen a szerkezet belülről már nem látható. A fachwerk házak szerkezetét az 9. ábra mutatja. Az alapozáshoz egy talpgerenda van rögzítve, ebbe vannak becsapolva az oszlopok és a ferde merevítő elemek. Az oszlopok között vízszintes merevítők is találhatóak, amelyek kisebb mezőkre osztják a falat. Az alsó szintet egy lezárógerenda zárja, erre ülnek rá keresztirányban a gerendafejek. Ezután az építés az előzőekhez hasonlóan kezdődik újra a következő szinten. Itt kétféle megoldás terjedt el; a felső szint külső falai lehetnek az alsó szinttel egy síkban, vagy kissé ki is ugorhatnak. Ez utóbbi megoldás az alsó szint védelmét szolgálja, mely így kevésbé van kitéve az esővíz hatásának. A felső szinten a ferde merevítők hajlásszöge kissé eltér az alsó szinttől, ami még jobban

növeli a szerkezet merevségét. Sokszor nem csak egy ferde merevítőt, hanem ún. andrás-keresztet is használnak a merevítéshez.



9. ábra – A fachwerk épületek szerkezete

4.2. Modern látszó keretvázás építés

A modern keretvázás épületek (10. ábra) több tekintetben is eltérnek a fachwerk-től. Ez a rendszer nagy keresztmetszetű oszlopokból és gerendákból áll, amelyek viszonylag nagy távolságra vannak egymástól (általában 4x4 – 8x8 m-es raszterben). A fa teherviselő elemek készülhetnek tömör, vagy rétegelt-ragasztott kivitelben; utóbbi esetben nagyobb távolságokra helyezhetők el egymástól. A falak tárcsásítását itt is keresztmerevítőkkel oldják meg, amelyek lehetnek fából, de nem ritka az acél sodronykötelek használata sem, amelyeket szerkezettől függően vagy láthatóvá tesznek, vagy a falakon belül rejtenek el.



10. ábra – Modern látszó keretvázás épület

Többszintes épületek esetében itt az építést nem szokták szintenként újakezdeni; a vízszintes elemek nem tudják elviselni az egymástól távol elhelyezkedő oszlopok által átadott, rostra merőleges koncentrált terhelést. Ezért a terheket az alsó szint oszlopaire kell átadni. Erre többféle megoldás létezik. A vízszintes gerendákat át lehet eresztetni a végigfutó függőleges oszlopokon, vagy be lehet csapolni azokat. Létezik olyan megoldás is, amikor az oszlop két részből áll, a végükön villás kialakítással, a gerenda befogadására. Ha az oszlopok végigfutnak, a vízszintes gerendákat meg lehet osztani, amelyek így az oszlopot közrefogják. Az utóbbi időben leggyakoribb megoldás, hogy a gerendákat különféle kapcsolószerelvényekkel rögzítik az oszlopok közé, így a födémmagasság is viszonylag kisebb lesz. Nagyon fontos, hogy a gerendák terheit mindig központosan kell átadni az oszlopokra, a stabilitás biztosítása érdekében. Ennek a rendszernek több előnye is van. Mivel a teherviselést teljes egészében a gerendaváz végzi, a falak szabadon, rugalmasan variálhatók, és akár nagy üvegfelületek is létrehozhatók. A falak panelrendszerben előregyárthatók, így az építéshelyszíni munka igen felgyorsul. A nagy gerendakeresztmetszetek miatt tűzvédelmi szempontból is jobbak, mint a többi könnyűszerkezetes épület. A jó tűzállóság miatt akár többszintes társasházak, középületek építésére is alkalmas, bár az ilyen építmények Magyarországon nem jellemzőek.

5. Borított keretvázás épületek

Jelenleg régiókban, de az egész világon is a borított keretvázás szerkezetek teszik ki a fa épületek legnagyobb százalékát. Ezen épületek közös jellemzője, hogy a falak belső bordákkal merevített keretszerkezettel készülnek. A bordaközökben helyezik el a hőszigetelő anyagot, aminek köszönhetően

ezeknek az épületeknek kitűnő a hőszigetelése ($K \approx 0,2 \text{ W/mK}$). A teherhordó keretvázra két oldalról egy-egy borítólemez kerül, ami általában részt vesz a teherviselésben is, ún. együttdolgozó borításként, kiváltva a ferde merevítők szerepét. A keretszerkezetes épületek sokféle burkolattal elkészíthetők. A modern vakolati rendszerekkel biztosítható a vakolt, a hagyományos épületekhez hasonló megjelenés, de elkészíthetők faburkolattal, vagy akár az Amerikában divatos műanyag borítással is. A téli fűtési szezonban a borított keretváz épületek egyik nagy problémája a lakótérből a falakba bejutó pára kezelése. A falakban, a hőmérsékletesés hatására a bejutó nedvesség lecsapódik, és a faanyag nedvességtartalmát növelve a károsítók számára megfelelő életkörülményeket teremt. Ez ellen kétféleképpen lehet védekezni: vagy a pára bejutását kell megakadályozni a szerkezetbe, vagy a kiszellőzés lehetőségéről lehet gondoskodni. Az előbbit a közvetlenül a belső borítás alatt elhelyezett párafékező vagy párazáró fóliával szokták megvalósítani. Ez a megoldás több szempontból sem szerencsés: egyrészt élettani szempontból kedvezőtlen, másrészt pedig a fólia esetleges (az építés közben vagy azután történő) sérülései miatt a nedvesség utat találhat magának. Ezért mostanában egyre népszerűbbek az átszellőztetett falszerkezetek, amelyek biztosítják a nedvesség kijutását a kültér irányába. Ezt általában a külső oldalon kiszellőztetett légrés alkalmazásával oldják meg. A borított keretszerkezetes épületeknek két fő típusát lehet megkülönböztetni, a helyszínen szerelt épületeket, valamint az előregyártott paneles építési módot. A szerkezetek általában nem különböznek jelentősen a két építési módszer között, csak az építési technológiában van eltérés. A falak általában legalább 5x12 cm keresztmetszetű keretelemekből és bordákból állnak. Az alkalmazott keresztmetszetet a teherbírási és hőszigetelési igények határozzák meg (a bordák szélessége egyben meghatározza a falszerkezetben elhelyezhető hőszigetelés vastagságát is). A teherhordó fa tartóváz függőleges helyzetű, általában emeletszint magas faoszlopokból, az azokat összekötő alsó és felső vízszintes fagerendákból, valamint a függőleges bordákból áll. A bordák kiosztása az alkalmazott borítólemez táblaméretéhez igazodik, általában 50, 60, vagy 62,5 cm, de a vizes helyiségek burkolata alatt ennél sűrűbb kiosztású is lehet (Budavári 2005). A borítólemezek toldása minden esetben a bordán történik. Ajtók, ablakok és egyéb falnyílások környezetében a nyílást szegélyező, vízszintes és függőleges oszlopok és áthidalók beépítése szükséges. Ferde és vízszintes merevítőket a keretszerkezeten belül általában nem szükséges használni, a falak tárcsásítását az együttdolgozó borítás biztosítja. Ennek érdekében fontos, hogy a borítás megfelelő rögzítő elemekkel és kellő sűrűségben legyen a keretvázra ráerősítve. Az épület belső falainak a szerkezete általában megegyezik a külső falakkal, a keretelemeket hasonló keresztmetszeti méretekkel és bordakiosztással készítik, akár teherhordó, akár válaszfalról van szó. A belső falak esetében a szigetelésnek elsősorban akusztikai szerepe van. Ennek megfelelően a szigetelés nem mindig tölti ki teljesen a fal vastagságát. A födémek esetében általában kissé nagyobb keresztmetszetű (magasabb) gerendákat használnak. A gerendák kiosztása megegyezik a falakéval, annak érdekében, hogy a falkeretek felső gerendája ne legyen hajlításra igénybe véve. A lakótérket elválasztó födémeket csak részben töltik ki az akusztikai célokat szolgáló szigetelő anyaggal. A fűtetlen padlás födém szerkezete vastagabb szigetelést kap, ami akár az egész gerendamagasságot kitöltheti. A könnyűszerkezetes házak tetőszerkezete általában megegyezik a hagyományos épületekével. A fedélszékek kiosztása ismét a fal bordázatához alkalmazkodik. Beépítetlen tetőtér esetén költséghatékony megoldás a szeglemezes rácsos tartó formájában kialakított fedélszékek használata, amelynek alsó öve egyben födémgerendaként is szolgál (11. ábra).



11. ábra – Szeglemezes fedélszékek

A könnyűszerkezetes házak szigeteléséhez leggyakrabban üveg- vagy ásványgyapot szigetelést alkalmaznak. A polisztirol-hab szigetelés alkalmazása viszonylag ritka, azt inkább a szintén gyakran alkalmazott kültéri dryvit vakolatrendszer részeként szokták használni. Az utóbbi időben előtérbe került a természetes, újrafelhasznált papírból készülő, égéskésleltető anyaggal telített cellulózalapú szigetelőanyagok használata, amelyet szigetelőpaplan formában lehet beépíteni, vagy darabos formában kapható, és befűvással lehet a falakban és födémekben alkalmazni.

5.1. Helyszínen szerelt borított keretvázás épületek

A helyszínen épített szerkezetek esetében a fal keretszerkezetét az építéshelyszínen szabják méretre és szerelik össze, illetve időnként előre méretre szabott, esetleg részlegesen összeépített formában szállítják a helyszínre. A keretszerkezet összeszerelése, a szigetelőanyag elhelyezése és a borítások, burkolatok rögzítése a helyszínen történik. A helyszínen szerelt épületek két fő típusát különböztetjük meg. Az ún platform vagy dobogós technológia esetében az építés egy vízszintes talpgerendával kezdődik, ehhez vannak rögzítve az egy emelet magasságú függőleges elemek. Ezután a fal egy felső gerendával zárul, erre támaszkodnak a födémgerendák, amelyek a következő szint építéséhez alapot (platformot) képeznek, majd – emeletes ház esetén – az építés újra indul a talpgerendától. A legtöbb épület esetén ezt az építési módot használják. Hátránya, hogy több emeletes háznál, vagy nagyobb terhek esetén a faanyag rostra merőleges nyomószilárdsága könnyen válhat mértékadóvá, ezért ilyenkor nagyobb keresztmetszetek, illetve esetleg egyéb megerősítő elemek (pl. végigfutó gerendák) alkalmazása szükséges. Az ún. ballon vázszerkezet esetében az építés nem kezdődik szintenként újra,

ehelyett a függőleges elemek több szinten keresztül végigfutnak. A födémgerendák az oszlopok oldalához szegezéssel vannak rögzítve. A megfelelő oldalirányú merevség biztosítására, illetve az oszlopok kihajlásának megakadályozására ferde merevítőket és az oszlopok között távtartókat is szokás alkalmazni. Ez az építési mód rendszerint munkaigényesebb, ezért ritkábban használt (Anderson 1999). A platform szerkezet továbbfejlesztése révén jött létre az ún. könnyű keretszerkezetes (lightframe) technológia. Ennek jellegzetessége, hogy mind a keretelemek, mind a burkolóelemek standardizáltak, és a borítólemezek minden esetben részt vesznek a teherhordásban, a szerkezet tárcsásításában. Jelenleg többnyire ennek a rendszernek valamilyen változatát szokták használni. Az építők egyébként nem mindig követik szigorúan az egyes technológiákat, sokszor célszerűen kombinálják a platform építési módot a végigfutó oszlopokkal (pl. oromfalak kialakítása esetén). A helyszínen szerelt házak előnye, hogy viszonylag szerény technológiai igényűek, kisipari módszerekkel is elkészíthetők. Az építéshelyszíni munka azonban rendszerint kevésbé pontos, mint az üzemi előregyártás, és a ház építése időigényesebb, mint a paneles épületek esetén.

5.2. Előregyártott paneles építési technológia

Az előregyártott paneles építés során alapvetően a platform szerkezettel készült falakhoz és födémekhez nagyon hasonló szerkezetű épületeket gyártanak, azonban ebben az esetben a falakat valamilyen szinten a gyártó üzemben előre elkészítik. A készültségi szint általában lehet egy oldalon borított, két oldalon borított (a hőszigetelést is tartalmazó), burkolattal ellátott, illetve akár már a nyílászárókat is magában foglaló panel. (Ez utóbbi esetben a szállítás nagy körültekintést igényel az üvegfelületek miatt, ezért ezt kevés gyártó vállalja.) A födémek és a tetőszerkezet szintén készülhetnek paneles kivitelben, vagy hagyományos módon, a helyszínen. Az így elkészített panelek lehetnek ún. kispanelek (100 vagy 125 cm széles, a borító táblaméretnek megfelelően), vagy nagypanelek (max. 10-12 m, a szállíthatóság miatt). A kispaneles épületek helyszíni munkálatai élomunka-igényesebbek, és az ismétlődő panelcsatlakozások miatt megjelenésükben sokszor monotonabbak, ezért manapság inkább a nagypaneles technológia az elterjedt. A panelek magassága mindkét esetben 250-300 cm (egy szint magasságú). A panelek elkészítése a gyártó üzemben, megfelelő szerelő asztalon történik (12. ábra). A munkafolyamatok az üzem méretétől függően automatizálhatók; kisebb üzemekben többnyire teljesen kézzel történik az összeszerelés, nagyobb cégek esetében a borítópanelek felerősítése, a falnyílások kivágása, stb. sokszor részben vagy egészében automatizált folyamat.



12. ábra – Falpanel gyártás

Az építéshelyszíni munka paneles épületek esetében többnyire szerelő jellegű, a falpaneleknek a fogadószinthez rögzítéséből, a fal- és födémpanelek összeszereléséből áll. A burkolatokkal is ellátott épületek esetében az illesztési hézagok az összeszerelés után is láthatók, utólagos vakolás, festés esetében ezek a hézagok eltűnnek. Az egyes panelek egymáshoz való rögzítését általában csavarozással, facsavarokkal oldják meg.

6. Speciális faépítési technológiák

A fent felsorolt technológiák mellett számos egyéb építési rendszer és technológia is létezik, amelyeket nem lehet ezen csoportok valamelyikébe besorolni. Ezek közül az alábbiakban néhányat mutatunk be, a teljesség igénye nélkül.

6.1. Tömör falpaneles építés

A tömör falpaneles építés esetében általában többrétegű paneleket alkalmaznak. A 3-17 rétegű panelek tömörfa rétegei egymásra merőlegesek, így mindkét irányban magas szilárdságú, merev és méretstabil szerkezet jön létre. Ezeknek az épületeknek az előnyei:

1. Rugalmas kialakítási lehetőség; az építés nem kötött bordakiosztáshoz vagy egyéb szempontokhoz;
2. Nagyon pontos előregyárthatóság;
3. Könnyű és rugalmas építéshelyszíni megmunkálhatóság;

4. Jó hőszigetelés és teherbírás viszonylag vékony falakkal;
5. Jó hőtároló és páraszabályozó képesség;
6. Jó tűzállóság;
7. Kevés csatlakozási hézag; kevés szerelési munka és jó légzárás.

Külső falak esetén a tömör falpaneleket rendszerint valamilyen további hőszigetelő réteggel kombinálják a ma elvárt hőszigetelési értékek teljesítése érdekében. A gyártó cég megrendelés alapján előre pontos méretre és a megkívánt alakúra vágja a paneleket, kialakítja a szerelvények, elektromos vezetékek elhelyezésére szolgáló árkokat, furatokat is. Kívánság szerint akár íves felületek kialakítása is kérhető.

6.2. Üreges tömörfa paneles rendszerek

Az üreges építő panelek esetében a fal- és födémpanelek szerkezete üregeket, csatornákat tartalmaz (13. ábra). A panelek kialakítása rendkívül változatos lehet, a felhasználási célnak megfelelően. Az üreges panelek rendkívül sokoldalúak, léteznek fal, födém és tető panelek, külső és válaszfalak/födémek, akusztikai panelek, nem teherhordó falburkolatok, stb. Ezek a panelek egy fő teherviselő iránnyal rendelkeznek, bár általában keresztirányú réteget is tartalmaznak a jobb méretstabilitás érdekében. A panelek készülhetnek kész kivitelben, vagy egyik vagy mindkét oldali borítás utólagos elhelyezésével. Az üreges szerkezet előnye, hogy lehetőséget biztosít hő- és hangszigetelő anyag elhelyezésére, elektromos vezetékek, csővezetékek elrejtésére, stb. A teherbírás, hő- és hangszigetelő képesség, tűzállóság és egyéb fontos tulajdonságok a panel kialakításától függenek. A gyártó széles választékban és többféle kivitelben kínálja az üreges tömörfa paneleket.



[13. ábra – Üreges tömörfa panelekkel készült épület \(Forrás: Lignotrend GMBH, http://www.lignotrend.com/\)](http://www.lignotrend.com/)

6.3. Kazettás födém és tetőelemek

A kazettás kialakítású építőelemek (14. ábra) födém illetve tetőgerendák helyettesítésére használhatók. A gerinclemezes kialakítás miatt ezek az elemek hajlításra jól igénybe vehetők. Kazettás kialakításuknak köszönhetően jól sorolhatók, könnyen kialakítható belőle a sík födémfelület. Léteznek szélesebb, több üreget tartalmazó, illetve egyik oldalon nyitott változatok is. Az elemek belsejében tetszés szerinti fajtájú és mennyiségű szigetelőanyag helyezhető el, így igény szerint jó hőszigetelő, hangszigetelő elemek alakíthatók ki belőlük. A kazettás elemek tűzállóság szempontjából is jól teljesítenek.

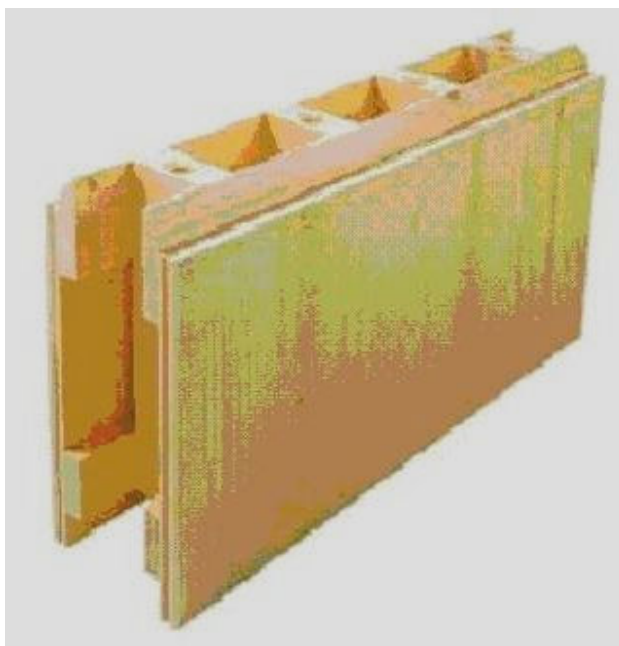


[14. ábra – Kazettás födémek, hangszigeteléssel \(Forrás: Lignatur AG, http://www.lignatur.ch/\)](http://www.lignatur.ch/)

6.4. Fatéglás építőrendszer

A fa építőrendszerek egy újabb csoportja az ún. fatéglás technológia (15. ábra). Mint a neve is mutatja, ebben az esetben az építés kisebb építőelemekkel történik, melyeknek a hosszmérete csak ritkán haladja meg az 1 m-t. A fatéglák üreges kialakításúak, a két függőleges szálirányú borítóréteget függőleges bordák kötik össze, keresztirányú elemek közbeiktatásával. A borítólapok köze hőszigetelő anyaggal kitölthető, illetve lehetőséget biztosít elektromos és csővezetékek elhelyezésére is. A fatéglás rendszerrel az építés a hagyományos téglapításhoz hasonlóan történik. Az egymás feletti sorok elemeit téglakötésben helyezik el. Az elemek egymásba illeszkednek, nincs szükség kötőelemek használatára. Az elemek változatos méretekből kaphatók, ami rugalmas építést tesz lehetővé. Az téglák üregének lezárásához (pl. falnyílások, nyílászárók esetében) lezáró elemeket is forgalmaz a gyártó cég. A fatéglás rendszer egyszerű és gyors építést tesz lehetővé. A rendszer nem igényel párazáró réteget, jó

hőszigetelő képességű és hőkapacitású. A fatégla felülete látható maradhat, vagy szükség szerint burkolható fa- vagy gipszkarton borítással, vagy dryvit vakolatrendszer alkalmazásával.



15. ábra – Fatégla építőelem

6.5. Egyéb

Számos egyéb építőrendszer létezik, amelyek általában a tömör vagy üreges falpanelek, a keretszerkezetes építés alapelveihez hasonló módon, esetleg ezek kombinációjával épülnek fel. Ezek tömör fa, faalapú építőlemezek (pl. OSB, páraáteresztő MDF, szervesetlen kötésű lemez, stb.) alapanyagból készülhetnek, gyártásuk különböző készültségi fokokon történhet. Ebbe a csoportba tartozik az Amerikában használt teherhordó borítású építőlemez is (stress-skin panel, 17. ábra), ahol a teherhordást a külső (általában OSB) lemez végzi, belül pedig egy vastag polisztirol habréteg gondoskodik a megfelelő hőszigetelésről. Itt nincsen szükség köztes bordaelemekre, nagy falfelületek kialakíthatók merevítés nélkül. Ezt a rendszert Európában nem használják.

18. fejezet - A rönkház és gerendaház jellegzetességei

Tartalom

1.

2. Rönkházak

2.1. Profilozott rönkház

2.2. Faragott rönkház

2.3. Gerendaházak

1.

A rönk- és gerendaházak építés (azaz az ún. boronafalás építés) az egyik legősibb faépítési forma, melynek a tradíciói feltehetőleg még a ma hagyományosnak tekintett építészet előtti korbá nyúlnak vissza.

Bár a rönk- és gerendaházak lényegesen nagyobb mennyiségű faanyagot igényelnek, mint a keretszerkezetű faépületek, számos olyan esztétikai és épületfizikai előnnyel rendelkeznek, amelyek ezeket az épületeket sokak számára vonzóvá teszik:

1. Esztétikus, vonzó megjelenés
2. Nagy felülettömeg, jó hőtároló képesség
3. Jó páraszabályozó képesség
4. A keretszerkezetes házakhoz képest jobb tűzállóság
5. Stabil, masszív, időtálló szerkezet Fontos az ilyen házaknak a kevésbé előnyös tulajdonságairól is említést tenni:
6. Nagy mennyiségű és jó minőségű faanyagot igényel
7. A falvastagságtól és az esetleges extra hőszigetelés alkalmazásától függően gyengébb hőszigetelés
8. Élőmunka-igényes
9. Viszonylag költséges
10. A technológiát komplikálja a házak utólagos magassági méretváltozása.

A fenti hátrányok dacára ez az építésmód és az ilyen épületek közkedveltek esztétikus megjelenésük, természetközeli, rusztikus hatásuk és kedvező épületfizikai jellemzőik miatt.

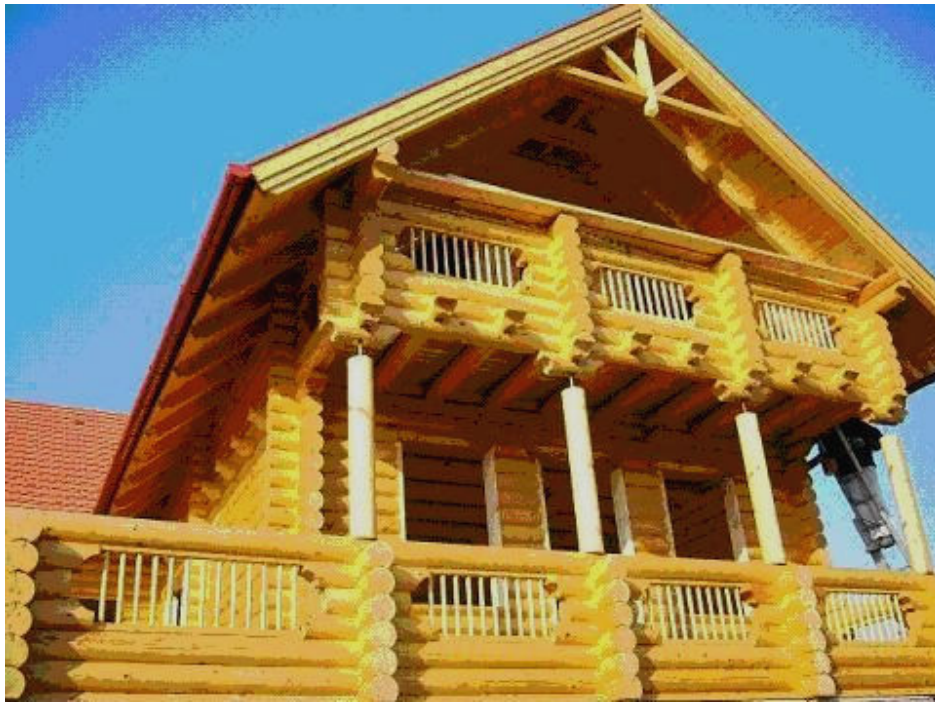
2. Rönkházak

A rönkházaknak két fő típusa létezik, nevezetesen a kézzel faragott és a profilmart rönkökből készült épületek. A kézi technológia lényegesen élőmunka-igényesebb, és több hibalehetőséget rejt magában, azonban sokan csak ezeket az épületeket tekintik „valódi” rönkháznak, természetes, szabálytalan megjelenésük miatt. Magyarországon ehhez a fajta építkezéshez hiányzik az alapanyag, ezért ilyen épületek csak elvétve fordulnak elő.

A profilmart rönkökből készített házak technológiája lényegesen egyszerűbb és jobban automatizálható, ezért Európában az ilyen házak kedveltebbek. Ilyen épületek Magyarországon is megtalálhatók. Ezeket általában külföldi alapanyagból, külföldi üzemekben készítik el, majd a megfelelő tervek alapján Magyarországon állítják össze.

2.1. Profilozott rönkház

A profilozott rönkház (1. ábra) gyártástechnológiájában az engedélyezési terv szintű terveket először egy számítógépes tervezőprogram segítségével gerendákra bontják le, majd ezeket az elemeket fenyő rönkökből kialakítják. A rövidebb rönköket sokszor ékesapós toldással egyesítik (2. ábra). A hosszitoldás nem teherviselő, mivel a gerendák hajlításra nincsenek igénybe véve, csupán a szállítást, anyagmozgatás során jelentkező igénybevételeket kell elviselniük.

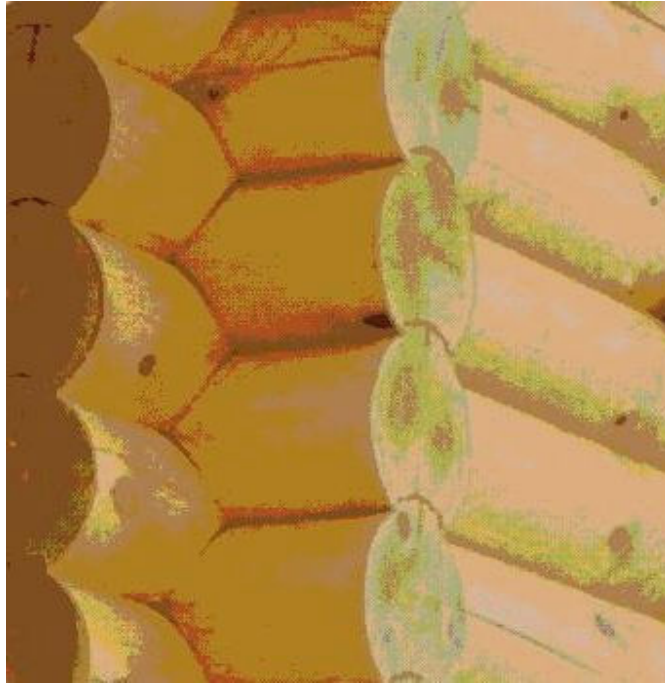


1. ábra – Profilozott gerendákból készült rönkház



2. ábra – A rönkök hosszoldása ékcsapfogazással

Az elemek keresztmetszeti kialakítása megfelelő átmérőjű rönkökből, körmaróval vagy speciális profilmaróval történik. A körkeresztmetszetű rönkök alsó oldalán megfelelő konkáv felületet alakítanak ki, aminek segítségével az alatta következő rönkre rá tudják majd azt ültetni. A rönkök felső felületén is megfelelő profilkialaktás történik, amelynek a segítségével a következő rönkhöz megfelelően tud majd csatlakozni (3. ábra). Nagyobb rönkök esetében szintén a rönkök felső oldalán feszültségmentesítő bevágásokat is szoktak ejteni, hogy a későbbi száradás során a gerenda ne repedjen meg. Az egyes rönkökbe szintén még a gyártó csarnokban függőleges irányú, egymáshoz csatlakozó (az összeépített házban egymás fölé kerülő) furatokat is kialakítanak. Ezek a furatok elektromos vezetékek elhelyezésére, az esetleges összehúzó menetesszárok befogadására szolgálnak, valamint itt helyezik el az épület felállításkor azokat a 3-4 gerendán átnyúló csapokat, amelyek a fal merevségét biztosítják.



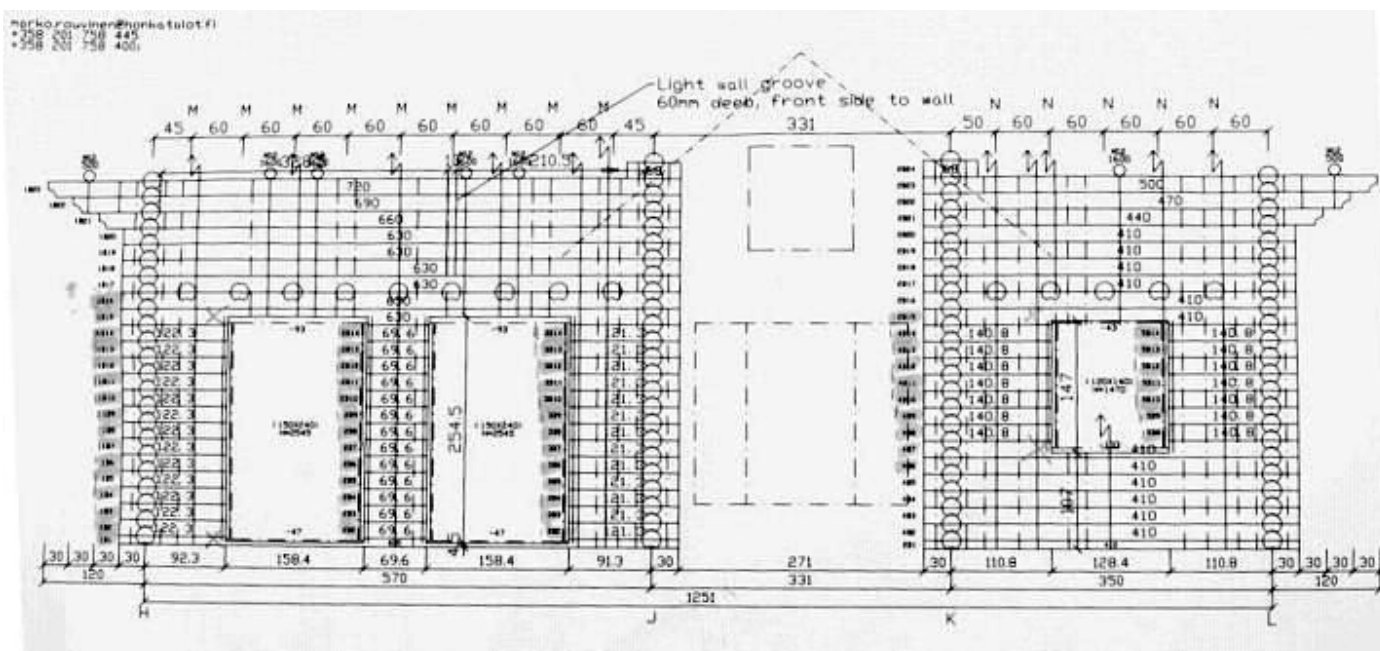
3. ábra – Gerenda profil

A rönkfalak sarokcsatlakozásait leggyakrabban úgy alakítják ki, hogy a csatlakozó falak rönkjei egymáshoz képest fél vastagsággal el vannak tolva (azaz az egyik fal építése egy fél rönk elhelyezésével indul), és a sarkokon a rönkök legalább 30-40 cm túlyúlással, nyergelt kiképzéssel csatlakoznak egymáshoz (az ellenprofil mindig a felső rönkből van kialakítva (4. ábra). Bár ez az általánosan alkalmazott módszer, egyéb megoldások – például sarokoszlop alkalmazása, amelybe a rönkök függőleges csappal csatlakoznak, illetve fecskefarkú fogazás – szintén elképzelhetők. A furatok, sarokcsatlakozások és egyéb esetleges megmunkálások általában számítógépvezérelt gerendamegmunkáló berendezéssel kerülnek kialakításra.



4. ábra – Sarokcsomópont kialakítás

A gerendák megmunkálása után az épületet próbaképpen összeállítják, az egyes gerendákat pedig egyedi, jól azonosítható jelzéssel látják el. Ezután az épületet szétszedik, és rönkönként szállítják a helyszínre. A rönkökhöz összeállítási útmutatót is mellékelnek, amelyen egyértelműen beazonosítható, hogy melyik rönknek hol a helye (5. ábra). Ezáltal az építéshelyszíni munka elősorban szerelő jellegűvé válik.



5. ábra – Rönkfal összeépítési terve

A rönkház felállításához megfelelő fogadósínt kialakítására van szükség. Erre helyezik az első rönköket, vagy közvetlenül a vízszigetelésre, vagy egy köztes alátétpalló alkalmazásával (ez utóbbi segítheti a megfelelő szintezést.) Az első rönköket megfelelő rögzítő elemekkel horgonyozzák le a fogadósínhez.

Az első gerendák elhelyezése után kezdődik a falak felépítése, az egyes rönkök egymásra helyezése és rögzítése, a megfelelő tervek szerint. A rönkök közé tömítőfilc kerül, amely biztosítja a megfelelő légzárást (6. ábra). A tömítésre különösen kell ügyelni a sarokcsatlakozásoknál. A rönköket hosszabb, 3-4 gerendát átfogó csapokkal rögzítik, amelyet a függőleges, egymás fölött elhelyezkedő furatokba ütnek be (7. ábra). A csapok elhelyezésénél ügyelni kell arra, hogy azok ne az elektromos vezetékek elhelyezésére, vagy egyéb célokra fenntartott furatokba kerüljenek (ezek az összeépítési rajzon fel vannak tüntetve, és célszerű az első sorok elhelyezése után az alsó gerendán is jól látható módon feltüntetni, a későbbi kellemetlenségek elkerülése végett).



6. ábra – A rönkök között a légzárást tömítőfilc biztosítja



7. ábra – A rönkfal merevítése fa csapokkal történik

Áthidalók, lebegő falak, vagy egyéb, alá nem támasztott falrészek esetén a rönköket menetes szárral is össze szokták fogni, a megfelelő együttműködés és a lehajlás megakadályozása érdekében (8. ábra). Ezeket a menetes szárazakat a későbbi összeszáradás, zsugorodás miatt többször után kell húzni. Az utánhúzásakor az áthidalókat alá kell támasztani, hogy a rögzítés ne görbült helyzetben történjen.



8. ábra – Az áthidalók és alá nem támasztott falrészek összefogása csavarozással

A földem kialakítása különböző lehet. Ezeknél a házaknál általában a földem esetében is kedvelt megoldás a rönkök földemtartóként történő használata (9. ábra). Ilyenkor a rönköket többnyire a sarokcsatlakozásoknál alkalmazotthoz hasonló módon eresztik be az oldalfalba. Az elemek alján kialakított profil az erre kialakított takaróelemmel elrejthető. A válaszfalak szintén készülhetnek rönkökből, de költségkímélő megoldás a keretszerkezetes válaszfalak alkalmazása. Ezek kellő körültekintéssel problémamentesen kombinálhatók a rönkfalakkal.



9. ábra – Födémként alkalmazott rönkök

A rönkházak építésénél a legkomolyabb kihívást a rönkök száradása, és az ebből fakadó függőleges méretváltozás jelenti. Mivel a rönköket beépítés előtt nem, vagy csak kis mértékben lehet kiszárítani, a faanyag a végleges nedvességtartalmát csak a beépítés után, hosszú idő (több hónap) után éri el. Ez alatt az idő alatt a fal méterenként mintegy 5 cm-t zsugorodik függőleges irányban. Ez számos esetben jelent problémát:

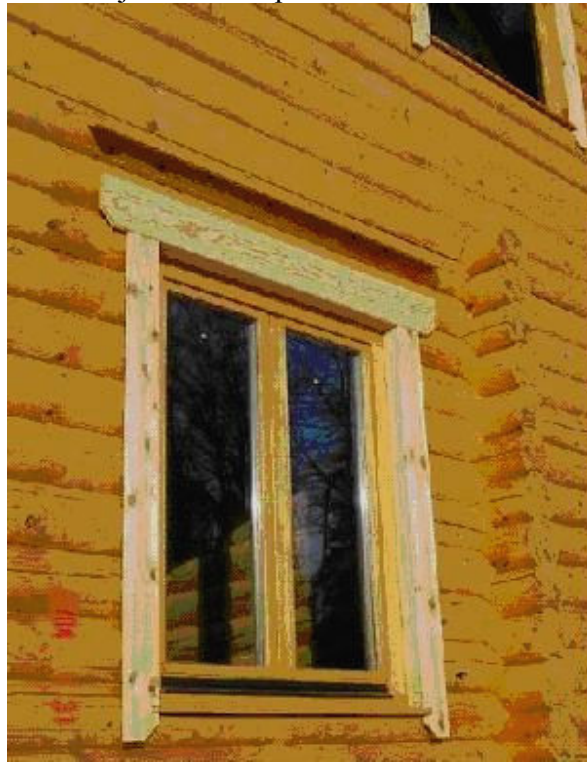
A rönkházak építésénél a legkomolyabb kihívást a rönkök száradása, és az ebből fakadó függőleges méretváltozás jelenti. Mivel a rönköket beépítés előtt nem, vagy csak kis mértékben lehet kiszárítani, a faanyag a végleges nedvességtartalmát csak a beépítés után, hosszú idő (több hónap) után éri el. Ez alatt az idő alatt a fal méterenként mintegy 5 cm-t zsugorodik függőleges irányban. Ez számos esetben jelent problémát:

2.1.1. A nyílászárók beépítésénél

Nyílászáróként többnyire fa ablakokat és ajtókat szoktak használni. Mivel a nyílászárók keret- és tok elemei nem zsugorodnak a rönkökkel együtt, ezért biztosítani kell, hogy a rönkök el tudjanak mozdulni a tok mellett. Ezt a rönkök végének a nútolásával, és abban egy függőleges palló elhelyezésével szokták megoldani (10. ábra). Ehhez rögzítik hozzá az ajtó- vagy ablaktokot. A nyílászáró fölött megfelelő magasságú szabad teret kell biztosítani, hogy a gerendák száradáskor ne üljenek fel a nyílászáró tetejére. Ezt viszonylag széles takaróelemekkel rejtik el (11. ábra).



10. ábra – Az ajtótokok beépítéséhez alkalmazott megoldás



11. ábra – Az ablakoknál széles takaróelemeket alkalmaznak

2.1.2. A kémény bádogos munkáinak elkészítésénél

A kémény magassága nem csökken a falakkal együtt, ami azt eredményezi, hogy – az épület magasságától és a tetőszerkezettől függően – a tető akár 25-40 cm-t is elmozdulhat a kéményhez képest. Ennek megfelelően a kémény körül speciális bádogozásra van szükség (ez általában két csatlakozó, egymáshoz képest elmozdulni képes részből áll). A közbülső födécek és egyéb csatlakozó szerkezetek elmozdulását is biztosítani kell.

2.1.3. A tetőszerkezet kialakításánál

A rönkökből készült oromfal szintén zsugorodik. Ennek megfelelően a taréjszelemen a talpszelemenekhez képest lejjebb kerül, és a tetősík hajlásszöge változik (lankásabb lesz). Ilyenkor a szelemenek is lejjebb csúsznak. Ennek a lehetőségét speciális csúszzóvasalatokkal biztosítják (12. ábra). Összetett tetőidomok esetében természetesen a vápák miatt nem engedhető meg, hogy a tető hajlásszöge változzon. Ilyen esetben rönkből készült oromfal nem használható. Ilyenkor az oromfalat keretszerkezettel készítik el, amire a rönkfalat imitáló borítás kerül (13. ábra).



12. ábra – A szelemenek elmozdulását lehetővé tevő csúszzóvasalatok



13. ábra – Összetett tetőidomok esetében keretszerkezetes oromfalat alkalmaznak

2.1.4. Válaszfalak csatlakozásánál

Amennyiben rönkből készült válaszfalat alkalmaznak, nincs gond az eltérő zsugorodásból. Sok esetben alkalmaznak azonban a keretszerkezetes válaszfalakat (költségkímélési célból, vagy a sík falfelületek igénye miatt). Ilyenkor a válaszfalat a falba beeresztett pallókhöz rögzítik, amelyek mellett a rönkök el tudnak mozdulni (14. ábra). Keretszerkezetes válaszfalagnál ügyelni kell arra is, hogy a belmagasság is csökkenni fog, ezért a válaszfal teteje és a födém között is megfelelő hézagot kell biztosítani (15. ábra).



14. ábra – Keretszerkezetes válaszfal csatlakozása a rönkfallal



15. ábra – A keretszerkezetes válaszfal fölött a rönkfalhoz rögzített födém ereszkedése miatt megfelelő hézagot kell kialakítani

2.1.5. Lépcsők elhelyezésénél

Mivel a lépcső függőleges mérete sem változik, a lépcső és a födém csatlakozásánál is biztosítani kell a függőleges elmozdulást. Ezt speciális csúszóvasalatok alkalmazásával teszik lehetővé.

2.1.6. Álmennyezet felszerelésekor

Amennyiben a helyiségnek minden fala rönkfal, az álmennyezet gond nélkül rögzíthető a falakhoz, mert nem várható jelentős különbség a méretváltozásban. Ha azonban egy vagy több fal keretszerkezetű, az álmennyezetet a födémről kell függeszteni, amit speciális állítható hosszúságú pálcák segítségével szoktak megoldani (16. ábra).



16. ábra – Az álmennyezet rögzítése

2.1.7. Csempe és egyéb burkolatok alkalmazásakor

Csempézett felületeket keretszerkezetű előtétfalak alkalmazásával lehet kialakítani (17. ábra). Az előtétfalat nem szabad mereven rögzíteni a rönkfalhoz, annak zsugorodása miatt. Ilyenkor ismét megfelelő csúszóvasalatokat kell alkalmazni. Ugyanez vonatkozik az egyéb borítások alkalmazására is (pl. extra hőszigetelés és külön faburkolat alkalmazásakor).



2.1.8. Oszlopok alkalmazásakor

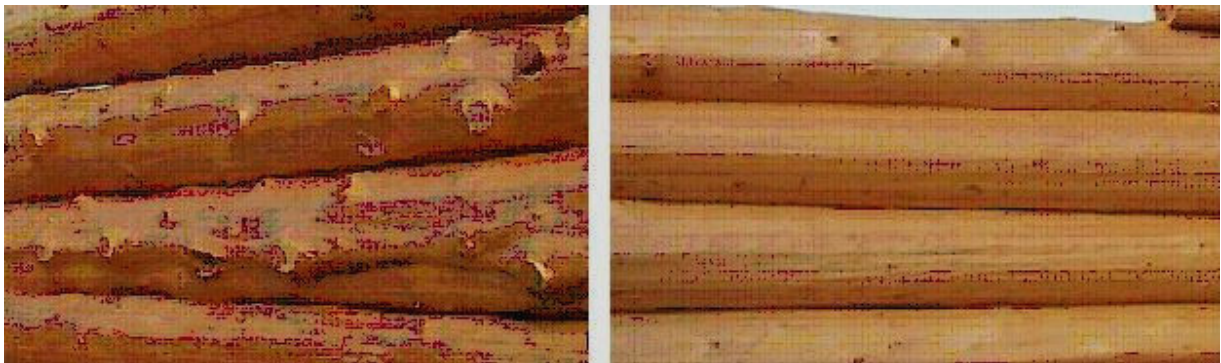
Amennyiben az épület egyes elemeit függőleges faoszlopok (esetleg hagyományos építőanyagból készült alátámasztó elemek) támasztják alá, itt is gondoskodni kell a faszervezet ereszkedéséről. Ezt megfelelő utánállítható vasalatokkal teszik lehetővé.

2.1.9. Minden olyan esetben, amikor olyan elemet helyeznek el, amely nem zsugorodik együtt a rönkfallal.

A teljesség igénye nélkül néhány ilyen speciális eset: szerelvények, csővezetékek elhelyezése, a csempeturkolat fölött a rönkfalra szerelt tárgyak, a rönkfalból a keretszerkezetes oromfalba átnyúló nyílászárók, stb. Ezeknek az elmozdulásoknak a kezelésére egyes esetekben léteznek speciális vasalatok, más esetben az építésvezető találékonyságára van bízva, hogy megtalálja a megfelelő megoldást. Az ilyen helyzetek észrevétele és kezelése nagy gyakorlatot és gondos odafigyelést igényel.

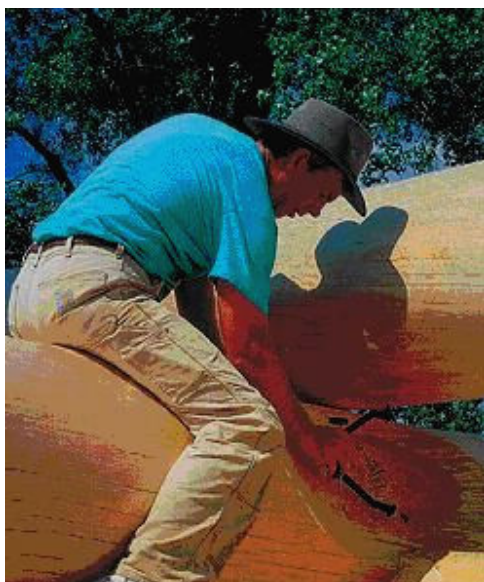
2.2. Faragott rönkház

A faragott rönkház gyártási technológiája, és különösen az építési technológia sok tekintetben hasonló a profilozott rönkház gyártásához. A rönköket kéregben szállítják be és tárolják, a faanyag megóvása érdekében. A kérgezés kézzel, vonókéssel történik, aminek során kívánság szerint a göcsörtöket rajta hagyják az anyagon, vagy lemarják. Az előbbi megoldás természetesebb megjelenést ad, az utóbbi egy kissé szelídebbé teszi a szerkezet megjelenését (18. ábra). Ezután több hónapos természetes előszáritás következik, amelynek során nem érik el a végleges nedvességtartalmat, ezért a ház a felállítás után még tovább zsugorodik.

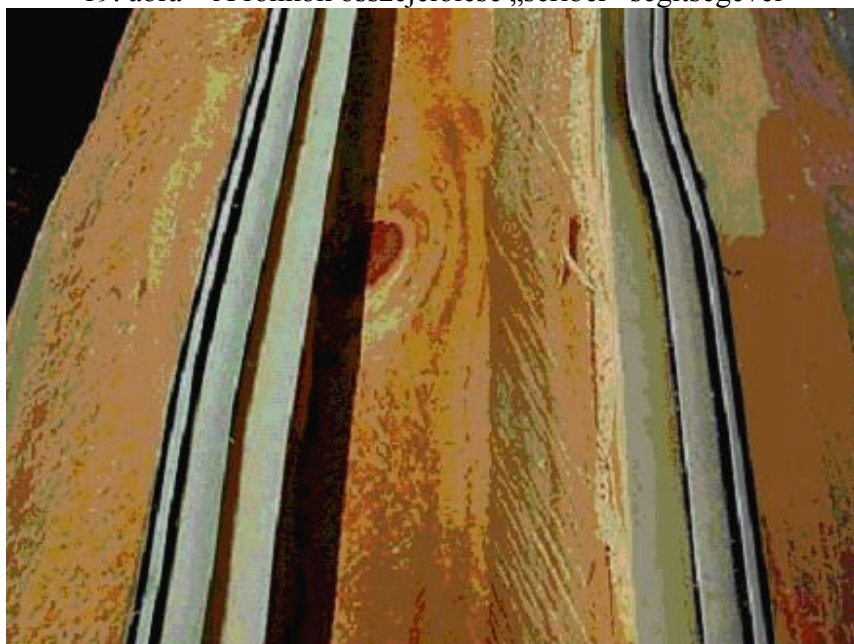


18. ábra – Faragott rönkfallal göcsörtös (bal) és simított (jobb) kialakításban

A profilozott rönkházak kialakításához képest a legnagyobb különbség a rönkök egymáshoz csatlakozó felületének kialakításában jelentkezik. Mivel itt két szabálytalan felületű rönköt kell egymáshoz illeszteni, ez csak nagy gyakorlatot és szakértelmet igénylő kézi technológiával történhet. A legfontosabb alkalmazott segédeszköz egy speciális jelölő szerszám, az ún. „scriber“, mely egy körzőhöz hasonlóan nyitható, vízmértékkel ellátott berendezés, mellyel a két egymás fölé helyezett rönk csatlakozási vonala egyszerre jelölhető meg (19. ábra). Ezután a felső rönk aljából kimunkálják az alsó rönknek megfelelő ellenprofil, míg az alsó rönkben megfelelő gumiprofilokat helyeznek el a megfelelő lég- és vízzárás érdekében (20. ábra). Az ellenprofil kialakítása először láncfűrészsel történik, majd kézi vésővel igazítják (1-2 mm pontossággal, vagy még annál is precízebben) végleges alakúra (21. ábra). A rönkökben a profilozott rönkökhöz hasonlóan itt is elhelyezik az elektromos szerelvények és a rögzítő csapok elhelyezéséhez szükséges függőleges furatokat.



19. ábra – A rönkök összejelölése „scriber” segítségével



20. ábra – Gumi tömítőprofil



21. ábra – A rönkprofil kialakítása láncfűrész segítségével

A faragott rönkházak sarokkapcsolatai változatosak lehetnek. Az egyszerű nyergelt csatlakozás mellett megjelennek a különböző ék vagy rombusz kiképzésű kapcsolatok, illetve a fecskefarkas csapolás is. Létezik olyan megoldás is, ahol a rönköket nem tolják el fél rönkvastagsággal, ehelyett a kapcsolatot úgy alakítják ki, hogy a szomszédos falak rönkjeit felváltva túllógatják, illetve a másik fal rönkjét ellenprofil kialakításával ütköztetik.

Amint a faragott rönkök rendelkezésre állnak, az építéshelyszínre szállítás és az építési technológia nagyon hasonló a profilozott rönkházakéhoz. Itt is ügyelni kell az építés utáni száradás miatt bekövetkező száradásra, bár ez esetben sokszor az alapanyagot több héten keresztül kondicionálják megmunkálás előtt. Ilyenkor a későbbi méretváltozás nem olyan jelentékeny, de minden esetben számolni kell vele.

Európában a faragott rönkökből történő építés nem olyan elterjedt, helyette a termelékenyebb és jobban gépesíthető profilozott technológiát használják.

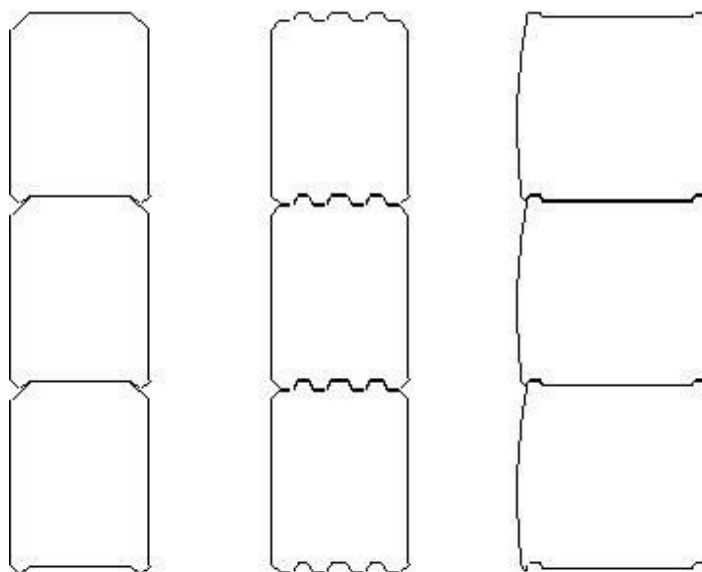
2.3. Gerendaházak

A gerendaházak sok tekintetben hasonlítanak a rönkházakhoz, de az építőelemek ez esetben szögletes kivitelűek. Ennek több előnye is van:

1. egyszerűbb kialakítás
2. sík falfelület
3. a gerendák felfekvése könnyebben biztosítható
4. egyszerűbb csomóponti kialakítások, stb.

A rönkházakkal ellentétben a gerendaház elemek kialakítása nem körmarón, hanem többfejes maró- és gyalugépekkel történik. A gerendák csatlakoztatására többféle megoldás létezik (22. ábra), de

leggyakrabban többszörös csaphornyos kialakítással csatlakoznak egymáshoz. A gerendák kialakításakor nagyon fontos, hogy azok ne vezessék be a vizet a fal belsejébe, ezért általában vízorrot is szoktak kialakítani. A legtöbb esetben a gerndafalak esetében is szükséges a falat a gerendákra merőleges csapokkal merevíteni, tárcsásítani.

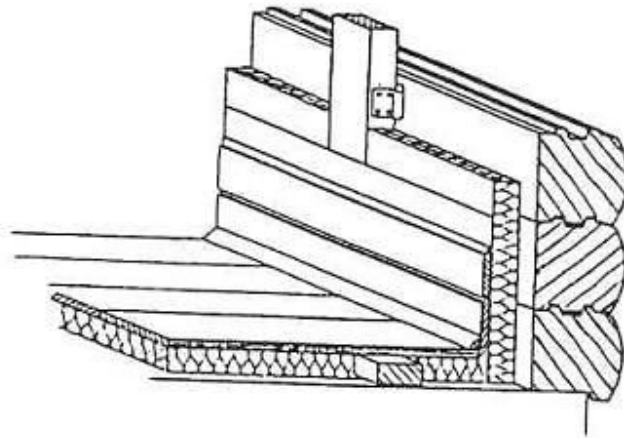


22. ábra – Néhány lehetséges gerendakeresztmetszet

A gerendafalak csatlakozásai, a sarokkialakítások általában hasonlóak a rönkházakéhoz. Itt sok esetben alkalmaznak fecskefarkú kialakítást, illetve sarokoszlopba becsapozott gerendákat is. A gerendák általában négyszög keresztmetűek, bár nem ritka a részben íves, D-profil kialakítás sem. Ilyenkor az épület kívülről rönkház hatását kelti, miközben a szerkezet rendelkezik a gerendaházak egyéb előnyeivel. A gerendaházak tervezése, gyártása és építése a fenti különbségektől eltekintve a profilozott rönkházakéhoz nagyon hasonló módon történik.

A gerendaelemes építkezés további előnye, hogy lehetőséget ad a rétegelt-ragasztott gerendák alkalmazására is. Ennek a fő előnye, hogy kisebb méretű, olcsóbb alapanyagból készül, amelyet a rétegelés előtt megfelelőképpen lehet szárítani, repedés kialakulásának a veszélye nélkül, ezért az építéskor nem kell olyan mértékű zsugorodással számolni (a gerendák igazodása miatt azonban kisebb mértékű magasságsökkenés itt is előfordulhat). További előny, hogy a faanyagban jelenlévő göcsök és fahibák jobban eloszlanak, így a fahibákat tartalmazó keresztmetszetek szilárdságsökkenése kevésbé jelentős. Emellett lehetőség van az anyag tartósabb jobb (bélhez közeli) oldalának a kifelé fordítására is. A rétegelt-ragasztott gerendák lamella-elrendezése általában függőleges.

A gerendafalak általában nem rendelkeznek a könnyűszerkezetes házakra jellemző jó hőszigetelési értékekkel. Ennek javítására a gerendafalakat esetenként hőszigeteléssel is kombinálják. A hőszigetelés elhelyezhető két kisebb vastagságú gerendaréteg közé, vagy – gyakrabban – a külső gerendafal mögött, a belső oldalon elhelyezve, ami elé egy lemezekből vagy faburkolatból álló borítás kerül (23. ábra). Amennyiben lambériaborítást alkalmaznak, a felület belülről is gerndafal hatását kelti. A rönkházak hőszigetelése szintén javítható extra hőszigetelő anyag elhelyezésével. Ilyenkor a rönkök belső felületét általában síkra munkálják, és ez elé helyezik el a hőszigetelő anyagot.



23. ábra – Hőszigeteléssel kombinált gerendafal (Wittmann 2000)

Hőszigetelést is tartalmazó falak (és különösképpen a két gerendaréteggel kialakított falak sarokcsomópontjainak kialakítása valamivel bonyolultabb, mint az egyrétegű gerendafalak esetében. Ilyenkor általában arra törekszenek, hogy kívülről ne derüljön ki a többrétegű felépítés, de léteznek a többrétegűséget kimondottan hangsúlyozó megoldások is (24. ábra). Egy másik megoldás esetében a túlnyúló részek idegen csapokkal vannak rögzítve a gerendavégekhez (25. ábra). Ennél a megoldásnál a szomszédos falakat nem kell idegen fél gerendavastagsággal eltolni egymástól.



24. ábra – Kettős gerendafal cellulóz hőszigeteléssel (Forrás: Grand-Ács Kft, www.grandacs.hu)



25. ábra – Hőszigeteléssel kombinált gerendafalak idegen csapos sarokkialakítása
A gerenda- és rönkfalak vastagságának meghatározásánál épületfizikai és statikai szempontokat vesznek figyelembe. Ezek közül általában az előbbi a mérvadó (hőszigetelés). A gyakorlatban a rönkfalak legalább 20 cm átmérőjű rönkökből, a gerendafalak pedig 16-18 cm vastagságban készülnek – az ennél vékonyabb falak mindenképpen extra hőszigetelést igényelnek.

19. fejezet - Vázás faházrendszerek, szerkesztési elvek

Tartalom

[1.](#)

[2. Fachwerk](#)

[3. Borított vázas faházrendszer](#)

[3.1. Gerendavázás szerkezetek](#)

[3.2. Borított vázas szerkezetek](#)

[3.3. Helyszínen szerelt faházrendszer](#)

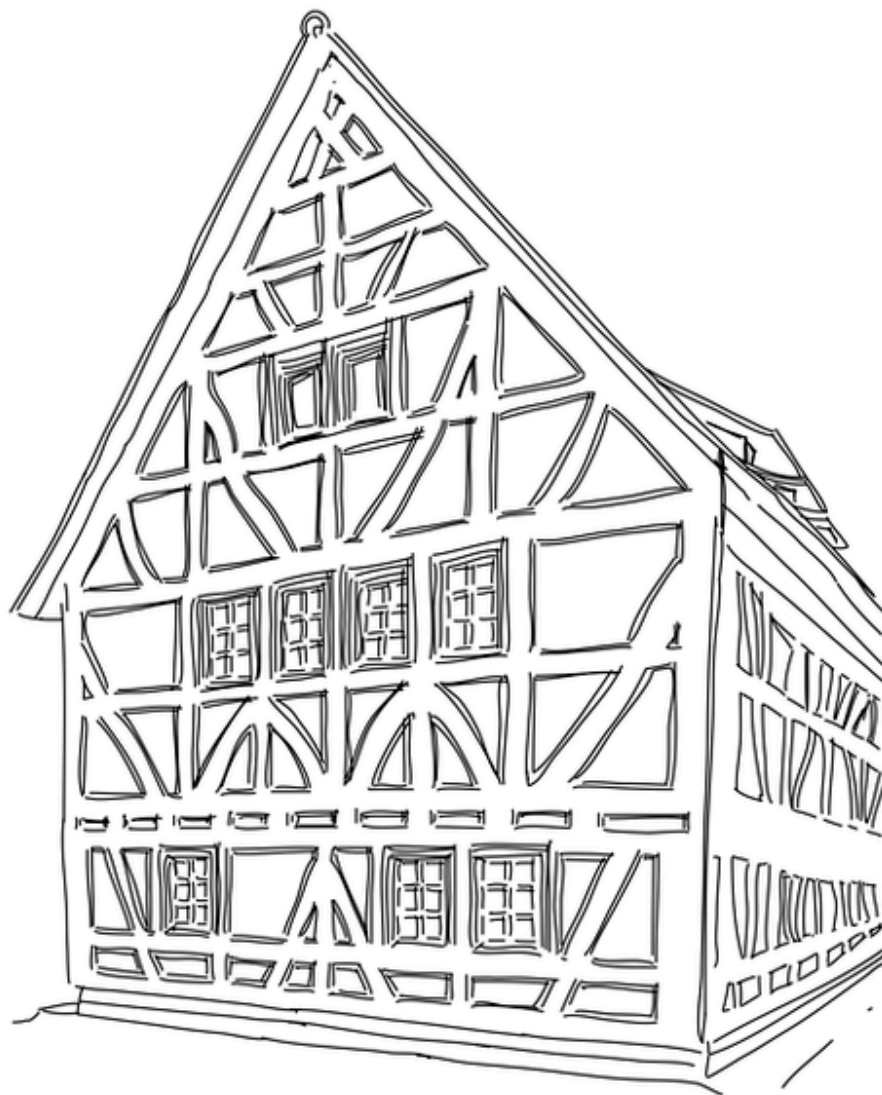
[3.4. Kispaneles faházrendszer](#)

[3.5. Nagypaneles faházrendszer](#)

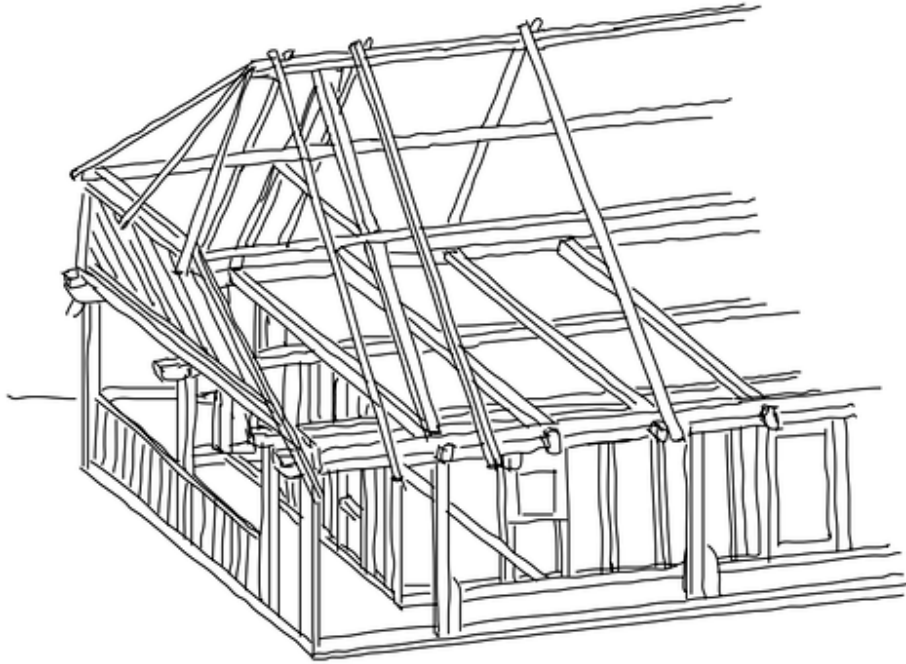
[3.6. Az állványszerkezetes faház](#)

1.

Vázás faházakról beszélünk, ha az épület falainak tartószerkezete fa fűrészáruból készült, adott tengelytávval elhelyezett oszlopsorból (bordaváz) áll. A kialakuló bordaközekeket valamilyen anyaggal kitöltve (kifalazás, hőszigetelés, nyílászáró) a fal egybefüggő határolószerkezetté válik. A vázas faház, mint szerkezet évszázados múltra tekint vissza. A kifalazásos technika (a kifalazás történhet téglával, vagy vályoggal) fachwerk néven rendkívül elterjedt Európa számos területén. A kialakult bordaváz építőlemezekkel, vagy deszkázattal való borítása az ún. helyszínen szerelt házat eredményezi, ami Észak-Amerika talán legelterjedtebb szerkezete. Ennek az építési módnak Európában is nagy hagyományai vannak, és Magyarországon is nagy számban alkalmazzák családi házak építésénél. A nyílászárókkal való lezárás egy viszonylag újszerű megoldás. Néhány nyugat-európai példát eltekintve még nem elterjedt.



Fachwerk



Vázszerkezetes lakóépület

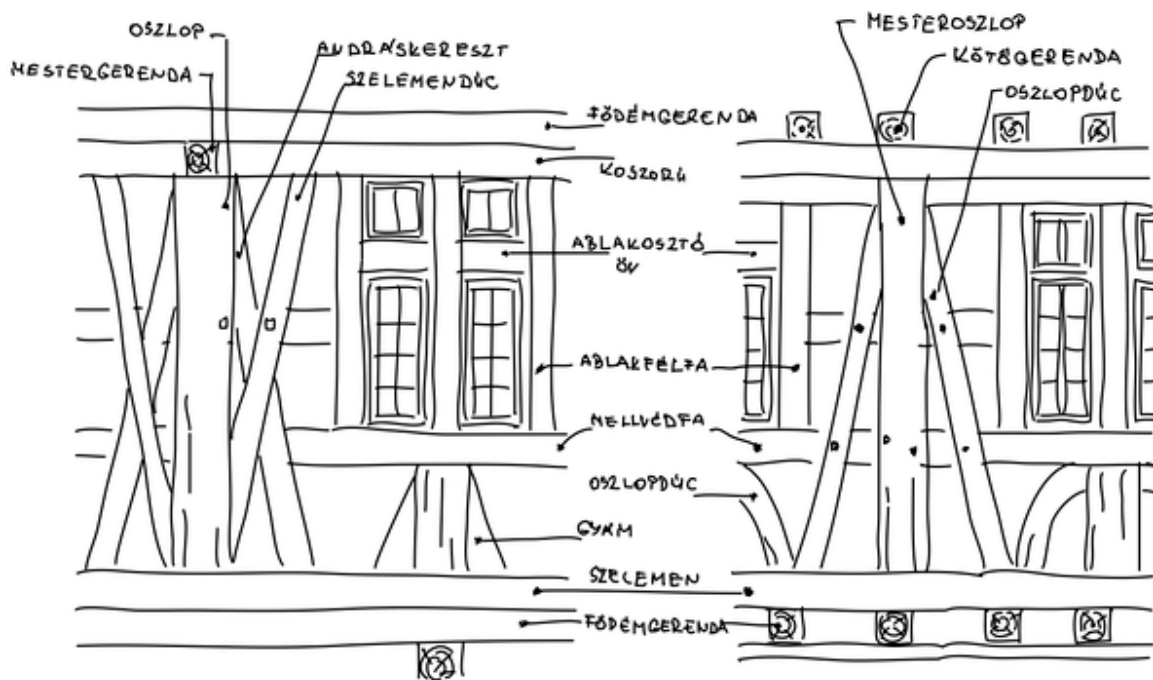


Állványszerkezetes lakóépület

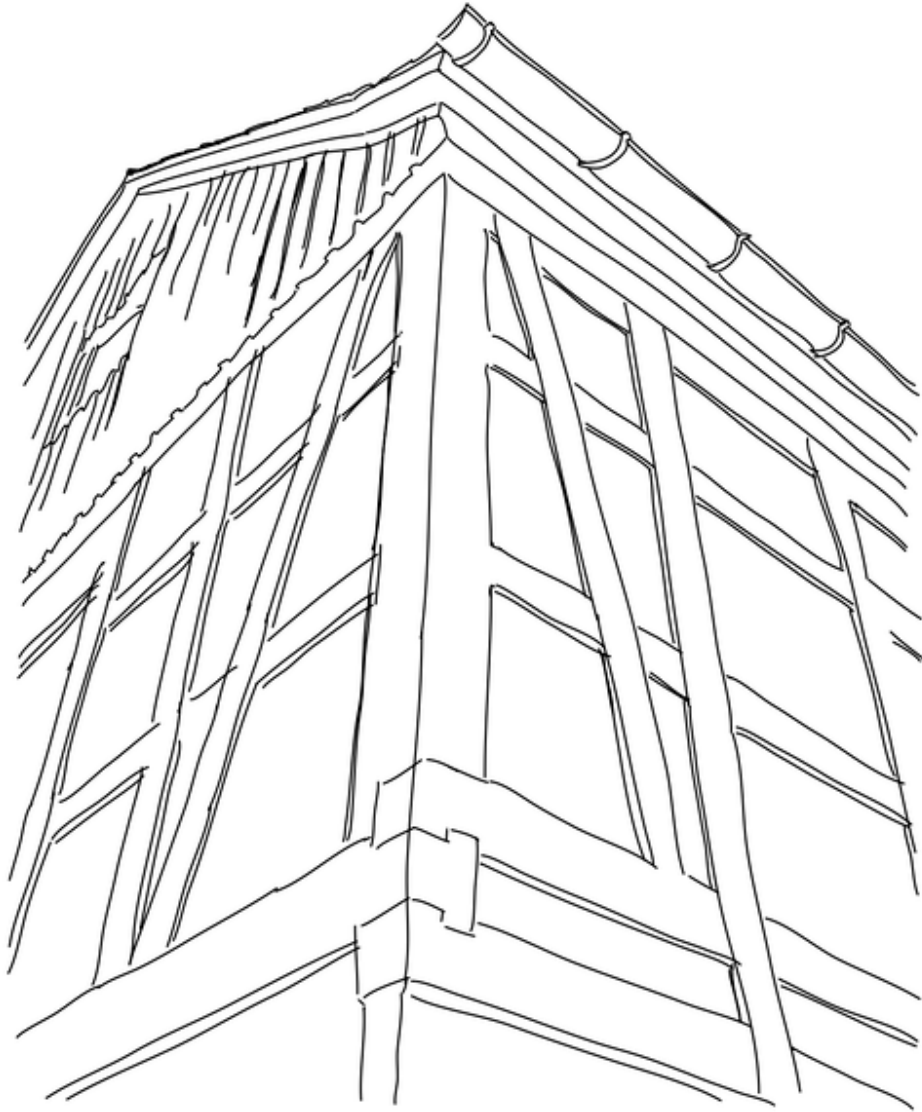
2. Fachwerk

A fachwerk egy nagy tradíciókra visszatekintő szerkezet. Alapvető jellemzője, hogy hagyományos ácsszerkezettel készül, szokványos gerenda méretekkel. Az elemek csapolásokkal, lapolásokkal, rendszerint hosszadalmas, sok kézi műveletet során állnak össze egy önállóan is merev szerkezetté. A kötéseket szükség esetén faszegek rögzítik. A függőleges és vízszintes elemek kimerevítését ferde alkatrészekkel érik el. A felület kitöltése történhet kistégla kifalazással, vagy vesszőfonatos és vályogos kitöltéssel egyaránt. Ez tájegységenként, és mesteremberenként változott. A felület teljes vakolására is akad példa, de a szépen kivitelezett, gyakorta faragásokkal díszített faszervezetet szívesebben hagyták

szabadon. Szerkezeti méreteit tekintve a fachwerk nem rendelkezik kötöttségekkel. Ami meghatározza a méreteit, az inkább a fűrészáru hossza, és teherbírása. Az oszlopok, lábak elhelyezése változó. Sarkokon, falnyílások mellett mindenképp áll egy-egy faelem. Az így kialakult mezők pedig a lehetőség szerint azonos oszlopszórással vannak kialakítva. Az oszloptávolság 70-110 cm körül alakul. Hagyományos, ácsszerkezete révén „inkább egy fával több kerül bele, mint egyel kevesebb”. Nagyobb nyílások áthidalása esetén előfordulhat, hogy az alátámasztás nélküli falszerkezetbe egy függesztőmű kerül beépítésre.



fachwerk oldalnézet, elemek megnevezése

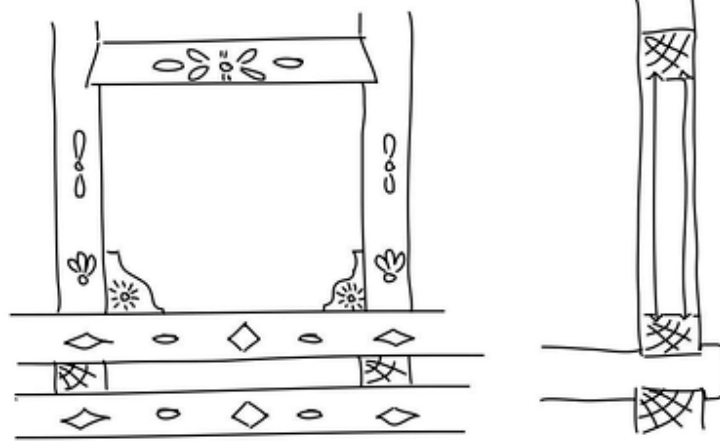
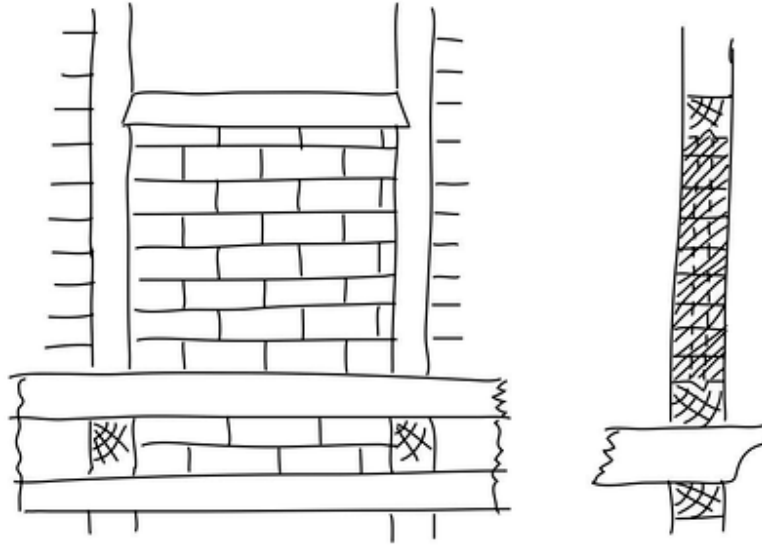


ácskötések a fachwerk szerkezetben

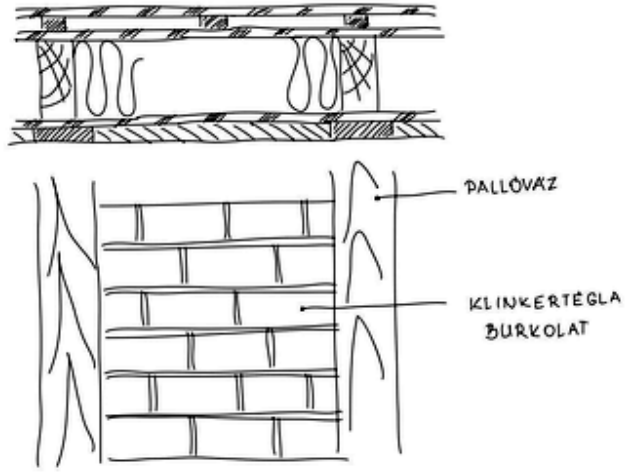
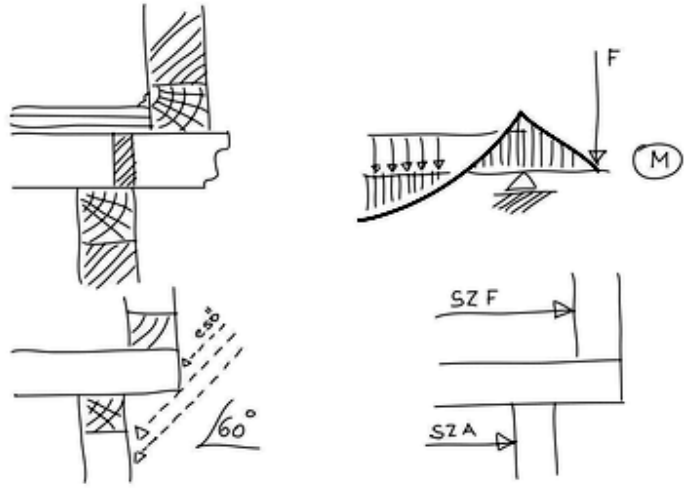
A fachwerk épület lehet egyszintes, de akár többszintes is. Svájcban nem ritka az 5 szint sem. De ilyen épületben a tetőtér-beépítés is legalább kétszintes. Gyakori megoldás, hogy az épület alsó szintje kőből készül, és csak a felsőbb szintek készülnek fa tartószerkezettel. A födémszerkezet általában borított gerendafödém, vagy járható padlózattal ellátott pórfödém (látszó gerendás fafödém). A födémgerendák felfektetése egy körbefutó koszorún történik. Gyakran látható, hogy egy-egy újabb szint födémgerendái és falai egy falvastagsággal kijebb kerülnek, mint az alatt lévő szint. Ennek a megoldásnak több oka is adódhat. Egyrészt, ha statikus szemmel nézzük, megállapíthatjuk, hogy a konzolos kialakítás kedvezőbbé teszi a födémgerenda nyomatóki ábráját, hiszen a felső oldalára is kerül nyomatók. Ami csökkenti a mező közepén az alsó oldali nyomatókot, és a lehajlást. Faanyagvédő szemmel nézve a dolgot azt látjuk, hogy az így kialakított vízorr az emeleti homlokzaton lecsurgó vizet elvezeti a faltól, és némi „esőárnyékot” is biztosít a koszorú vonalában. Építetű szemmel nézve a dolgot pedig egész egyszerűen úgy nyerünk többlet alapterületet, hogy a beépíthetűség nem növekszik.



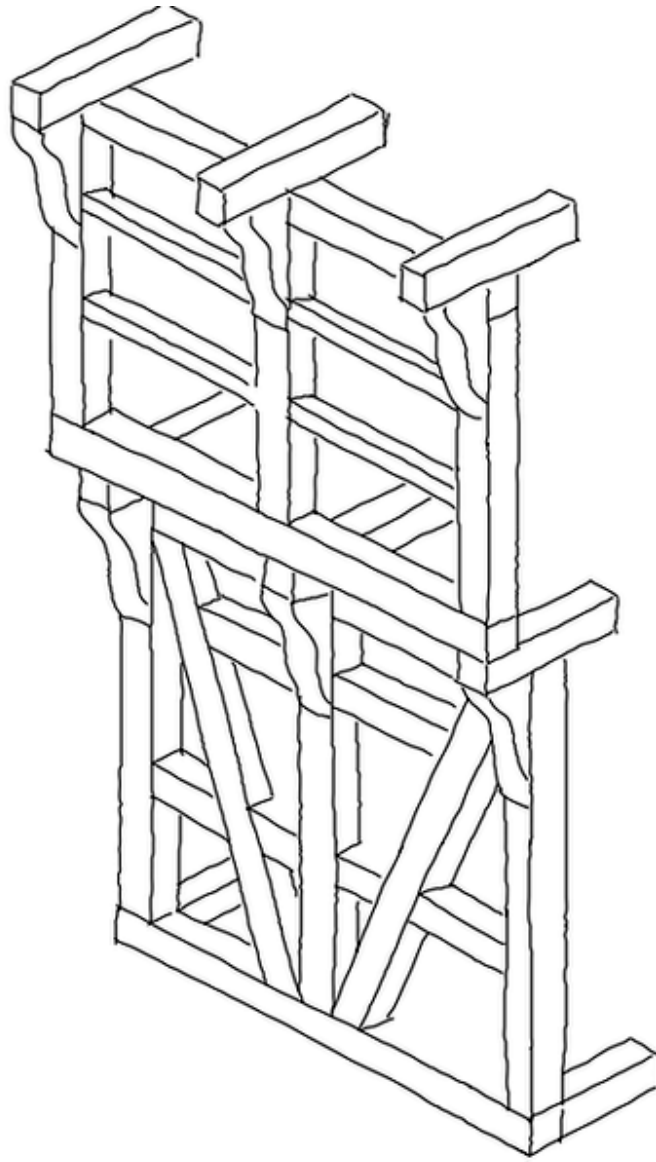
többszintes fachwerk, kőből készült alsó szinttel



Fachwerk kidolgozás



födémgerendák végei túlnyújtva, felső szint kijebb

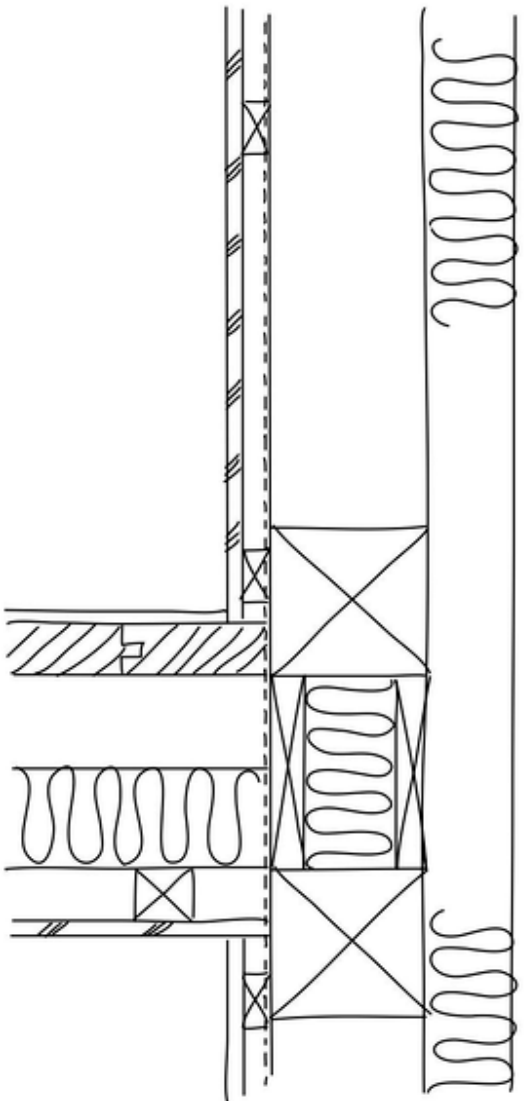


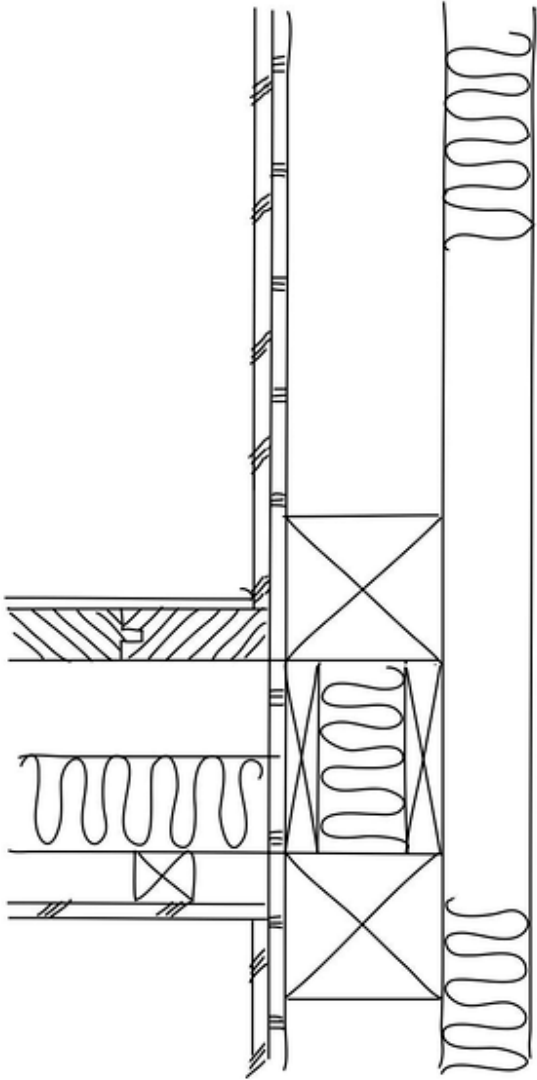
Falszerkezet

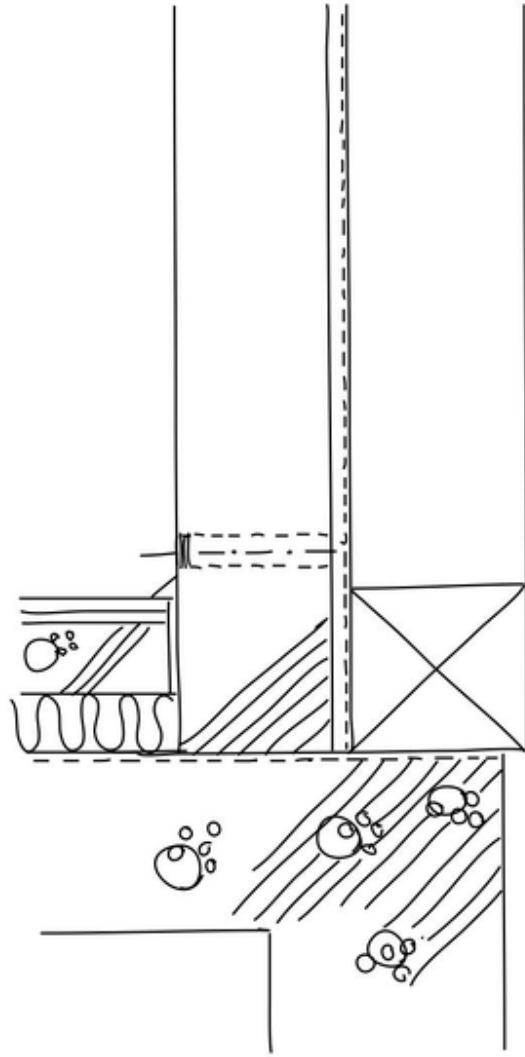
A szerkezet alapvetően jellemzői, hogy azokon a területeken, ahol tradíciókkal rendelkezik, a mai napig elfogadott, alkalmazott rendszer. Bár jól kombinálja a természetes építőanyagokat, kielégíti az ökológikus szemlélet igényeit is, ahol kevésbé ismert, ott inkább csak a kosztümös filmek romantikus hangulatának megjelenítéséért építik. Szükség esetén egy fachwerkes utcaképbe jól beleilleszthető egy újonnan készült épület. Hátránya, hogy a nagy élőmunka igény jelentős költségeket von maga után. De a 20. század végén megjelent ácsipari megmunkáló gépek jelentősen, vagy akár teljesen gépiesíthetővé tették a korábban nagy kézimunka-igénnyel elkészíthető kötéseket, így a fachwerk épület kivitelezési költségei jelentősen csökkenthetőek. Sokat gyorsíthatna az építési folyamaton, ha a hagyományos szerkezeti kötéseket vasalatokkal, modern kötésekkel helyettesítenék, azonban az már egy teljesen más szerkezetet adna, amit nem lehetne fachwerk-nek nevezni. Itt kell megjegyezni, hogy egyes németországi, nagypanel technológiát alkalmazó készházgyártó vállalat ajánlatában szerepelnek fachwerk-jelleget imitáló homlokzati burkolattal ellátott házak is. További problémája, a faanyagvédelem. A mai kor életstílusába nehezen fér bele, hogy a szabadtérrel, sőt, az időjárás viszonytásaival érintkező szerkezeti faelemek gondos karbantartására, kezelésére is ügyeljünk. Pedig

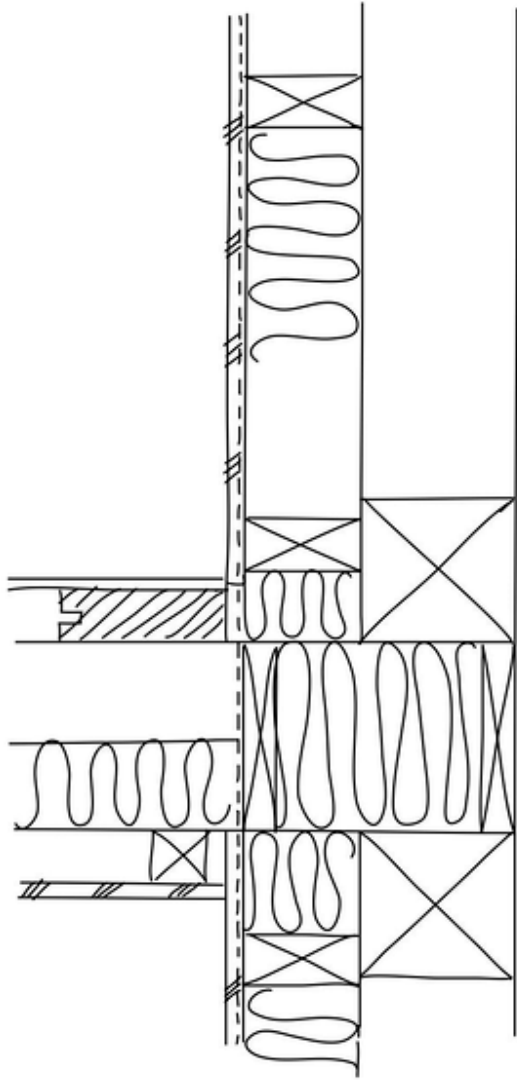
a homlokzaton megjelenő faelemek az épület tartószerkezetét képzik, és mint ilyen, rendkívüli odafigyelést igényelnek.

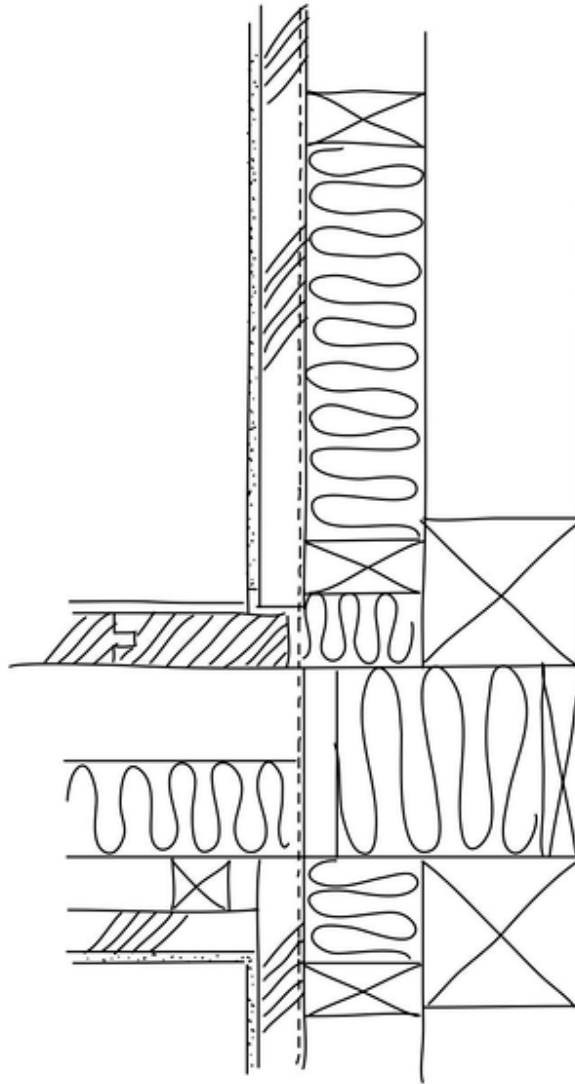
Mindezek még áthidalható problémát okoznak, azonban a nagyjából 15 cm vastag fagerenda-kistégla falszerkezet hőtechnikai teljesítménye mára egyik európai országban sem kaphatna építési engedélyt. A szerkezet hőszigetelésének fokozása több módon is történhet, de a hagyományos fachwerk szerkezet megtartása mellett ez nem oldható meg. Az egyik, és legegyszerűbb megoldás, amikor a „vakolt fachwerk” jelleget homlokzati szigetelőrendszerrel egészítjük ki. Polisztirol lemezek alkalmazása esetén számolnunk kell a párafékező tulajdonsággal, így a belső oldalon egy párafékező/párazáró réteg beépítése elengedhetlenné válik. Vagyis a belső oldalon párazáró fólia, szerelő lécváz, és pl. gipszkarton burkolat felszerelése szükséges. Ásványi alapú homlokzati szigetelés esetén már ki tudunk alakítani szellőző szigetelőréteget, és a páratechnikai ellenőrzés eredményei szerint elhagyható a belső oldali párazárás. Ilyenkor belül megmaradhat a fachwerk jelleg is. De a fachwerk jelleg megtartása inkább a külső oldalon, a homlokzaton lenne látványosabb. Erre úgy adódik lehetőség, hogy a belső oldalon helyezzük el a kiegészítő hőszigetelést. Ilyen elrendezés esetén a megfelelő hőtároló-tömeg kialakítása a nehezebb feladat. Megoldható egyrészt, hogy gipszes alapú, vagy pórusbeton kistéglából előtétfal készül, ami önmagában is rendelkezik hőszigetelő képességgel, és hőtárolótömeget is ad. Ennek az önsúlya még kompenzálható a faszervezet túlméretezésével. A másik megoldás, hogy a fa vázszerkezetre belülről egy szerelő lécváz kerül, közé helyezett hőszigeteléssel, ami lehet ásványgyapot, üveggyapot, poliuretán-tábla vagy polisztirol tábla, de természetes alapú szigetelőanyag is. A lécváz és a belső burkolat közé elengedhetetlen a párazáró fólia elhelyezése. A hőtárolótömeg növelése céljából semmiképp ne elégedjünk meg egy réteg gipszkarton borítással. Alátét-borításként készüljön egy réteg forgácslap, rétegelt lemez, vagy OSB lap. Utóbbi kettő párazáró szigetelőszalaggal végzett „folytonosításával” a párazáró fólia elhagyható. Jó megoldást nyújthat, ha a belső borítás cementkötésű fagyapot lemezből készül, és ásványi vakolatot kap.



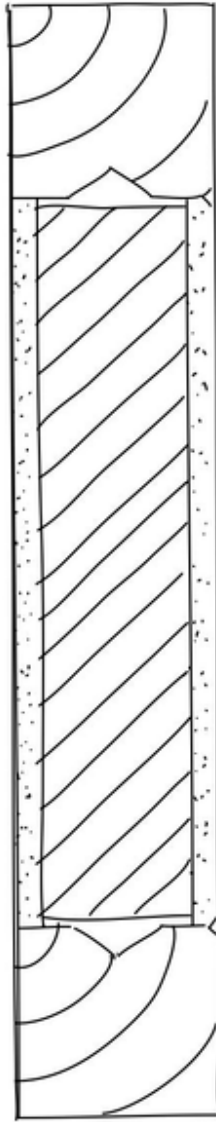


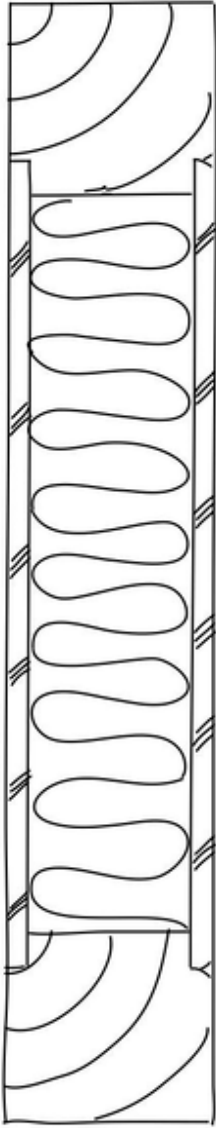


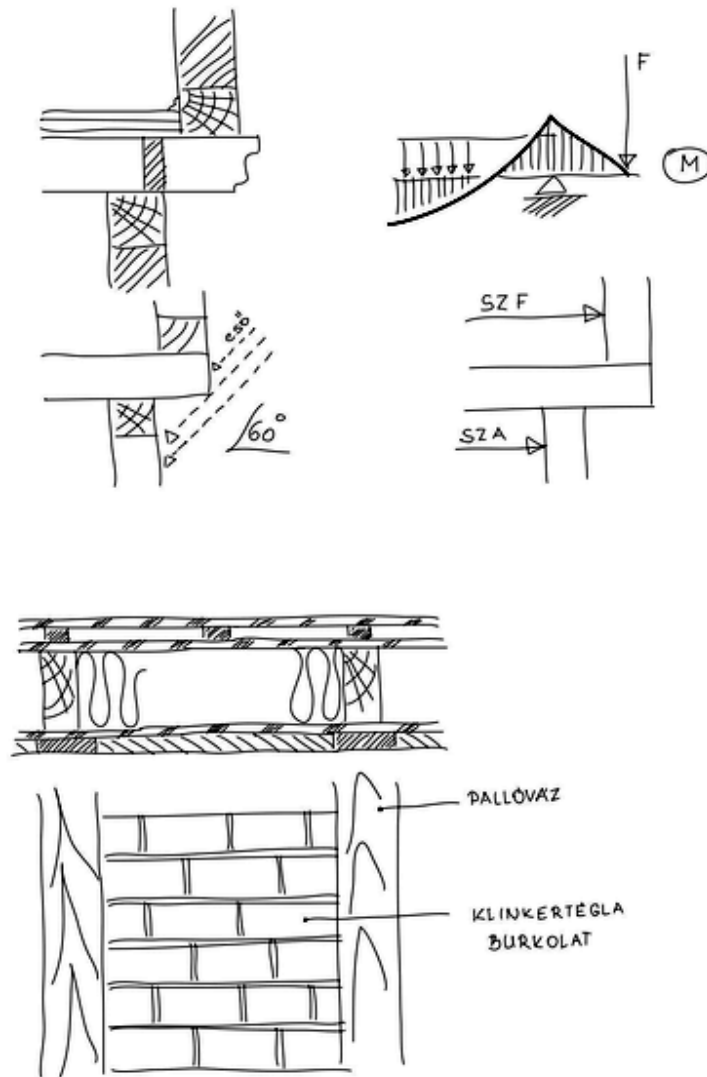




Amennyiben a hagyományos fachwerk jelleget leginkább megközelítő szerkezetet keresünk, akkor a faelemek növelésével, és pórusbeton-tégla kifalazással nagyobb falvastagságot, és jobb hőszigetelést kapunk. Másik megoldás, ha a faelemek közti tereket építőlemez és hőszigetelőanyag kombinációjával töltjük ki. Ilyenkor a külső oldalra egy gipszes, vagy cementes építőlemezt (pl. gipszrost, vagy cementkötésű forgácslap) helyezünk a „hézagokba”, a belső oldalon pedig egy egyszerű lécváz, párazáró fólia, gipszkarton rendszert alakítunk ki. A tartószerkezet keresztmetszeti mérete úgy alakul ki, hogy a falvastagság elegendő legyen a szükséges vastagságú hőszigetelés elhelyezésére. A belső oldali szerelő lécváz közé helyezett hőszigetelés tovább fokozza a falszerkezet szigetelőképességét. Ez a megoldás feltételezi, hogy a bordaközi felületek vakolt kivitelűek. Nem tagadható el, hogy az itt tárgyalt megoldások már jelentős többletköltséggel valósítják meg a fachwerk jelleget. Valójában egy modern könnyűszerkezetes épület fachwerk-et imitáló homlokzatkialakítása sokkal olcsóbb, és jóval kevesebb hibalehetőséget tartalmaz.



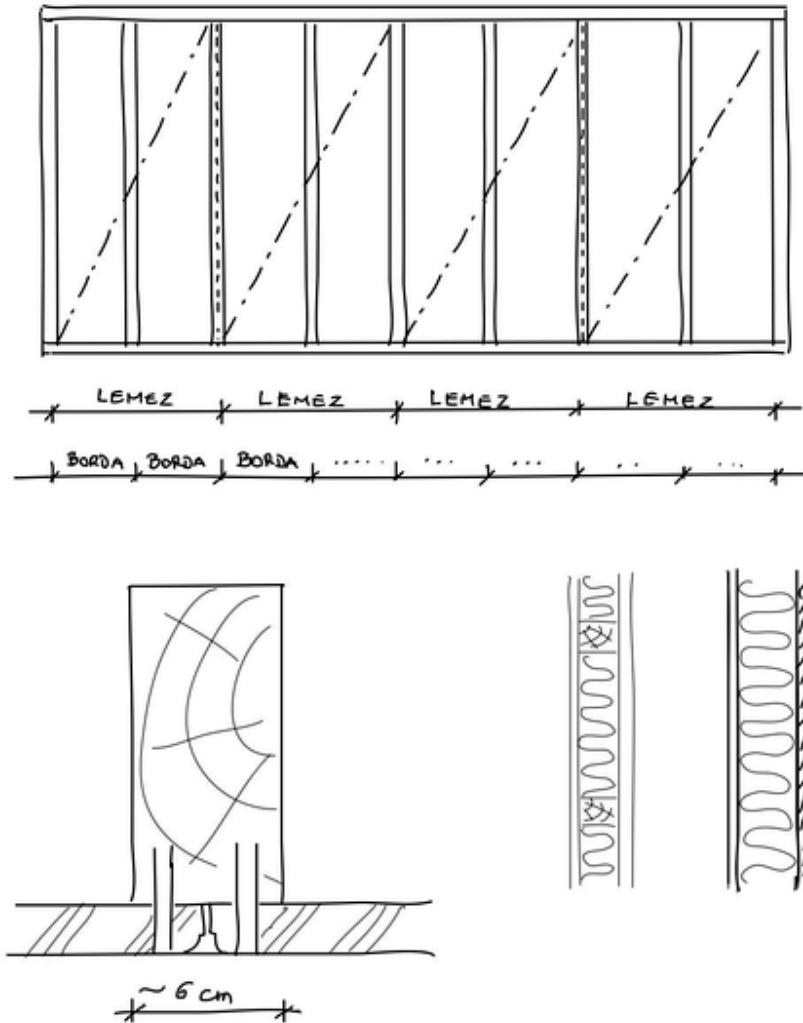




3. Borított vázas faházrendszer

A borított vázas faházrendszer falszerkezete fűrészáruból készül, adott osztásközzel elhelyezett oszlopok, és kétoldali borítás összeépítésével. Az oszlopok keresztmetszete szerint elkülönítünk palló- és gerendavázas szerkezetet. A pallóvázas szerkezetek szerkesztési elvei némiképp hasonlóak a helyszínen szerelt és az üzemben előkészített rendszerek esetén. A bordakiosztást, vagyis a bordák tengelyvonalainak távolságát az építőlemez mérete határozza meg. Az építőlemezek közül a gipszrost-lap, az OSB-lap és a gipszkarton lap 125 cm széles. Gipszkartonból, (és néhány kereskedőnél gipszrostból is) kapható 120 cm-es, de a 125-ös jóval elterjedtebb. Így a bordaosztás 125 cm, illetve az osztóbordákkal együtt 62,5 cm. Az osztóbordára azért van szükség, mert az építőlemez behorpadását csak azzal lehet elkerülni. A fagyapot-lemez 100, illetve 200 cm táblaméretű, így ott az 50 cm-es osztás a kedvezőbb. A bordaelemek vastagságát az határozza meg, hogy a borítólemezek kellő biztonsággal tölthetők legyenek. Ha két lemezt a szerkesztési elvek figyelembevételével U-kapcsokkal akarunk toldani egy bordaelemen, akkor legalább 5, de inkább 6 cm vastag elemet kell alkalmaznunk. A bordák szelvénymagassága (a fal vastagságának irányába vett mérete) a bordaközbe tervezett hőszigetelés méretétől függ. Rendszerint 10 és 20 cm közötti érték. Ennél vastagabb szigetelést már több falréteg

alkalmazásával, vagy szerelő-lécvázzal, illetve homlokzati hőszigeteléssel lehet beépíteni. Nem érdemes a végtelenségig növelni a bordamérettel a falvastagságot, mert az itt említett szerkesztési elvek alapján kialakuló bordaváz statikailag sokszorosán túlméretezett szerkezetet ad. Viszont a borda hőhídként viselkedik a szerkezetben, ezért a homlokzati szigetelés, vagy a szerelő-lécváz közeinek szigetelése határozottan ajánlatosabb megoldás.

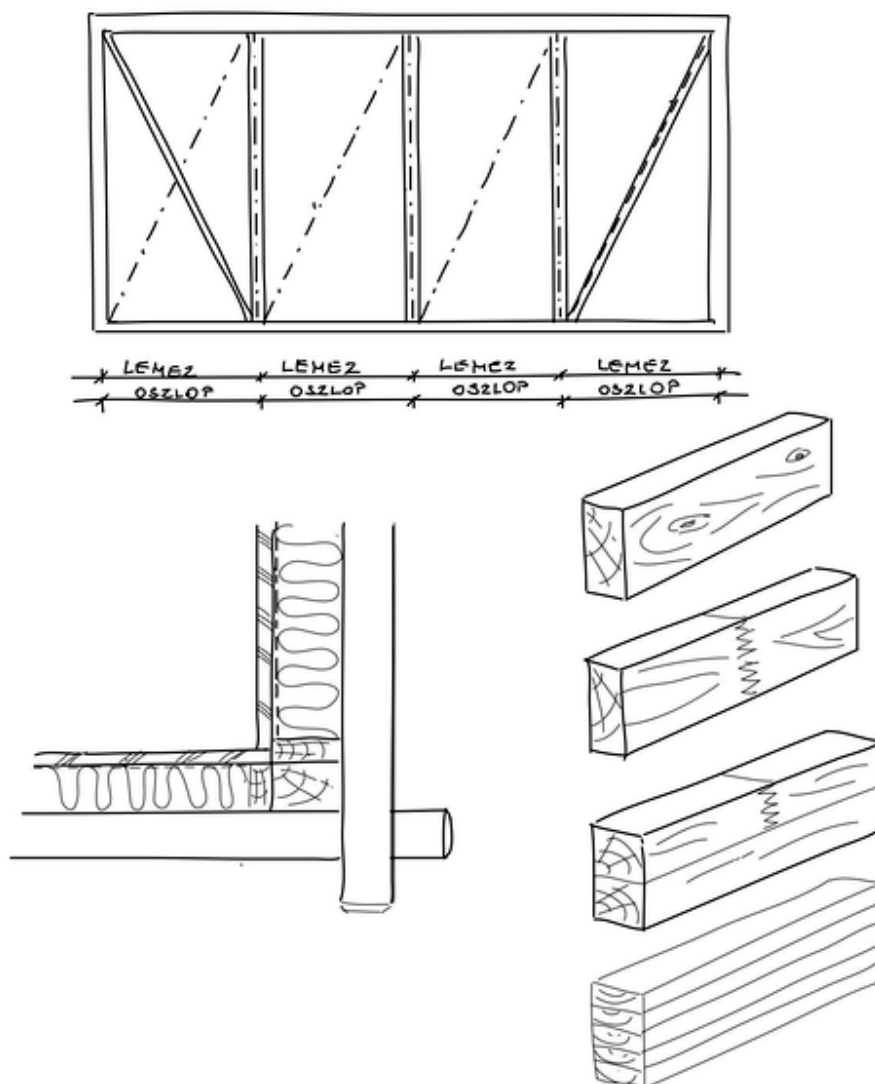


Bordakiosztás

3.1. Gerendavázás szerkezetek

Gerendavázás szerkezetek esetén keveredik a hagyomány a modern elemekkel. Gyakori, hogy az elemeket összecsapolják, ácskötéseket készítenek, de ezen kötések inkább csak a szerelés megkönnyítését, és a mester (vagy a megrendelő) megnyugtatót végzik. A teherátadást, illetve a kötést valamilyen kötőelem (facsavar, átmenő csavar, vasalat) végzi. Ezt a tartóvázat inkább faborítás alkalmazása esetén alkalmazzák, 80-100 cm tengelytávolsággal. Kedvezővé teszi az épület erőviszonyait, ha az oszlopok kiosztása azonos a tetőszerkezet szarufáinak kiosztásával, vagy épp a födémgerendák kiosztásával. A koszorúgerenda terhelését nagymértékben csökkenti, ha a felsőbb teherhordó elemek alatt oszlop van. Lambéria, hajópadló, vagy egyéb falburkoló-léc alkalmazása esetén

nincs kötött osztástáv, azonban le kell mondanunk a burkolat teherhordó jellegéről is. Ez esetben mindenképp szükséges dűcök, támaszok beépítése. A külső oldali burkolatként alkalmazható nagyobb keresztmetszetű fűrészáru, akár gerenda is. Ilyenkor a külső gerendák átlapolt (grótol) sarokkötéseivel boronafalás szerkezet imitálására is van lehetőség. Fontos megjegyezni, hogy ez a szerkezet inkább megjelenésével hódíthat, mint műszaki tartalmával. Hátránya, hogy a hőtárolótömeg céljára is alkalmas gerendafal a külső oldalra kerül, aminek a faanyagvédelmére is gondot kell fordítani. Emellett a boronafalás szerkezetekre jellemző süllyedés jelensége itt is tapasztalható, azzal a különbséggel, hogy itt csak a külső burkolatot érinti a mozgás, nem a tartószerkezetet.

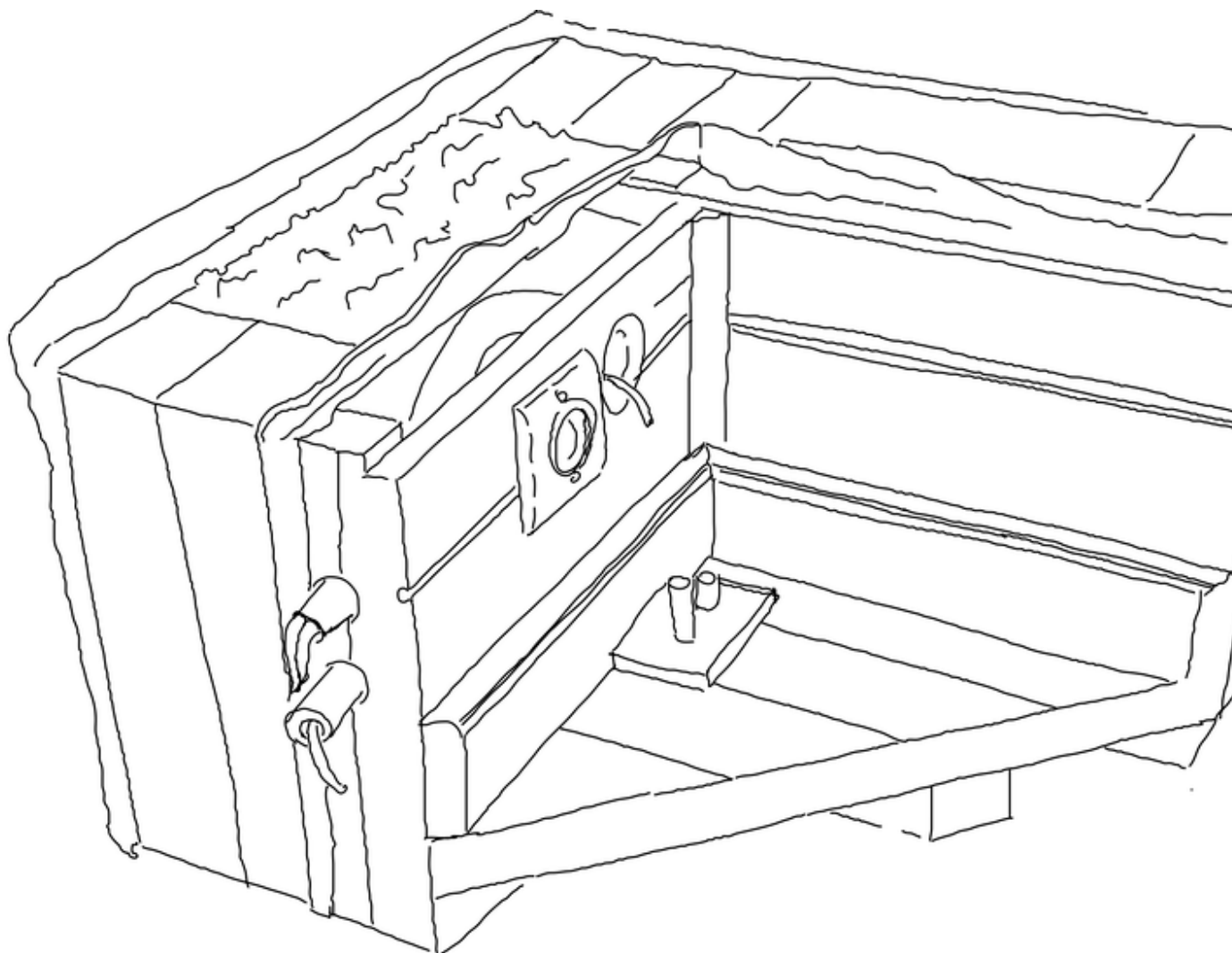


Bordakiosztás

3.2. Borított vázas szerkezetek

A borított vázas szerkezetek falszerkezetei azonos alapelvek szerint épülnek fel, függetlenül az előregyártottság fokától. A faltól, mint külső térelhatároló teherhordó elemtől több funkciót is elvárunk. Ezt az elvárást egy ilyen réteges szerkezet esetén több, különböző alkatrész együttesen elégíti ki. A teherhordást a bordaváz végzi, míg a merevítést a borítás. Egyes gerendaváz szerkezetek esetén a merevítést dűcökkel oldják meg, de a teherhordó borítás alkalmazása a jobb megoldás. A bordaváz

anyaga 5-8 cm vastag, 10-20 cm magas szerkezeti fenyő. Általában erdeifenyő, lucfenyő, vagy jegenyefenyő. A nedvességtartalma 10-12 % között kell, hogy legyen, de legfeljebb 13-14 % lehet. A gyalult felület nem követelmény, de az egyenes és egyenetlen falsíkok kialakításához mindenképp ajánlatos legalább a magassági méretét gyalulva készíteni. A faanyag lehet normál fűrészáru, vagy hosszoldott szerkezeti fa. Használható még többszelvényű hosszoldott fa is, sőt, nagyobb áthidalásokhoz a rétegelt-ragasztott gerenda beépítése is szükségessé válhat. A teherhordó borítás céljára használható OSB-lap (belülre legalább OSB-3, kívülre OSB-4, vastagság legalább 15 mm); forgácslap (legalább 18 mm vastag, vízálló kivitel, csak belső oldalra); gipszrost-lap (12 vagy 15 mm vastag, külső oldali beépítés csak abban az esetben, ha a homlokzati szigetelő rendszer már az üzemi előkészítés során rákerül a gipszrost lapra); rétegelt lemez (legalább 12 mm vastag, vízálló, szerkezeti célokra is használható lemez, ami külső oldalra is tehető, de lehetőleg ne érje csapadék, és kapjon burkolatot a lehető legrövidebb időn belül); ritkább esetben cementkötésű forgácslap (legalább 15 mm vastag, inkább csak a külső oldalra), vagy cementkötésű fagyapot-lemez (min 25 mm vastag).



A hőszigetelés funkció több rétegben megtalálható. Ahol szinte mindig megjelenik, az a bordaköz. A bordaközben elhelyezett hőszigetelés lehet ásványgyapot, üveggyapot, vagy szigetelő farostlemez paplan. Ezek az anyagok külső falak a hő- és hangszigetelést szolgálják, a belső falakba pedig hangszigetelés céljára kerülnek beépítésre. Paplanszerű szigetelőanyagok alkalmazása esetén ügyelni kell arra, hogy kapható típusok közül a legkönnyebbek nem alkalmasak arra, hogy függőlegesen építsék

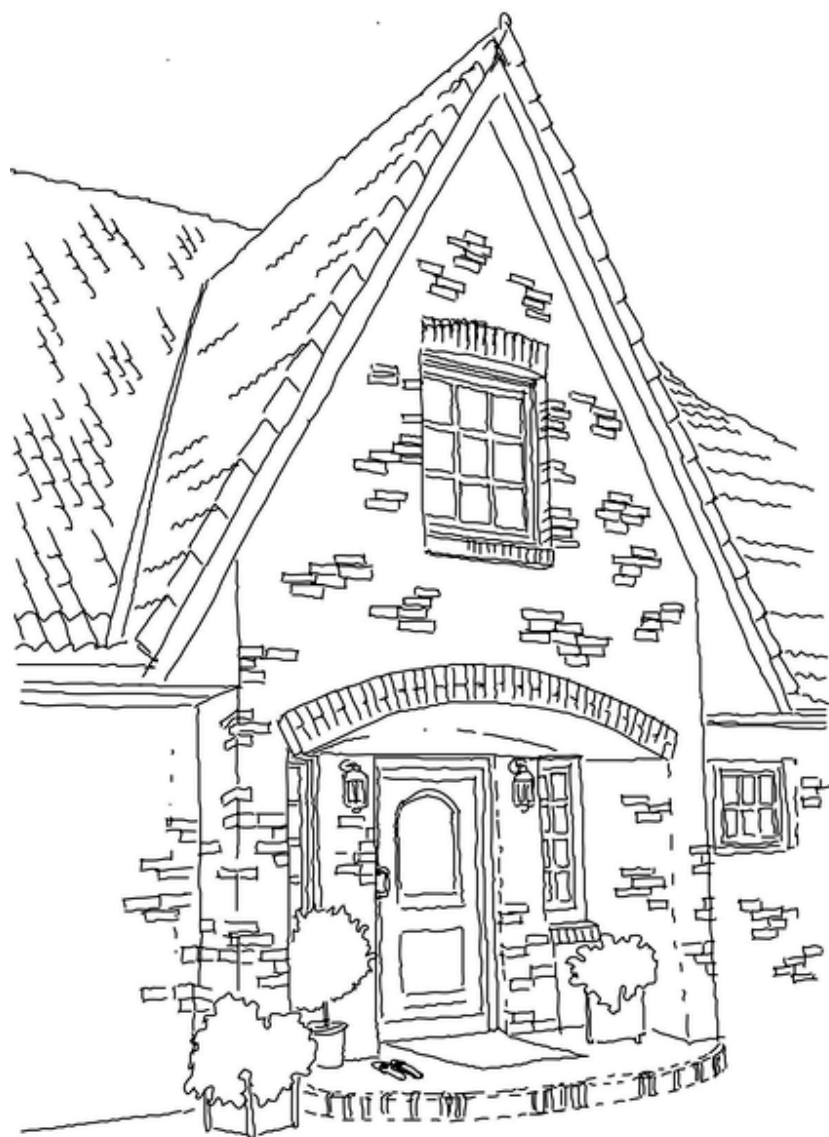
be, mert idővel (vagy készház esetén már a szállítás közben) összesüppednek, és a fal felső sávja hőszigetelés nélkül marad. A termékek katalógusában általában meg van jelölve, hogy alkalmas-e függőleges beépítésre, vagy sem. Belső falakban elvileg nem szükséges az üreg teljes szigetelése, a hangszigetelés szempontjából az is megfelelő, ha egy 10 cm vastag bordaközbe csak 5 cm szigetelőpaplan kerül. Ilyen esetben azonban nagyobb a veszélye a paplan roszakadásának, hiszen meg is hullámosodhat. További, elterjedőben lévő szigetelőanyag a cellulózrost. Ez az anyag az üzemi előkészítés során, de a légsodrásos befűvés révén a helyszínen is beépíthető a bordaközbe. Nagy előnye, hogy bármilyen formájú üreget ki lehet vele szigetelni. A másik, lehetőség a homlokzati hőszigetelés. Ez a legegyszerűbb esetben a külső borítólemezre rögzített expandált polisztirol réteget jelent. A polisztiroltáblák rögzítése OSB-lapra csak dübelezéssel oldható meg, de a dübelek alkalmazása gipszrost alkalmazása esetén is szükséges, még ha a rendszer ragasztóvakolata elégségesnek is tűnne a célra. Hasonló módon készül az ásványgyapot alapú homlokzati hőszigetelés. Ez viszont jóval kisebb párafékező tulajdonságú, ami a szerkezet páratechnikai viselkedését javítja. Hasonló hatást érünk el, ha a bordaváz külső oldalára hőszigetelő tulajdonságú borítólemez készül. Ez lehet vastag, önhordó szigetelő farostlemez, vagy fagyapotlemez. Ezekre mindegyikére közvetlen felhordható a homlokzati vakolat is. Kapható polisztirol magréteggel gyártott fagyapotlemez is, ami kétség kívül nagyon jó szigetelőképeséggel bír, de arra ügyelni kell, hogy a polisztirol réteg miatt a párafékező mutatószám erősen megnövekedik. A harmadik lehetőség, hogy a bordaváz belső oldalán kerül kialakításra egy kiegészítő hőszigetelő réteg. Itt egy szerelő lécvázat kell elképzelni, ami valójában a gépészeti vezetékek burkolat alatti elvezetését teszi lehetővé, de a falszerkezet hőszigetelésének fokozására a vezetékek elhelyezése után a kialakuló kazettákat szintén ki lehet tölteni valamilyen lágy (üvegyapot, vagy ásványgyapot) szigetelőpaplannal. Amennyiben ez a szigetelőréteg a párazáró rétegen belülre kerülne, akkor azt az ökölszabályt kell alkalmazni, hogy a párazáró fólián belül eső hőszigetelés vastagsága ne legyen több, mint a teljes hőszigetelés vastagságának ötöde. 33. ábra – ásványgyapot paplan, üvegyapot paplan, farostlemez paplan, cellulózrost

A párazáró-párafékező funkció legegyszerűbben egy belső burkolat alatti párazáró fólia elhelyezésével biztosítható. Az alkalmazott fólia mindenképp nagy páradiffúziós ellenállású, erre a célra gyártott párazáró fólia legyen. A falszerkezet hőszigetelést alumínium-kasírozással ellátott, ú.n. hőtükros párazáró fóliával növelhetjük. Ezek hatása számszerű hőszigetelés-növekedéssel nem adható meg, mert a szabványok a szerkezetek hőszigetelő-képességét az anyagok hővezetési ellenállásából számítják, egy ilyen hőtükros fólia pedig a hőszigetelést befolyásolja. A gyártók azonban különböző kísérleti helyzetekben mért eredményeik alapján megadnak viszonyszámokat, amik alapján mindenki mérlegelheti a hőtükros fólia beépítésének előnyeit. A „lélegző” falszerkezetek kialakításakor nem építenek be párazáró fóliát, de a párafékező réteg ilyenkor sem hagyható el. Párafékező réteg lehet egy OSB vagy rétegelt-lemez alátétborítás, ami párazáró ragasztószalaggal van az illesztési fugáknál folytonosítva. Párafékező réteggé alkalmazható párafékező fólia, vagy papír is. Ezek beépítése azonos a párazáró fóliával, de páradiffúziós ellenállásuk nem olyan magas. A párazárás-párafékezés témához ökölszabály kapcsolható. Az egyik, hogy lehetőség szerint a falszerkezet rétegrendje belülről kifelé egyre kisebb páradiffúziós ellenállású rétegeket tartalmazzon. Egy réteg páradiffúziós ellenállása nem csak az anyagától, hanem természetesen a rétegvastagságtól is függ. A másik ökölszabály, hogy a megszakított párazáró/párafékező réteg semmit sem ér. Hiába kerül akár a legjobb minőségű párazáró

fólia a falszerkezetbe, ha a sarkoknál, toldásoknál, villamos csatlakozásoknál, nyílászárók körül nincs folytonossá téve. Ezzel eljutottunk a légzárás, légtömörség problémájához. Fűtésidényben a belső térben megnövekszik a párányomás. Ez a belső párányomás pedig megtalálja azokat páratechnikailag tömítetlen pontokat, ahol megindulhat a kültér felé. Durvább kivitelezési hibák esetén ugyanezen a helyeken akár a „szél is befújhat”, vagyis szabályozhatatlan filtráció alakulhat ki. Ez pedig (különösen jól szigetelt terekben) jelentősen növeli a fűtés energiaigényét. Ezért minden olyan helyen, ahol a párazáró réteg megszakításra kerül, el kell végezni a tömítést.

A felületképzés a belső oldalon rendszerint gipszkarton-lemezzel történik, de gipszrostot alkalmazva belső oldali merevítő borításként szintén glettelhető, festhető felületet kapunk. Mindkettő anyag alkalmas arra, hogy párás helyiségbe kerüljön, de gipszkartonból ilyenkor a zöld papírral készülő impregnált típust kell alkalmazni. Gipszrost lemezhez kapható olyan kellősítő adalék, amellyel előkészítve víztaszító tulajdonságokat kap. Lambéria, illetve faborítás is alkalmazható, ez csupán vevői megrendelés kérdése. Ilyenkor a lambéria alatt gondoskodni kell merevítő borításról. Külső oldali (homlokzati) felületképzésként leggyakrabban nemesvakolatot alkalmaznak. Polisztirol homlokzati hőszigetelés esetén megfelel a műgyantás bázisú dörzsölt vakolat, de ásványgyapot, illetve farost szigetelés esetén nyílt pórusú, lélegző vakolatot kell alkalmazni. A fagyapot-lemezre (akár kívül van, akár belül) ásványi vakolat kerül. Kültéri faburkolat esetén gondoskodni kell a burkolat mögötti légrétegről, és kiszellőzéséről. Ökölszabályként mondható, hogy a függőleges elhelyezkedésű faburkolat mögötti légréteg vastagsága a kiszellőztetett felület magasságának 1-2%-a legyen. Ez vízszintesen futó burkolat esetén a függőleges párnafák között tökéletesen megoldható. Függőleges burkolat alatti vízszintes lécvázat azonban hézagosan eltolva kell elhelyezni, hogy a felfelé történő szellőzés (ha néhány kiterővel is, de) akadálymentes legyen. A profilozott vízszintes burkolat fektetésénél ügyelni kell arra, hogy a felületen lecsurgó csapadék ne tudjon se a profilokba, se a burkolat mögé bekerülni. Jó megoldást biztosít a paralelogramma keresztmetszetű homlokzati burkolatléc. Azt vízszintesen, de hézagosan elhelyezve a mögöttes kiszellőztetés megoldott. Ha a faburkolat alatt (különösen a hézagosan helyezett faburkolat alatt) olyan szigetelés, vagy burkolólemez van, ami nem zártpórusú, akkor a párnafákkal egy páraáteresztő (tető-) fóliát is rögzíteni kell a felületre, ami levezeti a burkolat mögé jutó nedvességet a lábazathoz.

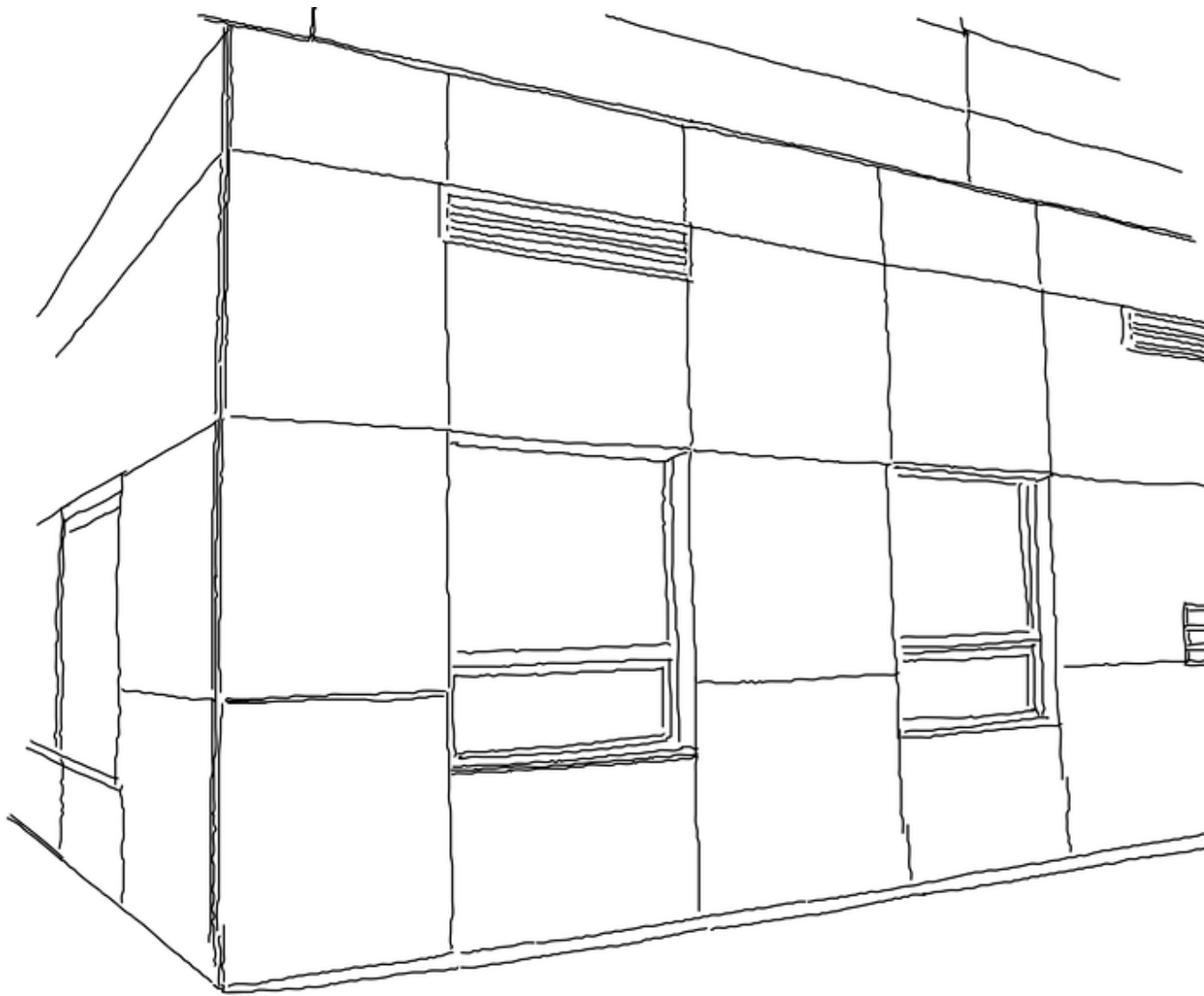
Külső oldali burkolat lehet még palalemez, vagy akár fazsindely is. Ezek alá a faburkolathoz hasonló lécváz szükséges. A burkolati kiszellőztetett légrétegre a faburkolatnál ismertetett 1-2%-os szabály alkalmazható. Homlokzati kő- vagy klinkertégla burkolat elhelyezhető, de ilyen esetben a bordavázat a megnövekedett és külpontos önsúlyra ellenőrizni kell. Ragasztott burkolat alá cementkötésű forgácslapot kell alkalmazni borítólemezként. Kapható már kő- vagy téglaburkolatot imitáló műanyag burkolati lemez is. Ezek a palalemezhez hasonlóan lécvázra rögzíthetők, átszellőztetett légrésszel. Kisméretű homlokzati téglaburkolat esetén a burkolat nem rögzíthető a könnyűszerkezetes falhoz. Az alaptest peremére kell ráterhelni a téglafalat, és az eldőlés elleni rögzítő kampókat szabadon csupán a bordavázhoz rögzíteni. Ilyen falburkolat mögött mindenképp kell kiszellőztetett légréteget hagyni. Az alsó be- és felső kiszellőzésre egy-egy hézagosan rakott téglasor, illetve erre a célra gyártott rácsos szellőzőelemek alkalmazhatóak.



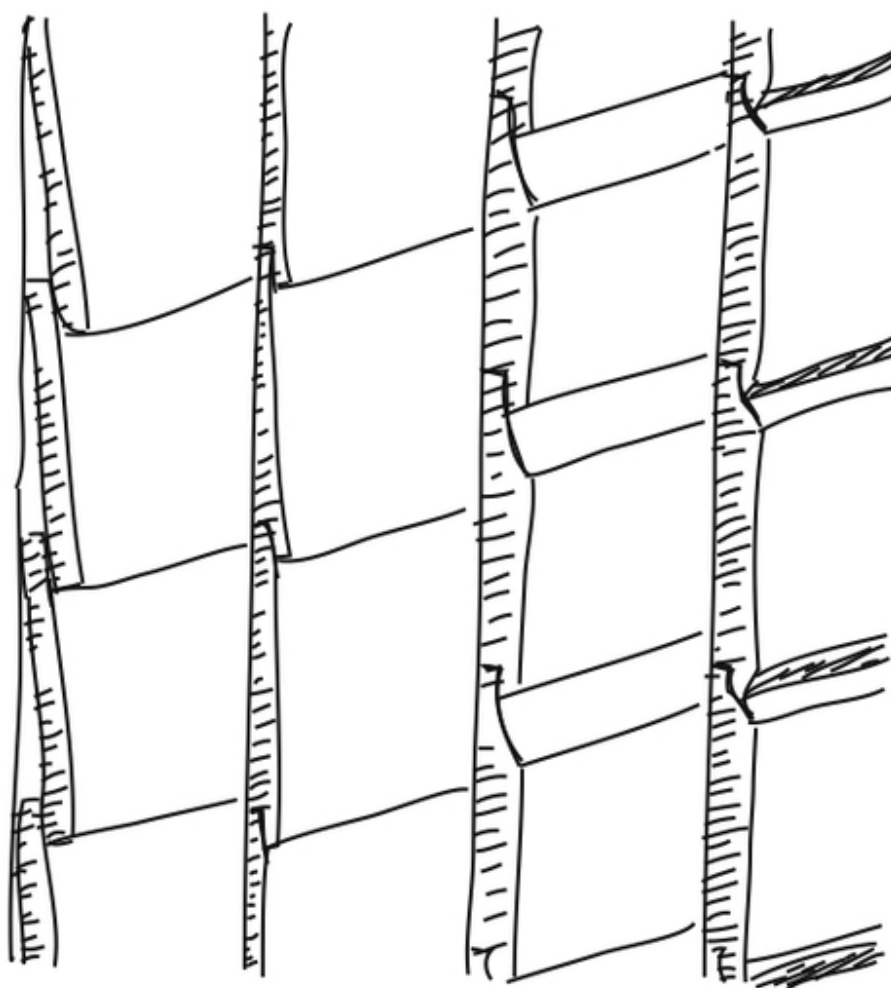
Téglaborítás



Palaboritás



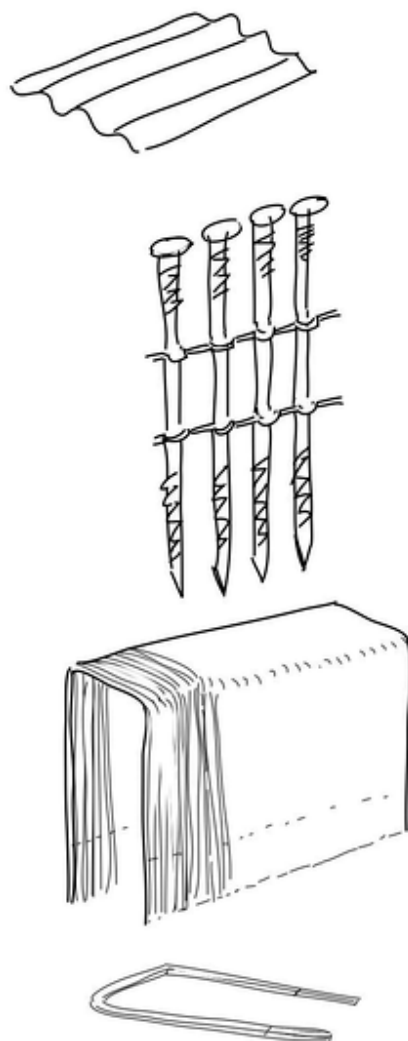
Táblás burkolat



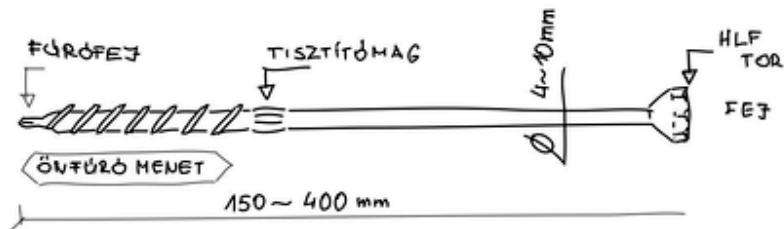
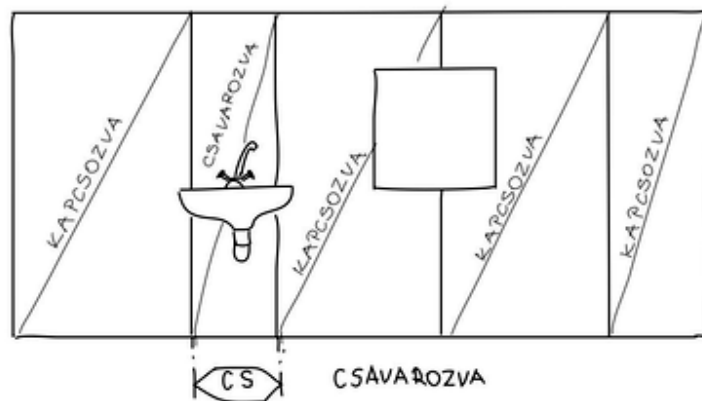
Homlokzati faburkolat

Az egyes elemek egymáshoz rögzítése a technológia függvényében többféle lehet. Rögzítőelemként csak minősítéssel rendelkező, szerkezeti célokra gyártott, rozsdamentes, vagy felületkezelt kapocs/szeg alkalmazható. Ezt betartva elfogadott, hogy a megfelelően rögzített burkolat „összetartja a falat”. Vagyis a bordaelemek egymáshoz vannak ütköztetve, a rögzítést pedig az adja, hogy a borítólemez minden elemhez kellő (a szegély mentén körben 7-8 cm, míg az osztóbordán 15 cm) sűrűséggel hozzá van kapcsolva/szegezve/csavarozva. Ez nagyüzemi előkészítés esetén meg is valósítható, ahol a bordaváz összeépítése során csupán ideiglenes rögzítésre alkalmas hullámszegeket lőnek a keretbe, és a következő lépésben a borítás precíz szegezése során áll össze az önfordó és merev falelem. Helyszíni szerelésnél a bordaváz építéséhez facsavarokat, és huzalszegeket alkalmaznak. A borítás rögzíthető U-kapoccsal, szeggel, ritkán csavarral. A kapocs és a szeg beütése természetesen pneumatikus belövővel történik. Ez üzemi körülmények között könnyedén meg is oldható. Helyszíni szerelésnél inkább a csavart alkalmazzák, de hordozható kompresszorok segítségével a kapocs használata is megoldható. Csavart kell alkalmazni olyan lemezdarabokhoz, amiről tudható, hogy valamilyen szerelési művelet céljára még vissza kell bontani. Ilyen művelet lehet gépészeti szerelés, vagy panelek hosszitoldása. Az üzemi előkészített elemek egymáshoz rögzítése speciális, rozsdamentes szerkezeti ötvözetből

készülő, vagy felületkezelt facsavarok, ú.n. faépítészeti csavarok használatosak. Ezek gépi, akár ütve-csavározós behajtásra is alkalmas állványcsavarok.

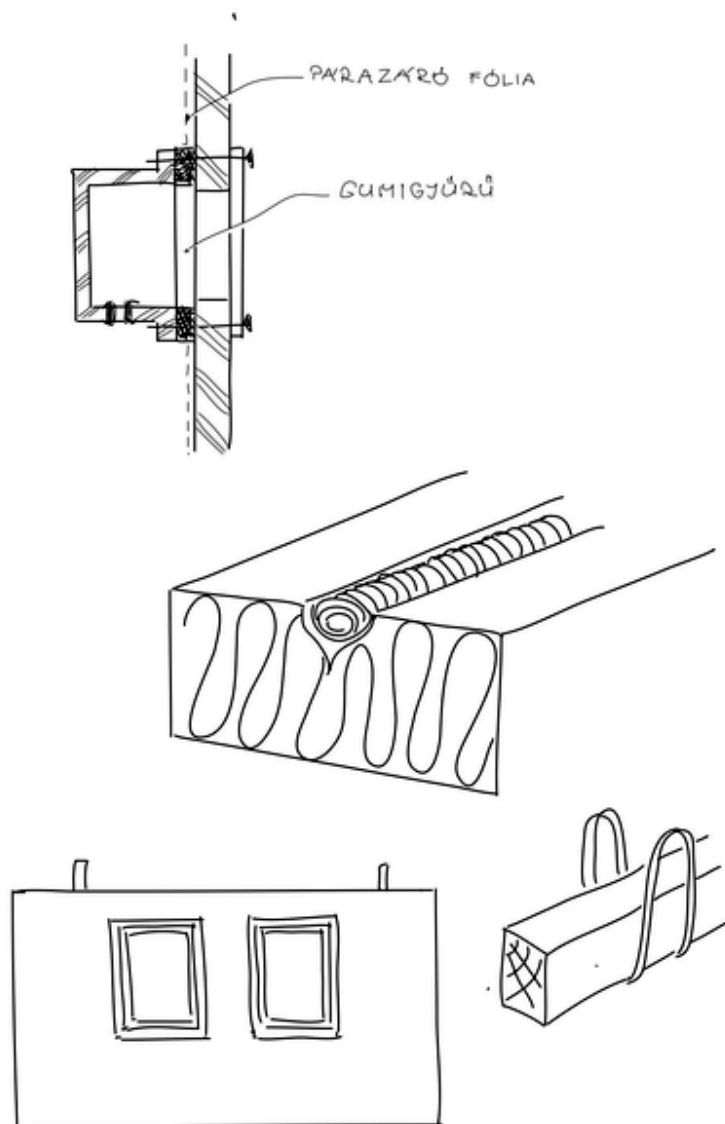


Kapcsolóelemek



Kapcsolóelemek

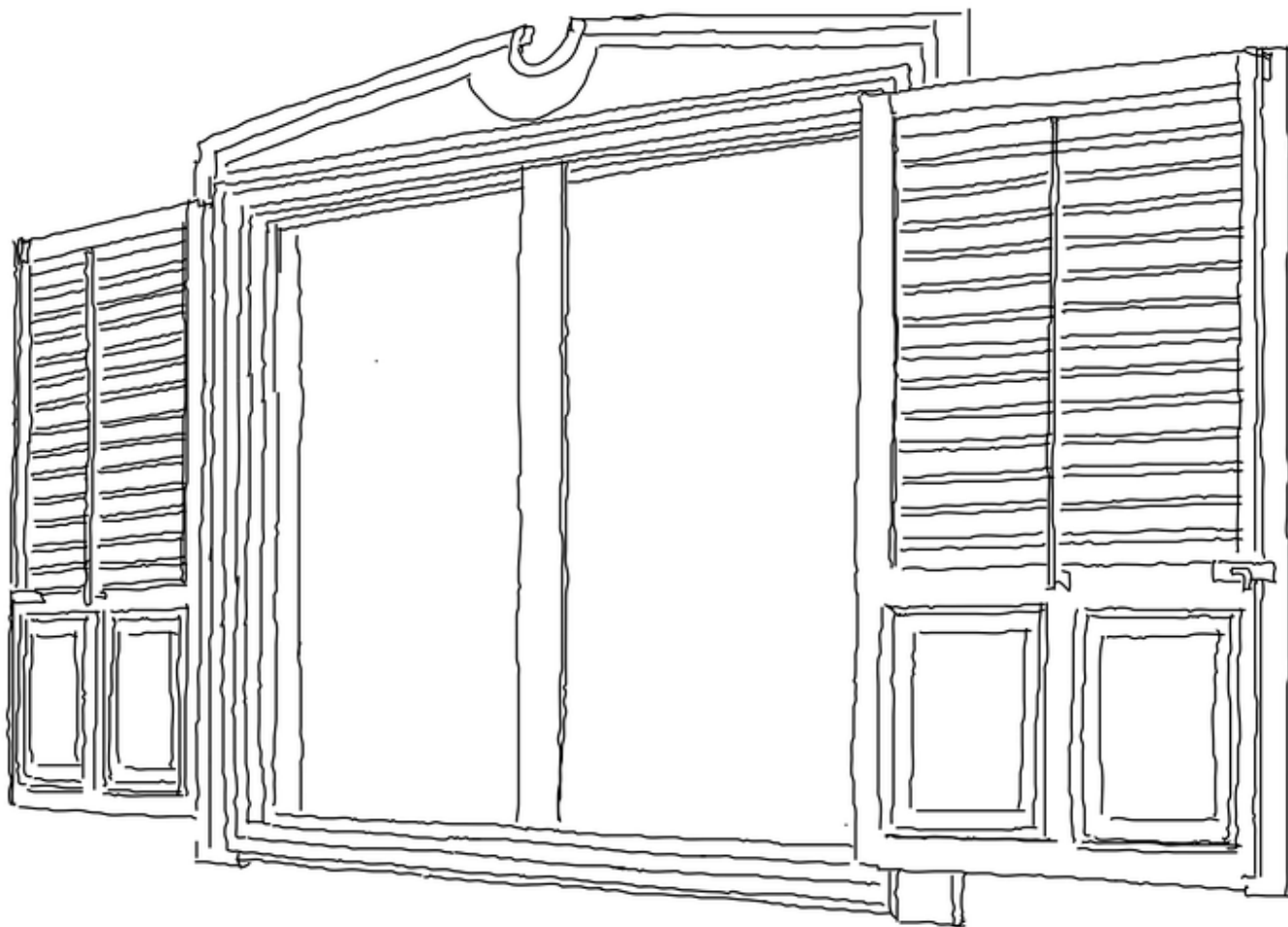
Kiegészítő elemek között a legfontosabb a villanyvezetékek gégecsőve, illetve a villamos aljzatok. Ezek a gyors és egyszerű villamos vezetékezést teszik lehetővé. Villamos aljzattól könnyűszerkezetes épületekhez olyat kell alkalmazni, ami rendelkezik tömítő gumiszegéllyel, és hozzárögzíthető a párazáró fóliához. A gégecső befűzése még a burkolatok rögzítése előtt történik. Fontos, hogy a vezeték vonalában éles késsel egy vágatot kell készíteni a vezeték részére, különben benyomja a szigetelőpaplant, és hézagos lesz a térkitöltés. Elhagyhatatlan kiegészítő elem még a daruzóheveder, amit az üzemi előkészítés során, még a burkolatok felrögzítése előtt rá kell fűzni a panel felső elemére. Kis panelek esetén elegendő egy darab, de nagyobbaknál kettő alkalmazandó



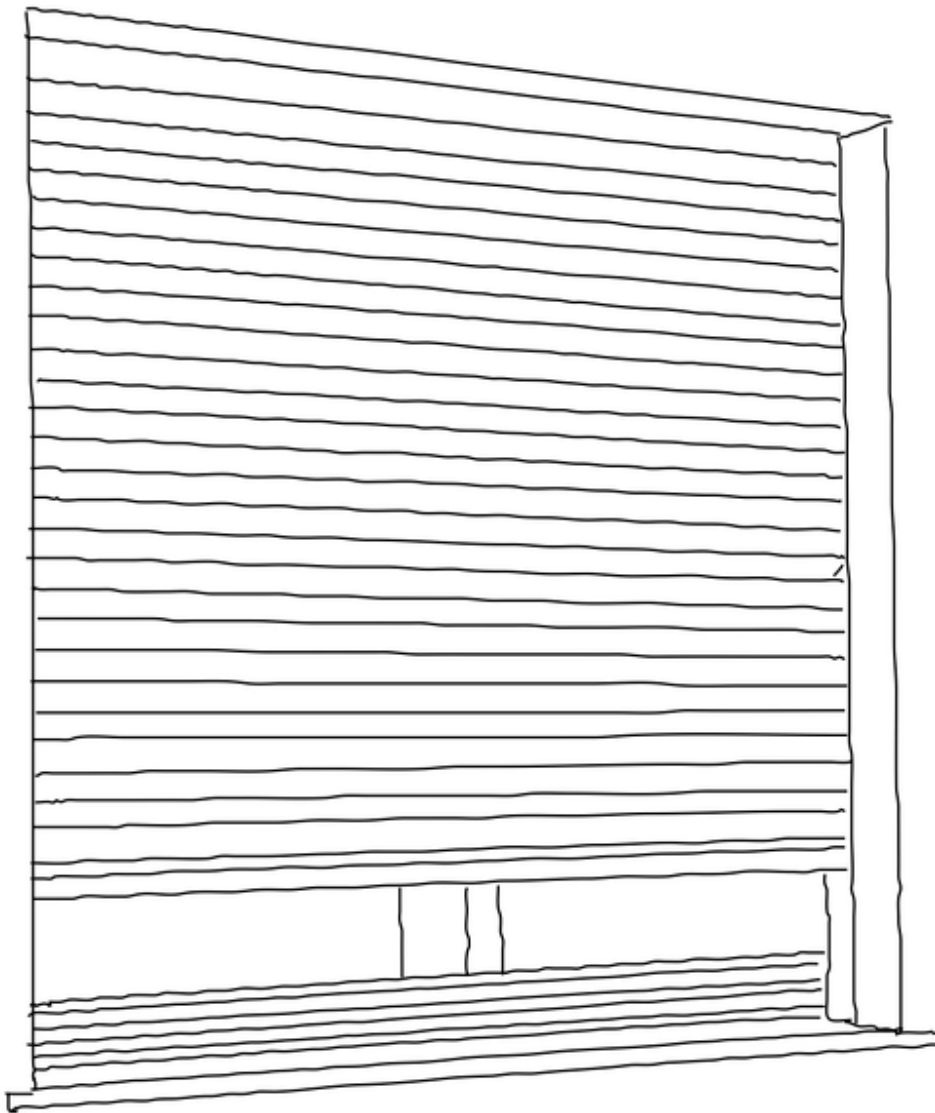
Részletek

A nyílászárók nem hagyhatóak ki a felsorolásból. A vázas faházakhoz a piacon kapható műanyagprofilos, fa, fa-alumínium kombinációjú ablak/ajtó bármelyike alkalmazható. Üzemi előregyártáskor ezek beszerelhetők, de ajánlatos csak kiékelni, és előzetesen rögzíteni, míg a beállítás, végleges rögzítés, tömítés műveletét a helyszínen elvégezni. Erre azért van szükség, mert a szállítás során apró elmozdulások várhatóak, és a helyszíni utánállítás így mindenképpen szükséges. A nyílászárókhöz kapcsolódóan kerül szóba az árnyékolás. Egy könnyűszerkezetes épület viszonylag kis hőtárolótömeget képvisel, így a nyári hővédelem szempontjából kritikusnak mondható. Megfelelő tájolás, üvegezési felületek átgondolt elhelyezése, és végül az árnyékolástechnika az, ami kompenzálja ezt a hátrányt. Árnyékoló szerkezetek közül megemlíthető a külső árnyékvető, de az ilyen nem része a szerkezetnek, így részletesebben nem tárgyaljuk. A redőny és a zsalugáter alkalmazása jelentősen befolyásolja a nem csak a homlokzati képet, de a falszerkezetet is, ezért ezeket már a tervezési folyamat során figyelembe kell venni. Redőnyszerkezetek között két típust különíthetünk el. Az egyik a külső dobozos, a másik a rejtett dobozos redőny. A külső dobozos redőnyszerkezet az ablak tokmagasítójára van szerelve, így külön szerkezeti vonatkozása nincsen. Mindenesre érdemes figyelembe venni, hogy a tokmagasító elem egy kész ablak esetén csak úgy alkalmazható, ha annyival kisebb tokkülméretű ablak

készül. Értelemszerűen ez csökkenti az üvegfelületet. Tanácsos tehát egy tokmagasítással (jellemzően 10-12 cm) magasabb ablaknyílást hagyni, hogy a terven szereplő ablakméret ténylegesen tartható legyen. Ennél összetettebb kérdés a rejtett redőny elhelyezése. Ezek a szerkezetek hozzávetőlegesen 25-35 cm magasak, így az ablak feletti áthidalást jelentősen feljebb kell elhelyezni. A szerkezet vastagsága miatt figyelni kell arra, hogy az alkalmazott falszerkezet elegendő vastag legyen a befogadására. A rejtett redőny dobozai gyakran fel vannak szerelve homlokzati hőszigetelő lemezzel, így külön hőszigeteléssel már nem kell ellátni. Az ablak feletti áthidalás méretezésekor figyelembe kell venni a redőny önsúlyát, hiszen az erre az áthidalásra van felfüggesztve. Önhordó redőnytok esetén az ablaknyílás melletti bordaelemeket úgy kell kialakítani, hogy a redőny doboza a szükséges mértékben fel tudjon feküdni azok tetején. Némiképp különlegesebb megoldás a zsalugáter. Ezek rögzítése történhet egy keret segítségével, ami az ablaknyílás külső síkjába kerül, vagy zsalugáter-zsanérokkal. Keret alkalmazása esetén fontos, hogy a keret a homlokzati hőszigetelés felhordása előtt kerüljön a helyére, vagy a szigetelés rögzítésekor maradjon egy káva, ahol a keret a fal tartószerkezetéhez rögzíthető. A zsalugáter zsanérok olyan L-alakú vasalatok, amik lehetővé teszik, hogy a zsalugáter becsukva a fal síkján belülré kerüljön, kinyitva pedig maradjon néhány centiméter távolság a zsalugáter és a fal között. A zsalugáter mozgatása többletterhet jelent a szerkezet számára, továbbá a zsanérok rögzítéséhez is elengedhetetlen, hogy bordaelemhez kerüljenek. Emiatt gondoskodni kell arról, hogy az ablak két szélén kellő teherbírású és méretű bordaelem legyen beépítve.



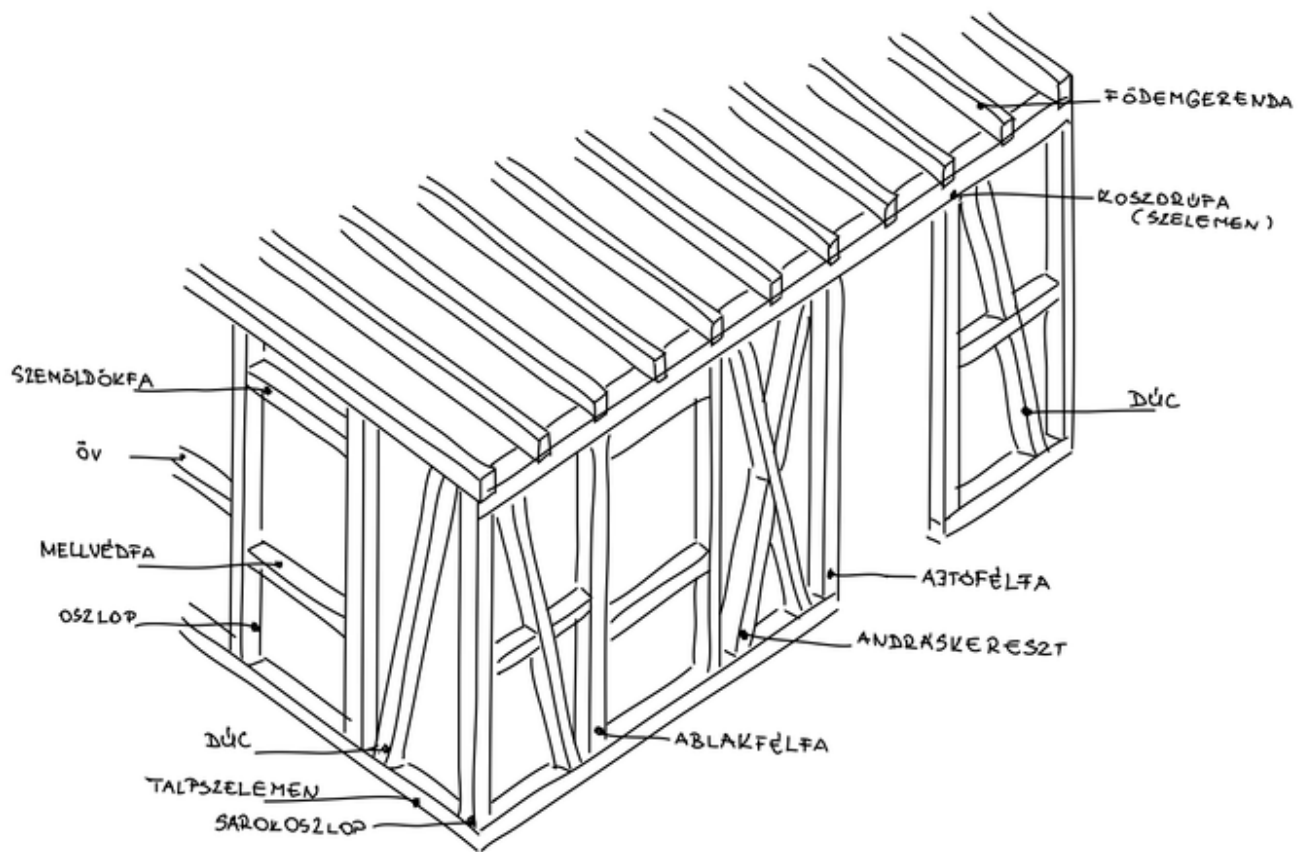
Zsalugáter



Rejtett redőny

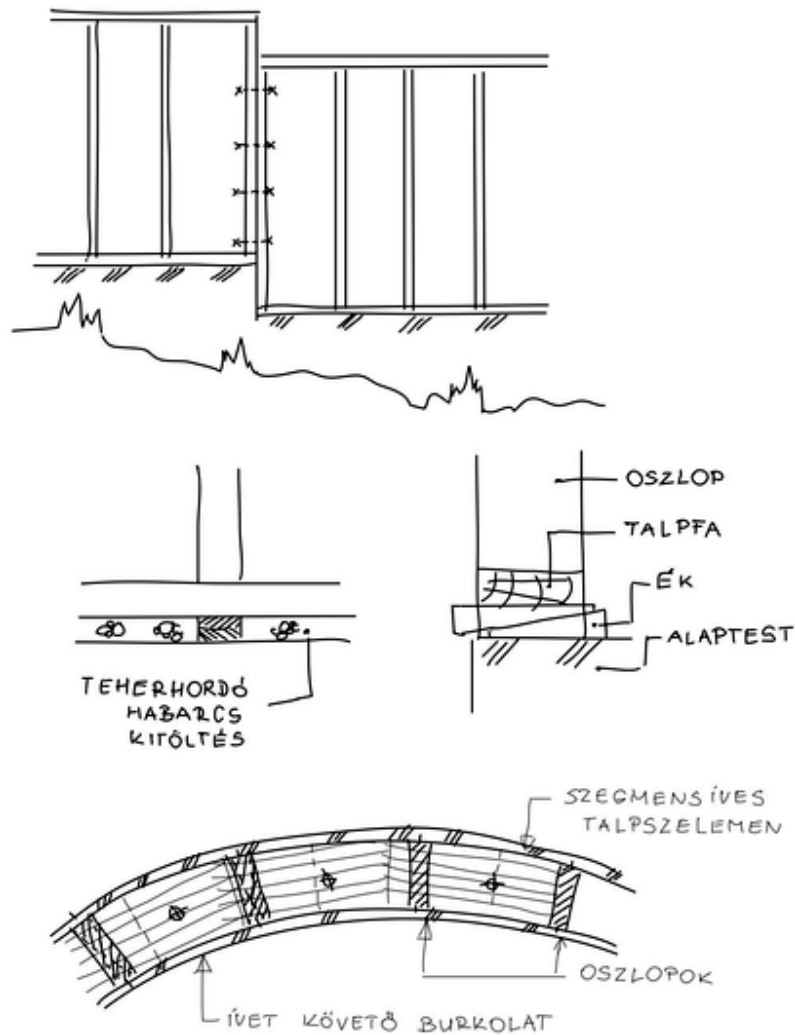
3.3. Helyszínen szerelt faházrendszer

A fachwerk modernizációja. A fűrészáruból készült vázrendszert kétoldalról építőlemezzel burkolva, a kialakult bordaközöket szigetelve készül. A felületképzés alkalmassá teszi, hogy a homlokzati oldalon kiegészítő hőszigetelő-rendszerrel legyen ellátva. A helyszínen szerelt kifejezés nem tartalmazza, hogy a váz gerendákból készül-e, vagy pallóból, a merevítést dúcok végzik-e vagy a megfelelően rögzített teherhordó építőlemez. Mindezek megválasztására a tervezés során adódik lehetőség, fontos, hogy az építés során ez már nem változzon.



Gerendaváz

A helyszínen szerelt szerkezet előnye, hogy teljesen rugalmas a tervezési és a kivitelezési folyamata egyaránt. Egyszerű eszközökkel, költséges gyártógépsor nélkül is kivitelezhető. Ezzel a szerkezettel szinteltolások épület, íves falszerkezet egyaránt készülhet. Jól kiküszöbölhetőek az alapozási egyenetlenségek. A gerendaváz szerkezet a vasalatok és kötőelemek kiegészítéseként további biztonságot nyújtó, és az építést könnyítő csapokkal, lapolásokkal is készülhet. A merevítő dúcok már az építőlemezek felszerelése előtt is merevítik a szerkezetet. A helyszínen beépített hőszigetelés nem rágódik össze a szállítás során, a párazáró fólia folytonosítása könnyen, megbízhatóan elvégezhető. A gépészeti szerelvények elrejtése a szerkezetbe megoldható. A szerkezet hátrányai nem idegeníthetőek el az előnyeitől. A rugalmas tervezési és kivitelezési folyamat gyakorta válik ötletszerű, esetleges műveletek átláthatatlan sorozatává. Az egyszerű kivitelezés csábítja a kontárokot, és a kalákaszerű építkezőket. Mivel nem igényel üzemi előkészítést, gyakran alkalmazzák olyan kivitelezők, akik nem rendelkeznek saját telephellyel sem. Az alapanyagot a fűrészből, válogatatlanul, és magas nedvességtartalommal vitetik az építés helyszínére, ahol az időjárás viszonyosságainak van kitéve a legkedvezőbb esetben is legalább 2-3 hétig. Ezután a nedves faanyagot bezárják az építőlemez, illetve a párazáró fólia és a polisztirolos homlokzati szigetelés közé. A faanyagból távozó nedvesség, pára a hőszigetelésben megreked, ami káros következményeket von maga után. A helyszíni műveletek minősége hatóságilag ellenőrizhetetlen, a minőségbiztosítás nem megoldható.

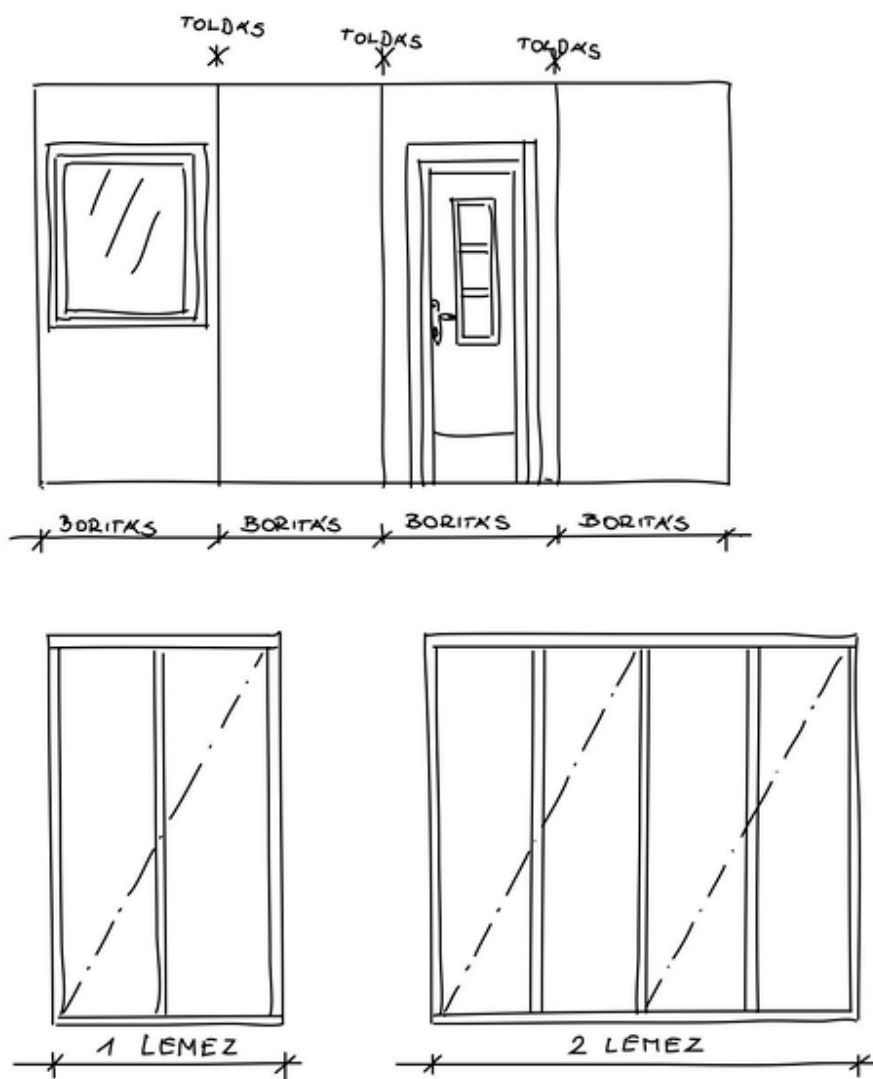


Különleges megoldások

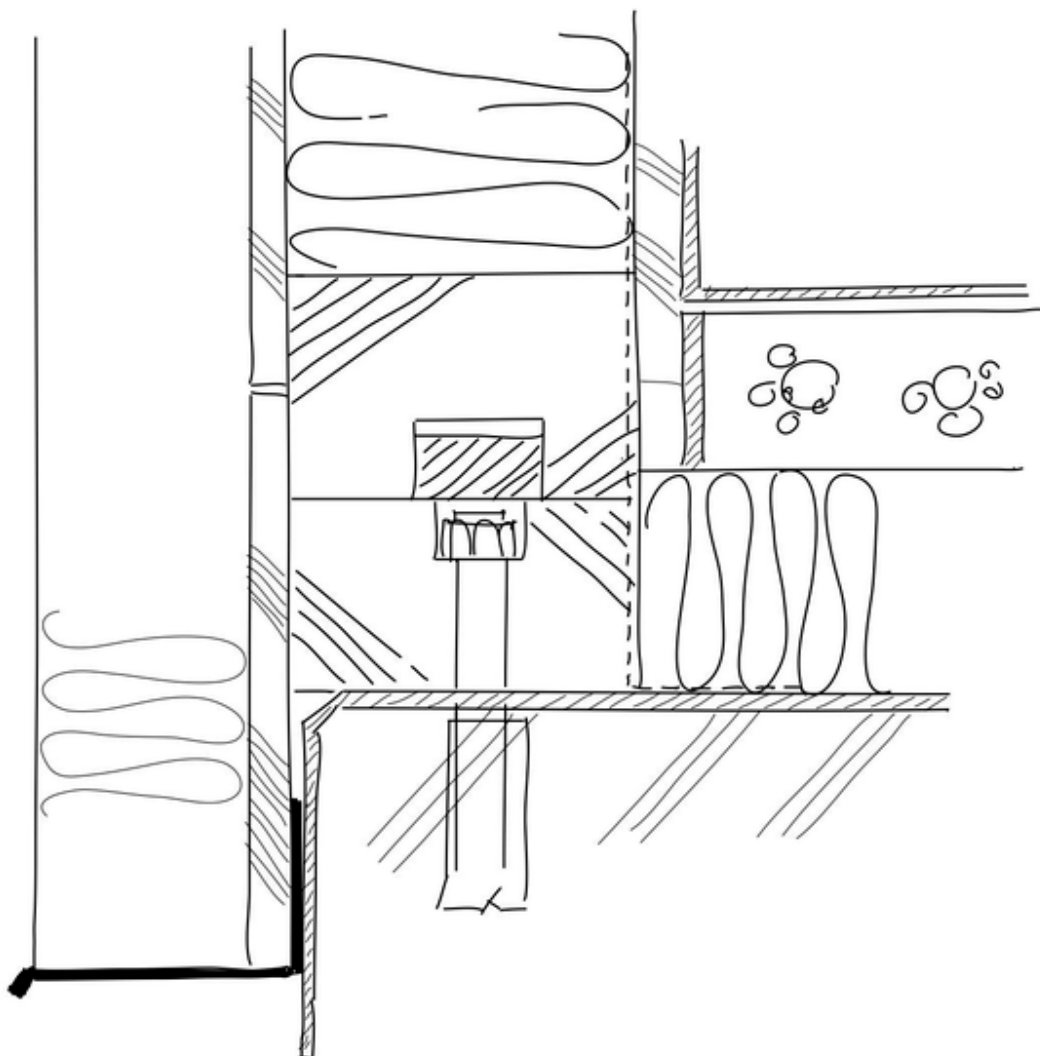
3.4. Kispaneles faházrendszer

Kispaneles faház alatt olyan pallóvázas szerkezetet értünk, ami egy (vagy esetenként kettő) borítólemeznyi hosszúságú panelek (teljes magasságú falszakaszok) formájában, üzemi előregyártásban készül. Az így készült táblákat a helyszínen egy horgonycsavarokkal lerögzített talpgerendára egymás mellé helyezik, majd rögzítik. A paneltömeg függvényében ez kézi erővel, vagy daru segítségével történhet. A panelek egymáshoz rögzítését összehúzó vasalatokkal, vagy csavarral lehet megoldani. Nútféderes, vagy idegencsapos kialakítás esetén precízebb illesztés érhető el. Az összeépített falakat felülről koszorúgerendával össze kell kötni. Enélkül az épület merevsége nem lesz kielégítő. A belső oldali párazárás folytonosságát a panelek élére felfutatott, és tömítőszivaccsal rögzített fóliával lehet biztosítani. Másik megoldás, hogy a panelek belső oldalára csak az alátétborítás kerül rá az üzemben, a végleges burkolat a fóliával együtt a helyszínen kerül beépítésre. A homlokzatképzést mindenképp érdemes a helyszínen elkészíteni, mert a kis panelszakaszok tetszetős összedolgozása nem készíthető el az üzemben. Ha az üzemben mégis rákerül a homlokzati hőszigetelés és a nemesvakolat is a panelekre, akkor a homlokzaton a toldásoknál egy-egy fuga képződik. Ezt a fugát széles deszkával letakarva

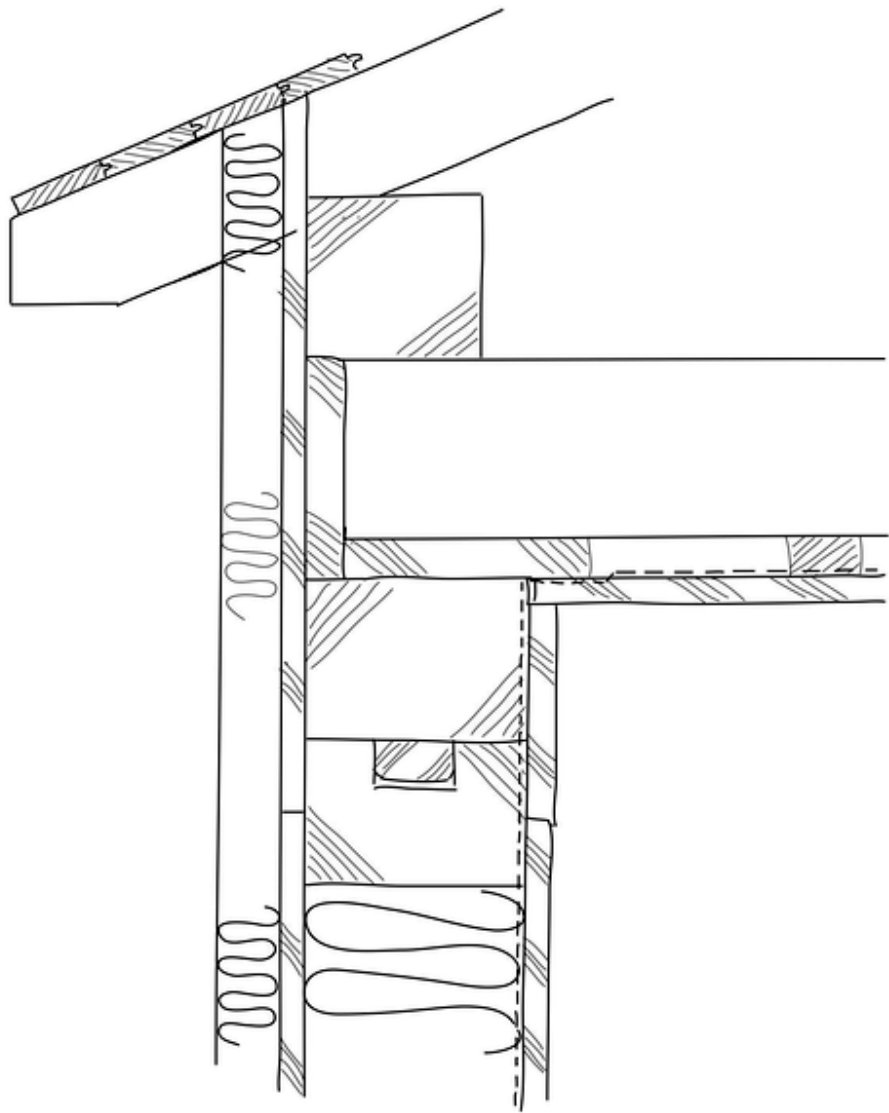
könnyedén ki lehet alakítani a korábban szóba került fachwerk-imitációt. A kispaneles szerkezet egy átmeneti állapot a helyszínen szerelt, és a nagypaneles technológiák között. Gyártásához egy kisebb, célszerszámokkal felszerelt üzem, építéséhez egy olcsóbb autódaru már elengedhetetlen, azonban ezek költsége még messze nem közelíti meg a nagypaneles technológia beruházási költségeit. Az építés időigényessége jóval kisebb, mint egy szerelt házé, az időjárási viszonyok kevésbé befolyásolják az épület minőségét, és így már lehetőség adódik egy részleges minőségbiztosítási rendszer alkalmazására is. Viszont mindent összevetve talán félmegoldásnak tűnhet egy nagypaneles rendszerrel szemben, így azok a vállalkozások, akik már belekezdenek üzemben előregyártott házak kivitelezésébe, inkább a nagypaneles technológiát építik ki.



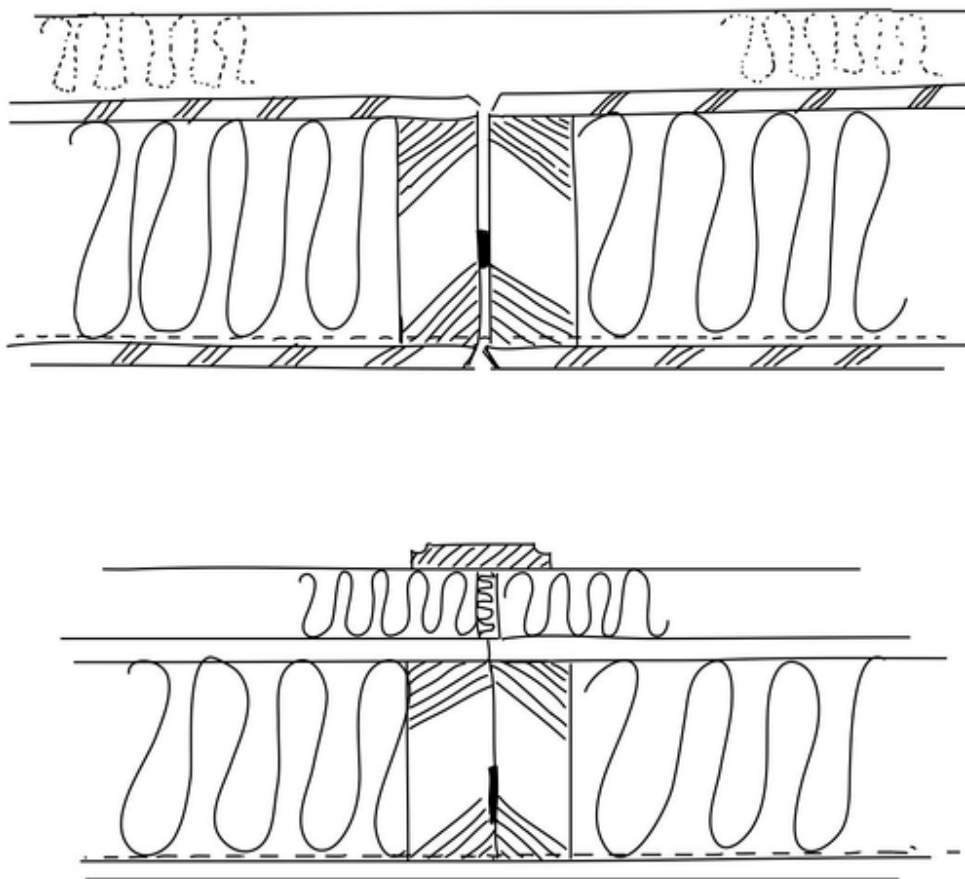
Kispaneles rendszer



Alsó csomópont



Felső csomópont

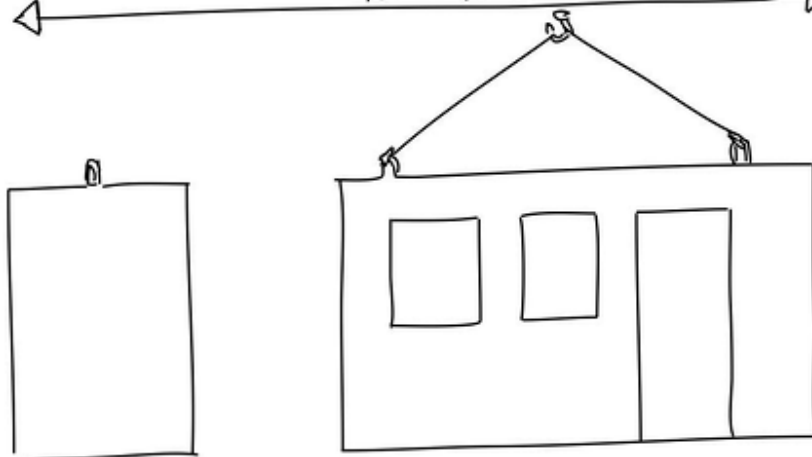
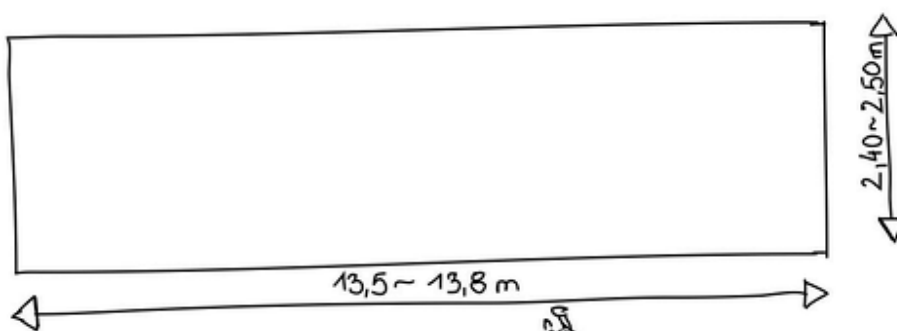
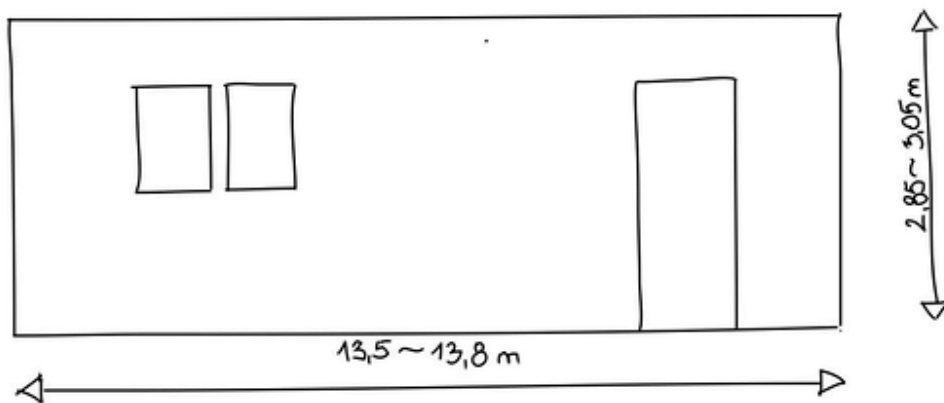


Vízszintes csomópont

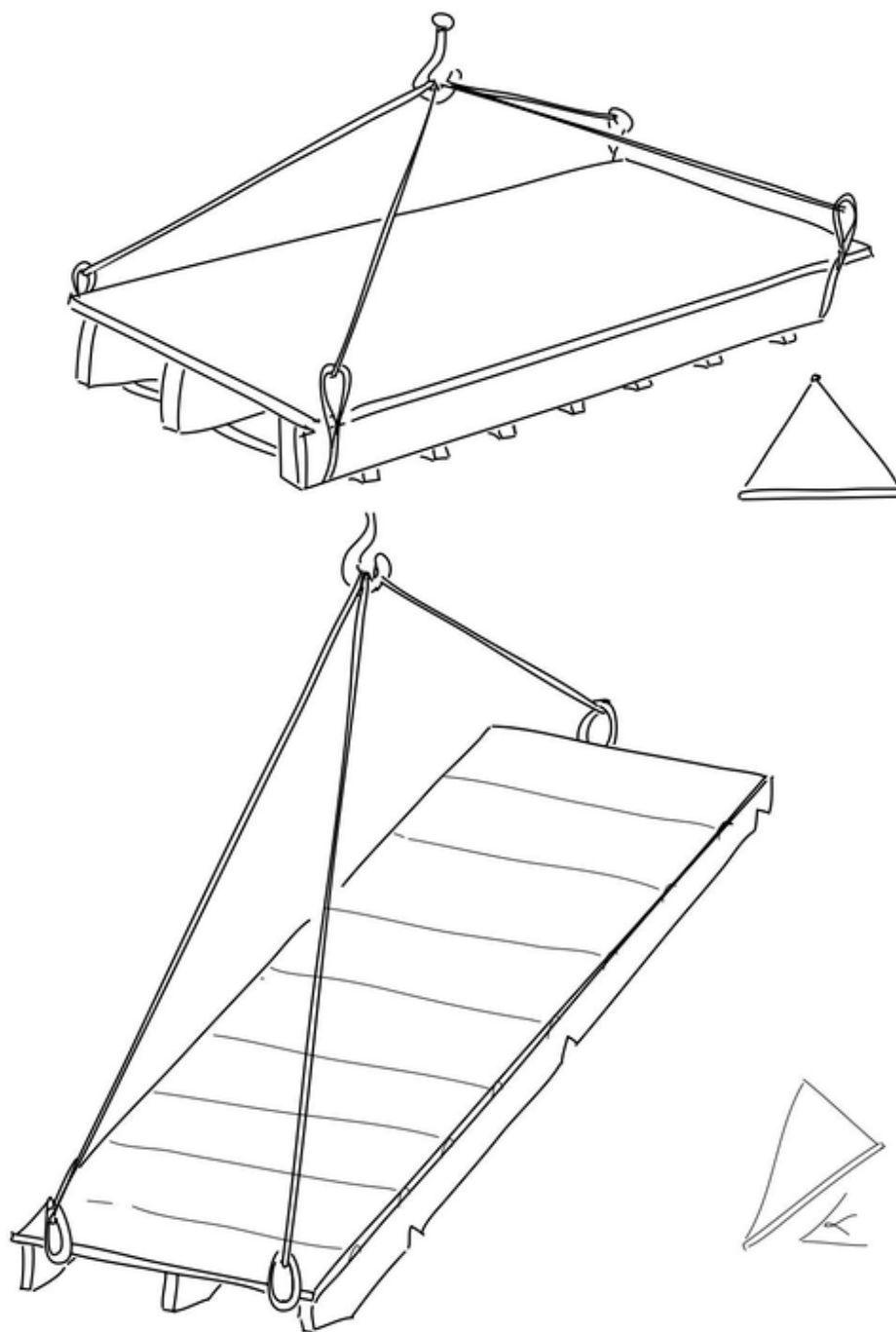
3.5. Nagypaneles faházrendszer

Nagypaneles faház alatt olyan pallóvázas szerkezetet értünk, ami teljes fálhosszúságú panelek formájában, üzemi előregyártásban készül. A panelek hossz méretét több dolog korlátozza: az egyik a gyártósor szokványos mérete lenne, de elméletileg ettől még lehetne nagyobb paneleket gyártani. A másik a szállítás. Közúton normál teherszerelvény platóján 13 hosszú elemek szállíthatóak. Ez nem csak a kész fal hosszát korlátozza, hanem a vízszintesen végigfutó bordaelemhez használt alapanyag, a hosszított szerkezeti fa hosszát is. Persze a bordaelem hosszítottása elvileg megengedett, de egyszerűbb, ha valamilyen költséges hosszítottás helyett eleve végigfutó elem van beépítve. Ha az építkezés megközelítése normál kamionszerelvénnyel nem megoldható (pl. szűk utcában, vagy nehezen járható terepen van), akkor a kisebb szállítójármű platójához (pl. 7,5 m) igazítják a legyártott panelek méreteit. Az így készülő falakat a helyszínen daruval emelik a helyükre, és talpgerenda alkalmazásával, vagy anélkül, L-vasak segítségével a fogadó betonlemezhez (fogadósínt), illetve állványcsavarok segítségével egymáshoz rögzítik. Az épület merevségét az biztosítja, hogy a síkjukban merev (tárcsaként működő) panelek egymásra merőlegesen csatlakoznak, és sarok-éleik mentén mereven össze vannak csavarozva. Az egyes panelek hosszítottása T-csatlakozásokban ütköztetve a merevség elvesztése nélkül megoldható. Szükség esetén (pl. szabadon álló falszakasz hosszítottása) használható a kispaneles hosszítottáshoz hasonlító összehúzó vasalat is. Ezt a pontot érdemes a földemgerendák fektetési irányának helyes megválasztásával tehermentesíteni, vagy visszakötni egy merevebben rögzített fálpanelhez. A nagypaneles technológia viszonylag költséges gyártósort, darukat, nagy

kamionokat követel meg, cserébe folyamatosan ellenőrizhető, gyors, tiszta építési folyamatot biztosít. Közepes és nagy mennyiségek esetén (főleg az automatizálható üzemi műveletek révén) azonban mindez kifizetődik. A következőkben egy nagypanel rendszer kerül bemutatásra az egyes csomópontokon keresztül. Fontos megjegyezni, hogy a bemutatott födém- illetve tetőmegoldások bármilyen üzemi előkészítettség esetén hasonlóan alakulnak, a helyszínen szerelt és a paneles födém/tetőszerkezet között csak a szerelési technológia különbözik. A szerelt rendszerben a tartószerkezetként szolgáló faelemeket egyenként, mérőeszközök segítségével teszik a helyére, és rögzítik, majd erre a szerkezetre kerül a kétoldali rétegrend, illetve a köztes szigetelés. A paneles rendszerben a tartószerkezeti elemekből a tervezett tengelytávnak megfelelően (az egyik oldali borítás segítségével) az üzemben előre gyártott elemeket, paneleket készítenek. Kétoldali borítás alkalmazásával a köztes szigetelés is elhelyezhető. Gyártás- és építéstechnológia kérdése, hogy a végleges rétegrend mely részei kerülnek az üzemi előkészítés során a szerkezetre. Ügyelni kell arra, hogy a szállítás-daruzás során sérülhet, deformálódhat a panel, így a műveleteket átgondolva kell meghatározni az előkészítettség fokát. A sérülékeny anyagokat (pl. a belső gipszkarton burkolat) nem érdemes előre felrögzíteni. A födém- és tetőpanelek fektetve szállítandóak, így a szélességi méretük a teherautó-raktér szélességéhez igazodik. Ellentétben a falpanelelkel, amik állítva, vagy meredek szögben döntve szállítandóak, és magasságukat kell a raktér magassági méreteihez igazítani. A daruzóhevederek elhelyezésénél ügyelni kell arra, hogy a falpanelelkelhez elégséges 1-2 akasztási hely a fektetett elemeknél nem elegendő. Legalább 3, de inkább 4 heveder alkalmazandó. A tetőpanelelkelen a hevedereket úgy kell elhelyezni, illetve a daru akasztó-sodronyainak hosszát úgy kell meghatározni, hogy a felemelt panel a tetősík hajlásszögének megfelelően álljon. Így a panel könnyedén ráültethető az előre elhelyezett szelemenekre.



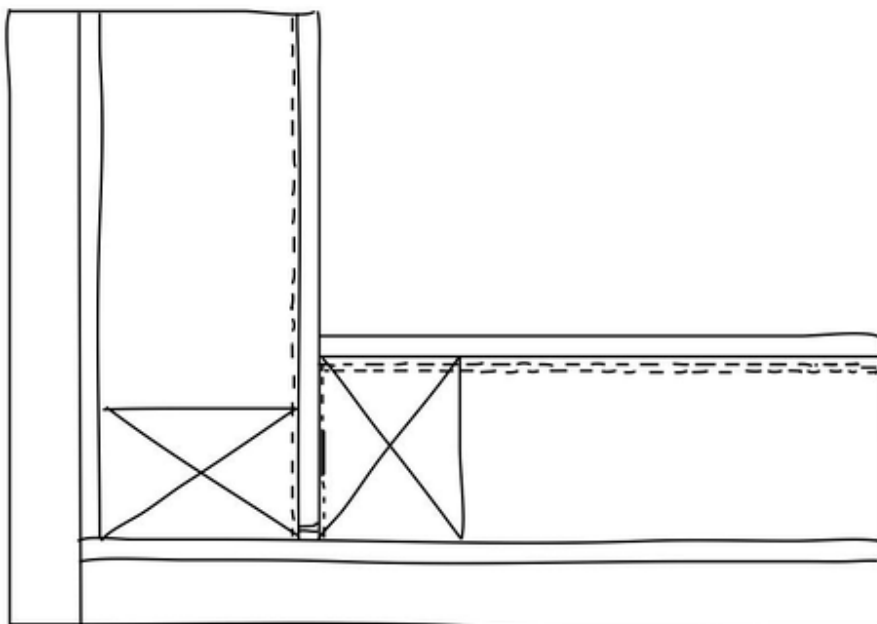
Panelméretek



Daruzás

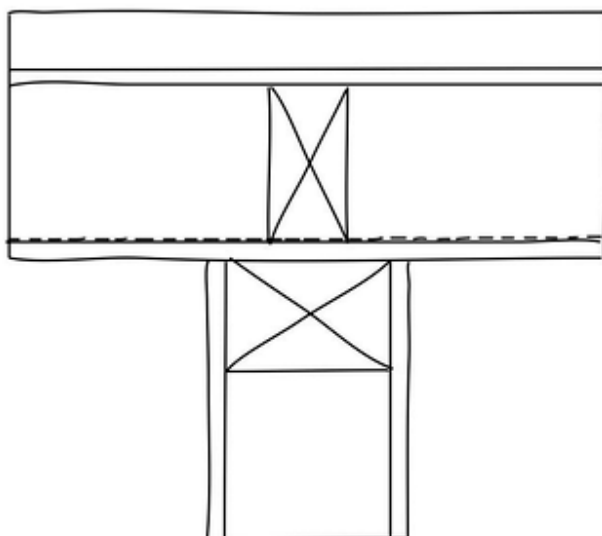
A vízszintes sarokcsomóponton látható az alkalmazott rétegrend: belülről kifelé: 15 mm gipszrost lemez, 1 réteg párazáró fólia, 6/12 bordaváz, közötté 12 cm ásványgyapot hőszigetelés, 15 mm gipszrost lemez, 5 cm polisztirol-lemez, homlokzati nemesvakolat. Ez a rétegrend manapság egy minimális rétegrendnek mondható. Komolyabb hőszigetelési igényeket lehetne kielégíteni vastagabb (10-12 cm) homlokzati szigeteléssel, belső oldali, szerelő lécváz közé fektetett kiegészítő ásványgyapot szigeteléssel. A falszerkezet hőtároló tömegét két réteg belső oldali burkolattal lehet javítani, pl. forgácslap+gipszkarton, OSB lemez+gipszkarton, rétegelt-lemez+gipszkarton, vagy egyszerűen dupla réteg gipszkarton. De ezek csak a fal külső rétegeinek vastagságát módosítják, az itt látható szerkezeti

megoldások ugyanígy alakulnak. Megjegyzendő, hogy a bordaközi szigetelés, és a bordák vastagságának növelése nem eredményez akkora javulást, hiszen a 6/12-es bordaváz statikailag elegendő, a bordaközi szigetelés pedig a bordák hőhíd-hatása miatt kevésbé hatékony, mint pl. a homlokzati szigetelő rendszer. A sarokkapcsolat légtömörségét a rétegek lépcsőzetesen kialakított egymásba kapcsolódása, és az illesztési hézagba helyezett szivacscsík biztosítja. Az üzemben a párazáró fólia túlnyújtva készül, és vissza van hajtva a panel élére, erre kerül rögzítésre a szivacscsík, ami a panelek összecsavározása során összenyomódik, és légtömör kialakítást biztosít. A panelek összecsavározása homlokzatról, a magasság mentén egyenletesen elosztott 3-4 db, szerkezeti célra minősített facsavarral történik. A csavarok helye ezután a homlokzati vakolattal eltüntethető.

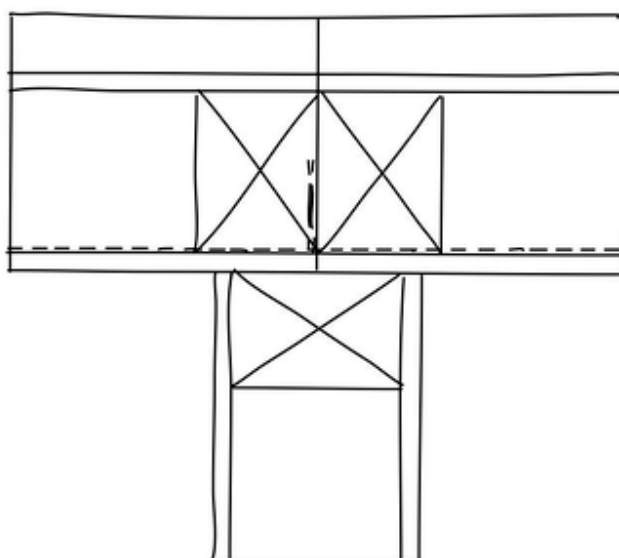


vízszintes sarokcsomópont

A vízszintes T-csomóponton látható, hogy a belső fal rétegrendje a homlokzati szigetelést, és a párazáró fóliát egyaránt mellőzi. A bordaköz részleges szigetelése a hangszigetelő tulajdonságok céljára megfelelő. A hőtárolótömeg és a „dobozhang” elkerülése szempontjából a belső falak burkolatának megkettőzése itt is előnyös lehetne. A T-kapcsolat csavaros rögzítéséhez szükséges, hogy a külső falba az adott helyen egy plusz-borda is beépítésre kerüljön. A nagypaneles elemek hossztoldására a legbiztosabb, és legmerevebb megoldás, ha egy T-csatlakozásnál történik. A toldandó elemek élén itt is szükséges a szivacscsík, amit itt nem a csavarok szorítanak össze, hanem az építésnél használandó szorító-szerszám. A csavarozás eltolva készül, hogy a belső fal élén lévő bordaelem repedés-veszélye csökkenjen.

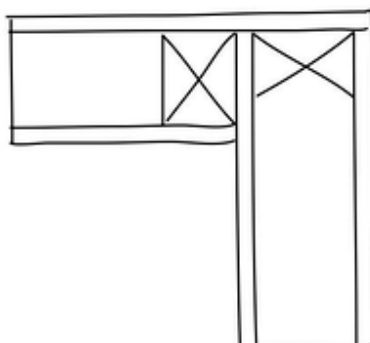


T-csomópont



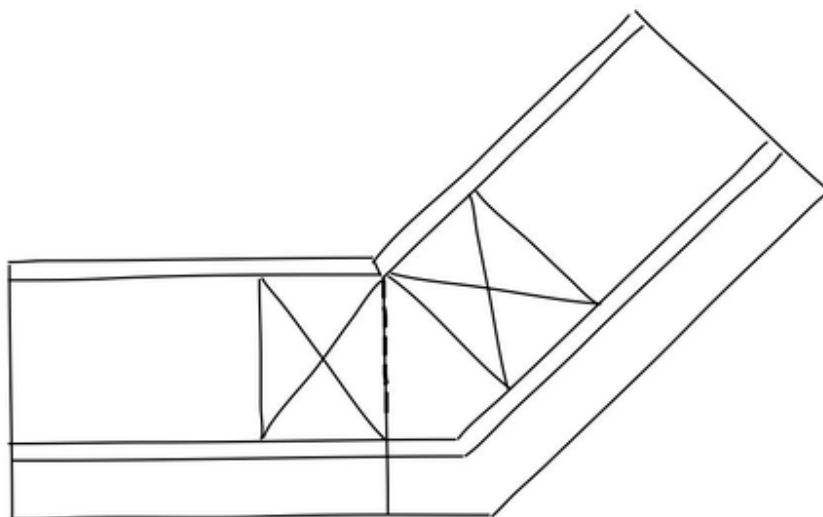
T-csomópont toldással

A vízszintes belső sarokcsomóponton a belső falak sarok-csatlakozási megoldása látható. Mivel az egyik panel éle (bütüje) látható, ezért azon az élen, a vakolható felület kialakítására egy réteg gipszkarton, illetve gipszrost lemezt kell felszerelni. A felszerelendő lemez vastagságát a panel hosszában, illetve a borda elhelyezésében figyelembe kell venni a tervezés során. Tanácsos ezt a lemezt átlapolva készíteni, csökkenve a lemeztoldások mentén a glettsimítás megrepedésének veszélyét.

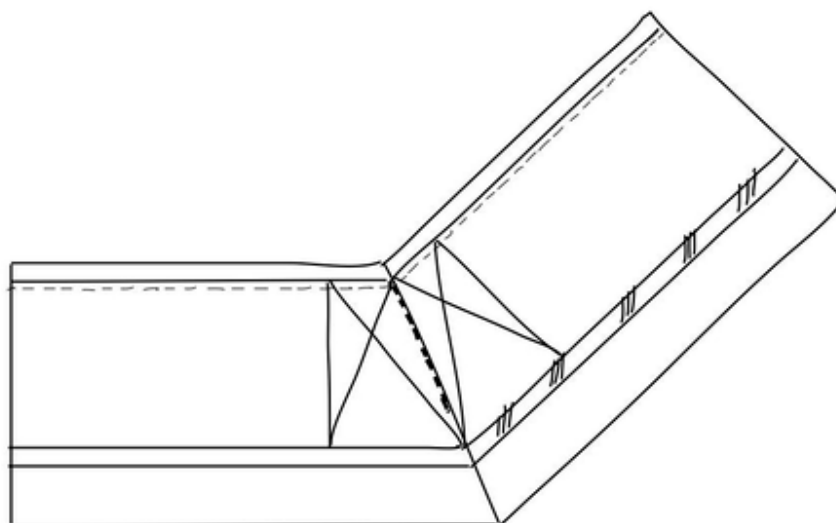


Vízszintes belső csomópont

Nem derékszögű csatlakozás esetén két megoldás használható: a szélső bordaelemek deltoid keresztmetszetű kialakítása, illetve egy deltoid alakú sorolóelem felszerelése az egyik panelre. Akármelyiket is alkalmazza a gyártó, külső falak esetén a párazáró fólia visszahajtása, illetve a tömítőszalag alkalmazása kötelező, ezen felül gondoskodni kell olyan bordáról, ahová a szerelőcsavar kellő tartással behajtható.

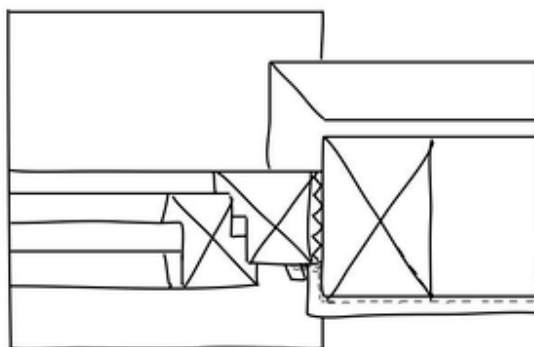


135°-os külső falkapcsolat, sorolóelemmel



135°-os belső falkapcsolat, deltoid keresztmetszetű élbordával

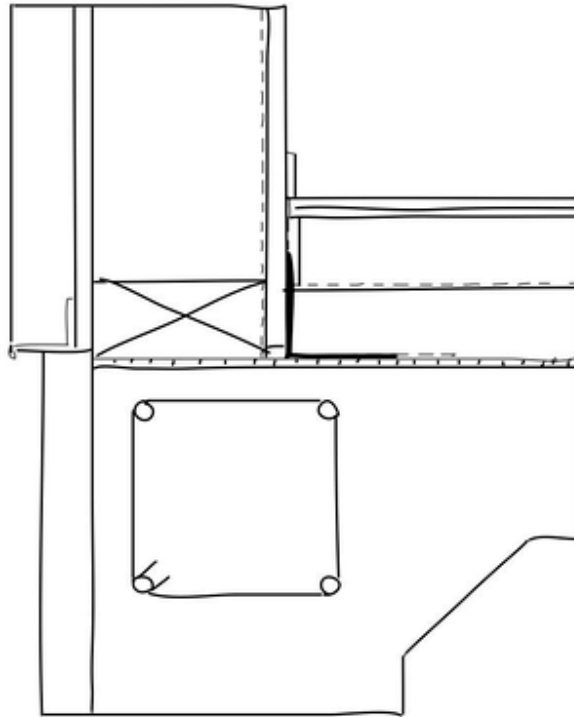
Nyílászáró beépítés megoldására több változat is létezik. A legjobb megoldások a nyílás körüli hőhidak csökkentését irányozzák meg. A hőhid csökkentésének legegyszerűbb módja a homlokzati szigetelés visszafordítása az ablak/ajtó tokjára. Nagyon fontos odafigyelni a párazáró fólia folytonosságára. Ez úgy érhető el, hogy a belső burkolat takarása alatt a fóliát és a nyílászáró tokját egy széles, párazáró ragasztószalaggal átragasztják. Használható megoldás, hogy beépítés előtt a nyílászáró tokjának élére egy csík párazáró fóliát rögzítenek, ami könnyen összedolgozható a fal párazáró fóliájával.



nyílászáró-beépítés vízszintes csomópontja

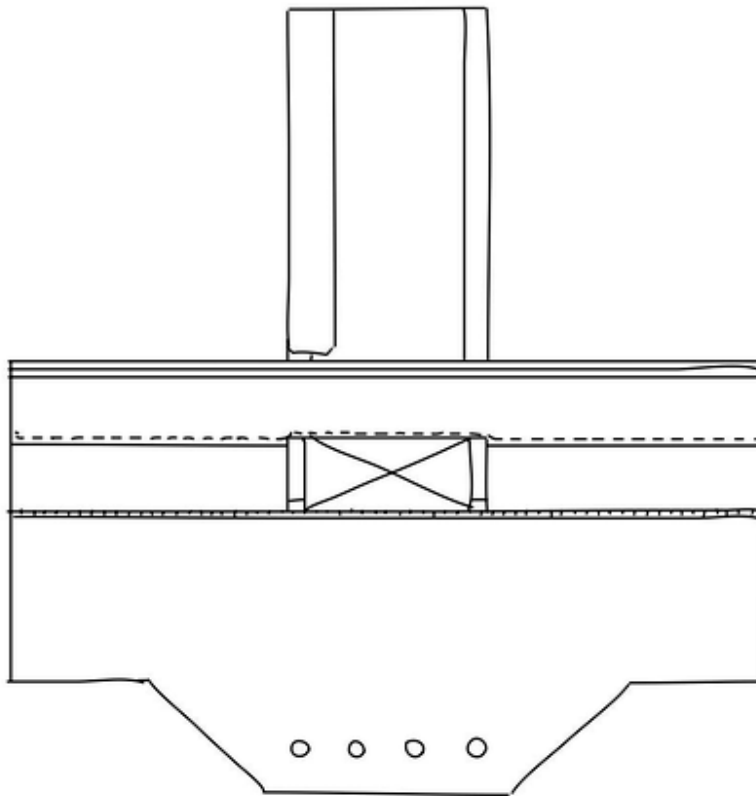
A falszerkezet-alaptest kapcsolata a függőleges metszeten mutatható be legjobban. A panel elhelyezése úgy történik, hogy a szerkezeti rész kerüljön egy síkba az alaptest (fogadólemez) élével. Így a homlokzati szigetelés és a vékonyabb lábazati szigetelés között egy vízorr alakul ki. A homlokzati szigetelőrendszer vízcseppentővel ellátott lábazati indítóprofilon nyugszik. A lábazat magassága legalább 30-50 cm legyen, és lehetőség szerint készüljön kavicságy az épület körül. Ez megakadályozza, hogy káros mennyiségű víz csapódjon fel a vízszigetelés szempontjából kényes lábazati csatlakozáshoz. A fogadólemezen üvegszövet-erősítésű bitumenes lemezszigetelés készül. Ezt célszerű az építés előtt csak a falak vonalában lefektetni, a helyiségek alatt pedig csak közvetlenül az aljzatolás előtt készíteni. Így elkerülhetjük a szerkezetiépítés során előforduló sérüléseket. A falak alá természetesen olyan széles csíkot kell tenni, hogy az előírt átlapolással összedolgozható legyen a később lefektetett rétegekkel. A falak rögzítése L-vasakkal történik, amiket az építés előtti napon, csaptatózsinorral kitűzött fal-vonalak mentén, beton-dübelekkel rögzítenek. A dübelnél átszúrt vízszigetelést bitumenes kent szigeteléssel, illetve ragasztóval kell folytonosítani. a falpanel alján túllógatott párazáró réteget össze kell dolgozni a vízszigetelő réteggel. A legegyszerűbb megoldás itt is a visszahajtás és tömítőszalag alkalmazása. Amennyiben a falak szintezéséhez használt ékelés nem teszi lehetővé, hogy párazárás folytonosságát a tömítőszalag biztosítsa, úgy a fóliát egy toldással a vízszigeteléshez kell ragasztani. Az aljzatolás során lefektetik a lépésálló szigetelést, majd erre egy polietilén fólia kerül, hogy az aljzatbeton nedvessége ne szivároгjon el a szigetelés felé. Fontos, hogy a beton körül dilatációs szivacsréteg kerüljön elhelyezésre. A padlóburkolat lehet kőlap, kerámia, parketta, laminált padló, PVC, vagy egyéb burkolati anyag. Padlófűtés esetén a fűtőcsövek (a hagyományos építési technológiákkal azonos módon) aljzatbetonban kerülnek kialakításra. ábra –

nyílászáró-beépítés vízszintes csomópontja



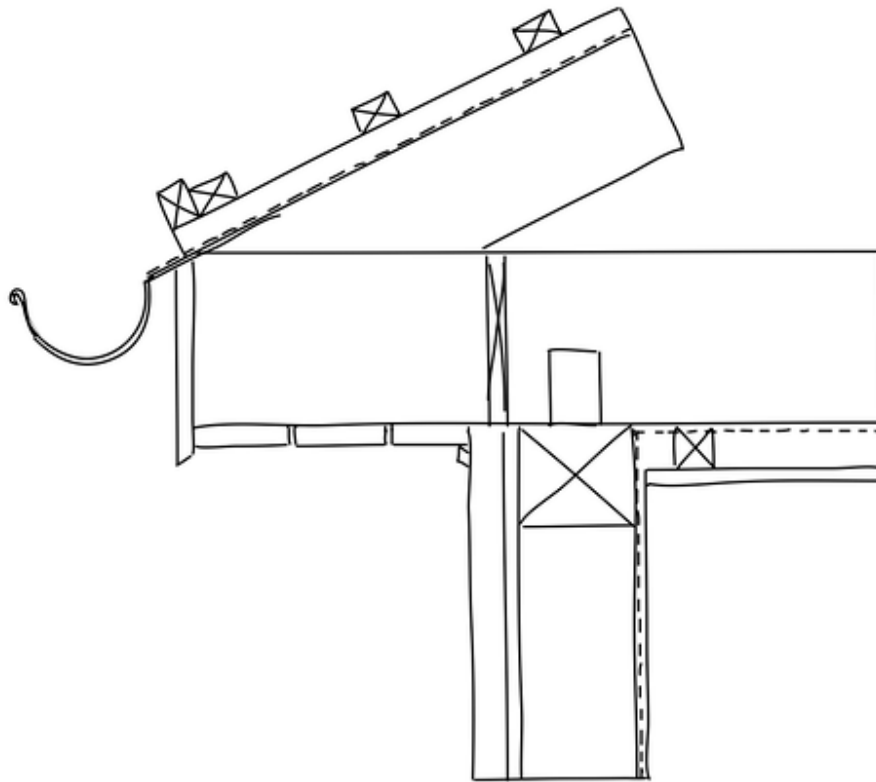
falszerkezet és alaptest kapcsolata

Belső falak és alaptest kapcsolatánál a nyílások kialakítását kell megemlíteni. A falpanel alsó vízszintes eleme nagyjából azonos vastagságú a lépésálló hőszigeteléssel. A technológiai fólia folytonos lefektetésével megóvhatjuk a faelemet a beton nedvességétől, és folytonos alzatbeton-téteget tudunk kialakítani. Ezután tetszőlegesen készülhet küszöbös, vagy küszöb nélküli belső ajtó, a falszerkezet nem korlátozza az igényeket.

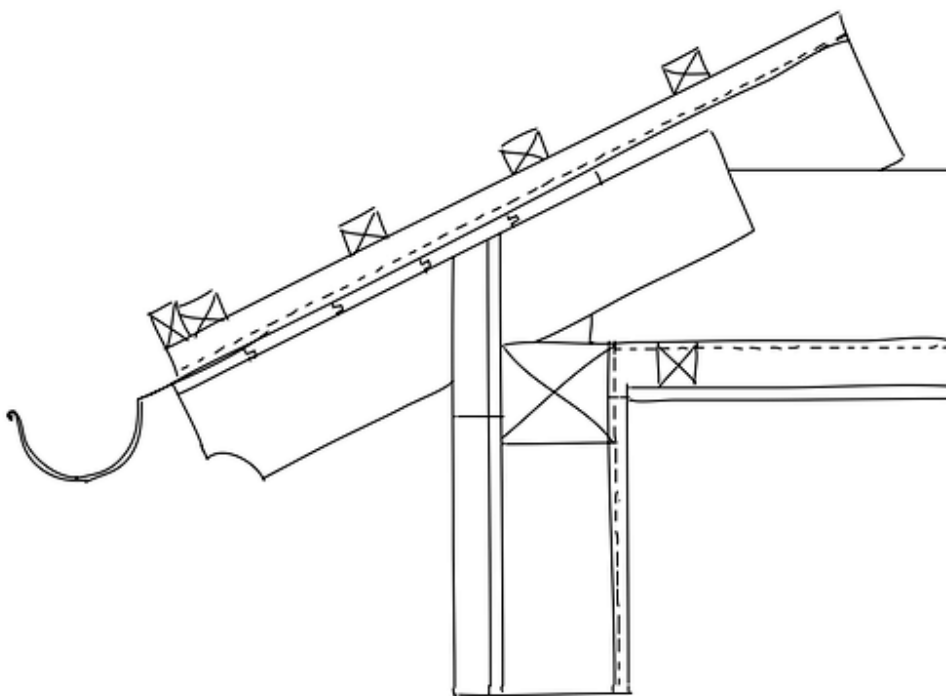


belső fal és alaptest kapcsolata ajtónyílásnál

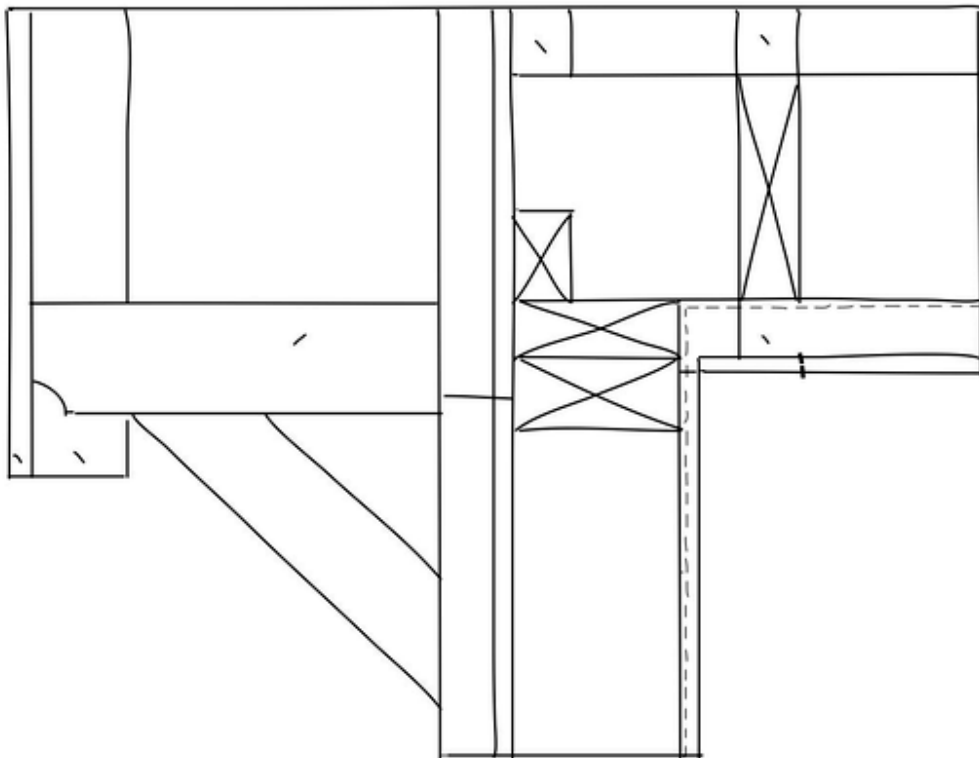
A külső falak felső csomópontja egyszintes, vagy két teljes szintes épületek esetén fal és rácsostartó-tető kapcsolat. Fő jellemzője, hogy a földem mindenképp helyszínen szerelt kivitel, hiszen csak a rácsostartók elhelyezése után, azok alsó övéből alakítható ki. Az alsó övek és a szerelő lécvázak közötti tereket ásvány- vagy üveggyapot szigeteléssel, esetleg cellulózrosttal lehet kitölteni. A párazáró fólia célszerűen a lécváz és a rácsostartó közé kerül, hogy a mennyezeti villanszerelés ne szakítsa meg a fólia folytonosságát. A mennyezeti fólia átlapolással, és ragasztószalaggal rögzíthető a falszerkezet felső oldalán túllógatott fóliával. A mennyezet felső oldalán OSB borítás készülhet, ugyanis a rácsrudak közötti terek padlástérként hasznosíthatók. Az ereszkialakítása többféle lehet: a rácsostartó alsó öve dobozolt párkány kialakítását teszi lehetővé, de ha a rácsostartó csak a fal külső síkjáig ér, lehetőség nyílik ál-szarufavégek rögzítésére, és látszó szaruzatos, felülről lambériával borított ereszkialakításra. Oromfalas kialakítás esetén készülhet dobozolt ereszkvég, de látszó szaruzatos ereszkhez látszó szaruzatos oromzat illik. Ezt úgy lehet megoldani, hogy a fal felső síkjára egy talpszelemen kerül rögzítésre, ami kinyúlik az oromfal elé. Ez a talpszelemen lehet a falpanel túlnyújtott felső eleme is, de akkor azt mindenképp gerenda-keresztmetszetből kell készíteni. Erre a talpszelemenre rögzíthető a hagyományos nyeregretető szarufapárja. Az oromfal burkolása történhet a homlokzati hőszigetelés folytatásával, ilyenkor az oromfalat adó rácsostartóra szerelő lécváz, és építőlemez burkolat kerül. De készülhet faborítással is.



külső fal és dobozolt ereszkialakítású rácsostartó tető

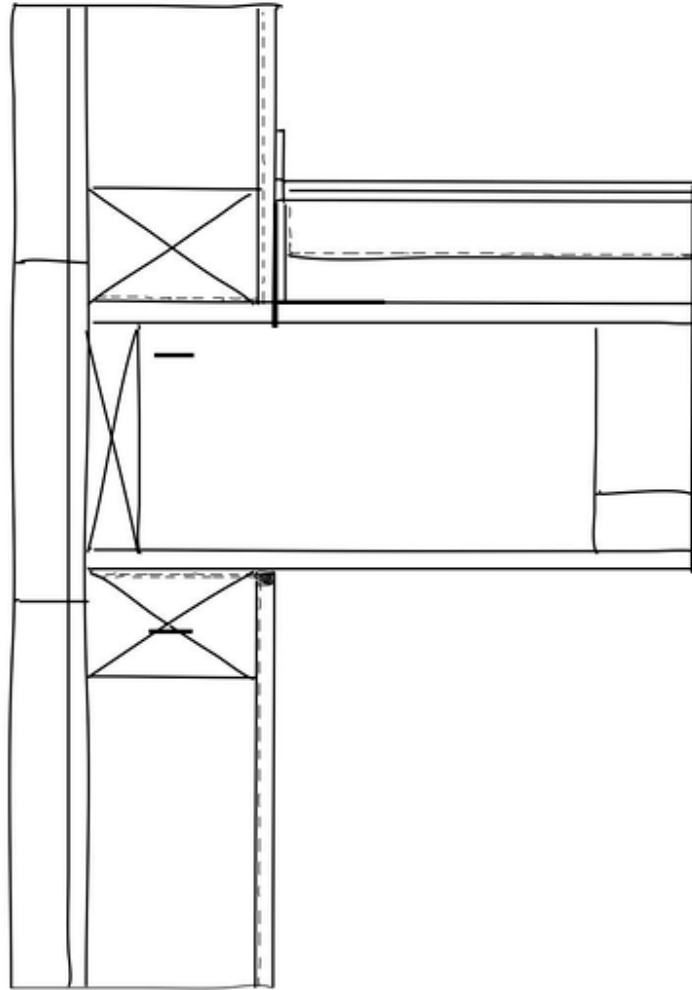


külső fal és látszó szarufavéges ereszkialakítású rácsostartó tető

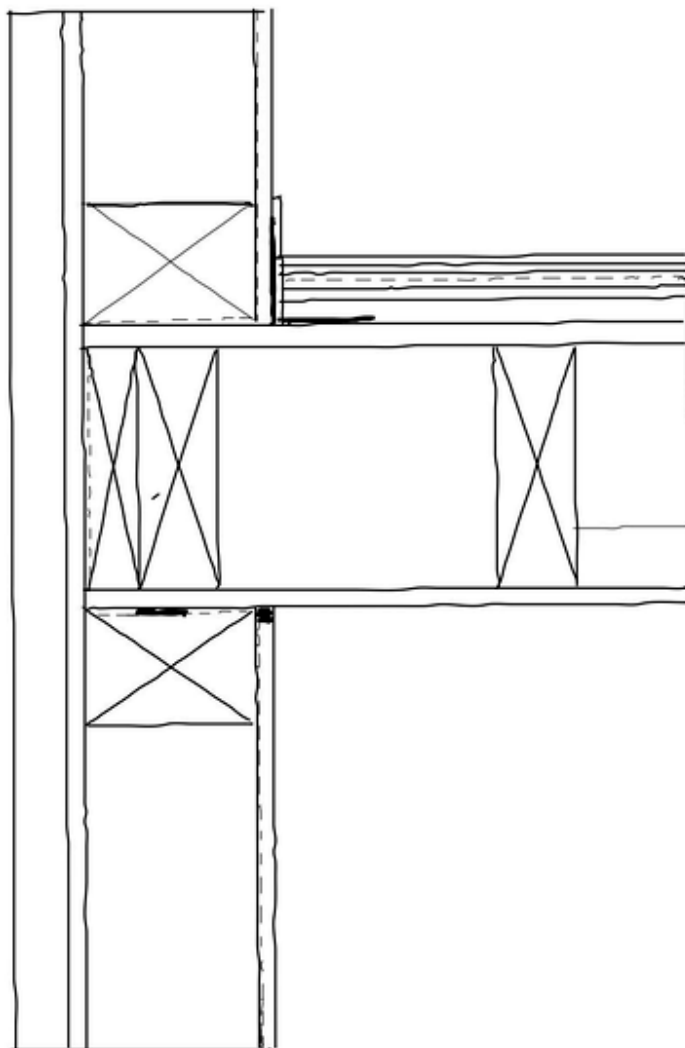


rácsostartó tető oromfalas kialakítással

Tetőtér-beépítéses épületek esetén fal-födém-térfal csomópontról beszélünk. A födémgerendák (akár egyenként elhelyezett, akár panelosan előregyártott födémről beszélünk) a falpanel felső élére ülnek rá, és hosszú faszerkezeti csavarokkal vannak lerögzítve. A falpanel felső eleme emiatt általában gerenda-keresztmetszet, vagy dupla palló. A gerendázat iránya általában olyan, hogy a tetőszerkezet oldalirányú terheit a gerendázat hosszában viselje. A födémbe szigetelés csak a lépéshang-szigetelés céljából kerül, így 5-10 cm-nél többet nem szokás betervezni. Mivel mindkét szint fűtött, ezért a födémbe párazáró fólia nem kerül, azonban az alsó és a felső falszerkezet párazáró fóliáit össze kell dolgozni. Ezt a födém szerkezet „kikerülésével”, a homlokzati szigetelés belső síkján lehet elvégezni. Paneles födém esetén célszerű a födém élére egy csík párazáró fóliát rögzíteni, ami szereléskor tömítőszalagok segítségével összeköti a két falpanel túlnyújtott fóliáit. A térfal (oromzat esetén oromfal) rögzítése a földszinthez hasonlóan L-vasakkal történik. Az L-vasak a födémgerendákhoz vannak rögzítve, szerkezeti facsavarok segítségével.



külső fal-födém-térfal kapcsolat, tetőtéri aljzatbetonnal



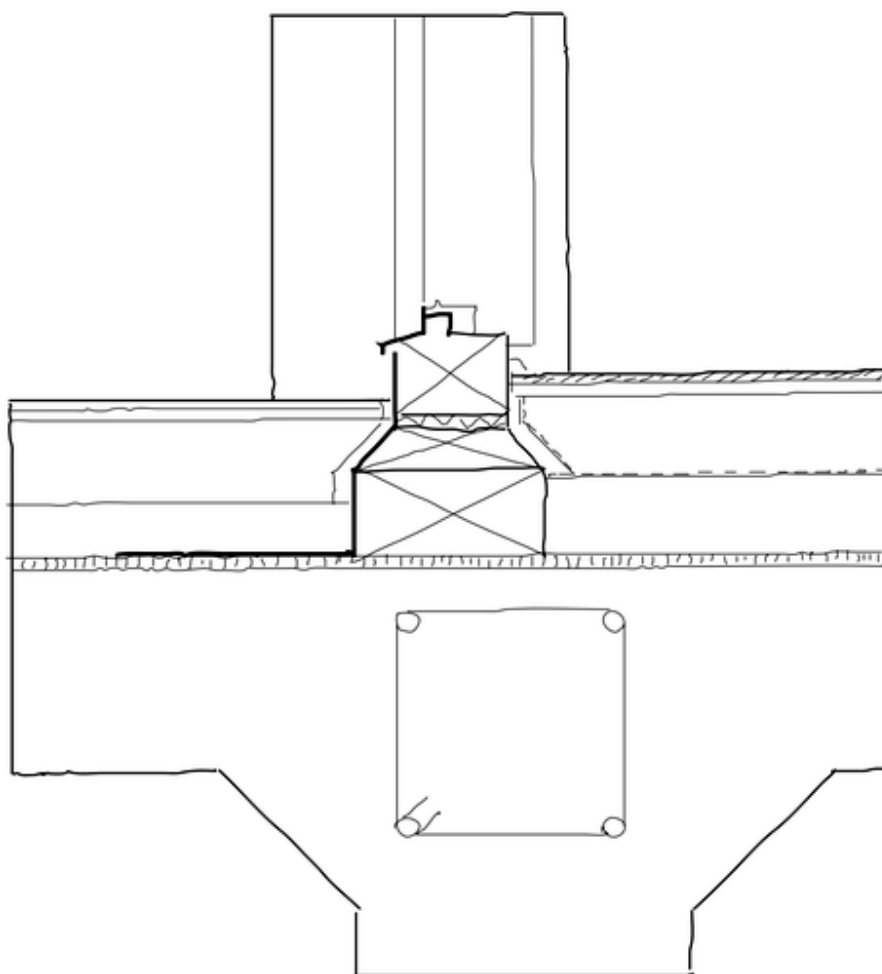
külső fal és oromfal kapcsolata, száraz födémmel

Fontos függőleges csomópont a nyílászáró-beépítés. Az alsó csomópontok közül megkülönböztetünk bejárati ajtó, teraszajtó, valamint ablakcsomópontot. Felső csomópontok nagyjából azonosak, legfeljebb (a nyílászáró függvényében) gyengébb- vagy erősebb áthidaló beépítése szükséges. Bejárati ajtó alsó csomópontjánál a külső tér vízelvezetését kell figyelembe venni. Ezt a külső oldalról felhajtott kiegészítő vízszigeteléssel (lehet bitumenes szigetelőlemez, vagy fémlemez egyaránt), valamint a külső felület 1-2 %-os lejtős kialakításával érhetjük el. A külső oldal lépésálló szigeteléssel való ellátása a csomópont hőhidasságát jelentősen csökkenti. Egy kisméretű előlépcső esetén ez nem okoz többletköltséget.

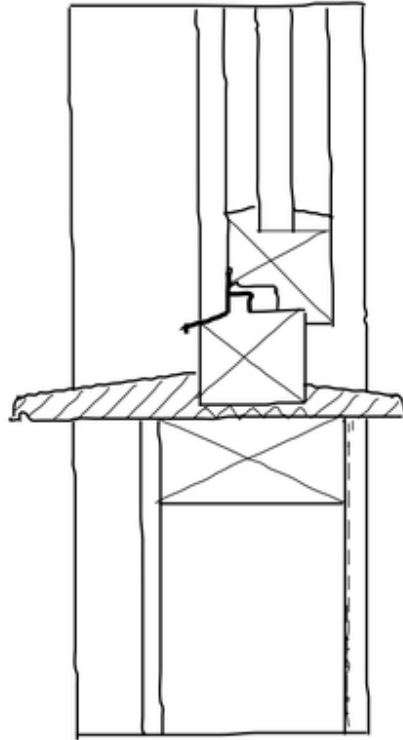
Teraszajtó esetén feltételezzük, hogy a terasz és az épület dilatációs házaggal van elválasztva. Ez szempontból is ajánlatos megoldás. Egy teraszhoz elegendő egy keskeny, kis teherbírásra méretezett alaptest, és dilatációs házagot alkalmazva megszakítjuk a lábazati kapcsolat hőhidját is. A terasz beton fogadólemezen kialakíthatunk egy lejtős, vízszigeteléssel ellátott felületet, ahová párnafákra fektetett faburkolatot tehetünk. A faburkolat házagossága, és a fogadólemez lejtése biztosítja a vízelvezetést, míg a párnafák magasságával egészen a teraszajtó küszöbéig emelhetjük a szintet. A párnafák közé esztétikus kavicssterítés készülhet. Az ablak alsó csomópontjánál a parapet-elem keresztmetszetének kiválasztásával jelentősen csökkenthetjük a csomópont hőhidasságát. A külső oldalon a vízelvezetés

szempontjából szükséges egy vízzel túlnyújtott könyöklő, ami anyagát tekintve lehet kő, műkő, fémlemez, műanyag, vagy fa. A belső oldalon egyaránt tehetünk ablakdeszkát, vagy befördíthatjuk a belső oldali burkolatot.

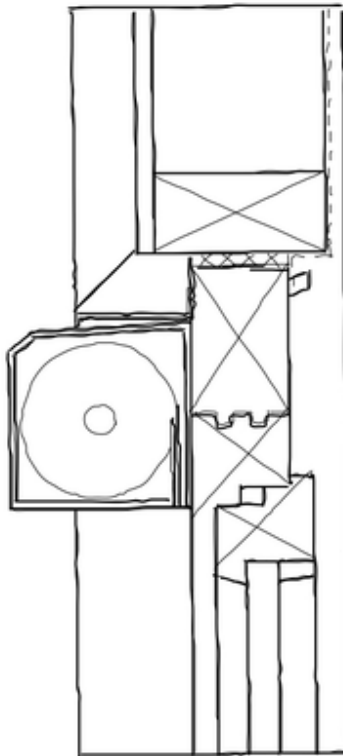
A felső csomópont kivitele hasonló a vízszintes csomóponthoz. A homlokzati hőszigetelést vissza kell fordítani a tok elé, és ide egy vízcseppentős indítóprofil is be kell építeni. Tokmagasítás külső redőnydoboz annyival magasabb nyílást kell készíteni, amennyit a tokmagasító megkövetel. Rejtett redőnydoboz esetén a szerkezet kialakításnál a redőny gyártójának előírásait kell figyelembe venni. Nyílászárók beépítésekor a párazáró fólia folytonosságára a vízszintes ablak-csomópontnál említett megoldásokkal kell eljárni.



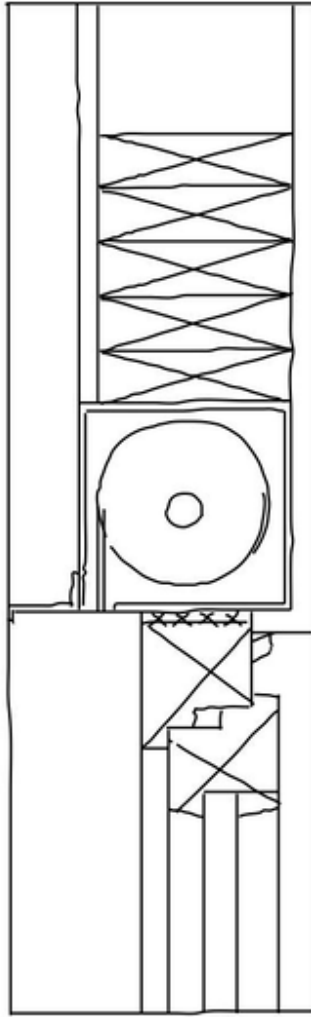
bejáratú ajtó alsó csomópontja



ablak alsó csomópontja



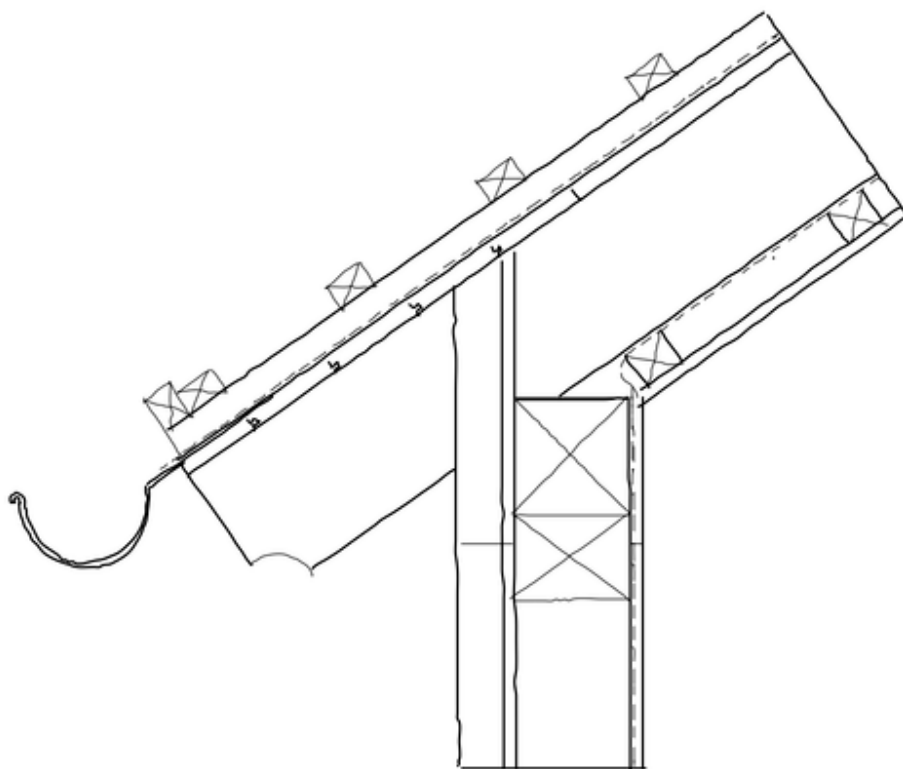
ablak felső csomópontja, tokmagasítós külső redőnyyel



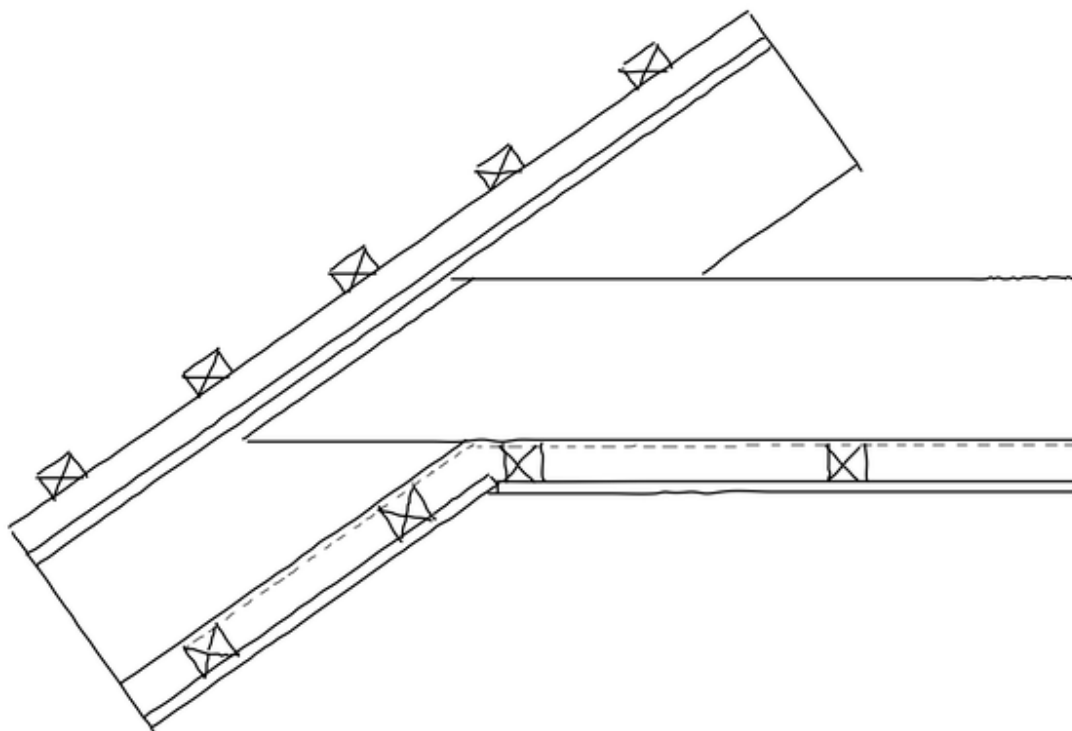
ablak felső csomópontja, rejtett redőnnyel, rétegelt ragasztott áthidalóval

A tetőszerkezet általában egyszerű, szelemenes fedélszék. Gyakori megoldás, hogy az oromfalakra letámasztott középszelemenek, illetve gerincszelvény nagy keresztmetszetű rétegelt-ragasztott gerendából készülnek, és nincs szükség köztes alátámasztásra. A szelemenes fedélszék előnye, hogy a szarufák paneles kivitelben is felhelyezhetők rá. megfelelő számú szelemen alkalmazásával viszonylag alacsonyra csökkenthető a tetőből eredő vízszintes teher. A tető merevítését a tetőtéri térdfalak és harántfalak keretszerű összekötése, valamint a fogópárszinten, és a tetősíkokon kialakított merevítő burkolatok végzik. A hőszigetelés a szarufák-, és a belső oldali szerelő lécváz között elhelyezett ásvány-, vagy üvegyapot szigeteléssel, szarufák síkjára fektetett teherhordó farostlemezzel, valamint szarufák feletti poliuretán-hab szigeteléssel oldható meg. A párazáró fólia folytonossága itt is elengedhetetlen. A belső oldali hőtárolótömeg a burkolat többszörözésével javítható. Ez egy tetőtér esetén különösen fontos, hiszen a tetősíkokat sokkal kedvezőtlenebb szögben éri a napsugárzás, mint a falakat. A tetősík külső oldalán páraáteresztő fólia (tetőfólia) kerül, majd ellenlécek és tetőlécek. Az ellenlécek magassága a tetősík hosszának, és a tető hajlásszögének függvényében határozandó meg, a héjazat alatti kiszellőzés biztosításának céljára. Ne elégedjünk meg a fektetett tetőléccel, főleg egy vastagon szigetelt tetősík esetén, az ellenléc magassága legyen 5-8 cm között. A cseréplécek távolsága a cseréptípus függvénye, amiről a gyártó a műszaki adatlapokon, és tervezési segédletekben rendelkezik.

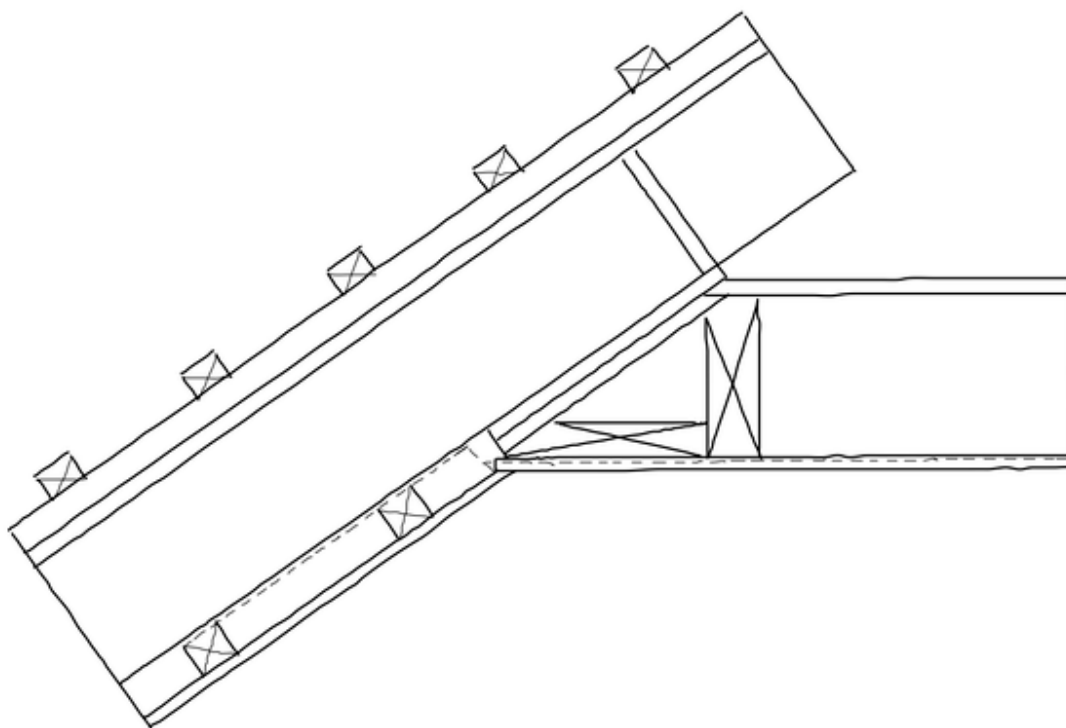
Héjazatként alkalmazható bármilyen cserép, zsindely, vagy fémlemez. Ezek alkalmazása a hagyományos szerkezetű épületekkel teljesen azonos.



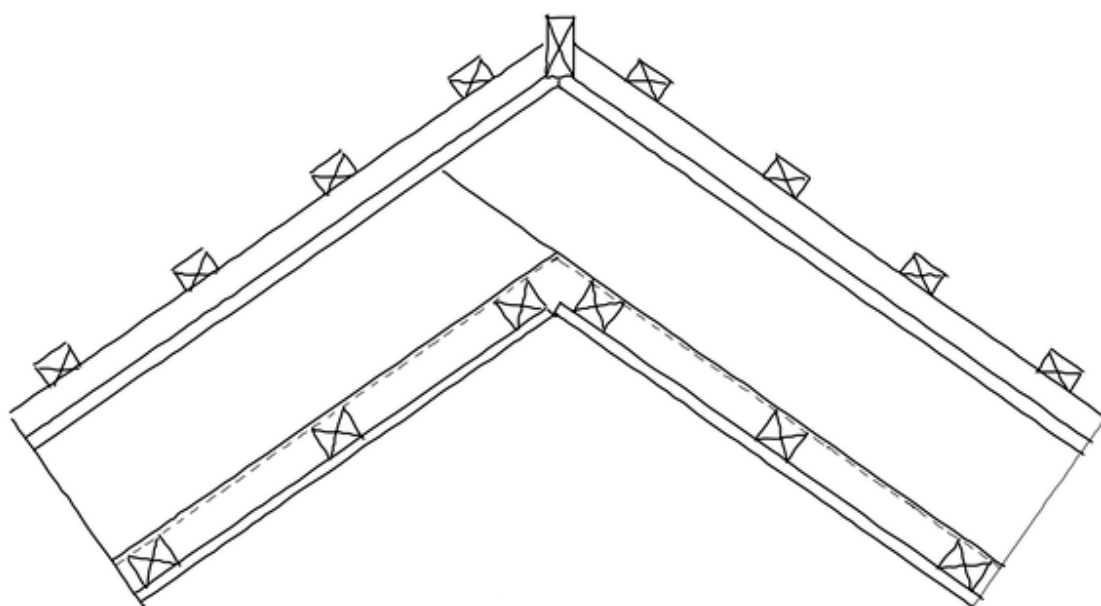
tetőszerkezet és térfal kapcsolata



tetőszék és fogópársík kapcsolata



tetősík és fogópársík kapcsolata, paneles fogópársík



gerinccsomópont

3.6. Az állványszerkezetes faház

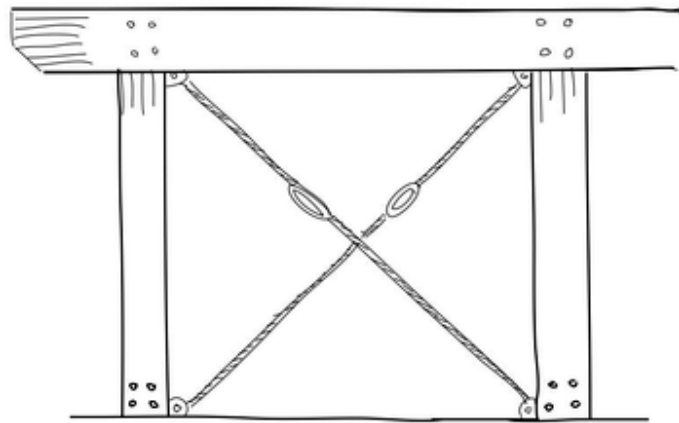
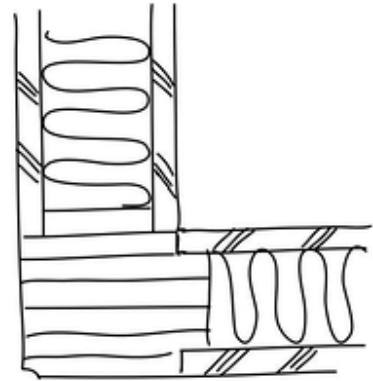
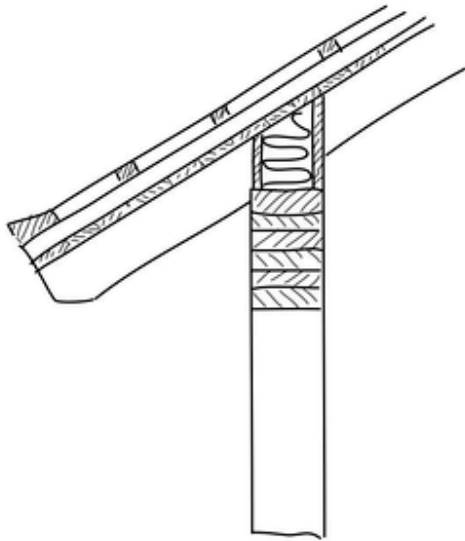
A vázas építési mód egy másik példája az állványszerkezetes épület. Itt a függőleges tartószerkezet nagy keresztmetszetű oszlopokból áll, amik az épület teljes magasságáig emelkednek, és egyben a tetőszerkezet székoszlopaiként is funkcionálnak. A vízszintes tartószerkezet ezekre az oszlopokra kerül, egy főtartó-melléktartó rendszernek megfelelően. Az épület merevítése az oszlopközökbe helyezett, rendszerint acélsodronyból, vagy köracélból készülő andráskeresztekkel történik. A merevített mezőket valamilyen építőlemezzel, vagy kifalazással látják el, de a merevítés nélküli mezők teljes építészeti

szabadságot nyújtanak, gyakori, hogy teljes üvegfelülettel készülnek. Ez az építési mód hatalmas nyílásaival egy szellős, világos, modern építészeti stílust teremt.

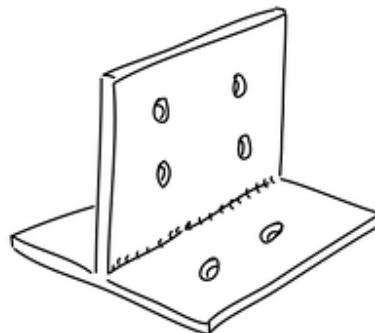
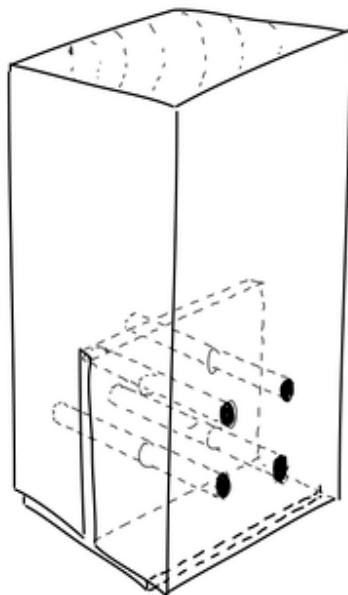


állványszerkezetes lakóépületek

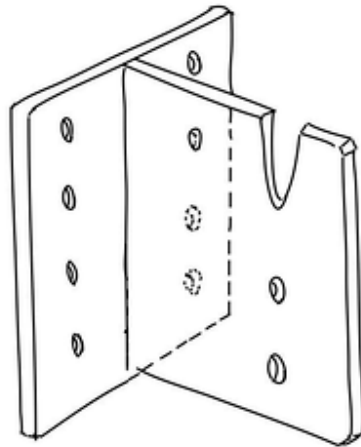
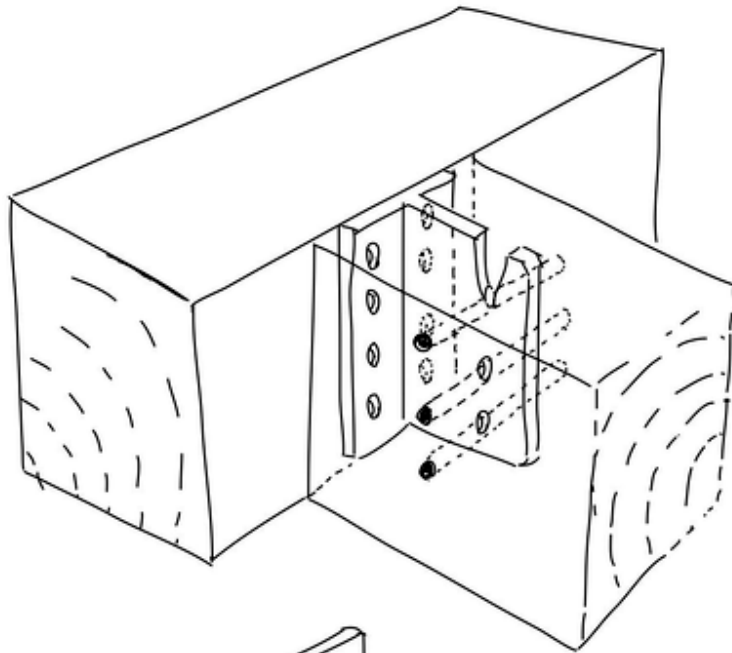
A rendszer kialakítása modern anyagokat és megoldásokat követel meg. A nagy keresztmetszetű oszlopok és gerendák általában rétegelt-ragasztott fából készülnek, az oszlop-szelemen kapcsolat betétes-, vagy hengeres fakötés, átmenőcsavar. Az acélsodrony bekötése a csomópontokba acél csomóponti lemezzel történik. Az oszlopok kapcsolat az alappal fémpapucs, vagy hasonló vasalat. A főtartó-melléktartó kapcsolata, ha azok egy síkban vannak gerendafüggesztő vasalattal van kialakítva. A rendszer tartóelemei általában látszó szerkezetként jelennek meg, így kivitelük a legmagasabb esztétikai követelményeknek is meg kell, hogy feleljen. A faelemek látszó minőségűek, csiszolt, fózolt kivitelűek. A vasalatok esztétikus rejtett típusok, általában a fűzőcsavarok végeit lezáró fémkupakokon, vagy fadugókon kívül semmi sem látszik.



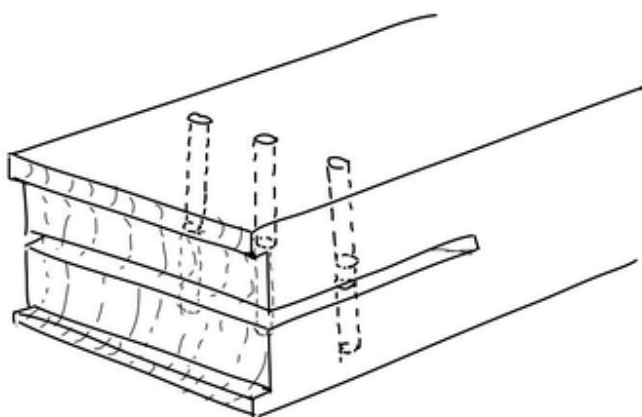
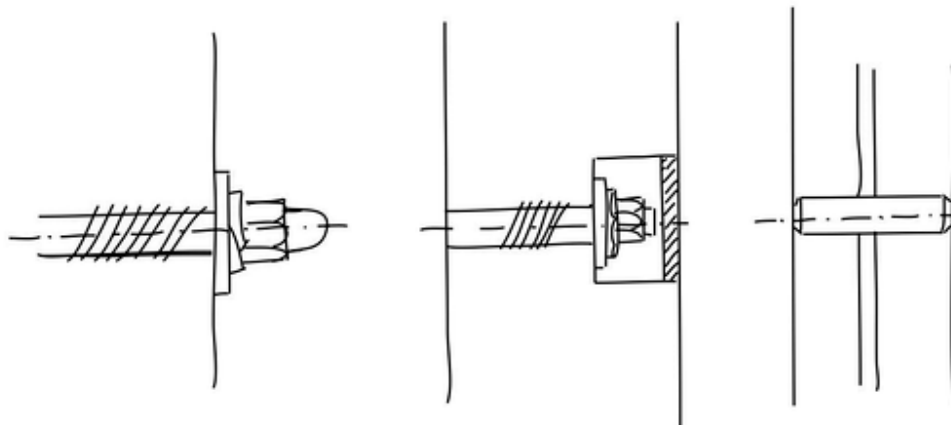
Állványszerkezetes rendszer alapelemei



oszloppapucs

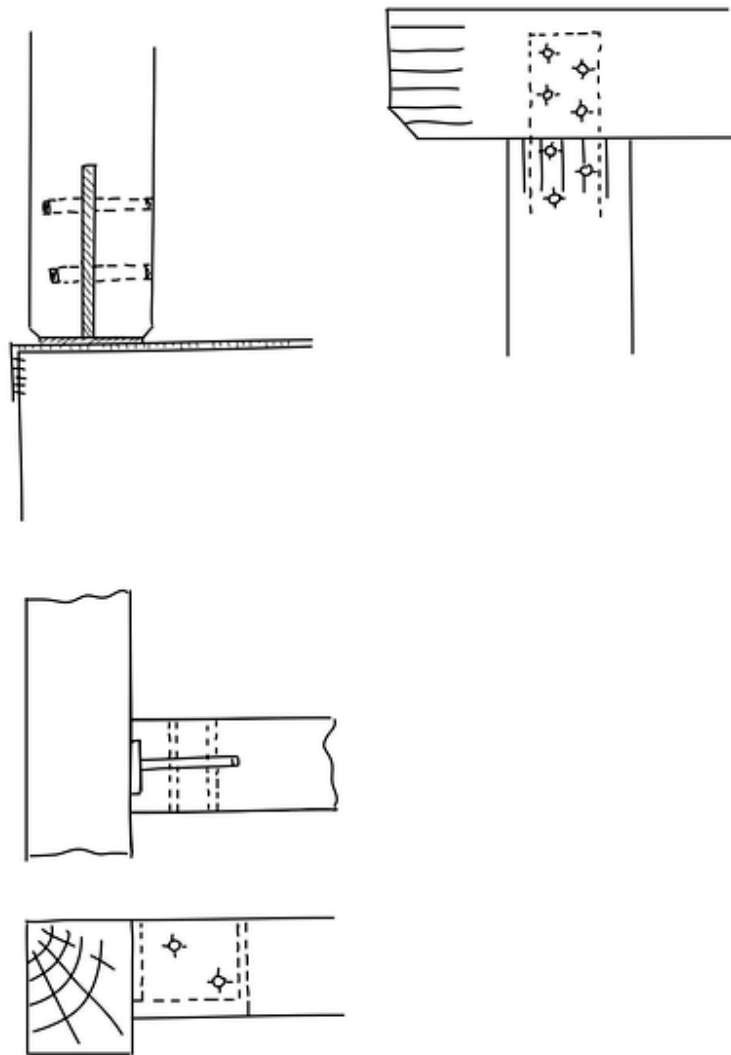


gerendafüggesztő vasalat

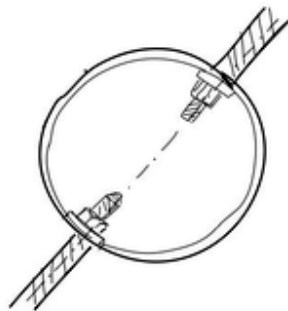
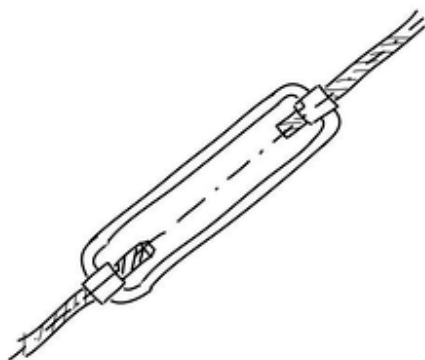
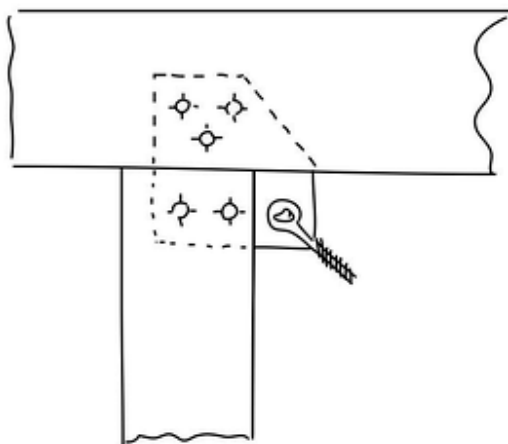


fémkupakos csavar, fadugó, acéldübel

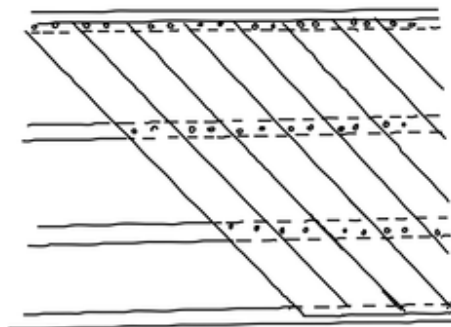
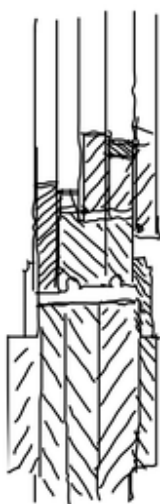
Az építési rendszer nagyfokú előkészítéssel készíthető. A tartóelemekbe a kötések furatai, sliccei üzemben, kézi, vagy automatizált célszerszámmal készülnek. Ezek biztosítják, hogy a kötések a helyszínen gyorsan, és esztétikusan kivitelezhetőek legyenek. Az építéshez elengedhetetlen az autódaru, hiszen az egyes alkatrészek a nagy keresztmetszetek és hosszak miatt, illetve a helyére emeléskor a már rászertelt vasaltok miatt nagyon nehezek. A merevítések elhelyezése folyamatosan történik. A sodronykeresztek többféleképpen kapcsolódhatnak egymáshoz: legegyszerűbb megoldás, ha mindkét szárban egy-egy feszítő-elem kerül beszerelésre; egy másik, látványosabb megoldás, ha egy acélgyűrű készül, ami az andráskereszt metszéspontjába kerül, és átlósan mind a négy szál bele van kötve egy-egy hatlapfejű csavarral. Mindkét megoldásnál fontos, hogy az épület összeszerelése után (finombeállítás és végelegesítés céljából) után lehessen feszíteni a merevítésnek, hiszen az üvegezett alkatrészek csak azután szerelhetők be. Az épület vízszintes síkú merevítését a földémszint borítása biztosítja, a korábban ismertetett építési rendszerekhez hasonlóan. A tetőszerkezet kizárólag szelemenés fedélszék lehet.



Állványszerkezetes rendszer - részletek



Állványszerkezetes rendszer - részletek



Állványszerkezetes rendszer - részletek

20. fejezet - Fa alapú, teherviselő faszerkezetek épületfizikai ellenőrzése (tervezet)

Tartalom

[1. Vizsgált faltípusok kiválasztásának szempontjai](#)

[2. Vizsgált faltípusok](#)

[3. Vizsgálat tervezett menete](#)

[4. A bevizsgálás eszközfeltételei](#)

[5. A kísérletek eredményeivel szembeni elvárásaink](#)

1. Vizsgált faltípusok kiválasztásának szempontjai

1. piacon jelen van
2. piaci részesedéssel bír vagy bírhat
3. építési költségei az adott műszaki tartalom mellett szokványos
4. hatályos épületfizikai és energetikai követelményeknek megfelelő szerkezet építhető belőle

2. Vizsgált faltípusok

1. (boronafal-20 cm, hézagkitöltő szivacs nélkül)
2. boronafal-20 cm, hézagkitöltő szivaccsal
3. 16 cm vastag bordaváz, közötté szálás hőszigetelés+5 cm külső hőszigetelés
4. 16 cm vastag bordaváz, közötté szálás hőszigetelés+5 cm külső hőszigetelés-átszellőztetett (párazáró fólia nélkül)
5. 3 rétegű boronafal

3. Vizsgálat tervezett menete

1. Számítások - a kiválasztott szerkezetek ellenőrzése a hatályos előírások szerint és optimalizáció
2. A kiválasztott, a számítások szerint ellenőrzött és az előírásoknak megfelelő falszerkezetek alapanyagainak beszerzése
3. A falszerkezetek összeállítása a mérés helyszínén, a mérőszondák beépítése a szerkezetbe
4. A falszerkezetek bevizsgálása
5. Hőtérkép készítése a hőhidak vizsgálatára

4. A bevizsgálás eszközfeltételei

1. a cél egy valóságos lakótér-külső tér klimatikus viszonyainak létrehozása – belső tér: = 50-70 %, $t = 23^{\circ}\text{C}$, külső tér: = 90 - 100 %, $t = -5 - -10^{\circ}\text{C}$
2. a vizsgált felület legalább 1 m² – pl.: 1x1 m
3. mérőszondák: minden réteghatáron [%]-t és $t [^{\circ}\text{C}]$ -t mérünk(egy réteghatáron több ponton is) és függvény változása

4. programozhatóság – 1 héten keresztül az időjárásperiódusok és szellőztetés
5. a hőtérkép elkészítéséhez szükséges thermo fényképezőgép

5. A kísérletek eredményeivel szembeni elvárásaink

1. az előzetes számításoknak megfelelő, tényleges U értéket kapunk a vizsgált szerkezetekre
2. faanyag hővezetési tényezőjének az ellenőrzése – valóban $=0,11-0,13$ [W/mK](fenyő, rostra merőlegesen)
3. az adott szerkezetre valós hőfokesési és párányomás esési görbék felvétele
4. kondenzáció vizsgálata, elsősorban a réteghatárokon
5. hőhidak kiszűrése

21. fejezet - A fa kültéri alkalmazása

Tartalom

- [1.](#)
- [2. Vonatkozó előírások](#)
- [3. A kitettségi osztályozás](#)
- [4. A konstrukciós faanyagvédelem alapjai](#)
 - [4.1. Fafajválasztás](#)
 - [4.2. A megelőző vegyi védelem](#)
 - [4.3. Felületkezelés](#)
- [5. Különös odafigyelést igénylő épületszerkezeti pontok](#)
 - [5.1. Oszloplábak kialakítása](#)
 - [5.2. Vízszintes tartóelemek védelme](#)
 - [5.3. Oszlopok és könyökök kapcsolata](#)
 - [5.4. Pergolák és autóbeállók](#)
 - [5.5. Járható szerkezetek](#)
 - [5.6. Terepszinten fekvő padozat](#)
 - [5.7. Tartószerkezettel ellátott padozat, terasz](#)
 - [5.8. Erkélyek](#)
 - [5.9. Külső lépcsők](#)

1.

A fa az új kültéri anyagok megjelenése ellenére sem veszített korábbi népszerűségéből. A magán- és középületek tervezése során egyre gyakrabban kerülnek szóba a különböző fa vagy faalapú termékek. Azonban az anyagválasztással szinte párhuzamosan tevődik fel a fa tartóssági és időjárás-állósági kérdése is. A téma bővebb kifejtése előtt mindenképp gondolni kell arra, hogy semmi sem tart örökké. Különösen igaz ez a faanyagra, ami természetes eredete révén óhatatlanul a természet anyagkörforgásának része. Ennek ellenére a fának megvannak a maga előnyei: a környezetkímélő feldolgozhatósága, a könnyű és olcsó megmunkálhatósága, az alacsony önsúlya lehetővé teszi, hogy a megfelelő élettartam elteltével különösebb költségárfordítás nélkül lecserélhető legyen, így a fa alkalmazása kellőképp megvalósítja a környezettudatos gondolkodásmódot.

2. Vonatkozó előírások

Az egyes fából készülő épületelemek gyakran építési engedély-kötelesség alá esnek. Emellett teherhordó elemek esetén a statikai megfelelőséget is igazolni kell. A kérdés tisztázására a helyileg illetékes építési hatóság hivatott. Az építmények és épületelemek között megkülönböztetünk teherhordó és nem teherhordó elemeket. A teherhordó elemek természetesen nagyobb szigorral kezelendők, így azokhoz csak az érvényes statikai szabvány által szerkezeti célokra alkalmasnak ítélt faanyagok használhatóak. Ezen felül figyelembe kell venni a faanyagvédelmi szabványt is. Adott esetekben a figyelembe veendő előírásokat a tűzvédelmi szabványok egészítik ki. Az, hogy egy alkatrész teherhordó, vagy nem teherhordó kategóriába tartozik, mindig az adott beépítés és funkció határozza meg. A kérdés eldöntésére érdemes szakemberrel (statikus vagy építész tervező) konzultálni.

3. A kitettség osztályozás

A fa épületelemeket a beépítés szerint 5 veszélyeztetettségi csoportba, úgynevezett kitettségi osztályba sorolhatjuk. Minél magasabb a besorolási osztályzat, annál nagyobb a biológiai veszélyeztetettség, vagyis a kitettség. Odafigyelést igényelnek azok a kültéri elemek, melyek repedéseiben, réseiben, esetleg szerkezeti kötéseiben szennyeződés gyűlhet össze, mert a szennyeződés megakadályozza az itt megülő nedvesség gyors kiszáradását, így kiváló melegágyat teremt a különböző kórokozóknak. Emiatt az ilyen beépítést a legveszélyesebb, 4-es kategóriába kell besorolni.

1. 0: Folyamatosan ellenőrizhető beltéri alkalmazás pl. látszó gerendázat
2. 1: Beltéri alkalmazás pl. elburkolt gerendázat
3. 2: Fedett kültéri alkalmazás pl. padlástér
4. 3: Fedetlen kültéri alkalmazás pl. erkélygerendák
5. 4: Folyamatos föld vagy vízkontaktus, szennyeződő repedések pl. paliszádelemek, beásott oszlopok

4. A konstrukciós faanyagvédelem alapjai

A fa organikus eredeténél fogva az anyag-körfolyamatok része, így a lebontó szervezetek (gombák) kedvelt tápláléka. Azonban abban az esetben, amikor a fa nedvességtartalma nem haladja meg tartósan a 20%-ot, nem kell gombakárosítással számolnunk. Ha pedig figyelembe vesszük azt is, hogy a károsító rovarok -magasabb rendű élőlényként- szinte kizárólag olyan fákat támadnak meg, amiket már valamilyen gombafaj „előemésztett”, akkor tudjuk: a gombakárosítást megelőzve kizárhatjuk a rovarkárosítást is. Ezt szárított alapanya alkalmazásával, és a megfelelő óvintézkedések betartásával az esetek nagy többségében biztosítani is tudjuk. Konstrukciós faanyagvédelemnek nevezzük azokat a megoldásokat, amikor a szerkezet kialakításával védjük meg a fát a tartós nedvesedéstől, és így távol tartjuk a károsítókat. Ennek egy látványos példája, ha a fa erkélyt elötetővel látjuk el, így nem éri a szerkezetet az eső. A konstrukciós faanyagvédelem másik területe az alapanyag kiválasztás. Például a fenyő vázas faház alsó eleme tölgyből készül, vagy a kültéri szerkezetek bélmentes (és ezáltal repedésmentes) gerendából készülnek, kizárva a repedésekbe beülő, nedvességet magába szívó szennyeződést. A konstrukciós faanyagvédelem tehát nem a vegyi anyagokra, hanem az átgondolt tervezésre alapozza a hatékonyságát. Azonban nem nélkülözi teljesen a vegyipar termékeit. Kültéri

beépítés esetén az időjárás viszontagságai (a napfény UV tartalmának fakító hatása, a csapadék okozta nedvességingadozás) szűrítik, koptatják a felületet. Ez ellen csak a különböző pigmentanyagokkal ellátott felületkezelő anyagok alkalmazása nyújthat megfelelő védelmet.

4.1. Fafajválasztás

A szerkezeti kialakítás mellett kihasználhatjuk a fafajok természetes ellenálló képességét is. Némelyik fafaj gesztje a károsítókra kifejezetten mérgező hatású anyagokat is tartalmaz. A szíjács azonban szinte minden fafaj esetén védtelen mindenféle hatás ellen, így tartóssága nem vehető figyelembe. Ez egyben azt is jelenti, hogy a beépítendő alkatrészeknek szíjácsmentesnek kell lennie ahhoz, hogy a természetes ellenállóképességet figyelembe vehessük. A vonatkozó szabványok lefektetik, hogy az egyes fák gesztje milyen tartóssági csoportba tartozik. A csoportosítás a gombakárosítással szembeni ellenálló-képesség szerint, 1-től 5-ig különít el kategóriákat. Az 1-es „nagyon tartós”, míg az 5-ös „nem tartós” besorolásra utal.

Duglászfenyő (3) telítve a legmagasabb kitettséget is bírja

Lucfenyő (4) ragasztott tartószerkezetekhez alkalmazott alapanyag

Erdei fenyő (3-4) gyantás, impregnálva a legmagasabb kitettséget is bírja

Vörösfenyő (3-4) gyantás, kültéri kitettséget vegyi kezelés nélkül is bírja

Jegenyefenyő (4) telítve a legmagasabb kitettséget is bírja

Vöröstölgy (4) kültéri alkalmazása nem megengedett

Nemes tölgyek (2) csersavtartalma révén tartós, a fémeket korrodálja

Akác (1-2) kis mennyiségben és méretben érhető el, korrozív hatású

A beépített faanyag nedvességtartalmára a statika és a faanyagvédelmi szabványok egyaránt a legfeljebb 20 %-os értéket írják elő, ezzel csökkentve a beépítés utáni száradás okozta alakváltozásokat és repedéseket, valamint a kékülést okozó, illetve penészgombák megjelenését. Ez tölgy és némely trópusi fafaj kültéri alkalmazása esetén nem kötelező, de ilyen esetekben a szerkezet kialakításával biztosítani kell a bekövetkező alakváltozások utólagos megszüntethetőségét. A bélátvágott és a bélmentes alkatrészek alkalmazása hatékonyan csökkenti a hosszanti repedések kialakulását. Kültéri kitettségre tervezett ragasztott tartókhoz a statikai szabvány maximalizálja az alkalmazott lamellák vastagságát. Az intenzív napsütés és csapadékhatás repedésveszélyét jó hatásfokkal lehet elkerülni, ha a lamellavastagság nem nagyobb 33 mm-nél. Itt kell megemlíteni a napjainkban elterjedő fém kötőelemeket is. Ezek korrózióvédelméről a statikai szabvány rendelkezik. A tűzihorganyzott felületkezeléssel ellátott acél kötőelemek csak alacsonyabb korróziós hatású légkörben alkalmazhatóak. Közepes, és magas korróziós hatású légkörben ennél hatásosabb védelem szükséges. A gyakorlatban a magasabb költségek ellenére is szívesen alkalmazzák a rozsdamentes acélt, amivel elkerülhető mindenféle rozsdaszennyeződés a fafelületen. Emellett a magas csersavtartalmú fafajok (tölgy, vörösfenyő) korróziós hatásának is kitűnően ellenáll.

4.2. A megelőző vegyi védelem

A megelőző vegyszeres faanyagvédelem módszerét kell alkalmazni abban az esetben, ha

1. a konstrukciós faanyagvédelmi módszerek nem, vagy nem elég hatékonyan alkalmazhatóak

2. a célnak megfelelő, természetes ellenállással rendelkező alapanyag nem áll rendelkezésre a megfelelő mennyiségben, vagy minőségben

3. a célnak megfelelő alapanyag gazdasági vagy egyéb okból nem kerülhet alkalmazásra
Vagyis a kitétségnek megfelelően egy célra alkalmas fafajt, vagy egy vegyszeres kezelési módot kell választani

pl.

a. Erkélygerenda tető alatt (nedvesedés ellen védve, folyamatosan ellenőrizhető), 0-ás kitétség, 4-es tartóssági osztály, vegyszeres kezelés: nem szükséges

b. Erkélygerenda bádогоzva (a bádогоzás révén csak oldalról veri az eső), 2-es kitétség, 3-as tartóssági osztály, vegyszeres kezelés: bármilyen módszer

c. Erkélyoszlop (folyamatos csapadékhatás, függőleges), 3-as kitétség, 2-es tartóssági osztály, vegyszeres kezelés: áztatás, telítés

d. Hézagos padozat (folyamatos csapadékhatás, vízszintes), 3-as kitétség, 2-es tartóssági osztály, vegyszeres kezelés: telítés

e. Illesztett padozat (folyamatos csapadékhatás, fűgákba beülő szennyeződés), 4-es kitétség, 1-as tartóssági osztály, vegyszeres kezelés: telítés

A 3-as kitétséghez áztatás vagy telítés ajánlott. Azonban kézi technikával (ecsettel, hengerrel, szórással) is közel megfelelő védelem érhető el. Ezt a módszert akkor alkalmazhatjuk, ha a beépített elemek folyamatosan ellenőrizhetők, illetve a később kialakuló repedések belső felületének utólagos kezelését biztosítjuk. A 4-es kitétségnél a kezelőszert mindenképp mélyen kell a fába juttatni. Erre a legalkalmasabb módszer a nagynyomású kezelés. A fák gesztje általában nehezen, míg a szíjácsa könnyen telíthető. Ez azt jelenti, hogy ilyen vegyi kezelés alkalmazása esetén a fa két részének tartóssága nagyjából azonos szintre hozható. Figyelni kell arra, hogy a szerkezeti megmunkálás után a faelemek helyenként „védtelen” felületekkel rendelkeznek. Tanácsos tehát a kezelést a leszabás utánra ütemezni, vagy leszabás után a kötések és megmunkálások felületét utólagosan kezelni

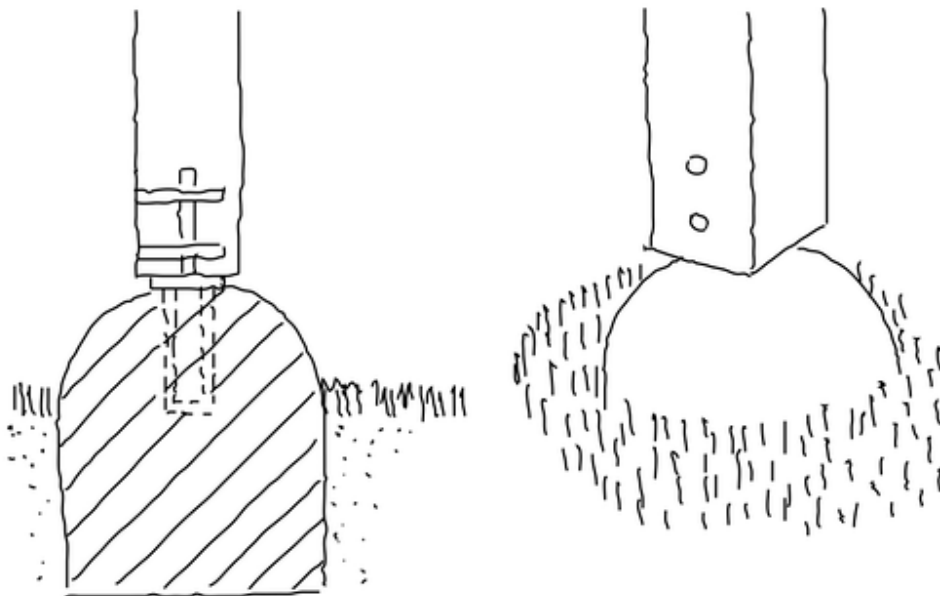
4.3. Felületkezelés

A napfény és a csapadék folyamatosan károsítja a felületeket, a fa alkotórészei pedig a felületen kémiaiilag is átalakulnak, emiatt a felület felérdesedik, beszürkül. Ezt a folyamatot a vegyszeres faanyagvédelem sem befolyásolja. A pigmentált felületképző szerek, amik lazúros (áttetsző), vagy takaró (festék) jellegűek egyaránt lehetnek, fizikai védelmet nyújtanak, így védik a fafelületet. A fizikai védelem vízlepergető hatással és UV-védelemmel valósul meg. A szintelen kezelőszerek hatékonysága erre a célra csekély. Ezek az anyagok a kereskedelemben széles színválasztékban kaphatók, így alkalmazásuk inkább bővíti a tervezők és építők lehetőségeit, mint korlátozná. Figyelni kell arra, hogy csak páraáteresztő bevonatot alkalmazzunk. A kezelést az egyszerűség, és a hibalehetőségek elkerülése érdekében ajánlatos az összeépítés előtt elvégezni.

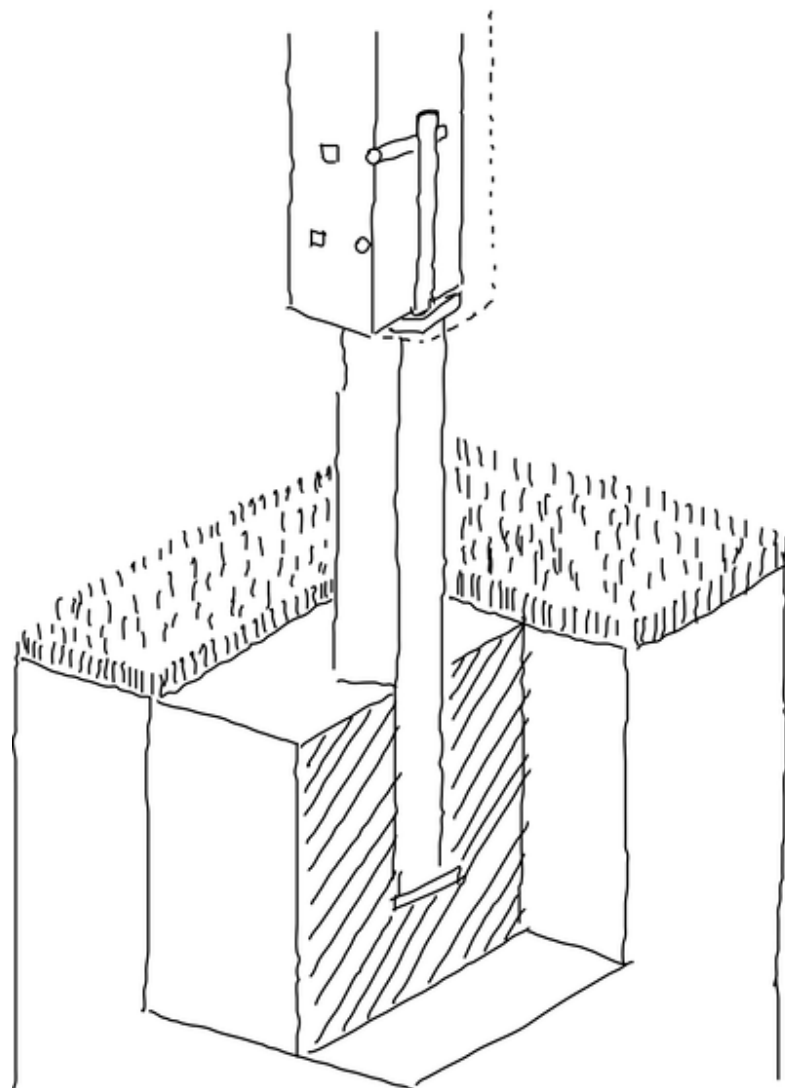
5. Különös odafigyelést igénylő épületszerkezeti pontok

5.1. Oszloplábak kialakítása

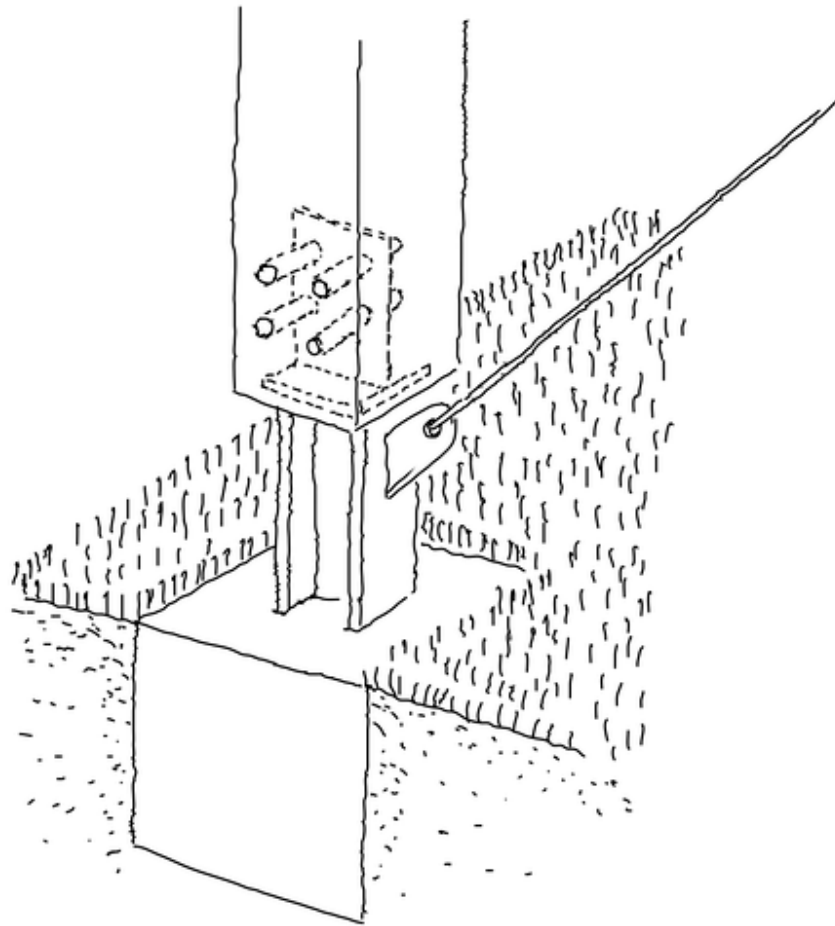
Az oszlopok lábát el kell emelni a támaszkodó felülettől. Ez szabad térben legalább 10-15 cm legyen, de ha megoldható, akár 25-30 cm-ig is emelhető. Ha nem akarjuk ezt a magasságot pusztán a vasalattal kivitelezni, készíthetjük a beton alap kiemelésével is. Ilyen esetben azonban a betontuskó felső felületét ferdén, vagy kúposan kell kialakítani, hogy a csapóeső a lehető leghamarabb elfolyhasson. A „zsákosan” kialakított oszloppapuccsal ellentétben ajánlatosabb a „sliccelt” megoldást választani. Ebben az esetben ugyanis az oszlop felületén lecsorgó víz nem ül meg a szerelvény aljában, hanem szabadon lecsepeg. A „sliccelt” vasalat alkalmazása esetén a terhelőerőt hengeres fémkapcsolattal, leggyakrabban csavarral vagy fémdübelrel kell átadni. A kettő közül a dübel a jobb megoldás, hiszen itt nincs felületen túlnyúló rész, vagyis nem alakít ki vízgyűjtő helyet. Amennyiben mégis csavar kerül alkalmazásra, annak süllyesztésével és ledugózásával kerülhetjük el a problémát.



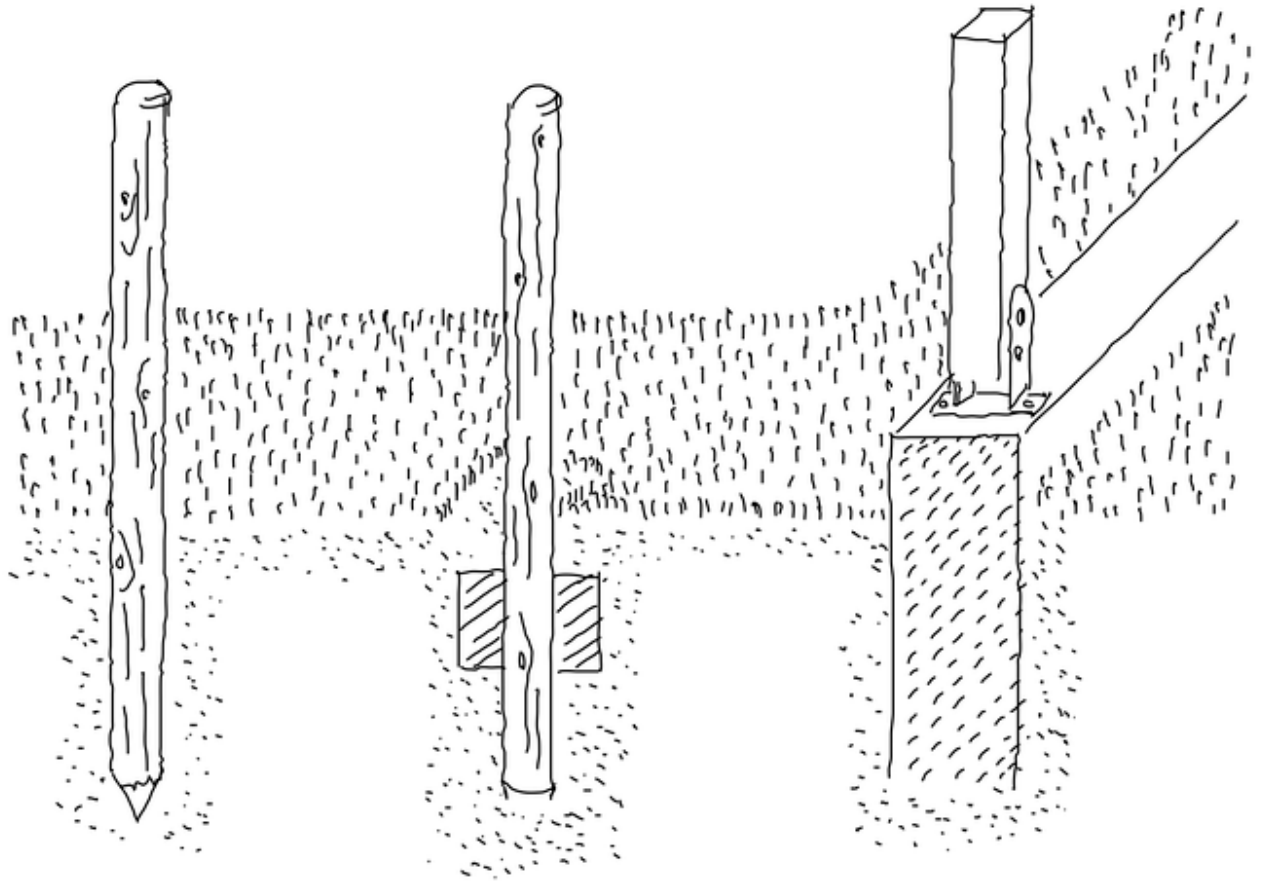
Oszlopláb 1



Oszlopláb 2



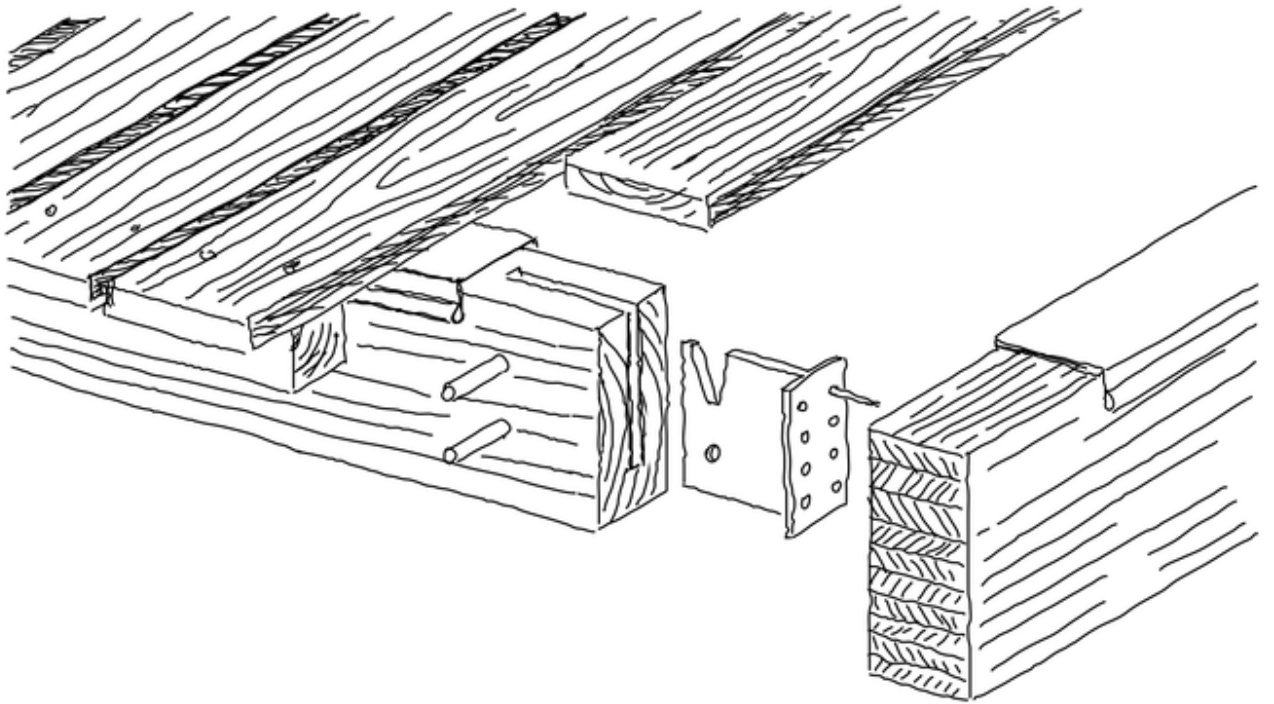
Oszlopláb 3



Oszlopláb 4

5.2. Vízszintes tartóelemek védelme

Vízszintes tartóelemek legjellegzetesebb példája az erkély vagy terasz főtartója. Ezeket ajánlatos egy elemből kialakítani, a bútük védelméről zárólamellával, vagy oszlopnak ütköztetéssel gondoskodni. A padozat között becsurgó víz ellen a főtartó felső oldalának bádogfedése nyújt védelmet. A tartóelemek oldalainak védelmét a padozat megfelelő mértékű túlnyújtása biztosíthatja. A padozat rögzítésekor ajánlatos olyan kialakítást tervezni, ami nélkülözi a bádogfedés átlyukasztását.

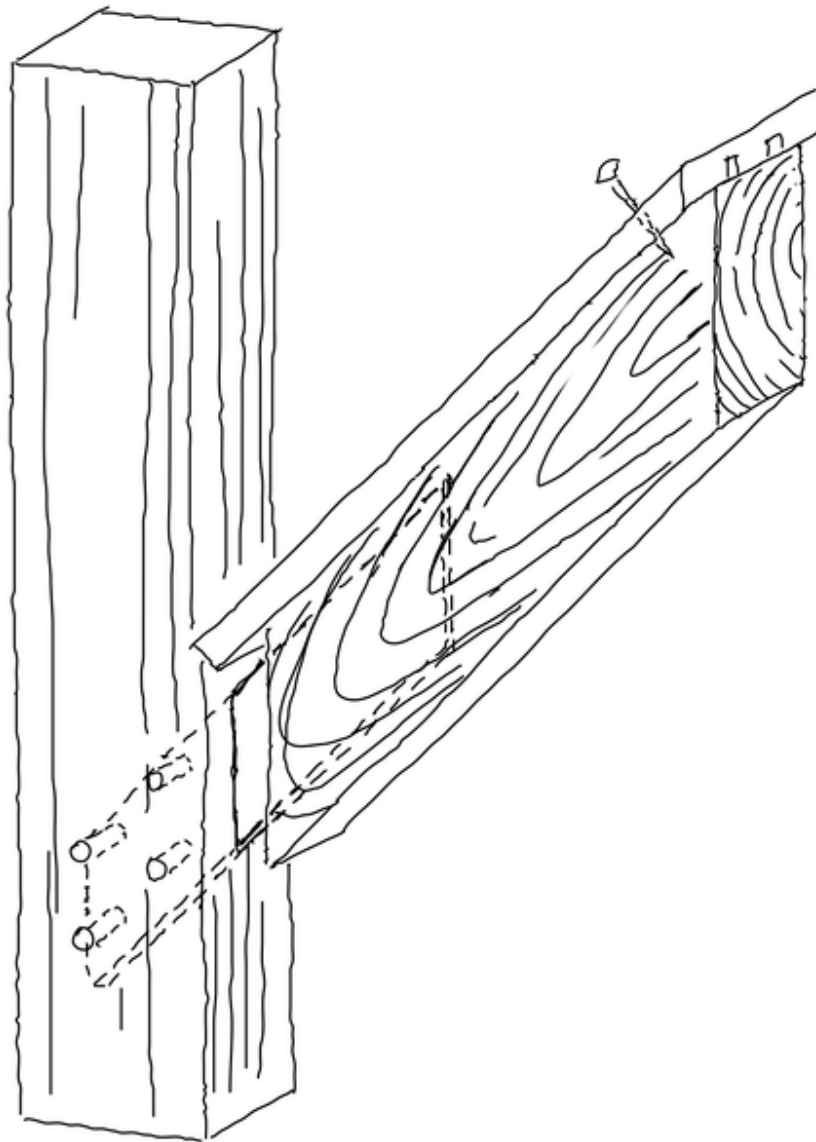


Vízszintes tartók védelme

5.3. Oszlopok és könyökök kapcsolata

A függőlegesen elhelyezkedő elemek elvezetik a csapadékvizet, sőt, a rájuk kialakuló repedésekből is ki tud csorogni a víz, így a gombakárosodás veszélye alacsony. Az oszlopok legveszélyesebb pontja az alsó végük. Figyelni kell arra, hogy a rozsdamentesített fémkötés alkatrészei ne lógnak ki a fafelületen, az oszlop alól gyorsan folyjék el a víz, és a fa bütüje a lehető leggyorsabban ki tudjon száradni. A könyökök és dúcok hasonló gyorsan vezetik el a rájuk kerülő csapadékvizet, azonban a felső felületük védelme érdekében ezeket már érdemes egy ráögzített deszkával megvédeni. A deszka szélessége kicsivel legyen nagyobb, mint a könyökfáé. A deszka sapkaszerű jellegét a felső oldal ferdére gyalulásával, illetve az alsó oldalon bevágott feszültségmentesítő hornyokkal hangsúlyoz

hatjuk. A könyökök és az oszlop „ütközési” pontja zsákszerűen gyűjti a nedvességet, a szennyeződéseket. Ennek elkerülése érdekében itt ne a hagyományos beeresztéses kötést alakítsuk ki, hanem használjunk olyan fémkapcsolatot, ami legalább 2 cm hézagot biztosít a könyökfa bütüje és az oszlop között.



Könyökfa védelme

5.4. Pergolák és autóbeállók

A pergolák a kert hangulatát javítják, kapcsolatot teremtenek az egyes épületek, építmények között. Kerítéselemekkel és kerti bútorokkal kombinálhatóak. Gyakran futónövényekkel futtatják be őket. Az autóbeállók (Carport) sokféle formájúak lehetnek, a kereskedelemben készen is kaphatóak. Természetesen egyedileg is készíthetőek. Ilyenkor figyelembe kell venni, hogy ez egy tartószerkezet, tehát a statikai megfelelőségét biztosítani kell. Emellett tűzvédelmi előírások és egyéb építési szabályzatok hatálya alá esik. Építésük előtt érdemes szakemberrel, építésszel konzultálni. Egy nyitott, vagy csak részben zárt autóbeálló az alatta parkoló járművet hivatott megvédeni az időjárás viszontagságaitól, növelve annak élettartamát, és megtartva értékét. Ezen építmény faanyagvédelmét elsődlegesen maga a tető adja. A tetőkinyúlással a vízszintes elemek mellett az oszlopok nagy része, esetenként még az oszlop alsó vége is megvédhető. Ha ezt a védelmet kihasználjuk, akkor különösebb vegyszeres kezelést nem is kell alkalmaznunk, csupán a felületek bevonását kell elvégeznünk. Mivel a szerkezeti elemek látható helyen vannak, az esetleges károsodás könnyen észlelhető, és a megfelelő

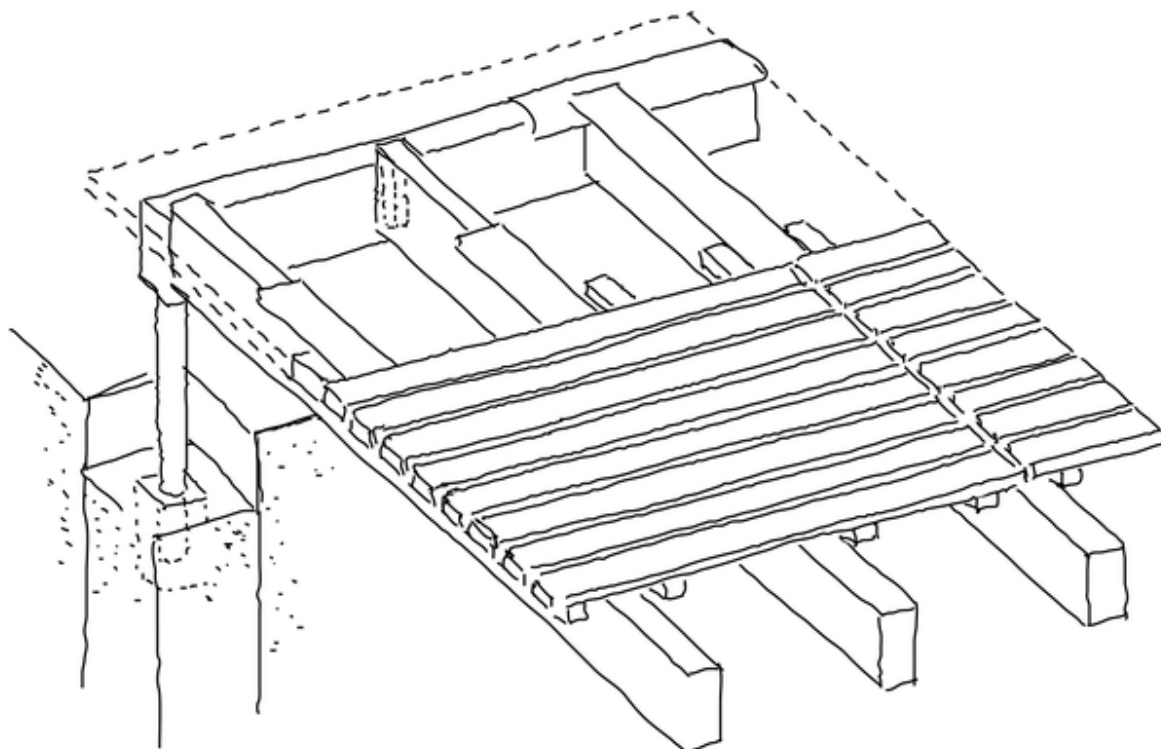
óvintézkedések azonnal elvégezhetőek. A lapostetős autóbeálló egyben teraszként, erkélyként is használható, akár zöldtetős kialakítással is.

5.5. Járható szerkezetek

Ha a szabadtéri burkolatokkal, teraszokkal a természetközelséget akarjuk hangsúlyozni, akkor szinte kizárólag faburkolatokban gondolkodunk. Ezek elhelyezkedhetnek közvetlenül terepszinten, de megfelelően magas tartószerkezettel lejtős terepen, vagy víz felett is. Bármelyiket is nézzük, a padozat kitétsége kétségtelen. A falevelek, a szennyeződések, esetleg föld, sár felhordása a faelemek nedvesen tartásával elősegítik a kórokozók megtelepedését. A kitétség 3-as, esetenként 4-es fokozatú. Ilyen célokra csak szíjácsmentes, magas ellenálló-képességű fafajok alkalmazhatóak. A hazai fenyőfajták csak telített kivitelben használhatóak.

A kereskedelemben kapható rácsok (tartókeretre rögzített padlóelemek) 50/50 cm-es mérettől egészen nagy (kb. 2,5 m²) méretig kaphatóak. A méreteknél a kézi mozgathatóság szab csak határt. A terepszinten elhelyezett rácsokat nem szokás rögzíteni, csupán szintezni. Itt az egyenletesen sűrű alátámasztás biztosítja azt, hogy az egyes elemek ne süllyedjenek meg, ne mozduljanak el. A tartószerkezettel rendelkező teraszok esetén már más a helyzet, ott a padlóelemeket egyenként szerelik, és rögzítik. Általános szabály, hogy a padlóelemek legalább 2,5 cm vastagok, így teherhordásuk megfelelő, de legfeljebb 12 cm szélesek, így hézagos elhelyezéssel a felületen nem gyűlik össze a csapadékvíz. Ez faanyagvédelmi és biztonsági szempontból (csúszásveszély) egyaránt fontos. A felület bordázásának biztonságnövelő hatásáról megoszlanak a vélemények. Esztétikai hatása kétségtelen, hiszen jól kompenzálja a használatból eredő sérüléseket, kopást. Hasonló a helyzet arról, hogy a padlóelemek jobb, avagy bal oldalukkal nézzenek felfelé. Mérlegelni kell, hogy mire van szükségünk: a bél felőli oldalt lefelé fektetve a padlók széle esőben felhajlik, akadályozva a csúszásveszélyt, a kialakuló árokban összegyűjtve a csapadékvizet. Fordított esetben a csapadékvíz gyorsan elfolyik, a csúszós felpúposodó padlók, és a kifutó, flóderes évgyűrűk azonban balesetveszélyesek. Átfogó megoldás, ha a padlók alsó felületén feszültségmentesítő hornyokat képzünk, csökkentve az alakváltozásokat. A padlók közti hézag (a fa dagadó-zsugorodó jellegéből adódóan) éven át változik. Általánosan elmondható, hogy a beépítéskori (nedves) hézag 3-5 mm-nél kisebb ne legyen, és akkor a nyári (kiszáradt) hézagok sem lesznek zavaróak.

Esztétikai és élettartami célból is ajánlatos rozsdamentes csavarokkal dolgozni. 6 cm-nél keskenyebb elemekbe 1-1 db, ennél szélesebb elemekbe 2-2 db csavar kerüljön. A csavarok hosszát a padló vastagságának 2,5-szeresében érdemes meghatározni. Keményebb fafajok esetén az előfúrás csökkenti a repedésveszélyt. A csavarfejek süllyesztése balesetvédelmi és esztétikai okból egyaránt kötelező.



Járható szerkezet

5.6. Terepszinten fekvő padozat

A korábban említett szabályokon kívül lényeges a talaj előkészítése. A talajra kb. 25 cm vastag durva kavicssterítés kerüljön, erre legyen felhordva egy további 10-15 cm vastag vízáteresztő homokterítés. A homokréteg rendelkezzen legalább 2%-os lejtéssel. A rácsok párnafái erre a homokrétegre közvetlenül fektethetők, de az egyenletes teherosztás végett a távolságuk ne haladja meg az 50 cm-t.

5.7. Tartószerkezettel ellátott padozat, terasz

Ezeknél a szerkezeteknél a nagyobb távolság a talajtól, illetve a tartószerkezet kialakítható védelme hosszabb élettartamot biztosít. Más értelmezésben azt is mondhatjuk, hogy bátran csökkenthetjük a vegyszeres előkezelés mértékét. A főtartókat tartó oszlopok azonban továbbra is aktív talajkapcsolattal rendelkeznek, így azokat telített paliszádelemekből vagy felületkezelt (költségvetéstől függően rozsdamentes acél) fémszerelvényekkel kell kialakítani. A tartószerkezet bádog-, vagy bitumeneslemez borítása, a fő és melléktartók fémszerelvényekkel történő kialakítása jelentősen növeli az élettartamot. A padozat rögzítését elegendő úgy kialakítani, hogy ütközőlécekkel az elmozdulást megakadályozzuk, de nem rögzítjük le mereven a tartószerkezethez. Ezzel elérjük, hogy a tartók felső vízvédelmét nem kell átútnunk a csavarokkal, illetve a borítóablák egyszerű felemelésével a szerkezet időszakos ellenőrzése gyorsan elvégezhető.

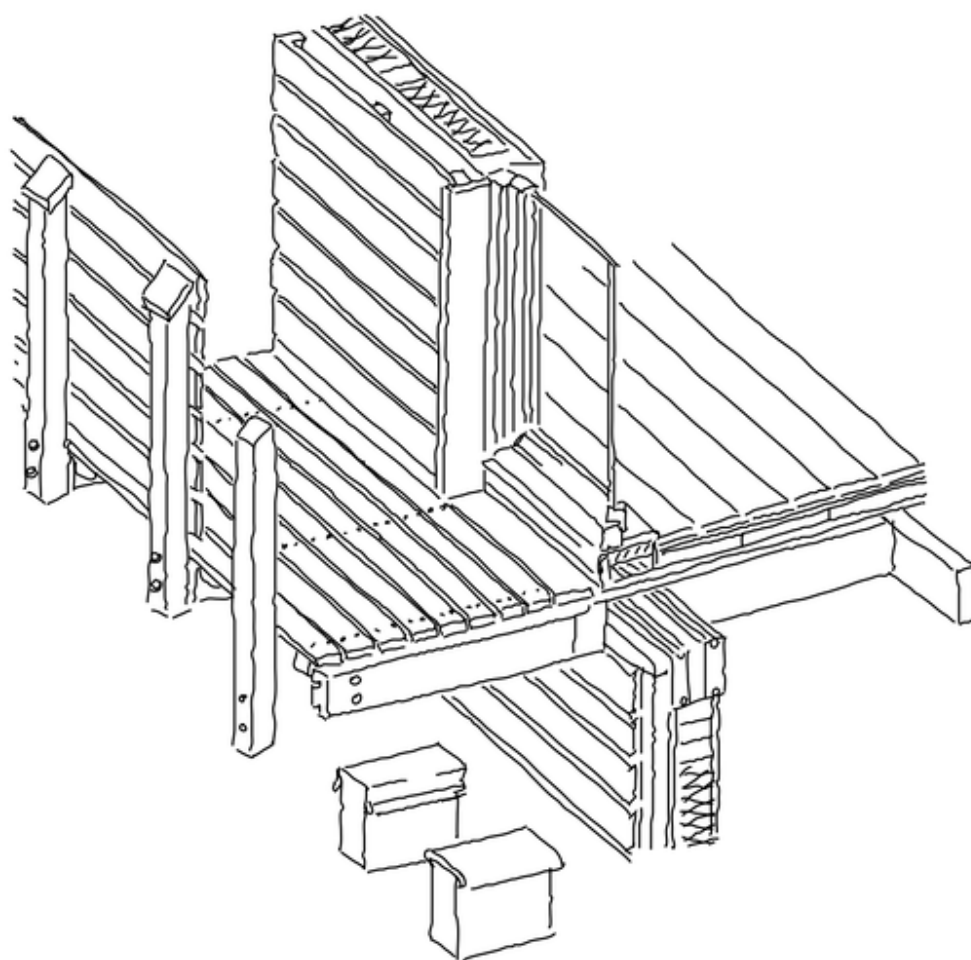
5.8. Erkélyek

Az erkélyek a lakóteret szabadtéri résszel egészítik ki, javítva ezzel a kerttel nem rendelkező lakások életterét. Az erkélyeket magas, vagy többszintes teraszként kell értelmeznünk. Hézagos padozat esetén az esővíz, illetve az egyéb szennyeződések az erkély alatti területre juthatnak, ami többszintes elrendezés esetén nem engedhető meg. Ilyen esetekben már a lapostetőkre vonatkozó szabályokat is

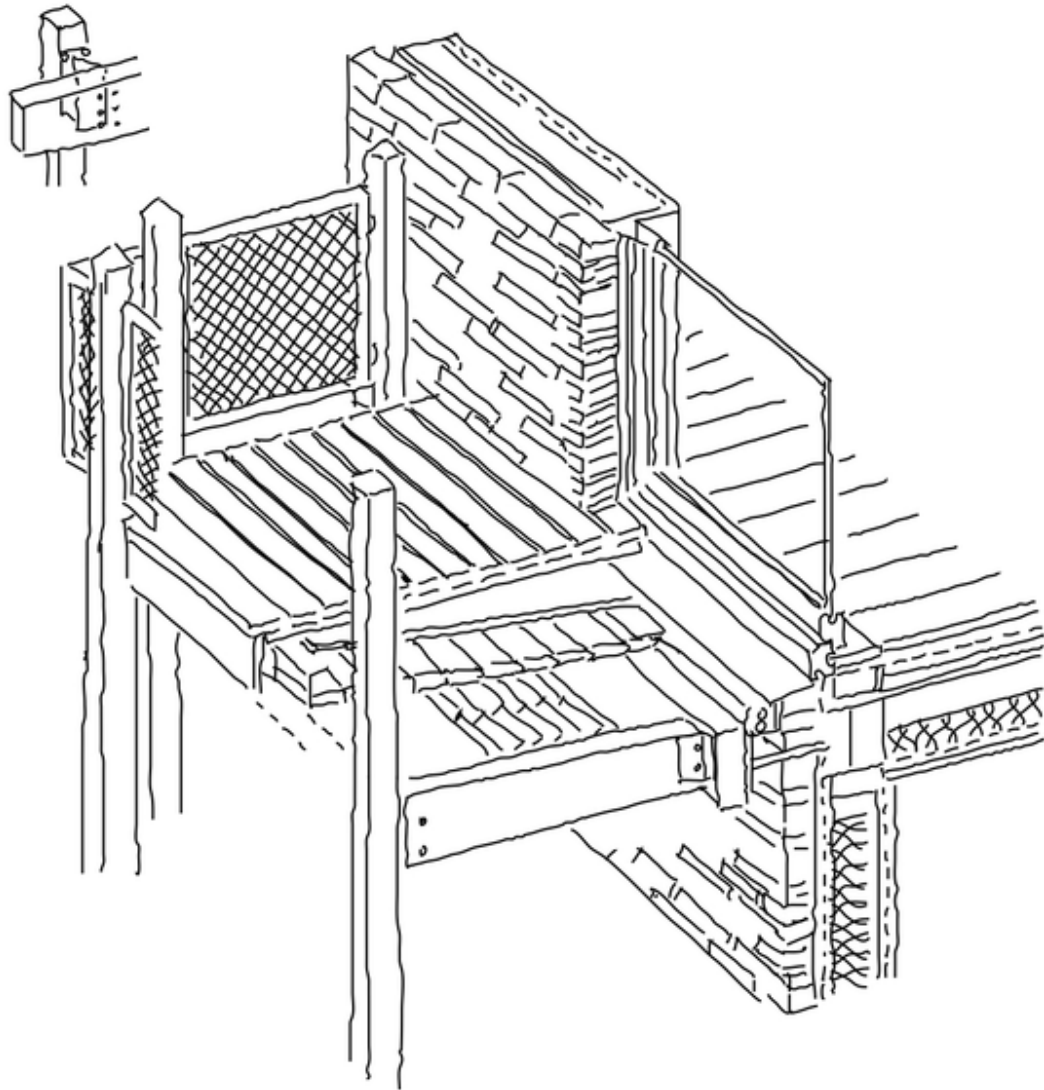
alkalmaznunk kell, és a terasz legalább 2°-os lejtését ki kell alakítanunk. A tartószerkezet vízvédelme itt sem kerülhető meg. De a tartók felső borítása, a vasalatok alkalmazása erkélyek esetében is megengedi, hogy a vegyi faanyagvédelem a kézi technikák (mázolás) szintjét ne lépje túl. Az oszlopok esetében viszont szükséges a telítés, főleg a talpcsomópont kitettsége miatt. A korlátokra vonatkozó statikai és geometriai előírások nem akadályozzák meg, hogy a konstrukciós faanyagvédelem érvényesüljön. Ajánlatos az oszlop-könyök kapcsolatnál tárgyalat felső borítás (jelen esetben karfa) illetve a бүtü védelmét és szellőzését egyszerre biztosító, sliccelt vasalat alkalmazása. Az oszlopok lábát mindenképpen ki kell emelni a csapóeső magasságából (25-30 cm) rozsdamentesített acél vasalat, illetve betontuskó alkalmazásával.

Az erkélygerendák kialakítása esetenként a földemgerendák konzolos túlnyújtásával történik. Ez a falszerkezet légzáró kialakítását szinte lehetetlenné teszi, azonban gyakori megoldás tradicionális faházak esetén. A szabadtérbe nyúló rész védelme a korábban ismertetett megoldásokkal így is kivitelezhető.

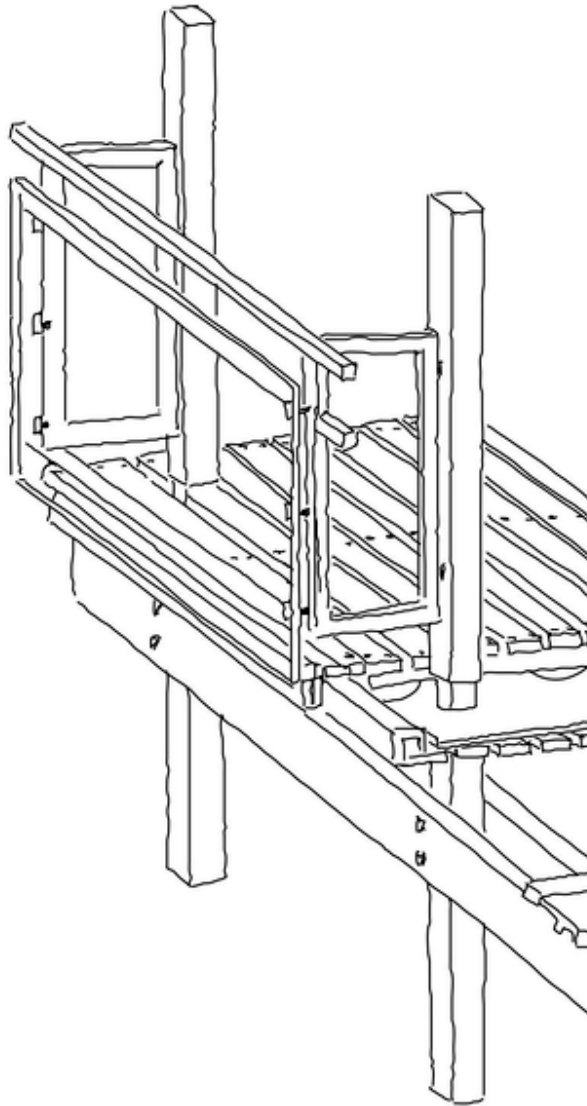
A belső tartószerkezettől független, erkélyszerkezet kedvezőbb az épület légzárásának és hangszigetelési tulajdonságainak kialakítása szempontjából. Viszont elkerülhetetlen az erkély külső élének megtámasztása, esetleg tetőszerkezethez történő felfüggesztése. A gyakrabban alkalmazott oszlopok viszont meghatározó szerepet játszanak az épület megjelenésében. Ez a hatás azonban egy ügyes építész keze nyomán beilleszthető az épület összképébe. A padozat kialakítható a korábban megismert padlóráccsal, vagy bordázott padlóelemmel. Az átjutó nedvességet egy másodlagos, hajópadlóból, vagy valamilyen tömörfa alapú lemezféleségből kialakított felületen lehet elvezetni. Ez a felület már teljes bádogozást vagy ragasztott vízszigetelést kap. A másodlagos felületet lejtéssel kell kialakítani, ami történhet a fal felé is. A fal mentén kialakított, rejtett ereszcsonna ugyanis sokkal esztétikusabb, mint az egész erkélyt körülfogó, hagyományos vízelvezető rendszer. A padozatot felhasználható a főtartók védelmére, ha a túlnyúlás biztosítja, hogy „60°-os” eső sem éri a tartók felületét. A padozat kialakítására léteznek olyan kompozitlapok, amik egy rétegben biztosítják az összes elvárást. Ezek alapanyaga cementkötésű forgácslap, és formapréselt gyártástechnológiájuk megengedi, hogy kisebb erkélyek teherhordó burkolatát egy darabból is el lehessen készíteni. Ennek a megoldásnak az előnyei a beépítés, a csapadékvédelem, és az élettartam szempontjából egyaránt egyértelműek.



Erkély 1



Erkély 2



Erkély 3

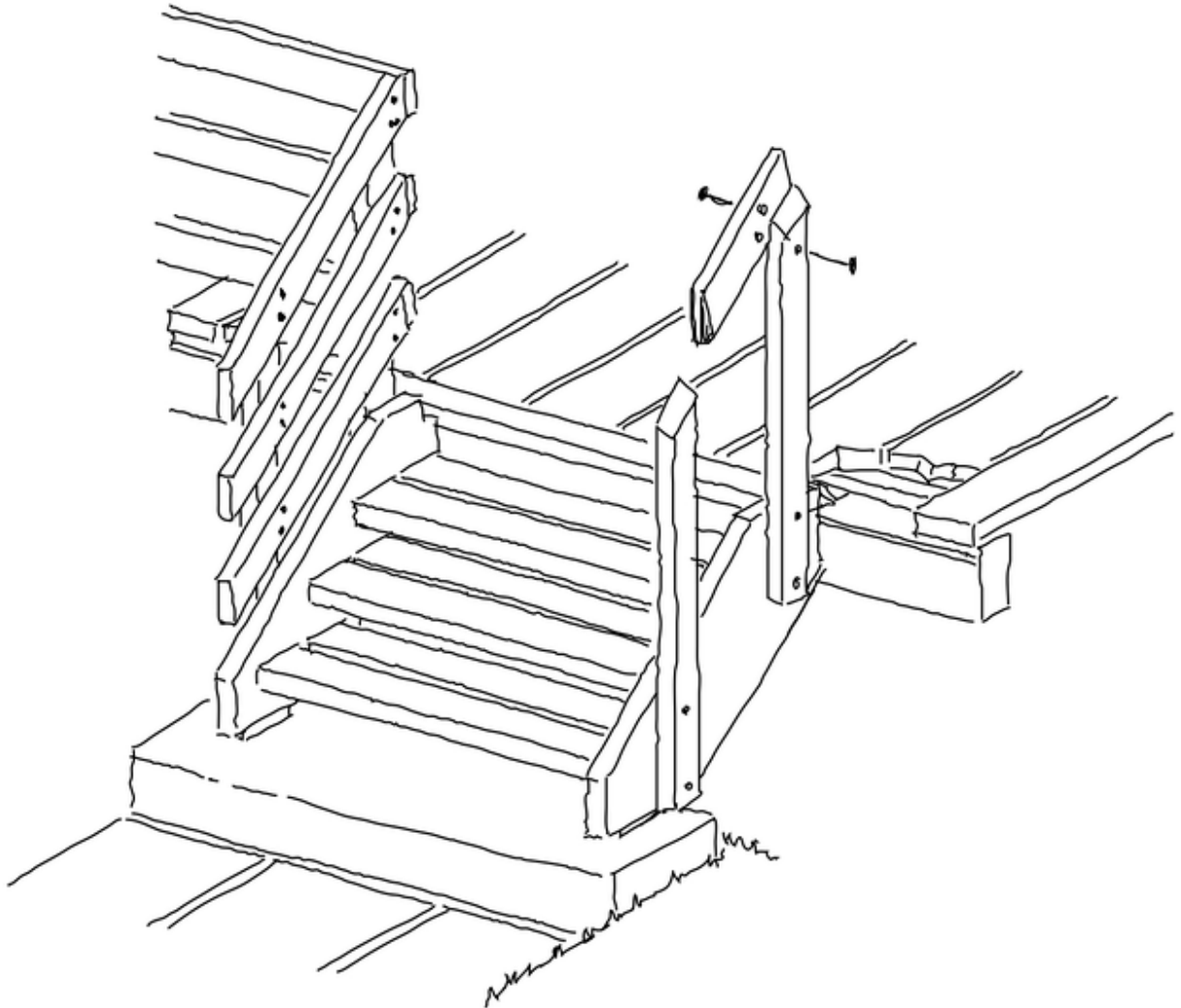
5.9. Külső lépcsők

A külső lépcsők a legtöbbször teljesen ki vannak téve az időjárás viszontagságainak, lefedésük általában nem oldható meg. Kitétségi besorolásuk 3-as (a talajtól való távolság függvényében a kitétség elérheti a 4-es kategóriát is), tehát csak szijácsmentes, legalább 2-es tartóssági kategóriájú (pl. tölgy, vagy telített fenyő) faanyagból készülhetnek. A szerkezeti faanyagvédelem néhány megjelenési formája:

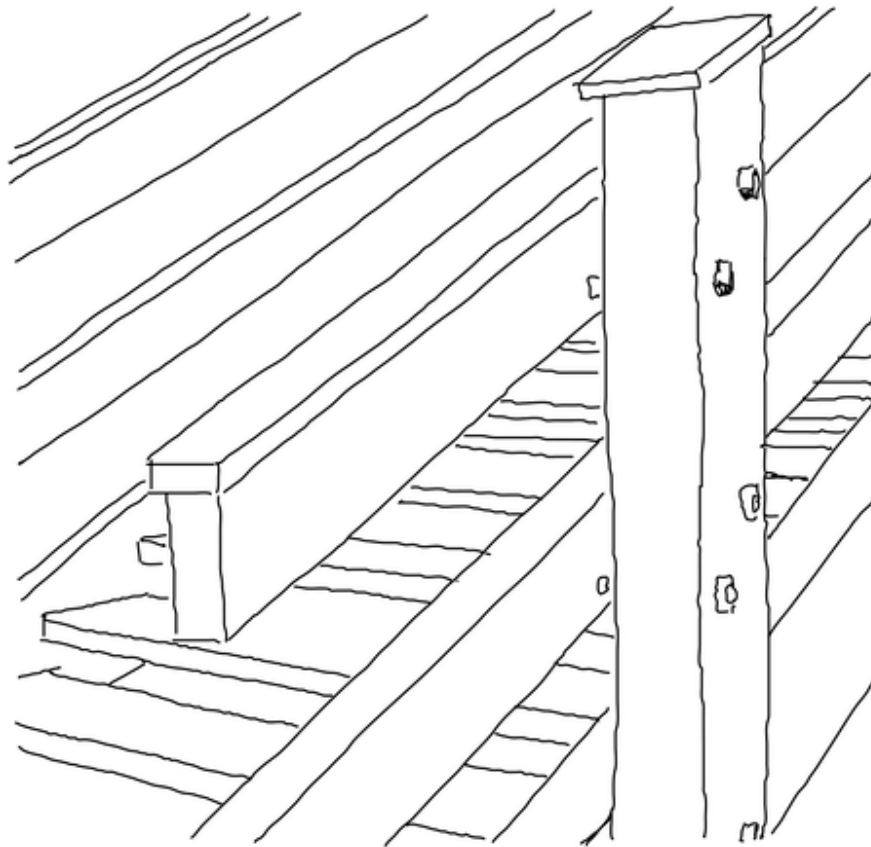
1. a legalsó lépcsőfok betonból, illetve kőből készüljön, megakadályozva ezzel a csapóeső károsító hatását
2. a fa és köelem közé mindenhová távtartó (neoprén, illetve kemény műanyag, esetleg bitumenes vízszigetelő lemez) kerüljön
3. fa és fa alkatrészek összerögzítése távtartókkal történjen, hogy az így kialakított fűga mindig lehetővé tegye a faelemek gyors kiszáradását

4. a talajjal érintkező részekre a terepszinten létesített burkolatoknál tárgyalt szabályok vonatkoznak

5. a magasabb elemek kialakítása a tartószerkezettel rendelkező teraszokhoz hasonlóan történjen



Külső lépcső



Lépcsőkorlát

22. fejezet - Faszervezetek utólagos megerősítése

Tartalom

1.

[2. Elemek megerősítése hagyományos módon](#)

[3. Tartók megerősítése modern anyagokkal](#)

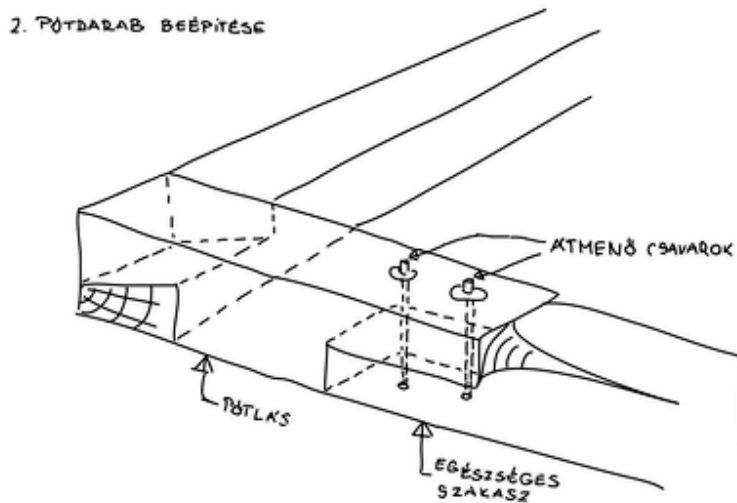
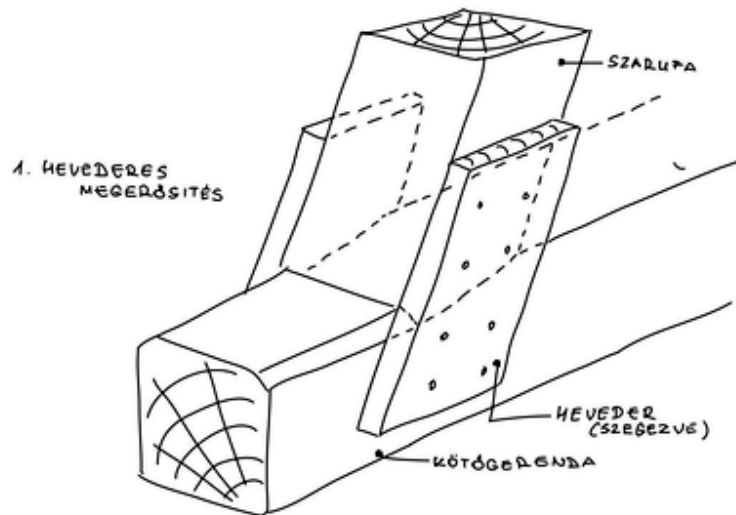
[4. Tartószerkezet megerősítése](#)

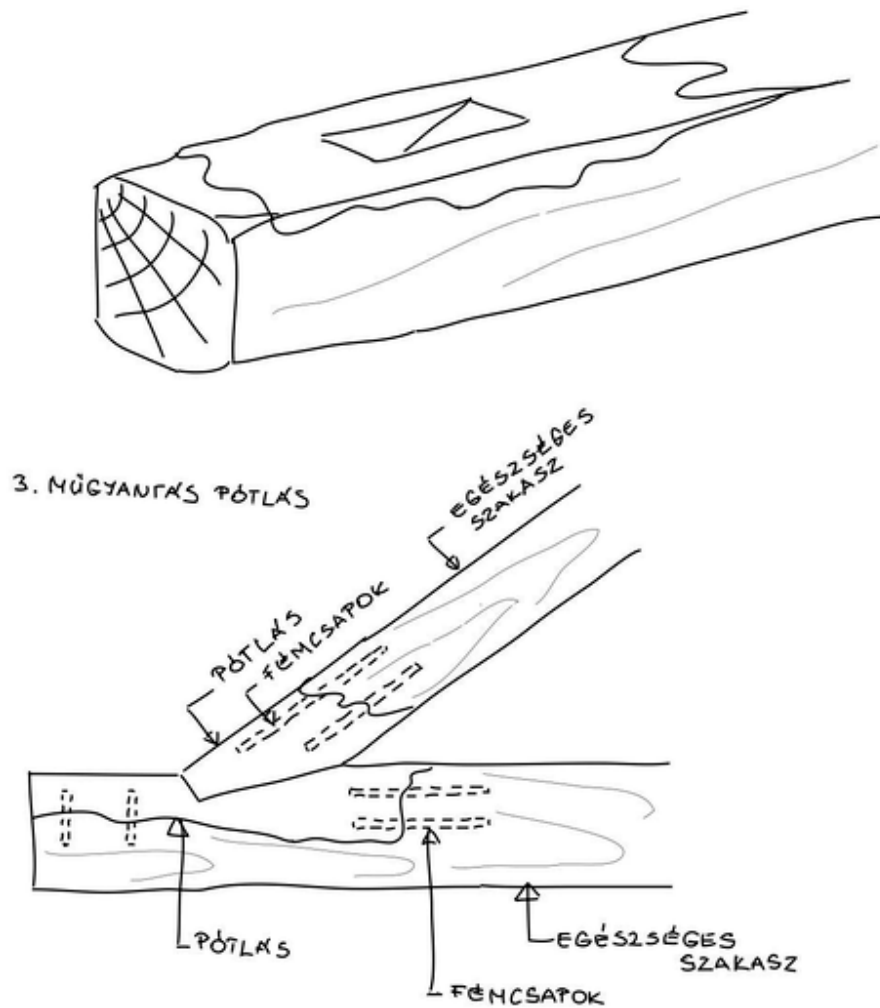
1.

A faszervezetek utólagos megerősítése alatt olyan eljárásokat értünk, amik egy kész szerkezet teherbírását növelik. A kész szerkezet alatt nem csak megépült szerkezeteket kell érteni, hanem legyártott, végleges keresztmetszetű elemeket is. Az utólagos megerősítés célja általában a teherbírás növelése, vagy az alakváltozások csökkentése. A megerősítés oka lehet a legyártás, netán összeépítés után kiderült elégtelen teherbírás, a funkcióváltozáshoz, átépítéshez tartozó tehernövekedés, biotikus vagy abiotikus károsodás, anyagfáradás, előregedés, túlterheltségből adódó tönkremenetel, túlzott alakváltozás. A megerősítés mértéke többféle lehet: a csomópontok, kötések megerősítésétől kezdve, az elemek megerősítésén keresztül kiterjedhet az egész szerkezetre is. Egy szerkezet megerősítése alatt az erőjátékának megváltoztatását is érthetjük.

A csomópontok megerősítésére rendszerint valamilyen károsodás után kerül sor. Ácsszerkezeteknél rendszerint gomba-, vagy rovarkárból eredő anyaghiány, esetleg hibás tervezésből eredő tönkremenetel javítására lehet szükség. A gomba- és rovarkárosodás esetén fel kell deríteni a károsítók jelenlétének

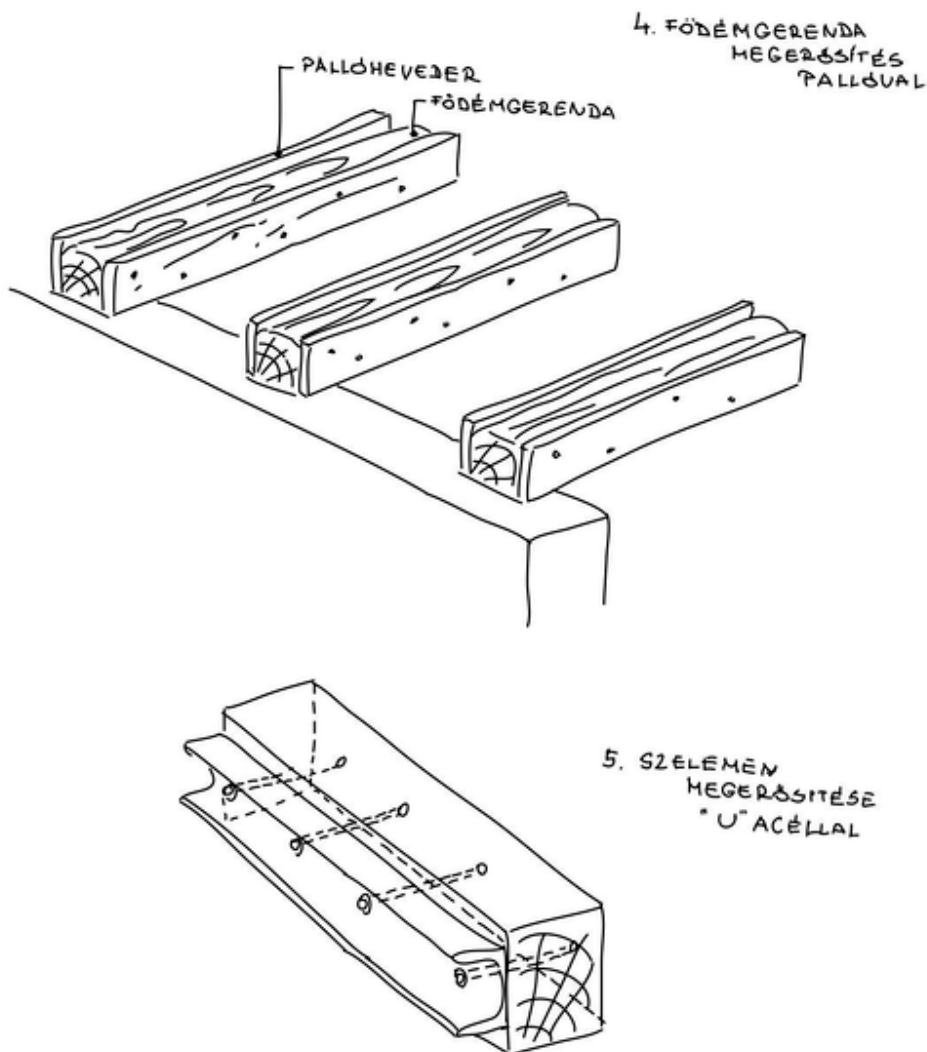
okát (beázás, fertőzött anyag beépítése, stb.), és gondoskodni kell annak megszüntetéséről. A károsodott anyagrészeket el kell távolítani, és a területet védőszerral kezelni. A műveletek elvégzésének idejére a kapcsolat tehermentesítésére szükség lehet. A károsodott anyagrészek pótlása történhet megerősítő elemek (ami lehet fa, vagy fém) hozzáragasztásával, pótdarab beépítésével, esetleg műgyantás pótlással. A műgyantás pótlás során az eredeti favégek, elemszakaszok alakja és formája megmarad. A műgyanta és a meglévő faelemem kapcsolata beragasztott fém- vagy műanyag hengeres betétekkel történhet.





2. Elemek megerősítése hagyományos módon

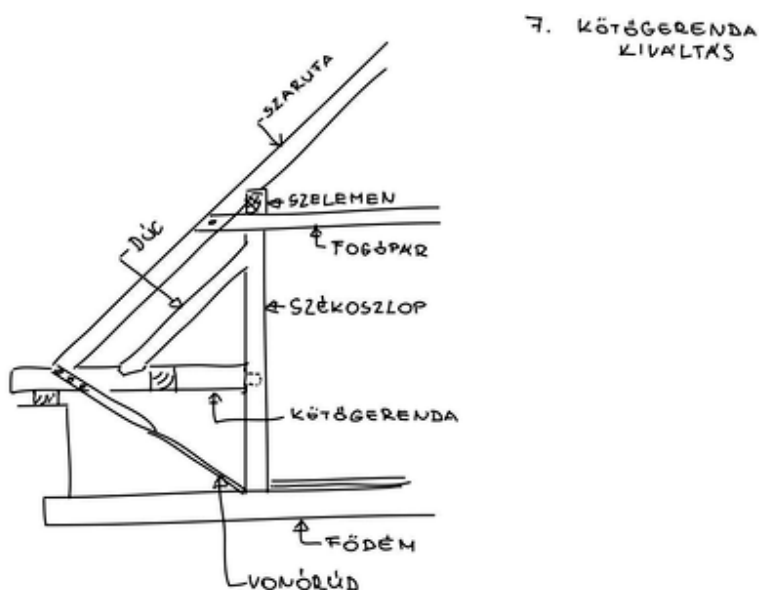
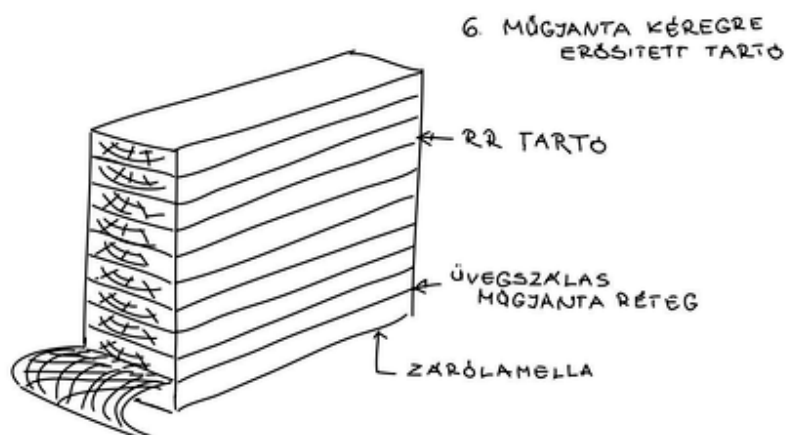
Az elemek megerősítésére okot adhat gomba-, vagy rovarkárból eredő anyagiány, esetleg hibás tervezésből, vagy túlterhelésből eredő tönkremenetel, alakváltozás. Gyakran előfordul, hogy egy tervezett átépítés után megnövekedő igénybevételeknek lesz kitéve a szerkezet, és amiatt van szükség megerősítésre. A gomba- és rovarfertőzés esetében itt is először az okot kell megszüntetni, majd a fertőzött anyagot eltávolítani, végül a további károsodást megelőző kezelést alkalmazni. Az egyes elemek megerősítésére a keresztmetszet növelését lehet alkalmazni. Ez kivitelezhető valamilyen fa, acél, vagy műanyag elemmel való összakapcsolással. Fagerendák megerősítésére a legegyszerűbb megoldás, ha az oldalára egy-, vagy kétoldaltól pallót csavaroznak. Szelemenek, tartók megerősítésére nagyobb teherbírású elemet, pl. acél U-szelvényt lehet alkalmazni.



3. Tartók megerősítése modern anyagokkal

Fatartók megerősítése történhet ezen kívül szálbetétes műgyantaréteggel is. A szálerősített műanyagok előnye a magas húzószilárdság, az alacsony önsúly, a jól formázható anyag. Egyes szénszál asztalanyagok szilárdsága az acélét is megközelíti, míg a sűrűségük csupán a töredéke annak. Ezek a betétezett műgyanták sikeresen kerültek alkalmazásra olyan betonszerkezetek megerősítésére, ahol különösen magas a szeizmikus terhelés, vagy ahol az eredeti vasalás kevésnek bizonyult. A könnyű kezelhetőség és az alakíthatóság nagyban hozzájárul ahhoz, hogy a műgyantás megerősítés hatékony módszernek minősüljön. Az üvegszállal erősített műgyantaréteg elhelyezése fa tartó esetében a húzott oldalon, a szélső szál közelében a leghatékonyabb. Ezt érdemes kombinálni a nyomott övben elhelyezett réteggel, azonban annak már kisebb a teherbírás-növelő hatása. A szálerősített műgyanta réteg elhelyezkedése a semleges szál kitolódását okozza. Ez a jelenség a műgyantaréteg magas rugalmassági moduluszával magyarázható, ami elérheti az $E \sim 300.000 \text{ N/mm}^2$ -t. A rétegelt fagerendák üvegszál megerősítésével teherbírás-növekedést, merevség-növekedést lehet elérni, a kúszási jellemzők javulnak. A technológiát az USA-ban már napi szinten alkalmazzák nagy fesztávú, illetve nagy teherbírású szerkezetek (sportlétesítmények, hidak tartószerkezetei) erősítésére, annak ellenére,

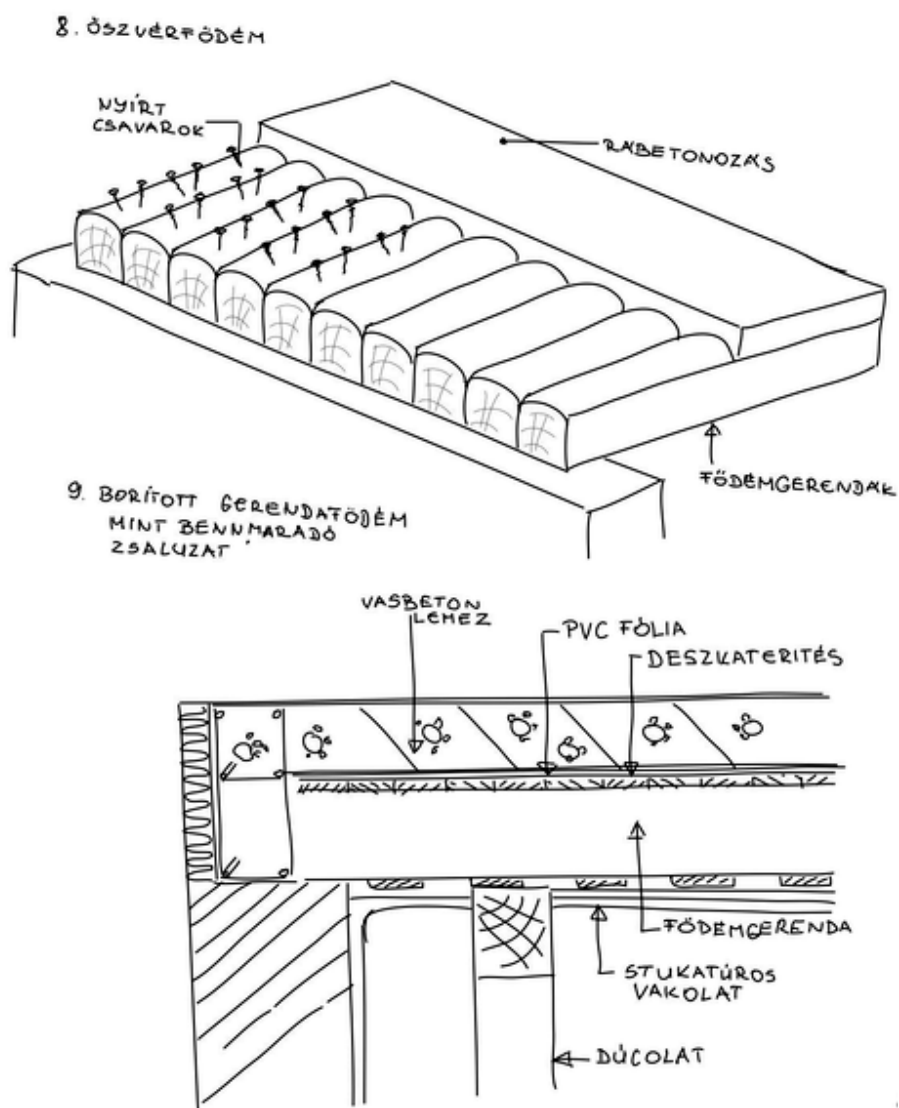
hogy a rendszer statikai működése még nem tisztázott. A műgyantás megerősítés több célt szolgálhat. Kompenzálja a fahibák (pl. göcsösség) szilárdságcsökkentő hatását, és erősíti a lamellarétegek ékcsapos hosszoldásait, homogenizálva a fa tartót. Gazdaságosabb anyagfelhasználást eredményez, mert gyengébb minőségű faanyagok is felhasználhatók tartószerkezeti célokra. Csökkenti az alakváltozásokat, mert a tartó eredő rugalmassági modulusza megnövekszik, sőt, feszített szerkezetek létrehozására is alkalmas. Utólagosan is kivitelezhető tervezési, illetve kivitelezési hibák javítására, funkcióváltáshoz szükséges többlet-teherbírás biztosítására.



4. Tartószerkezet megerősítése

A tartószerkezet megerősítése általában tervezési-, kivitelezési hibák javítására, teherbírás növelésre történik. A tartószerkezet megerősítése összetett művelet. Mértéke az egyes elemek és kötések rendszerszerű megerősítésétől egy teljesen új tartószerkezet kialakításáig terjedhet. Az új tartószerkezet tehermentesíti a régi szerkezet egyes részeit, esetlegesen a teljes szerkezetet. Ez csak akkor használatos, ha a régi tartószerkezet teljességében használhatatlan, de megtartása valamilyen oknál fogva mégis szükséges (rendszerint műemlék épületek esetén fordul elő). A tartószerkezet megerősítése általában módosítja az erőjátékot. Kisebb módosítások lehetnek egy oszlop, egy könyökfa, vagy egy

mestergerenda beépítése. Komolyabb módosítások lehetnek egy kötőgerenda kiváltása, vagy egy tömör fafödém felbetonnal együttdolgozó öszvér-födémre történő átalakítása. Teljes átalakításra jó példa az a fafödém, ami későbbi monolit vasbeton födém zsaluzata lesz.



23. fejezet - Fahidak

Tartalom

1. Fahidak a XX. század előtt

1.1. Az első fahidak

1.2. Római járom- és ívhidak

1.3. Palladio 4 híd típusa

1.4. Függőhidak

1.5. Felnyitható hidak

1.6. Ívhidak

1.7. Rácsostartós hidak

1.8. Állványhidak

1.9. A húzott főtartós (feszített) hidak

2. Hídepítés a II. világháború után

2.1. Segédhidak

[2.2. A keresztben feszített rendszerű hidak](#)

[2.3. Öszvértartók](#)

[2.4. A rétegelt–ragasztott főtartós fahidak](#)

[2.5. Mérnöki szerkezetű fahidak](#)

[2.6. Funkcionális fahidak](#)

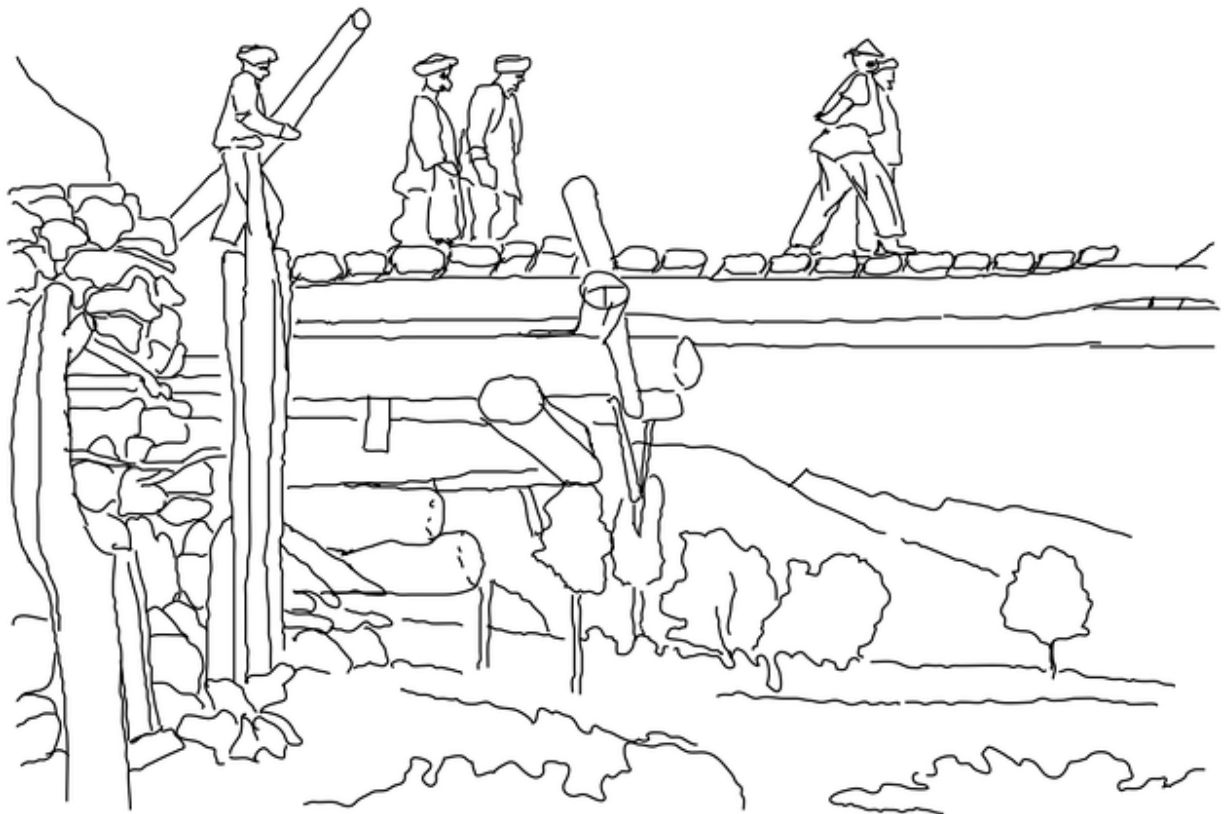
[3. Kitekintés](#)

1. Fahidak a XX. század előtt

1.1. Az első fahidak

Az első, ember alkotta fahidak bambuszból készültek. Az első fahídról szóló írásos emlék kr.e. 3000-ból való, ekkor építtetett Menses fáraó (az első dinasztiaiból) egy fahidat a Nílus felett.

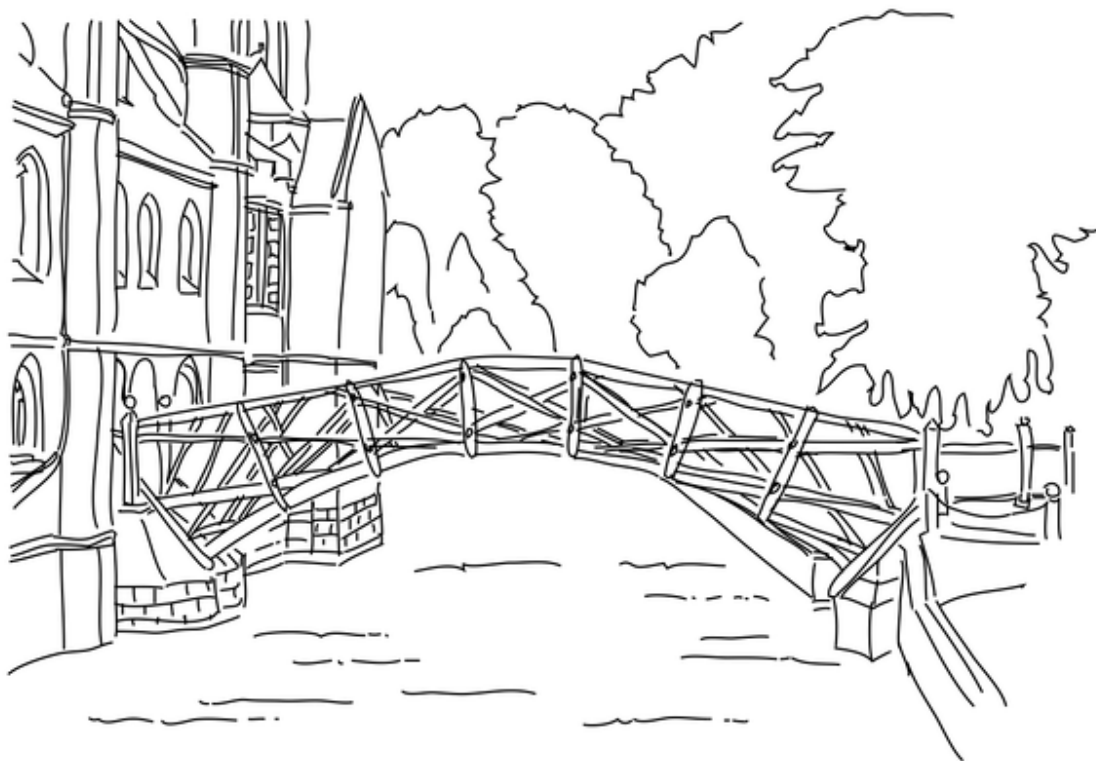
Mezopotámiában, a Tigris és az Eufrátesz folyók vidékén a sumérok több fahidat is emeltek a Kr.e. 3000-2000 időszakban. Szerkezetük és megjelenésük azonos lehetett a mai Ázsiában található járomhidakkal.



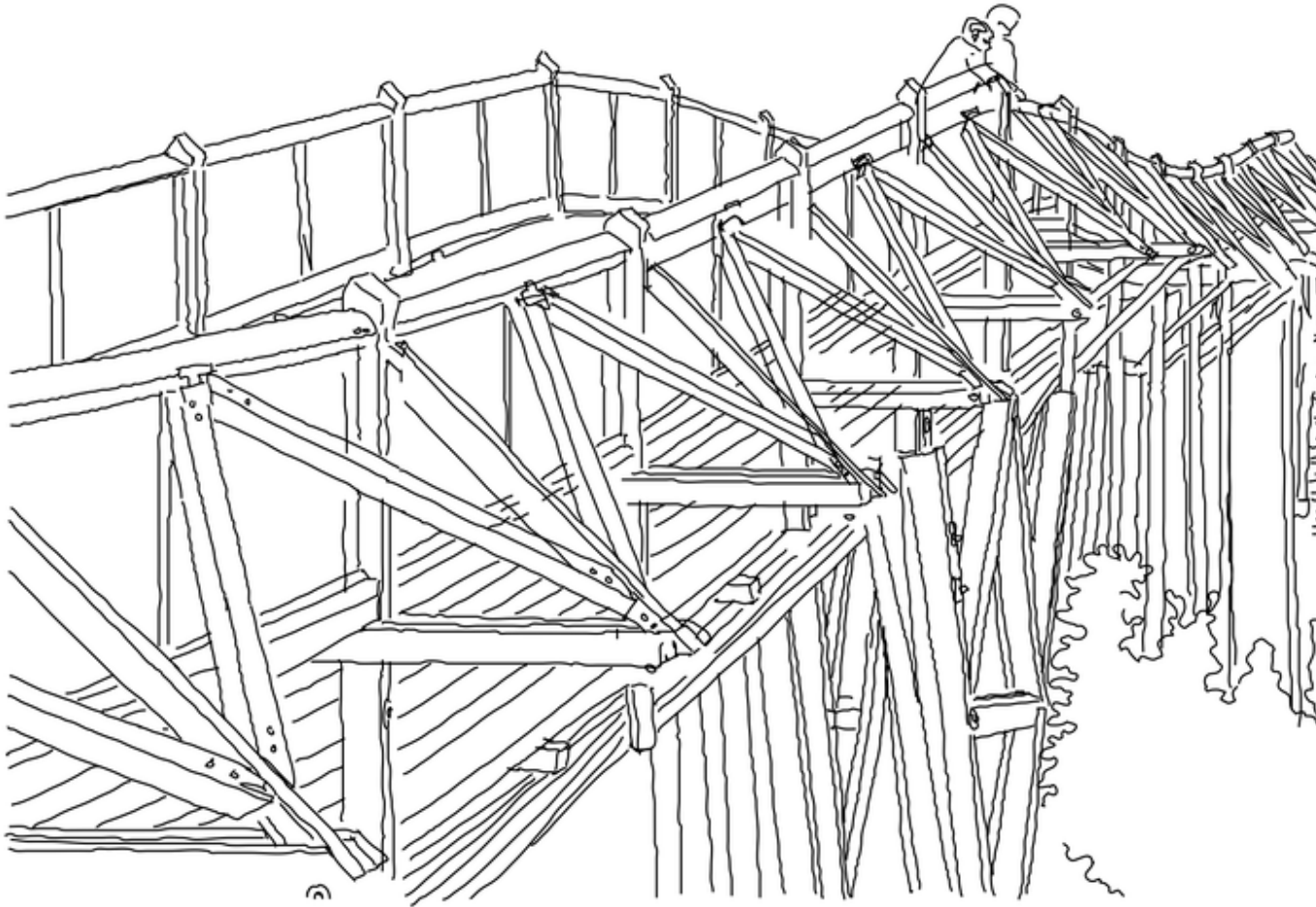
járomhíd

A civilizáció és kultúra fejlődésével a hidak elvesztették a korábbi, tisztán a funkcióra összpontosító jellegüket. A készítőik nem csupán a feladatot látták a híd megépítésében, hanem a kézműves technika révén képzőművészetük kibontakozási lehetőségét is. A mester, aki a hídépítésben szerepet tapasztalatait, gyakran tervező, konstruktőr, kivitelező és művész volt egyszemélyben. Felkészültsége alapvetően befolyásolta a készülő híd minden jellemzőjét. A feladat, amit akkor a mesternek egyedül kellett teljesítenie, manapság már megoszlik az építész, a statikus, a kivitelező cég, és annak különböző

beosztású alkalmazottai között. De ha a tervezési fázisban az építész és a szerkezettervező megtalálja a közös hangot, akkor manapság is szép, és jól komponált művek szülehetnek.

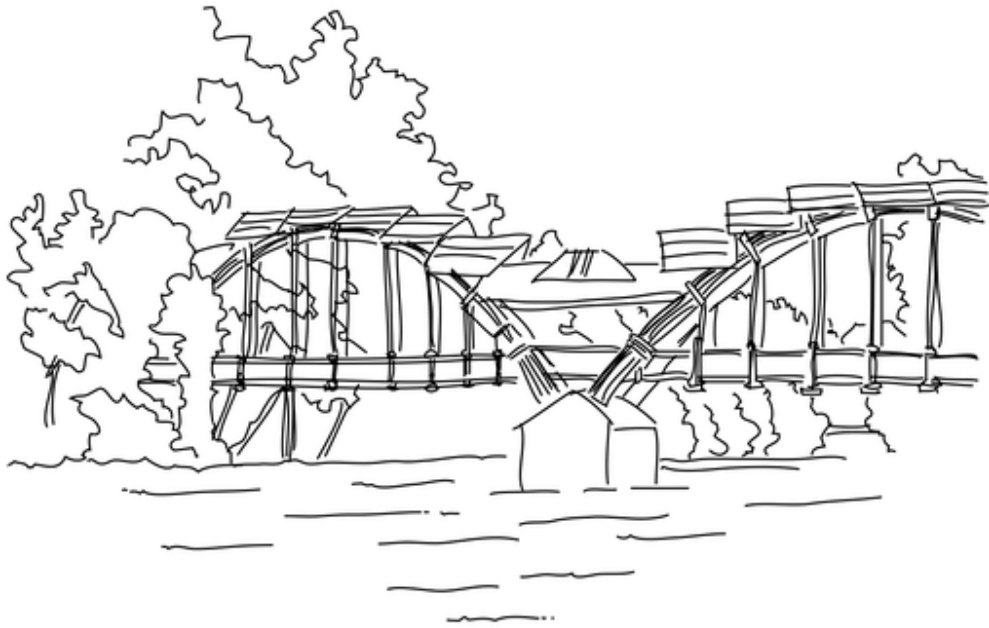


Rácsostartó híd

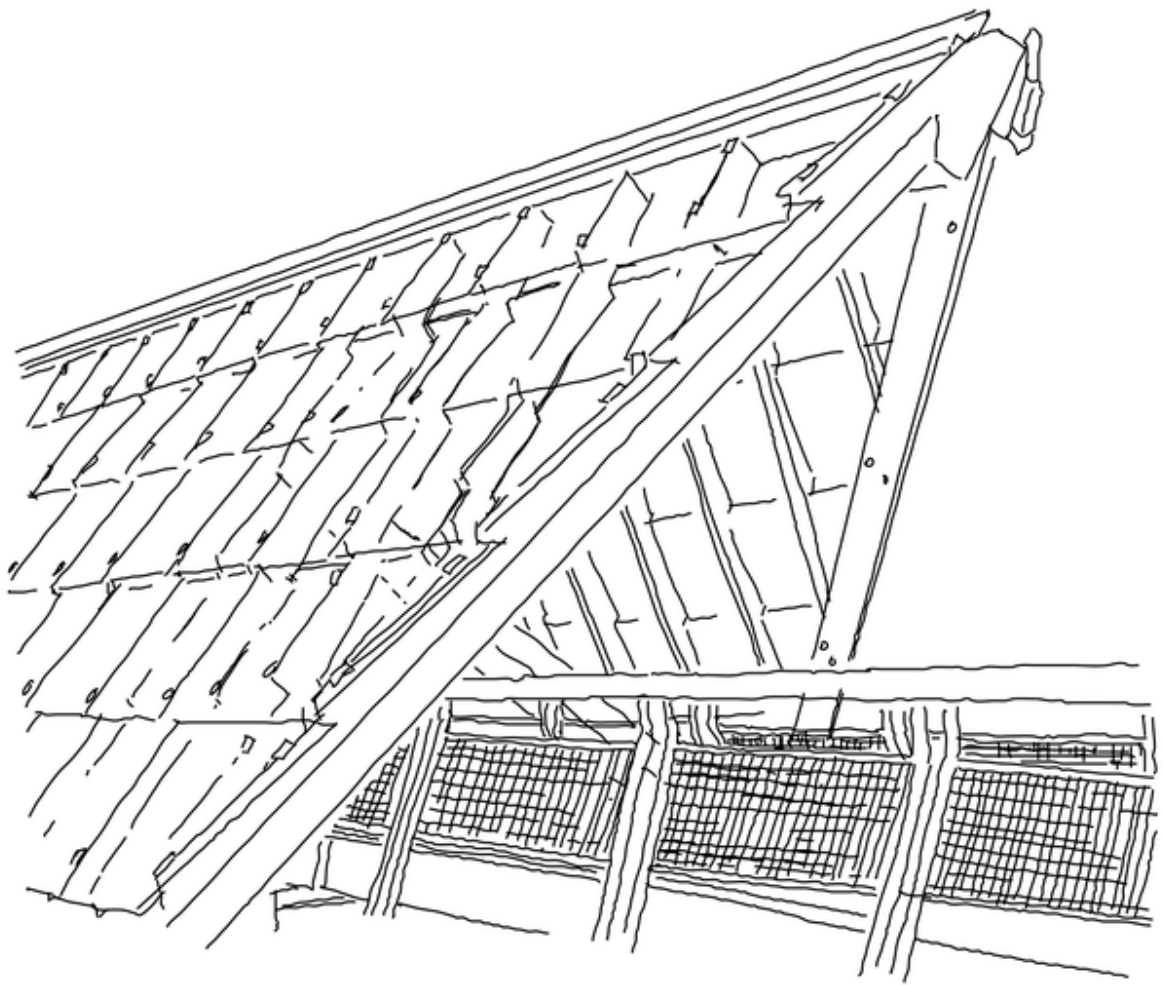


Húzott főtartós híd

A múlt építőmesterei a saját régiójuk építő és faipari hagyományainak befolyása alatt álltak. Az építés a „mindig is így szoktuk csinálni” alapelvek szerint történt. Így az idők folyamán kialakultak azok a szerkezetek, amik igazodtak a környék jellegzetességeihez, vagy épp a beszerezhető alapanyagokhoz. A Kínában kialakult kötegelt-bambusz hidakat a mai napig ugyanúgy készítik, mint amik már Marco Polo-t is annyira lenyűgözték, hogy azokat a szépség és teherbírás rendkívüli csodájaként emlegetett. A fahidak eleinte mind fedetlenül készültek. Az első lefedések a 13. században történtek. Svájcban nagyon elterjedt a fedett híd típus. A hídépítők persze mindig próbáltak egy-egy újítást bevinni a szerkezetbe, vállalva a kockázatot, hogy az esetleg a teherbírást kedvezőtlenül befolyásolja. Ezek az újítások, és az okulás a megtörtént balesetektől együtt biztosították a hídépítés magas szintre emelkedését, illetve a fa szerkezetekben való viselkedésének pontosabb megismerését. A következőkben a hídépítés nagyobb lépéseit vesszük át, időrendi sorrendbe szedve.



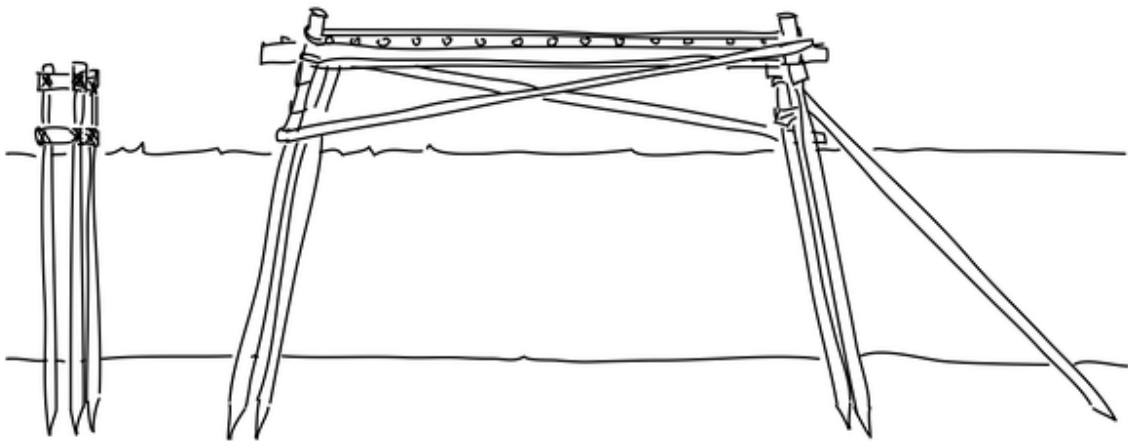
bambuszhíd



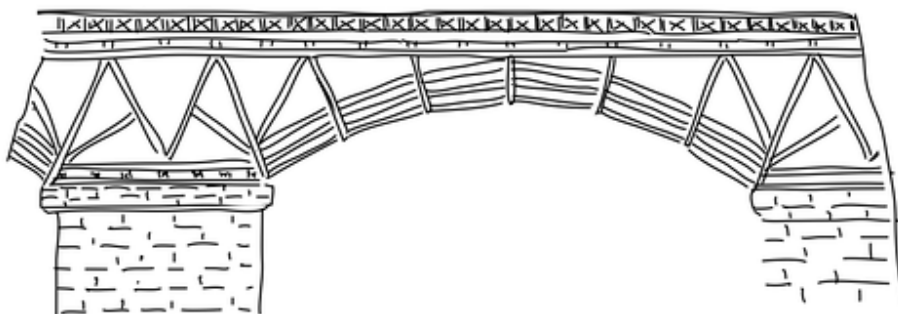
fedett híd

1.2. Római járom- és ívhidak

Julius Caesar a hidak nagy építőmestereként is ismert. Az első járomhídjainak egyikét, ami Neuwiednél állt a Rajna felett, rekonstruálni is tudták. Ennek az eredetije Kr.e 55-ben épült. A 12 m széles, és mintegy 400 m hosszú híd építése a feljegyzések szerint mindössze 10 napot vett igénybe, de a sikertelen hadjárat után hamarosan vissza is bontották. A szerkezet jellegzetességeit Caesar a De bello Gallico című művében fel is jegyezte, és ez alapján sikerült 1988-ban rekonstruálni. A híd modellje andernachi múzeumban ma is megtekinthető. A híd felszerkezetét függőleges cölöpökön nyugvó fejgerendák (járomfák) tartják. Egy-egy ilyen pillér öt cölöpből, és a hozzá tartozó ferde merevítőelemekből áll. A járom merevítése megvédte a hidat a folyó sodró hatásától, de gondoskodtak az úszadékok elleni védelemről is. Az említett járomállások egymástól 8-8 méter távolságban voltak. A híd gyors megépíthetőségét a fa, mint építőanyag, illetve az alkatrészek és kötések egyszerű kiképzése egyaránt biztosította. Funkcionalitása révén ez a híd típus az évezredek alatt alig változott. Egészen az 1920-as évekig elterjedten használták ideiglenes hidak céljára. Az a kétezer évvel ezelőtti magas műszaki színvonal mindenképpen a magas fokon szervezett, jól működő államban fejlődhetett ki. Ennek a szervezettségnek, és a műszaki fejlettségnek az alapja maga a római hadsereg volt. Ez a műszaki fejlettség a római birodalom szétesésével eltűnt a történelem süllyesztőiben. Egyik példája a kor másik, rendkívül érdekes híd típusának a Damaszkuszi Apollodórusz által 103-ban épített ívhíd a Duna felett. A híd teljes hossza elérte a 800 métert. A toronyjellegű köpillérek 45 méterrel magasodtak a vízszint felett. A híd 35 méteres fesztávjait legközelebb az 1450-es években sikerült elérni.



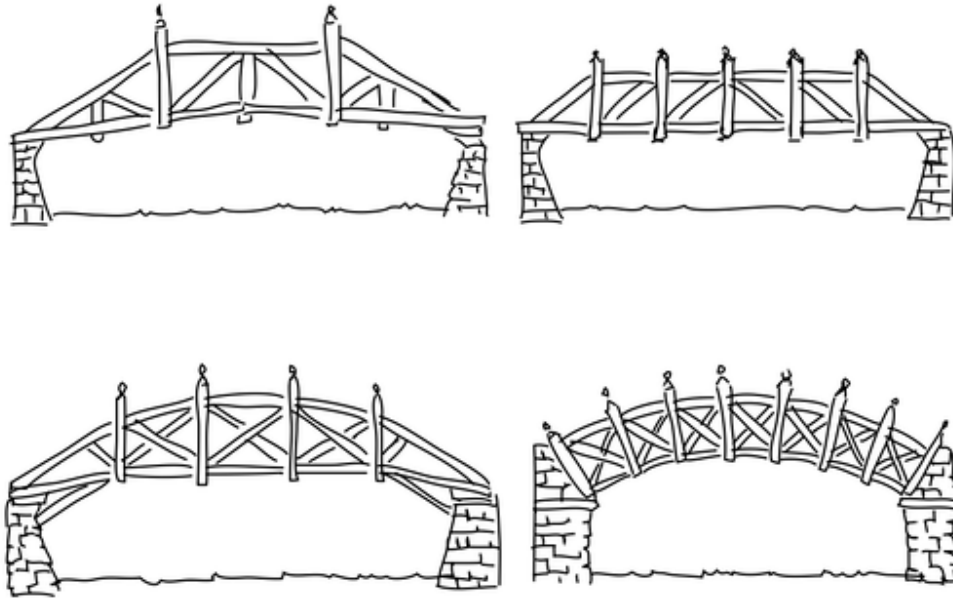
cölöphíd



római kori ívhíd

1.3. Palladio 4 híd típusa

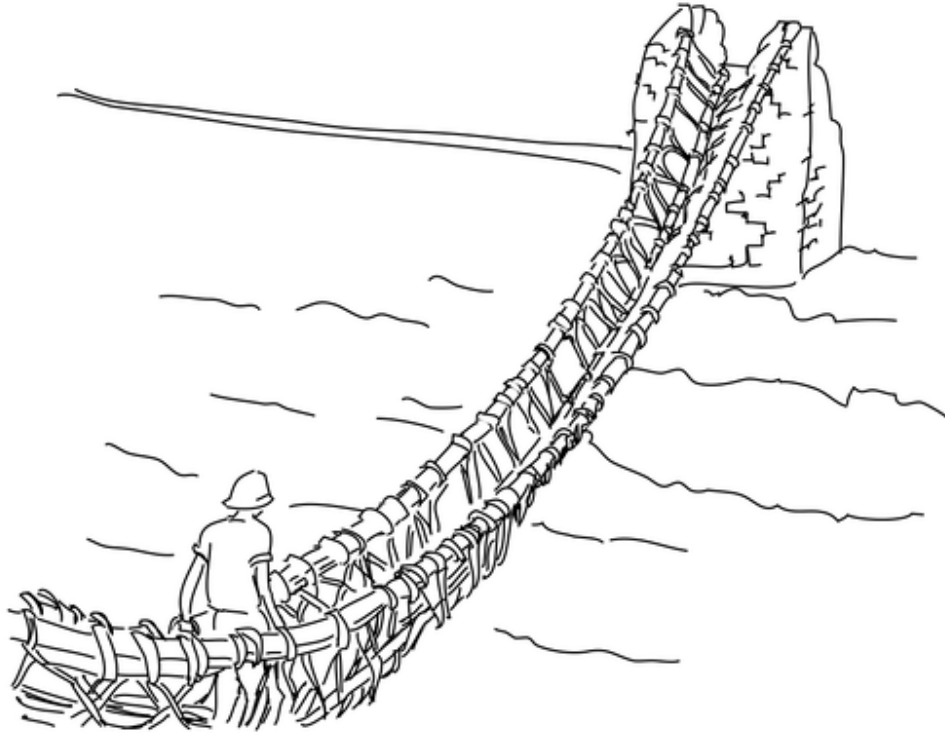
1570-ben publikálta az itáliai mérnök, Andrea Palladio négy híd típusát. A mű tartalmazta a hidak rajzait, és statikai jellemzését is. Palladio hídépítőként kezdte, és csak később foglalkozott szerkezeti tervezéssel. Legnagyobb műve a Cismone felett Bassanonál átívelő, 36 méter fesztávú ívhíd. Feljegyzései majd 200 évvel később, angolra fordításuk után terjedtek el, és széles körben alkalmazták a tervezők saját terveik alapjaként.



Palladio négy híd típusa

1.4. Függőhidak

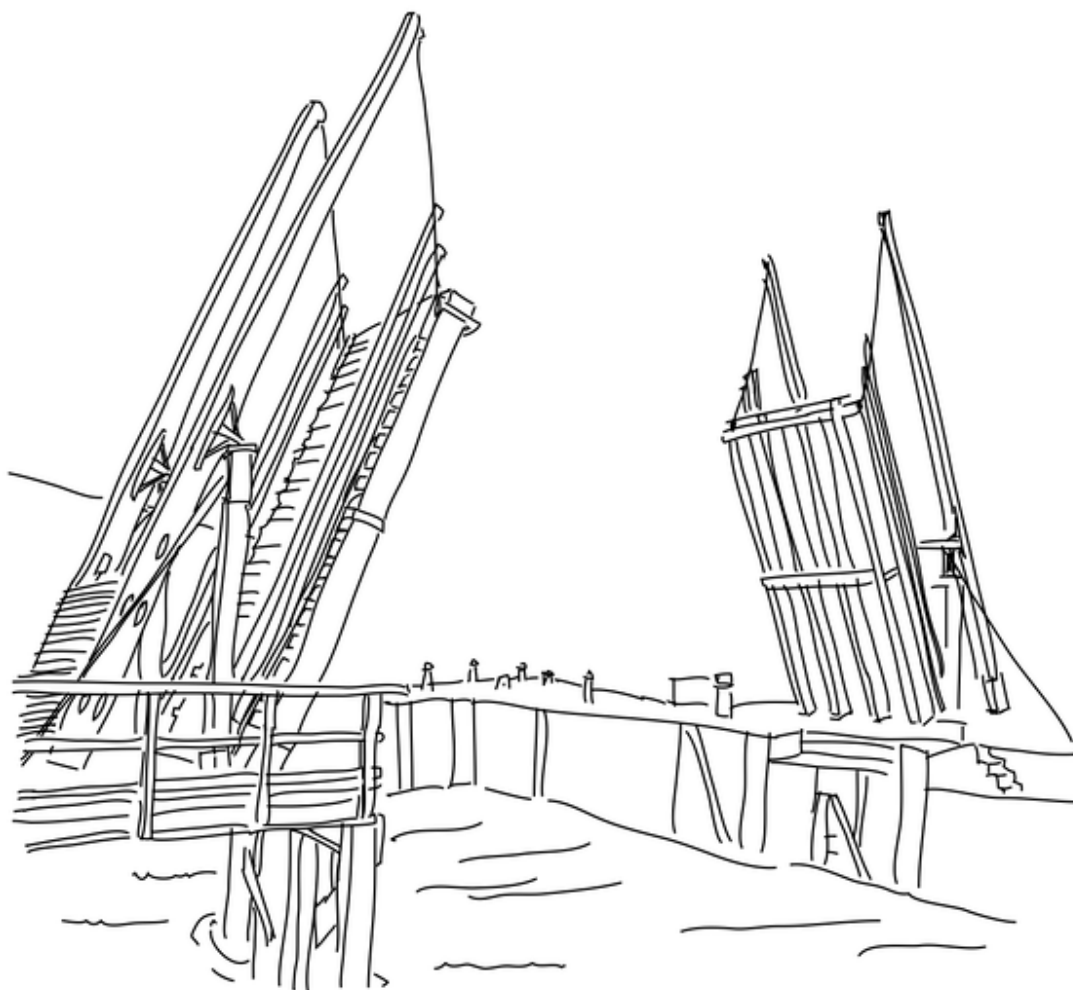
A Latin-Amerikában és Ázsiában már évszázadok óta építenek akár 120 m fesztávot is elérő függőhidakat. A híd tartóköteleit olyan növények indájából fonják, mint például a *Loniceria*. A szélsőséges körülményeknek kitett szerkezetet gyakorta kell karbantartani, felújítani. De élettartamuk így akár korlátlan is lehet.



függőhíd

1.5. Felnyitható hidak

Felnyitható hidakat olyan helyen építenek, ahol a part alig magasabb a vízszintnél, de biztosítani kell a vízi közlekedést. Először a 14. században jelentek meg, és azóta is rendkívül elterjedtek például a holland csatornák feletti átjárás biztosítására.

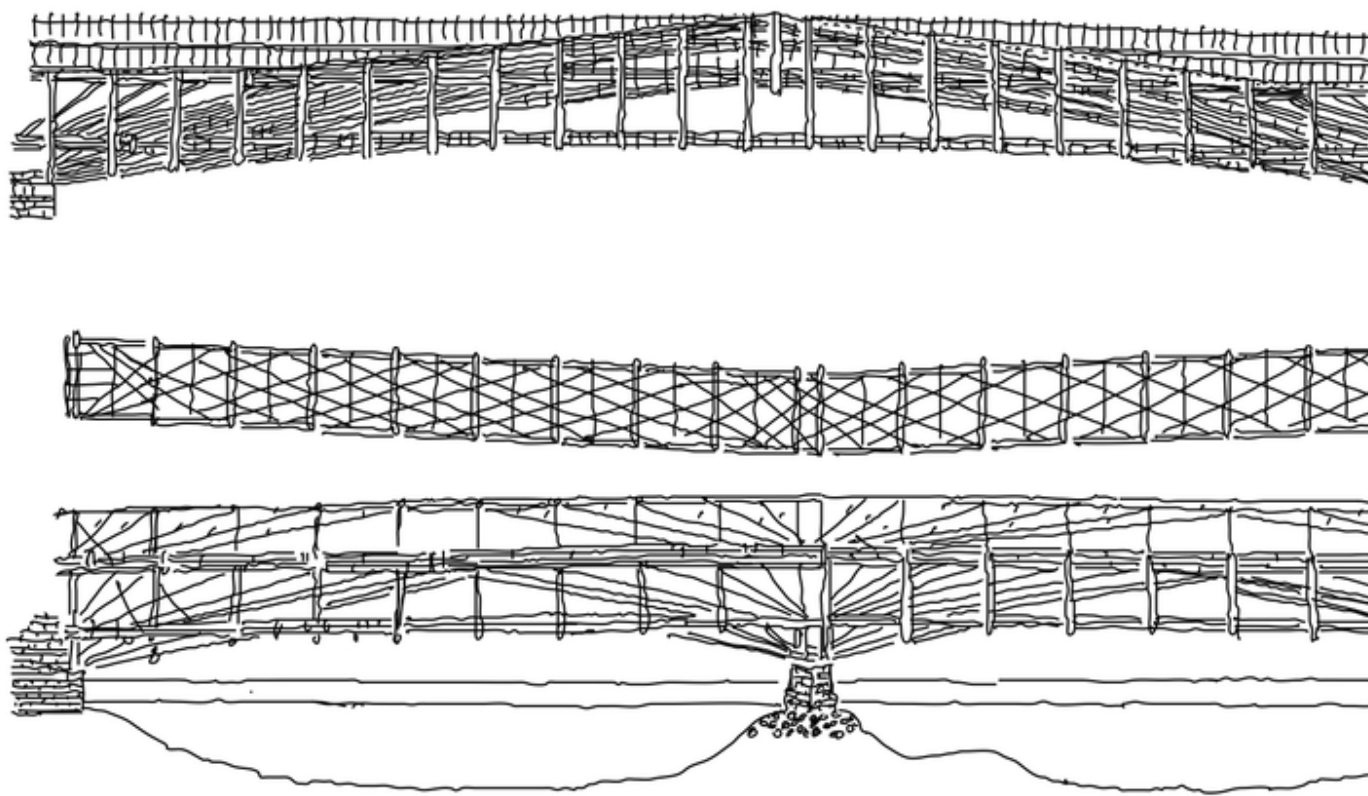


felnyló híd

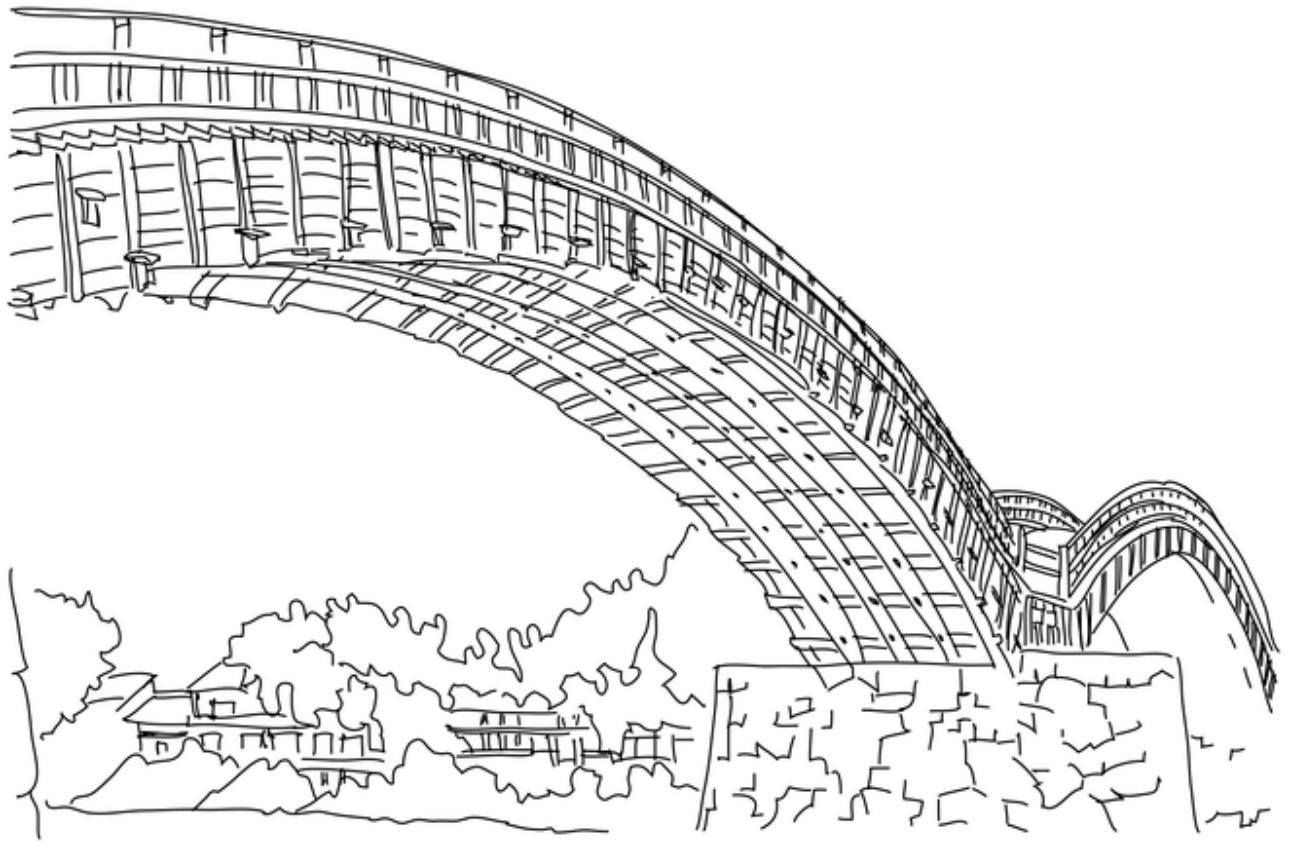
1.6. Ívhidak

Az ívhidak elterjedését két hídépítő: a teufeni Hans Ulrich Grubenmann és a luzerni Jozef Ritter munkássága lendítette fel. 1754-ben, a Rajnán Schaffhausennél átívelő, a középkorban épített, és összeomlása miatt lezárt híd pillérjeire egy fedett fahidat terveztek. Ezzel a híd fesztávolsága 119 m lett volna. A városvezetés azonban kötelezte a tanult ácsmestereket egy középső alátámasztás betervezésére, így végül a híd két nyílasközzel épült meg. Ma már tudjuk, hogy a középső pillér felett folytatólagosan átfutó nyomott öv helytelen megoldás volt. Emiatt ugyanis a felszerkezet a rugalmas elméleteket figyelembe véve jelentős többletterhet adott a középső pillérre egy kéttámaszú tartóhoz képest. A középső pillér konszolidálatlan alapozása, és a magas vízállások a többletterheléssel egyetemben a középső pillér gyors tönkremeneteléhez vezettek. A felszerkezet átalakításával azonban Grubenmann még meg tudta menteni a hidat. Az eredeti, és az átalakítás utáni változatok modellje ma is megtalálható a teufeni Grubenmann múzeumban. A híd építéséről sok híres anekdota született. Ilyen az is, amikor a zseniális ácsmester, aki biztos, ami biztos alapon úgy tervezte és építette meg a háromtámaszú hidat, hogy az középső alátámasztás nélkül, kéttámaszú tartóként is megállna a helyén, a híd átadásakor állítólag kiütötte az éket a középső pillér és a híd közül, majd így kiáltott: „Az a Ti pilléretek, ez az én hidam”. Aztán 1778-ban, mikor Wettingennél a Limat felett kellett hidat építenie, a 118,9 méteres fesztávolsághoz felhasználta a 24 évvel korábbi terveit, és megvalósíthatta a schaffhauseni hídhoz

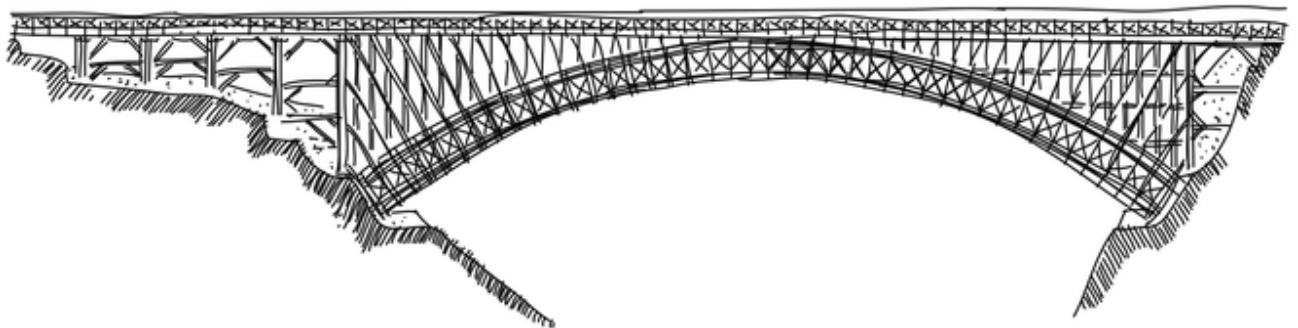
kitalált, de megtiltott kéttámaszú rendszert. Mindkét hídját a francia hadsereg gyűjtötte fel 1799-ben. 1764-ben, a második közösen tervezett, a Limat-on átívelő, összesen 61 m fesztávú hídjukhoz Grubenmann és Ulrich egymásba fogazott és csavározott gerendaíveket használtak főtartóként. A kelet-ázsiai térségben ennek a megoldásnak már jóval korábbi hagyományai voltak. Az 5 méter széles Kintai-híd öt ívének összesen 194 méter hossza a Nishiki folyót hidalja át Iwakuni-városnál. Az 1673-ban épült, és először 1953-ban felújított faszervezetben egy darab szeget sem találni. Talán a legszebb munkája Jozef Ritternek az 1794-ben épült ívhíd Mellिंगennél, ami 46 m fesztávval köti össze a Rüz két partját. A két főtartó keresztmetszete egyenként 170x130 cm, ami 6 jegenyefenyő gerendából, 60 fokos körcikk íveként mechanikusan lett hajlítva. Ehhez hasonló ívszerkezetek a svájci Emmental környékén találhatóak. Deszkalamellákból ívesre ragasztott (a rétegelt ragasztott tartók elődjeként is említhető) hidat először 1809-ben, a Bajor Híd és Útfelügyelet igazgatója, Karl Friedrich Wiebeking készített. Ezzel szinte egyidőben, 1819-ben Emy, francia építőmester eredetileg tetőszerkezetekhez fejlesztette ki a bütösen illesztett, és mechanikus kapcsolóelemekkel egymáshoz rögzített pallóívet, amit azóta is Emy-féle ívtartóként ismerünk. Az Emy-féle ív Franciaországban, Hollandiában, Angliában és Észak-Amerikában, közúti és vasúti hidak szerkezeteként terjedt el. Még 1945-ben is készítettek hidat ezzel a rendszerrel, a Werra folyó felett. Ívhíd készülhetett egy darab, mesterségesen meghajlított gerendából is. A 19. században ezzel a technikával 30 méteres fesztávot is elértek. Az ehhez szükséges faanyag csak az Alpok néhány különleges, lankás területén található. Az olaszországi Dél-Tirolban megpróbálkoztak egy ilyen híd elkészítésével, felhasználva a modern kor eszközeit. Tapasztalatuk szerint a megfelelő nedvességtartalom elérésére mesterséges szárítóberendezés szükséges, de a siker alapja a tökéletes faanyag kiválasztása.



Grubenmann ívhídja



Kintai ívhíd

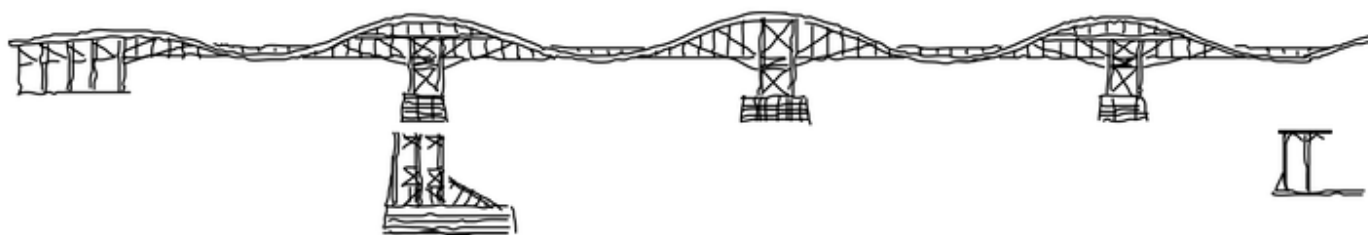


Ritter ívhídja

1.7. Rácsostartós hidak

A fahídépítés történetének következő fellendülése a 19. századra tehető. Az Észak-Amerikára jellemző nagy távolságok, illetve az alacsony népsűrűség a közlekedés gyors fejlesztését követelte meg. A rohamosan terjedő vasúthálózat nagy fesztávolságú hidak nagyszámú építését követelte meg. Ráadásul az országban a lehető legszélsőségesebb terepviszonyok, nagy sodrású folyók, és a kivitelező szakembergárda hiánya nehezítette az Európában tökéletesen megfelelő szerkezetek elterjedését. Az „amerikai fahídépítés” nem rendelkezett hagyományokkal, de ezáltal kötöttségekkel sem. Új, járatlan ösvények álltak a hídépítők előtt. A rácsos tartó az amerikai Ithiel Town, Stephan Long és William Howe szabadalma alapján indult el hódító útjára, és már az 1820-as évektől széles körben elterjedtnek számított. Az elterjedését segítette a fém kötőelemek gyártásának fejlődése is. A mintegy 50 méter fesztávig készített szerkezetek kötőelemeiként huzalszeget, átmenő csavart, és fémgyűrűket egyaránt

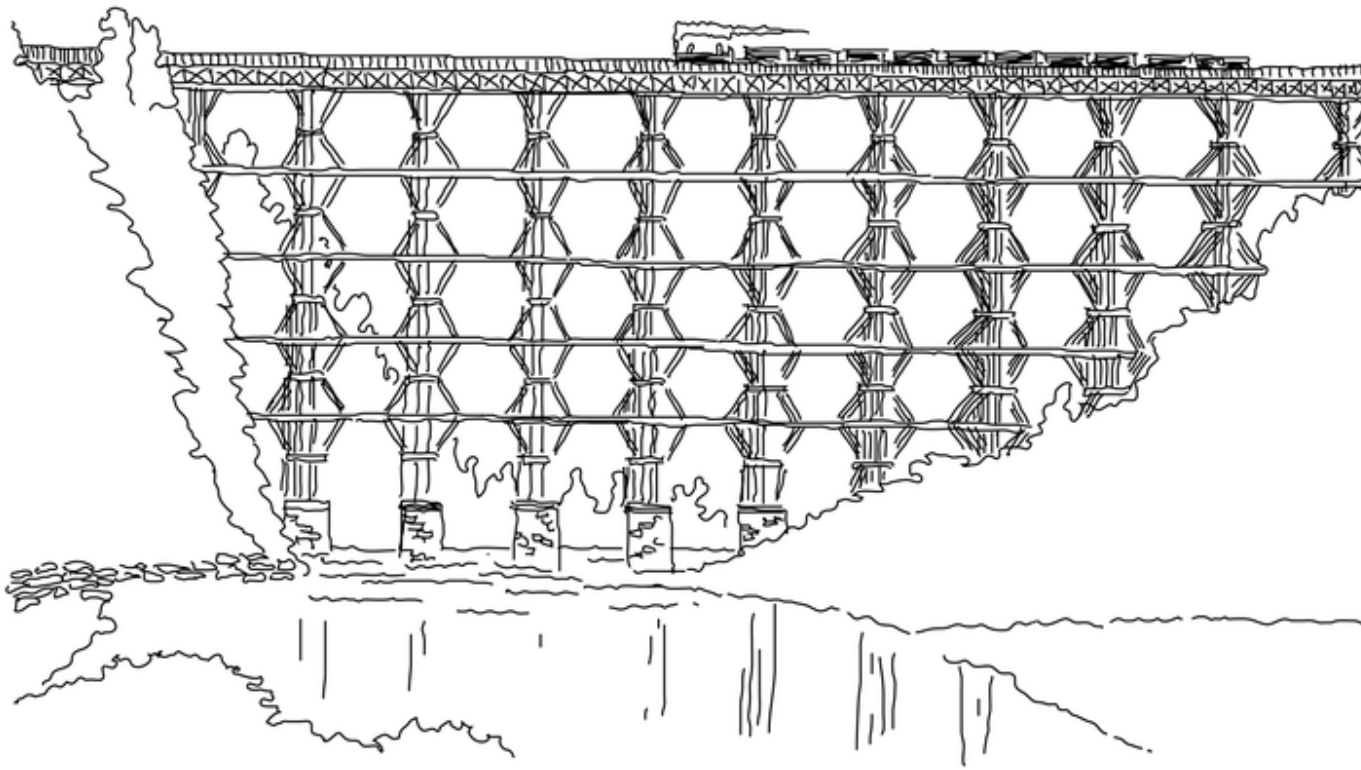
felhasználtak. Howe szívesen alkalmazott a húzott rudak helyén fémhuzalt, amik a szerkezet előfeszítését is lehetővé tették. A Howe Truss és a Town Lattice Truss az észak-amerikai hídépítés legszélesebb körben alkalmazott szerkezetei lettek. Lényeges jellemzőjük az a magas fokú üzemi előkészítettség, ami miatt a fahídépítés mérőföldköveinek számítanak. A Town vállalat jelszava a következő volt: „A Town rácsos tartó mérföldszám gyártható, de yardonként szállítható”. További előnye a rendszernek, hogy a kötőelemek anyáinak utánhúzásával a szerkezet használatból eredő lehajlása visszaemelhető. A svájci Karl Cullmann a bajor király megbízásából 1849-50-ben tanulmányi útra utazott az Egyesült Államokba, hogy eltanulja, és a német mérnökök számára elhozza a rácsos tartók tervezésének és építésének ismereteit. Tehetségét bizonyítja az Erie Vasúttársaság által megrendelt Cascade Híd, amit Culmann 1851-ben tervezett, és talán Amerika legszebb és leghíresebb ácsszerkezete. Howe rendszerével készítették 1853-ban Passaunál azt a fahidat, ami a mai napig szolgálja a helyi közlekedést. A maga idejében a Howe-rendszer ökol szabályok szerint volt méretezve. Ezen szabályok finomításával alakultak a rácsos tartók méretezésének mai szabályai. Európában még a II. világháború idején is építettek (akár 60 tonnás teherbírással is rendelkező) rácsos tartós fahidakat, melyekből több mint 300 ma is áll, és működik. A fedett, illetve zárt rácsos tartó hidak (alagúthíd) a mai napig elterjedt Észak-Amerikában is.



Cascade híd

1.8. Állványhidak

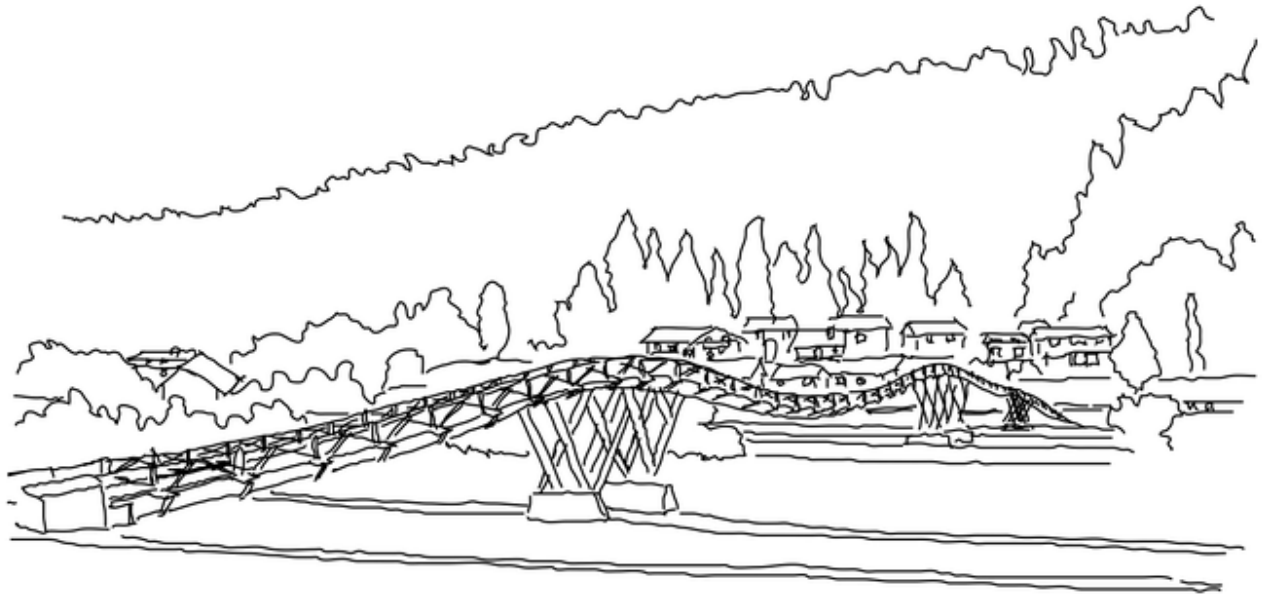
Észak-India hegyvidéki területein az angol vasútépítésnek rendkívül magas hidakra volt szüksége ahhoz, hogy a sínpálya emelkedése a megengedett értékeken belül maradjon. A környező hegyek hatalmas fatörzseiből erős állványhidakat építettek, egyszerű rácsos tartó hidakat, többszintes, toronymagas pillérekkel. Észak-Amerikában is a vasútépítés területén terjedtek el ezek a híd típusok, hogy elkerüljék a völgy rendkívül költséges és hosszadalmas feltöltését. Egy egyedi, és emiatt nagyon híres példája az állványszerkezetű hídnak az 1851-ben, Seymour által épített Portage Viadukt. Az egypályás, 260 m hosszú híd 71 méterrel magasodott a Genesse-Tal vízszintje felett. Nagyon elterjedt híd típus volt. Az utolsó vasúti állványhidat a '80-as évekig használták Oregon államban. Élettartamuk viszonylag rövid volt, hiszen a tartószerkezet nagy része teljesen ki volt téve az időjárás viszontagságainak. A nagy faanyagigénye miatt mára teljesen gazdaságtalan lenne építésük. Több történet is kering ezekről a hidakról a köztudatban, és a filmekben. Az egyik, hogy a mozdonyal óvatosan a híd közepéig hajtának, ott a mozdony megáll, hogy az ingatag híd visszanyerje egyensúlyát, majd lassan megteszik az út másik felét is. A kocsikat pedig kézzel húzzák át a túloldalra.



Portage Viadukt

1.9. A húzott főtartós (feszített) hidak

Az első húzott főtartós hidat 1808-ban, Theodore Burr építette. A híd egy kétsávos közúti híd volt, és három darab, egymástól 4 méterre elhelyezkedő húzott tartóból állt. A tartókeresztmetszet 80×36 cm volt, amit 10 cm vastag lamellákból építettek össze, végükön mechanikus kötésekkkel. A legnagyobb támaszköze 58 m volt, míg összhossza a feszítőhorgonyokkal együtt 280 m. 20 évvel építése után a támaszköveket megfelelően kiegészítő pilonokat kellett beépíteni, de ezek alkalmazásával a híd összesen 65 évig szolgálta funkcióját. Az amerikai Burr az ötletet egyébként Palladiótól vette át. Az 1804-ben összeállított rendszere után egy sor további tartószerkezeti megoldást dolgozott ki. Ilyen például az íves függesztőmű, a párhuzamos és az íves rácsos tartó. Burr 1822-ben halt meg, testileg, lelkileg, anyagilag meggyötörve, a szakma által elfeledve. Munkássága azonban a Town-Long-Howe-féle, a világot meghódító rácsos tartó alapjait jelentette. Culmann feljegyzései közt megtalálható a Remington által 1850-ben tervezett, 140 m fesztávolságú húzott főtartós híd, ami Montgomeryben, Alabama államban állt. A hosszú feszített tartóhoz egy speciális ragasztási technika került kifejlesztésre. Culmann készített is két gyalogoshidat ezzel a technikával, amit (a szabadalmi tilalmak miatt kisebb módosításokkal) Phantast márkanéven maga is bejegyeztetett.



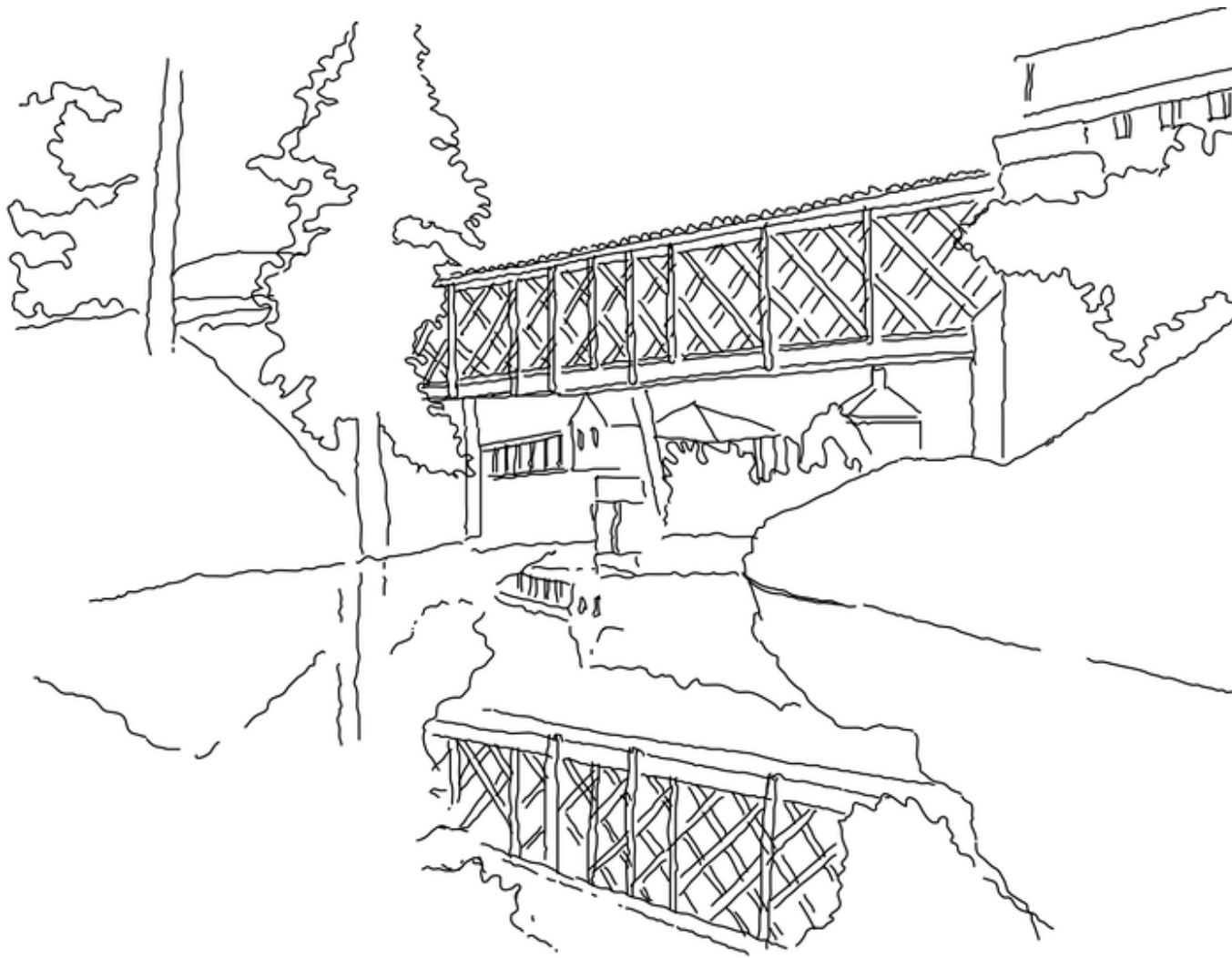
Húzott főtartós híd

2. Hídépítés a II. világháború után

Nagyjából 140 évvel ezelőttig Európában és Észak-Amerikában a kőhidak mellett domináns szerepet kaptak a fahidak is. Az öntöttvas, majd az acél, illetve a vasbeton megjelenésével, és kipróbálásával azonban új lehetőségek nyíltak meg a hídépítők előtt, és a fa alkalmazása háttérbe szorult. Az erősödő közlekedés, a növekvő elvárásokat (egyre nagyobb terhek, dinamikus igénybevételek, növekvő fesztávok, és kisebb alakváltozásra vonatkozó követelmények) a vasbeton, a feszített beton vagy épp az acél-beton öszvérszerkezetek gazdaságosabban, hosszabb élettartam mellett teljesítik. Így a 19-20. században (köszönhetően olyan egyoldalúan megfogalmazott, illetve értelmezett előírásoknak is, mint a tűzvédelem) a fahidak építése háttérbe szorult – egészen a II. világháborúig.

2.1. Segédhidak

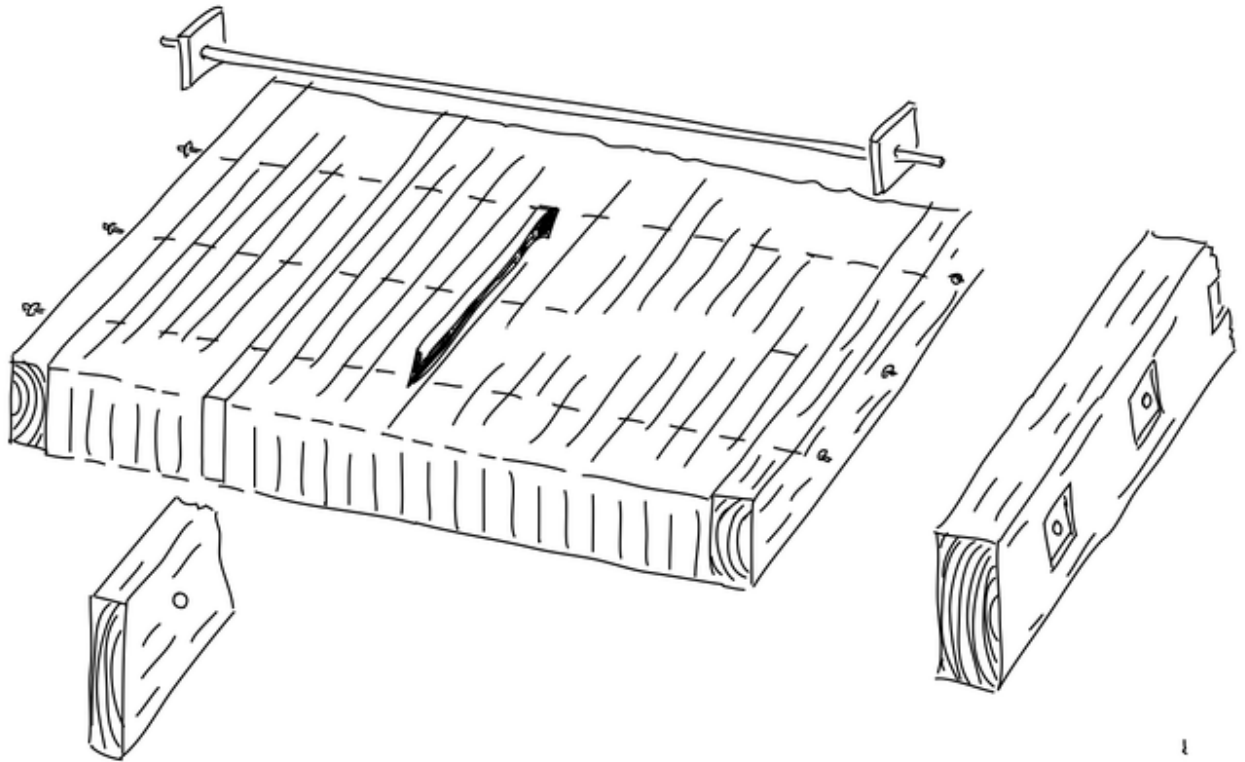
1947 és 1956 között a Karlsruhe–Heilbronn vasútvonal Grötzingennél egy 30 m fesztávú, egy sín páros fahídon haladt át a Pfinz felett. Ez a felsőpályás, szegezett rácsos szerkezet a Karlsruhei Egyetem Fa-, Kő- és Acél Kutatóintézetében, E. Gaber vezetése alatt került kifejlesztésre. A hídon 2 évig végeztek kísérleti méréseket – 2x175 t mozgóteher átvezetésével, és a szerkezet mindenféle károsodás nélkül elviselte ezt az igénybevételt. A deszkalamellákból szegezett tömör tartók mellett ezt a bevált rácsos tartó típust is kipróbálták futódaru főtartójaként. Elsőként 1941-ben, egy 12 m fesztávú daruhoz. A wulfteni fűrészüzem 1950-ben készített 32 méteres fesztávú daruja pedig a mai napig működőképes.



vasúti híd fából

2.2. A keresztben feszített rendszerű hidak

Eredetileg faanyagú padlófelületek javítására találták ki, de Kanadában nagyjából 30 évvel ezelőtt önálló hidat is készítettek az álló pallókból (illetve gerendákból) egymás mellé fektetett, és keresztirányban átmenőcsavarokkal összeszorított fatáblákból. Svájcban, a Zürichi Műszaki Egyetemen továbbfejlesztették az ötletet, és QS-rendszer (a keresztfeszítés rövidítése) néven szabadalmaztatták. A feszítőerők átadása érdekében a szélső lamellák keményfából készülnek. A folyamatos és periodikus terhelések által okozott kisebb nagyobb alakváltozások a csavarok utánfeszítésével megállíthatóak, és egy nagyon merev, alaktartó hídlemez alakítható ki, ami kiválóan szolgálja a közúti forgalmat.



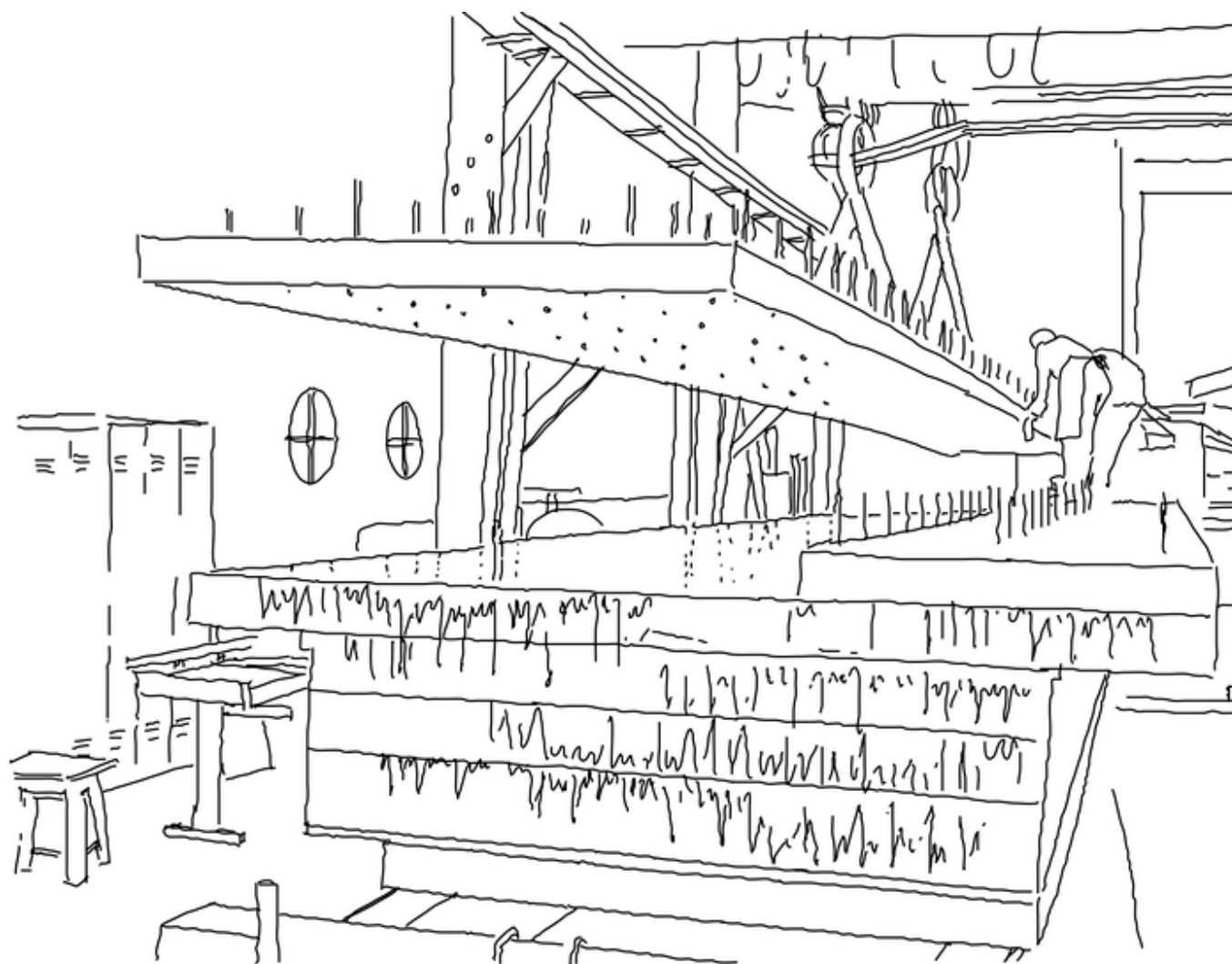
keresztbe feszített híd

2.3. Öszvértartók

Az igazán nagy teherbírású acél-fa öszvértartók az elmúlt néhány évtizedben, Kanadában jelentek meg. A híd nyomott öveként a keresztben feszített tömör fatábla funkcionál, a húzott övben pedig acél profilok helyezkednek el. A két öv közti nyíróerők átadását erre a célra kifejlesztett csavarok végzik. Ezek a csavarok az acélelembe vannak csavarva, majd a faelemben kialakított zsákfuratban valamilyen merev hézagkitöltésbe (pl. betonba) beágyazva. Új-Zélandon fejlesztették ki azt a megoldást, ahol a nyíróerők átadását a fa nyomott öv alsó oldalára felragasztott betétekkel, és azokba rögzített csavarokkal oldják meg.



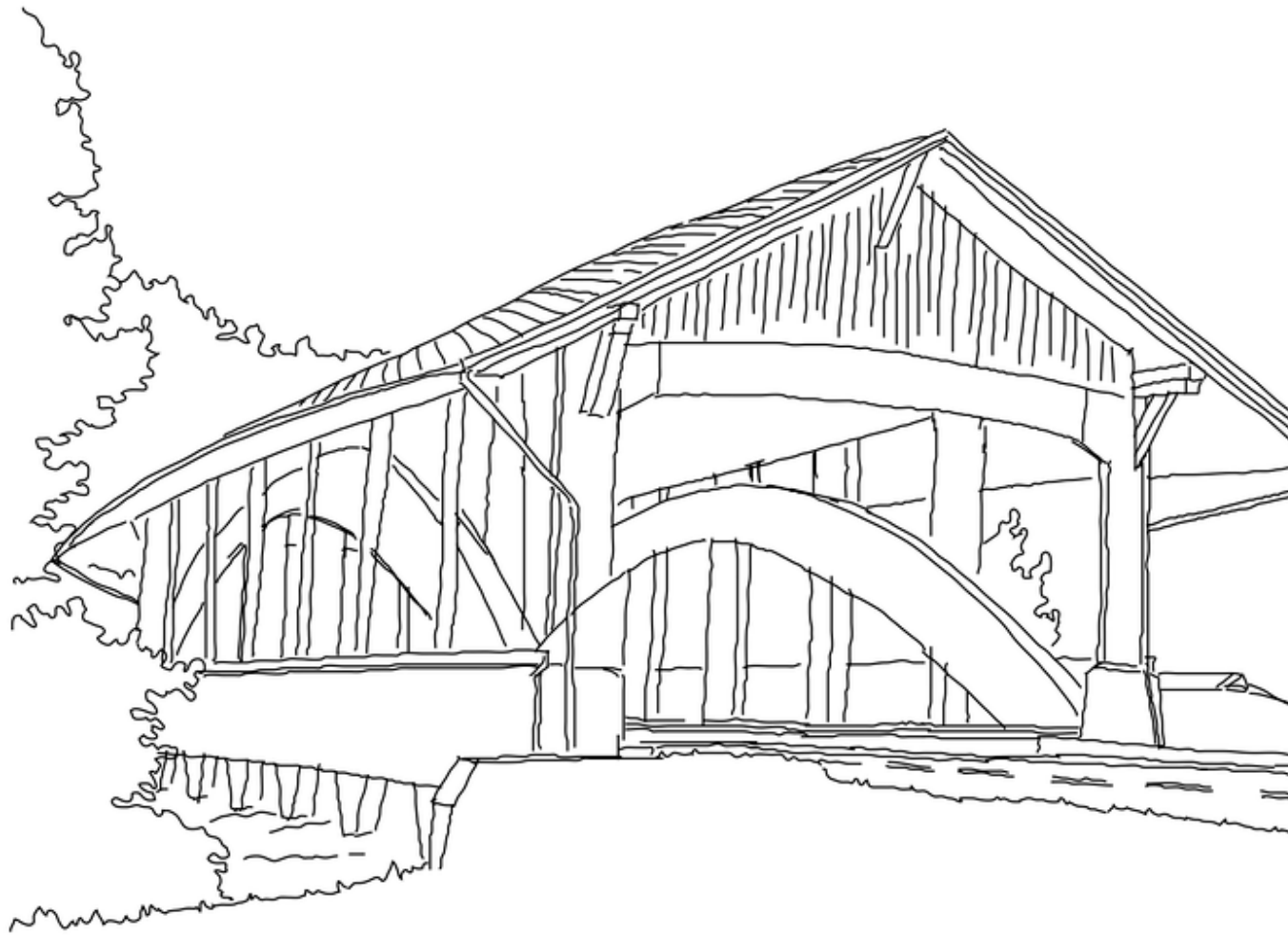
nyíróerőket átadó kapcsolat



nyíróerőket átadó csavarok

2.4. A rétegelt–ragasztott főtartós fahidak

Bármilyen frappáns megoldásokat is találtak ki az elődök, a fahidak fejlődésében a legnagyobb fellendülést a ragasztástechnika fejlődése, illetve a rétegelt–ragasztott tartók megjelenése hozta. Egy rendkívül látványos, és azóta elhíresült példa az Essing melletti Duna-csatorna húzott főtartós hídja, ami először alkalmazza ilyen rendszerben a rétegelt–ragasztott tartót. A tartók ívelése, és a támasztópilonok elhelyezése révén a tartóban szinte tisztán húzó-igénybevételek alakulnak ki. További műszaki újdonságai a hídnak a szélcsatornában kifejlesztett forma, a speciális merevítőrendszer, a különleges kialakítású, horganyzott acélsomópontok, és az, hogy az egyes szakaszokat a helyszínen ragasztották össze. A 192 m hosszú híd elnyerte az 1989-es Európai Faépítészeti Díjat. 1990-ben készült el az első, alaprajzában és oldalnézetében is ívelt, tömbösített–ragasztott pályaszerkezetű kerékpáros–gyalogos fahíd, ami Reichenbachnál ível át a Fils folyó és a B10-es főút felett. Az elkészültekor rekordnak számító 204 méter hosszú fedetlen hídpálya többsuklós kialakítású, és acél körszelvényekkel van az acélsövekből kialakított pilonokra függesztve, a fesztáv az egyes pilonok között mintegy 45 m. A hídpálya 6 db, 16 és 24 cm közötti vastagságú rétegből van tömbösítve. A rétegek közti nyíróerőt speciális ragasztóval, és 40x40 cm-es raszterben elhelyezett, 8x280-as facsavarokkal adják át. Ez a pályaszerkezet állagvédelmi okokból kísérleti célú aszfaltborítást is kapott.



ívhid

2.5. Mérnöki szerkezetű fahidak

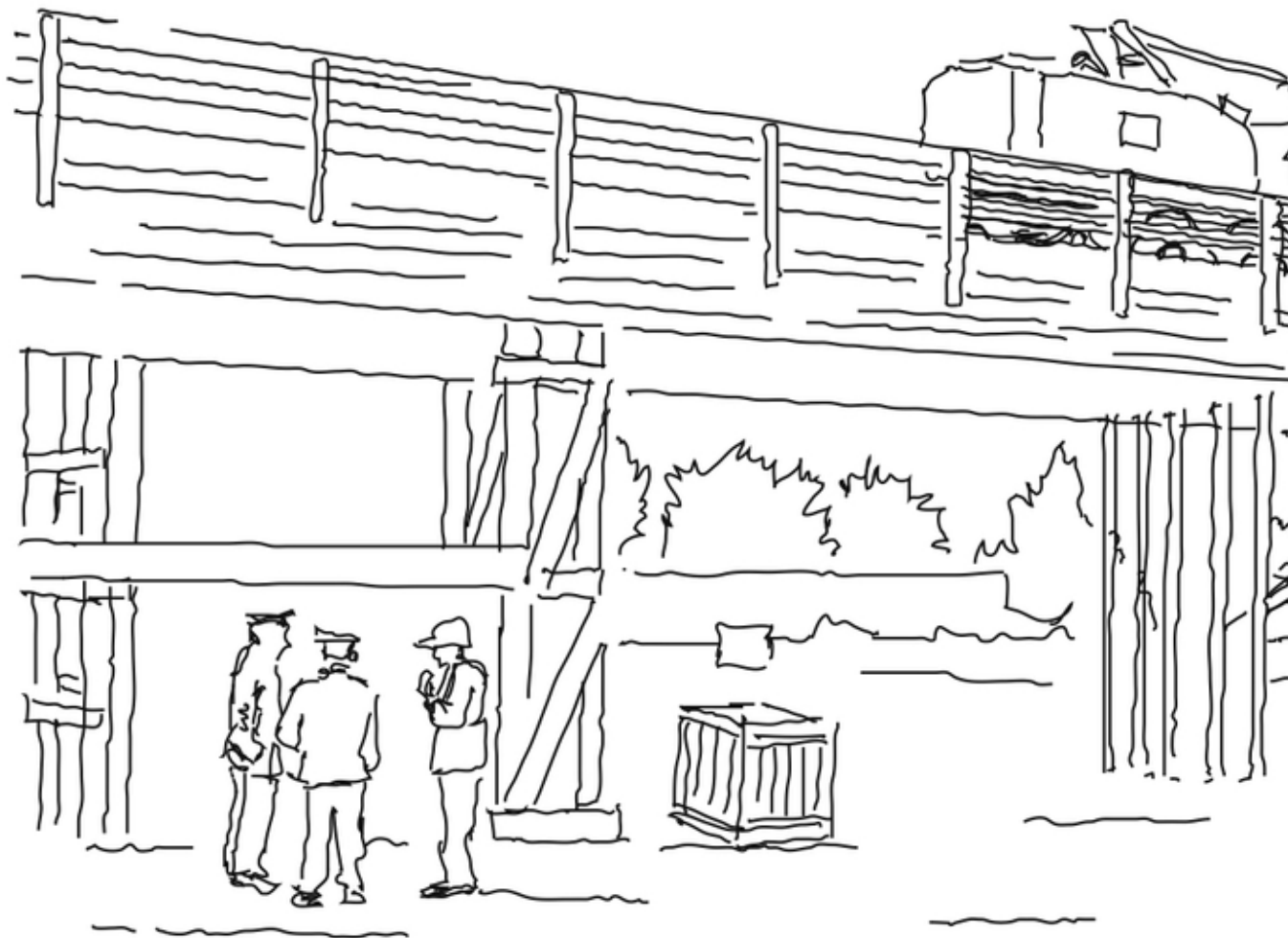
A bemutatott rendszerek bizonyítják, hogy a fahidakhoz alkalmazott szerkezeti rendszerek egyes esetekben több száz év alatt fejlődtek ki, és végül kiforrott, széles körben alkalmazható típusokká váltak. A kötéstechika fejlődésének (különös tekintettel a ragasztástechikára) egyes újdonságai pedig mindig adtak új és új ötleteket a fahidak szerkezeteihez is. Ezen rövid történeti áttekintő után a következő fejezetben néhány modern, mérnöki alapokon nyugvó példát mutatunk be.

A fűrészáruból és a rétegelt–ragasztott tartóból készülő fahidakat egyaránt a következő besorolásokkal láthatjuk el:

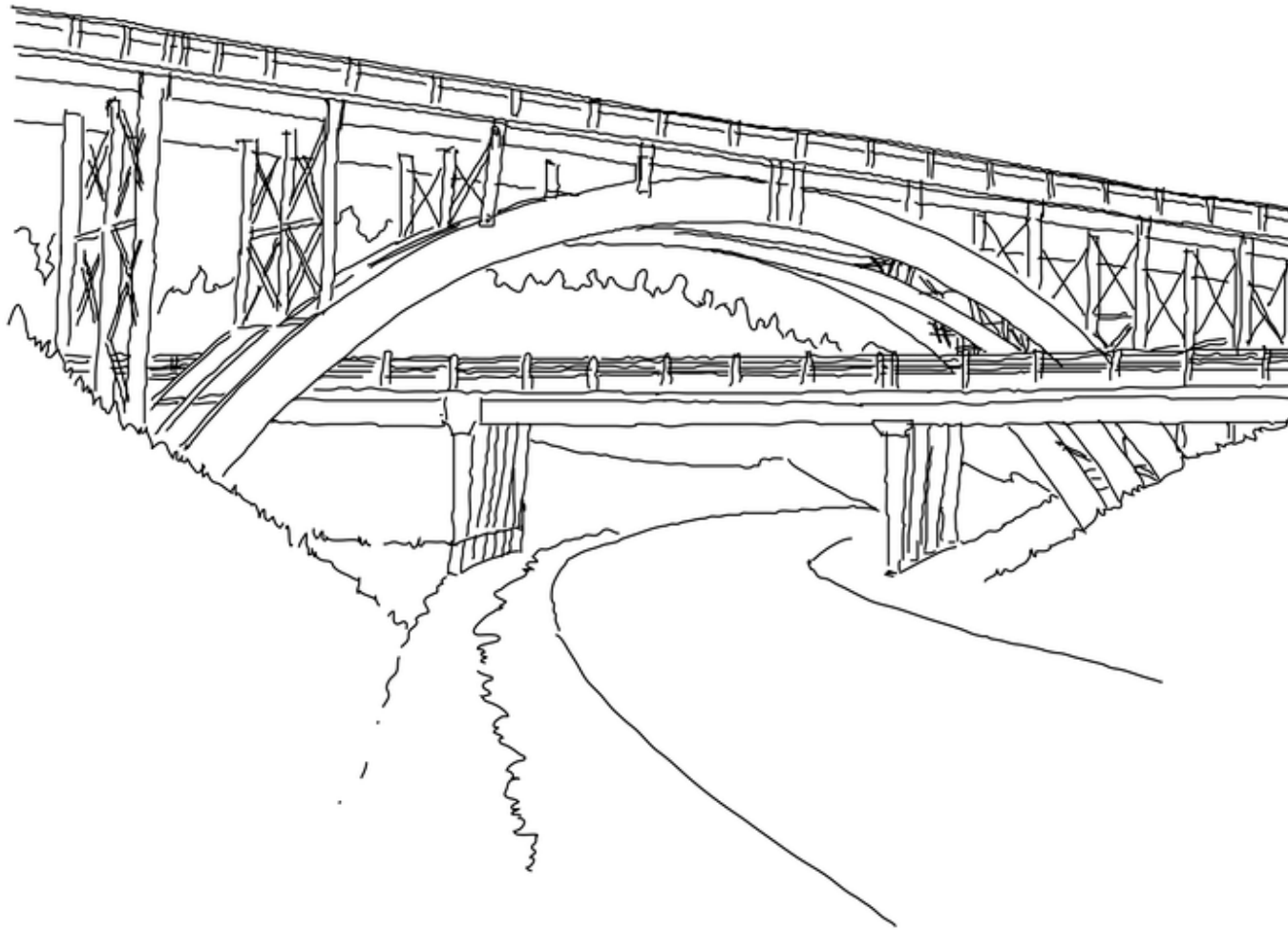
2.5.1. Nehéz járműforgalom

A Röthenbach-on Eggiwilnél áthidaló híd statikai rendszere kétsuklós keret, függesztett pályaszerkezettel. A pályaszerkezet a korábban tárgyalt keresztben feszített állólamellás fatömb. A fa, mint szerkezeti anyag akár autópálya-hidaknál is alkalmazható. Erre egy ritka példa a 28. ábrán látható Keystone Wye autópályacsomópont Rapid City mellett, az Egyesült Államok-béli Dél-Dakotában. A képen látható 47,2 m fesztávú ívhíd 1968-ban készült. A főtartók, a melléktartók, és minden egyéb tartóeleme rétegelt–ragasztott tartóból készült. A szélrácsozás feszített laposacél szalagokból, a

hídpálya vasbeton lemezből van. A csomóponti kötések csavarokkal és fémcsapokkal vannak kialakítva, csomóponti lemezek beiktatásával.



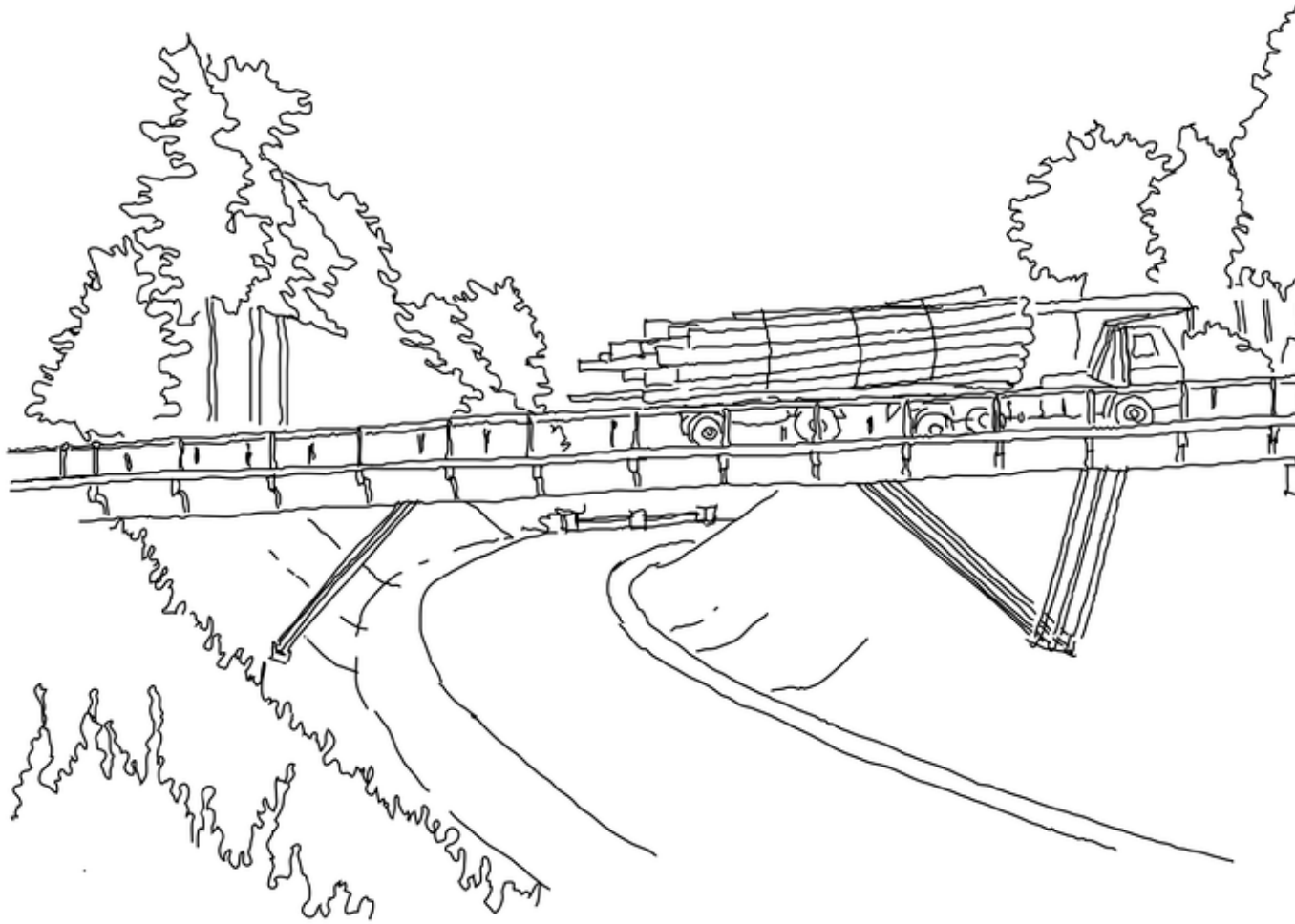
nagyteherbírású közúti híd



Keystone Wye autópályacsomópont

2.5.2. Könnyű járműforgalom

A 30 tonnás hídkategória a mező- és erdőgazdasági közlekedést szolgálja. A képen látható, 1984-ben épült híd a B295-ös országút felett ível át. A 30. ábrán egy hasonló funkciójú hidat láthatunk Kanadában. A kép mondanivalója talán az lehet, hogy fatartók alkalmazását nagy terhek, és nagy fesztávok esetén sem kell mellőznünk, ugyanis a képen bemutatott híd rétegelt–ragasztott főtartója az alulfeszítés segítségével 63 m fesztávot hidal át.



30 tonnás terhelésű fahíd

2.5.3. Gyalogos- és kerékpáros-forgalom

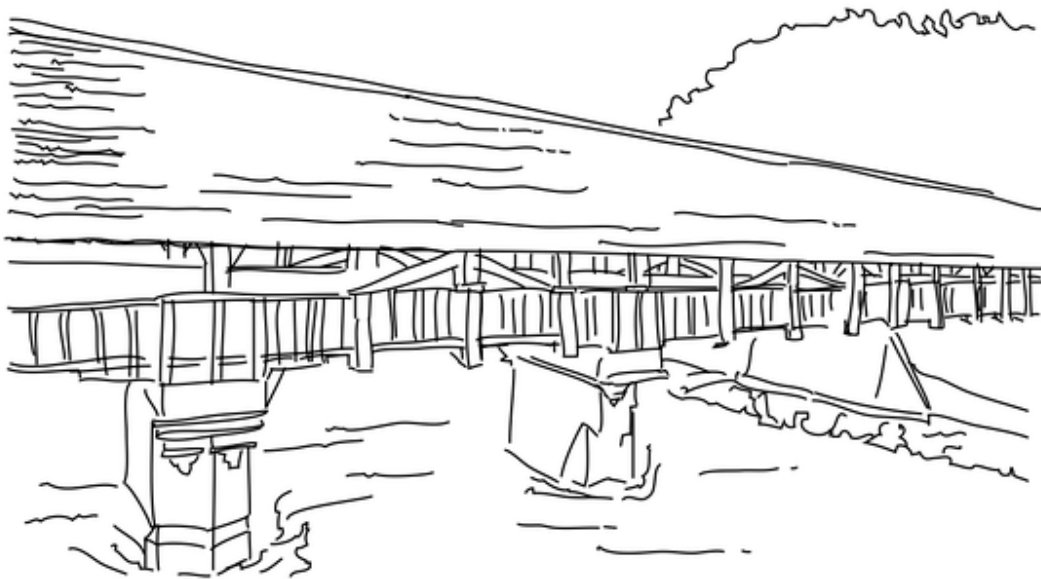
A maga 80 méteres szabad támaszközével az 1988-ban felállították a világ akkori leghosszabb kéttámaszú fahídját. A könnyedén túlemelt szerkezet három halforma rácsos tartóból áll, amik alsó és felső öveik mentén egy-egy rendkívül merev fémcsővel vannak összekötve. A három tartó így a híd keresztmetszetét tekintve egy merev háromszöget alkot. Ennek a háromszögnek az alsó éle adja a hídpálya keresztmetszelyét. A ferde felületek egyrétegű biztonsági üveg fedése tetszetőssé teszi a hidat, és nem elhanyagolható módon a ragasztott szerkezet állagvédelmét is kitűnően elvégzi. A híd építése is egyedi megoldásokkal történt. A tartószerkezet két lépésben került összeépítésre, majd lépésenként a folyómeder fölé csúsztatva. A konzolosan kinyúló szakaszt egy pontonról támasztották alá, hogy a második szakasz benyújtása után a hidat biztonságosan felültethessék a túloldali hídfőre .

2.6. Funkcionális fahidak

Ha fahidakról van szó, akkor meg kell említeni a funkció szerint nem, de szerkezetileg hídnak minősülő építményeket is.

2.6.1. Ideiglenes hidak

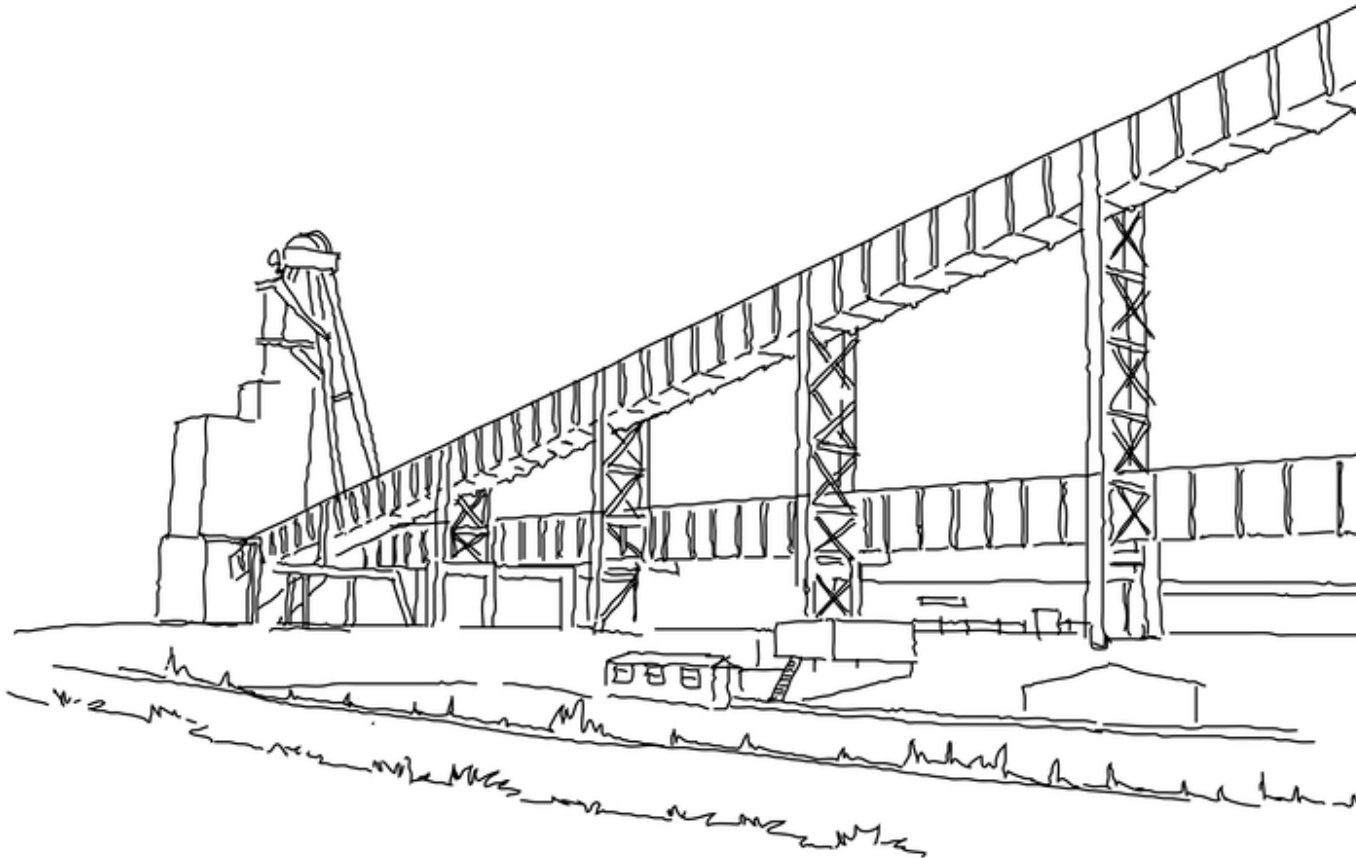
Ideiglenes hidak között megkülönböztetünk úszó- (ponton-), illetve önálló hidakat. Ilyen önálló hidra mutat példát az ábra, ami az 1972-es müncheni olimpiai város építésén készült.



segédhíd

2.6.2. Építő-, állvány- és szállítószalag-hidak

Az 1975-ben épült anyagmozgató berendezés szerkezete különleges előkészítési és építési megoldásokat követelt meg. A szerkezet alapanyagául a sós, párás levegő miatt választották a fát, és az acélelemek is kizárólag rozsdamentes alapanyagból készülhettek. A pillérszerkezetek két, egyenként 40x85 cm-es oszlopból állnak, amik keresztfákkal, és 6-6 sodronyból álló merevítőráccsal kapcsolódnak egymáshoz. A szállítószalag tartószerkezete 21 m hosszú, dobozolt keresztmetszetű tartóelemekből, két autódaru segítségével épült fel.



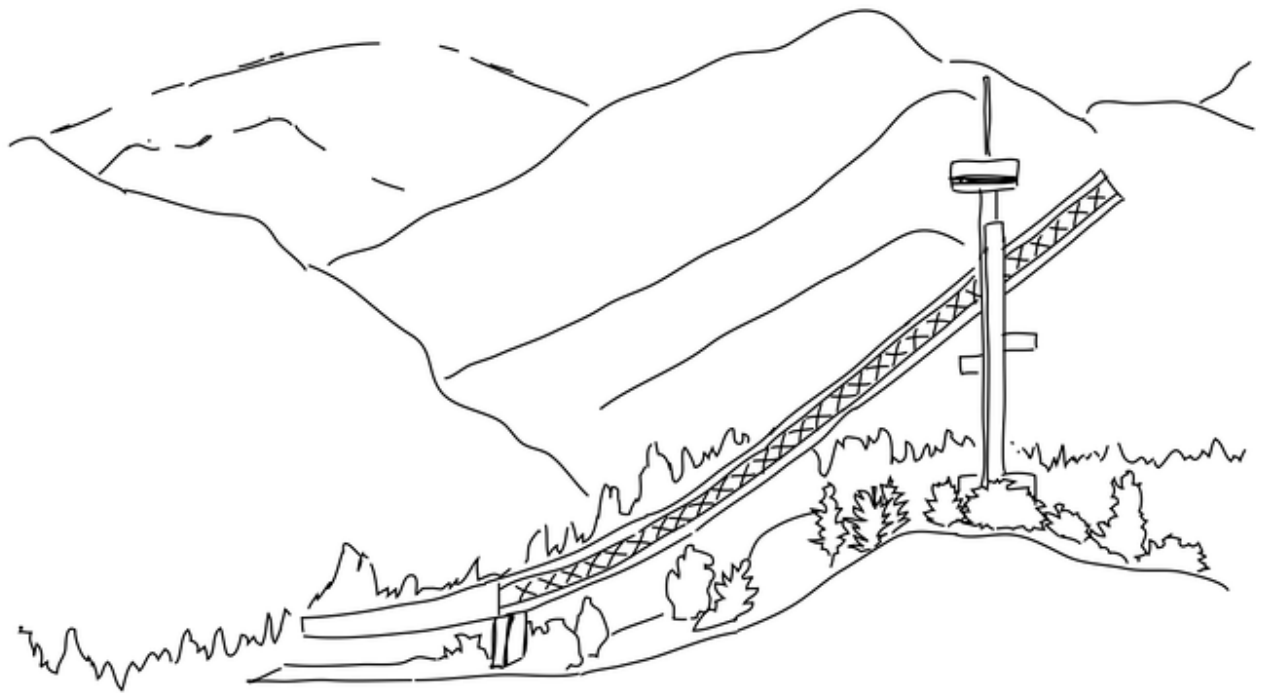
szállítószalag

2.6.3. Mozgóhidak

Ide tartoznak a korábban említett felnyíló hidak, de a úszó hidak, illetve a stégek is.

2.6.4. Síugrósáncok

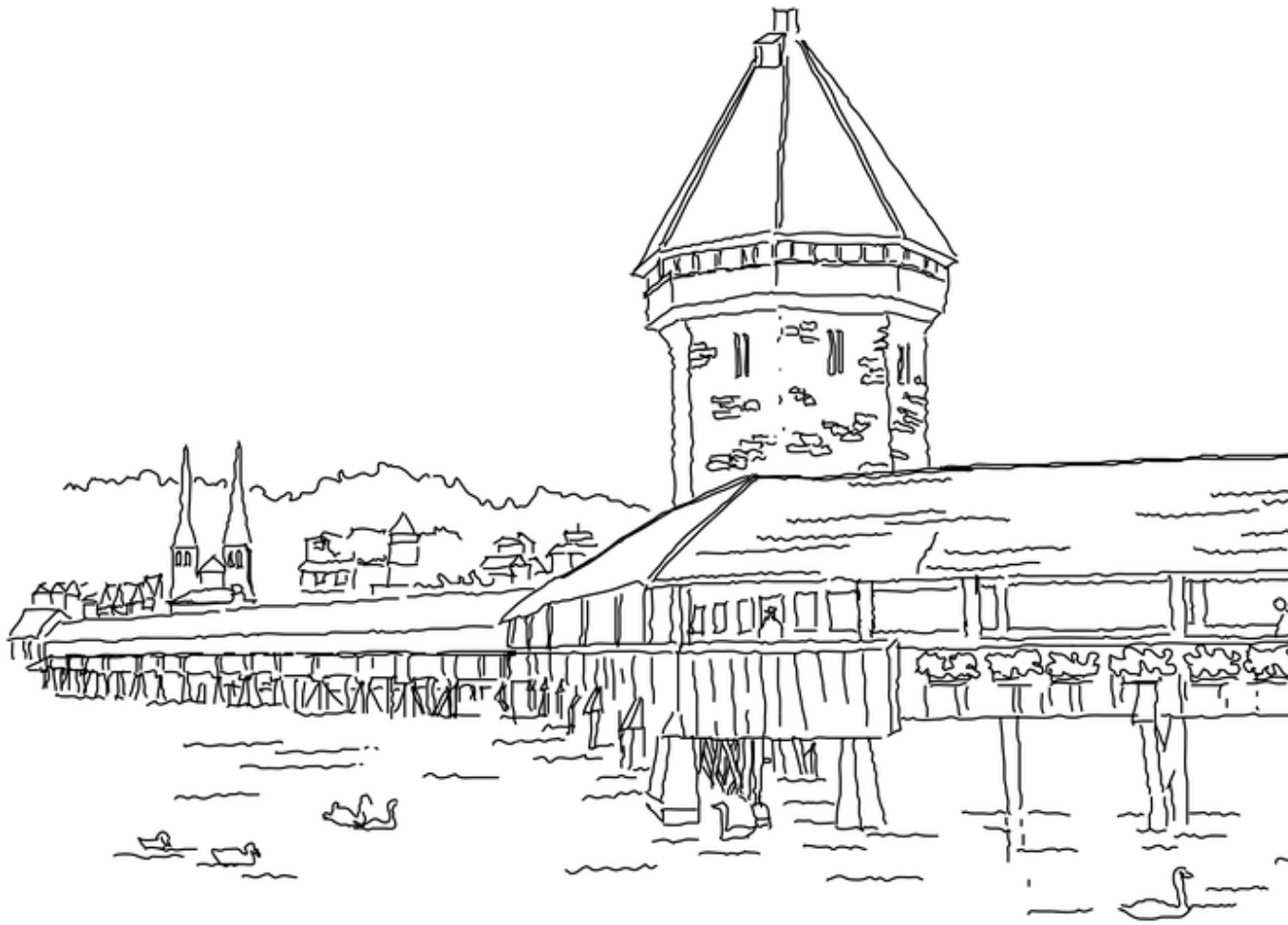
Az ábra egy síugrósánc modelljét ábrázolja. Az építményt Julius Natterer tervezte, 1973-ban.



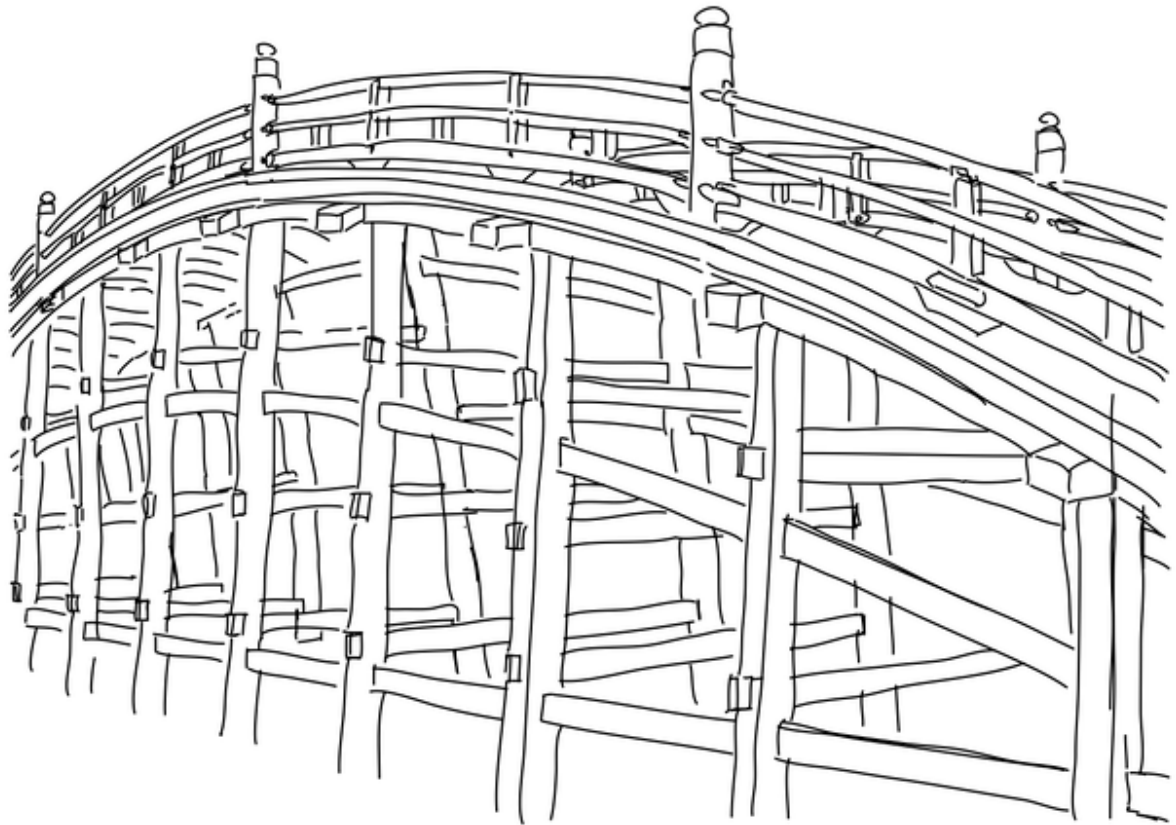
siugrószánc

3. Kitekintés

A fa megfelelő kezeléssel, és a szerkezeti faanyagvédelem alapelveinek betartásával rendkívül időtálló szerkezeti anyag. Ezt bizonyítják az alpesi, 200 évnél is idősebb fahidak. Az 1333-ban épült luzern-i Kapellbrücke facölöpjeit a mai napig nem kellett felújítani. A tört vonalvezetésű híd a mai napig kedvelt látnivalója az országnak. Egy másik példa az 1549-50-ben épült fedett híd Wangennél. 440 évével a legidősebb teherforgalmi híd több, árvizből és tüzesetből eredő károsodása ellenére az eredeti állapotában van, csupán egy kiegészítő feszítőművel erősítették meg 1934-ben, illetve 1967-ben és '84-ben néhány hosszartót kellett cserélni a pályaszerkezet alatt. Feltételezhető, hogy az alpesi klíma tette lehetővé ezen hidaknak, és társaiknak ezt a meglepően hosszú élettartamot. A fa megfelelő alternatívát nyújt a köztudatban sokkal alkalmasabbnak ismert hídszerkezeti anyagokkal szemben, ha figyelembe vesszük, hogy a fa megújuló nyersanyag, előállítás és feldolgozása a lehető legkisebb energiaszükségletet igényel, a lehető legkisebb környezetterheléssel jár. Ragasztási technikákkal szinte korlátlan méretű elemek állíthatók elő belőle. Megfelelő formatervezéssel egyaránt jól harmonizál egy erdei tájjal, vagy egy modern, városi környezettel is. Egységnyi önsúlyára vonatkoztatott teherbírása a legmagasabb az építőanyagok között, így a legtöbb esetben rendkívül gazdaságos szerkezetet építhetünk belőle. Egy fahíd fenntartási költségei is alacsonyan tarthatóak, különös tekintettel a jobb állagvédelmet biztosító fedett hidakra. Élettartama végén pedig alacsony bontási, illetve hulladékkezelési költségekre számíthatunk. Mindezek mellett a hulladék környezetkímélő mivolta sem elhanyagolható.



Luzern-i fahíd



Wangen-i fahíd

Természetesen fahidak esetén is szükség van a gondos tervezőmunkára. Ismerni kell az anyag olyan hátrányos jellegzetességeit, mint az anizotrópos felépítés, a hosszanti repedésveszély, a nedvességváltozásból eredő deformációs hajlam. Különösen ügyelni kell a fahidak tervezésénél: A faanyag és a kötőelemek tartós terhelése során bekövetkező teherbírás csökkenésre, illetve fokozott alakváltozási hajlamra. A pályaszerkezet előregegedése utáni cserélhetőségre. A fel- és alszerkezet kapcsolatának gondos kialakítására.

A hídszerkezetek oldaláról a jövőben a következő kutatási területekre érdemes hangsúlyt fektetni: Új szerkezeti rendszerek (keresztirányban előfeszített szerkezet, öszvérszerkezetek, térbeli tartószerkezetek, kötelek stb.) alkalmazása. Új merevítési módszerek (ragasztott keretek, dobozolt keresztmetszetű tartók) kidolgozása Új kötéstípusok (csuklós kialakítású átmenőcsavar, csomóponti lemez, illetve golyó, ragasztott csavar, stb.) kifejlesztése. Új ragasztók és ragasztási technikák (kültéri ragasztás fejlesztése, térben, többször ívelt szerkezetek kialakítása, stb.) vizsgálata. Új megmunkálási technikák (lézertechnika, fa és fém egyidejű fűrése, stb.) kifejlesztése Nagyobb teherbírású anyagok (pl. furnérok, rétegelt tartó, tábla, acél- vagy üvegszál-erősítésű kompozitok alkalmazása. Nagyobb tartósságú fafajok kipróbálása, különös tekintettel egzóta fajokra. Új minősítési és osztályozási módszerek bevetése. Újabb faanyagvédelmi eljárások kidolgozása. Nemzetközi kutatási eredmények integrációja. Emellett szükség van –ahogy az a nagyfeszítávú térlefedések esetén már hagyományokkal rendelkezik– a nagy tartóelemek szállíthatóságára és beépíthetőségére vonatkozó racionális megoldások kidolgozására.

24. fejezet - A faszerkezetek tűzvédelme

Tartalom

1.

[1.1. Történeti visszatekintés](#)

[1.2. Miért veszélyes a tüzeset?](#)

[1.3. A tűz során lejátszódó folyamatok](#)

[1.4. Az égés során felszabaduló gázok](#)

[2. A tűzvédelemről általában](#)

[3. Passzív tűzvédelem - az épületszerkezetek tűzállósága](#)

[3.1. A beépített anyagok jellemzői](#)

[3.2. Tűzállósági határérték](#)

[4. Az épületek tűzveszélyessége](#)

[5. Aktív tűzvédelem – jelzőberendezések](#)

[5.1. Füstérzékelés](#)

[5.2. Hőérzékelés](#)

[5.3. Lángérzékelők](#)

[6. Aktív tűzvédelem – oltóberendezések](#)

[7. A fa tűzvédelmi jellemzői](#)

[7.1.](#)

[7.2. A faanyag tűzállósága](#)

[7.3. Faszerkezetek tűzállósága](#)

[7.4. Megelőző tűzvédelmi kezelés faszerkezetekhez](#)

1.

A tűz ösidők óta társa az embernek. Évezredek óta a legfontosabb fény-, hő- vagyis energiaforrásunk. A fejlett gazdaságú országokban ez a szerepe kissé csökkent, azonban a Föld nagy részén még a mai napig a mindennapi élet szerves részét képezi. Az emberiség számára a tűz kétféle fogalmat hordozhat magában: a tűz hasznosítását (energetika), illetve a tűzkárokat. Tűzvédelem alatt természetes és épített környezetünk tűzkárok elleni védelmét érthetjük. A tűzvédelem, mint tevékenység egyidős az ember építési kultúrájával. Történelmünk során több nagy katasztrófa, várostűz tanulsága segítette a tűzvédelmi intézkedések kialakulását. Első építészeti tűzvédelmi előírásaink a középkorból erednek. Ezen előírások hatása a városszerkezetben, az utcaképen, és az épületszerkezeteken egyaránt megjelent. Az így kötelezően előírt jegyek egy része azóta olyan szerves része építészetünknek, hogy szinte észre sem vesszük az eredeti célt, vagyis a tűz terjedésének minél hatékonyabb fékezését, a megközelíthetőséget, illetve az oltás mihamarabbi biztosítását.

1.1. Történeti visszatekintés

A tűznek minden ősi kultúrában fontos szerepet tulajdonítottak. A tűzgyújtás tudománya volt az első lépés a természettől független, civilizált társadalom felé. A tűz meleget, fényt, oltalmat nyújtott, később a kohászat megjelenésével eszközök, fegyverek készítését tette lehetővé. Ugyanakkor hatalmas pusztításokat is okozott a természetes és művi környezetben. A hatalom egyik jelképét jelentette, tisztelték, félték a tüzet.

1.2. Miért veszélyes a tüzeset?

A tűz lényegében gyors oxidáció, és rendszerint akkor keletkezik, amikor egy szerves polimer hő fejlődése közben reagál az oxigénnel. Minden tüzhöz szükség van éghető anyagra, oxidálószerre - ez

általában a levegő oxigénje - és gyújtóforrásra. A gyulladáskor és az égéskor bonyolult kémiai és fizikai folyamatok játszódnak le.

1.3. A tűz során lejátszódó folyamatok

A polimerek hevítésekor, 200-300 °C fölött a kémiai kötések felhasadnak, és illékony, kis molekulatömegű vegyületek - elsődleges termékek - keletkeznek. Magasabb hőmersekleten - a polimertől függően - mérgező termékek, például hidrogén-cianid, nitrilek, poliaromás szénhidrogének szabadulhatnak fel. Ezek elkeverednek az oxigénnel a tüzelőanyag felszínén, és elégnak. Az elsődleges termékek egy része elbomlik a lángban: például többféle szén- és nitrogén-oxid, víz keletkezhet. A lángból az anyagok az égési folyamat bejezése előtt is kijuthatnak: a veszélyes szén-monoxid például elsősorban a tökéletlen égéskor keletkezik. A füstképződést is összetett kémiai folyamatok előzik meg. Ahol kevés a levegő-utánpótlás, rendszerint több füst képződik, mint a jól szellőző épületekben. A füst azért veszélyes, mert megnehezíti a levegővételt és a látást. A tűzben keletkező anyagokat biológiai hatásuk szerint két csoportba sorolják. A központi idegrendszerre ható anyagok, például a szén-monoxid és a hidrogén-cianid, melyek megakadályozzák, hogy a vér oxigént vegyen fel, és gátolják a sejtek oxigén-felhasználását. A biológiai hatású anyagok másik csoportjába az érzék-és légzőszerveket irritáló anyagok tartoznak.

1.4. Az égés során felszabaduló gázok

Építőipari szempontból rendkívül fontosak a tüzesetben keletkező gázok, hiszen általános tapasztalat, hogy tüzesetek áldozatainál elsődlegesen gázmérgezés, vagy fulladás okozza a halált. Szerves anyagok azok, amelyek szenet tartalmaznak. Idetartozik több természetes anyag, pl. fa, gyapjú, pamut, selyem, gumi, és több szintetikus anyag is, pl. polivinil-klorid (PVC), polietilén, plexi, poliuretán. Valamennyi szerves anyag éghető, bár az egyes anyagok égési feltételei különböznek. Ha bármely anyagot tűz ér, az füstöt bocsát ki, ami számos különböző égési terméket tartalmaz, főként gázokat, melyek közül gyakorlatilag mindegyik toxikus. E füstgázok közül kettő az égő anyagtól függetlenül mindig jelen van a tűznél: a szén-monoxid és a szén-dioxid. A fa általános, természetes eredetű építőanyag, égéskor akár 175-féle különböző füstgáz keletkezik. E gázok közé nemcsak a szén-monoxid és a széndioxid tartozik, hanem a benzol és akrolin, illetve számos egyéb, irritáló, maró hatású és rákkeltő vegyi anyag is.

A toxikus égéstermékek jellege és koncentrációja valódi tűz esetén nemcsak az égő anyagtól, hanem számos egyéb változótól is függ. Legjellemzőbb a tűz szellőzése (azaz az ajtók és ablakok nagysága és száma), ez a tényező határozza meg leginkább az égés típusát (azaz lángolást, parázslást vagy kisülést), és ezáltal a tűz környezetében jelenlevő toxikus gázokat. Több amerikai tanulmányban megállapították, hogy a legveszélyesebb levegőszennyező anyagok a valódi tüzesetknél a szén-monoxid és az akrolin.

A Szén-monoxid (CO) jelen van minden tűznél, és nagy mennyisége miatt a legnagyobb mérgezési veszélyt jelenti a tüzesetknél. Több tanulmányt végeztek el a CO emberre gyakorolt hatásairól és toxicitásáról a tüzeseteken belül és kívül. Valamennyi azt bizonyítja, hogy a CO azért mérgező, mert gyorsan (200-szor gyorsabban, mint az oxigén) reakcióba lép a hemoglobinnal a vérben, és karboxi-hemoglobint (COHb) alkot. Ez oxigénhiányhoz vezet, ami álmoság (narkózis) érzését, végül pedig halált okoz. A CO veszélyét különösen az fokozza, hogy színtelen, szagtalan gáz, így jelenlétéről nem figyelmeztet. A CO gyakorlatilag a legveszélyesebb égéstermék a tűz környezetében. Tudni kell, hogy

viszonylag alacsony szintű CO jelen van valamennyi füstös környezetben (pl. bárban), és nem okoz mérgezési tüneteket. A halálos CO mennyiség függ a kortól, az általános egészségi állapottól (különösen veszélyes szívbetegség esetén) és az érintett személy aktuális oxigénszükségletétől. A hatást befolyásolja a vérben lévő alkohol, vagy épp a magas hőmérséklet is. A halálos CO dózis az atmoszférában a becslés szerint 138.000 ppm min (30 perces ott tartózkodás esetén 4600 ppm).

A szén-dioxid (CO₂) szintén jelen van valamennyi tüzesetnél. Általános vélemény róla, hogy nem mérgező, de kiszorítja az oxigént. Megváltoztatja a levegő koncentrációját, így kényszerszerűen meggyorsítja a légzést. A sűrűbb, mélyebb lélegzés révén megnövekszik az egyéb, ténylegesen mérgező gázok belégzése. Ezért a CO₂ szintén veszélyes a tüzeseteknél.

Az akrolin rendkívül irritáló gáz, mely főként fa, pamut vagy papír (cellulóz tartalmú anyagok) égésekor keletkezik. Számos egyéb anyag, pl. a polietilén, polisztirol és olajok illetve zsírok szintén kibocsáthatják. Az akrolin gyakran van jelen tűznél, de szagának köszönhetően észrevehető (szagészlelési szintje 0,2 ppm). A nemzetközileg alkalmazott mérgező hatások nyilvántartása 1530 ppm min-ben állapítja meg az emberre nézve halálos adagot (10 percre vonatkoztatva 153 ppm). Egyes kísérletek eredményei szerint a ténylegesen veszélyes koncentráció ennél magasabbra tehető. Az akrolin mindenképp az egyik legveszélyesebb gáz a tüzeseteknél.

A hidrogén-klorid (HCl) olyan irritáló gáz, mely a vinil és sok más lágálló anyag égéséből származik. Könnyen oldódik vízben, és gyakorlatilag valamennyi általános építőanyag (szárazépítésű falazat, cement, festék, cserép, fa, fém és egyéb anyag) megköti a levegőből. Az ammóniához hasonló, szúrós, átható szaga van, mely nagyon alacsony koncentrációban is felismerhető (szagészlelési szintje 0,8 ppm). Több amerikai kísérlet bebizonyította, hogy a halálos HCl dózis 150.000 ppm min felett van, és hogy rendkívül magas HCl szintre van szükség ahhoz, hogy tényleges cselekvőképtelenséget vagy halált okozzon. Ugyanitt közlik, hogy több száz valódi tüzeseten végzett tanulmány szerint a maximális HCl szint 250~280 ppm volt. Ez arra utal, hogy a valódi tüzeseteknél tapasztalt HCl koncentrációk sokkal alacsonyabbak annál, hogy halált okozhassanak.

A vinil égéstermékei Az égő vinil (PVC) számtalan mellékterméket bocsát ki, melyek közül több is megegyezik a fa vagy a legtöbb egyéb általánosan ismert, szerves, természetes vagy szintetikus anyag által kibocsátott melléktermékkel. Az égő vinil által kibocsátott gázok teljes mennyiségének 97%-át teszi ki a szén-dioxid, szén-monoxid és a hidrogén-klorid. A fennmaradó 3% benzolból és több más olyan gázból áll, melyek összetétele hasonló a fa füstjéhez. Tévhit azonban, hogy a klór, vagy a foszgén égéstermékei lennének a vinilnek. Bizonyos körülmények között a vinil hőre történő lebomlása nyomokban vinilklorid monomert (VCM) generál, de az a lágokban általában lebomlik. Amennyiben ez nem történt meg, koncentrációja a vizsgált esetekben akkor sem érte el a szédülést okozó mennyiség 1 %-át. Fentiekből következik, hogy a vinil jellegzetes égéstermékei (CO, CO₂, HCl) valamennyi szerves anyag égésekor keletkezhetnek, égése nem veszélyesebb, mint más anyagoké.

2. A tűzvédelemről általában

A tűzvédelem alapvetően két területre bomlik. Ezek a tűzoltó-mentő tevékenység, és a megelőző tevékenység. E kettő közül a tűzoltó-mentő tevékenység a látványosabb, hiszen az utcákon végigszáguldó szirénázó tűzoltóautó kétségkívül maradandó élményt nyújt. A háttérben működő

megelőző tevékenység legalább ilyen fontos, hiszen gondos tervezéssel, az ésszerű biztonság kialakításával még több értéket menthetünk meg. Különösen fontos a megelőzés, ha végiggondoljuk, hogy manapság egyre nagyobb befogadóképességű középületeket és egyre nagyobb raktárakat építünk. Ilyen épületekben az élet és a vagyon védelmét már lehetetlenség pusztán a tűzoltással biztosítani.

Sajnos a megelőző tűzvédelem egy olyan területe az építőiparnak, ahol a (hő- vagy hangszigetelési problémákkal ellentétben) mindennapi használat során nem vesszük észre a hiányosságokat. A tervezés során tekintettel kell lennünk az érvényes tűzvédelmi rendszabályokra. A tervezést nehezíti, hogy jelenleg is folyik a magyar és az európai előírások összehangolása, így az egyes szabványok és rendeletek gyorsan váltogatják (illetve kiegészítik) egymást. Általánosan elmondható, hogy az épületek létesítése előtt tisztázni kell a tervezett épület funkcióját, és ez alapján be kell sorolni a tűzveszélyességét. Ehhez kell olyan épületszerkezetet választani, ami kielégíti a funkcióhoz elvárt követelményeket. Vagyis meg kell határozni az épület anyagainak tűzvédelmi paramétereit, illetve a belőlük felépített szerkezet tűzállósági határértékét. Így biztosíthatjuk az épület állékonyágát, lehetővé téve a mentési műveleteket. Meg kell tervezni az épület kiürítését, és az oltási tevékenységet is. Megfelelő előkészületek nagyságrendekkel csökkentik a tüzeset okozta kár mértékét. A tűzoltók kiérkezése előtt az épület passzív és aktív tűzvédő rendszere nyújt védelmet. Passzív tűzvédelem alatt az épületelemek anyagából és beépítéséből eredő tűzállóságát, a tűzszakaszok megfelelő elhatárolását értjük (pl. tűzvédelmi burkolatok, bevonatok, tűzgátló ajtók és gépészeti csatlakozások). Aktív tűzvédő rendszerek a tűz kitörése után lépnek működésbe. Ide tartoznak a különböző jelző, oltó, füstelvezető berendezések. Mindkét rendszernek megvan a maga szerepe az épület tűzvédelmi koncepciójában.

A jelzőrendszernek a tűz keletkezésének korai szakaszában van fontos szerepe: gyorsítja a beavatkozási folyamatot. Az oltórendszer hűti a levegőt, és a lehetőségekhez mérten fékezi a tűz továbbterjedését, a füstelvezető rendszer pedig az épületben tartózkodók egészségvédelme okán kap jelentőséget. A passzív elemek az épület állékonyágát biztosítják, illetve nagyobb épületek esetén izolált tartózkodási és közlekedési helyiségek kialakítását teszik lehetővé. Az épület tűzvédelmi tervezése során két fő alapelv érvényesülhet: jelző és oltó rendszerekkel minimalizáljuk a tűz keletkezésének lehetőségét, illetve az épület sűrű leszakaszolásával gátoljuk meg a tűz szétterjedését.

Érdekes tény, hogy az angolszász országokban az aktív rendszerekre fektetik a hangsúlyt, míg az európai (német) gyakorlat a passzív megoldásokban bíz. Hazánkban ez utóbbihoz hasonló, az ún. konzervatív filozófia szerint hozzák a tűzvédelmi szabályokat, vagyis olyan mértékben alkalmazzuk a passzív elemeket, hogy az emberélet védelme az aktív elemek meghibásodása esetén is biztosított legyen. Az aktív rendszerek szerepe inkább a tűzoltás hatékonyságának növelése, és emellett a keletkező kár csökkentése marad.

Mindenesetre elmondható, hogy a magyar szabályozás szigorúbb a nyugatinál. A különbség oka gazdasági-biztosítási szemlélet: vagyis a kiforrott kapitalizmusban az élet védelme az épület és a tűzoltók feladata, a vagyoni kár megtérítése pedig a biztosító feladata. A felzárkózási törekvéseink várhatóan ezen a területen is a nyugati gyakorlathoz fognak igazodni. Amellett, hogy az érvényes előírásokat be kell tartani, minden esetben tekintettel kell lenni az adott szituációra is. Ezért kell minden épülethez külön tűzvédelmi tervet készíteni, amit az illetékes tűzoltó hatóság ellenőriz.

A tűzvédelmi terv meghatározza az épület méreteit, funkcióját, a tűz esetén veszélyben forgó személyek létszámát, a tűz várható energiáját. Meghatározza az épület tűzveszélyességét, és ellenőrzi, hogy az épület szerkezete alkalmas-e arra, hogy a bennrekedt személyek biztonsággal elhagyhassák az épületet. Ehhez szükséges a menekülési terv, vagyis a menekülési útvonalak meghatározása és a menekülési idő kiszámítása is. A tűzvédelmi terv rendelkezik arról, hogy milyen jelző, illetve beavatkozó rendszert kell kialakítani az épületben, milyen megközelítési, elszakaszolási lehetőségeket kell biztosítani a tűzoltóknak, milyen teljesítményű oltóvíz-vételi lehetőséget kell kialakítani. Általános tapasztalat, hogy a tűz észlelése, illetve jelzése után 10-12 perc az önálló menekülés ideje (ezalatt a tűz intenzitása fokozatosan növekszik), az első tűzoltócsapatok nagyjából ennyi idő alatt érnek ki a helyszínre, és megkezdik a bennrekedt (és feltételezhetően sérüléseket szenvedett) személyek mentését. A mentés és tűzfékezés közben az oltócsapatok összeszerelik az oltórendszert, (ezalatt a tűz intenzitása tovább növekszik). Az oltást azonban csak a mentés befejeztével kezdik meg. Sajnos azt is mérlegelni kell, hogy a bennrekedt áldozatok újraélesztése bizonyos idő elteltével már nem lenne megoldható, így az oltás (nagyjából fél órával a tűz észlelése után) megkezdhető. Ebből a gondolatmenetből származik az általánosan szükséges fél órás tűzállóság követelménye.

A legfontosabb tény azonban, hogy a legjobb tűzvédelmi terv sem nyújt önmagában megfelelő védelmet. A kivitelezés, a használat, a tervszerű ellenőrzés és karbantartás alapvetően meghatározzák, hogy az épület teljesíti-e szükség esetén a tőle elvártakat. A káresetek utólagos vizsgálatai szerint a tüzesetek többségét a használat során elkövetett elemi gondatlanság okozza, a kivitelezés inkább a következmények súlyosságát befolyásolja. Mindenesetre sosem bízhatunk abban, hogy nem lesz baj.

3. Passzív tűzvédelem - az épületszerkezetek tűzállósága

A tűzállóság az épületszerkezetek ellenálló képessége a tűzzel, illetve a magas hőmérsékleti hatásokkal szemben.

Két fő jellemző:

1. éghetőség (anyagjellemző)
2. tűzállósági határérték (szerkezet-jellemző)

3.1. A beépített anyagok jellemzői

3.1.1. Éghetőség

Az éghetőség az építőanyagok tűz, illetve magas hőmérséklet hatására történő viselkedésének meghatározására szolgáló jellemző.

Nem éghető anyagok

1. A1: éghető anyagot nem tartalmazó, szabványos égetési vizsgálat által nem éghetőnek minősített anyag (pl. beton, tégl)
2. A2: éghető anyagot tartalmazó, de a szabványos égetési vizsgálat által nem éghetőnek minősített anyag (pl. polisztirolgyöngy-beton)

Éghető anyagok

1. B1: nehezen éghető anyagok (pl. korszerű műanyag-habok, bitumenes lemez, heraklith-lap, égéskésleltetővel hatékonyan kezelt fa)
2. B2: közepesen éghető anyagok (pl. fa)
3. B3: könnyen éghető anyagok (pl. régi műanyagok, kátránypapír)

3.1.2. Füstfejlesztő képesség

A füstfejlesztő képesség az építőanyagok égés során kibocsátott füstnek a láthatóságot korlátozó hatása szerinti besorolás:

1. F0: Füstöt nem kibocsátó anyag
2. F1: Mérsékelt füstfejlesztő képességű anyag
3. F2: Fokozott füstfejlesztő képességű anyag
4. (A jelenlegi szabályozás nem foglalkozik az égés során keletkezett füst mérgező hatásával)

3.1.3. Égve csepegés

Az égve csepegés az építőanyagok égése során bekövetkező olvadékképződés alapján történő besorolás.

1. C0: Az anyagból tűz vagy magas hőmérsékleti hatásra olvadék nem képződik
2. C1: Az anyagból tűz vagy magas hőmérsékleti hatásra gyulladást okozó olvadék nem képződik
3. C2: Az anyagból tűz vagy magas hőmérsékleti hatásra égve csepeg és gyulladást okoz

3.2. Tűzállósági határérték

A jelenlegi szabályozás szerint a tűzállósági határérték az az időtartam, amely alatt az egyik oldalán tűznek kitett szerkezet eléri bármely tűzállósági határállapotát, ami azt jelenti, hogy nem képes tovább megakadályozni a tűznek a szerkezet egyik oldaláról a másikra való terjedését. Tűzállósági határállapotnak a szerkezet azon állapotát nevezzük, amikor annak tűzállósága megszűnik.

Tűzállósági határállapot alatt a következőket értjük:

1. törési határállapot („R”: stabilitásvesztés)
2. lángáttörési határállapot („E”: integritásvesztés)
3. felmelegedési határállapot („I”: felmelegedés).

A mértékadó tűzállósági határállapot az a határállapot, amelyet a minősítési eljárás alá vetett szerkezet elsőként ér el, ez lesz egyben a tűzállósági határérték is. A három paraméter külön-külön is, és egyszerre is előírható (pl. R30 = 30 perces stabilitás, REI60 = 60 perces stabilitási, lángáttörési és felmelegedési ellenállás), és egyéb paraméterekkel kombinálható (pl. „M”: mechanikai igénybevételek)

4. Az épületek tűzveszélyessége

Tűzveszélyességi osztály épületek, létesítmények, telephelyek, tűzszakaszok funkció szerinti besorolására meghatározott kategória. A tűzveszélyességet az üzemszerűen folytatott tevékenység során előállított, feldolgozott, felhasznált vagy tárolt anyagok jellemzői, valamint az alkalmazott technológiái

folyamat tűzveszélyessége alapján határozza meg. Lakó-, vagy közösségi épület esetén a funkció és a benttartózkodók létszáma a meghatározó. Az Országos Tűzvédelmi Szabályzat alapján a tűzveszélyességi osztályok a következők lehetnek:

1. A: Fokozottan tűz- és robbanásveszélyes (pl. benzinkút töltőoszlop)
2. B: Tűz- és robbanásveszélyes (pl. porrobbanásveszélyes terek)
3. C: Tűzveszélyes (pl. faipari műhely, nagylétszámú sportcsarnok)
4. D: Mérsékelt tűzveszélyes (pl. átlagos lakás, iroda)
5. E: Nem tűzveszélyes (pl. mosdók, Wc-k)

A pontos besorolást táblázatos tervezési segédletek könnyítik. A létesítmény részei természetesen többféle tűzveszélyességi osztályba is kerülhetnek, de általában a legveszélyesebb besorolás a mérvadó. Ettől el lehet tekinteni, ha a veszélyes funkciójú terület kicsi, vagy kellő biztonsággal elhatárolható (tűzszakaszok kialakítása). Az egyes tűzveszélyességi osztályokhoz meghatározott épületszerkezeti követelmények tartoznak. Ezek a követelmények a magyar előírásokban tűzállósági kategóriákat különítenek el (I.~V.), és megadják, hogy az egyes tűzveszélyességi osztályhoz milyen kategóriájú (vagy jobb) szerkezet szükséges. Példaként egy „C” besorolású faipari műhely I., II., vagy III. tűzállósági kategóriájú épületben egyaránt létesíthető. A tűzállósági kategória magában foglalja az egyes teherhordó és térelhatároló elemek anyagára (éghető-nem éghető), és tűzállóságára vonatkozó követelményeket (passzív tűzvédelem), a szükséges menekülési időt, a tűzjelző- és beavatkozó berendezések (aktív tűzvédelem) felszerelését. A nyugati előírások kihagyják az épület kategorizálását, de hasonló módon meghatározzák, hogy az egyes tűzveszélyességi osztályok milyen épületszerkezeti tulajdonságokat követelnek meg. Abban mindkét szabályozás megegyezik, hogy aktív jelző- és oltóberendezések alkalmazásával az épületszerkezetek passzív tulajdonságai (és velük együtt a beruházási költségek) csökkenthetők

5. Aktív tűzvédelem – jelzőberendezések

A hagyományos tűzjelző rendszerek alapvető eleme a tűzjelző központ, ami

1. ellátja energiával a rendszer többi részét fogadja és ellenőrzi a hozzá kapcsolt érzékelőktől (jeladóktól) érkező jeleket
2. jelzi a tűzriasztás állapotot azonosítja és jelzi tűz helyét regisztrálja a tűzriasztás információkat, majd továbbítja a riasztást
3. vezérli a tűzvédelmi berendezéseket (hő és füst elvezetés, oltórendszerek)
4. ellenőrzi a rendszer üzemszerű működését

Hagyományos rendszereken belül megkülönböztetünk címzés nélküli és címezhető rendszereket. Címzés nélküli rendszer esetén az épületben tűzjelző kapcsolók helyezkednek el, melyekkel általános tűzjelzés generálható, míg címezhető rendszer esetén az épületben olyan kapcsolók helyezkednek el, melyekkel helyileg is beazonosítható tűzjelzés generálható.

Analóg, intelligens rendszerek csoportosítása az érzékelés módja szerint történik, lehetnek:

1. Füstérzékelők
2. Hőérzékelők
3. Lángérzékelők
4. Gázérzékelők
5. Többfunkciós /kombinált érzékelő típusok/

5.1. Füstérzékelés

Az ionizációs füstérzékelés egy speciális kondenzátor segítségével történik. A füstszemcsék a radioaktív izotóppal ionizált kondenzátor fegyverzetei közé kerülve megváltoztatják annak töltését, és csökkentik az áramerősséget. Az ionizációs füstérzékelés teljes füstspektrumon alkalmazható, de érzékenysége kis szemcseméret esetén magasabb. Pontszerű jellege és hőérzékenysége miatt kisebb, alapvetően tiszta levegőjű terek érzékelésére használatos.

Optika elnyelésen alapuló érzékelők a füstöt a beérkező jel intenzitásának csökkenése alapján érzékelik. Az adó és a vevő között 10~100 m távolság is kialakítható (vonalmonti érzékelés), így kiválóan alkalmas nagy terek, átriumok, megközelíthetetlen épületrészek látható füstjének érzékelésére. Az előbbihez hasonlóan ez sem használható kültéren, poros, füstös levegőjű helyiségekben, és magas hőmérsékleten.

A fényszóródás elvén működő érzékelő egy sötétkamrában elhelyezett infra adóból és vevőből áll. A kamrába bejutó füstszemcsék szórják az adó fényét, a vevő pedig érzékeli a szórt fényt. Ez az érzékelő az előbbi kettővel ellentétben inkább a nagyobb szemcseméretű füstök kimutatására alkalmas.

Az optikai érzékelők precízebb változatai lézerefénnyel működnek. A lézerefény intenzitása miatt érzékenyebb érzékelők alakíthatók ki, így a tűz érzékelése rendkívül korai fázisban megtörténhet. Mivel a lézeres fényszóródás-érzékelő jóval drágább, mint az infrás, ezért ezt nem pontonként helyezik el, hanem egy aspirációs rendszerbe építik be. A rendszer pontszerű beömlőnyílásokon keresztül szívja be a levegőt, és egy gyűjtőcsatornával vezeti az érzékelőhöz. Így egy érzékelővel egy nagyobb terület lefedhető. A rendszer növelésének határt szab, hogy a csőhálózatban nagyon precízen kell kialakítani az áramlási viszonyokat, illetve riasztás tudni kell lokalizálni a tűzforrást. Maximálisan 2000 m² fedhető le egy érzékelővel.

5.2. Hőérzékelés

A hőérzékelők működhetnek hőmaximum-elven és hősebesség elven egyaránt. A hőmaximum elvén egy bizonyos (ismert hőmérsékleten lejátszódó) fizikai jelenség érzékelését értjük. Ilyen lehet a forráspont, a hőtágulás, az ellenállásváltozás, vagy az olvadáspont. A hősebesség elvén működő érzékelők általában hőtágulások különbségét mérik. A hősebesség elvén működő rendszerek vonalmonti érzékelést tesznek lehetővé

5.3. Lángérzékelők

A lángérzékelők a lángok látható fényen kívüli összetevőit mérik. Léteznek UV és IR érzékelők egyaránt. A lángérzékelés térbeli érzékelést tesz lehetővé.

6. Aktív tűzvédelem – oltóberendezések

Beépített oltóberendezések felosztása az oltó közeg szerint

1. Gázzal oltó rendszerek
 - a. Helyi oltás
 - b. Teljes elárasztás
2. Vízzel oltó rendszerek
 - a. Nedves (hagyományos)
 - b. Száraz rendszer
 - c. Száraz elővezérelt rendszer
 - d. Nyitott szórófejes rendszer
3. Habbal oltó rendszerek
 - a. Stabil
 - b. Félstabil
 - c. Mobil

Az oltóberendezés méretezése során meg kell határozni az oltási stratégiát, vagyis oltóközeget, hozzá tartozó oltási módszert és oltórendszert kell választani. Ezután a védendő tér tűztechnikai kockázatának ismeretében meghatározható az oltóanyag mennyisége, és elvégezhető a rendszer tényleges technikai méretezése. Meg kell határozni az oltóanyag tárolás – szállítás - elosztás és térbe juttatás módját, és az ehhez szükséges energia mennyiségét.

A gázzal oltó berendezések korábban halogénezett szénhidrogéneket, vagy CFC gázokat használtak oltóanyagként, míg manapság a szén-dioxid és a HFC gázok az elterjedtek. A környezetvédelmi és biztonsági előírások szigorodása okán a jövőben várhatóan az argon, a nitrogén és a szén-dioxid oltógázok kapnak meghatározó szerepet. A mai gázzal oltó berendezésekben leggyakrabban HFC (hidrogén-fluor-szén) gázokat találhatunk. Oltási tulajdonságaik hasonlóak a korábban megszokott halononkhoz, azonban egészségkárosító hatásuk kicsi. Alkalmaskak teljes elárasztásos oltásra, akár nagy belmagasságú terekben is. Általános tulajdonságuk, hogy nagy koncentrációban sem alakul ki ionizáció, így villamos terekben is alkalmazható. Nincs visszamaradó anyag, így az oltás nagyértékű berendezésekben sem okoz kárt.

A vízzel történő oltás gazdaságossága miatt továbbra is meghatározó részt vállal a tűzoltási tevékenységekből. A tűzivíz-csapok kapacitását az oltandó tűzszakasz mérete határozza meg, míg a biztosítandó üzemidőt a tűzterhelés (a tűz során felszabaduló energia) nagysága (1~1,5 óra). A tűzveszélyesség függvénye a csatlakozási nyomás (2~4 bar), és az elhelyezés sűrűsége (200~1000 m²). Az elhelyezésnél tekintettel kell lenni a szállító tömlő hosszára, így a tűzcsapok legnagyobb távolsága kültéren kevesebb, mint 100 m, beltérben 20 m (beltéri tűzcsapokra egy hosszegység tömlő és egy fecskendő egyaránt fel van szerelve).

A tűzoltási szabályzat szerint az oltórendszer kiépítése középmagas és magas épületekben kötelező. Az előírások megengedik, hogy a tűzveszélyességi besorolás és tűzállóság alapján meghatározott tűzszakasz mérete oltórendszer alkalmazásával kétszeresre növelhető. Vagyis oltórendszer kiépítésével az épület a tűzállóság szerint jobb besorolást nyer. Az oltórendszer méretezéséhez meg kell határozni az épületben folyó tevékenységet, a tevékenység tűzkockázatát, és a kockázati besorolást. Ezek alapján az előírások határozzák meg a zápor-intenzitást [mm/perc], az egy tűzcsaphoz tartozó védőfelületet [m²], és a szükséges üzemidőt [30, 60, 90perc]. Az így kapott technikai jellemzőkből kell elvégezni a vízellátó rendszer gépészeti méretezését (szállított mennyiség, szükséges nyomás, tárolt vízmennyiség)

Meg kell határozni a tároló méretét, kialakítását, a szivattyú(k) (elektromos, diesel) teljesítményét, méretezni kell a hálózatot, és ellenőrizni a szükséges nyomást a kifolyási pontban.

A rendszer nyugalmi töltöttsége alapján meghatározunk nedves és száraz rendszert. A nedves rendszer működése: A térben a hőmérséklet emelkedésével a sprinkler (fúvóka) kiold. Megindul a vízáram, melynek hatására csökken a nyomás a rendszerben. Ezt a nyomáscsökkenést érzékeli a riasztószelep, és indítja a vízellátó rendszer szivattyúját. Ezzel párhuzamosan vészjelzést ad. A száraz rendszer működése hasonló, de a rendszer nyugalmi állapotba nem vízzel, hanem sűrített levegővel van feltöltve. A száraz rendszerben az oltóvíz valamivel később indul meg, de fagyponthoz alatti hőmérsékleten is készenlétben tartható. A száraz rendszer egy speciális változata a nyitott szórófejes (Deluge) rendszer. Melynek lényege, hogy a tűz érzékelését nem a szórófejben kialakított hőkapcsoló végzi, hanem egy külön tűzjelző rendszer. Különösen alkalmas nagy belmagasságú terek védelmére, ahol a szórófejben kialakított érzékelés túlságosan messze kerülne a tűzforrástól.

7. A fa tűzvédelmi jellemzői

7.1.

A fa, mint építőanyag világszerte reneszánszát éli, amely több tényezőnek köszönhető. Egyrészt a krónikussá váló fahiány enyhülését eredményezte a kevésbé értékes faanyagok alkalmazásával készülő ragasztott faszerkezetek megjelenése, valamint csökkent a fának tüzelőanyagként történő felhasználása a korszerű fűtőanyagok előtérbe kerülése révén.

Másrészt az építmények természettől való elszakadása többek között a műanyagok túlzott felhasználása következtében jelentősen megnőtt, emiatt néhány éve az építészetben és így az építőiparban is új igény jelentkezett, nevezetesen az építményeknek kizárólag természetes építőanyagokból (égetett kerámia, kő, fa) történő építése.

Harmadrészt a nagy terek lefedésének igénye előtérbe helyezte a fatartók alkalmazását, azok kis tömege esztétikus megjelenése, könnyű szerelhetősége (gyors kivitelezés) miatt.

A fa építőipari célú felhasználásának azonban természetes eredete szab határt. Az építőipari szakemberek jó része idegenkedik a fa alkalmazásától, mert a fa egyrészt korhad, másrészt ég, vagyis élettartama és megbízhatósága nem éri el a „kívánt” mértéket. Hozzátehetjük, a kívánt mérték alatt a vasbeton élettartamát értik. Ez a megfontolás inkább szűklátókörű, mint modern. Azok a tervezők és kivitelezők, akik megismerik a fa jellegzetességeit, csodát tudnak alkotni fából. Ha felismerjük, hogy ez

az anyag bizony halandó, hiszen a természet anyag-körfolyamatainak része, és gondos karbantartást, odafigyelést igényel, akkor látjuk be, mit jelent a természetesség.

A fa tűzvédelmi tulajdonságait vizsgálva az éghetőség mellett a füstfejlesztő képességet és az égve csepegést kell meghatároznunk. Éghetőség szerint az érvényes szabványok két anyagcsoportot határoznak meg: az éghető és a nem éghető anyagokat. A fa az éghető csoporton belül a közepesen éghető alcsoportba sorolandó. A fa megfelelő tűzgátló anyagok alkalmazása esetén akár nehezen éghetővé is tehető. Ez különösen fontos burkolatlan tartószerkezeti alkalmazás esetén. Burkolattal ellátott alkalmazása esetén a burkolat égési tulajdonságai a mérvadóak, amennyiben a burkolat alatti anyagok (faváz, hőszigetelés) bizonyos feltételeknek megfelelnek. A fa füstfejlesztő képessége fafajtól, égési hőmérséklettől, nedvességtartalomtól és még sok tényezőtől függhet, de általánosan a közepesen füstfejlesztő kategóriába sorolható. Égve csepegés fa esetében nem áll fenn. Az előírások nem csak az anyagok, hanem a belőlük felépített szerkezeti elemek tűzállóságát is előírják. Az ellenálló képességet a tűz kitörése és az adott határállapot elérése közt eltelt idővel jellemzik, ez a tűzállósági határérték (Th, [óra]). Alapvetően három határállapotot határozhatunk meg: az állékonysági határállapotot, a felmelegedési határállapotot, és a lángáttörési határállapotot. A két utóbbi térelhatároló szerkezetek jellemzésére szolgál

7.2. A faanyag tűzállósága

A faanyagú tartószerkezet állékonysági (törési) határállapota a szakmai tévhitekkel ellentétben kedvezőnek mondható. A tűzhatásnak kitett faszerkezetek viszonylag gyorsan meggyulladnak, majd égésük során a tűznek kitett felületen egy elszenesedett réteg keletkezik, melynek vastagsága megközelítően állandó ütemben növekszik. Az elszenesedett réteg, mely gyakorlatilag nem rendelkezik szilárdsággal a teherbíró képesség fokozatos csökkenését vonja maga után.

Számos tényleges tűz, valamint kísérlet igazolta, hogy a faszerkezetek a tüzeseteknél viszonylag jól megőrzik szilárdságukat, amely részben az elszenesedett réteg hőszigetelő hatásának, részben a magas hőmérséklet következtében az elszenesedéssel nem érintett mag kiszáradási folyamatának az eredménye. A tűzállósági méretezéshez a fa fajtájától függő beégési sebességek ismerete szükséges, amely a fa tartószerkezetek tűzállósági vizsgálata során a teherviselő keresztmetszeti méretek időegység alatt bekövetkező csökkenését jelenti. A fa elszenesedési folyamatát olyan tényezők befolyásolják, mint a sűrűség (elsődlegesen fafajtól függ), nedvességtartalom, anyagi inhomogenitás (repedések, göcsök), keresztmetszet, vagy épp a beépítési helyzet. Könnyen belátható, hogy a keresztmetszet „sarkai” hamarabb leégnek, mint az oldalfelületek. Ezt a hatást átlagos beégési sebességgel tudjuk figyelembe venni.

A számításoknál a következő adatokat célszerű alkalmazni:

1. fenyőfa 1,0 mm/perc
2. nyárfa 1,3 mm/perc
3. akácfa 0,6 mm/perc
4. tölgyfa 0,5 mm/perc

Beégési sebesség tekintetében egyes országok előírásai (pl. Ausztria) megkülönböztetik az alkatrész funkcióját is (pl. oszlop oldalfelülete, födémgerenda alsó felülete, oldalsó felülete). A fatartók tűzállósági méretezésében elkülönül egymástól az előírt tűzállósági határértékre történő tervezés, illetve a meglévő szerkezetek ellenőrzése. A tervezés során elsődleges feladatként az érvényes statikai előírások szerint meg kell határozni a szerkezetre jutó terhek függvényében a szükséges keresztmetszetet. A terhek felvételekor eltekinthetünk a biztonsági tényezők alkalmazásától. Ezt követően a tervezett tűzállósági határértéknek és fafajnak megfelelő ráhagyást kell felvenni. A keresztmetszetet csak a tűznek kitett oldalakon kell megnövelni (oszlop esetén 4, födémgerenda esetén 3 oldalon, stb.)

Az ellenőrzés során meghatározzuk a beégésnek kitett oldalakat, és felvesszük azt a legkisebb keresztmetszetet, aminek az oldalaránya ennek megfelelő. A tényleges és a számított legkisebb keresztmetszet különbségéből a tűzállósági határérték meghatározható. A terheléseknél itt sem kell biztonsági tényezőt felvennünk. Érdemes figyelembe venni, hogy a használati határállapotra (tartós alakváltozásra) való méretezés meglehetősen nagy teherviselési tartalékot visz be a szerkezetbe. Ez a tartalék a tűzállósági tervezés és ellenőrzés során egyaránt felhasználható.

Megjegyzendő, hogy a tűzállósági méretezésnek korlátozó feltételei is vannak, melyek közül a legfontosabb a keresztmetszeti méret. Előírás, hogy olyan szerkezet, amelynek vastagsága a 8 cm-t nem haladja meg, beégési sebesség figyelembevételével tűzállósági szempontból nem méretezhető. Nem célszerű a méretező eljárást alkalmazni a régi, repedezett faszervezetek esetében addig, amíg a szerkezet hézagait „nem éghető” masszával előzetesen nem tömítik. Továbbá a méretezett fa tartószerkezetek tűzállósági határértéke kizárólag abban az esetben lesz meghatározó, ha a szerkezetek hagyományos fakötésekkel kapcsolódnak egymáshoz. Amennyiben a teherátadásra alkalmas kapcsolatokat fémből alakítják ki, úgy a szerkezet tűzállóságát a fémkapcsolatok fogják meghatározni. Ez normál acélszerkezet esetén alig 15 perc. Következésképpen ahhoz, hogy a faszervezetet az előírt tűzállósági határértéknek megfeleljen a fém kapcsolatokat tűzvédő burkolattal, vagy tűzvédő bevonattal kell ellátni.

7.3. Faszervezetek tűzállósága

A faszervezetek tűzállósága két részre bontható:

1. keresztmetszetből eredő tűzállóság (beégési sebességen alapuló méretezés)
2. borításból eredő tűzállóság (borítóanyagok tűzállósági határértékén alapuló méretezés)

A mai magyar előírások beégési sebességen alapuló méretezést csak rétegelt ragasztott szerkezetek esetében írják elő. Átlagos alkalmazás (tetőszerkezet, fafödém, könnyűszerkezetes épület falai) esetén a borításoknak önállóan kell biztosítani a tűzállóságot. Ezt elméletileg számolással is alá lehet támasztani, azonban a kivitelezés (hézagok a borítólapok illesztésénél, felforrósodó csavarok, kapcsok) jelentősen befolyásolják a valódi tűzállóságot. Ezért az ismert szerkezetek égetési próbájával pontosabb eredményt lehet elérni. Magyarországon az alsó oldalán nádvakolattal ellátott, borított gerendafödém vizsgálatát végezték el, de német tervezési segédletekben és szabványokban azonban sok más, gyakori szerkezet (vizsgálatokon alapuló) tűzállósága is megtalálható.

1. Pórfödém: B2 (közepesen éghető), $T_h=0$ (tűzállósága nem vehető figyelembe)

2. Borított gerendafödém: B1 (nehezen éghető), $T_h=0,75$ óra (vakolat, deszkázat, fagerenda)

3. Csapos gerendafödém: B2 (közepesen éghető), T_h nem ismert, de az egyoldali tűzterhelés és a jelentős túlméretezettség miatt várhatóan magas.

A német előírások alapján általánosságban elmondható, hogy a favázás falszerkezetre (családi ház méretben) megkövetelt 30 perces tűzállóság egy réteg 12,5 mm vastag tűzálló, vagy 18 mm vastag normál gipszkarton borítással elérhető. A tűzállóságot jelentősen befolyásolja a vázrendszer keresztmetszete, teherbírasi kihasználtsága, és a vázrendszer között alkalmazott hőszigetelőanyag, de dupla réteg 12,5-es gipszkartonnal akár 90 perces tűzállóság is elérhető. A 30 percnél nagyobb követelményeknél már hangsúlyosabb szerepet kapnak az egyéb elemek is, mint a tűzgátló ajtó, vagy a tűzgátló gépészeti áttörés.

Faipari-faépítészeti szempontból tanulságos, hogy a német szabványok éghető borítóanyagokat (farostlemez, rétegeltlemez, lambéria) is megengednek alkalmazni, csupán vastagabb kivített (40~50 mm) követelnek meg, mint a szilikát alapú borítások esetében. Nagyon fontos a csomópontok kiképzése, hiszen hiába bármilyen tűzálló borítás, ha a tűz a táblaelemek illesztéseinek beférkőzik a faszervezethez. Ezen a téren precízebb megoldásokra (pl. lépcsősen kialakított illesztések) ad lehetőséget a helyszínen végzett burkolási munka. Persze ettől még nem kell lemondanunk a paneles előregyártásról, csupán a sarkok, illesztések kidolgozásánál kell jó megoldásokat készítenünk.

Tömör fa falelemek (pl. boronafalas építési mód) is méretezhetők tűzállóságra. Ilyen esetben a fal legkisebb vastagsága, és a terhelés függvényében grafikonról lehet a tűzállóságot megtudni. A grafikonok figyelembe veszik a beégési sebességet, és a falszerkezet az égés során folyamatosan növekvő teherbírasi kihasználtságát. A falterhelés felvételekor a terhek alapértékével számolhatunk. Arra azonban figyelni kell, hogy a német és osztrák teherviselési szabványok még megengedik a megengedett feszültségen alapuló méretezést, sőt, a megengedett feszültség tűz esetén akár kétszeresére is megnövelhető (a rendkívüli jelleg miatt). Fontos tehát, hogy a német adatok csak kellő óvatossággal, és szükség szerint módosítva alkalmazhatóak Magyarországon.

7.4. Megelőző tűzvédelmi kezelés faszervezetekhez

A jelenleg érvényes faanyagvédelmi előírások szerint a beépítésre szánt szerkezeti faanyagokat gomba-, rovar- és lángmentesítő szerrel kell kezelni. Ennek tényleges szükségessége a kezelés hatását tekintve kétséges, hiszen az előírás nem határoz meg elérendő védelmi szintet, sőt, az eredményt alapvetően befolyásoló kezelési módszert sem köti ki. Vagyis úgy is eleget lehet tenni az előírásnak, hogy a kezelés gyakorlatilag hatástalan. Mindemellett megjegyzendő, hogy a piacon még nem jelentek meg olyan vegyszerek, amik a faanyagvédelmet és a tűzgátlást azonos hatékonysággal végeznék el. A gyakorlatban a faanyagvédelem hétköznapi szempont, így inkább erre teszik a hangsúlyt a kezelések során. A tűzvédelmet pedig utólagosan felhordott bevonatokra bízzák.

Az általános meghatározás szerint a bevonat egy alap-anyagra rádolgozott bevonó anyagok több, egymással összekapcsolt rétege. Többretegű bevonatok esetében bevonó rendszerről beszélünk. Ezek szerint a bevonat folyadéktól pasztaszerűig terjedő konzisztenciájú anyagokat jelent, melyek kötőanyagokat, pigmenteket, oldószereket, töltőanyagokat és más adalékokat tartalmaznak.

Tűzvédő bevonat alatt tűzvédő anyagból készített speciális bevonatot kell értenünk. A különböző tűzvédő bevonat rendszereket a működésmechanizmusuk szerint lehet elkülöníteni. A szigetelő bevonatok a legfontosabbak az olyan védendő szerkezetek számára, mint a fa, acél, kábel. Különböző fajtáik létezhetnek, de általában nem néznek ki másként száradás után, mint bármely szokásos lakk vagy diszperziós festék bevonat. A tűzvédő hatás azon alapul, hogy a bevonat emelt hőmérsékleten /130 °C-tól kezdve/ elbomlik és egy homogén, finom pórusú és vastag, nem éghető habréteget képez, mely nagyfokú hőszigetelésnek tulajdoníthatóan hosszú időn keresztül meg tudja védeni a bevont szerkezetet a hő hatásától. Expanziós faktor a hő hatására kialakuló duzzadást adja meg. (pl. a 100-as expanziós faktor azt jelenti, hogy a száraz réteg 0,2 mm-éből 2 cm-es habréteg fejlődik ki.)

A szigetelő bevonatok, mint a normál festékek kötőanyagot tartalmaznak (pl. szerves oldószerben oldható szintetikus gyanták, hígított szintetikus gyanta diszperziók). Ezenkívül tartalmaznak különböző töltőanyagokat, pigmenteket és segédanyagokat (nedvesítő ágensek, diszpergálók, habképző, habvastagító ágensek és egyéb adalékok). A bevonat így egy nagyon komplikált, sok anyagból álló rendszer. Fontos, hogy optimálisan működjön a tűz hatására, de az is fontos, hogy tartósan kötődjön a felülethez, még klímaváltozás esetén is. Az égés során a következő folyamat zajlik le: A foszforsav forrás (általában ammónium-foszfát) a tűzben kialakuló léghőmérséklet hatására foszforsavat fejleszt. Ez az erősen vízelvonó hatású anyag a kémiaiilag kötött vizet is eltávolítja a festékréteg alkotóanyagaiból. Így ezek a szénláncvegyületek fokozatosan annyi vizet veszítenek a foszforsav és a megnövekedett hőmérséklet hatására, hogy végül majdnem tiszta szén marad vissza. (Ezeket az anyagokat „szénelosztóként” is nevezik.)

A gázképző anyagok (melamin és karbamid származékok) a gázképződés (általában ammónia) következtében felpuffasztják a lassan szenesedő szénelosztót, és egy finom, puffadó szénhab képződik. A hab jó hőszigetelő tulajdonságának (a kialakuló hab hővezetési tényezője közel áll a habosított hőszigetelő anyagokéhoz) és az adagolt tűzgátló anyagnak tulajdoníthatóan -a lassú égés ellenére is- hatékonyan védi az alapot a hő és a tűz hatásától. Ezen felületkezelő anyagok jó része –a környezetvédelmi előírások miatt- vízben oldható. Emiatt magas nedvességtartalmú helyiségekben vagy gőzben ellenálló képességük és tartósságuk korlátozott.

25. fejezet - Fa tartószerkezetek

Tartalom

1.

2. Tömör szelvényű ragasztott fatartók

2.1. Két- és háromrétegű ragasztott tartók

2.2. Beforgatott szelvényű tartók

2.3. Rétegelt-ragasztott tartók

3. I-tartók és kazettás tartók

3.1. Az MSZ szerinti alacsony- és magas gerincű tartók

3.2. Egyenes kompozit gerincű tartók

3.3. Hullámlemez gerincű tartók

3.4. Nail-web tartók

3.5. Egyéb I- és kazettás tartók

4. Fa anyagú rácsos tartók

4.1. . A fa rácsos tartókról általában

[4.2. DSB tartók](#)

[4.3. Trigonit tartók](#)

[4.4. Vegyes fa-fém anyagú rácsos tartók](#)

[4.5. Virendeel tartók](#)

[4.6. Egyéb fa rácsos tartószerkezetek](#)

1.

Alacsony sűrűsége, magas szilárdsága és jó megmunkálhatósága különösen alkalmassá teszi a faanyagot különböző tartószerkezetek gyártására. Ezeknek a teherhordó termékeknek a gyártását csak szigorú szabályok betartása mellett, jó technológiai felkészültségű üzemekben lehet végezni.

A fa anyagú tartószerkezeteket az alábbi módon csoportosíthatjuk:

1. a természetes faanyag, mint tartó;
2. ragasztott tömör szelvényű fatartók;
3. I-tartók és kazettás tartók; valamint
4. rácsos és virendeel tartók.

5. A fenti csoportok közül a természetes faanyagot másik fejezetben tárgyaljuk, a többi tartószerkezet bemutatására pedig az alábbiakban kerül sor.

2. Tömör szelvényű ragasztott fatartók

Ebbe a csoportba az alábbi tartószerkezetek tartoznak:

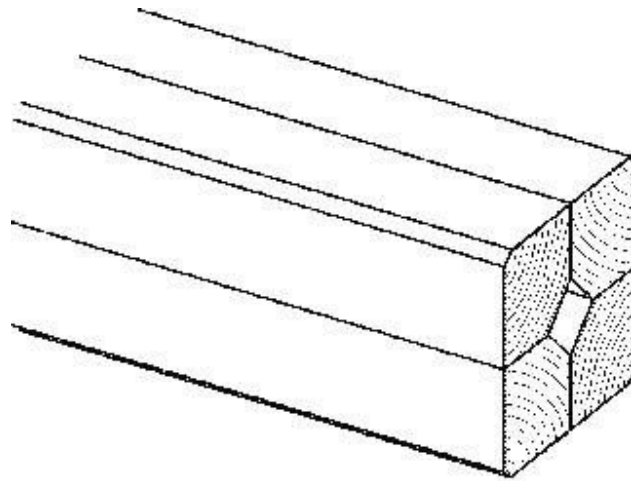
1. Két- és háromrétegű ragasztott tartók
2. Beforgatott szelvényű tartók;
3. Rétegelt-ragasztott tartók

2.1. Két- és háromrétegű ragasztott tartók

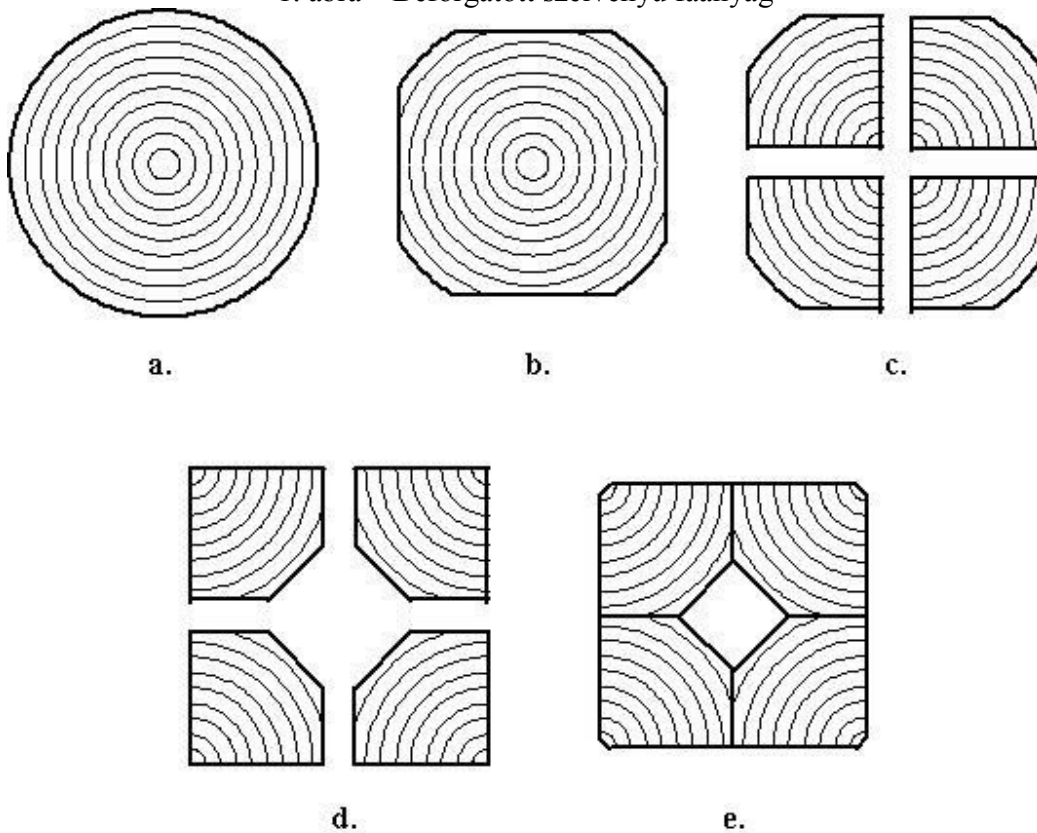
A két és háromrétegű ragasztott tartók (Duo- és Triobalken) viszonylag kisebb fesztávú alkalmazások (családi ház födéme, nagy fesztávú szarufák, stb.) esetén előnyösek. A két vagy három, maximum 80x240 mm keresztmetszetű lamella összeragasztásával előállított tartót kizárólag beltéri célokra használják. Hossztoldást nem tartalmaz, maximális hosszmérete 12 m. A lamellákat melamin-karbamid formaldehid, vagy poliuretán ragasztóval ragasztják egymáshoz, úgy, hogy mindig az anyag tartósabb jobb (bélhez közeli oldala) néz kifelé. A gyártási technológia a fentiek mellett megegyezik a rétegelt-ragasztott tartókéval.

2.2. Beforgatott szelvényű tartók

A beforgatott szelvényű tartók a viszonylag kisebb méretű hengeres anyag minél magasabb értékű hasznosításának a céljából jöttek létre. A tartók kívülről egy négyzetes gerendának felelnek meg, középen pedig üregesek (1. ábra). Az üreg, melynek mérete egy meghatározott méretnél nem lehet nagyobb, hajlító igénybevétel esetén alig csökkenti a gerenda teherbírását, ezért hajlítás szempontjából a beforgatott szelvényű faanyag ideális.



1. ábra – Beforgatott szelvényű faanyag



2. ábra – A beforgatott szelvényű faanyag gyártása (a. – hengeres faanyag; b. – részleges szélezés; c. – negyedelés béléltvágással; d. – felületmegmunkálás, beforgatás; e. – egyesítés)
A tartók gyártása a következő műveleti lépésekből áll (2. ábra):

1. A rönk részleges szélezése
2. Negyedelés béléltvágással
3. Szárítás
4. A felületek gyalulása és a fagömbös felületek ferde lemarása
5. Ragasztóanyag-felhordás
6. Préselés; ez történhet egy ütemben, kétoldali nyomás alkalmazásával, vagy két külön ütemben (először két-két elem egyesítése, majd a végleges termék ragasztása)

7. Utókeményedés, végleges tartó megmunkálás (felületmegmunkálás, élettörések) A beforgatott szelvényű anyagot általában a normál fűrészáruval megegyező hosszban lehet kapni (max. 12 m). Az anyagtakarékosság mellett ennek a terméknek további előnyei is vannak:

8. A beforgatásnak köszönhetően a tartósabb geszt kerül kívülre

9. A paláston található fahibák (göcsök) eltűnnek, esztétikailag sem okoznak problémát, és az általuk okozott szilárdságcsökkenés is a semleges szál közelében jelentkezik.

10. Mivel a terméknek mind a négy oldala közel radiális vágási irányú, kisebb zsugorodás és dagadás várható, mint a tömörfa esetében.

Az anyag közepén elhelyezkedő lyuk lehetőséget biztosít szerelvények elhelyezésére is. Egy nemrégiben kimondottan erre az anyagra kidolgozott szerelvény-rendszer segítségével például beforgatott szelvényű elemekből nagyon gyorsan és egyszerűen lehet különféle szerkezeteket (vázszerkezetű épületek, sík- és térrács szerkezetek, stb.) összeállítani, mivel az építéshelyszíni munka teljesen szerelő jellegű, az elemeket nem szükséges a helyszínen megmunkálni. Amennyiben ilyen szerelvényt nem helyeznek el, a gerenda végén található lyukat sok esetben dugózással lezárják, esztétikai okokból, illetve a rovarok és rágcsálók beköltözését megakadályozandó.

2.3. Rétegelt-ragasztott tartók

A rétegelt-ragasztott tartók képezik a faanyagú tartószerkezetek legnagyobb jelentőségű csoportját. Ez a tartóféleség a ragasztott tartók igen széles spektrumát öleli fel, a néhány rétegből készített, egyenes tengelyű prizmatikus gerendáktól az igen nagy fesztávolságú, több méter magasságú, íves, változó keresztmetszetű tartókig. A RR tartók keresztmetszete leggyakrabban téglalap, de lehet valamilyen egyéb, pl. I, kazettás, vagy akár körkeresztmetszetű is. A lamellák rétegzése lehet vízszintes vagy függőleges, és az egyes lamellák készülhetnek egy darabból, vagy szélességben toldva is. Minden esetben elmondható viszont, hogy legalább 3 rétegből állnak, és szerkezetükre, gyártásukra szigorú előírások vonatkoznak.

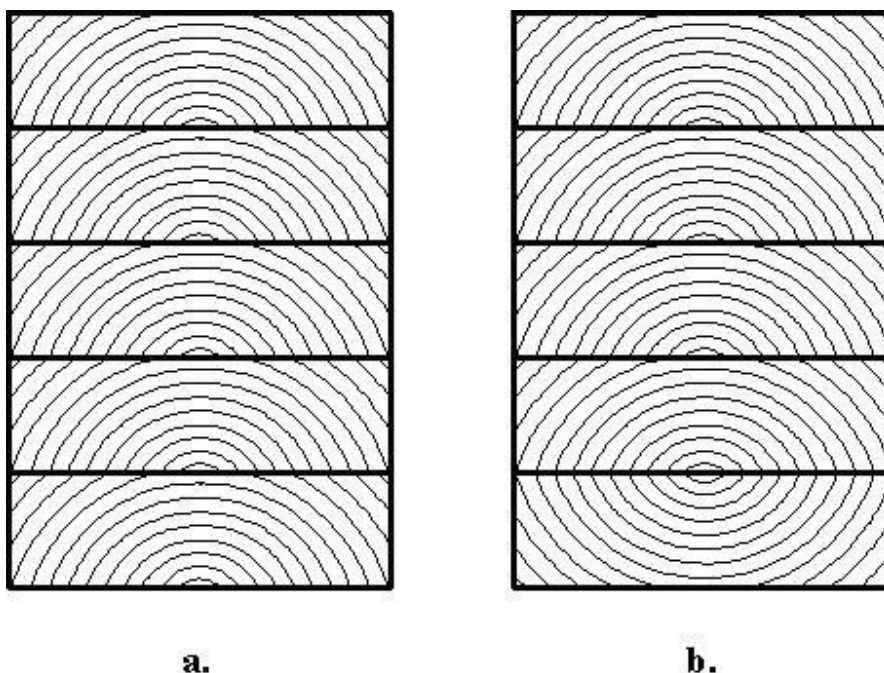
A tartók méreteire nincsenek előírások. A hossz méretet a toldható maximális lamellahossz, a préságy hossza, a ragasztóanyag nyílt- és zárt ideje (a felhordás, összeállítás időszükséglete miatt), valamint a szállíthatóság határozza meg. A keresztmetszet a stabilitási igényektől (túl magas, karcsú keresztmetszet esetén kihajolhat), a prés befogadóképességétől, a ragasztóanyag technológiai idejeitől, az ún. nagy gyalugép átbocsátóképességétől és ismét az anyagmozgatás igényeitől függ.

A rétegelt-ragasztott tartókra felhasználási területük tekintetében három igénybevételi osztályt állapítottak meg:

1. Beltéri klíma: $T = 20\text{ °C}$; 65% relatív páratartalom; $ue_1 = 12\%$;
2. Védett kültéri klíma (tető alatt): $T = 20\text{ °C}$; 85% relatív páratartalom; $ue = 20\%$;
3. Kültéri klíma: $ue > 12\%$.

A fenti igénybevételi osztályoktól függ az alkalmazható ragasztóanyag típusa, az alkalmazható lamellavastagság és keresztmetszet mérete, az ún. feszültségmentesítő horony szükségessége, a szélességi toldások ragasztásának az igénye, és az egyéb előírások, amelyeket a vonatkozó szabványok

tartalmaznak. Az 1. és 2. igénybevételi osztályban a lamellák jobb és bal oldalát ragasztják egymáshoz, a 3. osztályban minden esetben a lamella jobb oldala néz kifelé (3. ábra).



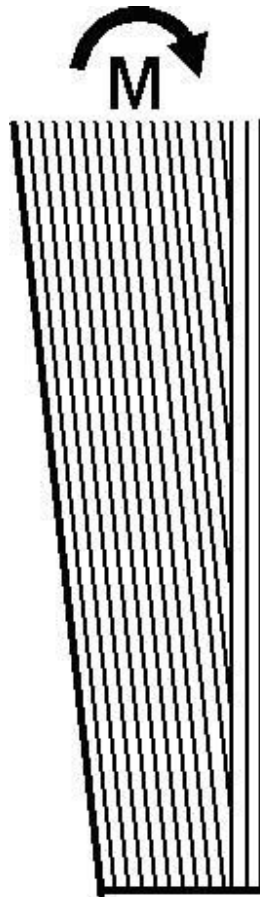
3. ábra – A RR tartók lamelláinak összeforgatása (a – 1. és 2.; b – 3. igénybevételi osztály)
Tekintettel arra, hogy a RR tartók majdnem minden esetben meghaladják a természetes faanyag hosszmeretét, általában hosszitoldott lamellák alkalmazása szükséges. A magyar szabvány előírásai szerint a tartókeresztmetszet felső és alsó 1/5-ében (húzott és nyomott öv) ferde lapolás vagy ékcsapos hosszitoldás alkalmazása szükséges, míg a tartó többi részén elegendő a bütös illesztés. Ma ennek viszonylag kevés jelentősége van, mivel az ékcsapos hosszitoldó berendezés a RR tartó gyártó üzemekben úgymint rendelkezésre áll, így általában az összes lamellát ilyen formában készítik el.

A RR tartók alkalmazási területe igen sokféle lehet. Használhatók pl. gerendák, oszlopok céljaira, két- és háromcsuklós keretként, nagy fesztávú rácsos tartók elemeiként, faházelemek céljaira, stb.

Alakjuk is igen változatos lehet, például: • Párhuzamos övű, egyenes tartók;

1. Változó keresztmetszetű (egyenszilárdságú) tartók;
2. Íves tartók (állandó vagy változó keresztmetszetű);
3. Részben íves tartók;
4. Két irányban íves tartók;
5. stb.

Íves tartók esetén a különböző szabványok rendelkeznek a minimális megengedett hajlítási sugárral kapcsolatban. A magyar szabvány előírásai szerint ez I. szilárdsági kategóriájú anyag esetén minimálisan a lamellavastagság 200-szorosa, II. és III. kategória esetén 250-szerese lehet. Változó keresztmetszerű anyag esetén a lamellákat az egyik oldalon ki kell futtatni. Ilyenkor törekedni kell arra, hogy a lamellák lehetőleg a nyomott oldalon fussanak ki, és ajánlatos a kifuttatott oldalt még két lamellával lezárni, különösen, ha az kültéri klímába kerül (4. ábra). A szabvány rendelkezik a kifuttatott hossz és a lamellavastagság arányával kapcsolatban is.



4. ábra – A lamellák kifuttatása változó keresztmetszet esetén, lezáró lamellákkal
A RR tartók gyártásának az egyes műveletei a következők:

2.3.1. Előkészítő műveletek

Egyszerűbb (párhuzamos övű, egyenes tengelyű) tartók esetén előkészítő műveletekre nincs szükség, mivel a lamellák mind egyforma hosszúságúak, és a préságy kitűzése egyszerű (illetve a tartó egyszerű présekkel is elkészíthető). Bonyolultabb formák és változó keresztmetszetek esetén azonban a gyártás komolyabb előkészítést igényel. Ez magában foglalja a gyártandó elem gyártmánytervének az elkészítését, a préstervet, a sablon elkészítését és a préságy kitűzését.

A gyártmányterv a termék megfelelő léptékű méretarányos rajza, amely egyértelműen tartalmazza annak minden szükséges méretét, és megadja a termék kontúrjának jellegzetes pontjait (sarokpontok, ív eleje, közepe, vége). Ezt a megfelelő méretvonalakkal, esetleg koordináta rendszer alkalmazásával lehet elvégezni.

A présterv meghatározó fontosságú a termék elkészítése szempontjából. Ezen szerepelnek egyrészt a préselendő termék kontúrjai, az egyes lamellák elhelyezkedése, valamint a préskeretek elhelyezése.

A présterv helyes elkészítésével garantálni lehet pl., hogy a préskeretek elférnek egymás mellett, és hogy a keretek megfelelően rögzíthetők (a keretek rögzítése a préságy típusának, kialakításának a függvénye). A présterről szintén leolvasható az elkészítendő lamellák hossza (ami változó keresztmetszetű termékek esetén nem állandó).

A présterv elkészítésénél ügyelni kell a következőkre:

1. A préskeretek maximum 40 cm távolságra legyenek egymástól (íves tartók esetén ez mindig a külső íven mérendő);
2. A préskeretek elhelyezése minden esetben a lamellákra merőleges;
3. A préskeretek elhelyezhetőségére, rögzítésének megoldására;
4. A megfelelő nyomáselosztó alátétek (legalább 40 mm) elhelyezésére;
5. Íves tartók esetében visszaruhozás várható, azaz az ívek sugarát kisebbre kell választani, mint a végleges hajlítási sugár;
6. A kifutó lamellákat a kontúron túl kell nyújtani olyan módon, hogy azokat minden esetben még a következő préskeret is leszorítsa, illetve, hogy a kontúr ilyenkor lehetőleg a 2. vagy 3. lamellában fusson.

A préstervhez csatolva külön táblázatban fel szokták tüntetni a szükséges lamella hosszakat, és az egyes préskeretek rögzítési pontjainak koordinátáit. A sablon készítésének a célja az, hogy a présből kikerülő anyagon pontosan fel lehessen rajzolni az elem végleges kontúrját. Ezt elősegítendő, a tartó jellegzetes pontjait a préseléskor szintén fel szokták tüntetni, a sablon pontosabb elhelyezhetősége érdekében.

A sablon valamilyen olcsóbb anyagból (pl. kartonpapír, farostlemez) 1:1 méretarányban készül. A sablont lehet használni a préságy kitűzésének a hozzávetőleges ellenőrzésére is (figyelembe véve, hogy a préságyon kitűzött ívek sugara a végleges sugárnál valamivel kisebb).

A préságy kitűzése a préskereteknek a tartó gyártásához megfelelő elhelyezését jelenti. Megfelelő, kellő gondossággal elkészített présterv esetén a préságy kitűzése egyszerű feladat, mindössze a rögzítési pontokat kell gondosan kimérni. A préskeretek rögzítése a préságy kialakításától függően különbözőképpen történhet, erre a préselésnél térünk ki részletesebben.

2.3.2. A lamellák előkészítése

A lamellák előkészítése a fűrészárak előosztályozását, szárítását, (szükség szerint) szilárdsági osztályozását, majd hibakiejtés utáni hosszitoldását, keresztmetszeti megmunkálását jelenti.

Az előosztályozás általában mindössze a szerkezeti célra láthatólag alkalmatlan fűrészáru kiválogatásából áll. Esetenként itt már megtörténhet a szilárdsági kategóriák szerinti osztályozása is. Ezután történik a lamellák szárítása. A máglya kialakítása (ha van) szilárdsági osztályonként történik, az anyag jobb és bal oldalának összeforgatásával. A szártásra a régi MSZ 08 0595 szabvány szerinti A minőséget szokták előírni. Az újabb MSZ EN 14298-as szabványban nincs ehhez hasonló minőségi kategória, egyéni minőségi követelményként viszont lehetővé teszi a régi szabványnak megfelelő paraméterek előírását (az átlagos végnedvesség eltérése az előíráshoz képest max. +1,0 és -1,5 %, a maximális nedvességtartalom-eltérés a rakaton belül 4,0 %).

A szárítást legalább 8-10 napos csarnoki klímán történő tárolás követi, amely során a nedvességtartalmi különbségek kiegyenlítődnek, a szárítási feszültségek relaxálódnak, és a faanyag kellőképpen lehül a további megmunkáláshoz. Amennyiben szükséges, a vizuális szilárdság szerinti osztályozást is el lehet végezni ilyenkor, illetve a fűrészáru osztályozható vizuálisan vagy gépi úton a

rakatbontás után, a gyártósoron. Nagyon fontos, hogy a lamellákat mindig oldalhelyesen (azonos évgyűrűállással) kell felhelyezni a gyártó sorra, az összefogatási szabályok betartása érdekében.

A gyártósoron először minden lamella nedvességtartalmát ellenőrzik, valamilyen közvetett nedvességmérő műszerrel. A névleges nedvességtartalomtól $\pm 2\%$ -nál nagyobb eltérést mutató anyag nem használható fel, ezeket kilövik a gyártósorról, és más célokra használják. A lamellákból ezek után kiejtik a nagyobb göcsöket, fahibákat, illetve gépi szilárdság szerinti osztályozás esetén a gyengébb szakaszokat (minőségjavító manipuláció). A hibakiejtést újabban egyre gyakrabban megelőzi egy előgyalulási művelet, amely segít a fahibák könnyebb azonosításában, felismerésében. Az előgyalulás a pontatlanul fűrészelt anyag esetében is szükséges. A fahibákat általában kezelőszemélyzet azonosítja, akik bejelölik a kiejtendő részeket. A hibakiejtés automatikus működésű szabászfűrészek segítségével történik.

A hosszoldást ma már szinte minden esetben ékcsapos hosszoldó berendezésekkel végzik. Ezen berendezések előnye, hogy jóval anyagtakarókosabbak, mint a felde lapolás (kevesebb a hulladék), valamint, hogy a kialakított ékcsapfogazás önzáró, ezért a ragasztóanyag felhordása, majd a hosszirányú nyomás rövid idejű (1–2 s) alkalmazása után a présnyomást nem kell fenntartani. A hosszoldó présből kikerülő, folytonos hosszoldott anyagot ezután a lamellák hossz méretének megfelelő méretre vágják, majd 8–24 órás pihentetés következik, aminek a során az ékcsapos kötésnél alkalmazott ragasztóanyag megkiszilárdul. Egyes esetekben a hosszoldott lamellákat még a pihentetés előtt körbegyalulják (az ékcsapfogak önzáró geometriája miatt erre lehetőség van), ilyenkor azonban az esetleges, a felületre kijutó anyagok (gyanták, olajok, stb.) miatt a ragasztást 8 órán belül el kell végezni, ezért a gyalulást legtöbbször a pihentetés után végzik. A gyalulás műveletével egyidőben szokták kialakítani a feszültségmentesítő hornyokat is, olyan módon, hogy az alsó gyalutengelyt megosztják, és azon egy körfűrészlapot helyeznek el.

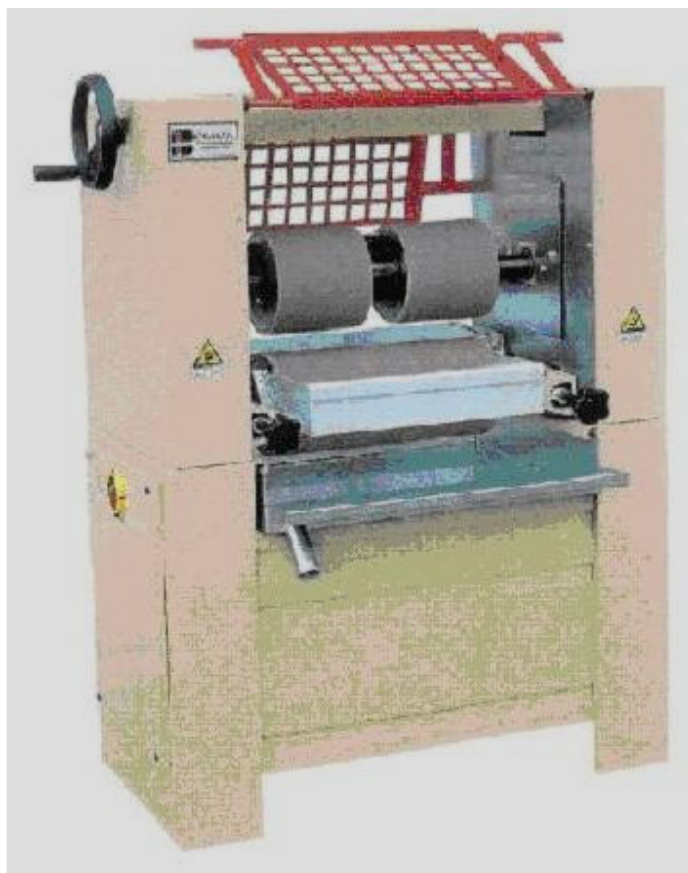
2.3.3. Ragasztóanyag-felhordás

Az alkalmazott ragasztóanyag típusa a klímaállósági követelményektől, valamint az esztétikai igényektől függ. A legjobb ragasztási szilárdságot a rezorcín-formaldehid műgyanta adja, de ez esetben a ragasztási fugák jól láthatóak. Nem látható ragasztási fugát melamin gyantával, vagy az újabban egyre népszerűbb poliuretán ragasztókkal lehet elérni. Mivel ezek a ragasztóanyagok igen költségesek, nem ritka az egyes keverék vagy modifikált gyanták (pl. fenol-rezorcín, melaminnal modifikált karbamid) alkalmazása sem.

A ragasztóanyagot felhordás előtt az edzővel, illetve az esetleg alkalmazott töltő- vagy nyújtóanyaggal be kell keverni. A keverés történhet kézi módszerekkel, vagy automatikus keverőberendezésben. Ez utóbbinak nagy előnye a pontosság, és hogy egyszerre csak kis mennyiségeket kevernek be, így nincs probléma a fazékidővel illetve könnyen, gyorsan és veszteség nélkül át lehet állni egy másik ragasztóanyagra, ha szükséges.

A ragasztóanyag felhordását hengeres ragasztóanyag-felhordó berendezéssel, ragasztóanyag-öntő géppel, vagy fűvókás felhordó berendezéssel végzik. A hengeres berendezések viszonylag kisebb termelékenységűek. Kétoldali felhordásra alkalmasak, ezért a felső henger általában osztott kiképzésű, és csak az egyik felén történik ragasztófelhordás (5. ábra). A zárólamellákat ezen az oldalon engedik át,

így azoknak csak az egyik oldalára kerül gyanta. Az öntőberendezések nagyobb teljesítményűek. Újabban egyre népszerűbbek a fűvókás felhordó berendezések, amelyek nagyobb viszkozitású ragasztóanyag felhordására is alkalmasak, illetve jól alkalmazhatók két komponensű ragasztórendszerekhez, amikor az egyes komponenseket egymás mellé, vékony csíkok formájában hordják fel.



5. ábra – Hengeres ragasztóanyag-felhordó berendezés, osztott felső hengerrel

2.3.4. Préselés

A RR termékek gyártásához alkalmazható présberendezések igen változatos kialakításúak és működésűek lehetnek. Itt alapvetően érdemes megkülönböztetni az egyenes tengelyű tartók gyártásához alkalmas présberendezéseket, és az íves és összetett formákhoz is alkalmas préságyakat.

Az egyenes tengelyű tartókhoz alkalmazható prések általában egyszerűbb, kompaktabb, jobban automatizálható berendezések. Lehetnek függőleges (6. ábra) vagy vízszintes elrendezésűek, illetve több oldalas, elfordítható, ún. csillagprések. A lamellákat általában valamilyen támasztófelülethez ütköztetik, majd alulról és felülről présfóákkal történik a présnyomás alkalmazása. A présfóák általában nem folyamatos gerenda kiképzésűek, hanem rövidebb szakaszokból állnak. A szakaszos présfóák miatt szükség van legalább 40 mm vastag nyomáelosztó alátétek alkalmazására, hogy a nyomás kellőképpen el tudjon oszlani a préselendő terméken belül.



6. ábra – Függőleges elrendezésű RR-tartó prés

A présöltés és -ürítés történhet kézi úton vagy automatikus berendezésekkel is. A présnyomás többféleképpen is létrehozható:

1. mechanikus módon; csavarorsók, ékek vagy rugók segítségével (itt minden esetben meg kell oldani, hogy a présnyomás megfelelő nagyságú legyen, pl. nyomatékkulcsok alkalmazásával, vagy kalibrált rugókkal).
2. pneumatikus hengerekkel
3. hidraulikus hengerekkel, vagy tömlőkkel, stb.

Az ilyen, egyszerűbb présberendezések gyakran lehetnek fűthető kivitelűek is, amivel a présidő anyagárgrendekkel csökkenthető. Nagyfrekvenciás melegítéssel akár folyamatos préselési technológia is megvalósítható.

A nagy méretű rétegelt-ragasztott tartók préselésekor a lamellák homlokfelülete általában nem igazodik könnyen be. Amennyiben a lamellák elcsúsznak egymástól, az a későbbi gyalulás folyamán nagy veszteségeket jelent, illetve az előírt keresztmetszet nem biztosítható, ezért a lamellák oldalirányú

rendezéséről gondoskodni kell. Ez történhet a berendezéshez tartozó nyomógerendával, ennek hiányában kézi módszerekkel (nagykalapáccsal, döngölő békával, stb.)

Az íves tartók gyártásához is alkalmazható berendezések általában jóval összetettebb, nagyobb helyigényű, de rugalmasabban használható berendezések. Ez esetben általában különálló, egymástól független préskereteket alkalmaznak, amelyeket egy alkalmasan kialakított felületen rögzítenek, olyan módon, hogy a kívánt tartó formát elő lehessen állítani velük. A rögzítő felület többféle kialakítású lehet:

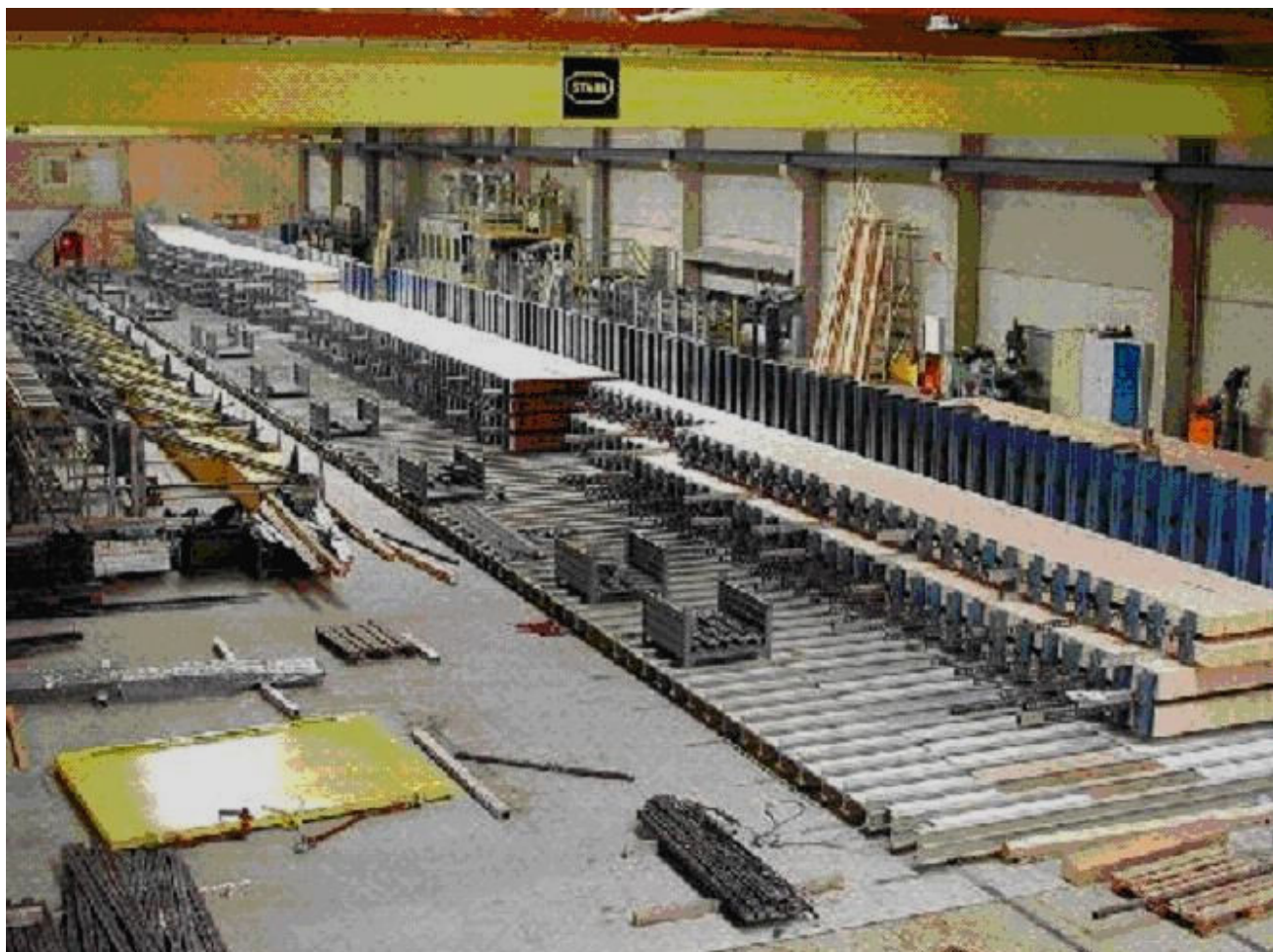
1. Betonozott sínrendszer (7. ábra) – a préskereteket kalapácsfejű csavarokkal rögzítik a sínekhez a présterven megadott rögzítési pontokon. Előnye, hogy viszonylag könnyen újra konfigurálható, azonban a sínek kötött helye miatt a préskeretek elhelyezése viszonylag nehézkes.
2. Fa dobogó – a préskereteket facsavarokkal rögzítik tetszés szerinti helyen. Előnye, hogy a keretek teljesen rugalmasan és egyszerűen, gyorsan áthelyezhetők. Hátránya, hogy a fa dobogó teherbírása határos, és a sok csavarozás miatt egy idő után elhasználódik.
3. Emelt fémváz (8. ábra) – a préskereteket hegesztéssel, tartósan rögzítik. Sok egyforma tartó gyártása esetén előnyös.
4. Speciális fémvázon, számítógépvezérelt kivitelben (9. ábra) – a préskeretek beállítása nagyon egyszerűen, gyorsan és pontosan elvégezhető, nagyon rugalmas rendszer. Hátránya, hogy nagyon költséges, csak igen nagy volumen esetében éri meg.
5. Egyéb megoldások – pl. raszterrendszerben sűrűn elhelyezett rögzítő furatok és hasonlóak – szintén elképzelhetők.



7. ábra – Betonozott sínrendszerhez rögzített préság



8. ábra – Fémvázon hegesztéssel permanensen rögzített préság



9. ábra – Számítógépvezérelt, robotokkal beállított préskeretek

Az íves tartókhöz is alkalmazható, rugalmasan elhelyezhető préságyakat nem lehet fűthető kivételben elkészíteni. Ilyen esetben a préselési folyamat esetleg gyorsítható helyi térelhatárolás (pl. fóliasátor) alkalmazásával, amin belül kis a hőmérséklet kis mértékben növelhető (30-40 °C). Ilyenkor a présidő nagy mértékben csökken, de gondoskodni kell a levegő párasításáról (a relatív páratartalom fenntartásáról).

Az íves tartókhöz alkalmazható présberendezéseket szinte minden esetben kézzel töltik, a prések vízszintes elrendezésűek, és szorításuk mechanikus úton történik. A termelékenységük növelhető, ha egyszerre (egymás felett) több tartót is préselnek.

A RR tartók préseléskor alkalmazott présnyomás fenyő és lágylombos anyagnál 0,4–0,8, keménylombosok esetében 1,0–1,6 N/mm². Íves tartók préselésénél valamivel magasabb értéket alkalmaznak. A préseltetés után a préseket enyhén meghúzzák, majd a lamellák igazítása után történik a préskeretek végleges meghúzása. A présnyomás alkalmazása íves tartóknál az ívközéptől indulva, kifelé történik.

A préselési ciklus időtartama legalább 6-8 óra (egyműszakos gyártás esetén általában 24 óra). Előírás szerint a présbontás a 4 N/mm² ragasztási szilárdság elérése után történhet meg, a gyakorlatban ezt a kinyomódott gyanta megkarcolásával ellenőrzik. A présbontás után a végleges ragasztási szilárdság csak 6-8 nap után alakul ki, addig a tartó csarnoki klímán tárolandó, megmunkálható, de be nem építhető.

2.3.5. Befejező műveletek

A préselés után a RR elemek végleges megmunkálása történik. Ez a következő műveletekből áll:

Gyalulás – célja a kinyomódott ragasztóanyag eltávolítása a tartó oldalfelületéről, a lamellák szintbe gyalulása, a megfelelő felületi minőség elérése, illetve a keresztmetszet méretre gyalulása. A nagy tartókeresztmetszetek miatt speciális berendezést, ún. nagy gyalugépet igényel, amely képes az esetenként 2 m-nél is magasabb, nagy vastagságú keresztmetszet befogadására. A gyalugép általában elfordítható zsámolyra van szerelve, az íves elemek megmunkálásának elősegítésére. Kiegészíthető függőleges marófejekkel, az alsó és felső felület megmunkálásához.

Kontúrmegmunkálás – az oldal felületre a préselés folyamán bejelölt jellemző pontokat felhasználva sablon segítségével felrajzolják a tartó kontúrját, majd azt megfelelő kéziszerszámokkal (láncfűrész, nagy méretű körfűrész, esetleg mobil szalagfűrész) pontosan körbevágják.

Szerelvények helyének kialakítása – történhet lánccmaró, felsőmaró, oszlopos fűrőgép, hosszlyukfűrő, vagy egyéb szerszám segítségével. A szerelvények az üzemben előre beszerelhetők, vagy – ha a szállíthatóság miatt ez nem megoldható – az építéshelyszínen is.

Felületjavítás – a vásárló igényeinek megfelelően történhet foltozással, kikenőmasszával, csiszolással, stb.

Felületkezelés – a RR elemek felületét a természetes faanyaghoz hasonlóan lehet kezelni. Leggyakoribbak a lazúros kezelések, illetve a különböző faanyagvédő és égéskésleltető szerekkel való kezelés. Ez utóbbiak felvitele csak a ragasztás után javasolt, mert a védőszer sok esetben megakadályozzák a megfelelő ragasztási kötések kialakulását.

A rétegelt-ragasztott tartók, szerkezetek általában nagy terheket hordanak, komoly igénybevételeknek kell ellenállniuk. Ennek megfelelően ilyen szerkezeteket csak az előírások messzemenő betartása mellett szabad gyártani. A legtöbb felhasználó csak szakintézet által minősített cégtől hajlandó RR elemeket beszerezni. Az ilyen minősítésnek számos feltétele van, elsősorban is a megfelelő saját belső minőségellenőrzés megléte, megfelelő dokumentációk, kellően magas színvonalú gyártástechnológia, stb.

3. I-tartók és kazettás tartók

Az I- és kazettás tartók alkalmazásának az előnye, hogy keresztmetszetük hajlítás esetén különösen előnyös. Ilyen tartókat többféle gyártó is készít, különféle technológiákkal. Az alábbiakban bemutatunk néhány ismertebb változatot:

3.1. Az MSZ szerinti alacsony- és magas gerincű tartók

I- és kazettás tartókat az MSZ 15025 szabvány ajánlásai szerint szögezett, ragasztott, vagy szögezett-ragasztott kivitelben házilag is lehet készíteni. Mivel a szabvány tartalmazza az ezekre vonatkozó pontosabb előírásokat, ezeknek az ismertetésétől itt eltekintünk.

3.2. Egyenes kompozit gerincű tartók

Manapság ez a leggyakrabban alkalmazott, legismertebb előregyártott I-tartó féleség, melyet általában "Joist" néven szoktak illetni a gyártók (Amerikában TJI, Európában pedig a FinnJoist termékek

ismertek, különböző gyártóktól). (A joist szó egyébként mindössze tartót jelent, ezért a név nem igazán deskriptív.)

Az ilyen tartók gerince valamilyen falemez (rétegelt lemez, de gyakrabban OSB), az övek pedig min. I. szil. osztályú fűrészáruból, LVL-ből, vagy LSL-ből készülnek (10. ábra). Az európai technológiában LVL öveket alkalmaznak, amelybe kónikus hornyot marnak. A gerincek OSB-ből készülnek, amelyet a gerinc magasságának megfelelő szélességűre hasítanak (a fedőréteg irányítása a gerincben mindig függőleges, a nyíróigénybevételek felvétele miatt), a végekben pedig csaphorny kapcsolatot alakítanak ki. A gerinc alsó és felső (az övekhez csatlakozó) élét kónikusra lemunkálják.



10. ábra – Egyenes gerincű kompozit tartók

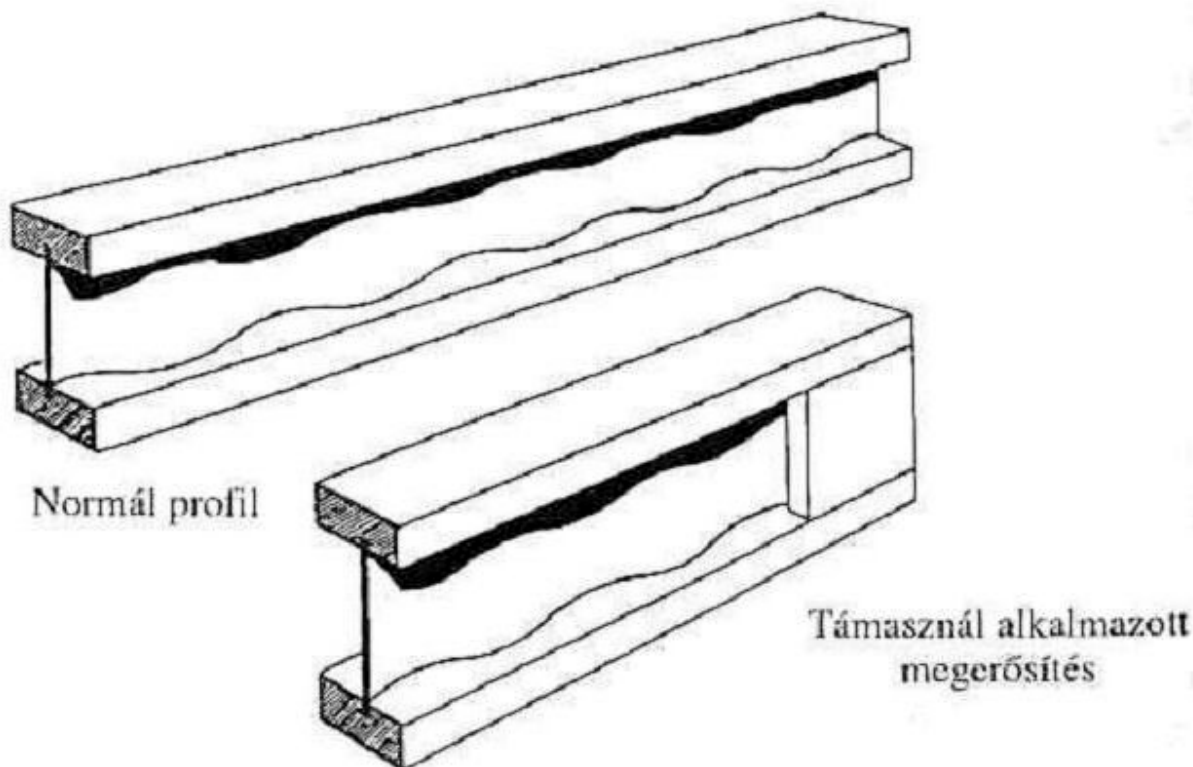
Az összeépítés előtt az övekbe mart kónikus hornyba, illetve a gerincelemek végén kialakított csaphoronyba ragasztóanyagot hordanak fel, majd egyesítik a gerincelemeket, illetve a gerincet az övelemekkel. A kónikus csatlakozásnak köszönhetően a kapcsolat önzáró, így további présnyomás alkalmazására nincs szükség. (Az ilyen jellegű kapcsolatokról egyébként minden esetben kónikus vagy szorosan illesztett kialakítást alkalmaznak.) Ezután, a végtelen hosszban összeállított I-tartót véges hosszra vágják, amely megegyezik az LVL elemek hosszával. A ragasztóanyag kikeményedése magas hőfokon, egy 70 °C-ra melegített hőkezelő helyiségben történik.

Az ilyen jellegű tartók a felhasznált anyagmennyiséghez viszonyított nagy teherbírásukkal és jó méretstabilitásukkal, alaktartóságukkal tűnnek ki. Felhasználásuk azonban különös odafigyelést igényel, különösen a gerincáttörések, végmegmunkálások, kivágások tekintetében. Emellett figyelembe kell venni ezeknek a karcsú keresztmetszetű elemeknek a stabilitását is, ami miatt az alátámasztásoknál általában külön megerősítést is kell alkalmazni.

3.3. Hullámlemez gerincű tartók

A hullámlemez gerincű tartók (ismertebb nevükön Wellsteg-tartók) szintén rendelkeznek az I-tartók előnyeivel, azonban stabilitási szempontból jobbnak mondhatók, mivel sík gerinclemez helyett egy hullámvonal formájában hajlított gerinccel rendelkeznek (11. ábra), ami jelentősen növeli ezen tartók

merevségét. Az övelemek legalább II. szil. kategóriájú, hosszoldott fenyő fűrészáruból készülnek, a gerinc pedig háromrétegű, víz- és főzésálló ragasztással készült rétegtlemezből. A rétegtlemezből a fedőréteg szálirányára merőleges csíkokat vágnak, majd ezeket ferde lapolással végtelenítik, az alsó és a felső élet pedig kónikusan munkálják meg.



11. ábra – Hullámlemez gerincű tartó (Wittmann 2000)

Az övekbe szinuszhullám formájú, kónikus keresztmetszetű hornyot marnak, amit rezorcin műgyantával töltenek meg. Ezután következik a tartó összeállítása, amelynek során az övelemeket fokozatosan közelítik egymáshoz, miközben a gerinclemezt folyamatosan, fokozatosan hajlítják formára, és igazítják bele a hullámos kialakítású hornyba. A megfelelő présnyomás alkalmazása után a ragasztóanyag hidegen köt ki; ez a folyamat hőközléssel gyorsítható.

A Wellsteg tartók alkalmazása, bár stabilitásuk jobb a joist jellegű tartóknál, hasonló körültekintést igényel, mint a többi I-tartó esetében; áttörések csak a semleges szál közelében, korlátozott mértékben alakíthatók ki, az öveken tilos bevágásokat ejteni, és a tartóvégek megerősítésére is szükség van. Hazánkban ezt a tartóféleséget kevéssé ismerik, de Európában léteznek gyártók, akiktől beszerezhető.

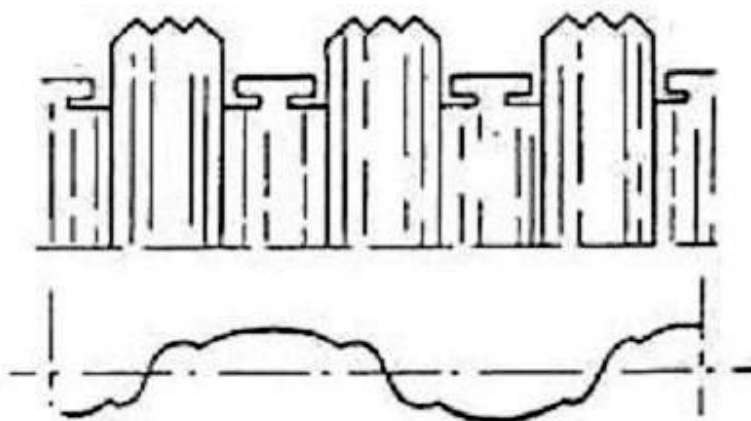
3.4. Nail-web tartók

A hullámlemez gerincű tartókhoz hasonló alapelven megalkotott, de vegyes anyagú, természetes fa övelemekkel és fém gerinclemezzel készülő tartóféleség (12. ábra). Jó magyar megnevezése nincsen, az angol elnevezés nem fordítható.



12. ábra – Nail-web tartó

Az övelemek legalább II. szilárdsági kategóriájú, szükség szerint ékcsaposan hosszított fűrészáruból készülnek, amelyekbe azonban ebben az esetben nem marnak hornyot. A gerinclemez speciális, tűzihorganyzott acéllemezről készül, amelyet S-vonalban hajlítanak meg (13. ábra). A gerinc alsó és felső élén, azokon a szakaszokon, amelyek a fa rostirányára szögben helyezkednek el, fogazat van kialakítva, amelyet a fába a gyártás folyamán belenyomnak. A többi szakaszn T-alakú mélységghatárolók találhatók.



13. ábra – A nail-web tartó gerinclemezének kialakítása (Wittmann 2000)

Az öv és a gerinc összeépítésekor az öveket fokozatosan közelítik a gerinchez, ahol a fogazott szakaszok belenyomódnak a fába (kb. 20 mm mélységig), így hozva létre az öv és a gerinc kapcsolatát. Mivel a fogazat a rostírányal bizonyos szöget zár be, a felhasadás veszélye kisebb. A T alakú mélységghatárolók a préselés folyamán elhajlanak, és megakadályozzák, hogy a gerincet a fogak tövénel mélyebben nyomják be a fába. A hossz méret leszabása a présgépen történik, a gericlemezzel együtt. A Nail-Web tartó egy vagy duplagerincű változatban készül. A gerincen előre kialakított perforációk találhatóak, a szükséges áttörések céljaira. A tartóvégeket az alátámasztásoknál itt is meg kell erősíteni.

3.5. Egyéb I- és kazettás tartók

A fenti rendszerek mellett természetesen számos egyéb I-tartóféleség létezik. Ezek közé tartozik pl. a farostlemez-gerincű Nordex tartó, de a különböző zsaluzó tartók népes családja is. Ez utóbbiak számos különböző kialakítással készülhetnek (pl. teljesen tömör keresztmetszettel, forgácslap gerinccel, stb.)

4. Fa anyagú rácsos tartók

A rácsos szerkezet alkalmazásával nagy magasságú, jó teherbírású, statikailag határozott tartókat lehet létrehozni, melyeket sok területen lehet alkalmazni. Az alábbiakban ejtünk néhány szót a rácsos tartók alkalmazásáról általában, illetve bemutatunk néhány tipizált rácsos tartó féleséget.

4.1. . A fa rácsos tartókról általában

A rácsos tartók övelemekből és rácsrudakból álló magas, síkbeli tartók. A tartó kialakítása olyan, hogy az övelemek és rácsrudak között minden esetben háromszög alakú mezők alakulnak ki, ez biztosítja a szerkezet statikai határozottságát.

A fa rácsos tartók anyaga lehet hengeres fa, fűrészáru, rétegelt-ragasztott faanyag, beforgatott szelvényű anyag, és kompozit gerenda is. A tartó kialakítása lehet párhuzamos övű, háromszög, trapéz és íves alakú is. Rácsos tartókból sok esetben készítenek két- vagy háromcsuklós kereteket is. A tartó alakját többnyire a funkció és az esztétikum határozza meg.

A faanyagú rácsos tartók kapcsolatait ki lehet alakítani szögezéssel, szögezett lemez vagy szöglmemezes kapcsolattal, csavarozással, betétes kapcsolattal, vagy speciális szerelvények segítségével. Az elemvégek kialakítása az alkalmazott kapcsolati formától függ (pl. szögezett kapcsolatok esetén lapolással, szöglemez esetén tompa illesztéssel, stb.) Megjegyzendő, hogy ezen kapcsolatok nagy része nem vagy csak részben biztosítja a rácsos tartók esetében előírt csuklós kapcsolatot.

A fa rácsos tartóknak számos alkalmazási területe van, a hídszerkezetektől a családi házas építkezésekig. Előnyük az anyagtakarékos kialakítás, hátrnyuk a viszonylag nagy helyigényük. Az utóbbi években Magyarországon a fa rácsos tartók elsősorban a tetőtérbeépítés nélküli faházaknál jutnak szerephez, ahol a háromszög alakú rácsostartók egyszerre töltik be a fedélszél és a födém tartó szerepét, ezáltal különösen gazdaságos megoldást nyújtva az ilyen épületek esetében.

4.2. DSB tartók

A DSB a német Dreieckstrebenbau elnevezésből származik. Ezek a tartók nagy mértékben tipizált, általában párhuzamos övekből, és a beléjük csapozott ferde rácsrudakból álló rácsos tartók (14. ábra).



14. ábra – DSB-tartó

A DSB tartók rácsrúdjai és övelemei egyaránt legalább II. szil. kategóriájú fenyő fűrészáruból készülnek, az övek ékcsaposan hosszoldhatók (de a hosszoldás nem eshet a csapfészkek környezetébe). A rácsrudak az öveknél keskenyebbek, azokba kettős vagy hármas ollós csapozással csatlakoznak. A csapfészkek kialakítása íves, megfelelő marószerszámmal könnyen kialakítható. A rácsrudak dőlésszöge 45–60°-os, a csapok beragasztása rezorcín gyantával történik. Létezik kettős rácsrudazattal készülő változat is.

A DSB tartók maximális fesztávolsága általában nem haladja meg a 20 m-t. Többnyire párhuzamos övű tartók, de léteznek trapéz vagy háromszög formájú változatok is. Mivel vékony elemekből készülnek, tűzállósági szempontból kevésbé előnyösek. Többnyire fedélszéki elemek, födémelek, csarnokok födémelemei céljára használják őket.

4.3. Trigonit tartók

A trigonit tartók a DSB-tartókhoz hasonlóan többnyire párhuzamos övű rácsos tartók, azonban itt az övelemek osztott kivitelűek. A rácsrudak ragasztott ékcsapos kapcsolattal csatlakoznak egymáshoz, az övelemek és a rácsrudak kapcsolata pedig szögezett. A tartó készülhet két illetve három részből álló övelemmel is, amely esetben dupla rácsrudazatot alkalmaznak. Mivel az övelemeket nem toldják, az ilyen tartók fesztávolsága általában maximum 12 m. Az osztott övelemeknek köszönhetően tűzállóságuk még a DSB tartóknál is gyengébb.

A trigonit tartók - méreteiknek megfelelően – eredetileg elsősorban a családi házas építésben voltak jelen. Mára a jelentőségük egyre csökken, elsősorban zsaluzó tartóként használják őket.

4.4. Vegyes fa-fém anyagú rácsos tartók

A szöglemezeket gyártó cégek kidolgoztak olyan rendszert is, amellyel nagyon egyszerűen lehet fa-fém vegyes anyagú rácsos tartókat kialakítani (15. ábra). Ennek lényege, hogy a fa övelemeket fém rácsrudak szerepét betöltő elemekkel kötik össze. A fém gerincrésznek a fához csatlakozó része szöglemezként van kiképezve, és a szöglemezhez hasonló módon lehet bepréselni az övelembe. A tartó kialakításához két övelemre, és két rácsos gerincelemre van szükség, amelyet az övelemek két oldalára szimmetrikusan rögzítenek.



15. ábra – Fa-fém vegyes anyagú rácsos tartók

4.5. Virendeel tartók

A Virendeel tartók a szó klasszikus értelmében nem rácsos tartók, hanem egy speciális tartóféleség. Megjelenésében leginkább egy olyan I-tartóhoz hasonlít, aminek csak szakaszosan van meg a gerince. A rácsos tartóktól eltér abban, hogy a gerincelemek (az ún. virendeel) sarokmerv kapcsolattal csatlakoznak az övelemhez. Régebben Magyarországon viszonylag nagy mennyiségben gyártották, elsősorban alárendelt célokra (mezőgazdasági épületek, fólia sátrak vázszerkezete, stb.), szögeztet-ragasztott kivitelben. Manapság a használata visszaszorult.

4.6. Egyéb fa rácsos tartószerkezetek

A fa rácsos tartóknak is számtalan egyéb típusa létezik, amelyeket itt nem lehet felsorolni. Ezek közül ki lehetne emelni a rácsos zsaluzó tartókat, amelyeket nagy mennyiségben, tipizált méretekben gyártanak, a különböző zsaluzó rendszerek kiegészítőjeként.

26. fejezet - Fa alapú, teherviselő faszerkezetek épületfizikai ellenőrzése (tervezet)

Tartalom

[1. Vizsgált faltípusok kiválasztásának szempontjai](#)

[2. Vizsgált faltípusok](#)

[3. Vizsgálat tervezett menete](#)

[4. A bevizsgálás eszközfeltételei](#)

5. A kísérletek eredményeivel szembeni elvárásaink

1. Vizsgált faltípusok kiválasztásának szempontjai

1. piacon jelen van
2. piaci részesedéssel bír vagy bírhat
3. építési költségei az adott műszaki tartalom mellett szokványos
4. hatályos épületfizikai és energetikai követelményeknek megfelelő szerkezet építhető belőle

2. Vizsgált faltípusok

1. (boronafal-20 cm, hézagkitöltő szivacs nélkül)
2. boronafal-20 cm, hézagkitöltő szivaccsal
3. 16 cm vastag bordaváz, közötté szálás hőszigetelés+5 cm külső hőszigetelés
4. 16 cm vastag bordaváz, közötté szálás hőszigetelés+5 cm külső hőszigetelés-átszellőztetett (párazáró fólia nélkül)
5. 3 rétegű boronafal

3. Vizsgálat tervezett menete

1. Számítások - a kiválasztott szerkezetek ellenőrzése a hatályos előírások szerint és optimalizáció
2. A kiválasztott, a számítások szerint ellenőrzött és az előírásoknak megfelelő falszerkezetek alapanyagainak beszerzése
3. A falszerkezetek összeállítása a mérés helyszínén, a mérőszondák beépítése a szerkezetbe
4. A falszerkezetek bevizsgálása
5. Hőtérkép készítése a hőhidak vizsgálatára

4. A bevizsgálás eszközfeltételei

1. a cél egy valóságos lakótér-külső tér klimatikus viszonyainak létrehozása – belső tér: = 50-70 %, $t = 23^{\circ}\text{C}$, külső tér: = 90 - 100 %, $t = -5 - -10^{\circ}\text{C}$
2. a vizsgált felület legalább 1 m² – pl.: 1x1 m
3. mérőszondák: minden réteghatáron [%]-t és $t [^{\circ}\text{C}]$ -t mérünk(egy réteghatáron több ponton is) és függvény változása
4. programozhatóság – 1 héten keresztül az időjárási periódusok és szellőztetés
5. a hőtérkép elkészítéséhez szükséges thermo fényképezőgép

5. A kísérletek eredményeivel szembeni elvárásaink

1. az előzetes számításoknak megfelelő, tényleges U értéket kapunk a vizsgált szerkezetekre

2. faanyag hővezetési tényezőjének az ellenőrzése – valóban $\lambda = 0,11-0,13$ [W/mK] (fenyő, rostra merőlegesen)
3. az adott szerkezetre valós hőfokelési és párányomás esési görbék felvétele
4. kondenzáció vizsgálata, elsősorban a réteghatárokon
5. hőhidak kiszűrése

27. fejezet - Szolár faépítészet

Tartalom

1. Hőtárolás

- 1.1. Külső falszerkezetek
- 1.2. Válaszfalak
- 1.3. Födémszerkezetek
- 1.4. tetőszerkezetek
- 1.5. Fázisváltó anyagok

2. Árnyékolók

- 2.1. Árnyékvetők naptényezője

3. Ferde felületek benapozása

- 3.1. 0 fokos tájolású felület
- 3.2. 15 fokos tájolású felület
- 3.3. 30 fokos tájolású felület
- 3.4. 45 fokos tájolású felület
- 3.5. 60 fokos tájolású felület
- 3.6. 75 fokos tájolású felület
- 3.7. 90 fokos tájolású felület
- 3.8. 105 fokos tájolású felület
- 3.9. 120 fokos tájolású felület
- 3.10. 135 fokos tájolású felület
- 3.11. 150 fokos tájolású felület
- 3.12. 165 fokos tájolású felület
- 3.13. 180 fokos tájolású felület
- 3.14. 195 fokos tájolású felület
- 3.15. 210 fokos tájolású felület
- 3.16. 225 fokos tájolású felület
- 3.17. 240 fokos tájolású felület
- 3.18. 255 fokos tájolású felület
- 3.19. 270 fokos tájolású felület
- 3.20. 285 fokos tájolású felület
- 3.21. 300 fokos tájolású felület
- 3.22. 315 fokos tájolású felület
- 3.23. 330 fokos tájolású felület
- 3.24. 345 fokos tájolású felület

1. Hőtárolás

A különféle épülettípusok hőtároló képességét elsősorban az épületszerkezeteik határozzák meg. A szerkezetek módosítása változtatja meg legkevésbé az építés által elképzelt koncepciót. Ennek megfelelően ilyen változtatást nagyon gyakran a kivitelező vagy akár a megrendelő is végrehajt. A módosítások általában olcsóbb anyagok beépítését, illetve esetenként teljes rétegek elhagyását is jelenthetik. Akülönféle változtatásoknál szinte sohasem gondolják végig a hőtechnikai

következményeket. A formák és anyagok sokféleségehez képest a különféle rétegfelépítésű kialakítások hőtárolóképessége nagyon kevés változatot takar.

1.1. Külső falszerkezetek

A legáltalánosabb külső falszerkezetre - favázás épület esetében - a következő:



A hőátbocsátási tényező "U" a mai használatban. Belső burkolatként egy gipszkarton lemezt erősítenek egy Betonyp lapra. A szerkezet fajlagos hőtárolótömege m egy „modernebb“ változatában



a cementkötésű forgácslap helyett OSB építőlemezt alkalmaznak a gipszkarton alatt. Ilyen szerkezeti kialakításkor azonban már alacsonyabb hőtárolótömeg adódik. Faházak esetében még a boronafal jelent szerkezeti jelentős eltérést.



Ez a megoldás a hőtárolás szempontjából azonban nem hoz nagy különbséget. A boronafal kialakítás eredményei egyben azt is jelentik, hogy a „fa“ 3 cm vastagságig vesz részt a napi hőtárolási folyamatokban. Az adatok értelmezésében segítséget nyújthat egy-egy hagyományos, „régie“ szerkezet összehasonlításként. A kisméretű téglafal:



és a vasbeton szerkezetű fal:

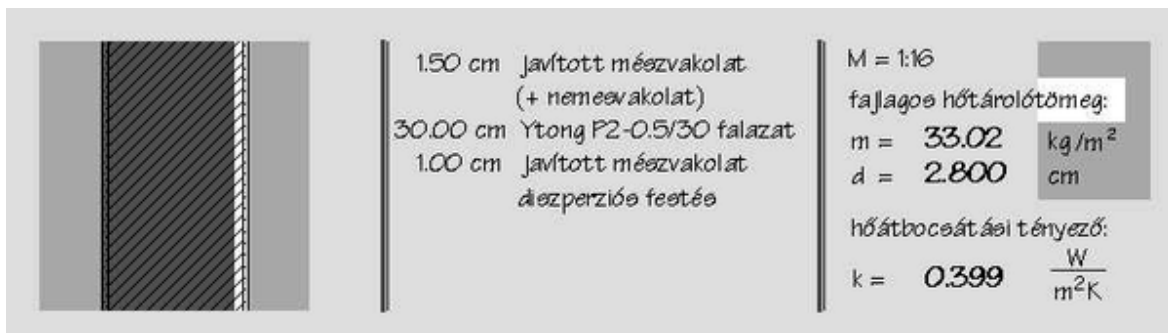


Ezek a falszerkezetek négyszer nagyobb hőtárolóképességgel rendelkeznek a fentiekhez képest.

Akülső falak vizsgálatakor nem feledkezhünk meg a tetőtérnek fontosságáról sem, hiszen jelentős szeletét képviselik a „favázás“ épületeknek. Atérfalak építéséhez két fő építőanyagot használnak az esetek legnagyobb százalékában, Porotherm téglákat



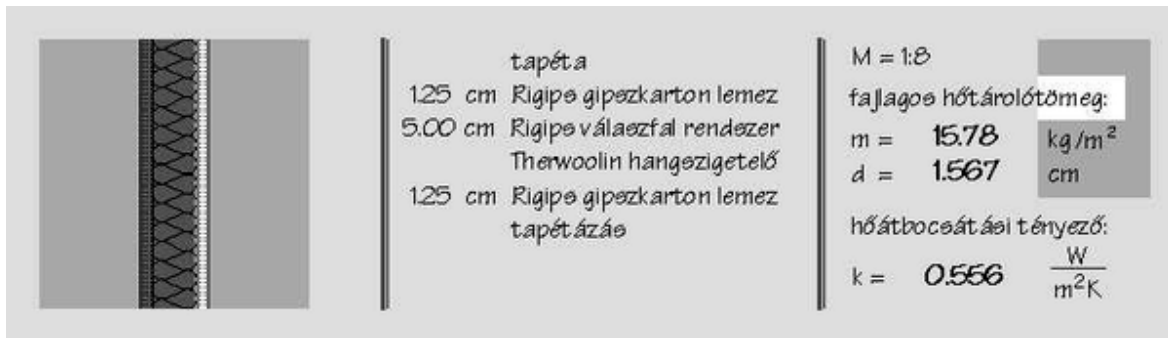
illetve Ytong



falazóblokkokat. Mindkét építési rendszerre jellemző a kitűnő hőszigetelőképeség és a könnyű falazhatóság. Ahőtárolás terén azonban egyik építőanyag sem múlja felül a favázás szerkezeteket, sőt még esetenként „rosszabbak“ is azoknál.

1.2. Válaszfalak

A legáltalánosabb könnyűszerkezetes válaszfalra azonban a következő



szolgál példaként. Ezt a szerelt falmegoldást régi épületek belső oldali, utólagos hőszigetelések⁷⁹ illetve tér- elválasztások építésére is használják. Az építési katalógusokban a dupla rétegű gipszkartonozásra is találhatunk példát,



azonban a magán - építkezéseken ezzel a megoldással csak elvétve találkozhatunk.

A favázás épületek válaszfalai nagyon kis hőátviteltömeggel rendelkeznek, aminek az okai között a hibás építési szokások is szerepelnek. A válaszfalak kialakításakor elsődleges szempont az ár, minden mást maga mögé utasítva. Összehasonlításként: egy kisméretű téglából épített falszerkezet



hőátviteltömege legalább négyszer nagyobb, pedig ebben az esetben a hőátviteltömeg még át is nyúlna a falszerkezet felező vonalán. Ilyen kisméretű téglafallal azonban új épületek esetében már nem találkozhatunk.

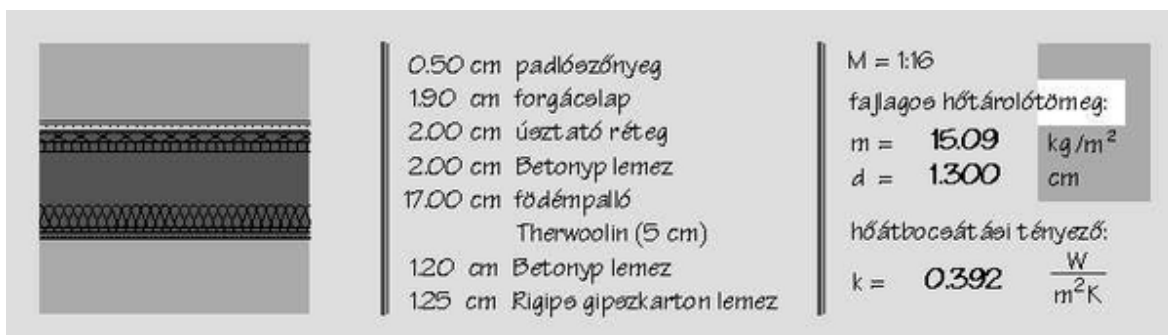
A „hagyományos“ tetőterek kialakításakor használt Porotherm válaszfal meglepően jól vizsgálódik a vastagabb falazathoz képest. Az Ytong azonban ugyanazt az eredményt produkálja, megmutatva, hogy a vékony és a vastag falszerkezet között nincs számottevő különbség.

1.3. Födém szerkezetek

A födémek -közbülső szerkezeti elemként- kettős „természetűek“, hiszen az egyik oldalon padlóként szerepelnek, a másikon pedig mennyezetként funkcionálnak. A mai építési „divat“ szerint a szobák parketta vagy padlószőnyeg burkolatot kapnak, míg a konyha és a mellékhelyiségek mázas kerámia burkolattal készülnek. A leggyakoribb parketta típus, amit a lakók beépítenek, műanyag bevonatú, farostlemez, ami habalátétre kerül. Ahagyományos szalagparketta is olyan vékony rétegben



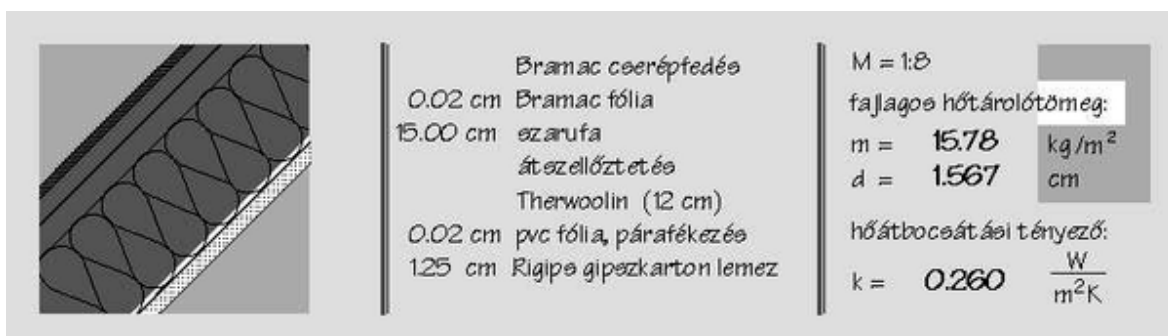
épül -szintén alátéttel-, ami hőtechnikailag csak kis hőtároló értéket képvisel. A habalátétes szőnyeg használatával minden további hőtároló réteg elszigetelődik és a szerkezet fajlagos hőtároló értéke nagyon alacsony lesz. Fafödémek esetében is találkozhatunk aljzatbeton beépítésével,



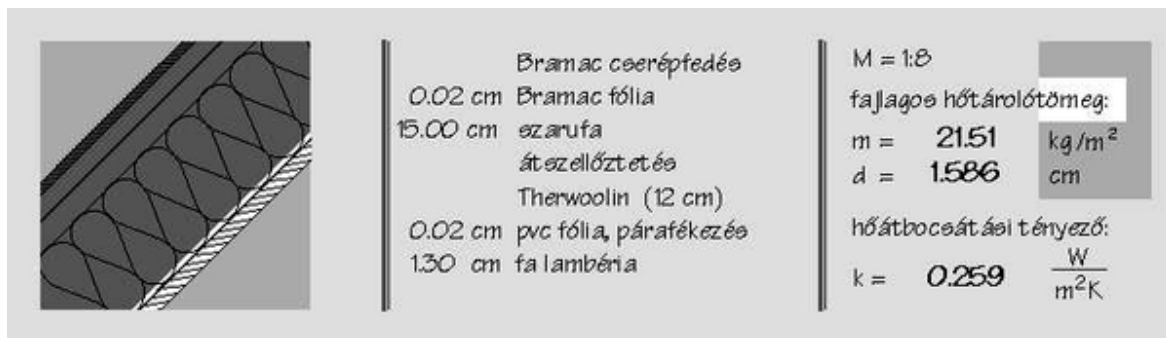
ami hidegpadrós lakószobákban is elképzelhető lehetne. Ilyen kialakítás esetén a szerkezet a „vasbeton“ födém hőtechnikai paramétereivel azonos.

1.4. tetőszerkezetek

A tetőtereknél alkalmazott padlórétegek megegyeznek az eddig tárgyaltakkal. A „téglaház“ mennyezetének kialakítására pedig



szinte kivétel nélkül alkalmazott Porotherm födémrendszert. A lábazati fal kialakításától eltekintve a favázás és a „hagyományos“ épületek tetőszerkezeteinek rétegrendje megegyezik. A ma épült tetőszerkezetek csak egy réteg gipszkarton burkolatot jelentenek. Kivételes esetekben a gipszkartont fa lambéria



helyettesítheti a belső megjelenés igényeinek függvényében. Mivel a lambéria is nagyon vékony réteget jelent, a két megoldás azonos értékűnek tekinthető. Ha a csomópont kialakításakor a tulajdonos nagyon körültekintően jár el és dupla gipszkarton réteget alkalmaz, akkor sem jelentős a többlet hőtárolókapacitás. A hőtárolótömeg növelése Egy adott szerkezet hőtárolóképességének a növelésére a legegyszerűbb megoldást a rétegek vastagítása jelentheti. Ennek a megoldásnak azonban nagyon sok korlátozó tényezője van. Fa lambéria burkolatot nem készítenek a gyalult deszka vastagságánál nagyobbra, de hőtárolás miatt sem indokolt 3 cm-nél vastagabb réteget beépíteni. A gipszlapok számát növelve szintén érhetünk el enyhe javulást, de a költségek megugrása megkérdőjelezi az eljárásunk indokoltságát.

Az így elérhető eredmények eltörpülnek a „nehézebb“ szerkezetek alkalmazása mellett. Nagyon jelentős javulás érhető el aljzatbetonra épített hidegburkolat használatával, illetve kisméretű téglaválaszfal beépítésével. Ezek a megoldások „tégla“ épületek és tetőterek esetében nem jelentenek szerkezeti problémákat. Favázás épületeknél az aljzatbeton statikai kérdéseket vet fel, a tömegfalak alkalmazása pedig épületszerkezeti problémákat jelent. A koszorú hiánya miatt egy falszerkezet rögzítése nehézkes, az építés során pedig ügyelni kell, hogy a száradó falazat nedvességtartalma ne tegyen kárt a fa és hőszigetelő anyagokban. Ha egy épületbe tömegfal beépítését tervezzük, akkor azt igen nagy gonddal kell előkészítenünk. Nem választhatunk olyan helyet, ahol a lakók a falazatot vélhetően teljes egészében bútorral fogják eltakarni. A mai bútorok forgácslap alapanyagból készülnek, ami m lagos hőtároló értéket jelent. Ez az érték az egyrétegű gipszkarton paraméterével is megegyezik, így egy „kistömegű“ tetőtérbe a bútorok a felület növelése révén akár javítják a komfortérzetet. Abútorok használata egy kisméretű téglafal előtt azonban teljesen elszigetelheti azt. Hasonló probléma jelentkezik egy hidegpadlóra fektetett szőnyeg esetében, ami megkérdőjelezheti az aljzatbeton létjogosultságát is.

1.5. Fázisváltó anyagok

A tömeg „növelésére“ lehetőséget jelent a fázisváltó anyagok felhasználása is. Természetesen az anyagok többségének meg lehet változtatni a halmazállapotát, de az építőipar számára csak azok kerülnek számításba, amelyek szobahőmérsékleten teszik mindezt. A kiválasztott anyagnak ezenkívül meg kell felelnie egy sor egyéb követelménynek is, hogy az felhasználható lehessen. A fázisváltó anyagok használata azért kecses, mert az olvadás nagyon sok energiát igényel, az olvadáshő százszorosa is lehet a fajhő értékének. Így jelentős súlynövelés és szerkezet vastagítás nélkül is lehet fajlagos tömegnövekedést elérni. Az energiatárolás (felszabadulás) azonban csak egy bizonyos hőmérsékleten történik, ez azt jelenti, hogy hőtárolás szempontjából csak egy szűk intervallum számít. A fázisváltó anyagokat általában hőstabilizálásra illetve fűtésre használják. Mivel a nyári

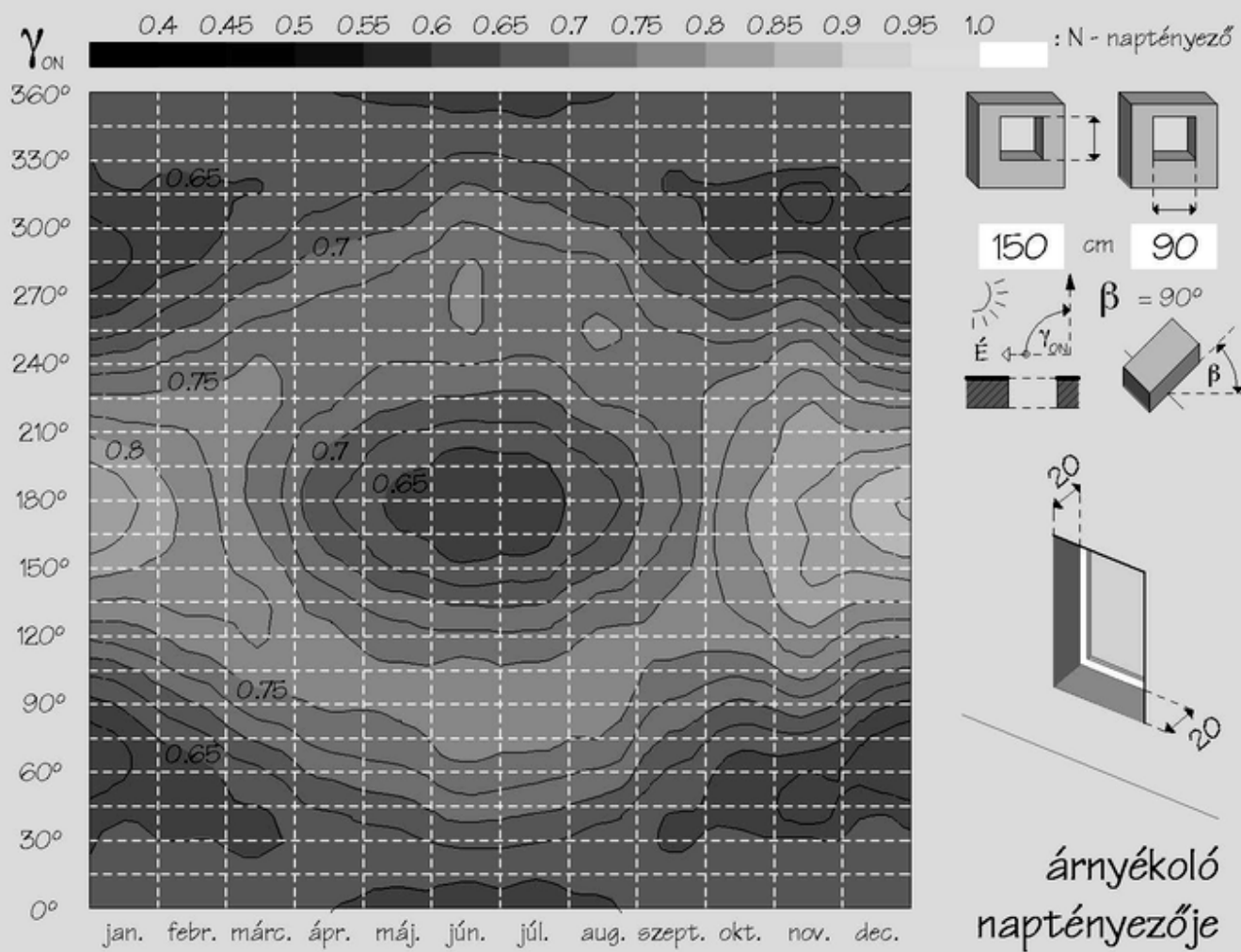
„túlmelegedés“ jeleníti a legnagyobb problémát, olyan anyagra van szükség, aminek az olvadáspontja a keeles hőmérséklet közelében található. A lehetséges anyagok közül a Polyethylenglycolt (P.E.Gl.) tűnik megfelelőnek. Minél nagyobb az anyag polimerizációs száma, annál magasabb az anyag olvadáspontja. Apolimerizáció foka azonban kémiaiilag változtatható, ez elméletileg lehetőséget jelent arra, hogy akármilyen hőmérsékletre „beállítsuk“ az anyagot.

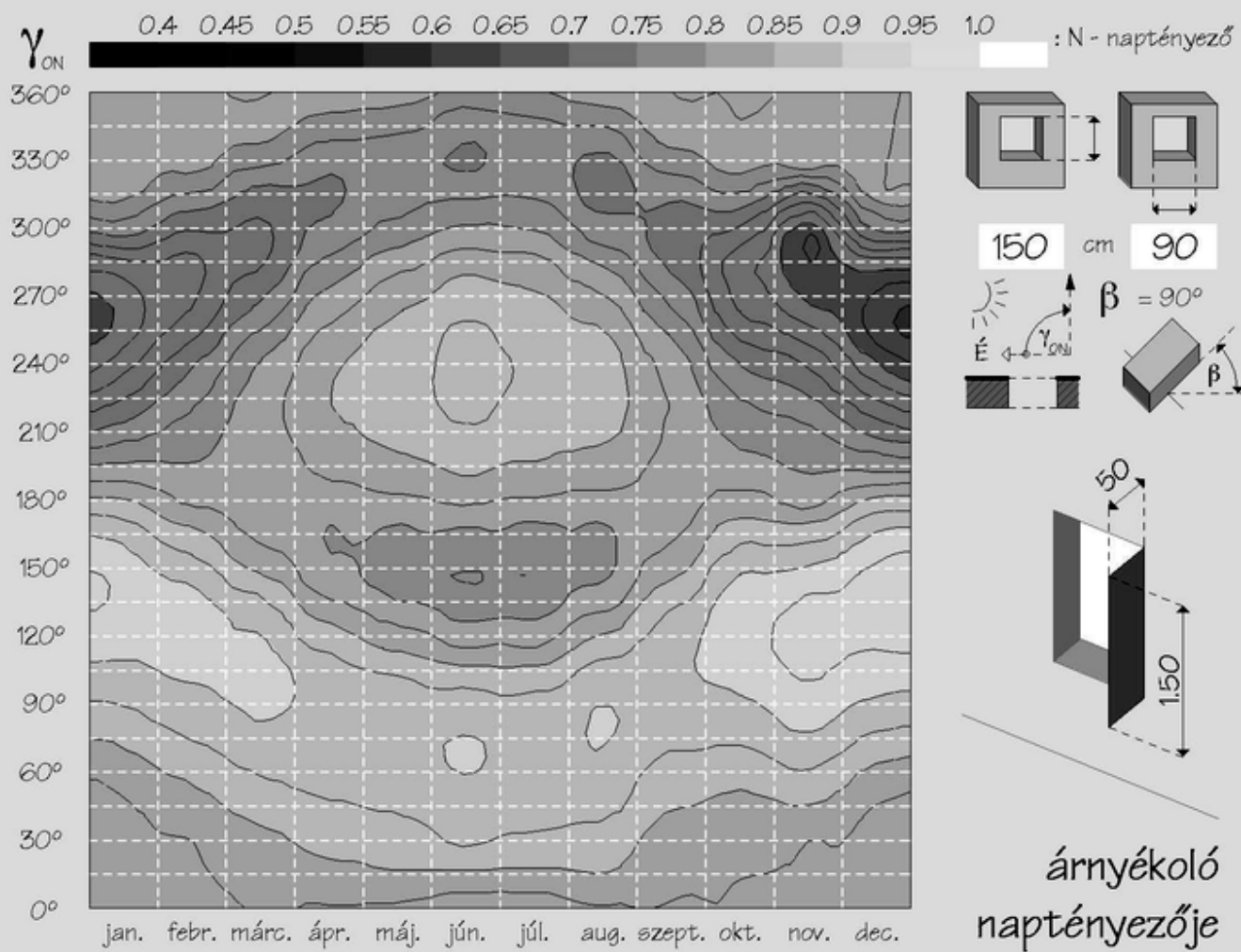
2. Árnyékolók

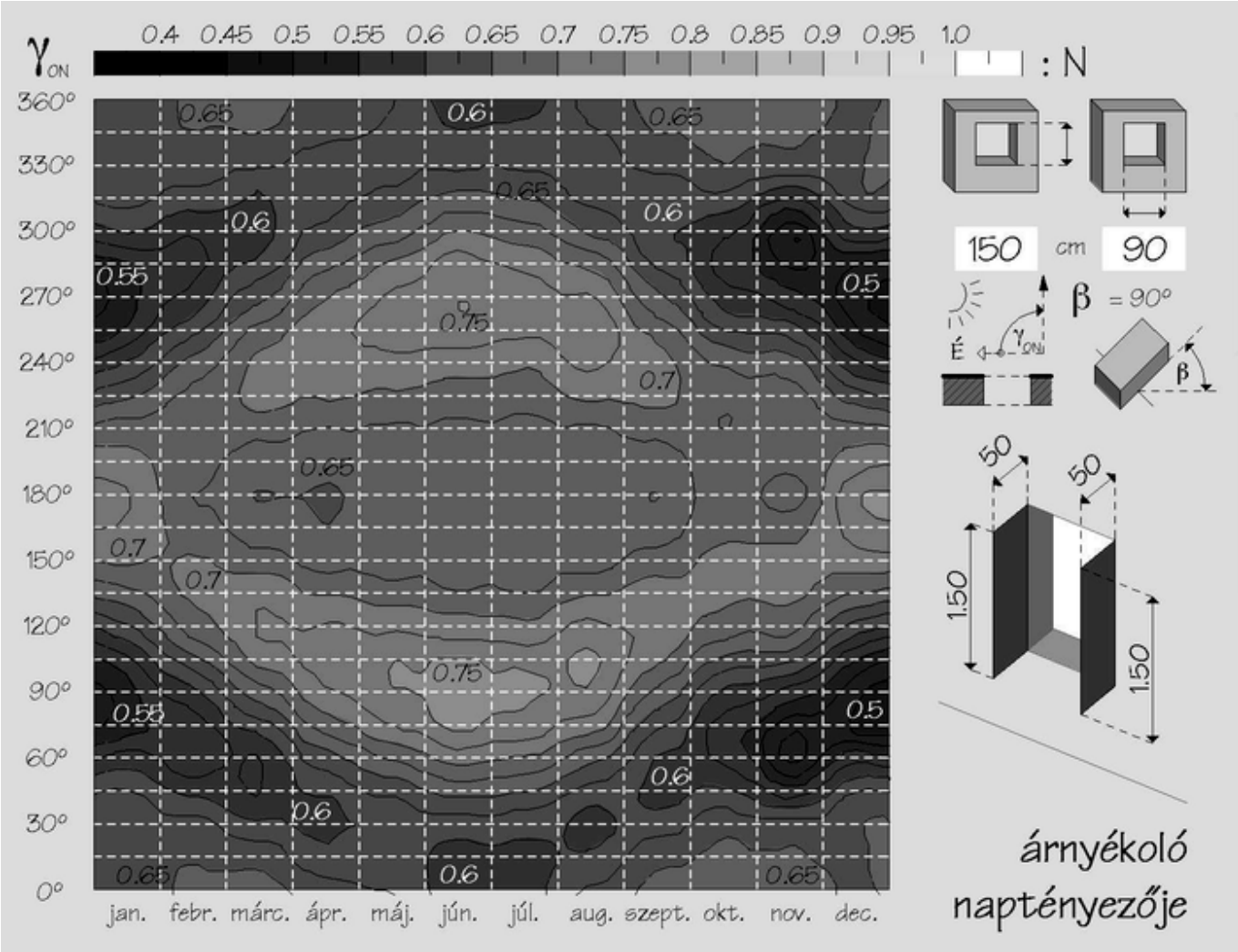
Ha a nári klímaviszonyokat árnyékolással szeretnénk javítani, akkor elsődlegesen az árnyékolás módját kell meghatározni. Egy ablakot kétféle módon tudunk leárnyékolni. Árnyékoló és árnyékvető szerkezet felhasználásával. Az árnyékoló fősíkja az ablak síkjával párhuzamos (zsalugáter, redőny, külső roló), míg az árnyékvető síkja azzal valamilyen szöget zár be (eresz, erkély, párkány). Természetesen ezek kombinációjával is lehet találkozni (reluxa, mozgatható zsalugáter). Az árnyékolószerkezetek inkább az ab- lak „területét“ csökkentik, hiszen védelmet jelentenek a direkt és a diffúz sugárzással szemben, letakarva az üvegezett felület egy részét. A besugárzás mérséklése mellett azonban a természetes világítás mértékét is jelentősen csökkentik. Teljes árnyékolás esetén a szoba mesterséges világítást igényel. Az árnyékvető szerkezetek a helyiség megvilágítását sokkal kisebb mértékben változtatják meg, hiszen a direkt sugárzást csökkentik csak számottevően, a diffúz sugárzást csak mérséklék. Az árnyékvető szerkezetek vizsgálatát ez a különbség nagyon nehezé teszi. A direkt sugárzásból az árnyékvető geometriai viszonyok és az adott Naphelyzet függvényében árnyékol. Azonban nem elég meghatározni a leárnyékolt területet, hiszen az a fontos, hogy az adott besugárzásból mennyi energia érkezik az ablak felületére. Ezért a tájolás és az idő függvényén kívül az állandóan változó besugárzási adatokat is számításba kell venni. Az árnyékvetők esetében tehát a direkt sugárzás mennyisége a döntő szempont. Az árnyékolók hatékonyságát leginkább az N naptényezővel lehet leírni.

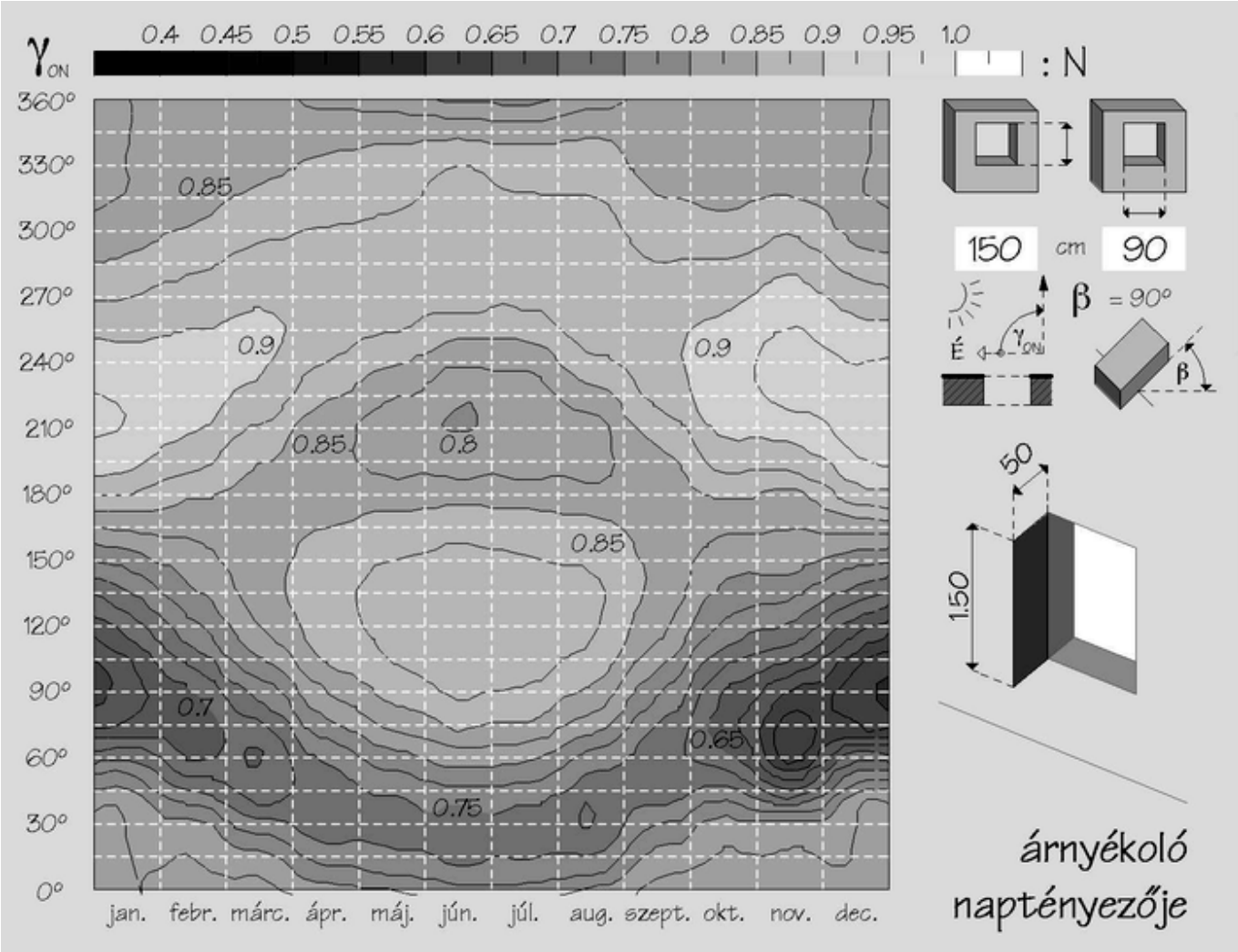
2.1. Árnyékvetők naptényezője

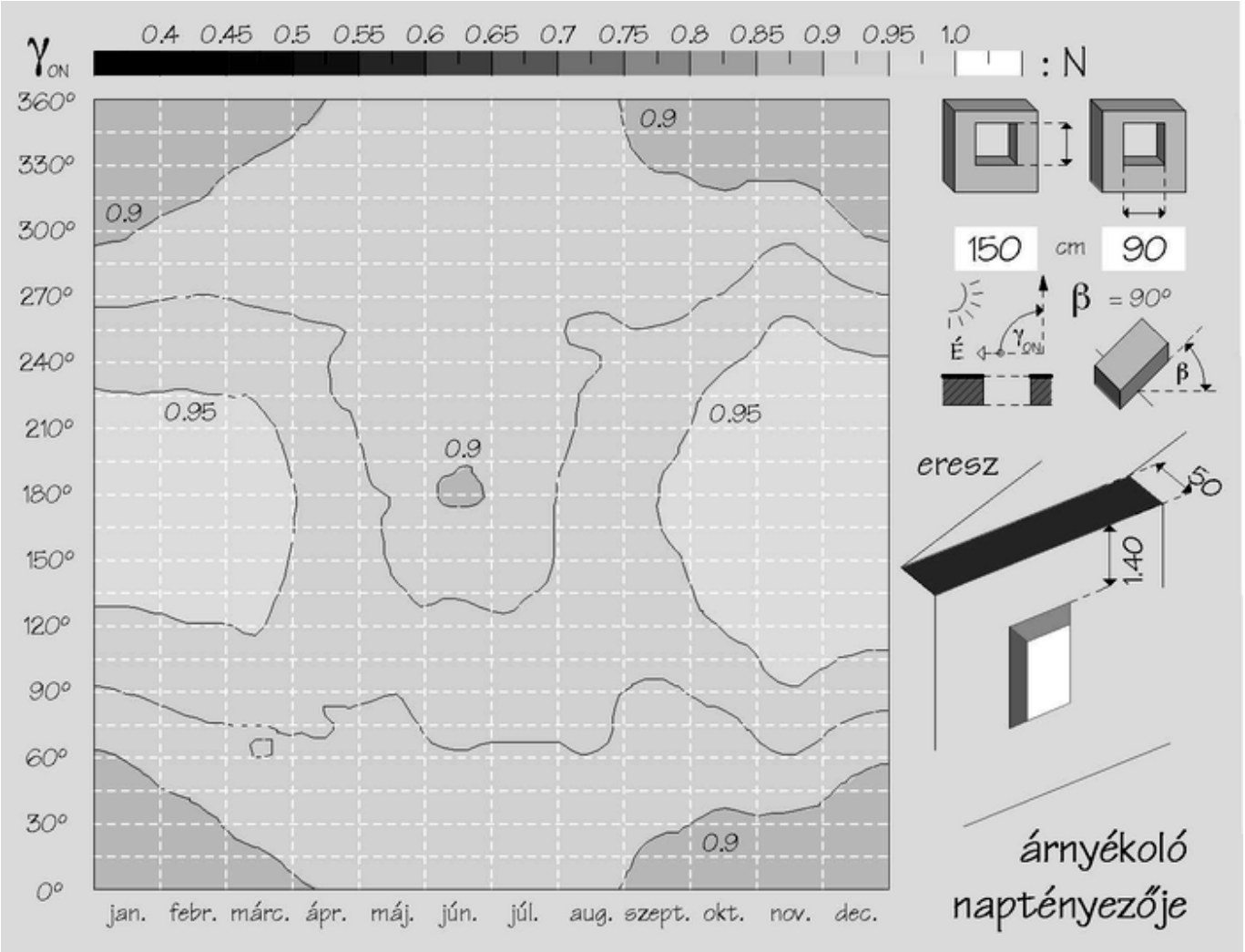
melléklet

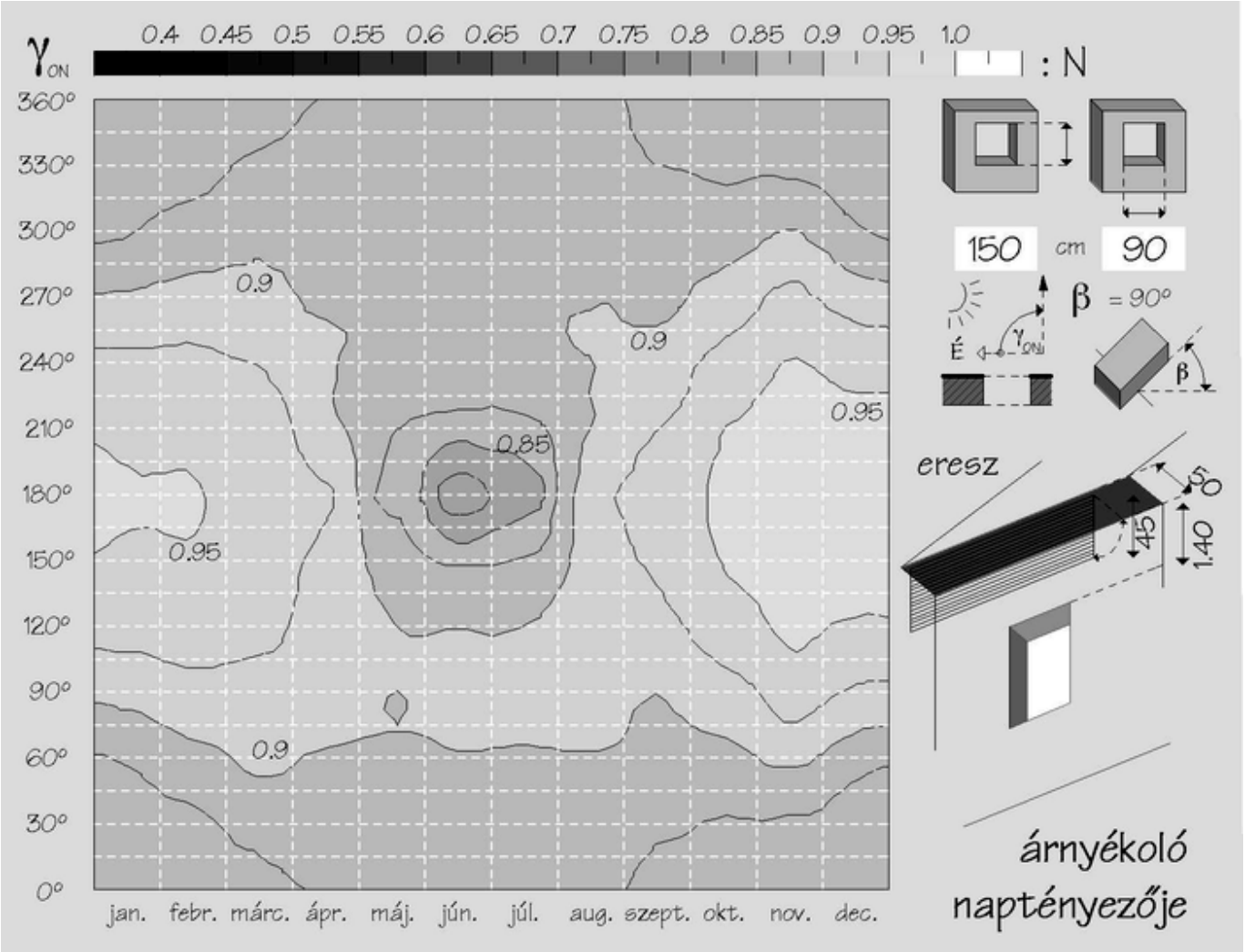


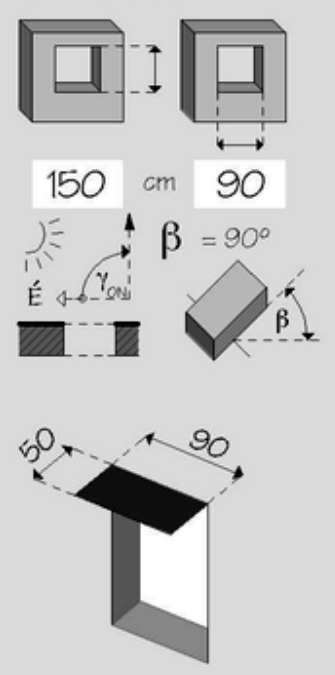
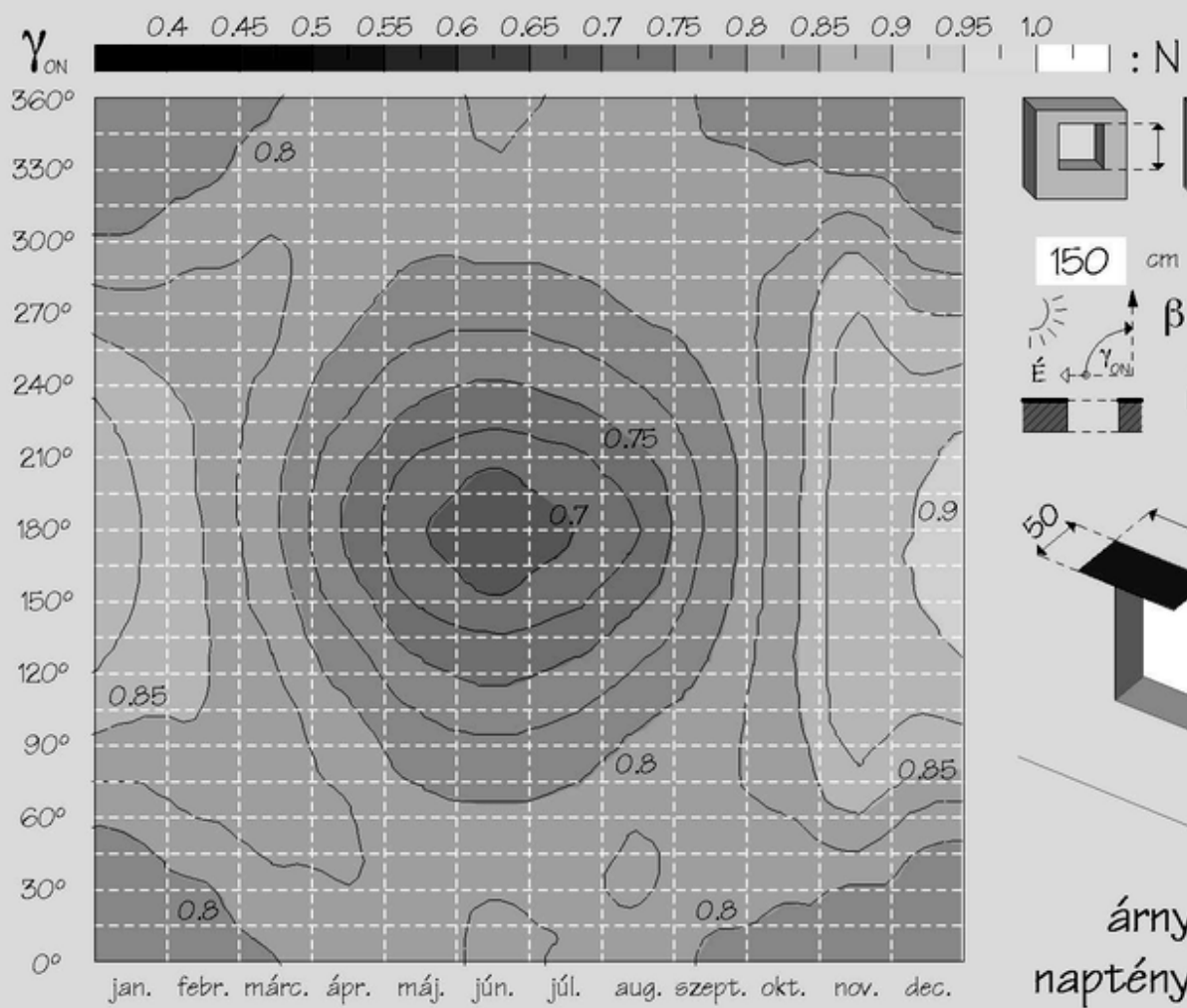




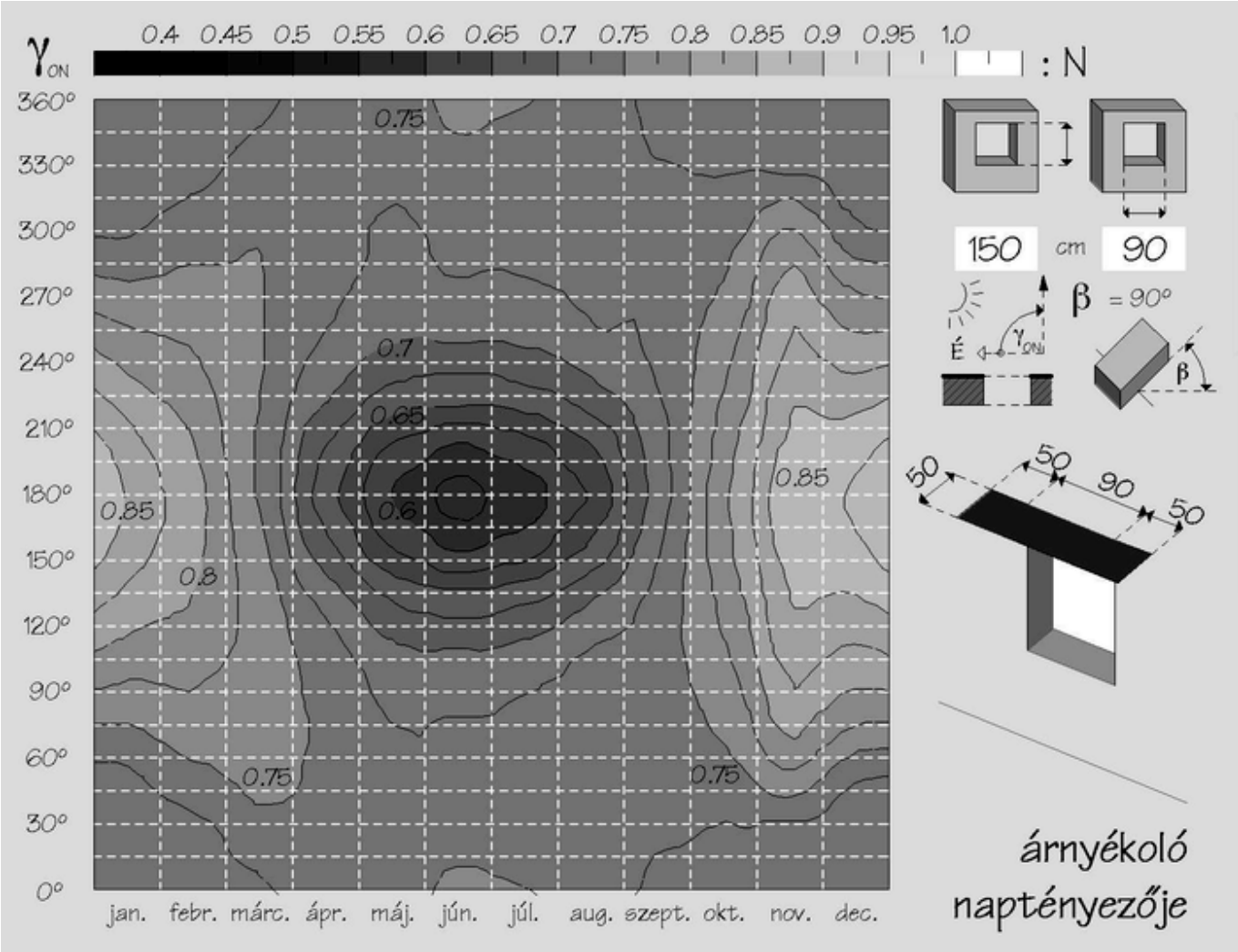


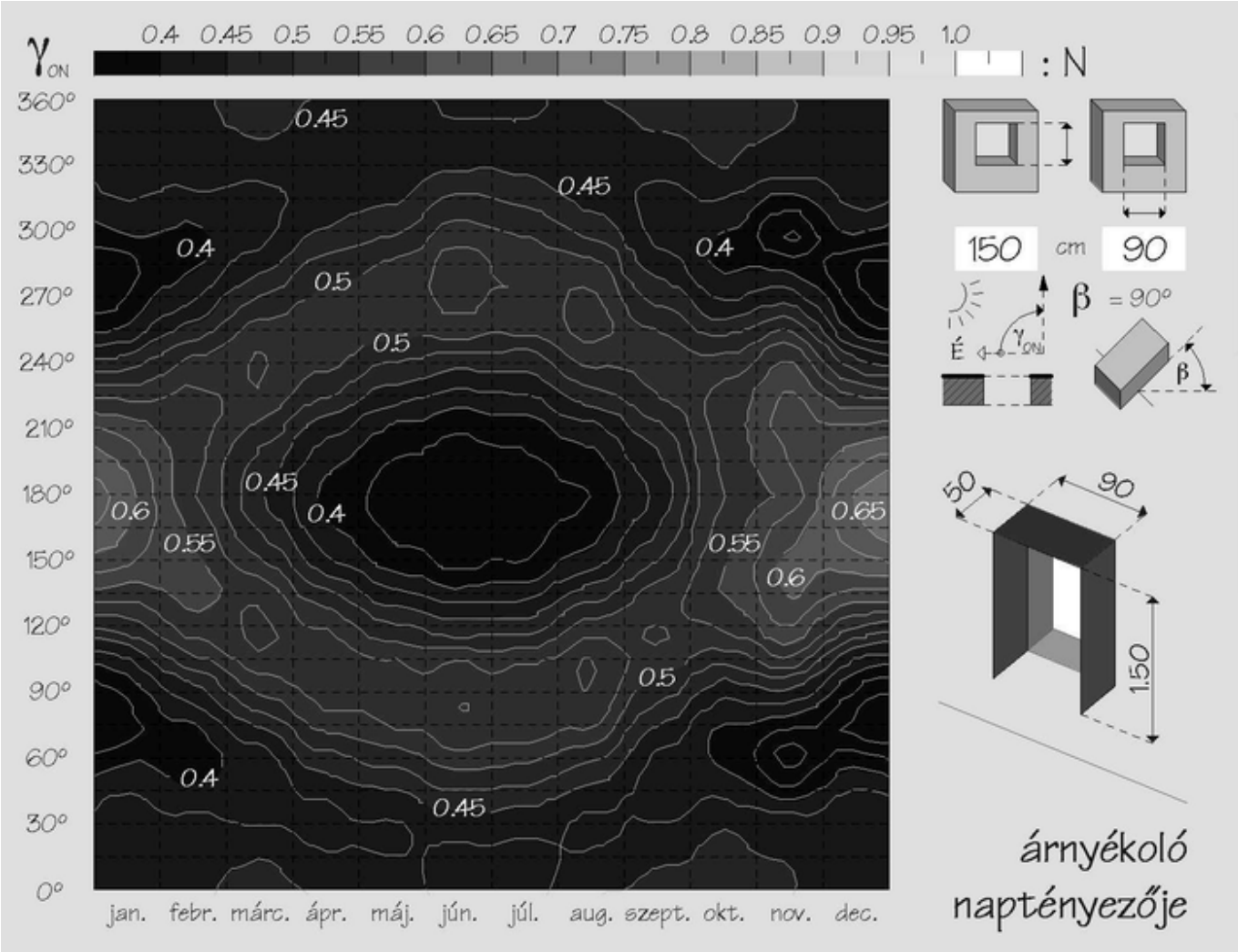


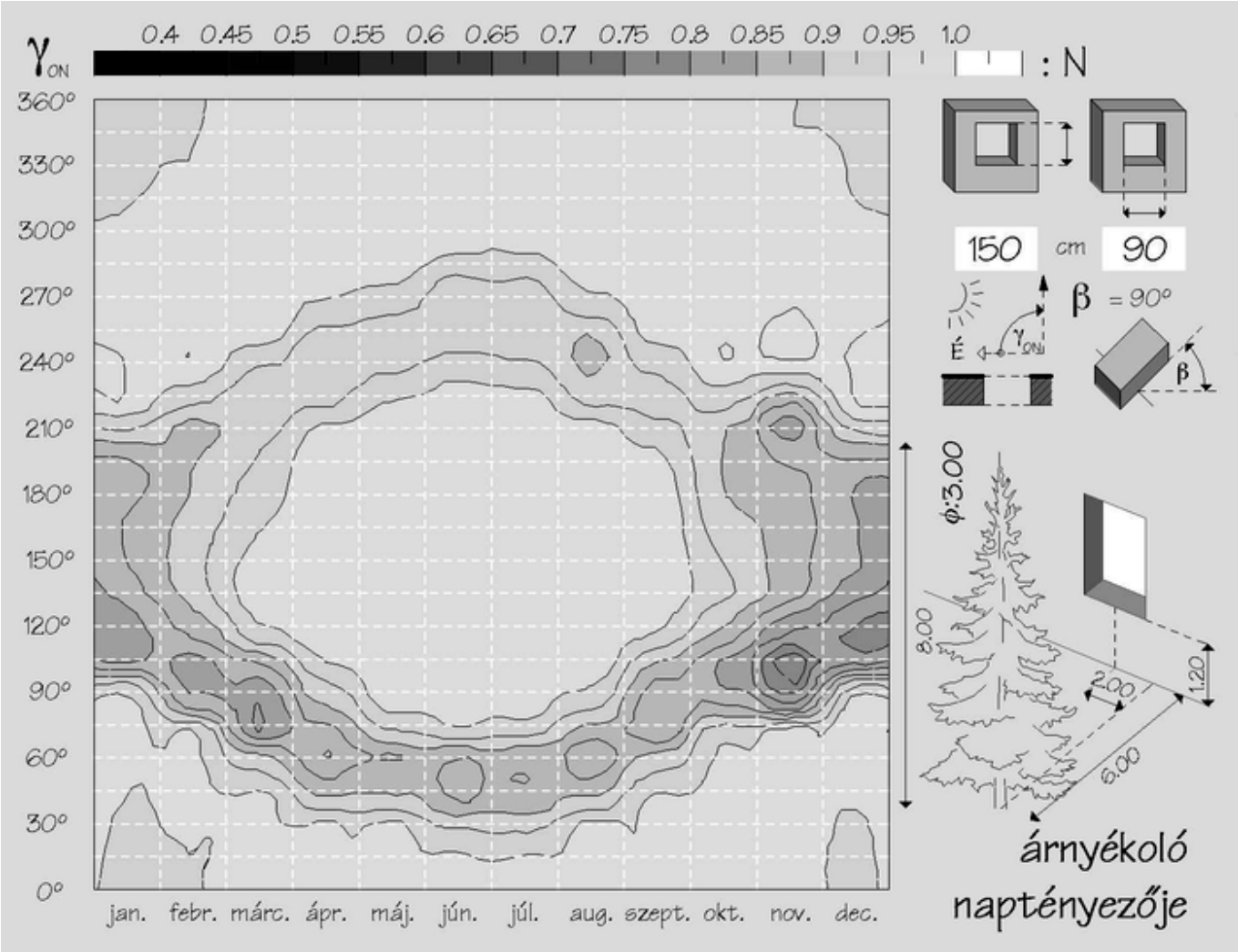


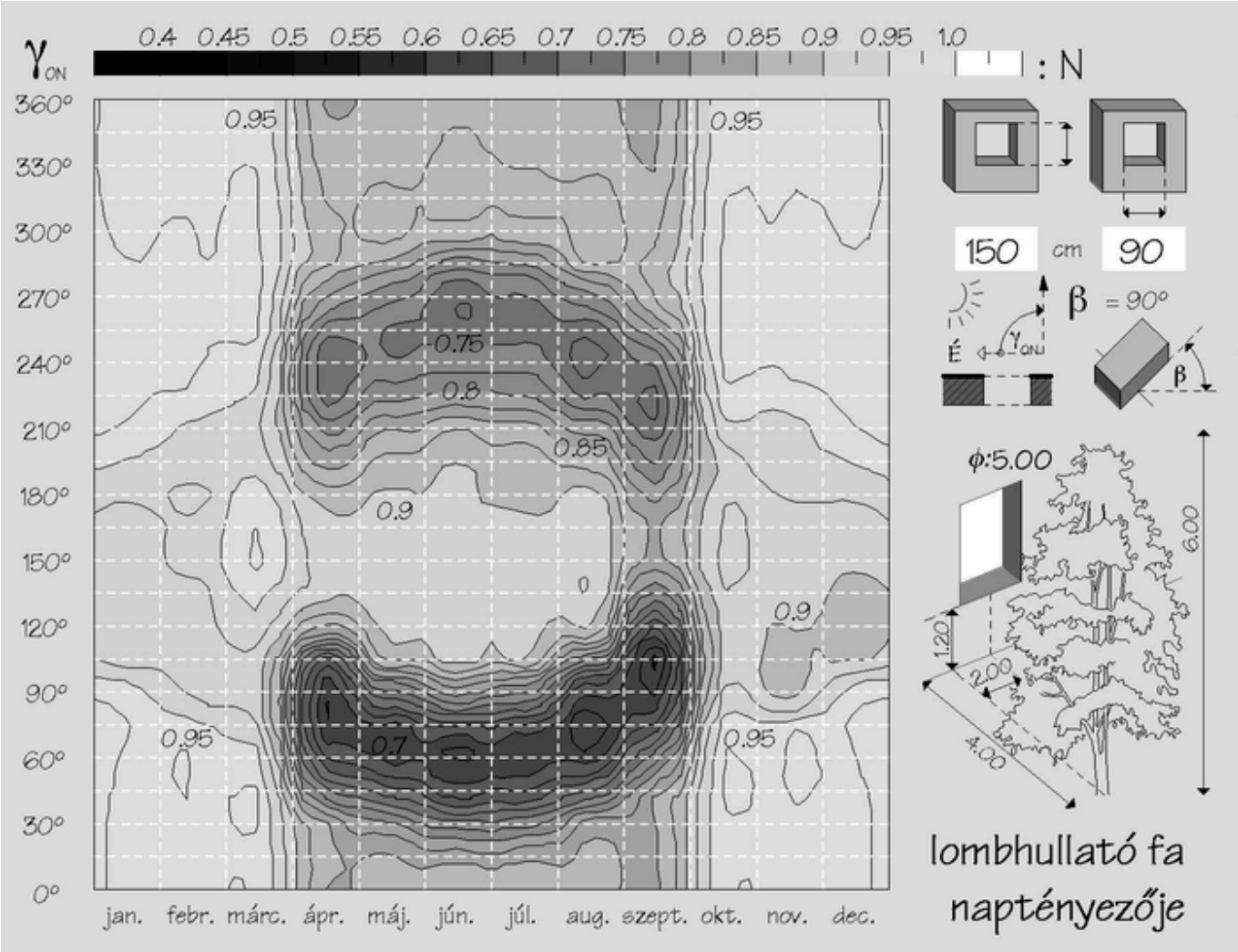


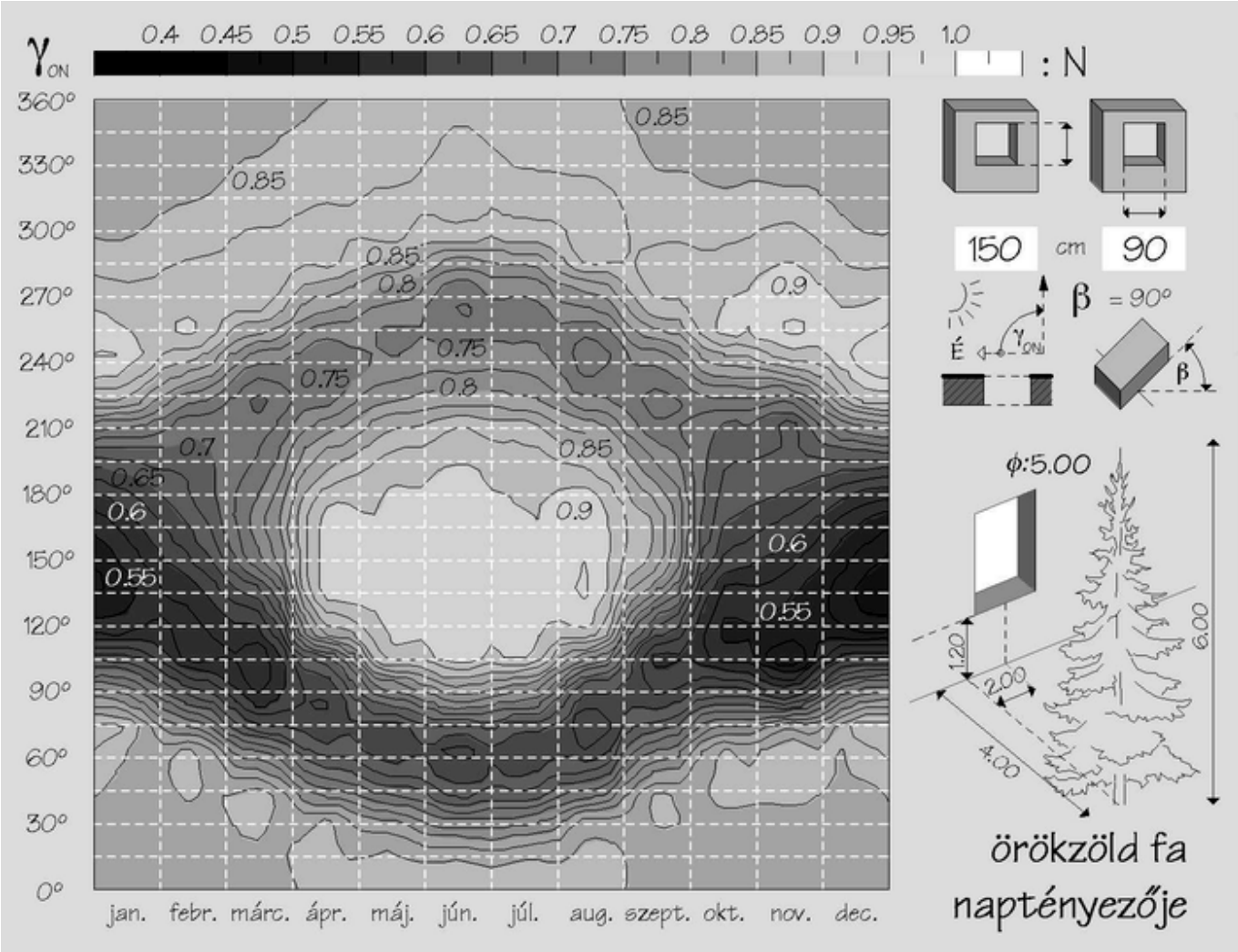
árnyékoló naptényezője

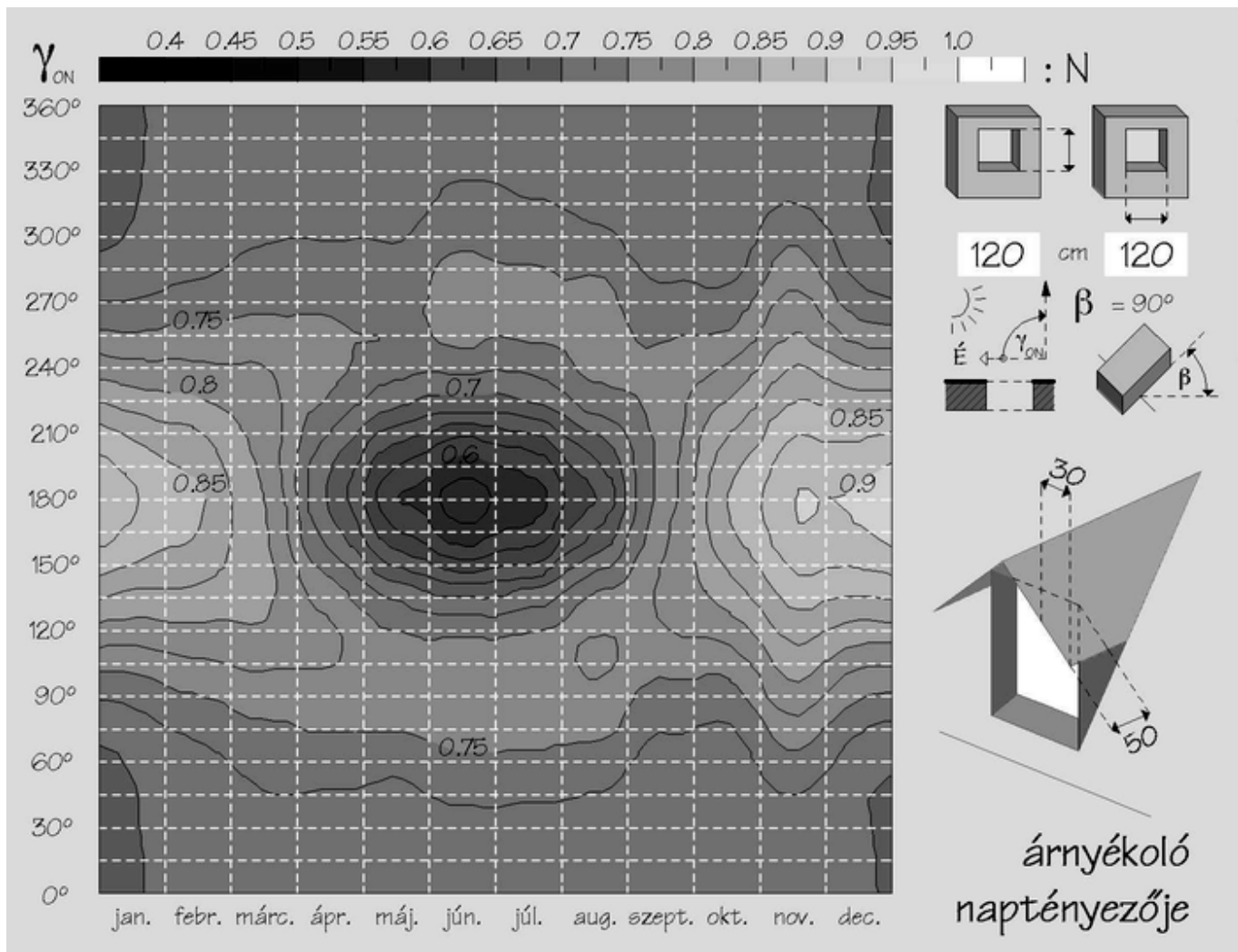








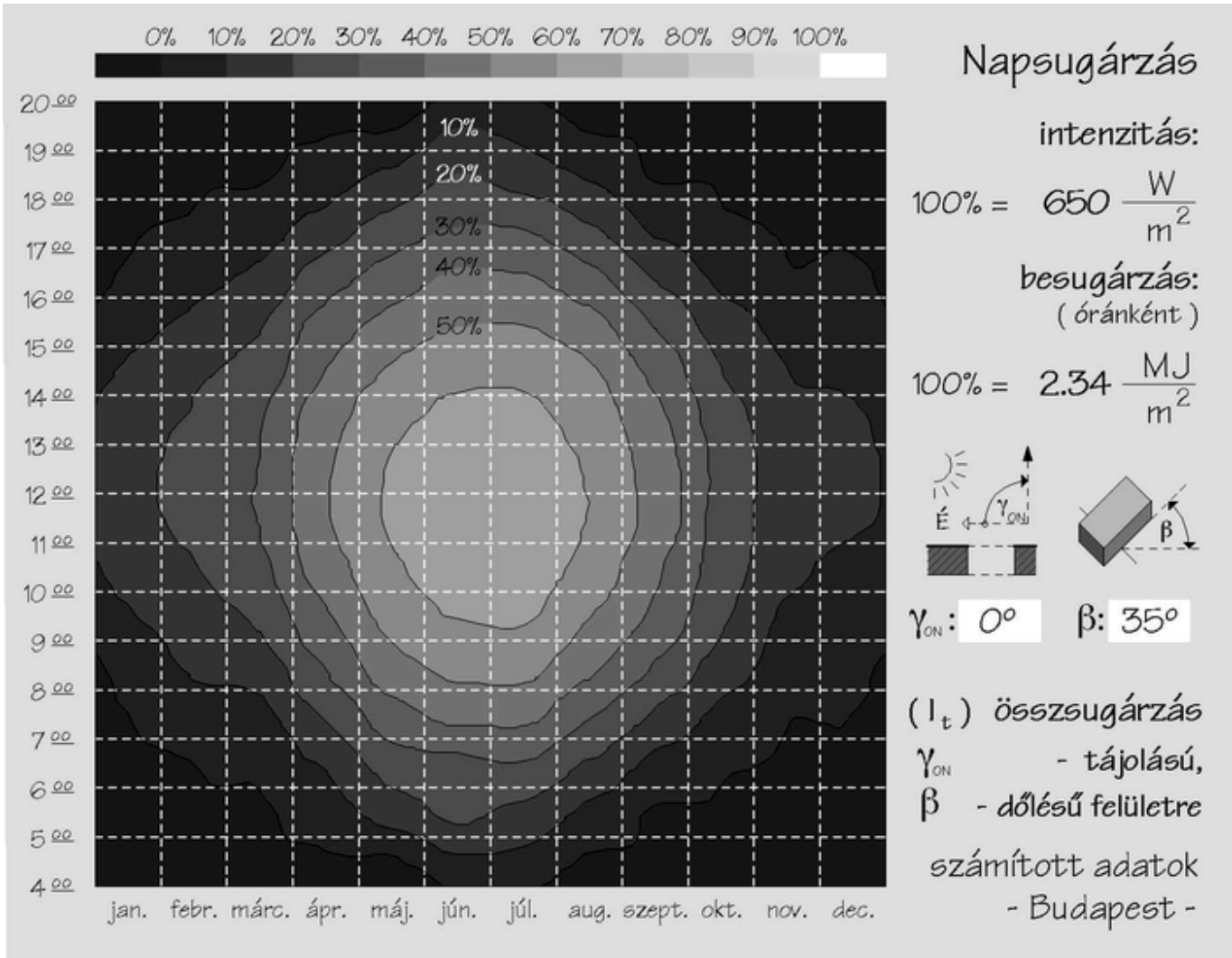


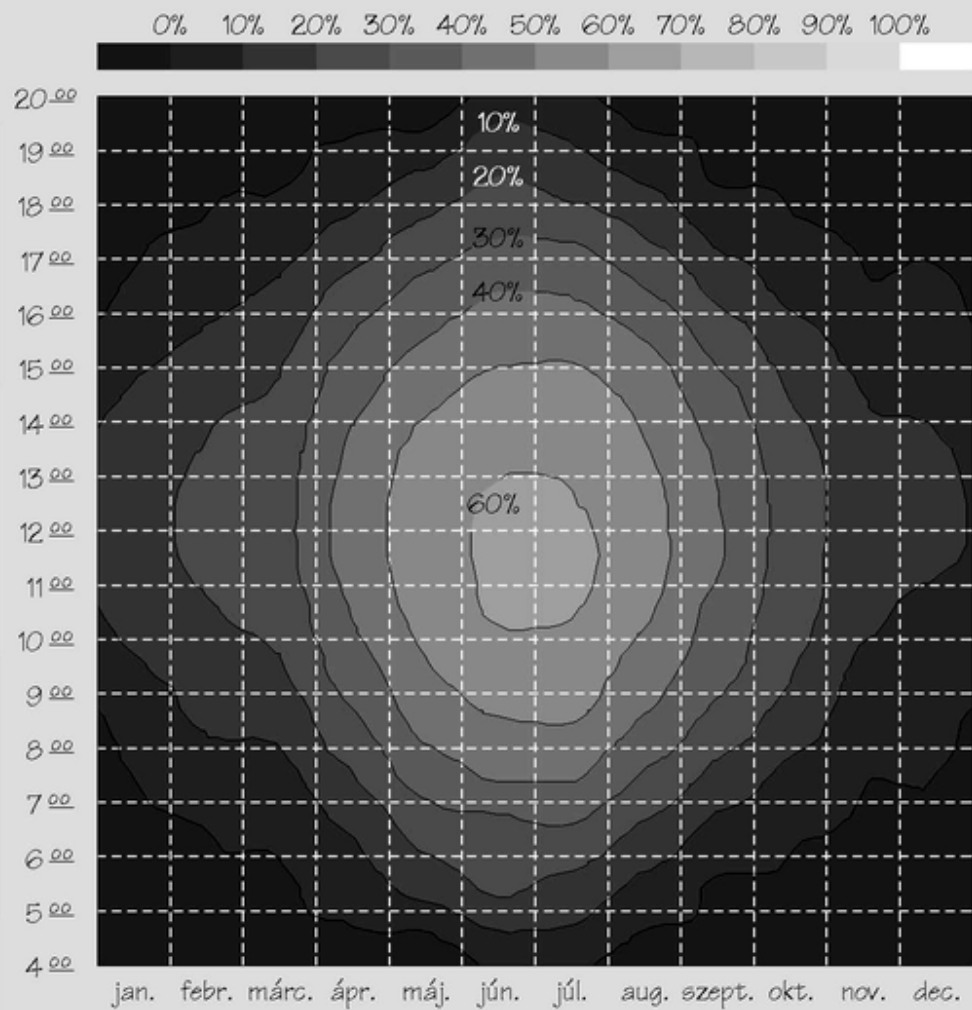


3. Ferde felületek benapozása

melléklet

3.1. 0 fokos tájolású felület





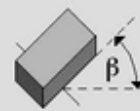
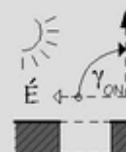
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

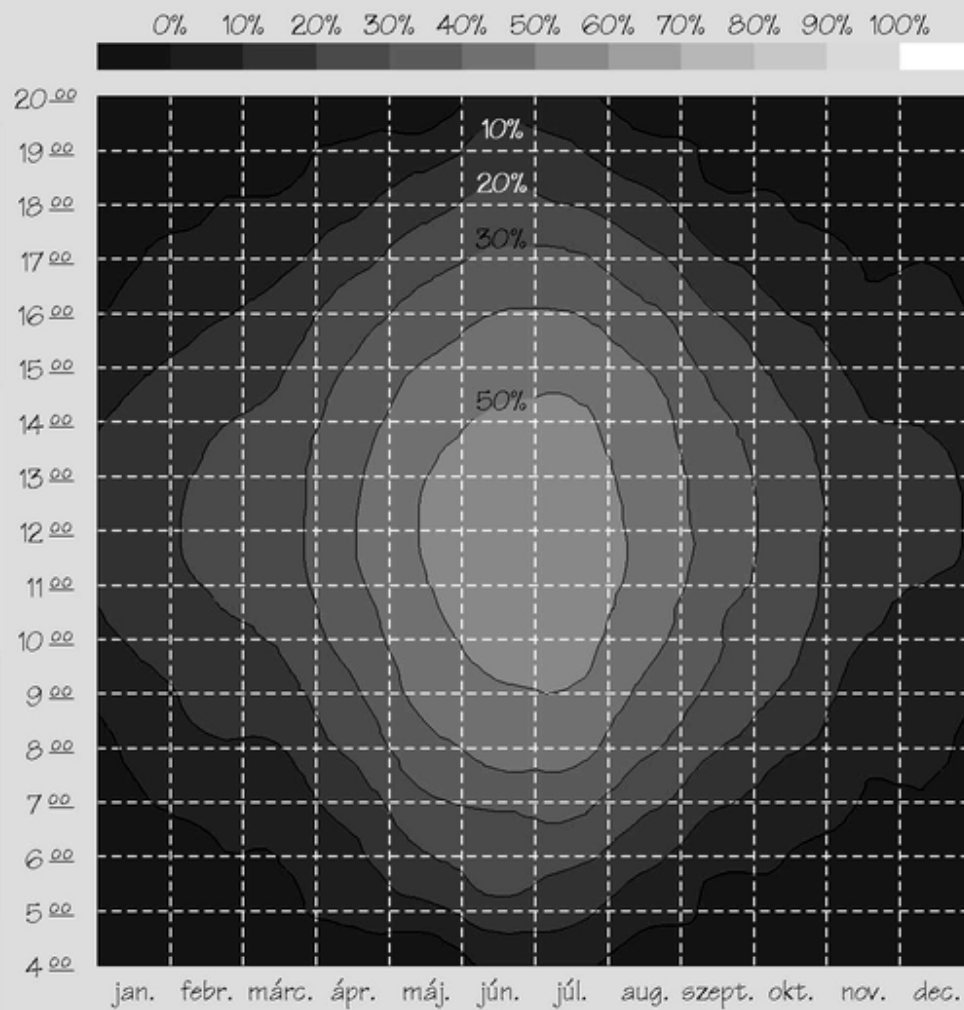


γ_{ON} : β :

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



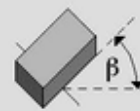
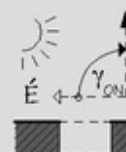
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{W}{m^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{MJ}{m^2}$$

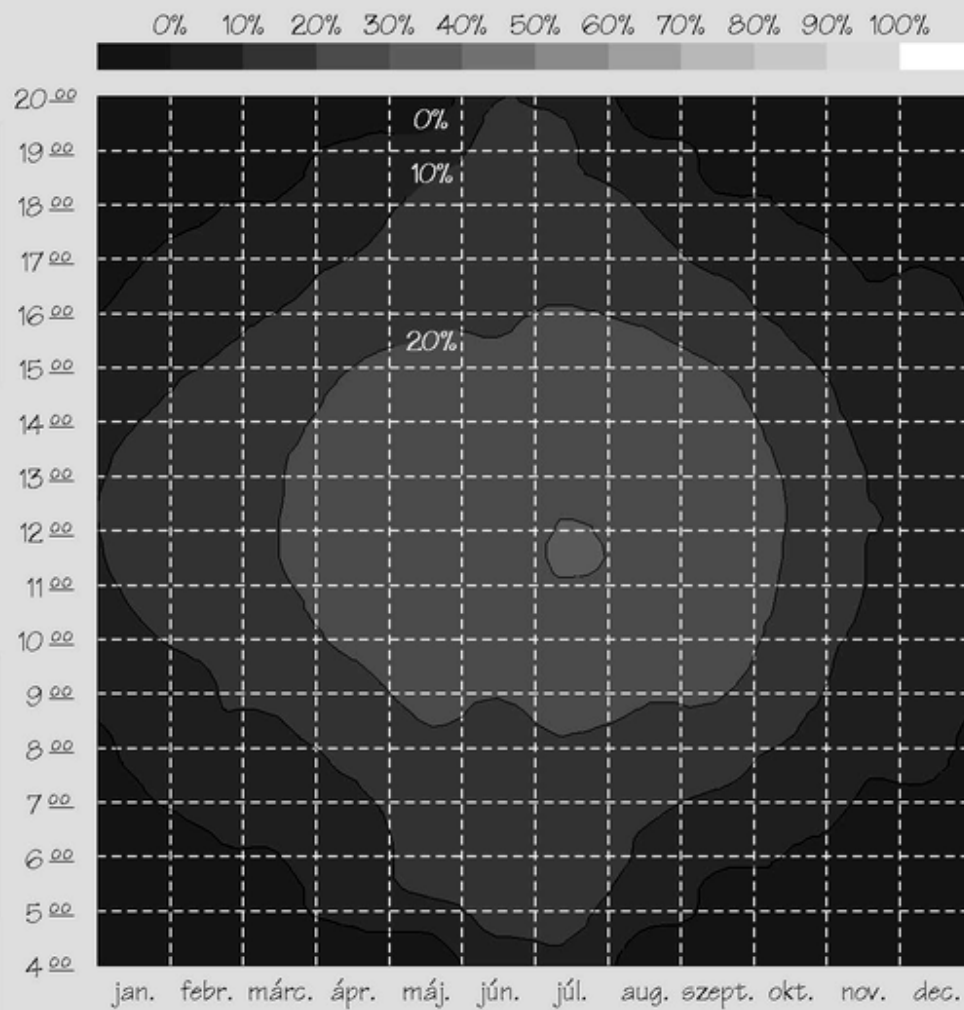


γ_{ON} : 0° β : 45°

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



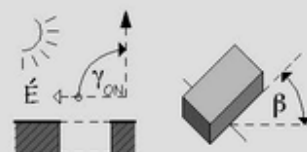
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



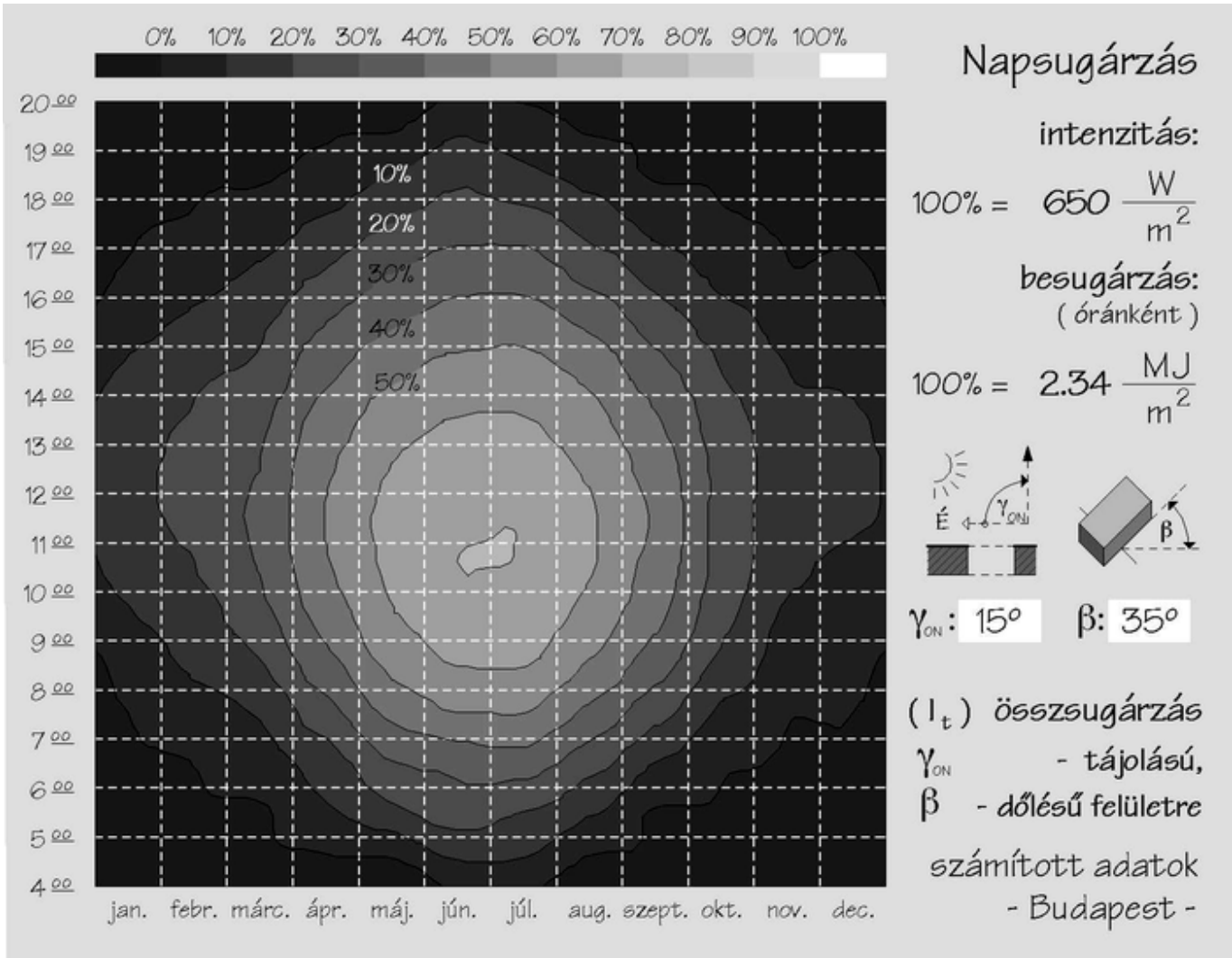
$$\gamma_{ON}: 0^\circ \quad \beta: 90^\circ$$

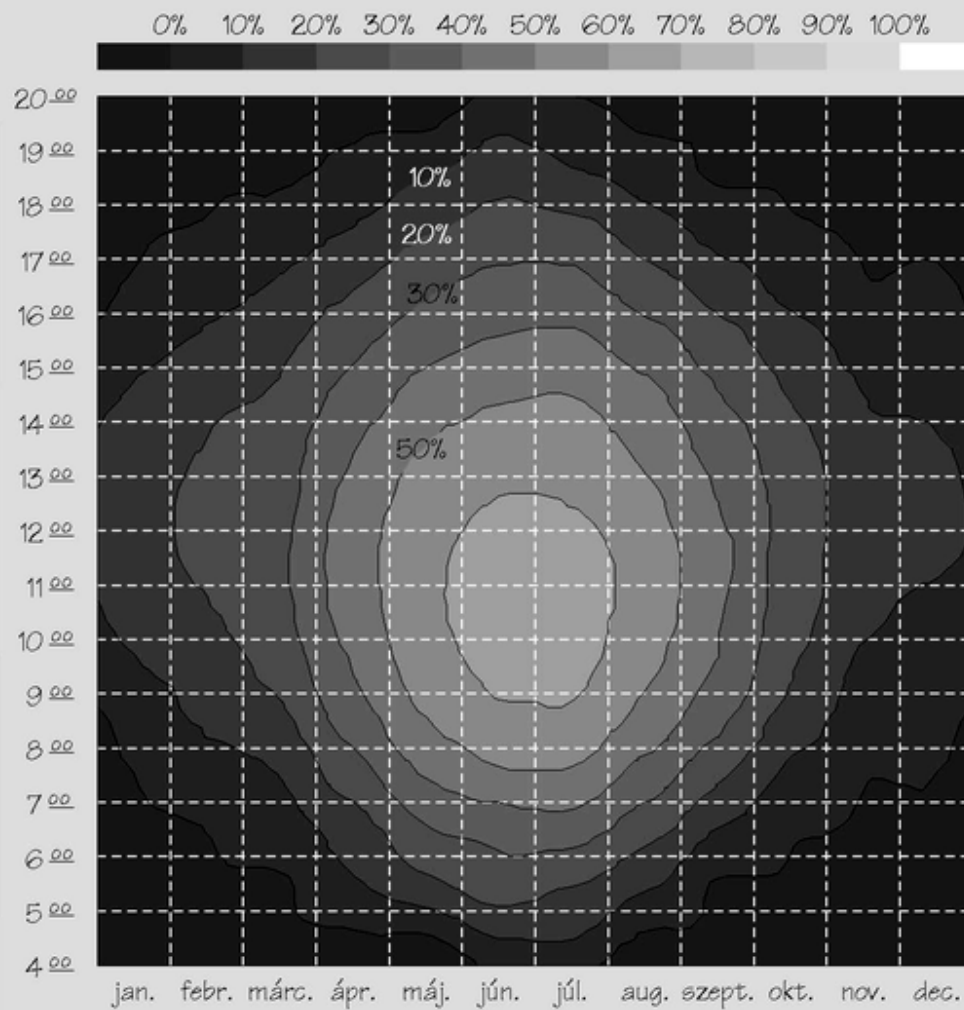
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -

3.2. 15 fokos tájolású felület





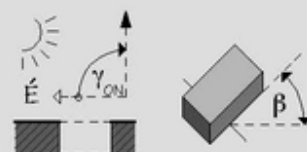
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

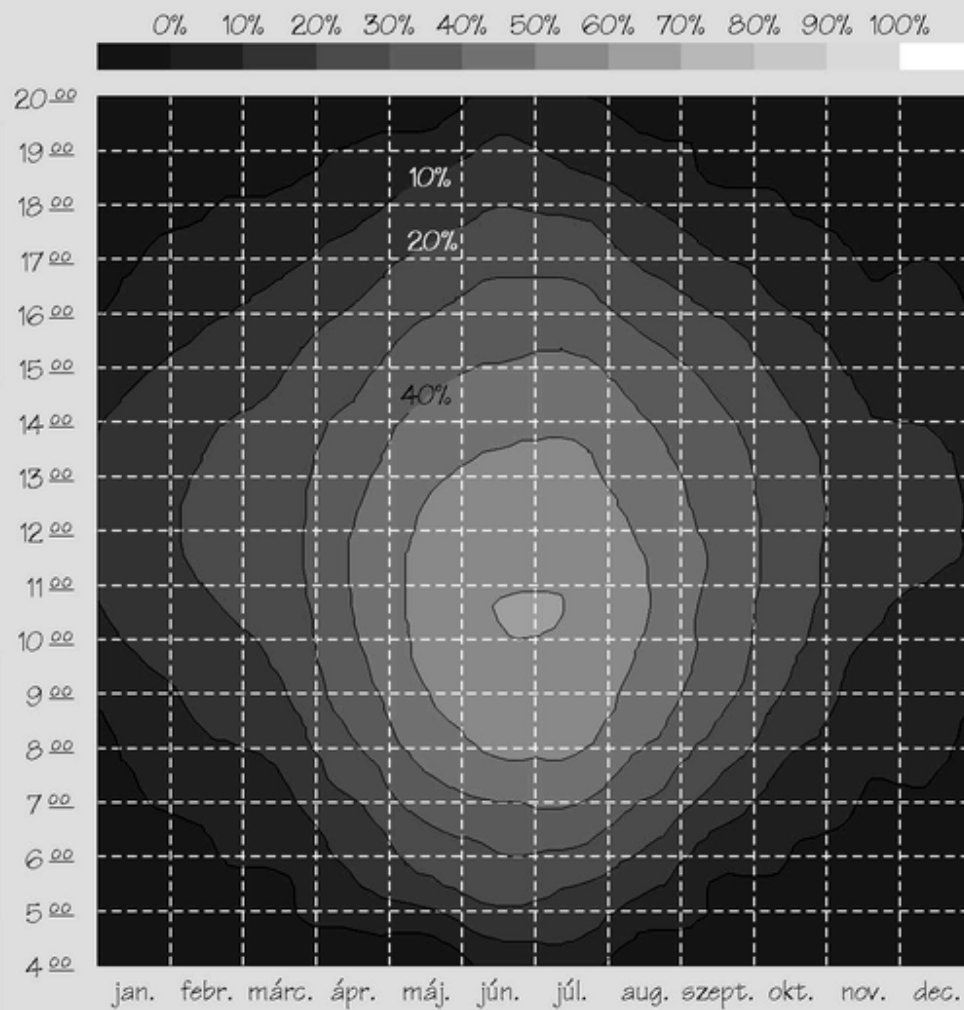


$$\gamma_{ON}: 15^\circ \quad \beta: 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



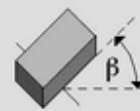
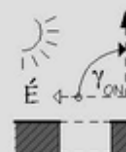
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

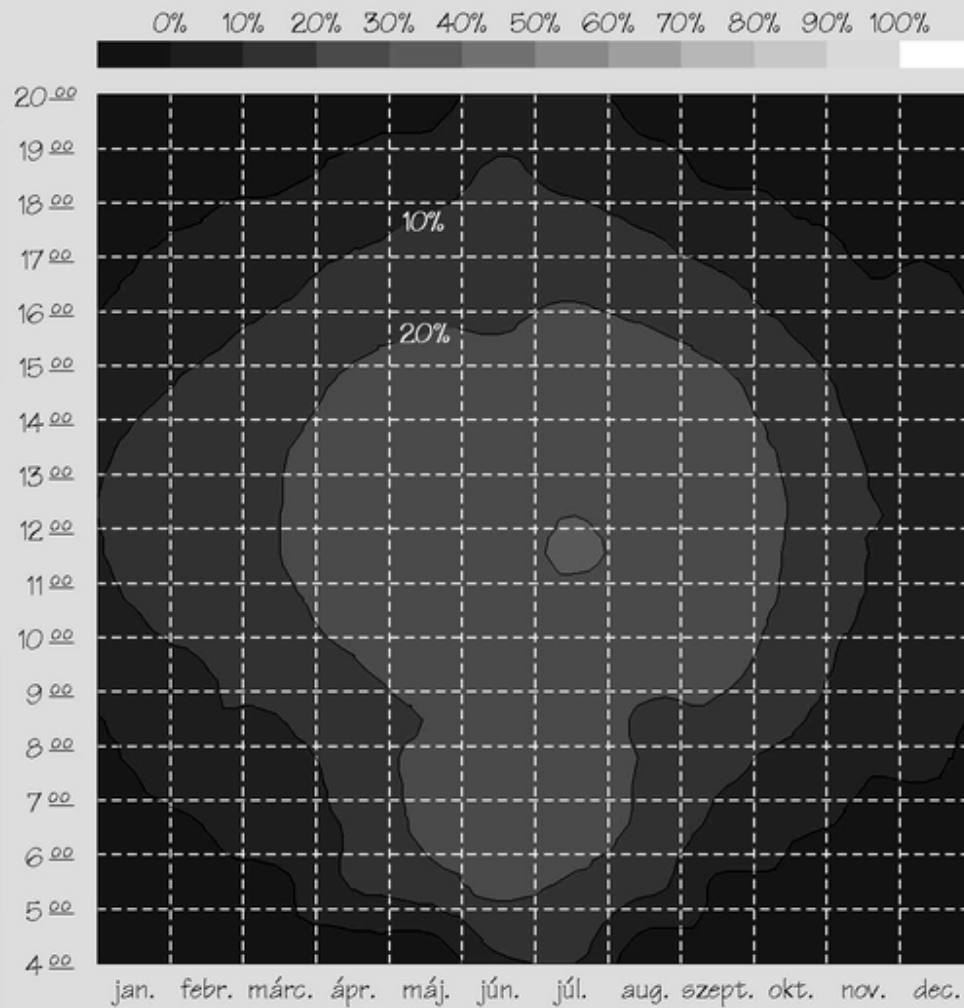


$$\gamma_{ON} : 15^\circ \quad \beta : 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



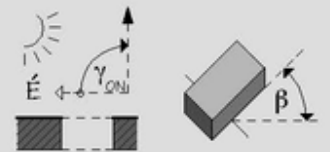
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{W}{m^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{MJ}{m^2}$$



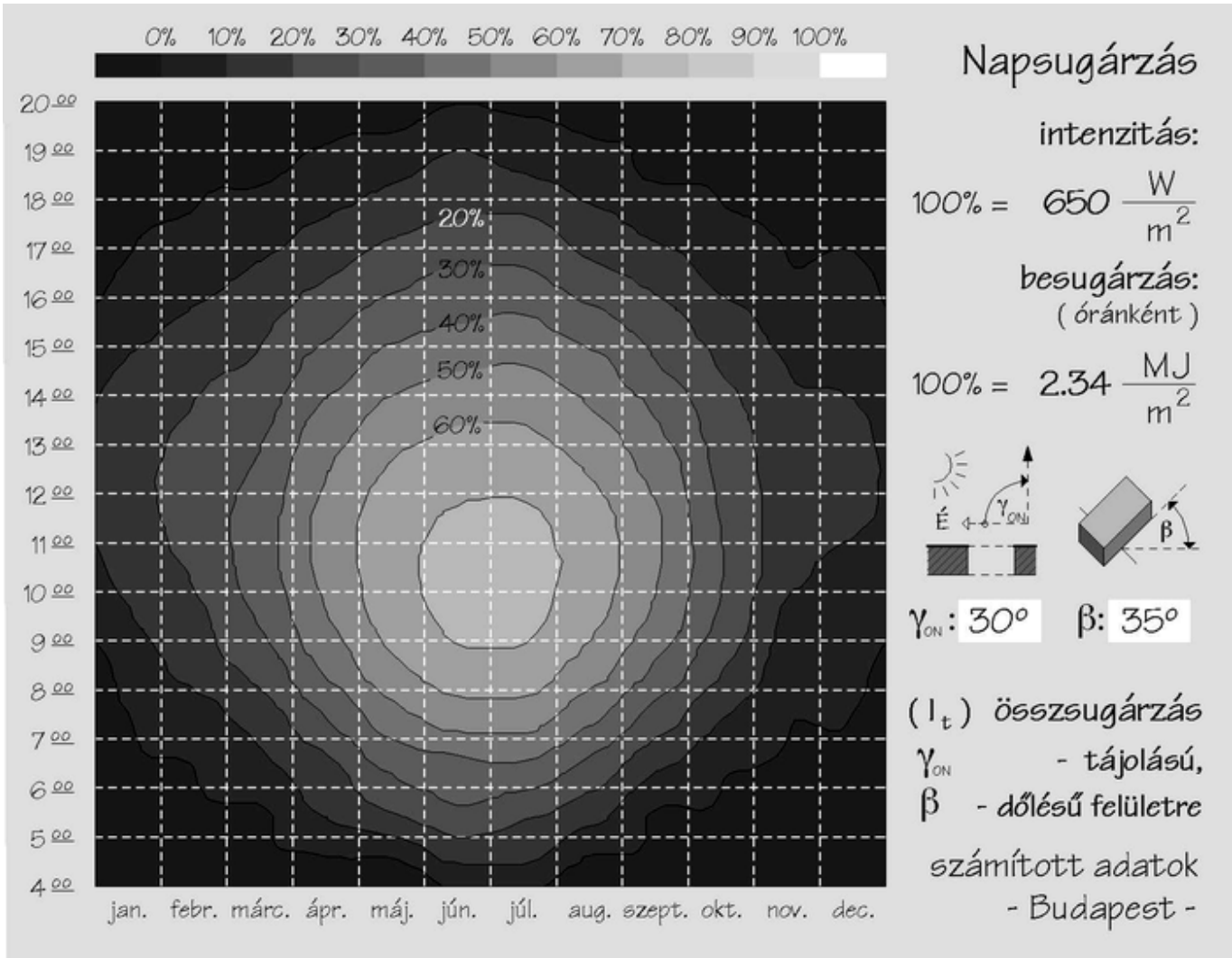
$$\gamma_{ON}: 15^\circ \quad \beta: 90^\circ$$

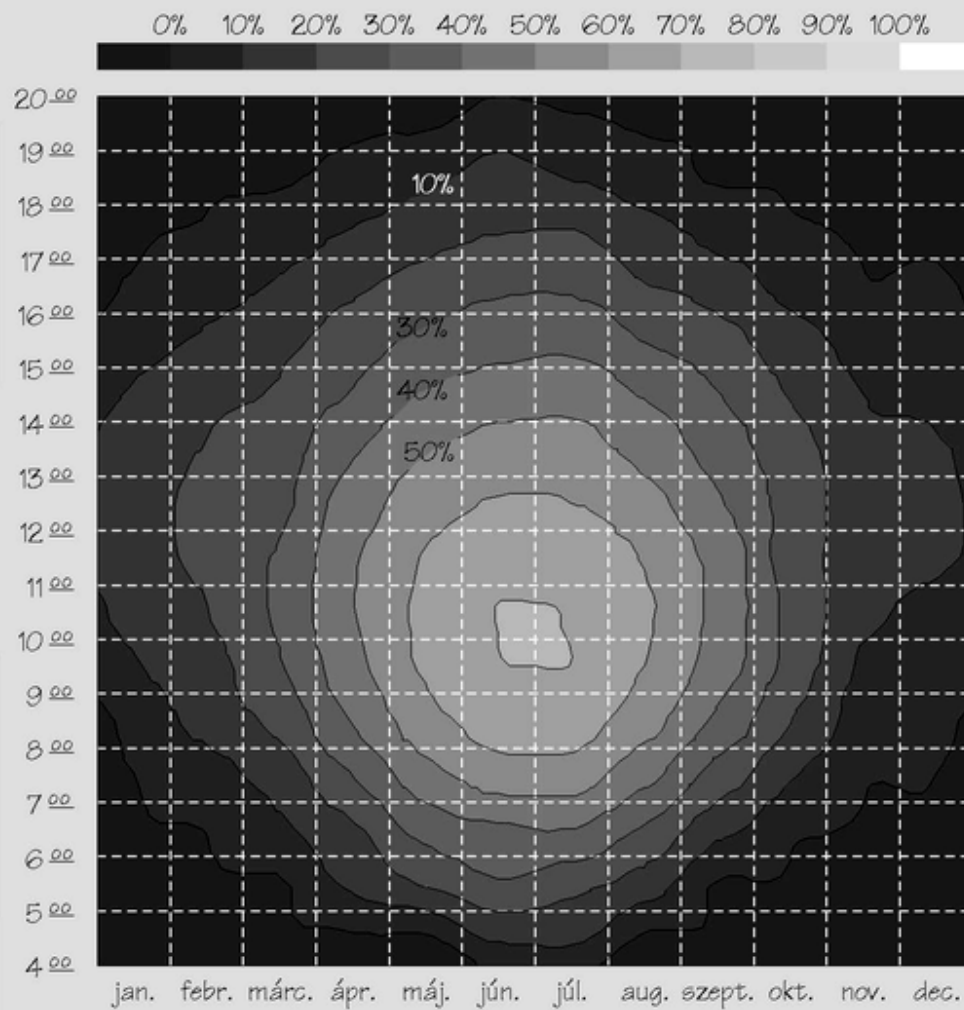
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -

3.3. 30 fokos tájolású felület





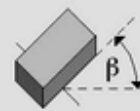
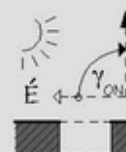
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

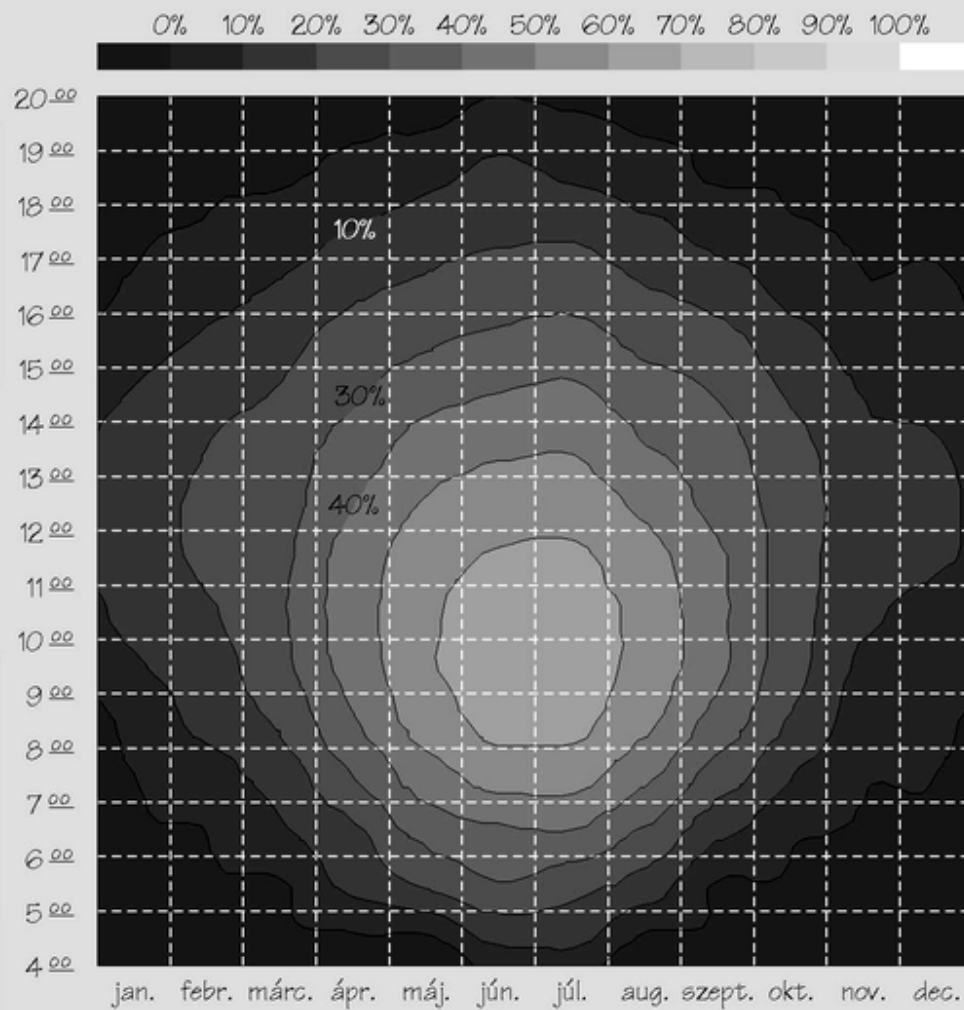


$$\gamma_{ON} : 30^\circ \quad \beta : 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



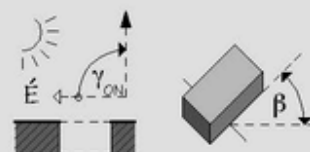
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

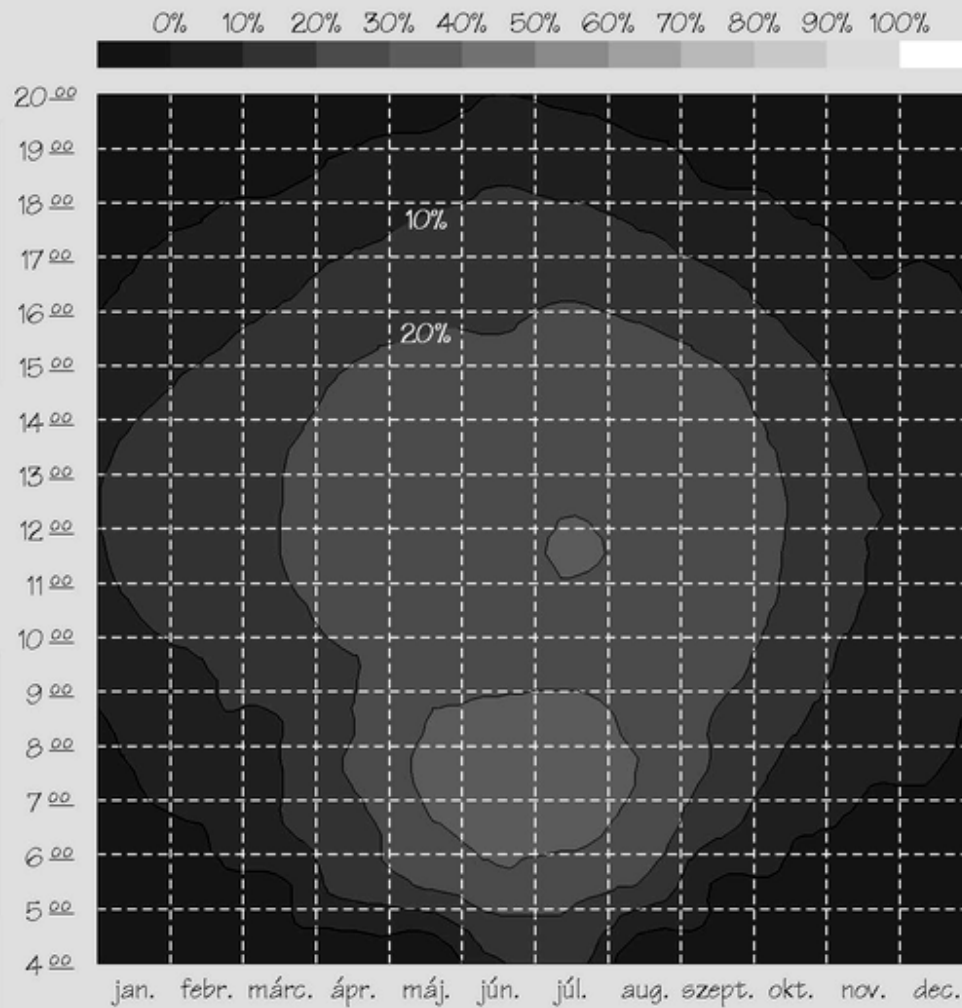


$$\gamma_{ON} : 30^\circ \quad \beta : 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



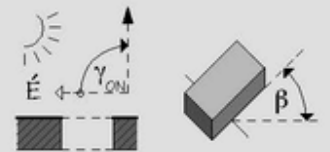
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



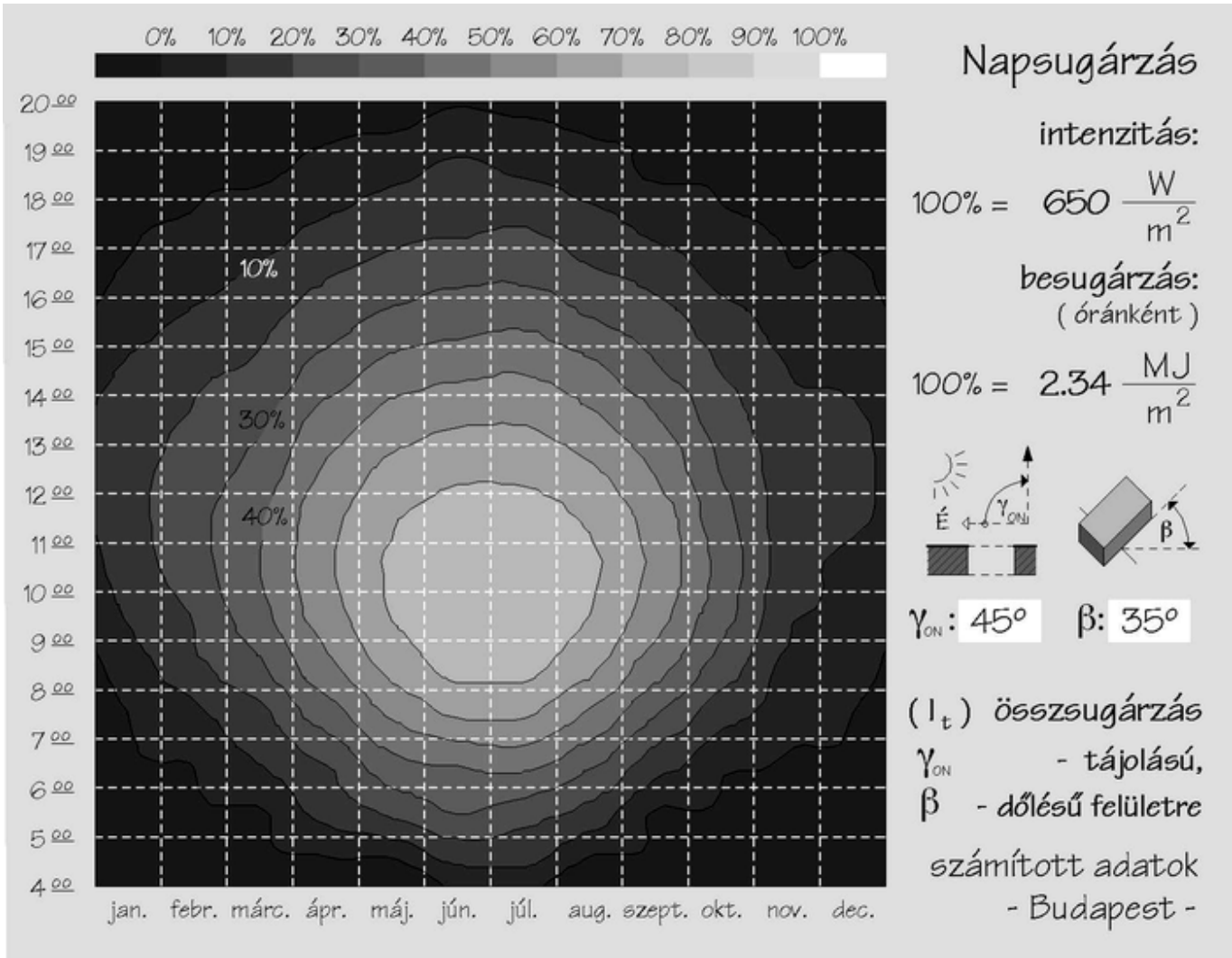
$$\gamma_{ON} : 30^\circ \quad \beta : 90^\circ$$

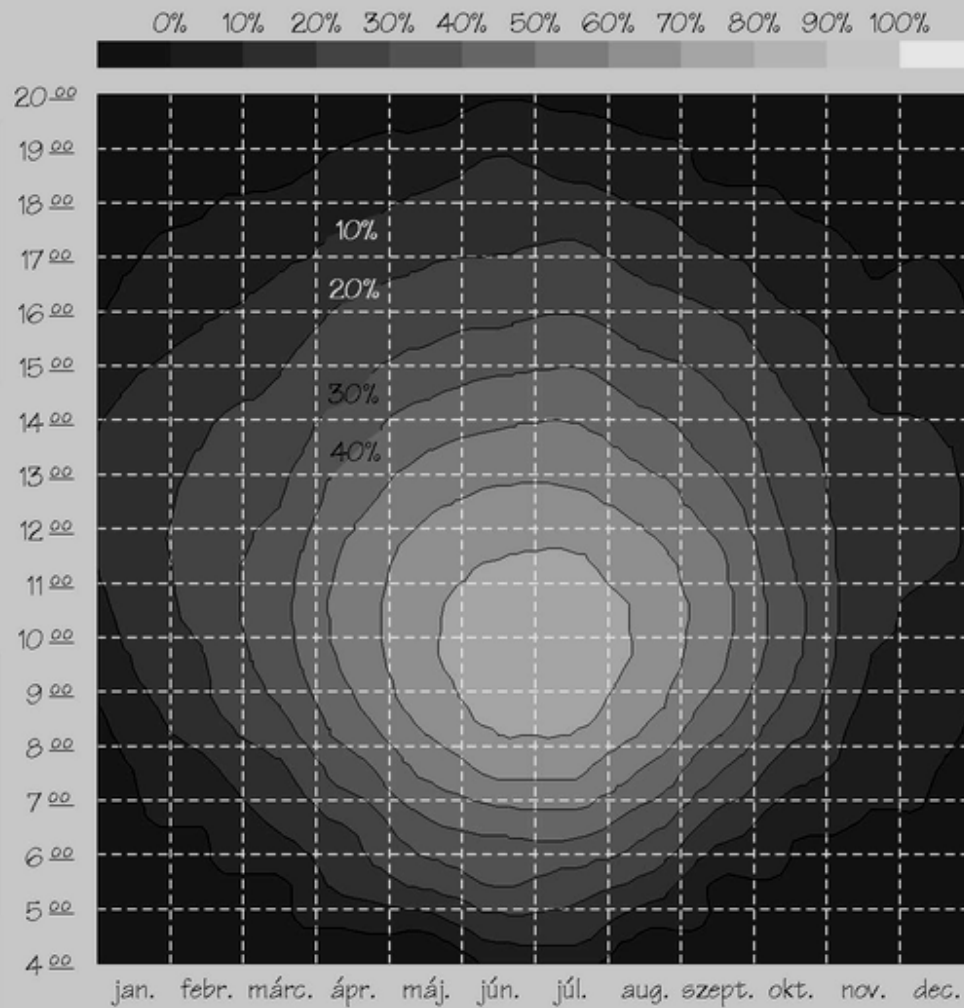
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -

3.4. 45 fokos tájolású felület





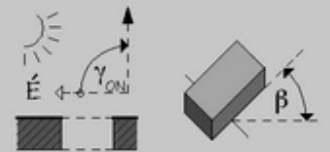
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

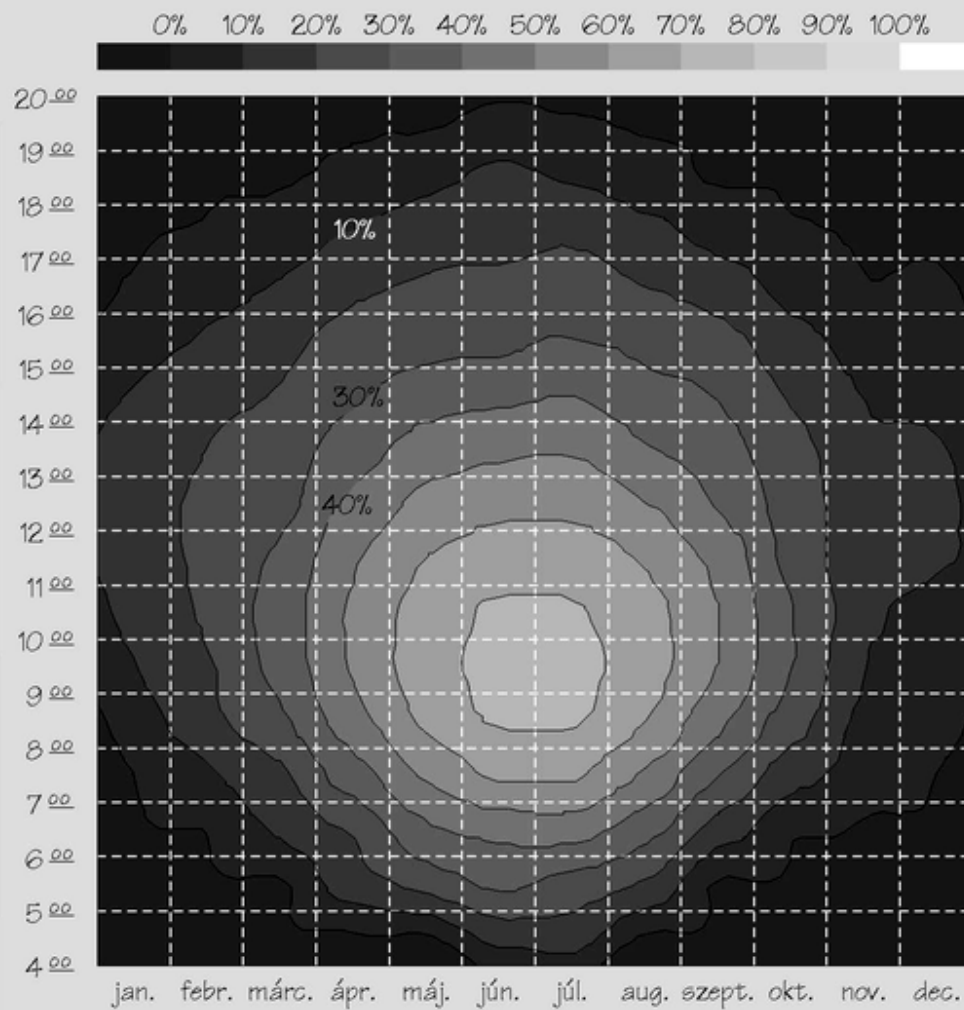


$$\gamma_{ON} : 45^\circ \quad \beta : 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



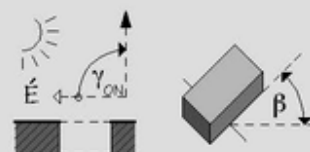
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



$$\gamma_{\text{ON}}: 45^\circ \quad \beta: 45^\circ$$

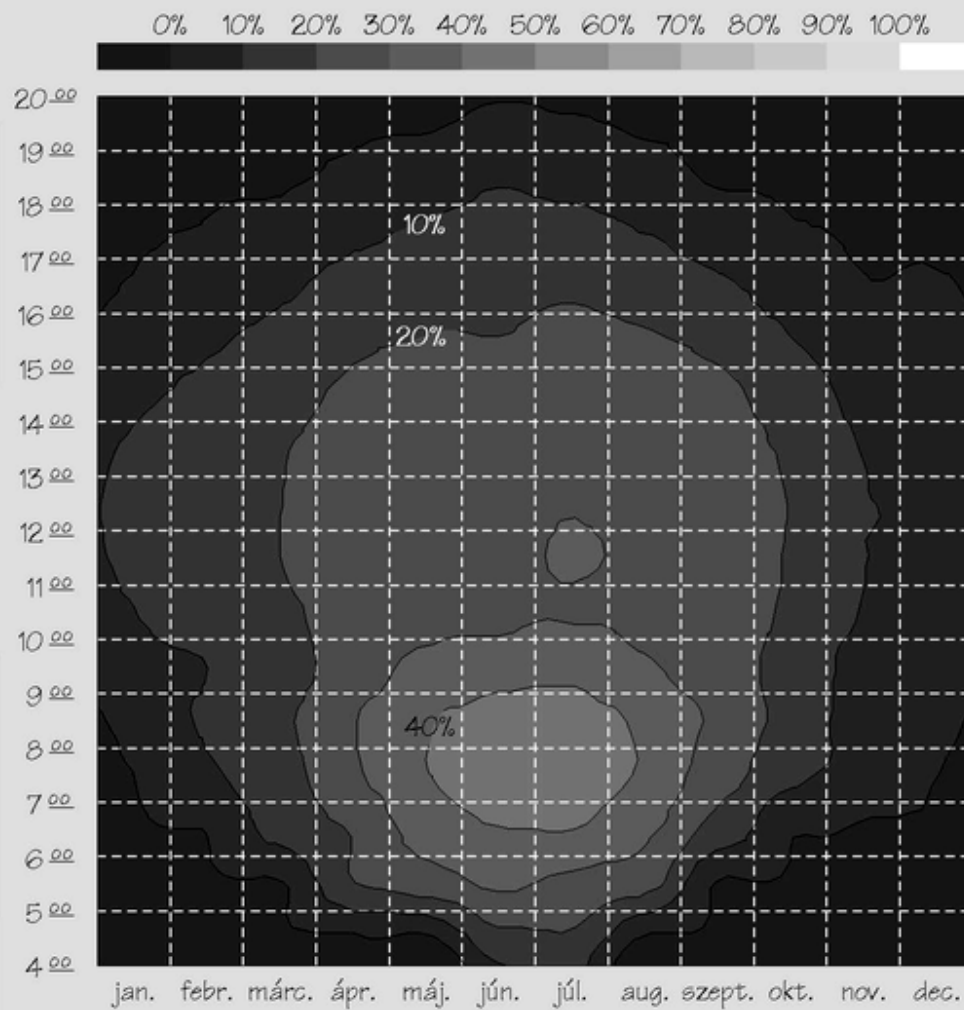
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,

β - dőlésű felületre

számított adatok

- Budapest -



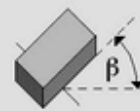
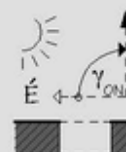
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



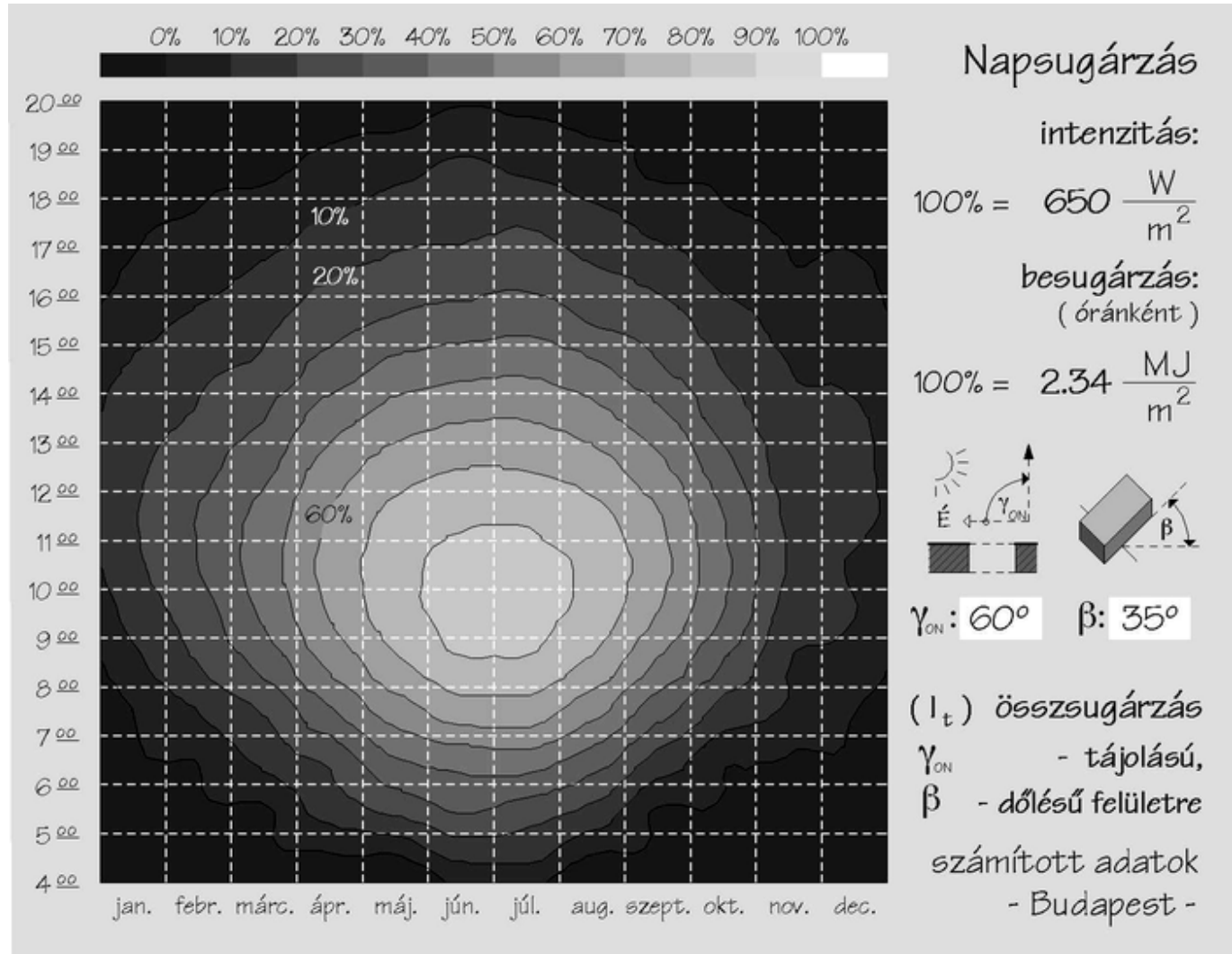
$$\gamma_{ON} : 45^\circ \quad \beta : 90^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

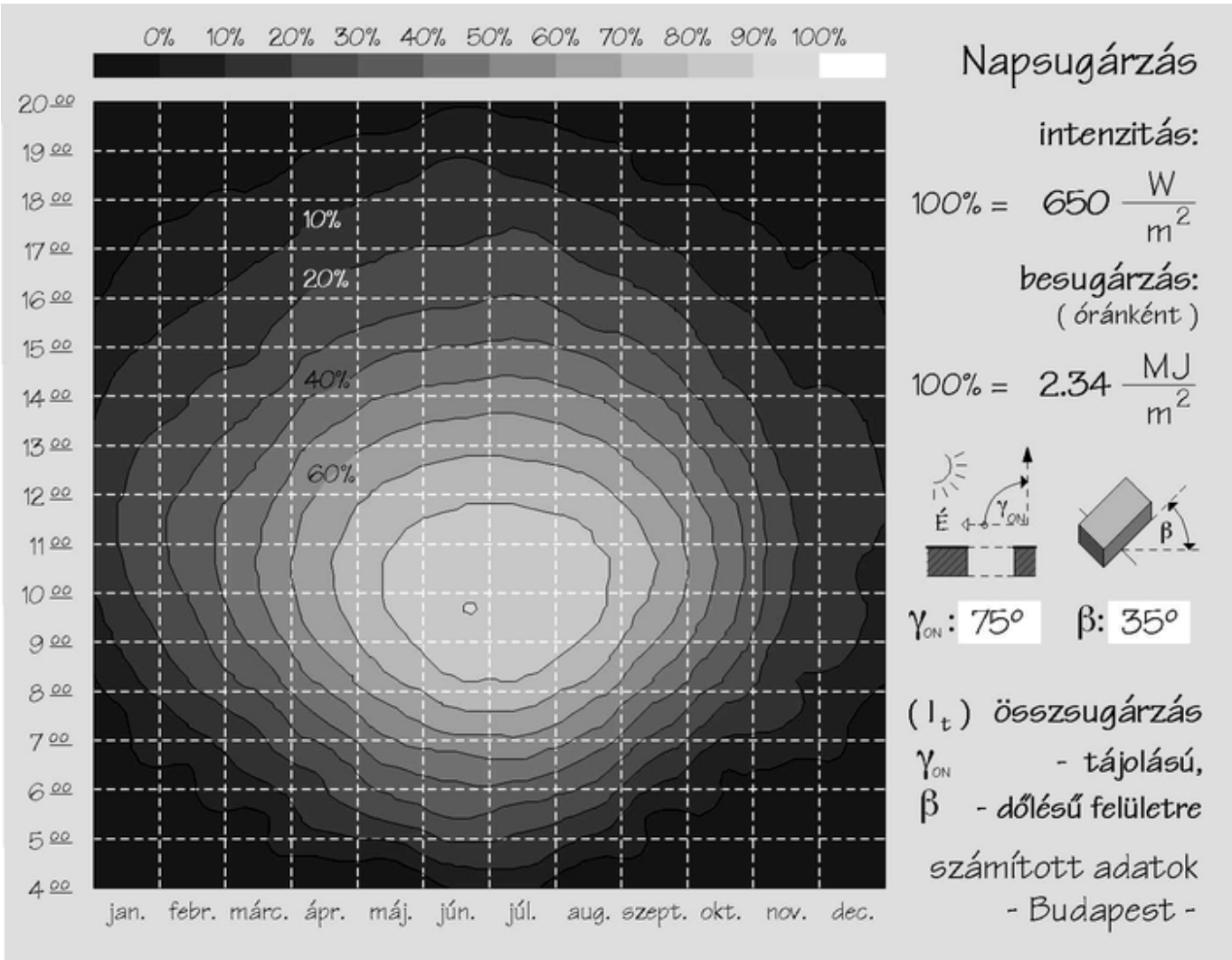
számított adatok
- Budapest -

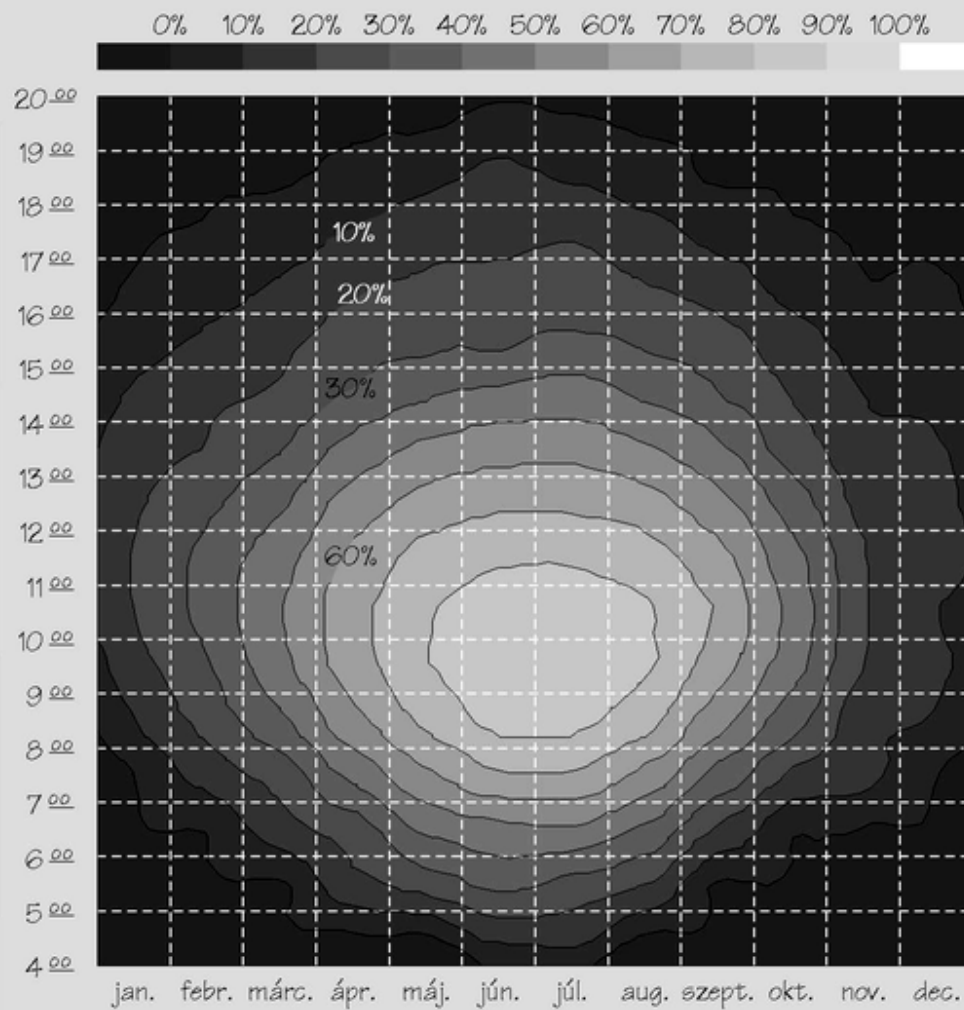
3.5. 60 fokos tájolású felület



-
-
-

3.6. 75 fokos tájolású felület





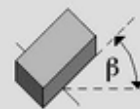
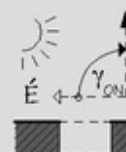
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

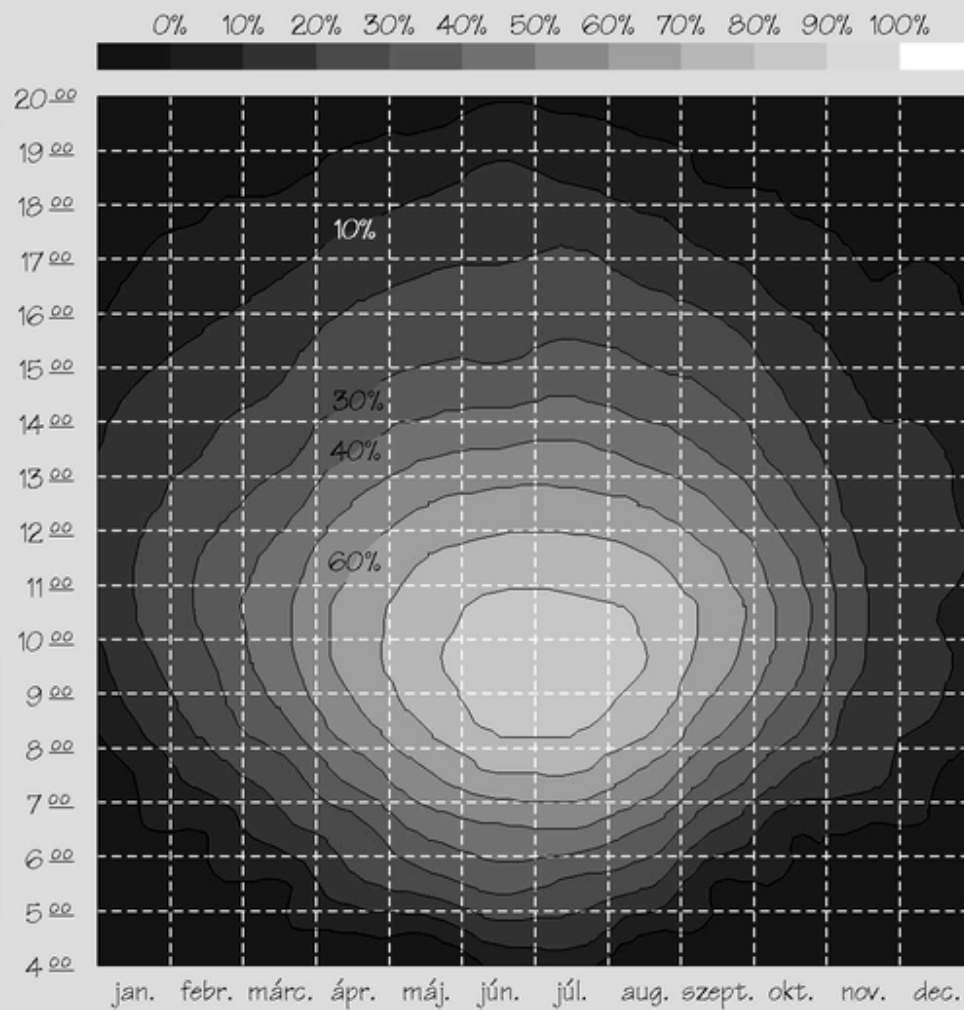


$$\gamma_{\text{ON}}: 75^\circ \quad \beta: 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



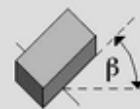
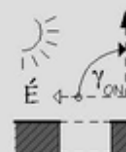
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

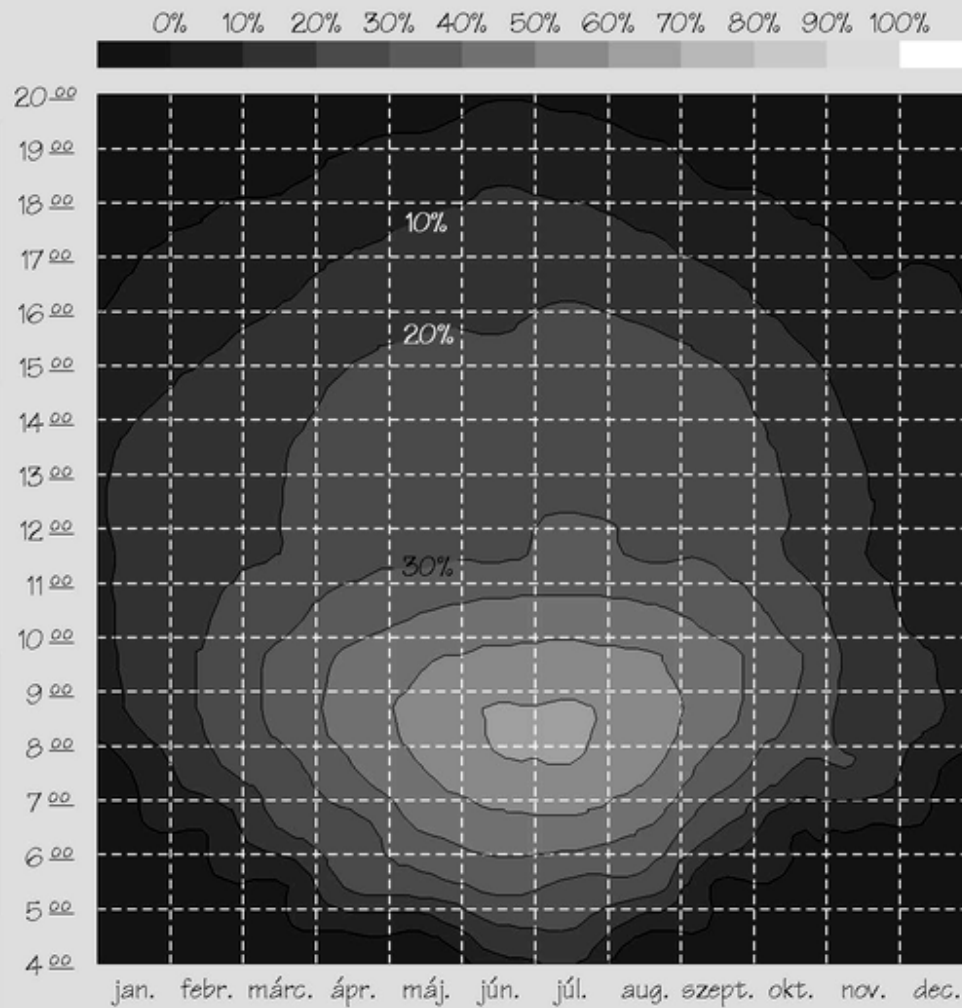


$$\gamma_{\text{ON}}: 75^\circ \quad \beta: 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



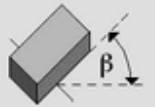
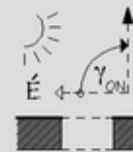
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



$$\gamma_{\text{ON}}: 75^\circ \quad \beta: 90^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

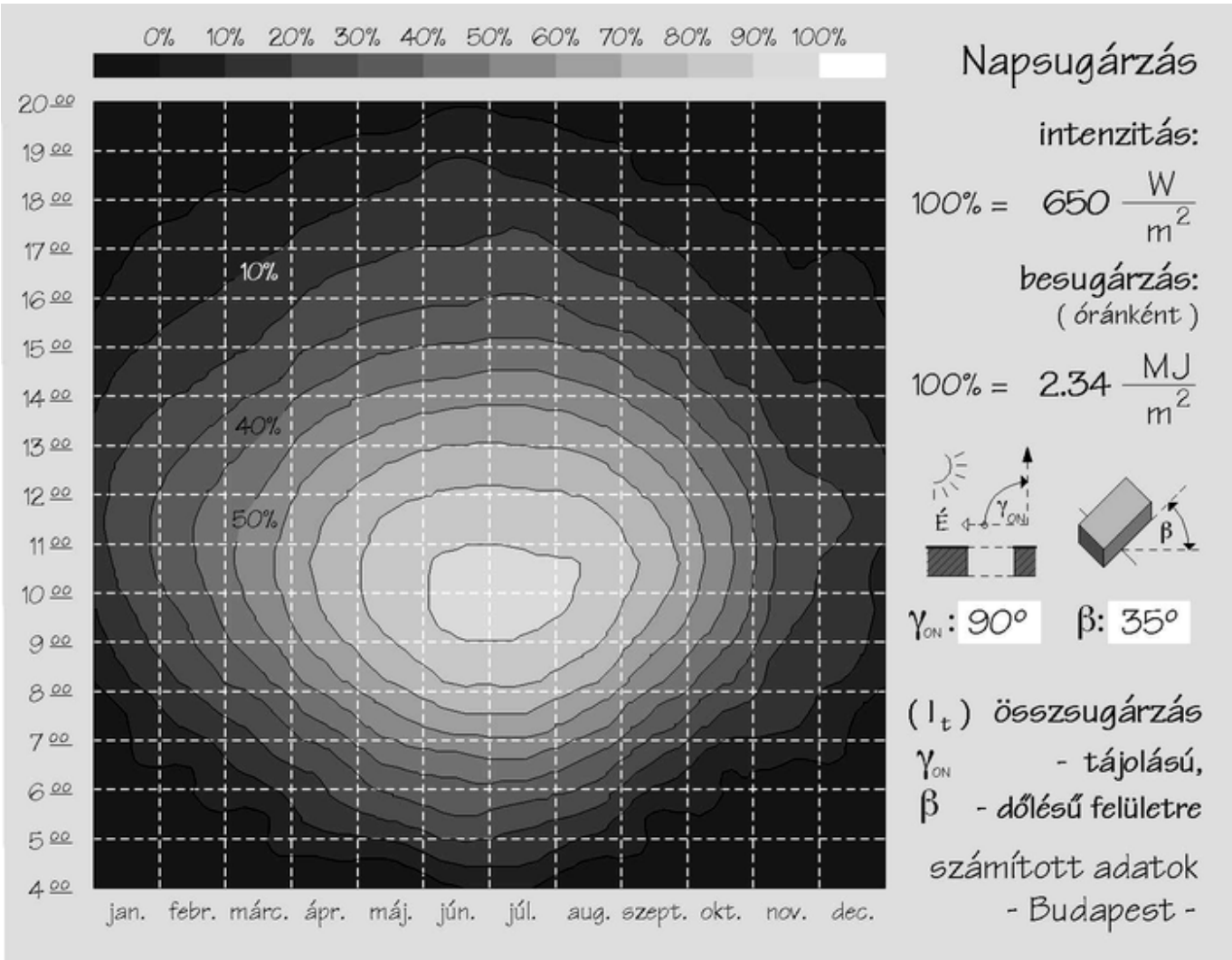
γ_{ON} - tájolású,

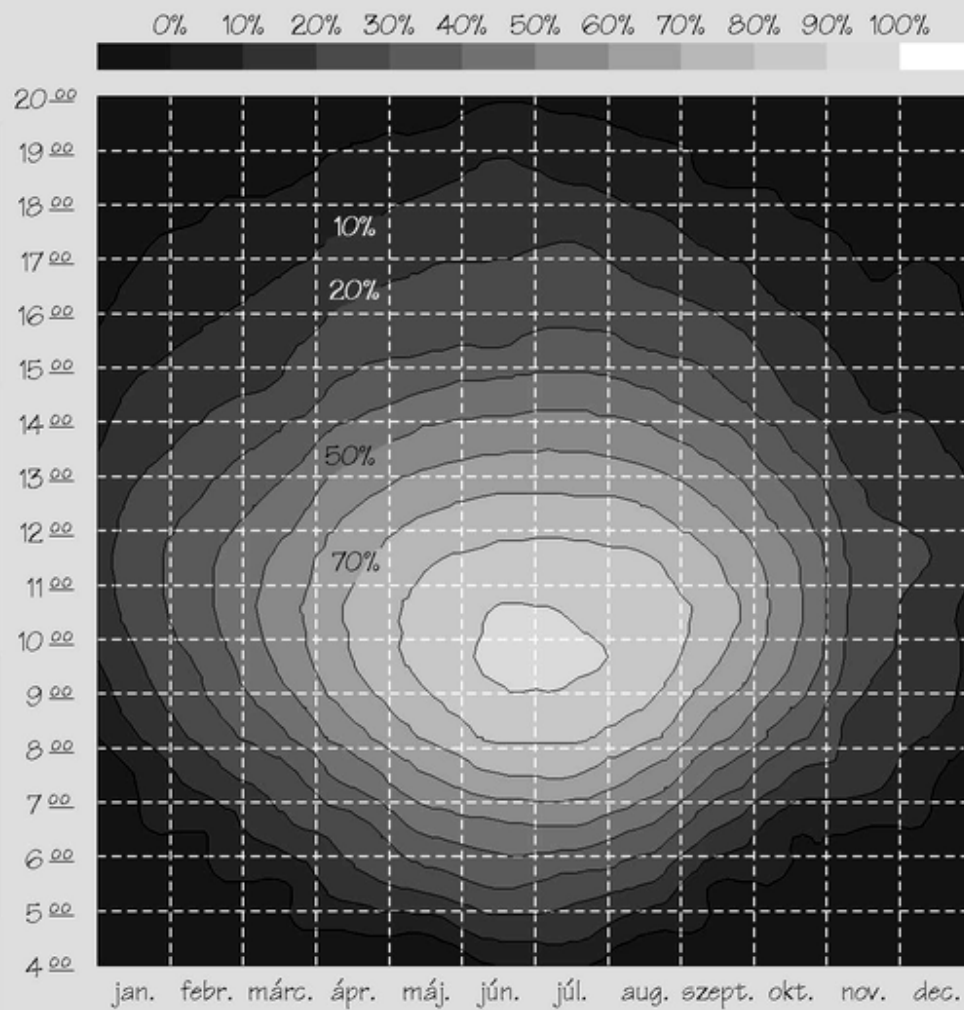
β - dőlésű felületre

számított adatok

- Budapest -

3.7. 90 fokos tájolású felület





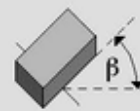
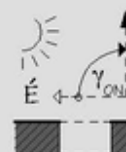
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

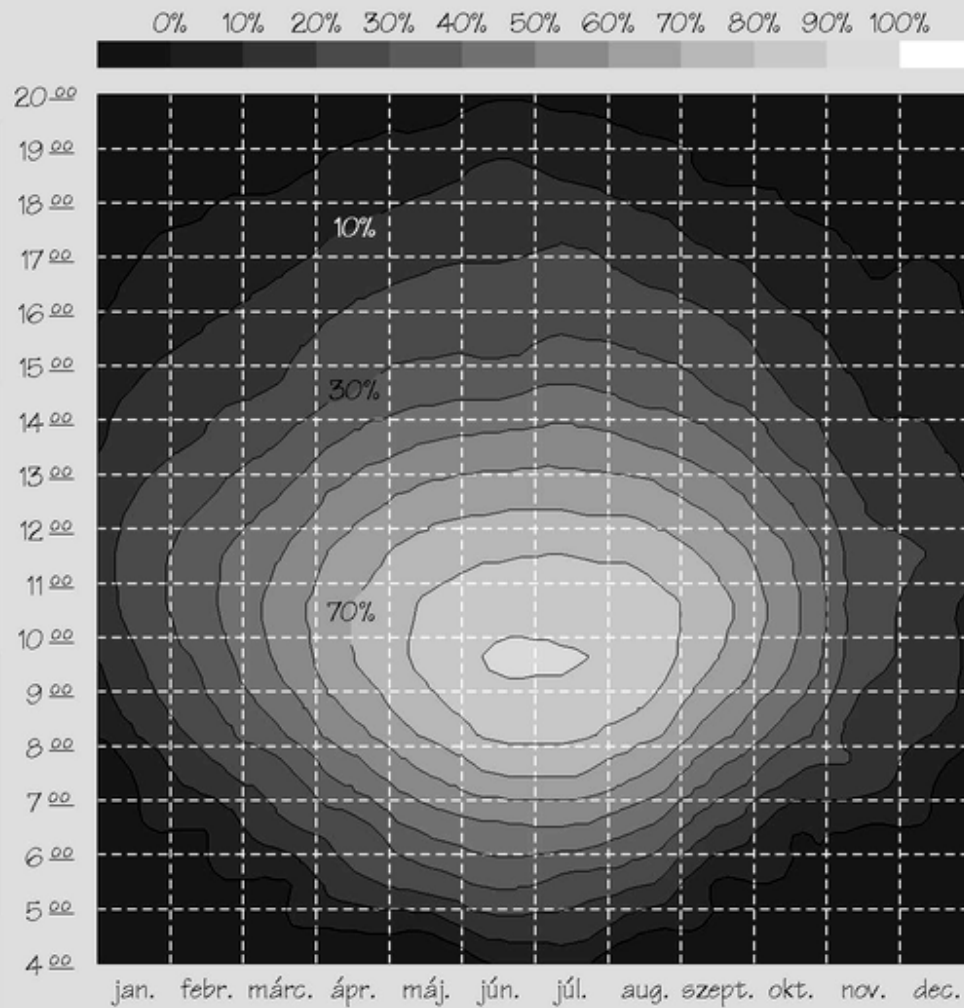


$$\gamma_{\text{ON}}: 90^\circ \quad \beta: 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



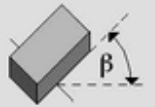
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



$$\gamma_{\text{ON}}: 90^\circ \quad \beta: 45^\circ$$

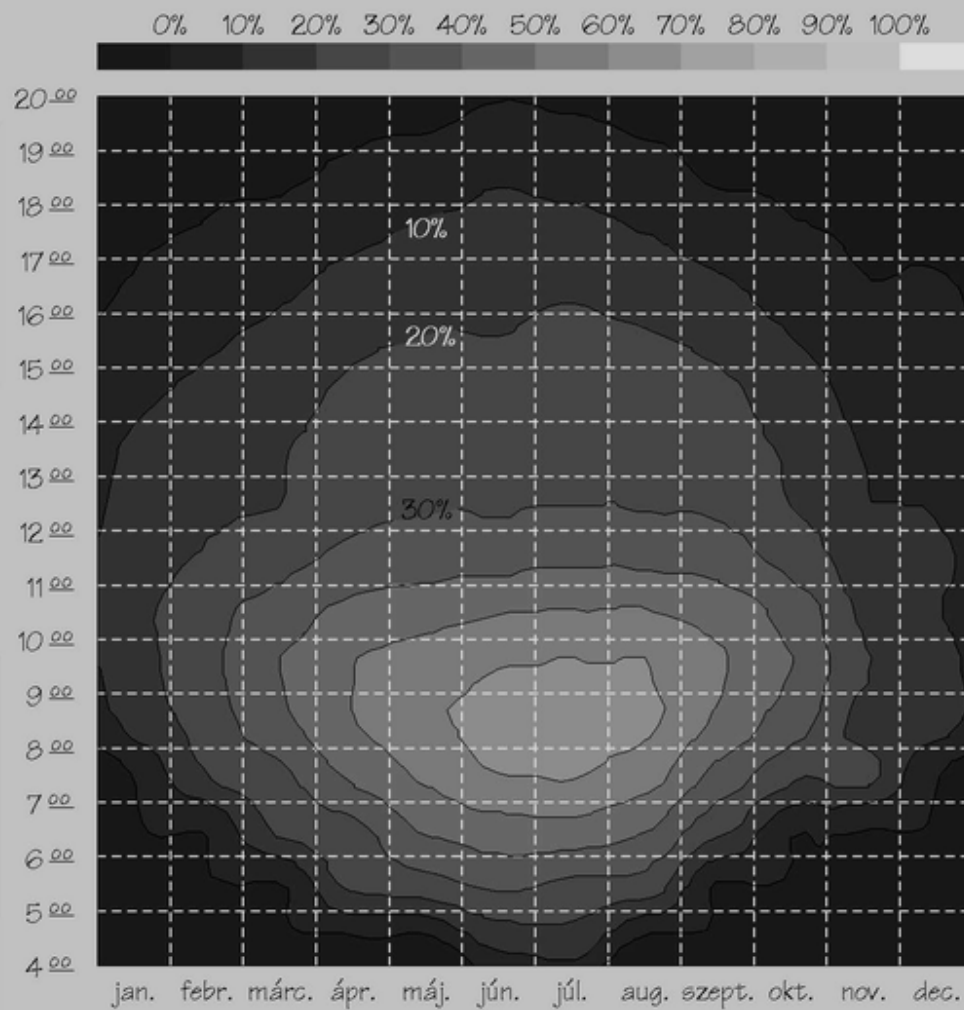
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,

β - dőlésű felületre

számított adatok

- Budapest -



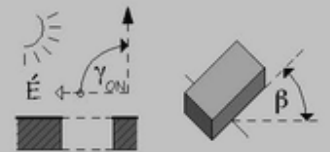
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



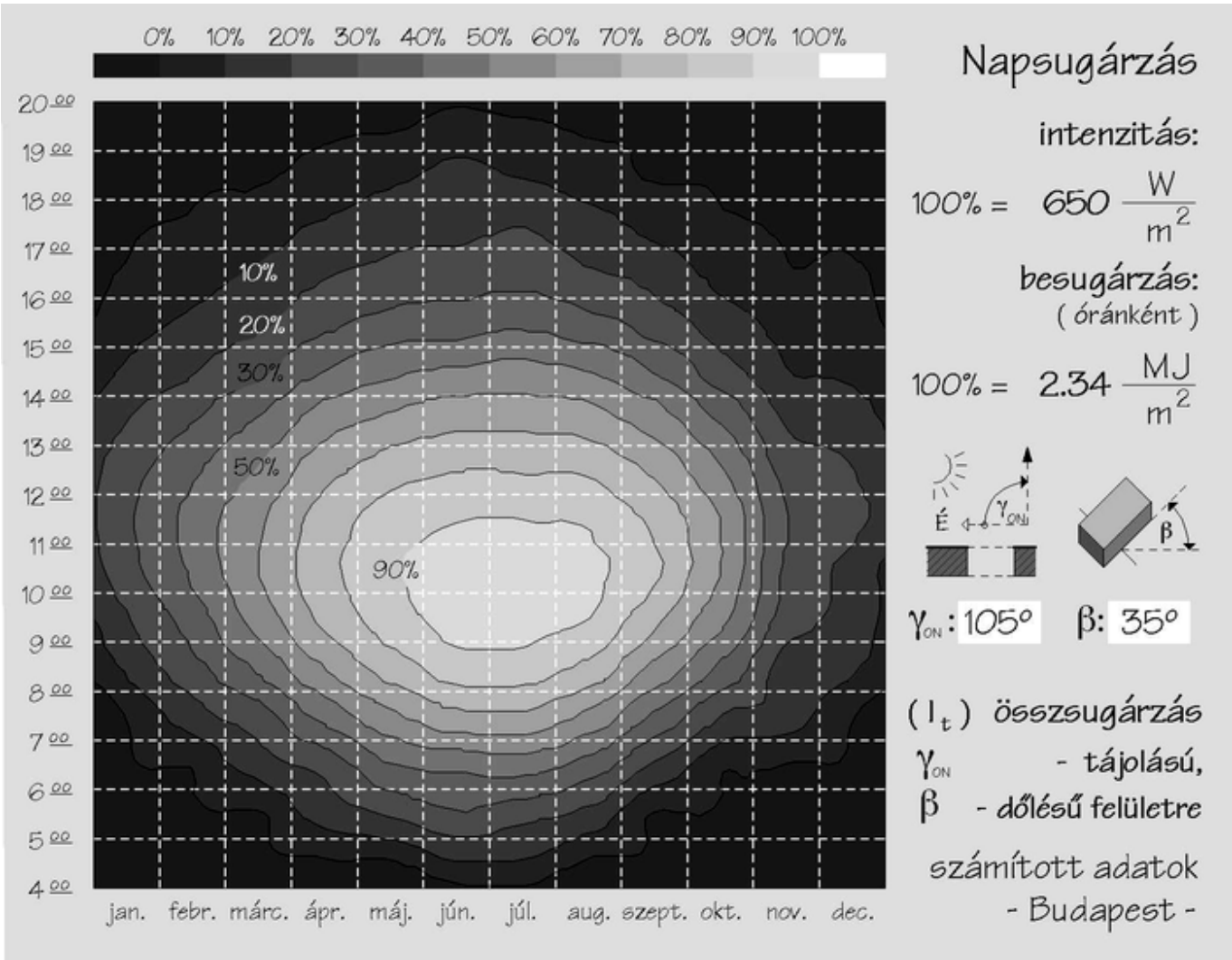
$$\gamma_{ON} : 90^\circ \quad \beta : 90^\circ$$

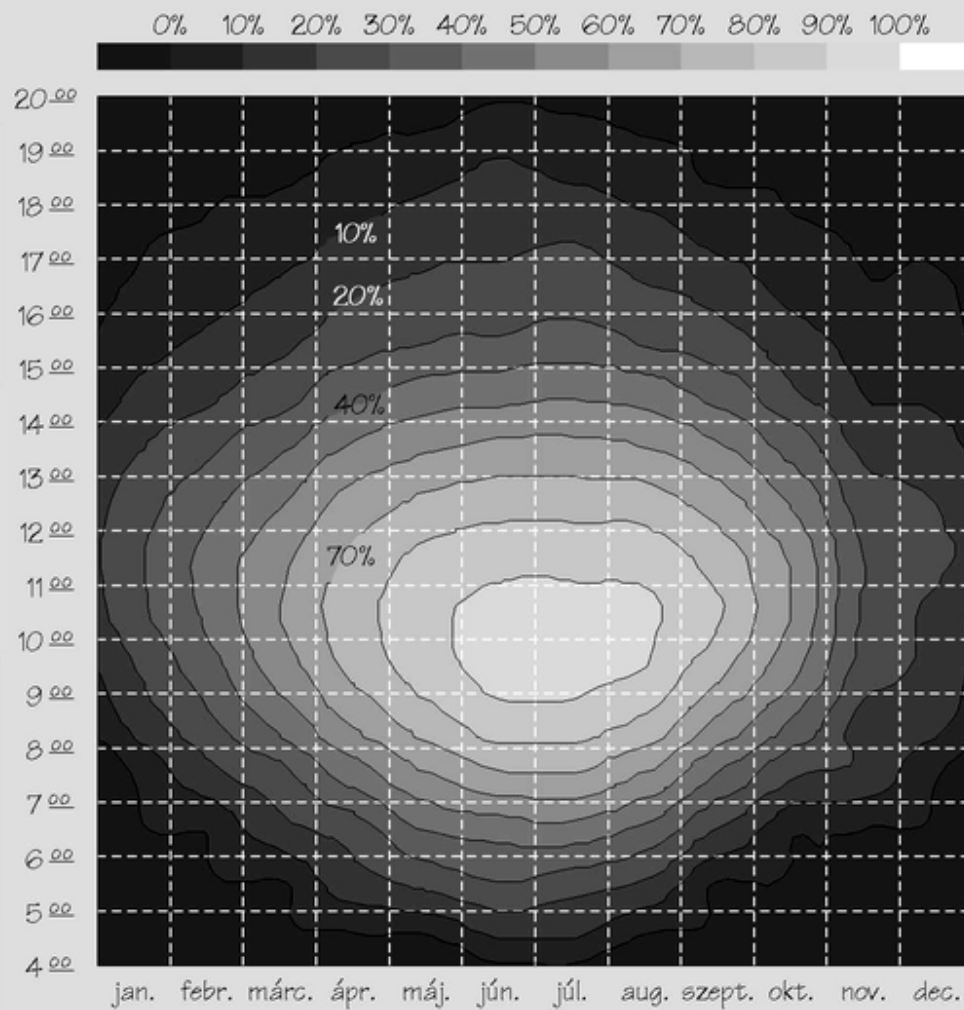
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -

3.8. 105 fokos tájolású felület





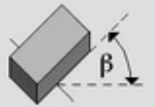
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



$$\gamma_{\text{ON}}: 105^\circ \quad \beta: 40^\circ$$

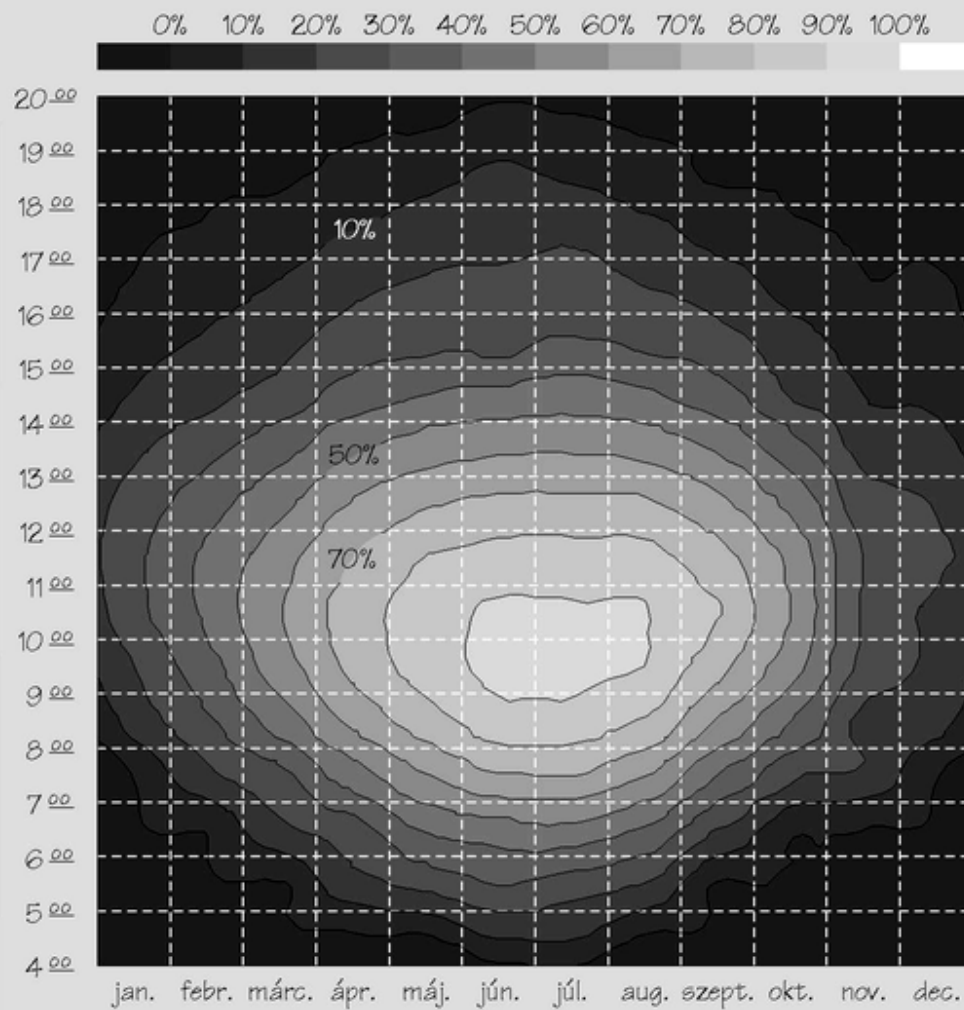
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,

β - dőlésű felületre

számított adatok

- Budapest -



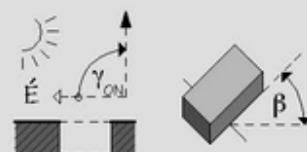
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

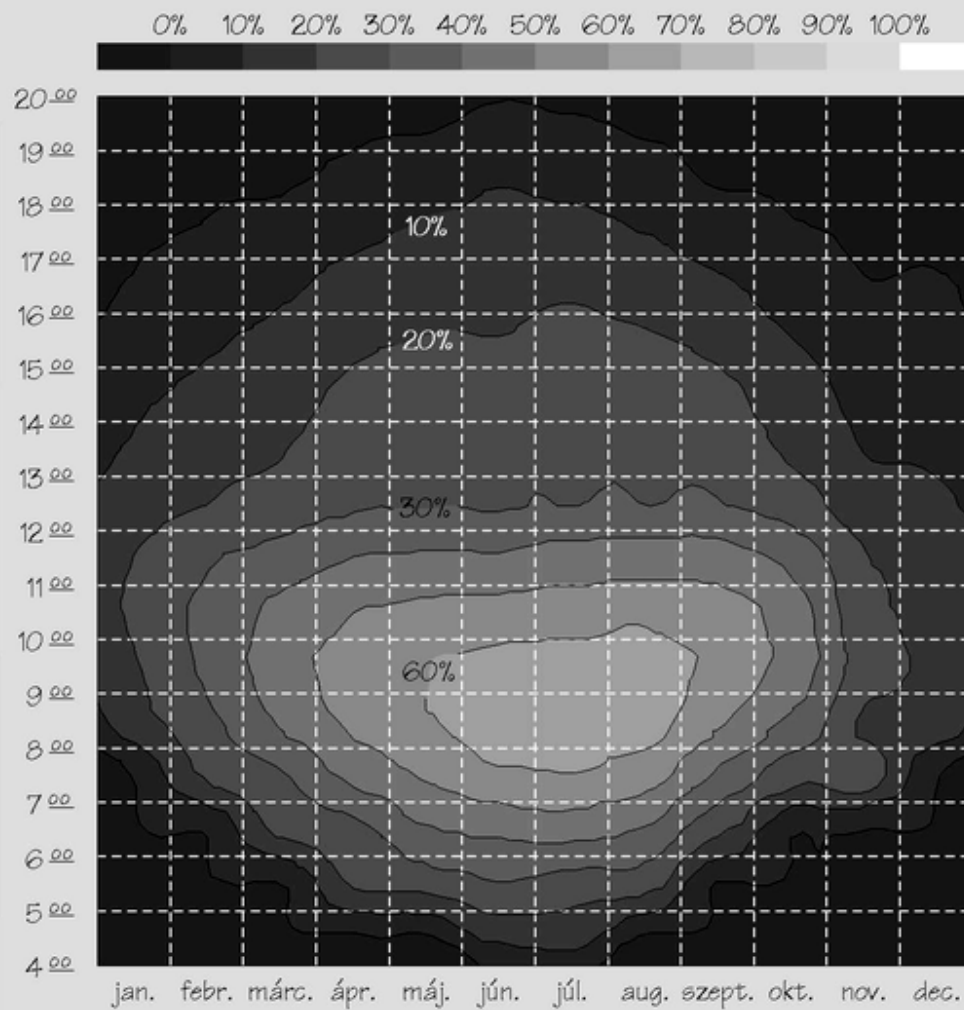


$$\gamma_{\text{ON}}: 105^\circ \quad \beta: 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



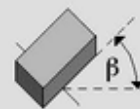
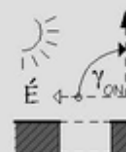
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{W}{m^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{MJ}{m^2}$$



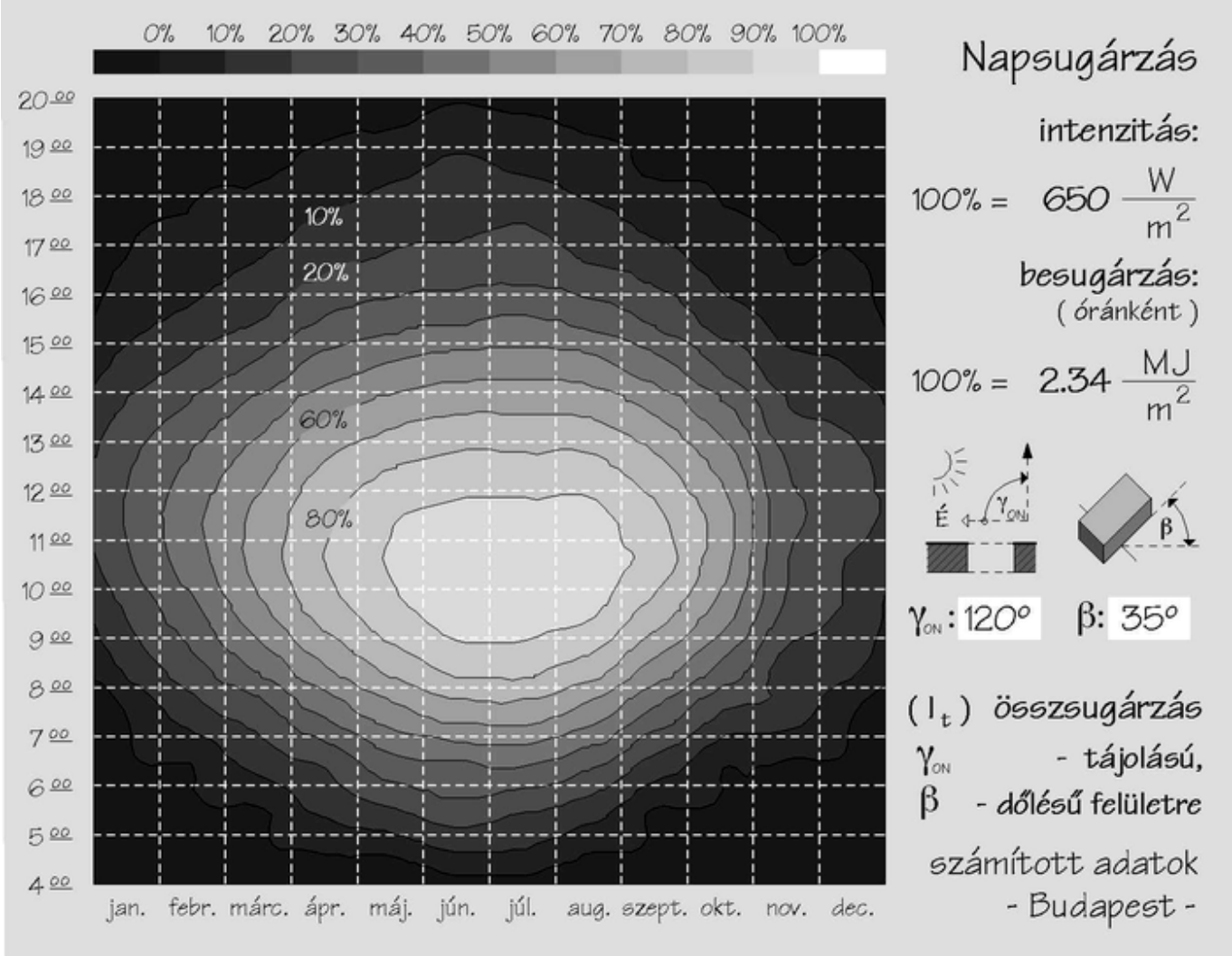
$$\gamma_{ON} : 105^\circ \quad \beta : 90^\circ$$

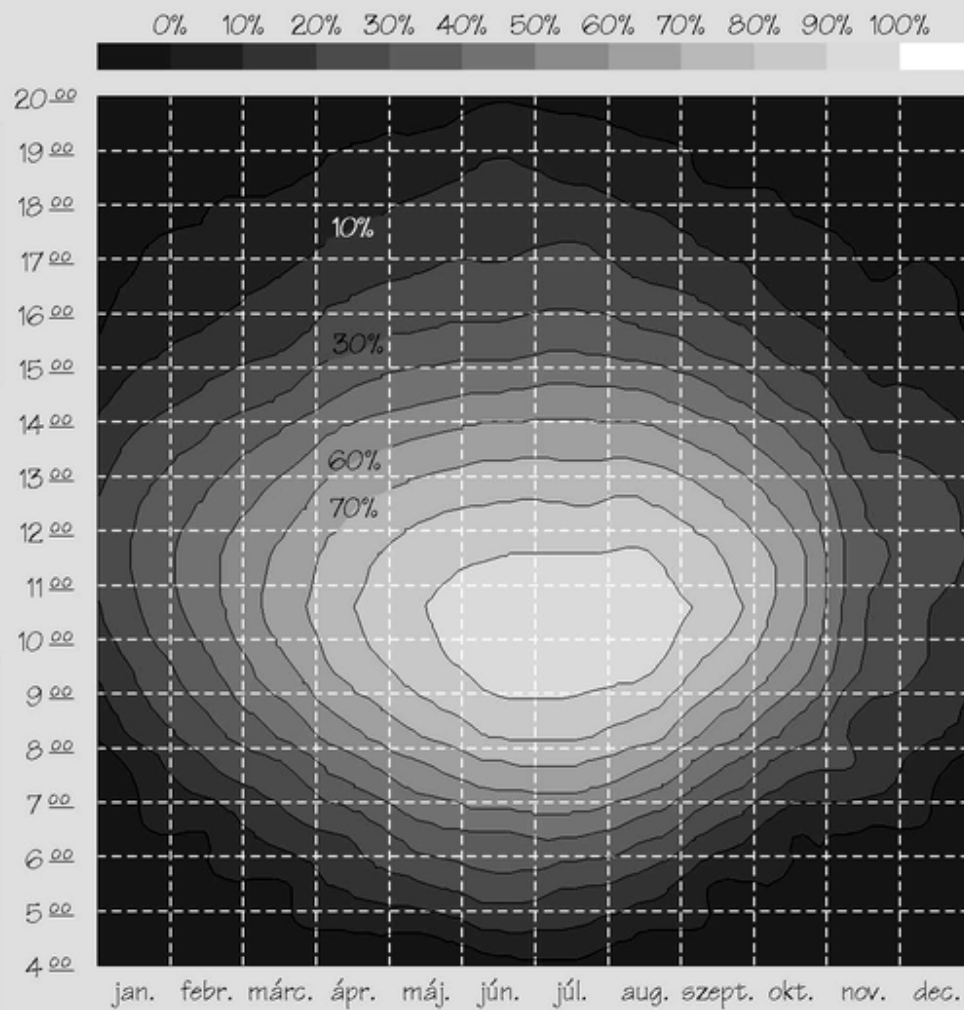
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -

3.9. 120 fokos tájolású felület





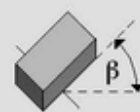
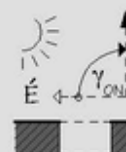
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

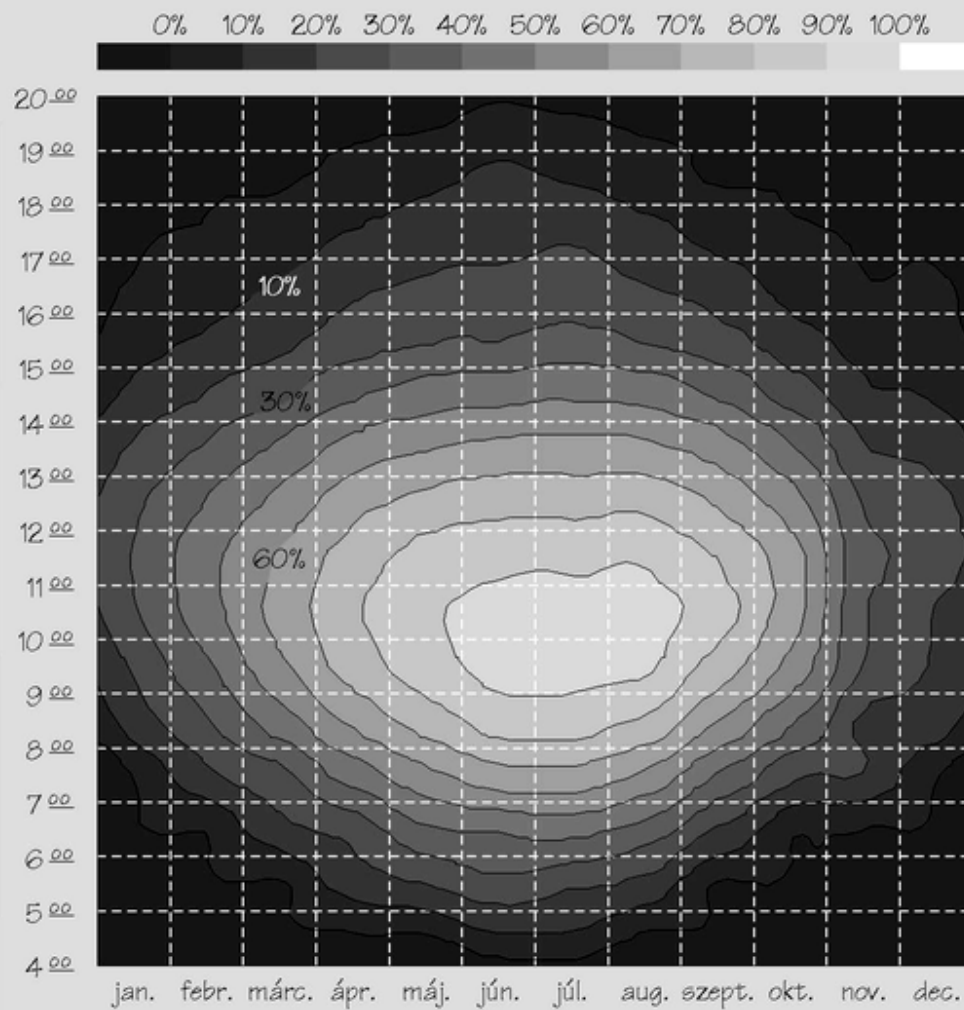


$$\gamma_{ON} : 120^\circ \quad \beta : 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



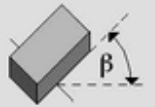
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



$$\gamma_{ON} : 120^\circ$$

$$\beta : 45^\circ$$

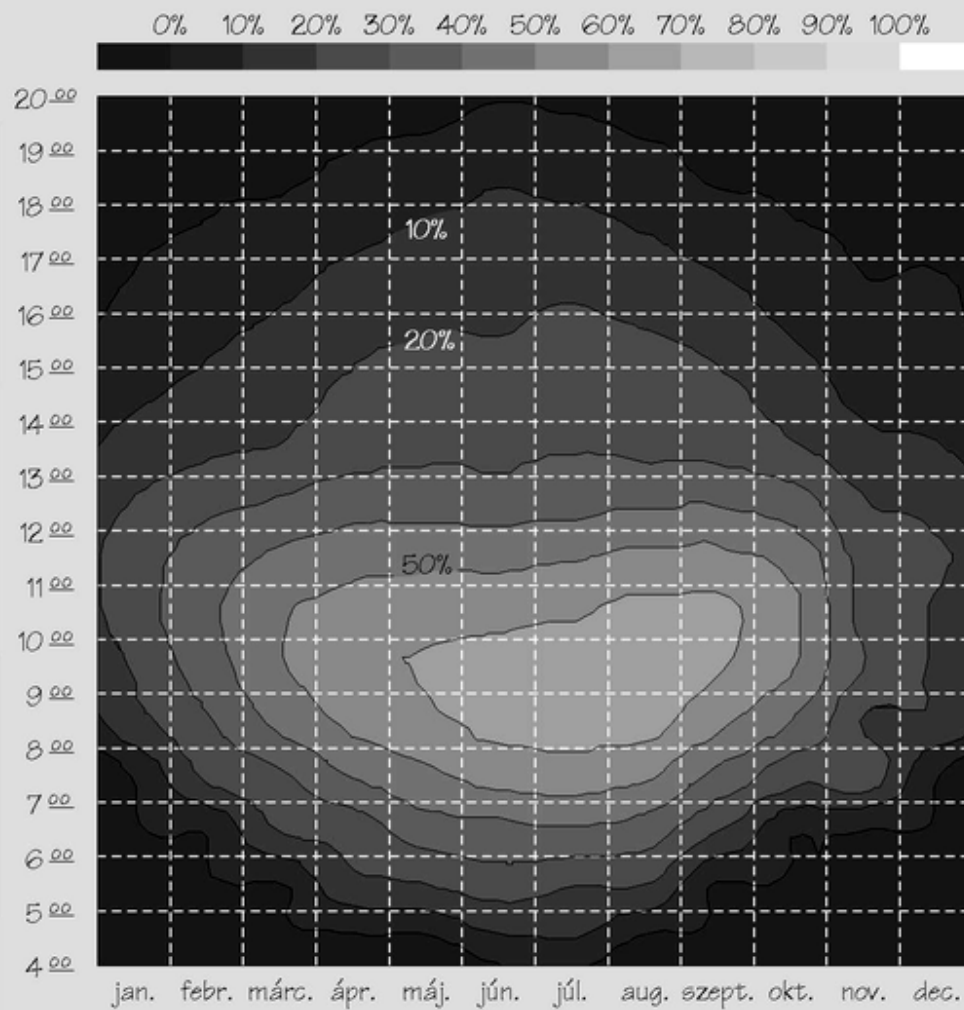
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,

β - dőlésű felületre

számított adatok

- Budapest -



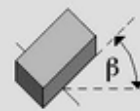
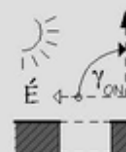
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{W}{m^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{MJ}{m^2}$$



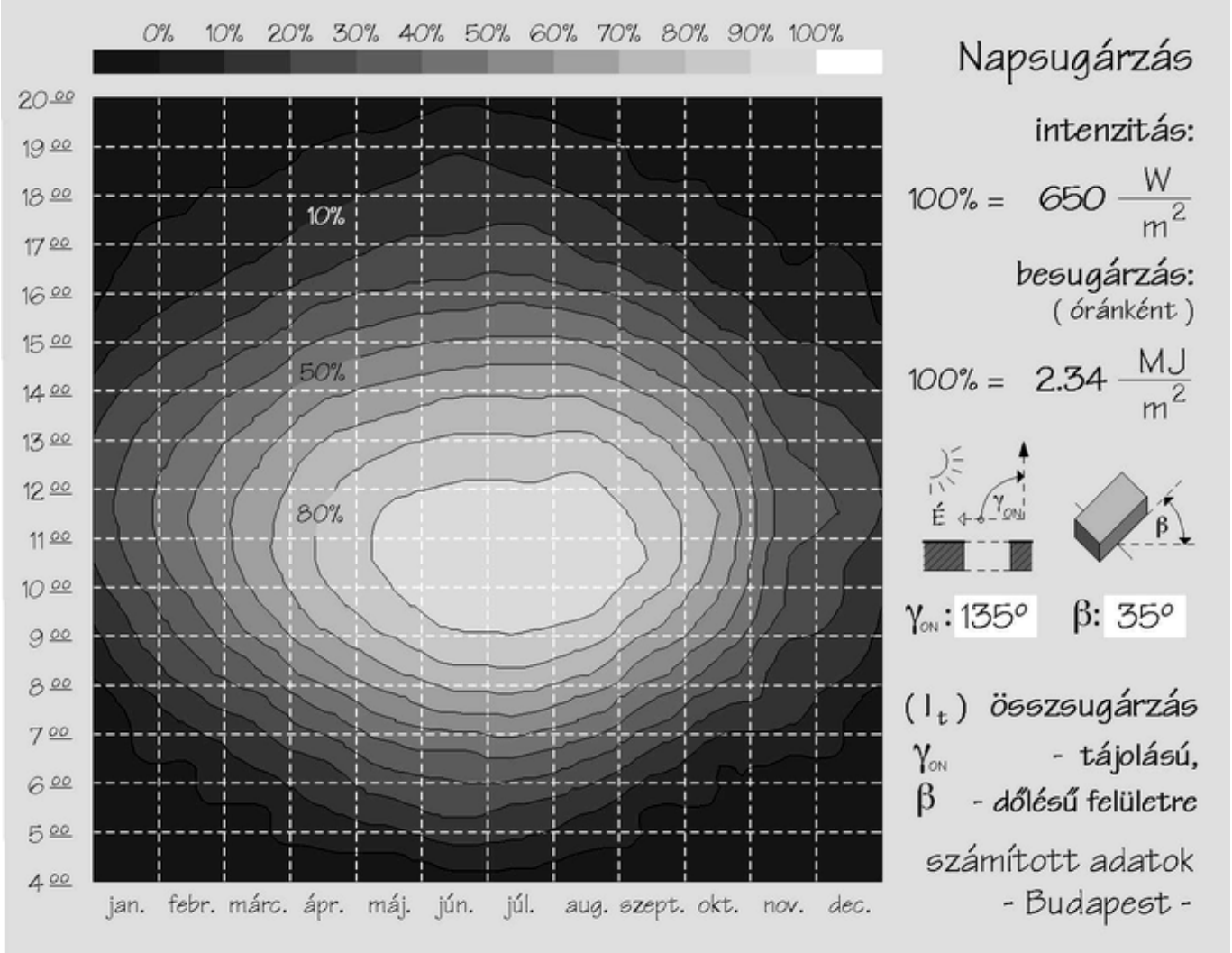
$$\gamma_{ON} : 120^\circ \quad \beta : 90^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -

3.10. 135 fokos tájolású felület



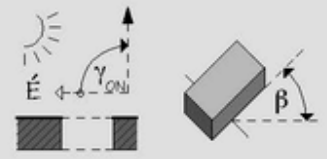
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{W}{m^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{MJ}{m^2}$$



$\gamma_{ON}: 135^\circ$ $\beta: 35^\circ$

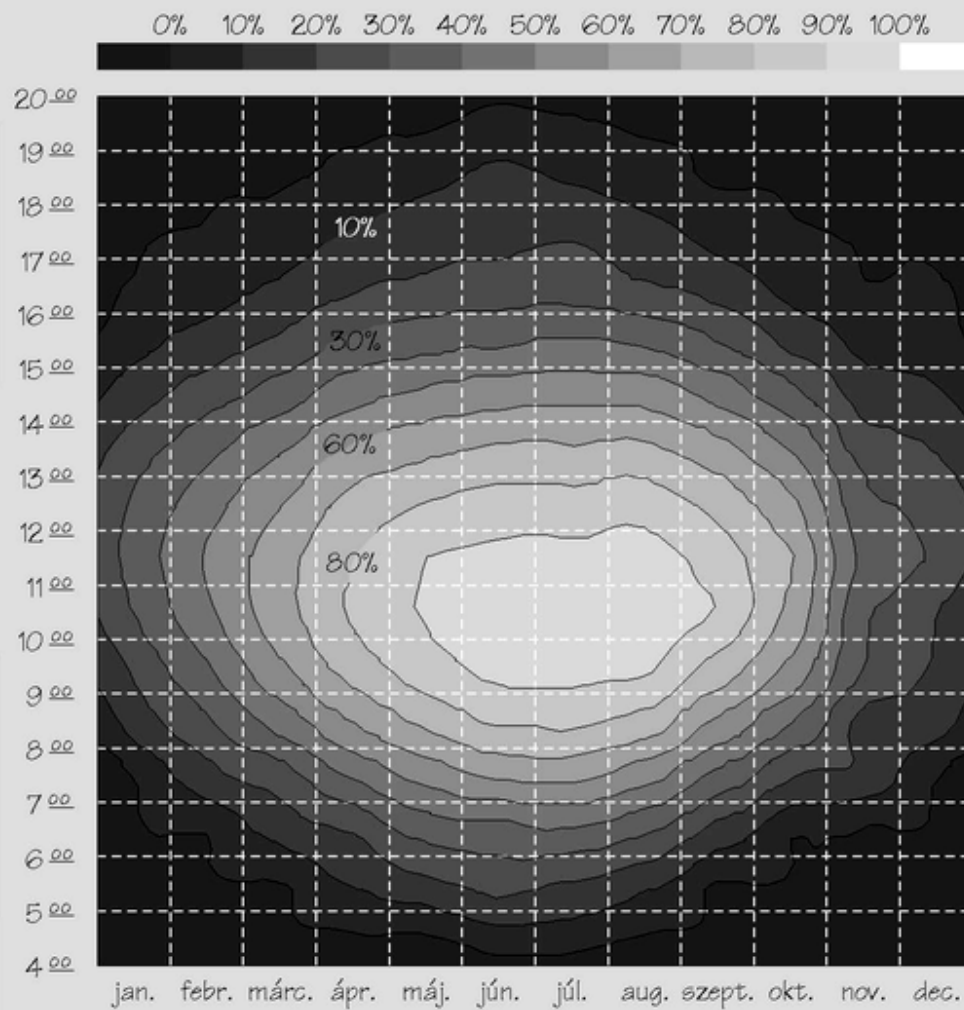
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,

β - dőlésű felületre

számított adatok

- Budapest -



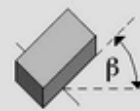
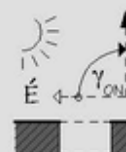
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

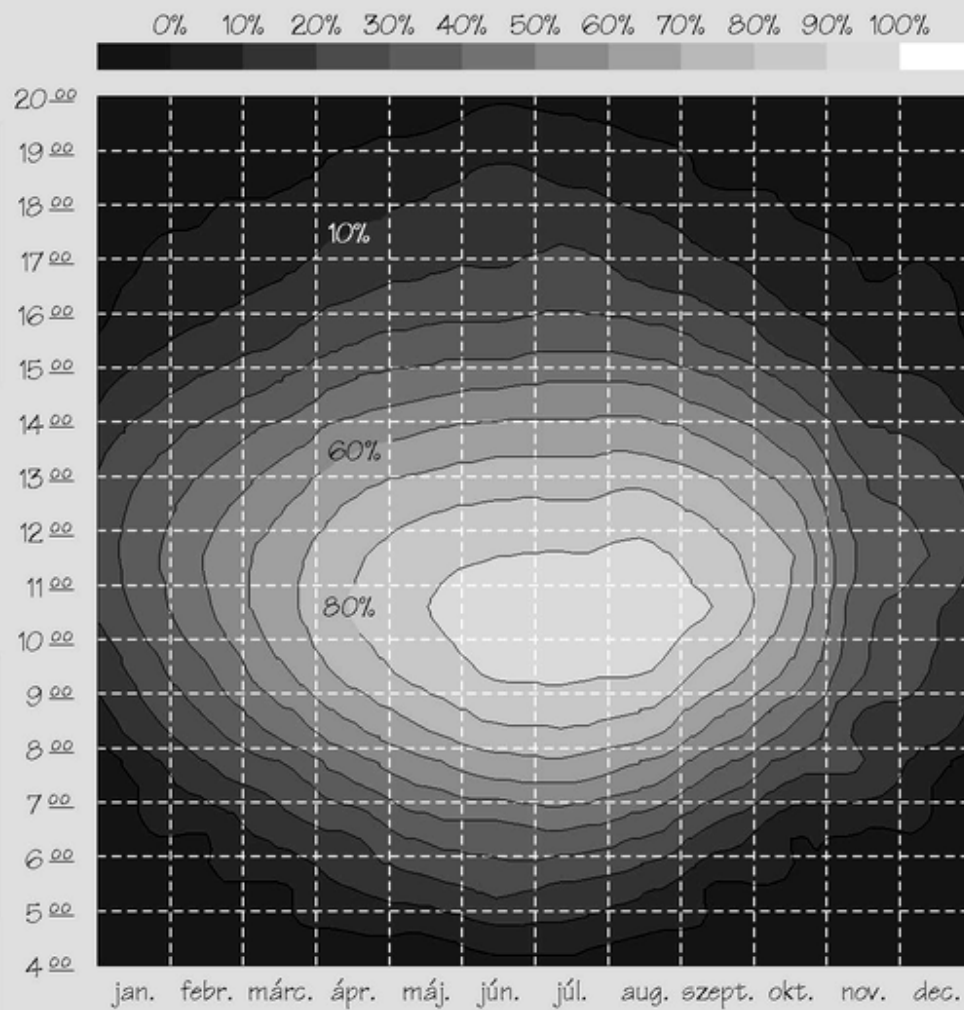


$$\gamma_{ON} : 135^\circ \quad \beta : 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



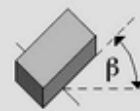
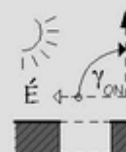
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

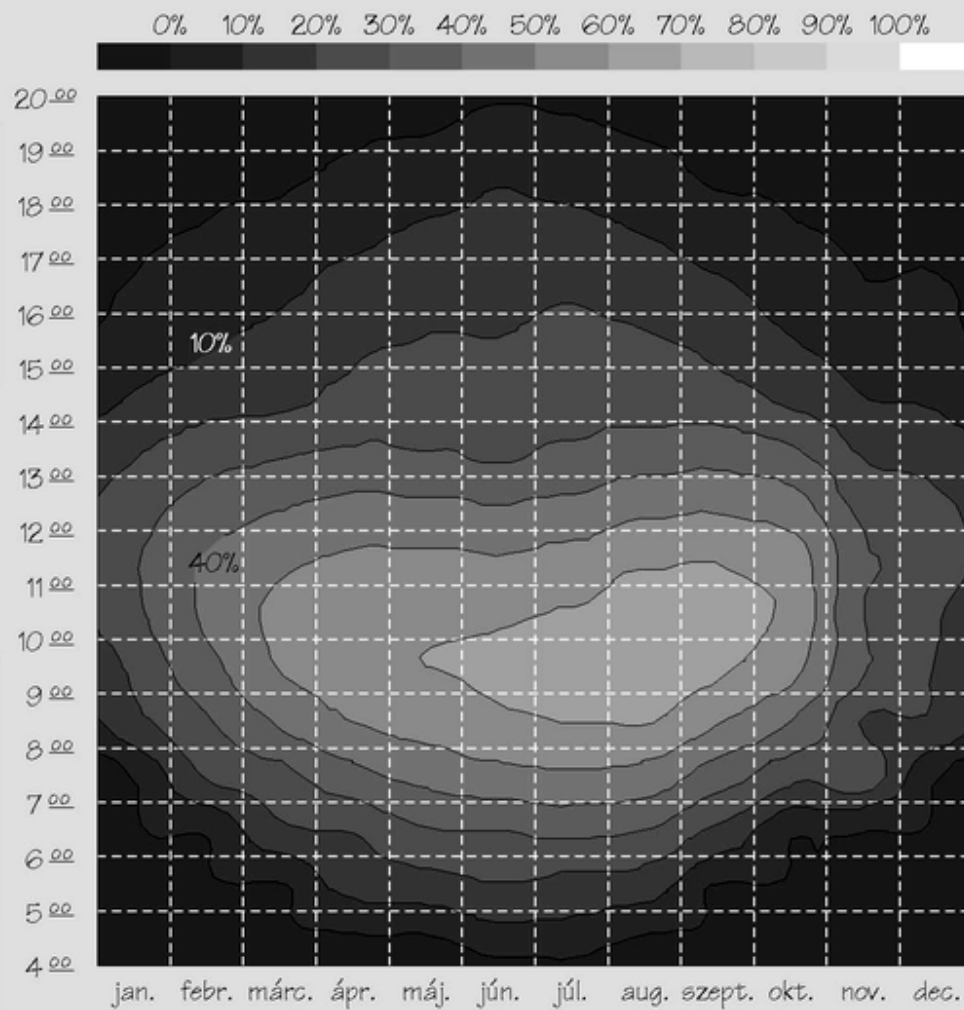


$$\gamma_{ON} : 135^\circ \quad \beta : 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



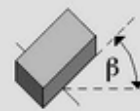
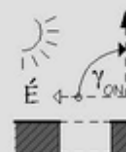
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



$$\gamma_{ON} : 135^\circ$$

$$\beta : 90^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

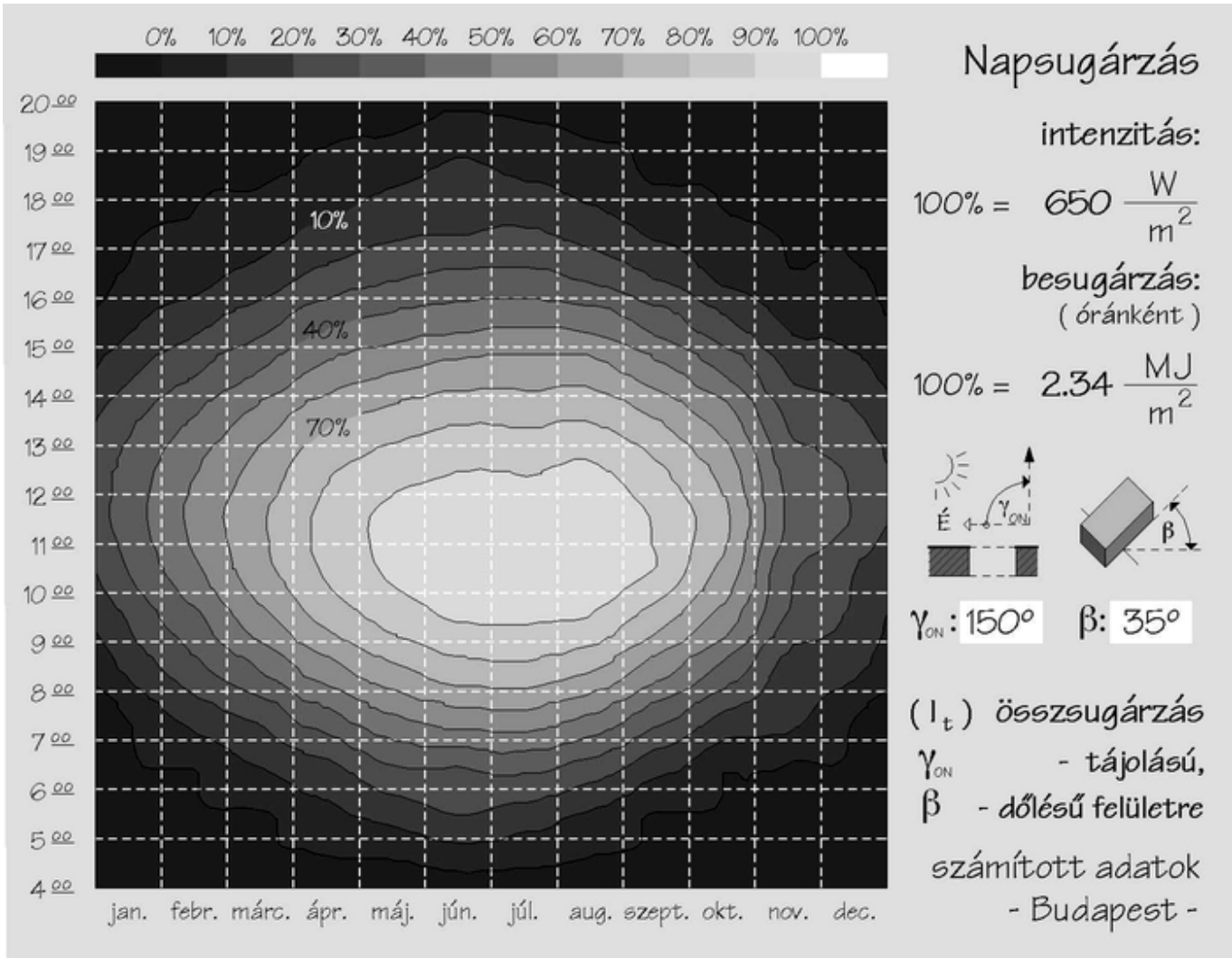
γ_{ON} - tájolású,

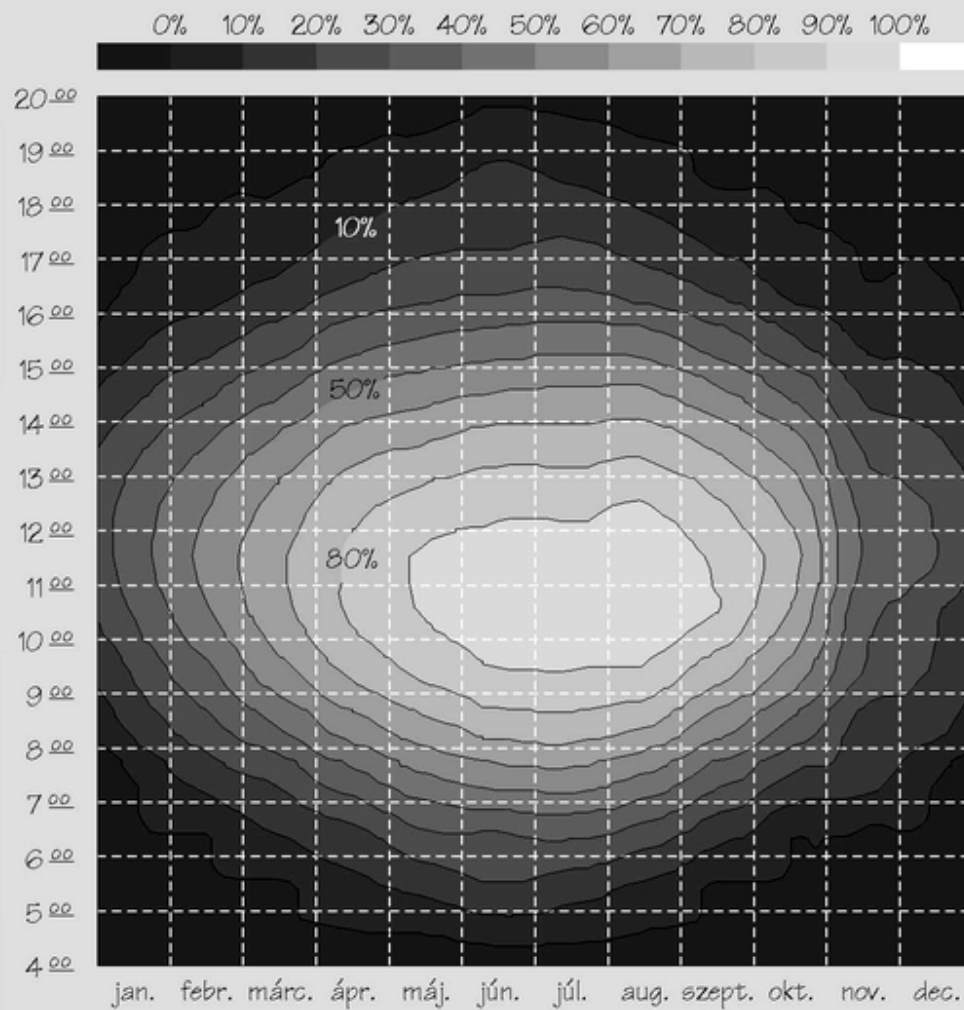
β - dőlésű felületre

számított adatok

- Budapest -

3.11. 150 fokos tájolású felület





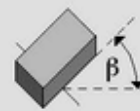
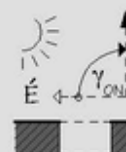
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

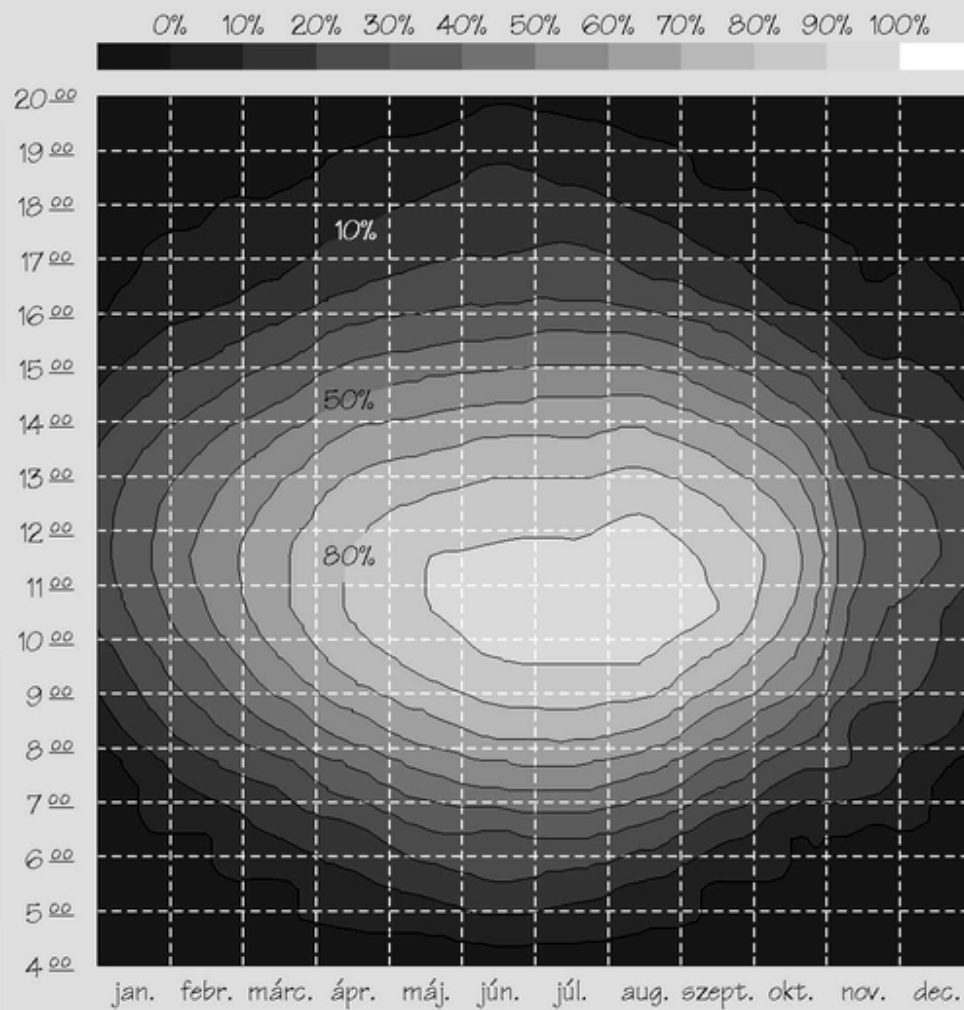


$$\gamma_{\text{ON}}: 150^\circ \quad \beta: 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



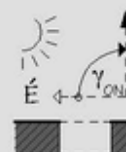
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

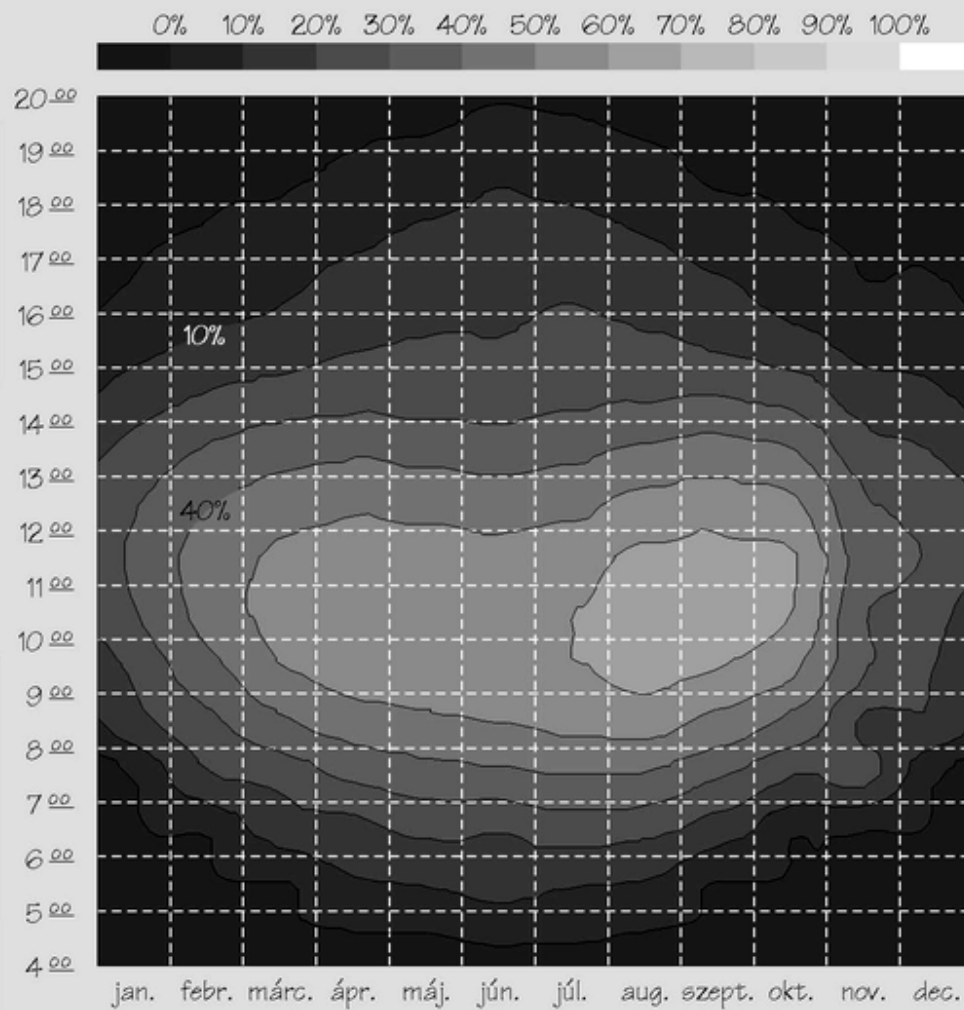


$$\gamma_{\text{ON}}: 150^\circ \quad \beta: 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



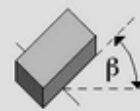
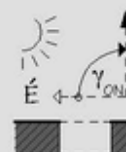
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{W}{m^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{MJ}{m^2}$$



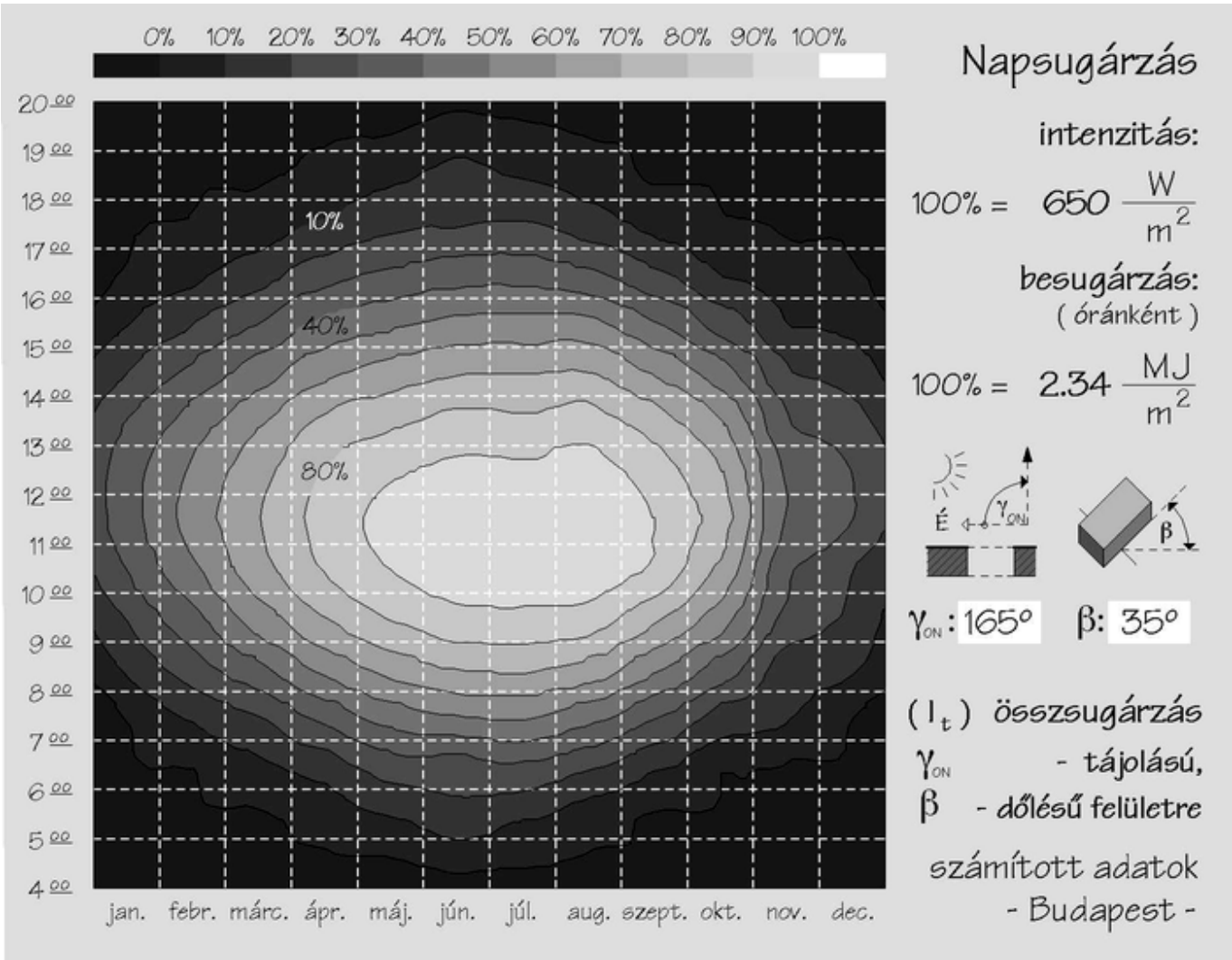
$$\gamma_{ON} : 150^\circ \quad \beta : 90^\circ$$

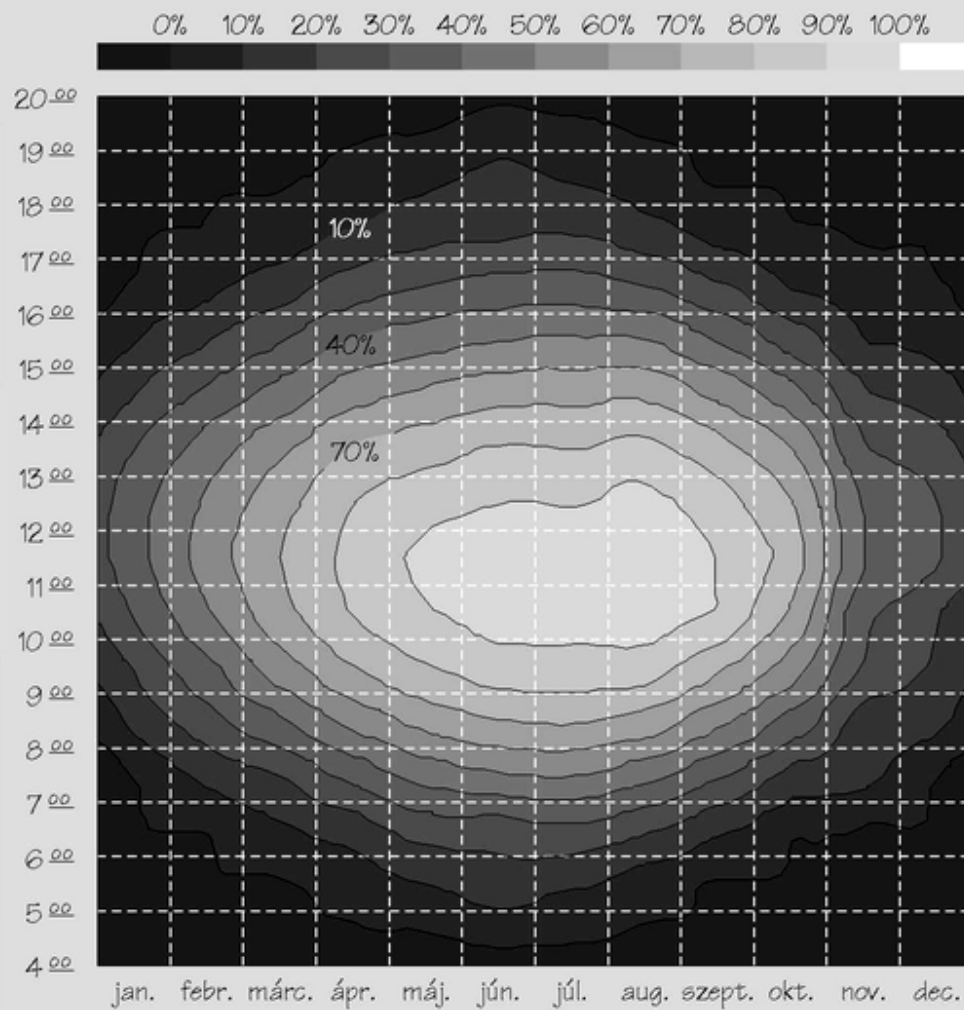
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -

3.12. 165 fokos tájolású felület





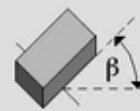
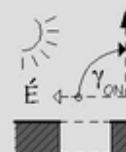
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

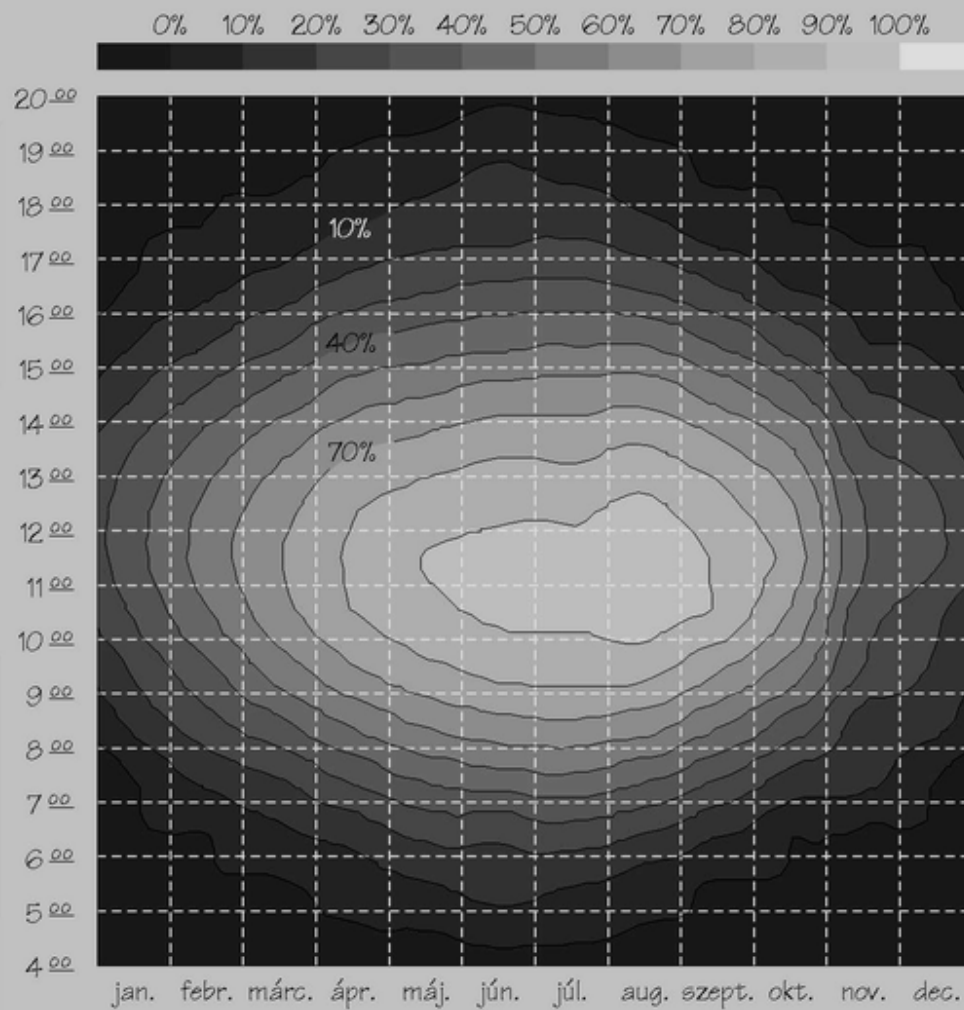


$$\gamma_{ON} : 165^\circ \quad \beta : 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



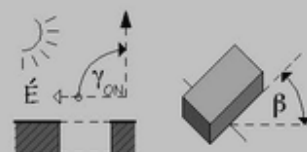
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

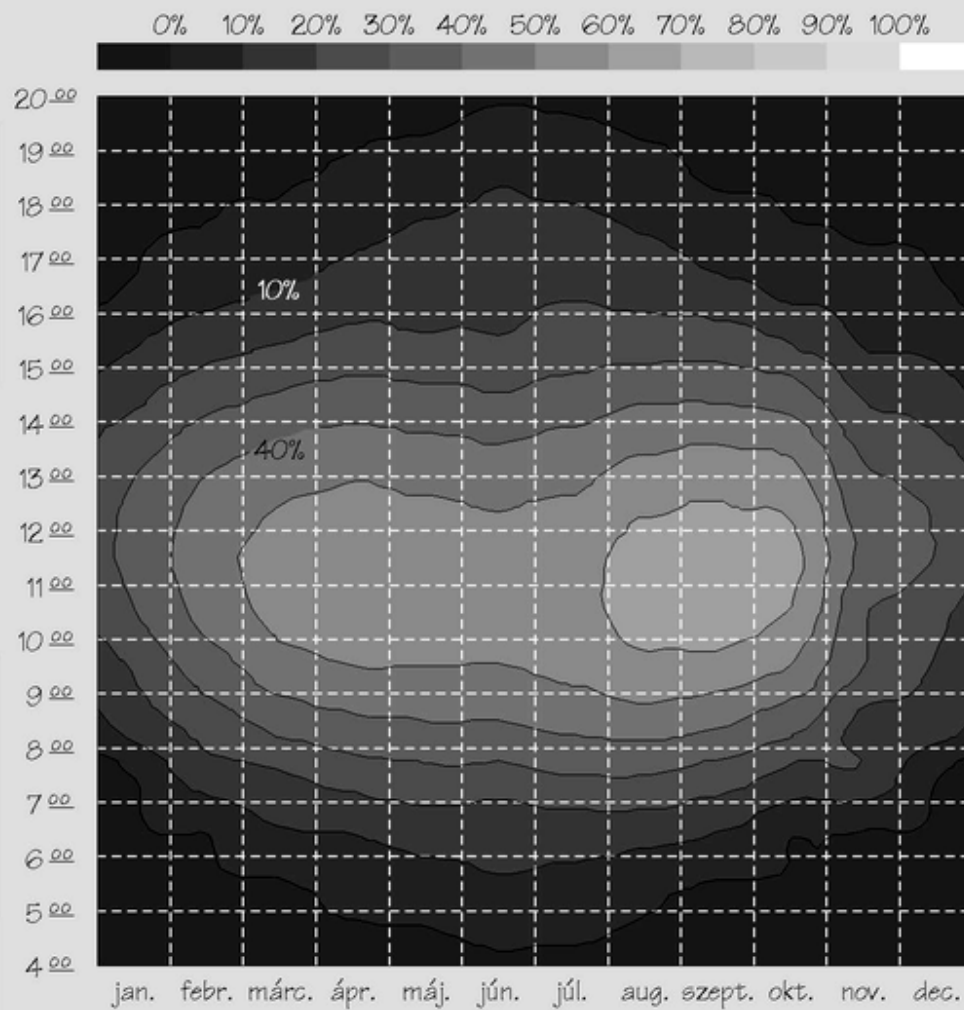


$$\gamma_{\text{ON}}: 165^\circ \quad \beta: 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



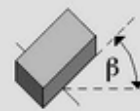
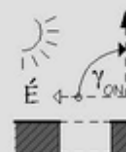
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



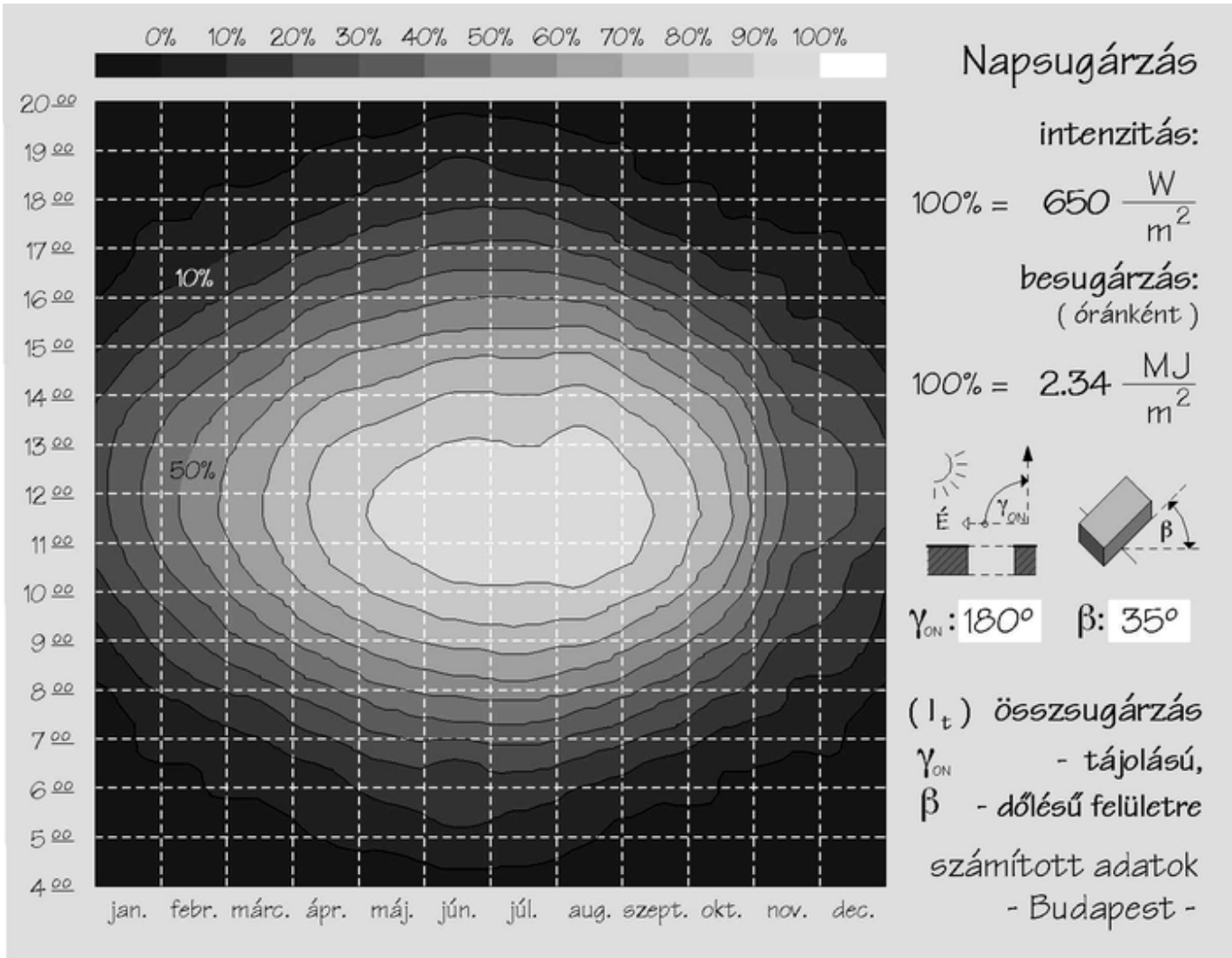
$$\gamma_{ON} : 165^\circ \quad \beta : 90^\circ$$

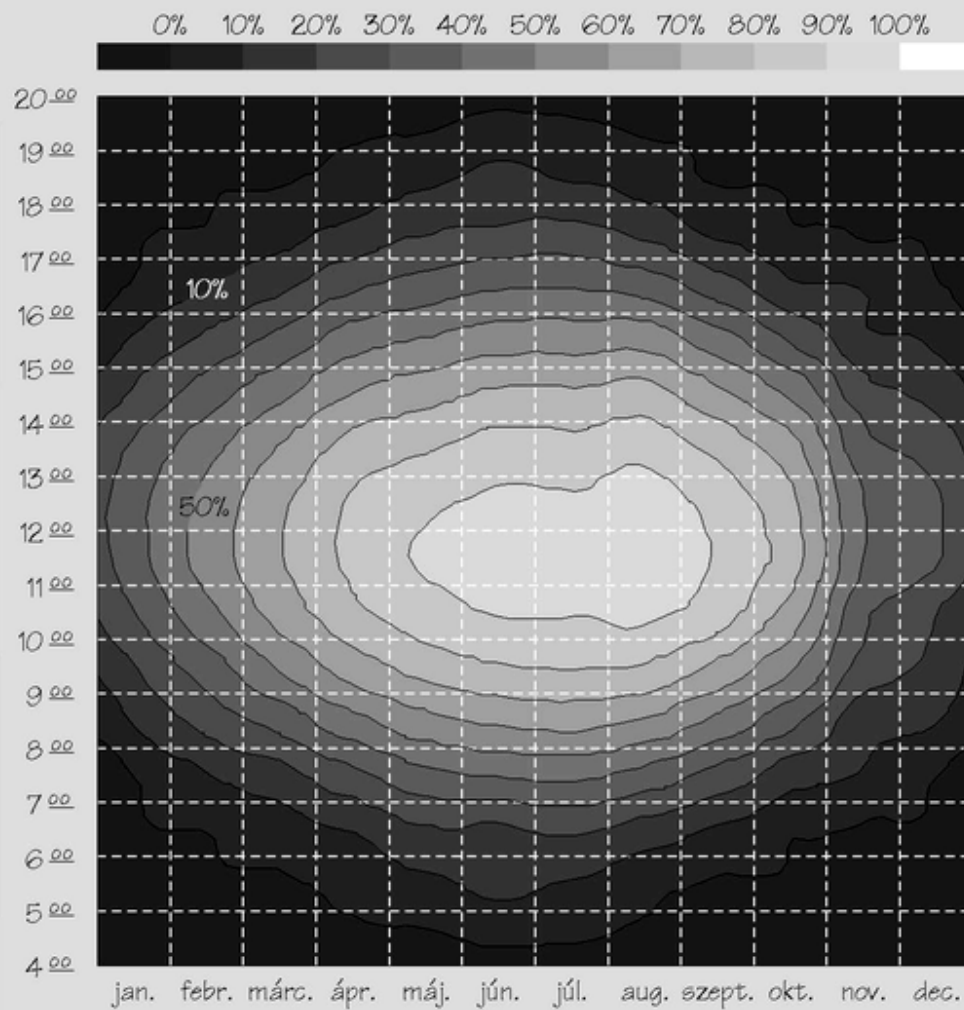
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -

3.13. 180 fokos tájolású felület





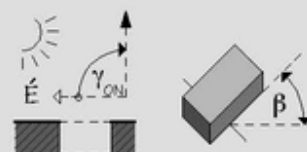
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

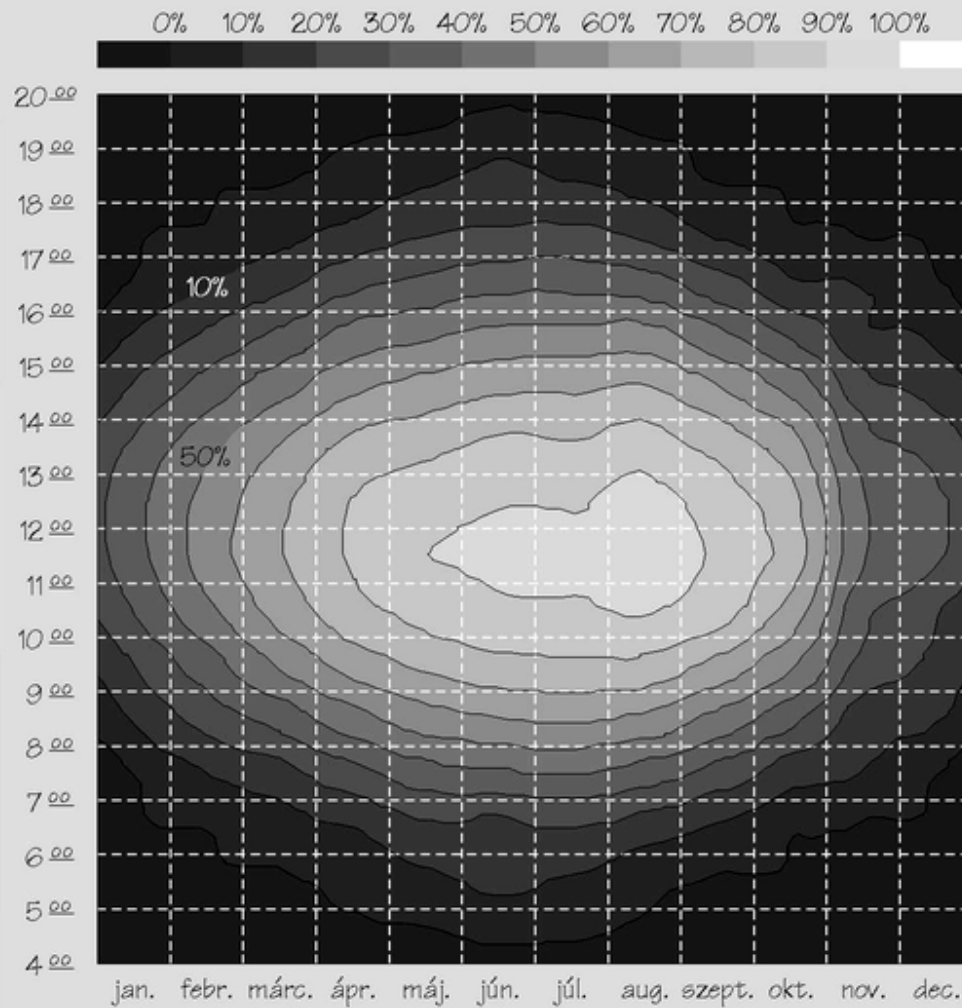


$$\gamma_{\text{ON}}: 180^\circ \quad \beta: 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



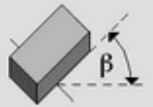
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



$$\gamma_{ON} : 180^\circ$$

$$\beta : 45^\circ$$

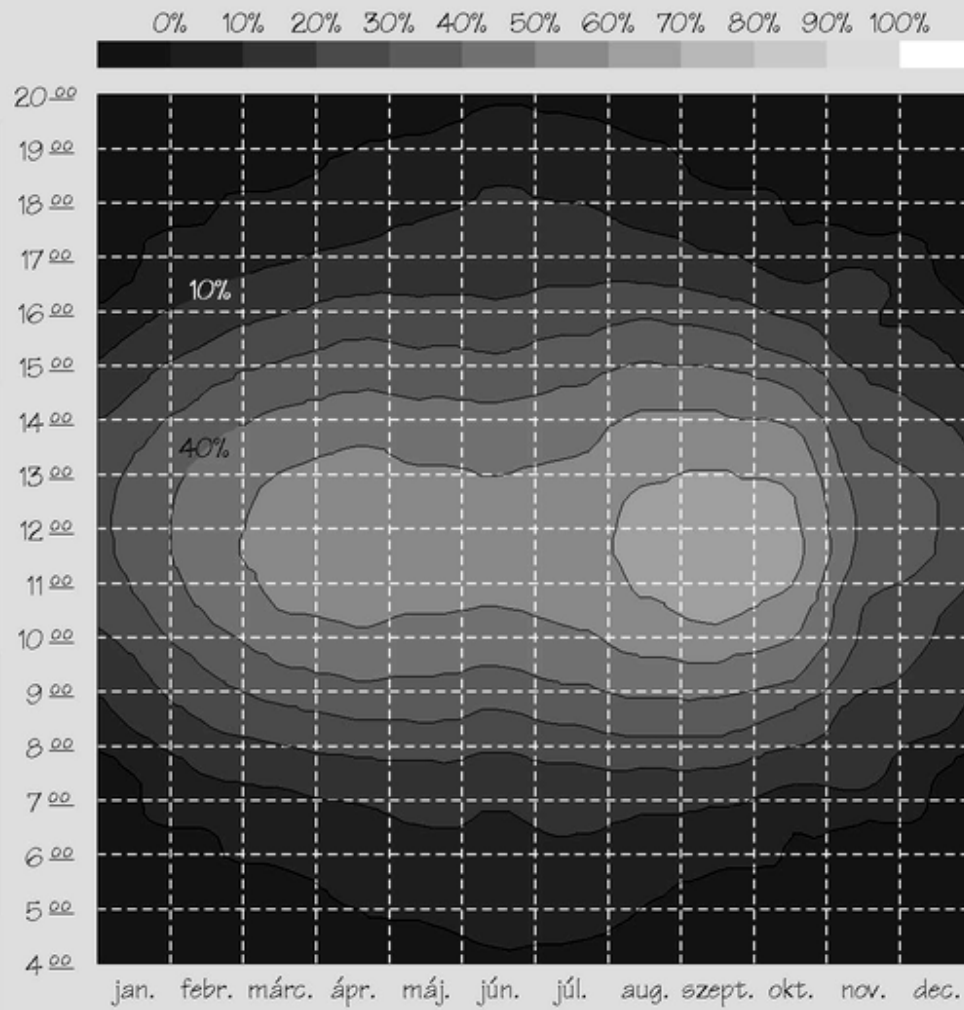
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,

β - dőlésű felületre

számított adatok

- Budapest -



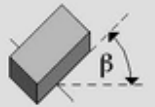
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{W}{m^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{MJ}{m^2}$$



$$\gamma_{ON} : 180^\circ$$

$$\beta : 90^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

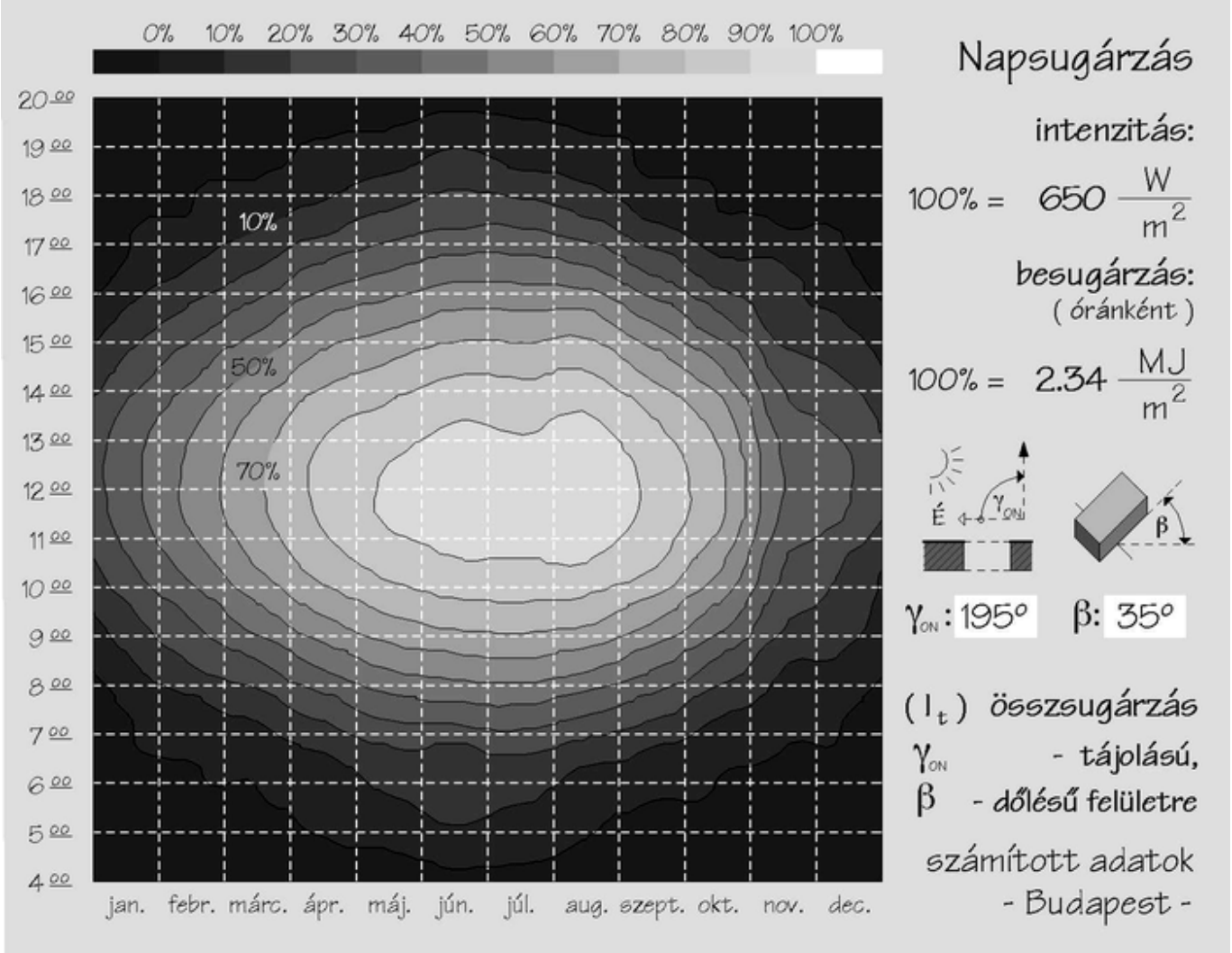
γ_{ON} - tájolású,

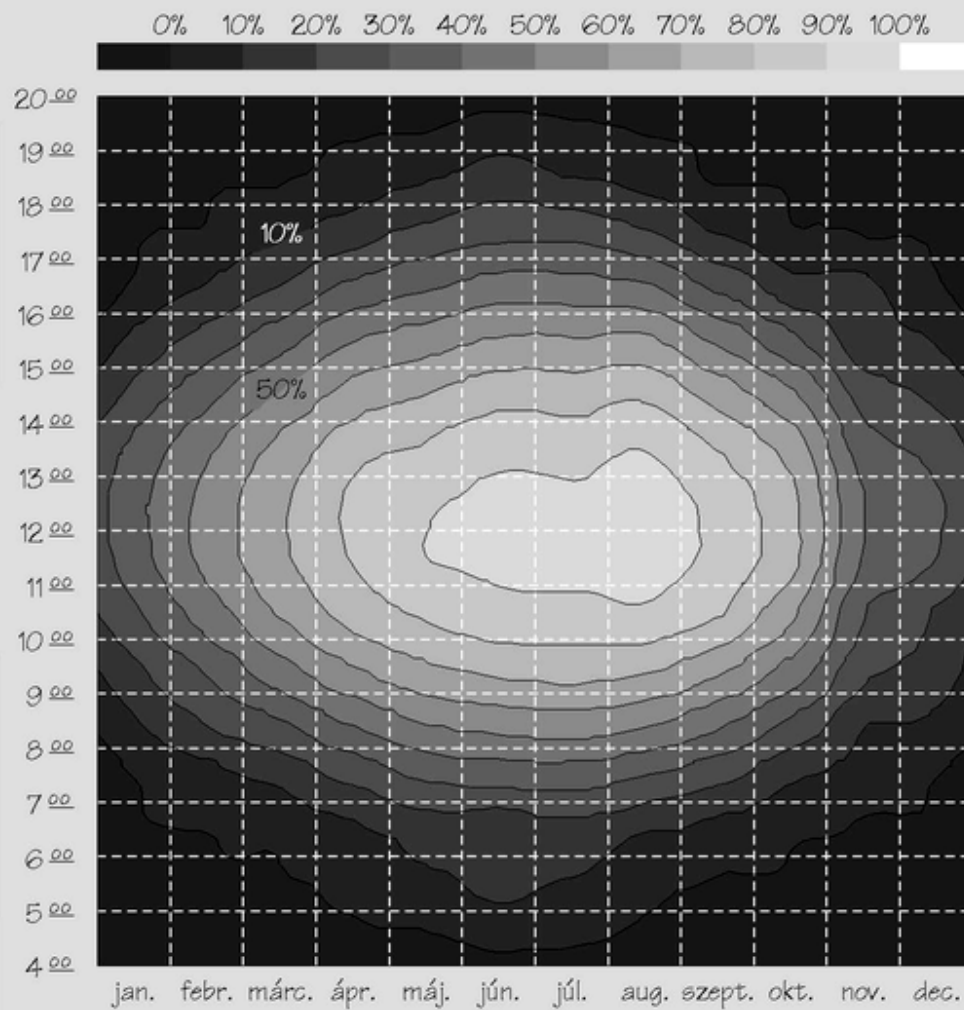
β - dőlésű felületre

számított adatok

- Budapest -

3.14. 195 fokos tájolású felület





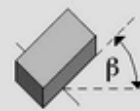
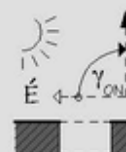
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

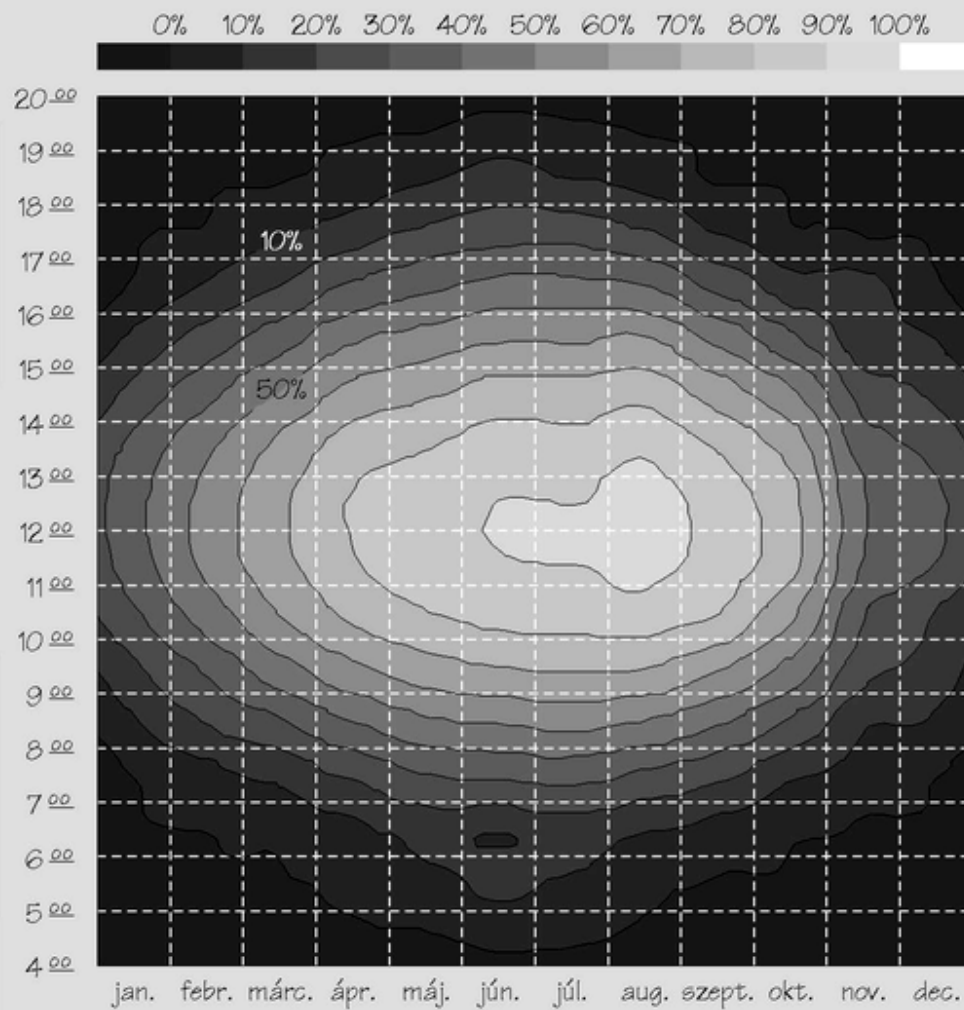


$$\gamma_{ON} : 195^\circ \quad \beta : 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



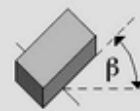
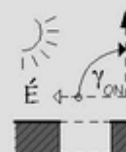
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

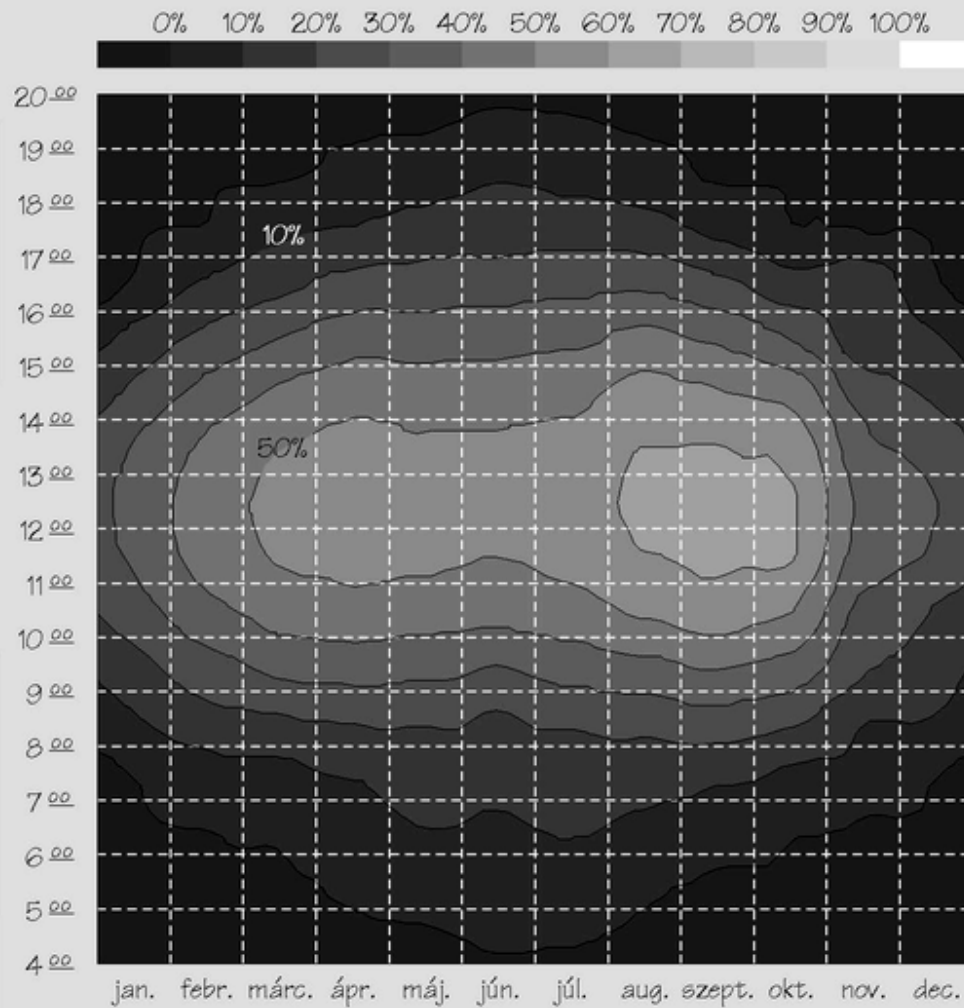


$$\gamma_{ON} : 195^\circ \quad \beta : 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



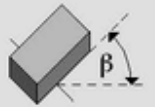
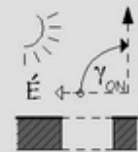
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



$$\gamma_{\text{ON}}: 195^\circ$$

$$\beta: 90^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

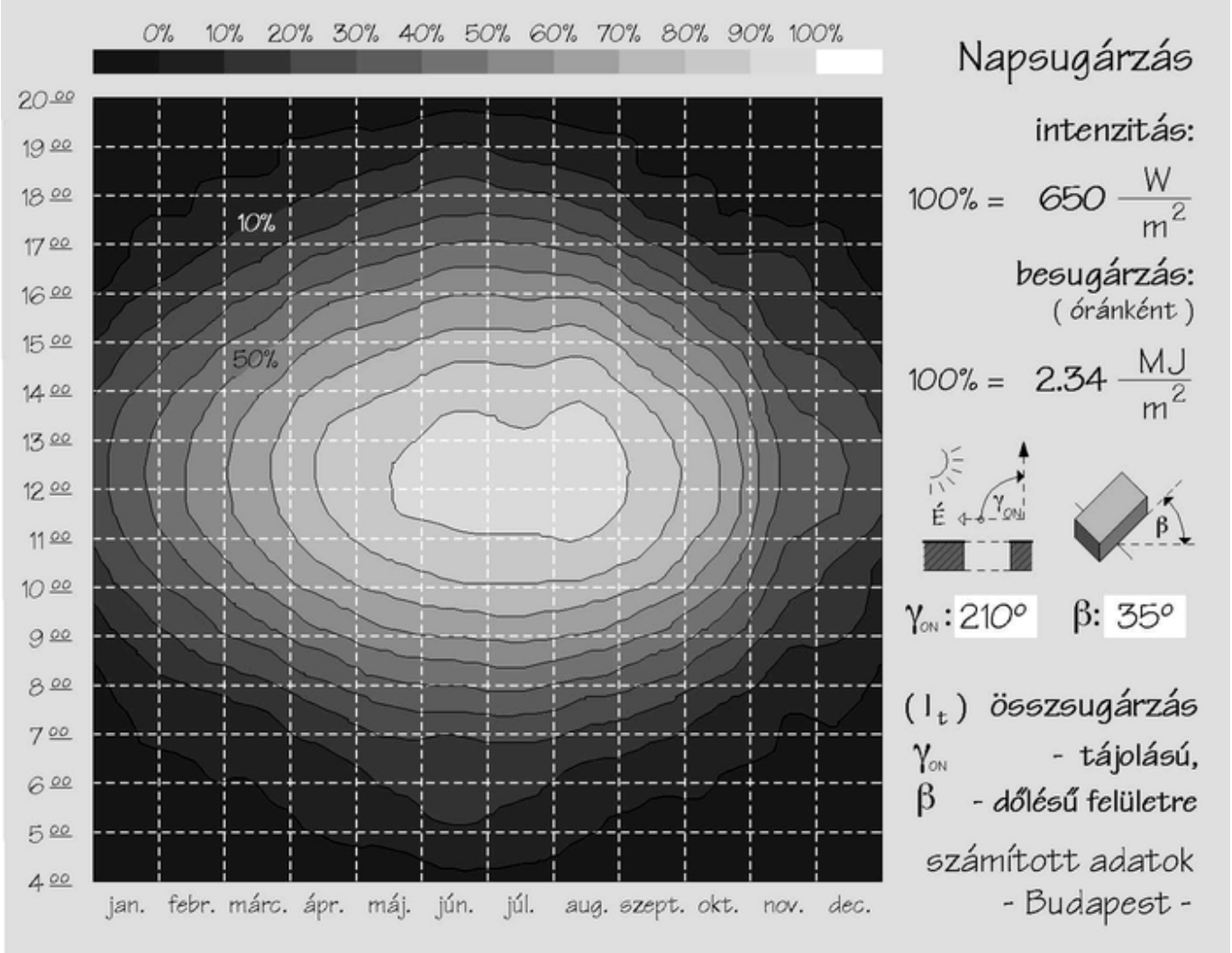
γ_{ON} - tájolású,

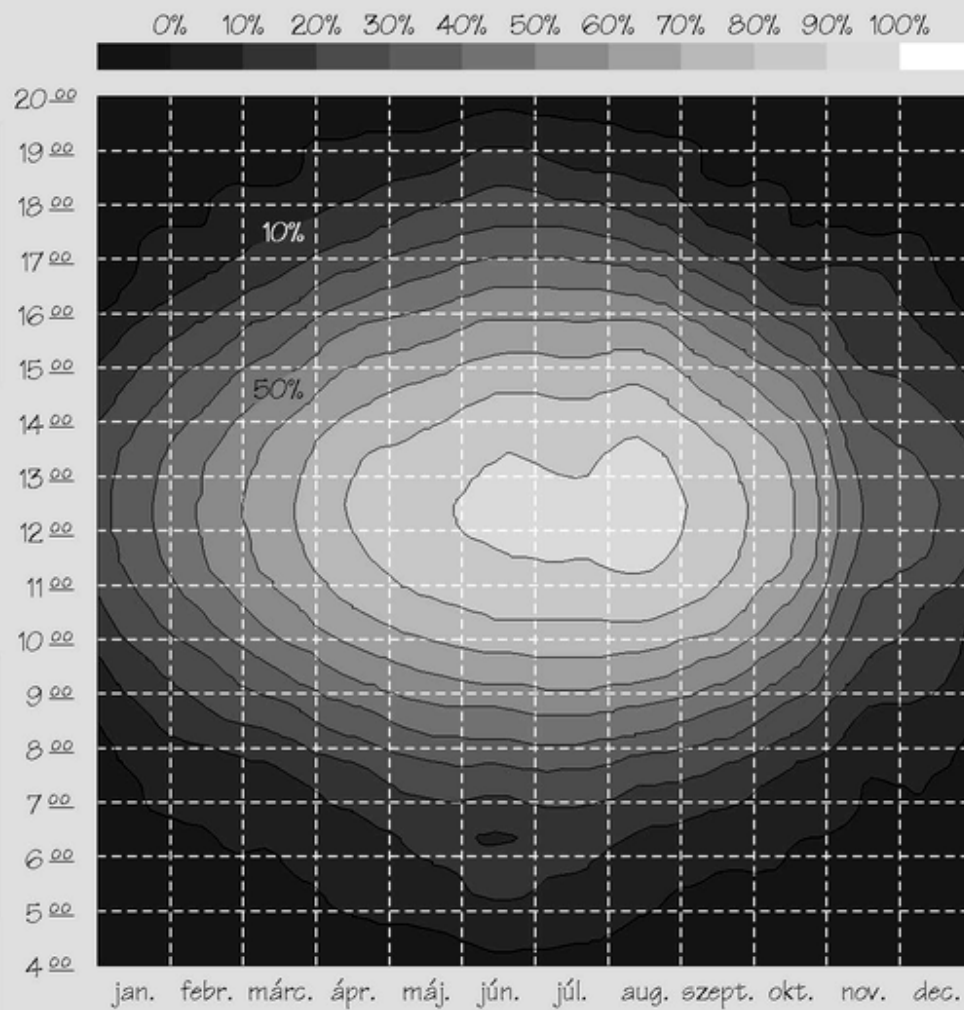
β - dőlésű felületre

számított adatok

- Budapest -

3.15. 210 fokos tájolású felület





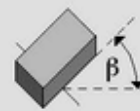
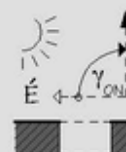
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

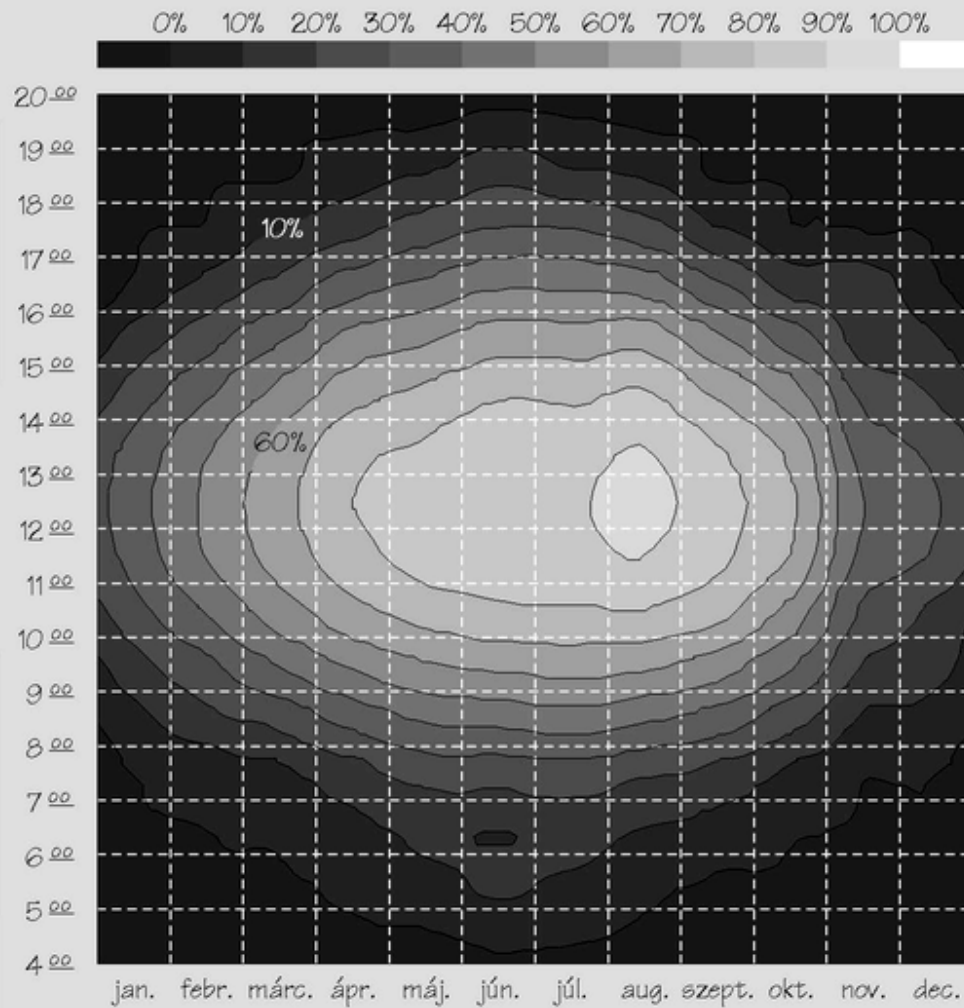


$$\gamma_{\text{ON}}: 210^\circ \quad \beta: 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



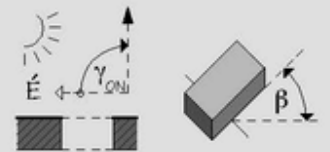
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

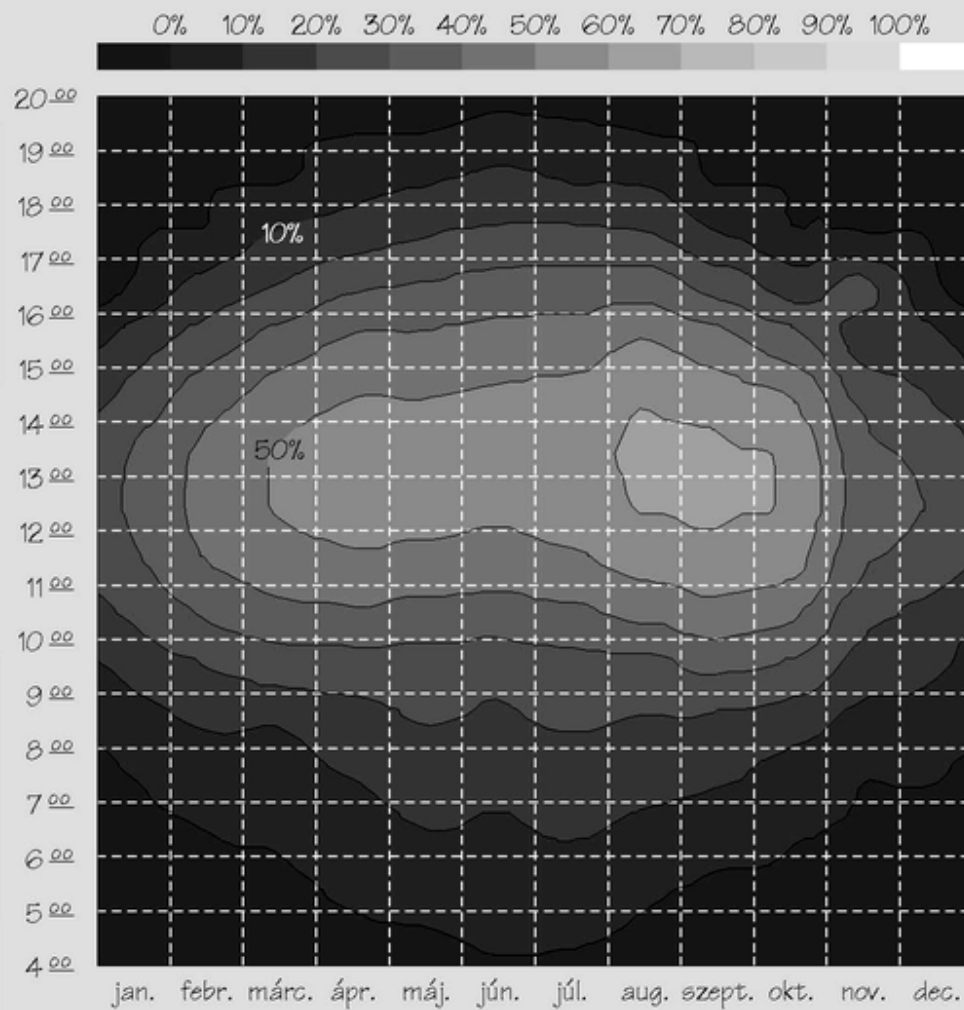


$$\gamma_{\text{ON}}: 210^\circ \quad \beta: 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



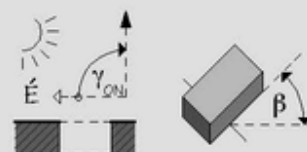
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



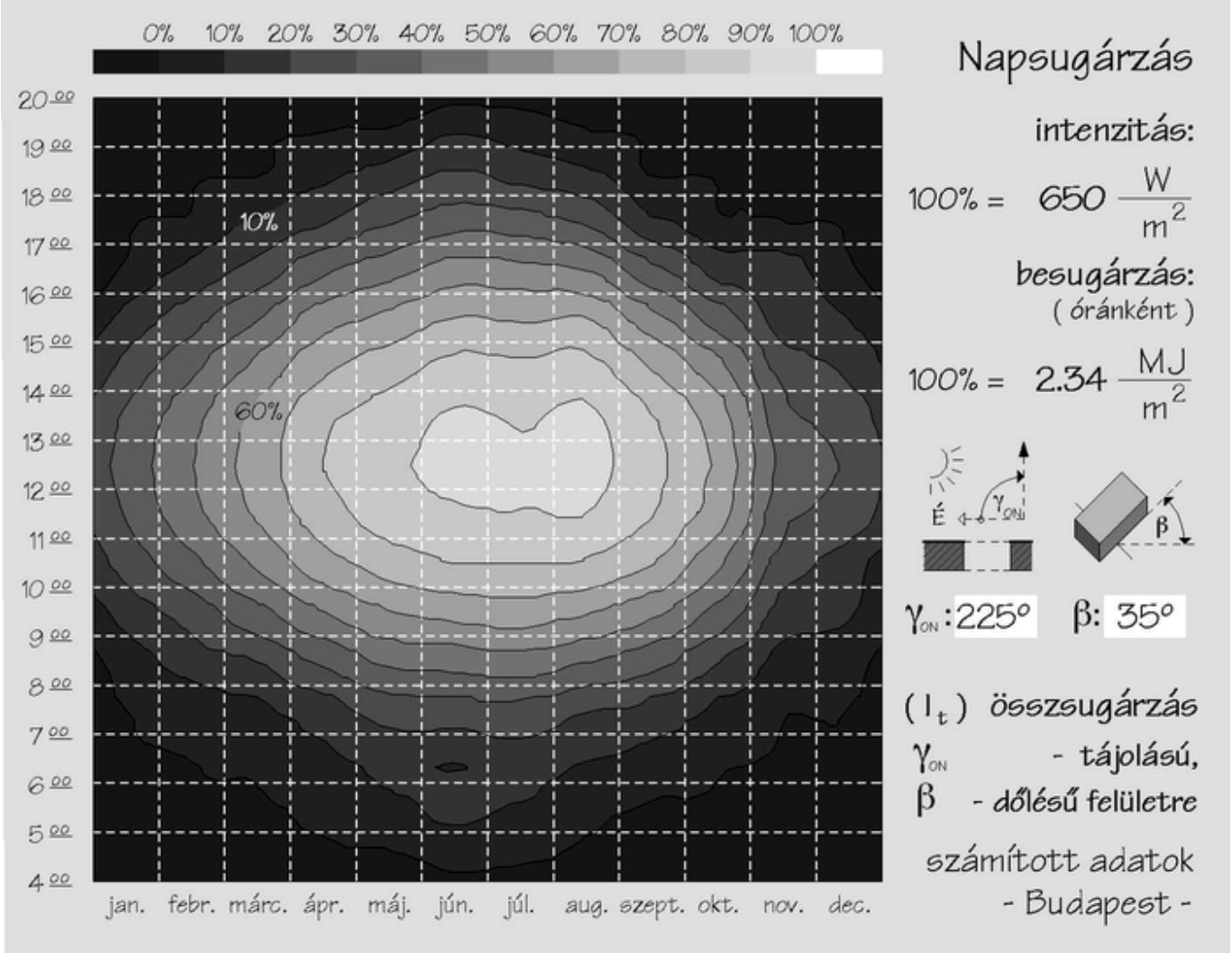
$$\gamma_{ON} : 210^\circ \quad \beta : 90^\circ$$

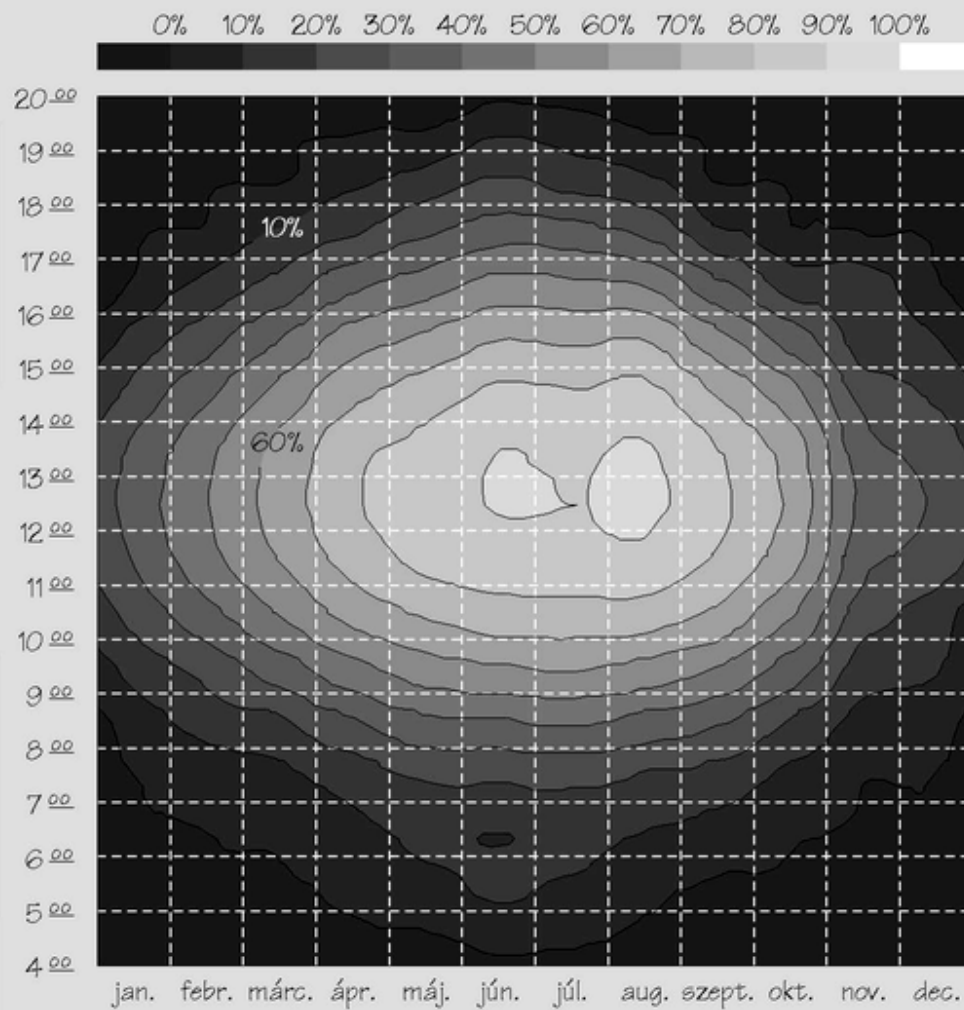
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -

3.16. 225 fokos tájolású felület





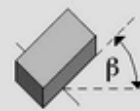
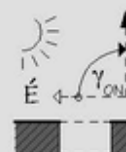
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{W}{m^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{MJ}{m^2}$$

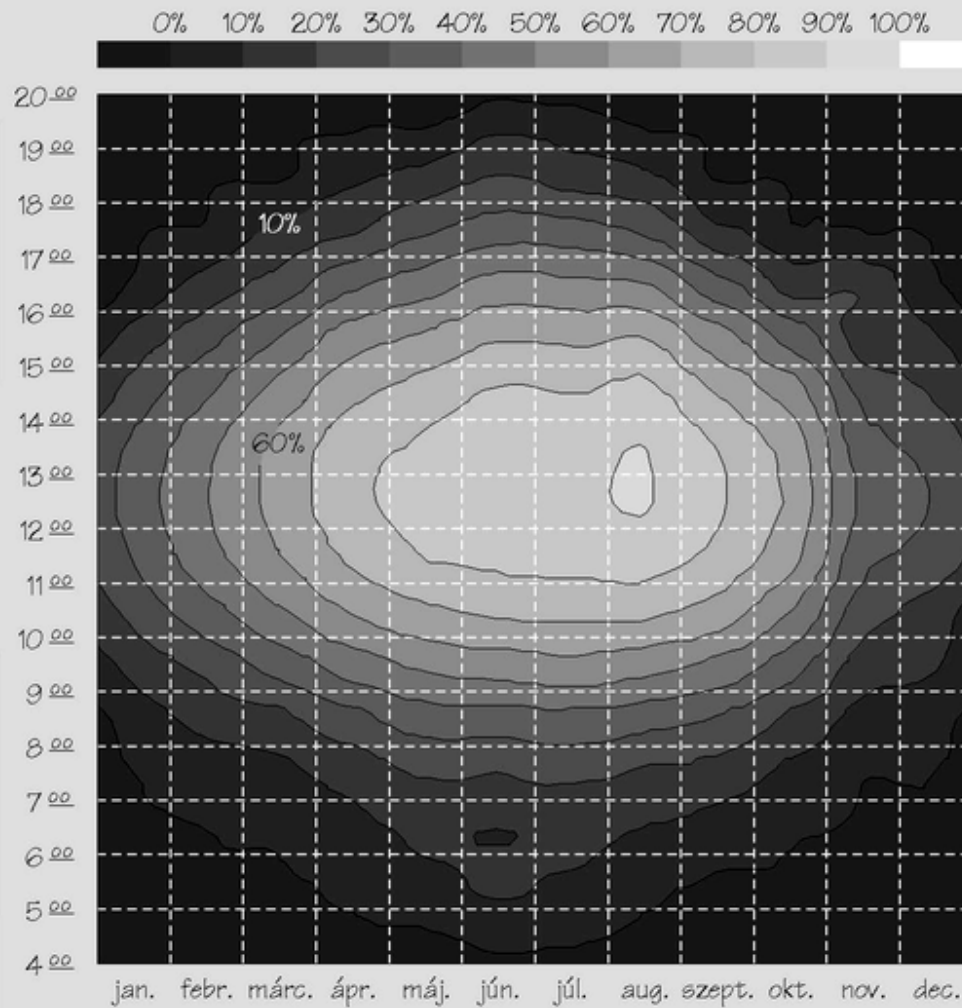


$$\gamma_{ON}: 225^\circ \quad \beta: 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



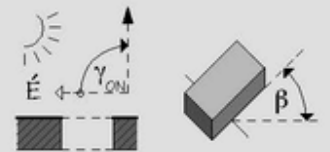
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



$$\gamma_{ON} : 225^\circ \quad \beta : 45^\circ$$

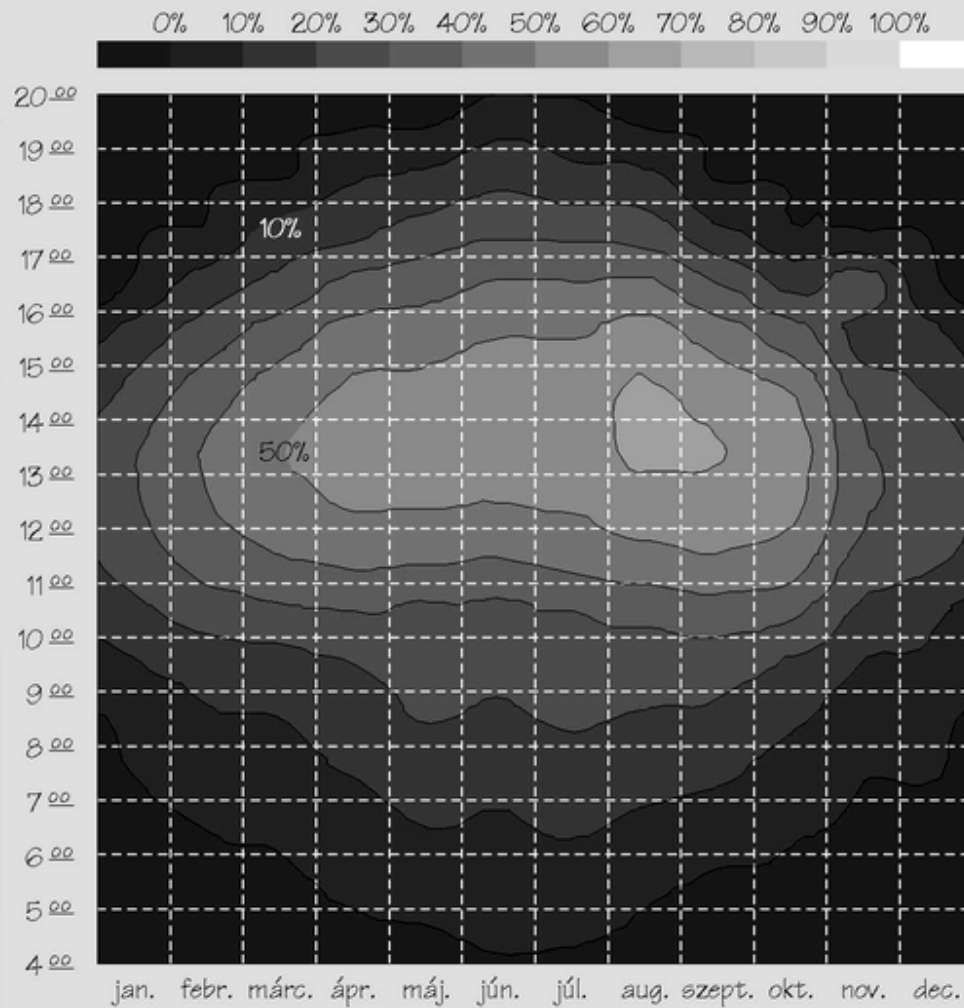
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,

β - dőlésű felületre

számított adatok

- Budapest -



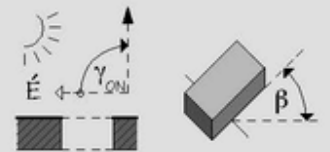
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{W}{m^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{MJ}{m^2}$$



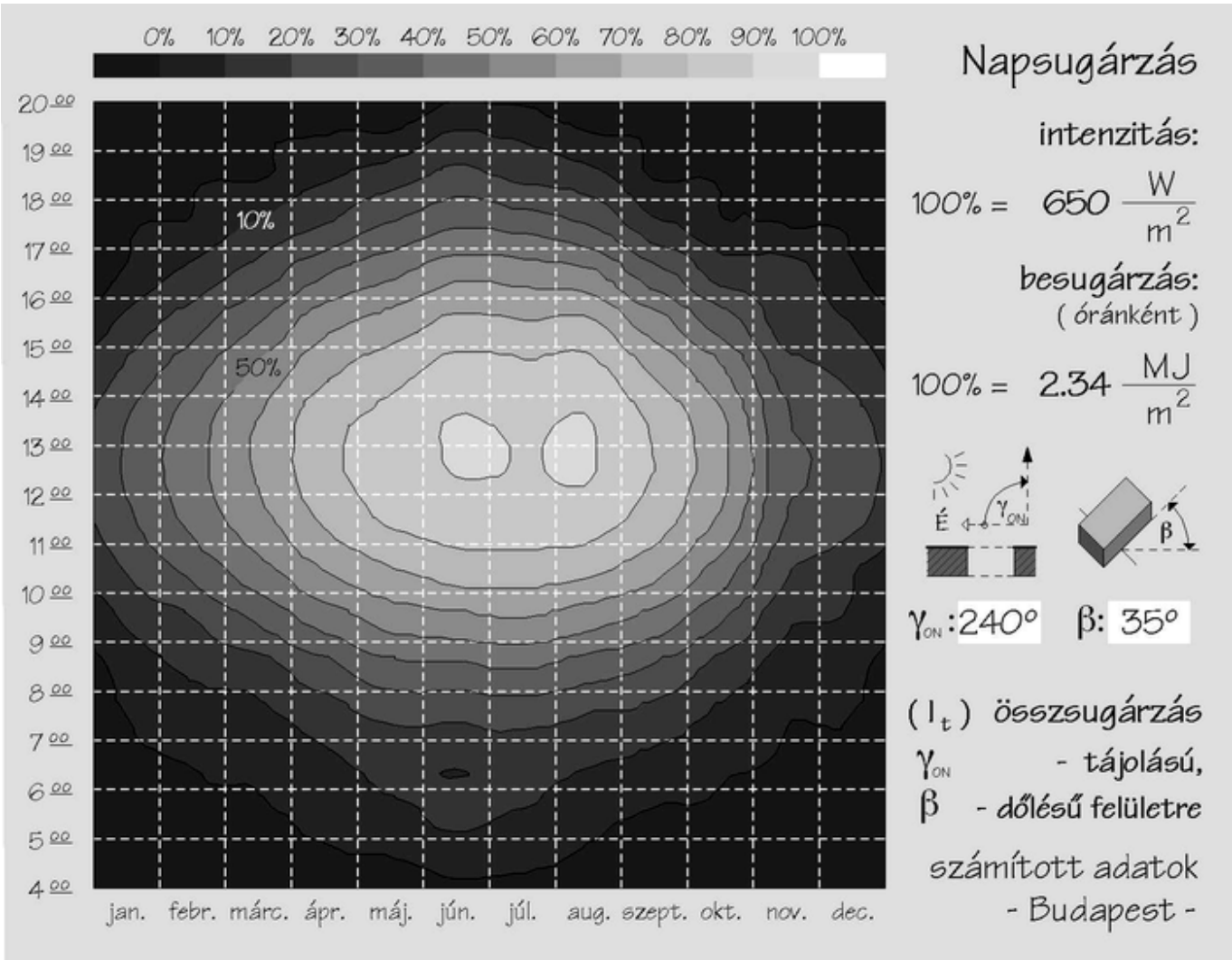
$$\gamma_{ON} : 225^\circ \quad \beta : 90^\circ$$

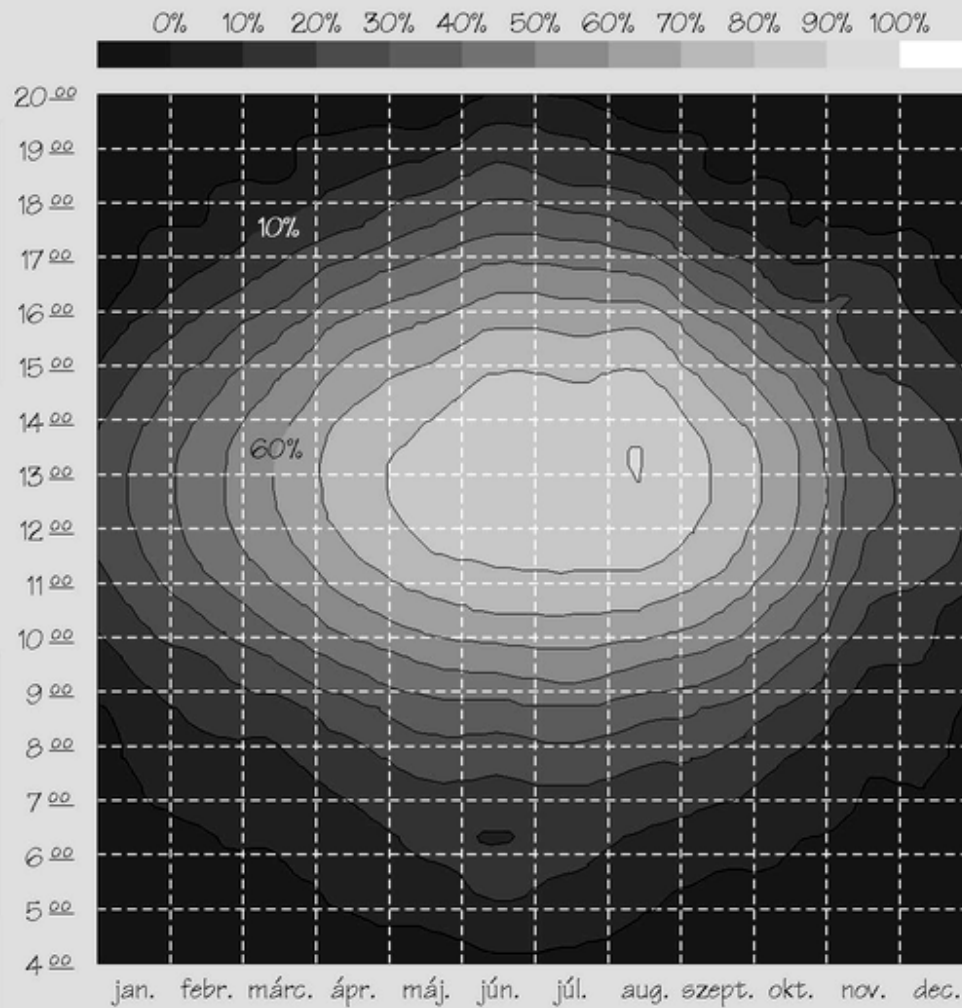
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -

3.17. 240 fokos tájolású felület





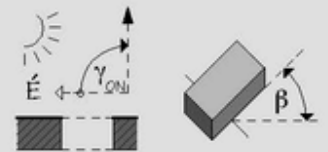
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

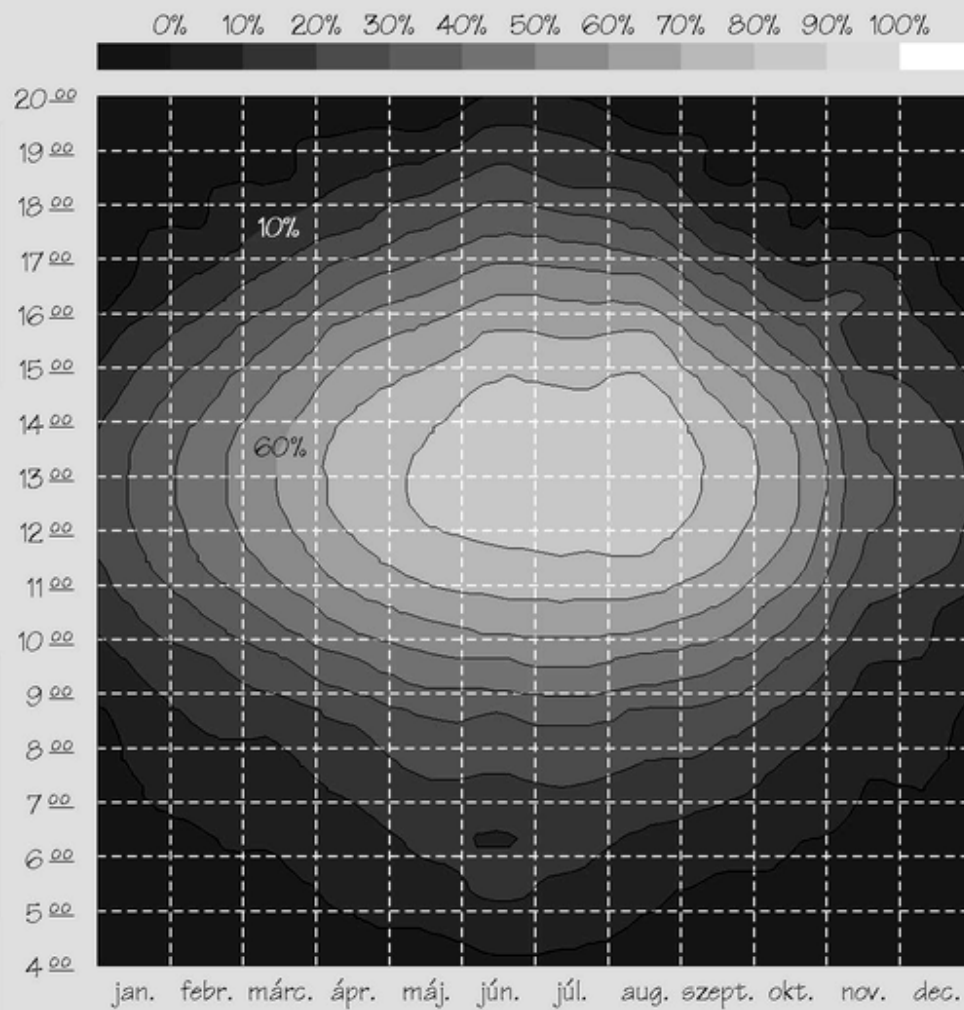


$$\gamma_{ON} : 240^\circ \quad \beta : 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



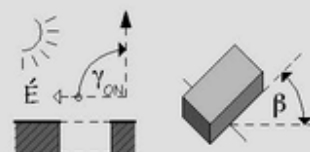
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

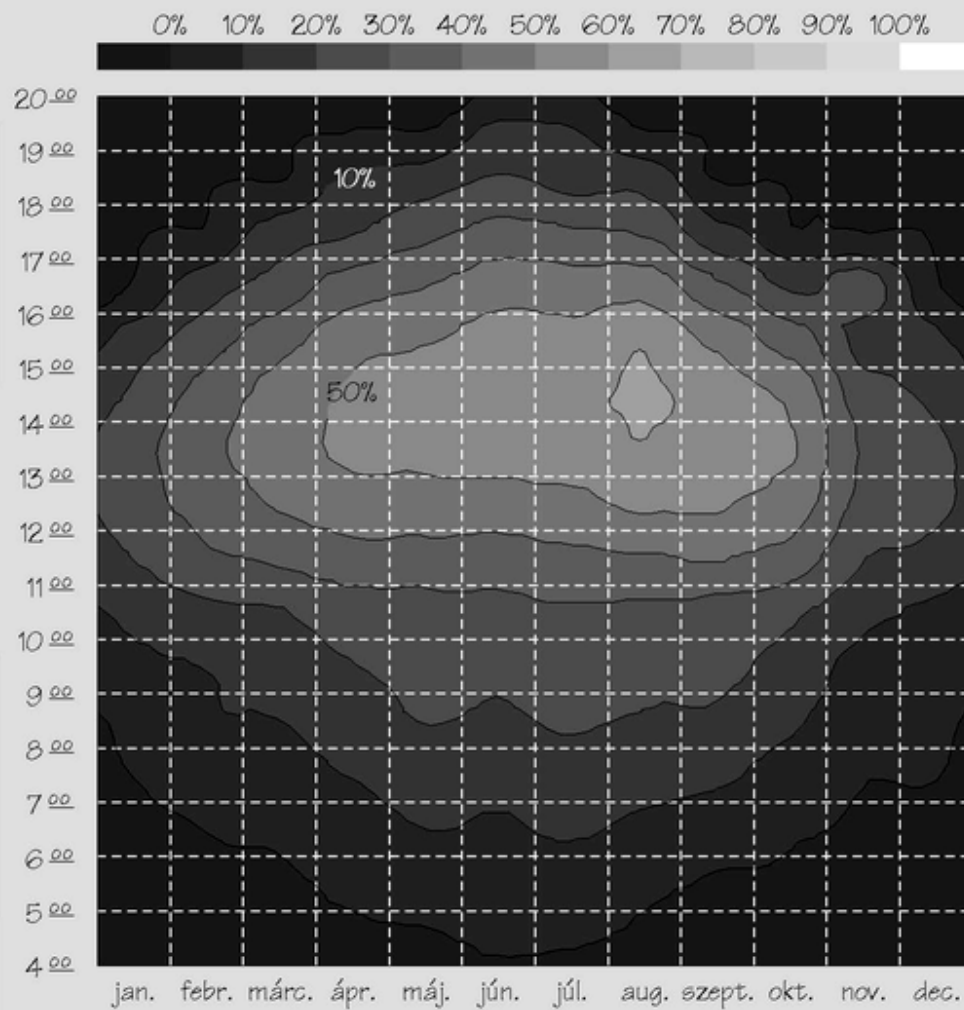


$$\gamma_{ON}: 240^\circ \quad \beta: 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



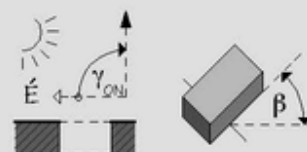
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



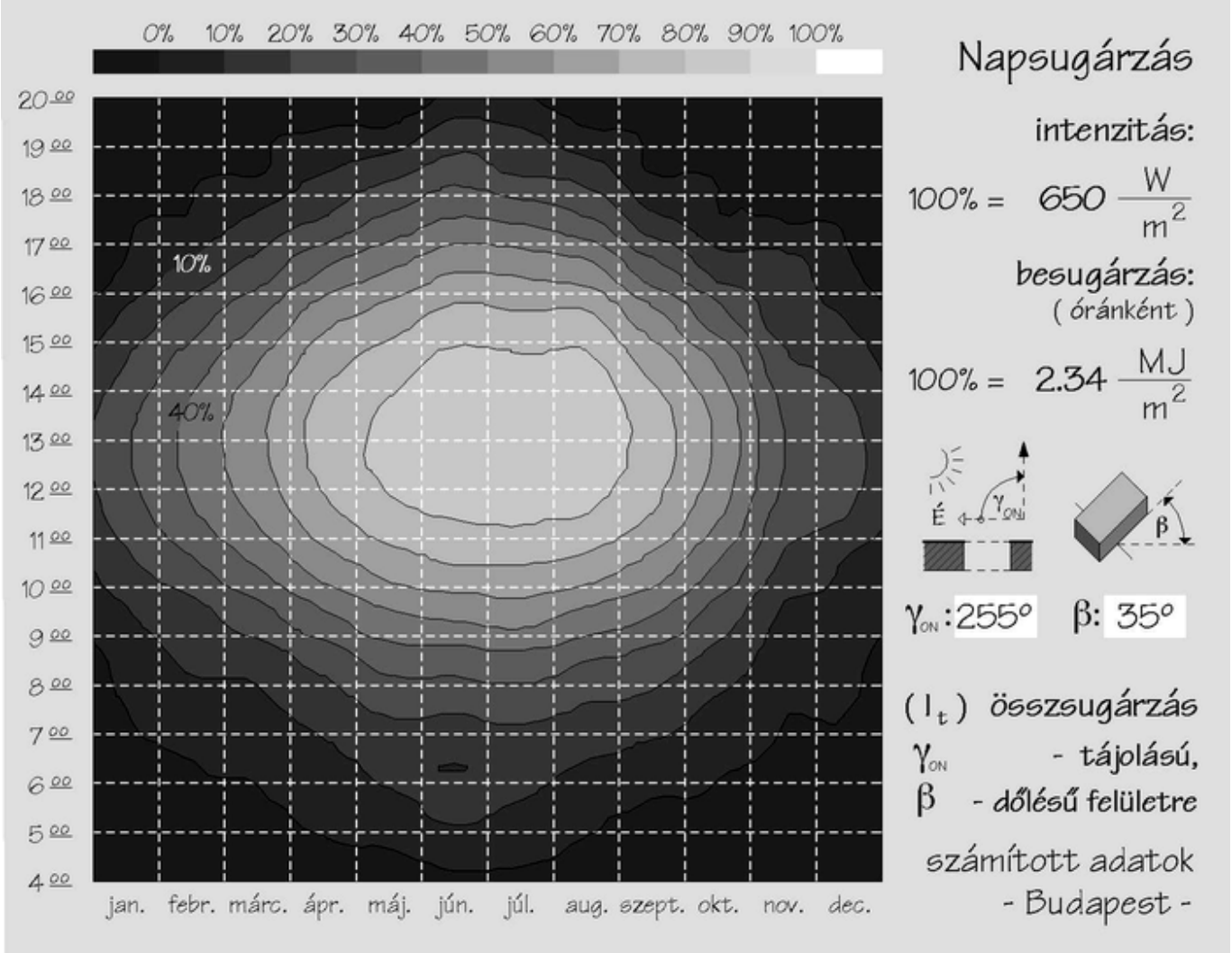
$$\gamma_{\text{ON}}: 240^\circ \quad \beta: 90^\circ$$

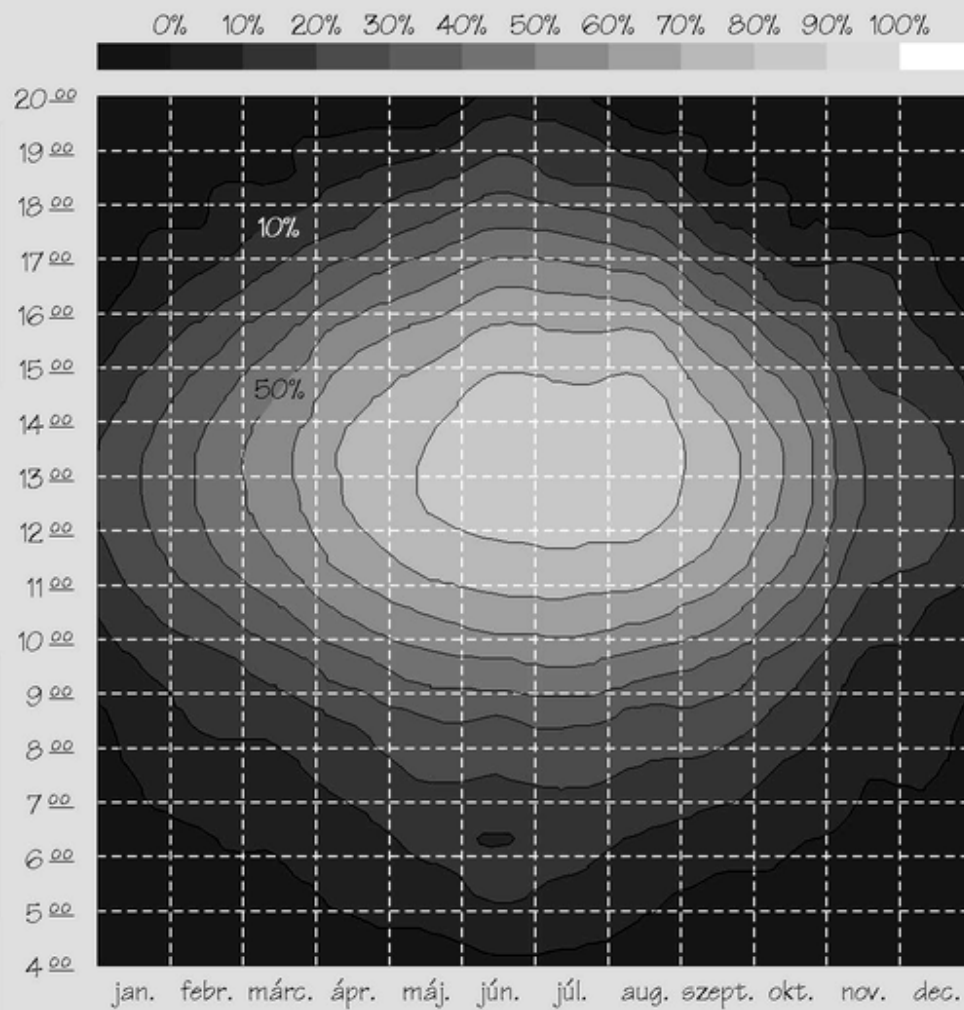
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -

3.18. 255 fokos tájolású felület





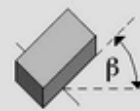
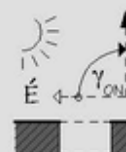
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

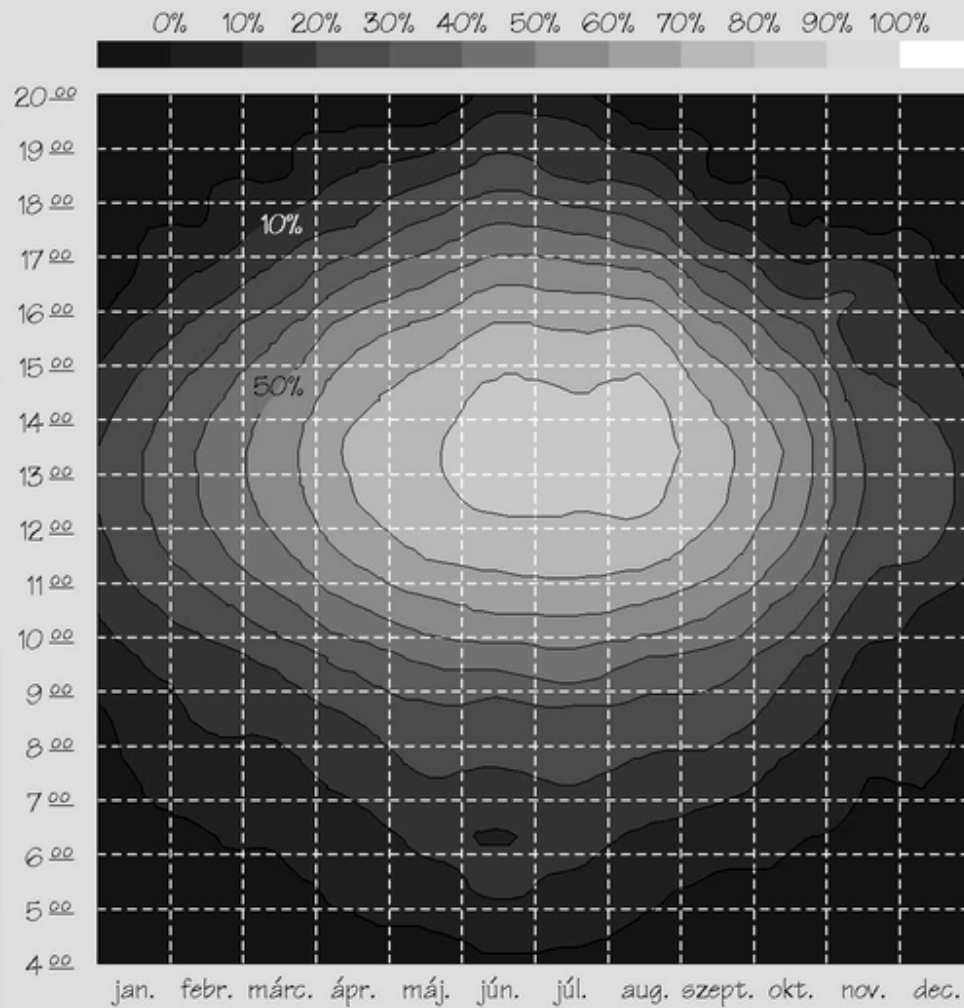


$$\gamma_{\text{ON}}: 255^\circ \quad \beta: 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



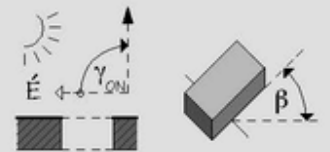
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

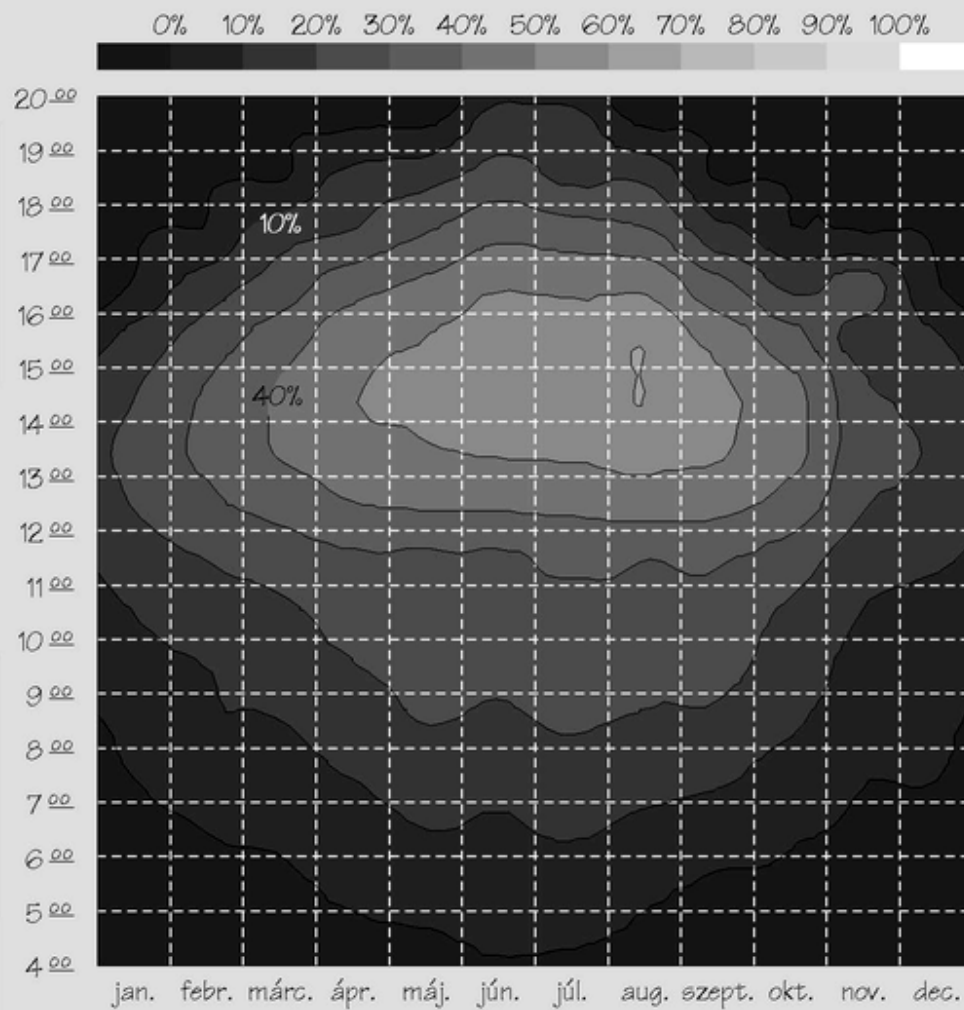


$$\gamma_{ON}: 255^\circ \quad \beta: 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



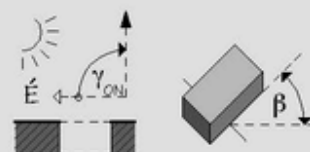
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



$$\gamma_{\text{ON}}: 255^\circ \quad \beta: 90^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

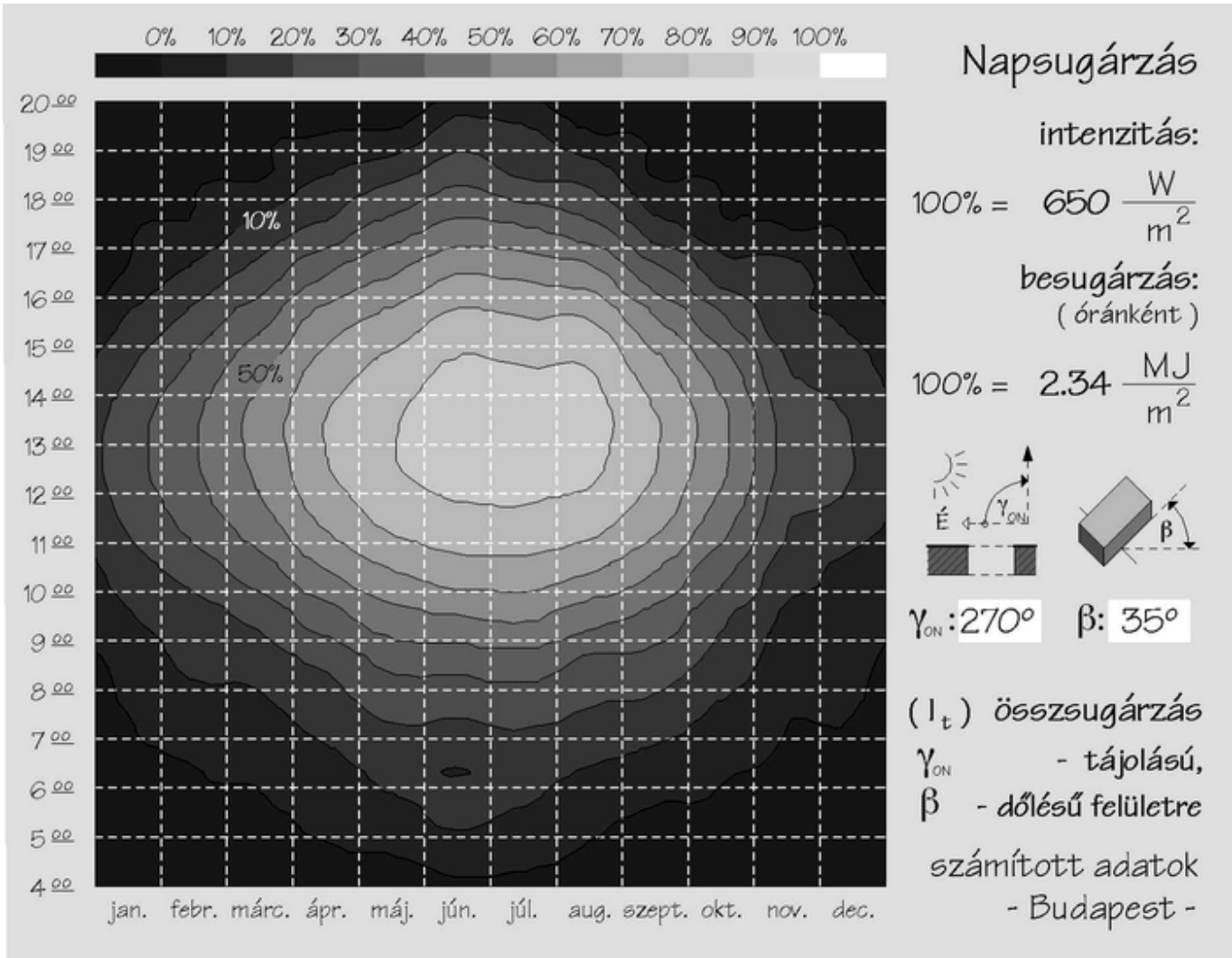
γ_{ON} - tájolású,

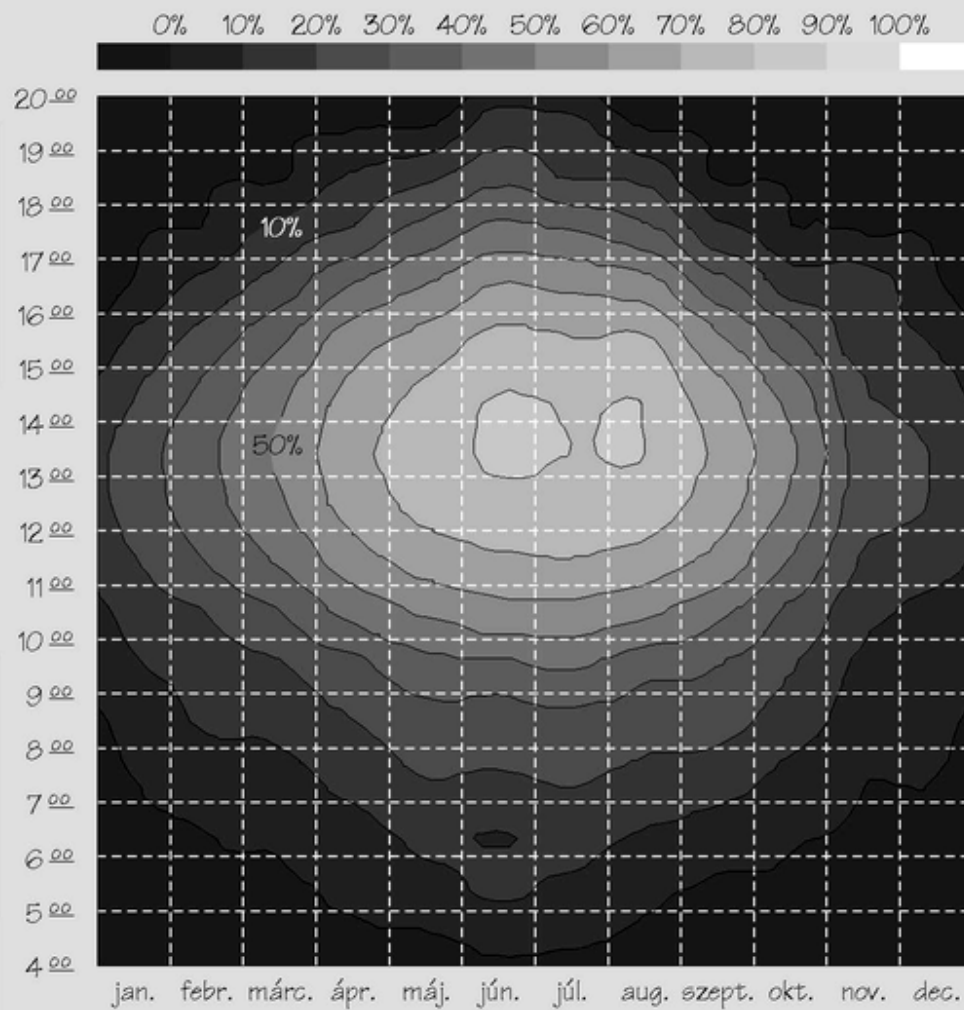
β - dőlésű felületre

számított adatok

- Budapest -

3.19. 270 fokos tájolású felület





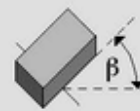
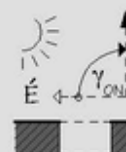
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

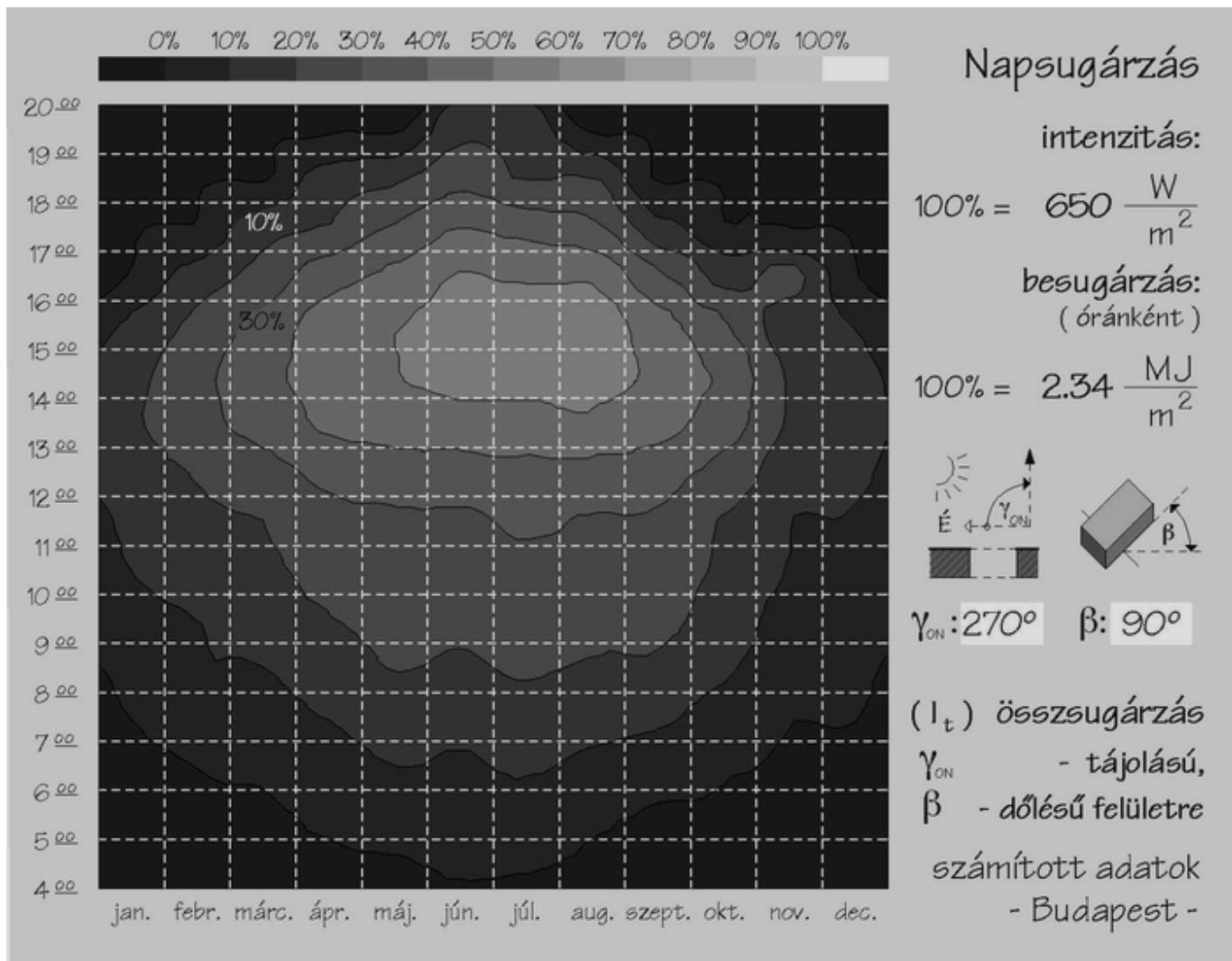


$$\gamma_{\text{ON}}: 270^\circ \quad \beta: 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

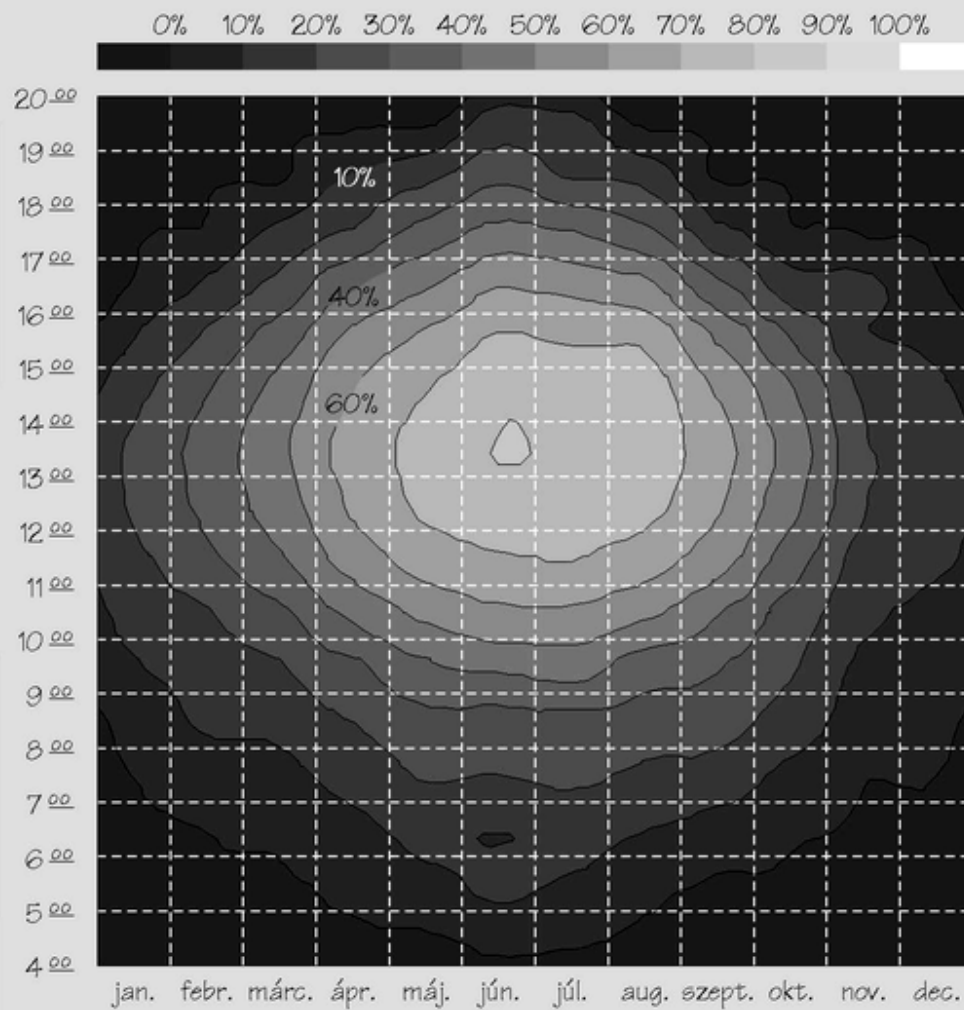
γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



3.20. 285 fokos tájolású felület





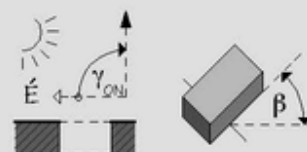
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

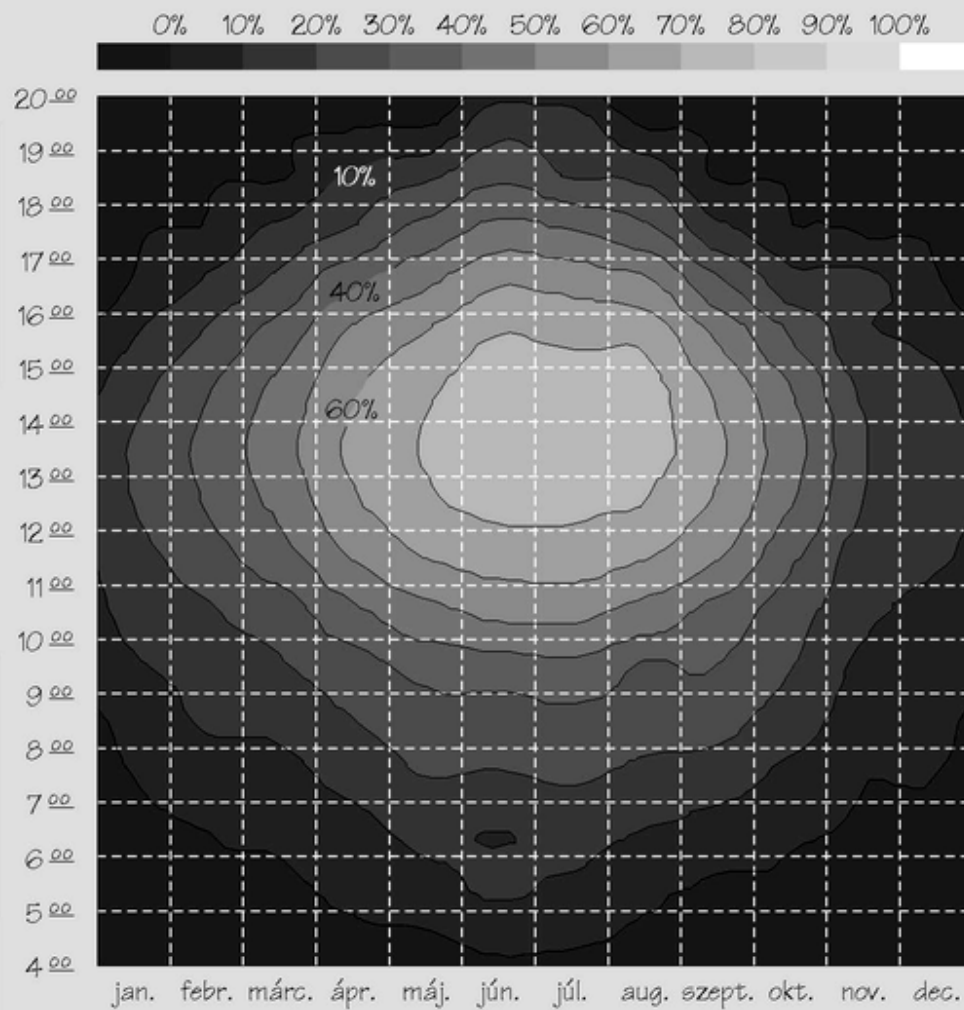


$$\gamma_{\text{ON}}: 285^\circ \quad \beta: 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



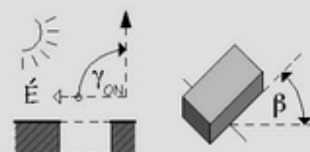
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

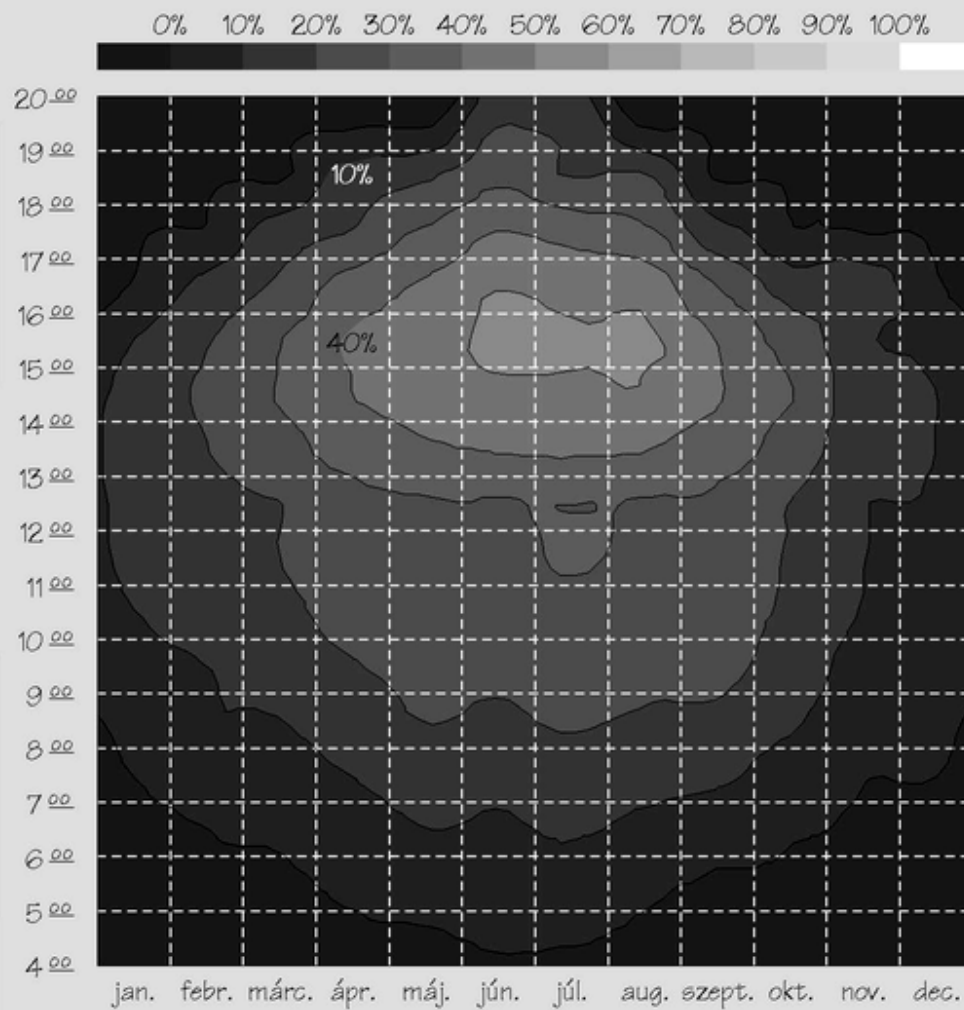


$$\gamma_{\text{ON}}: 285^\circ \quad \beta: 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



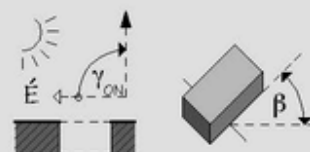
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



$$\gamma_{ON} : 285^\circ \quad \beta : 90^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

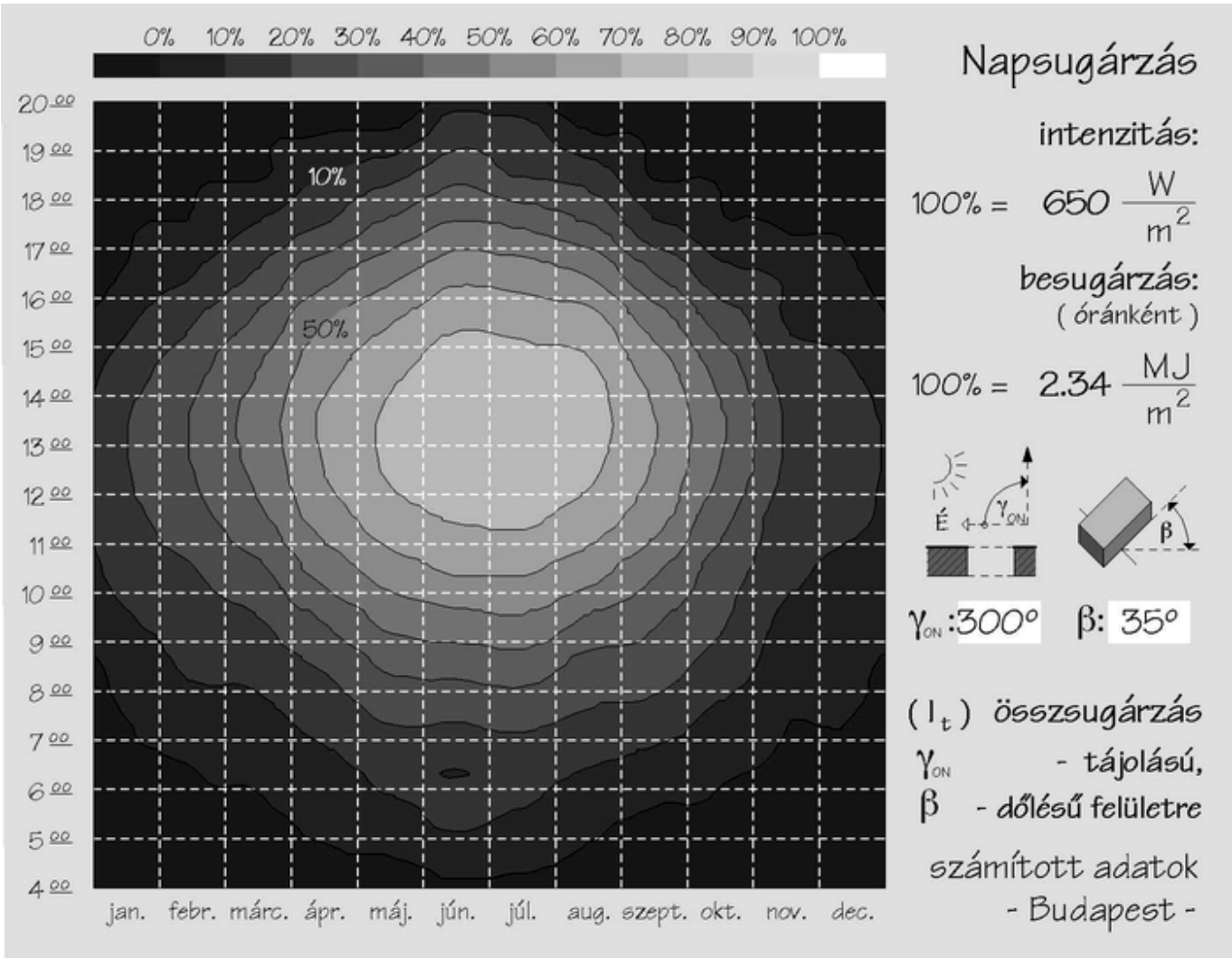
γ_{ON} - tájolású,

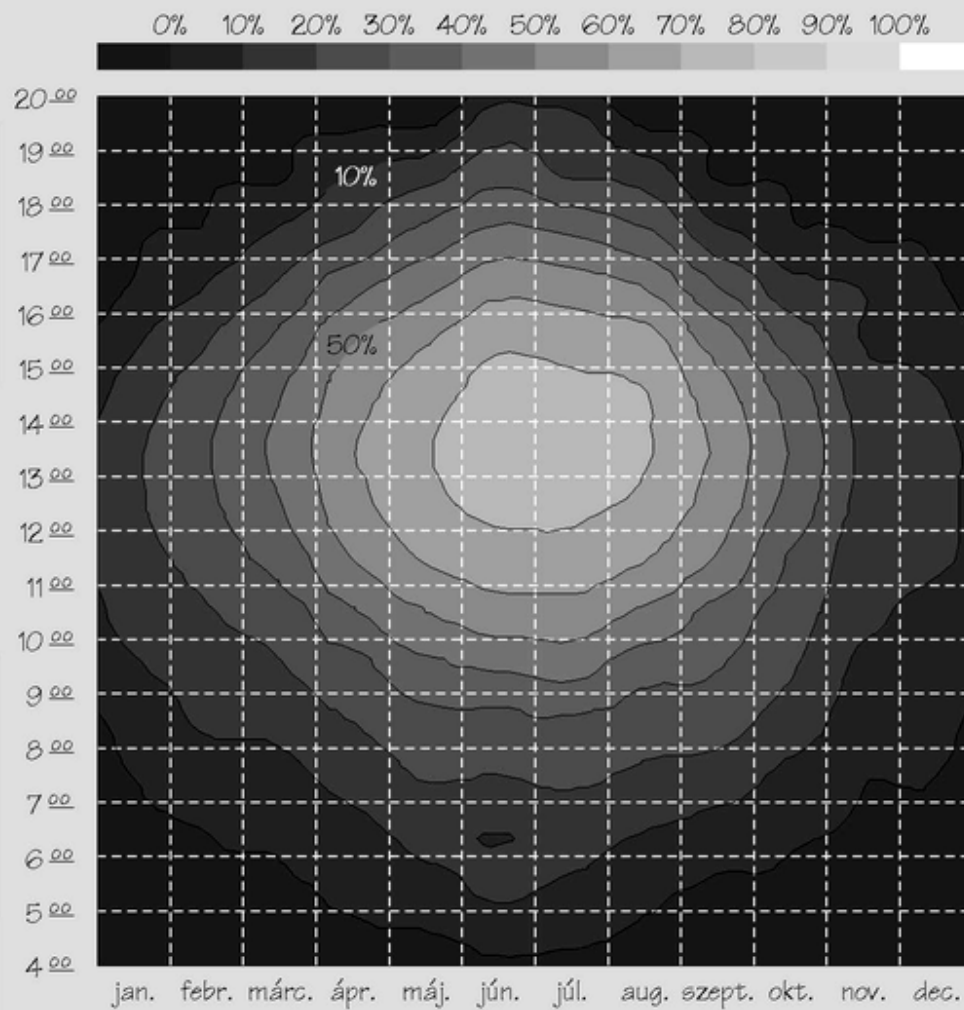
β - dőlésű felületre

számított adatok

- Budapest -

3.21. 300 fokos tájolású felület





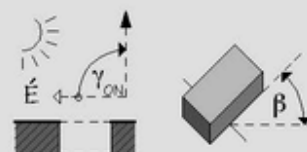
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

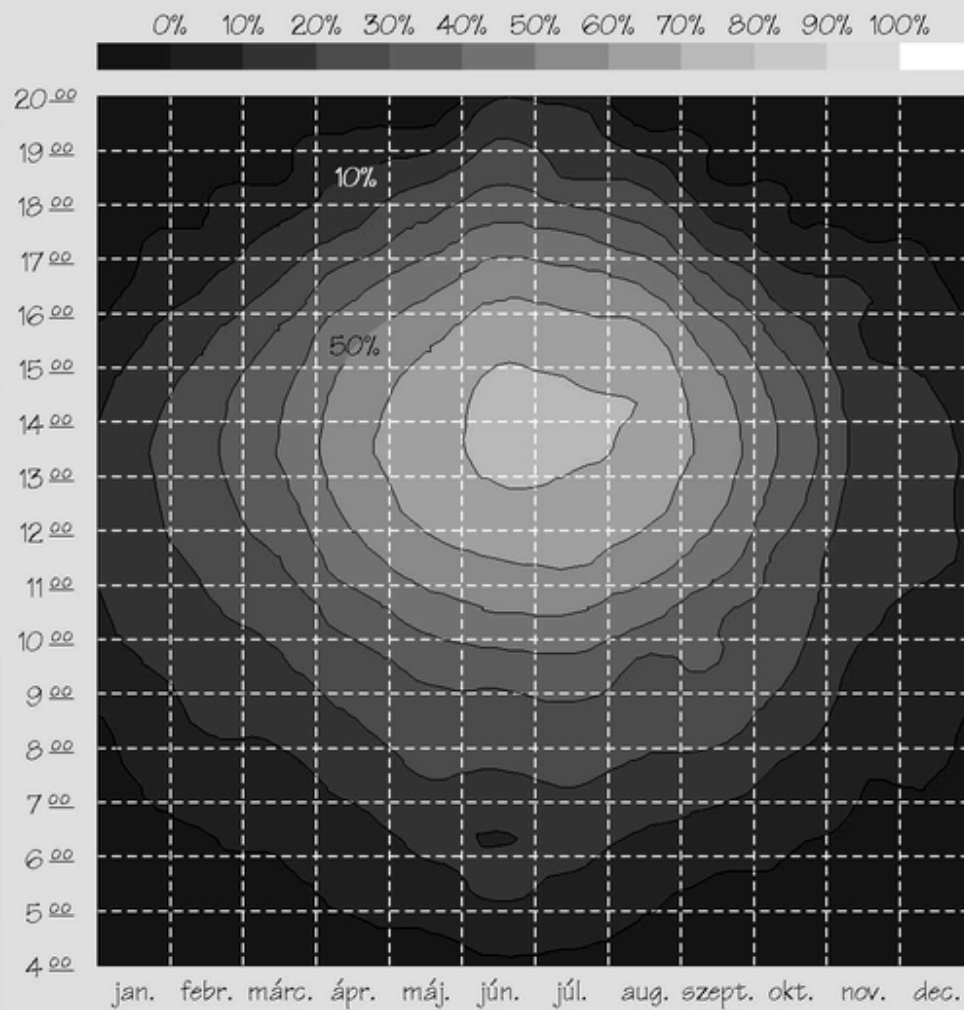


$$\gamma_{ON} : 300^\circ \quad \beta : 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



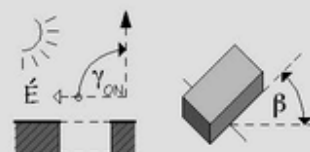
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

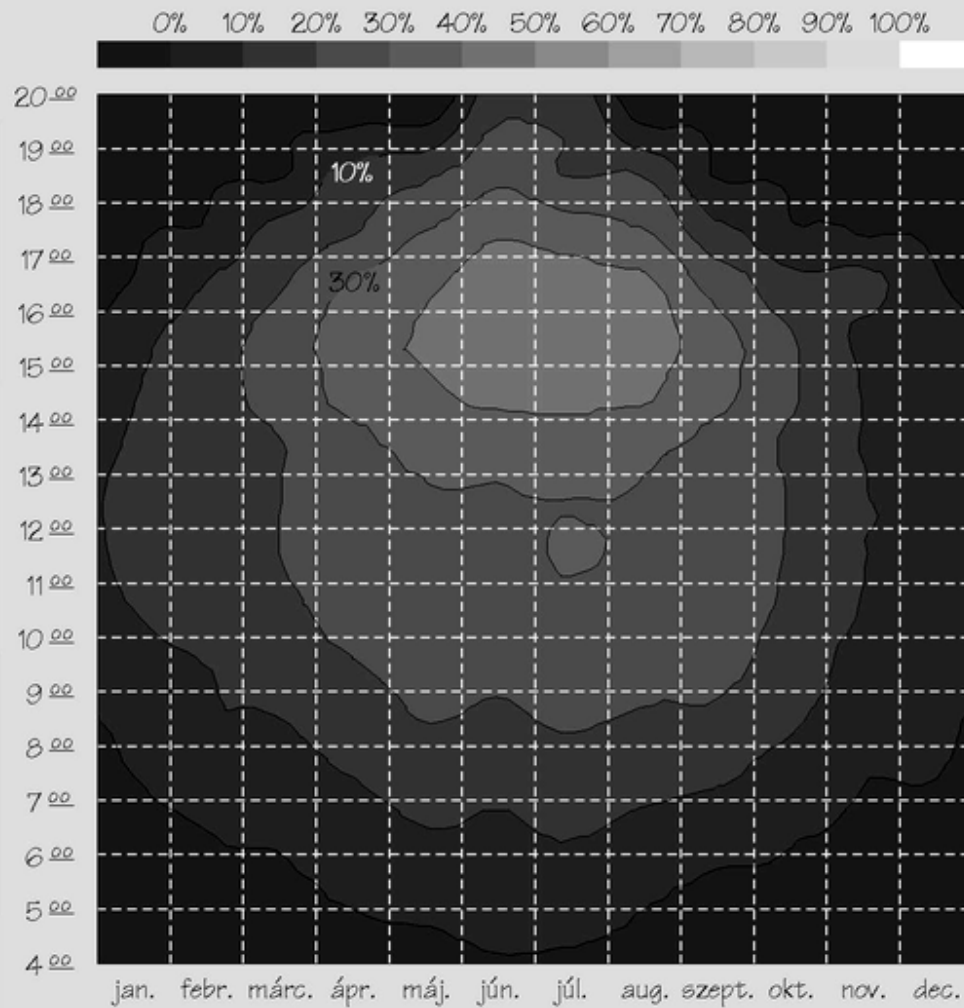


$$\gamma_{ON}: 300^\circ \quad \beta: 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



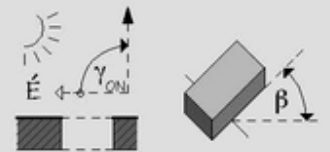
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



$$\gamma_{ON} : 300^\circ \quad \beta : 90^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

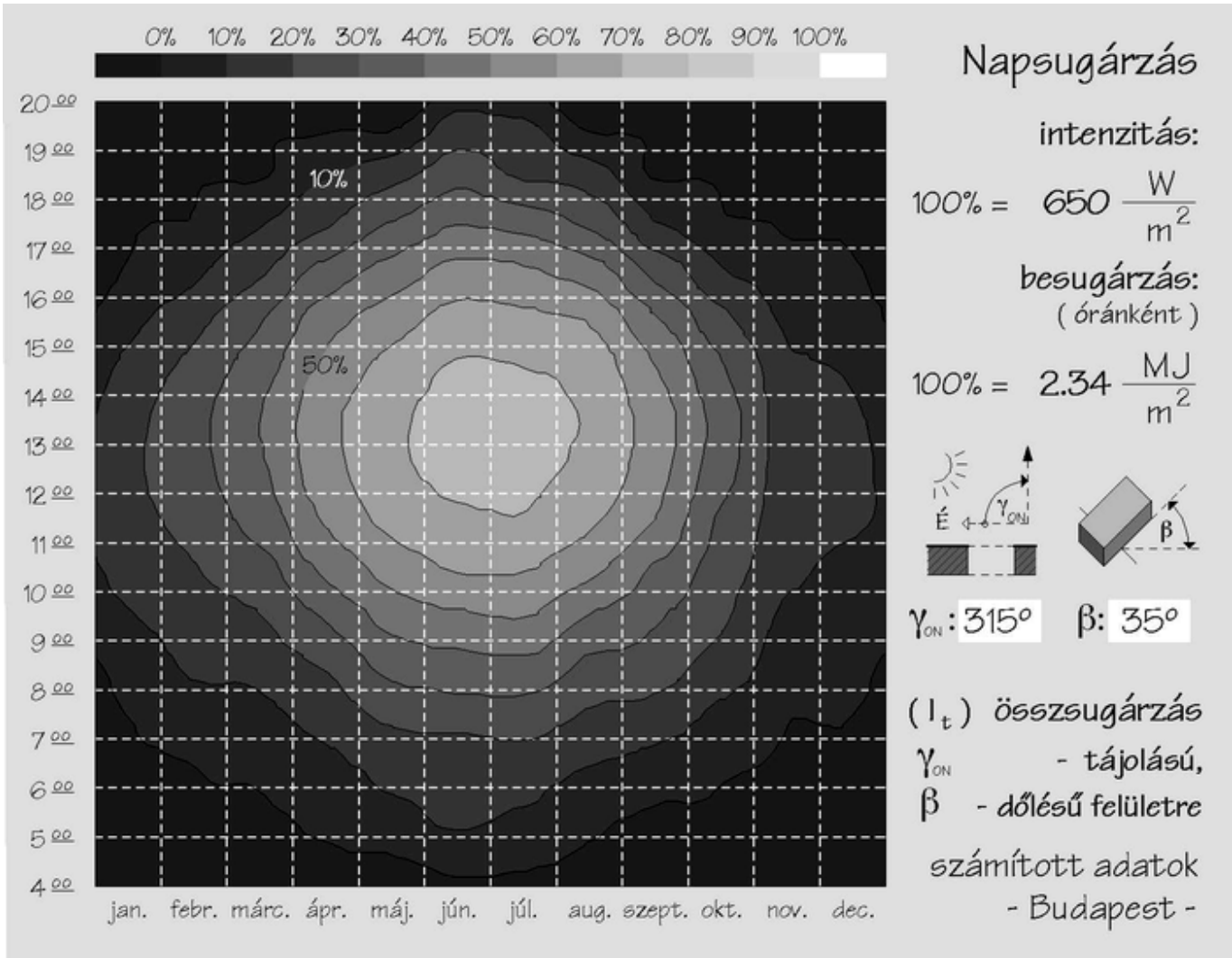
γ_{ON} - tájolású,

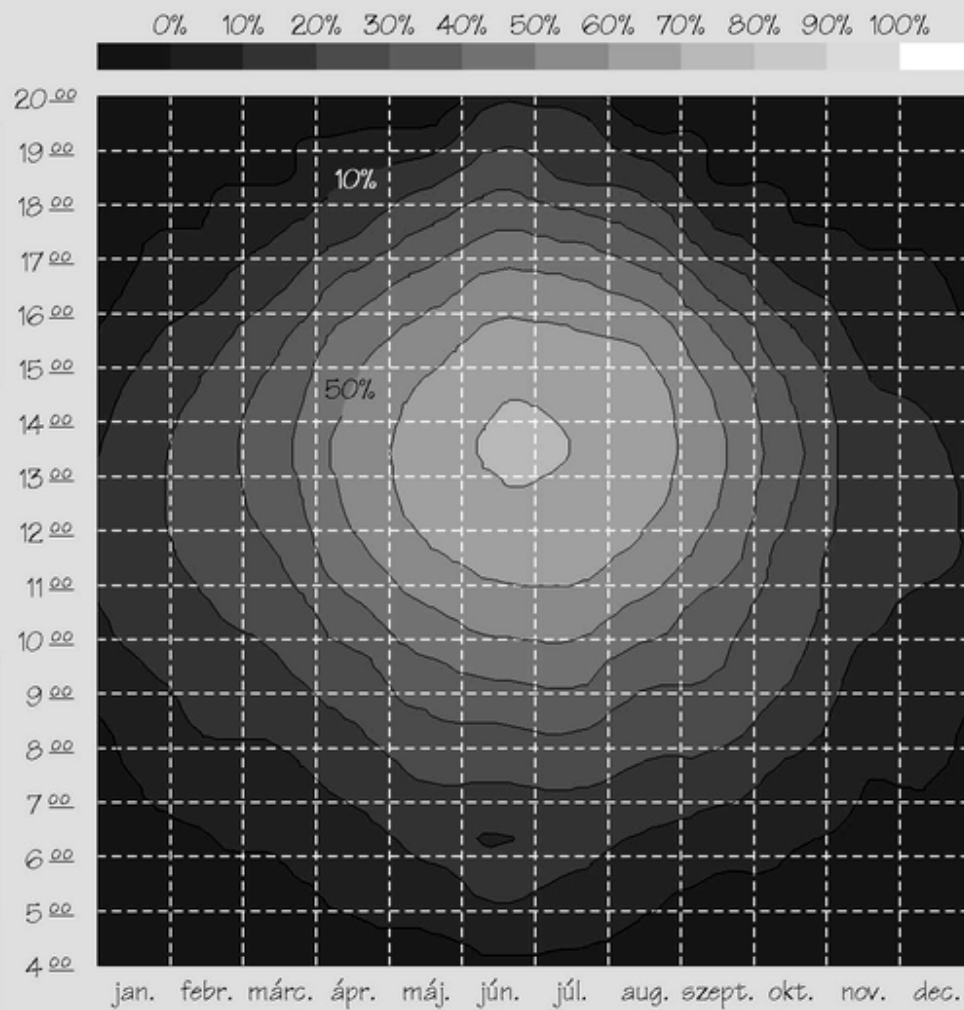
β - dőlésű felületre

számított adatok

- Budapest -

3.22. 315 fokos tájolású felület





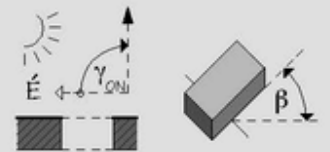
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

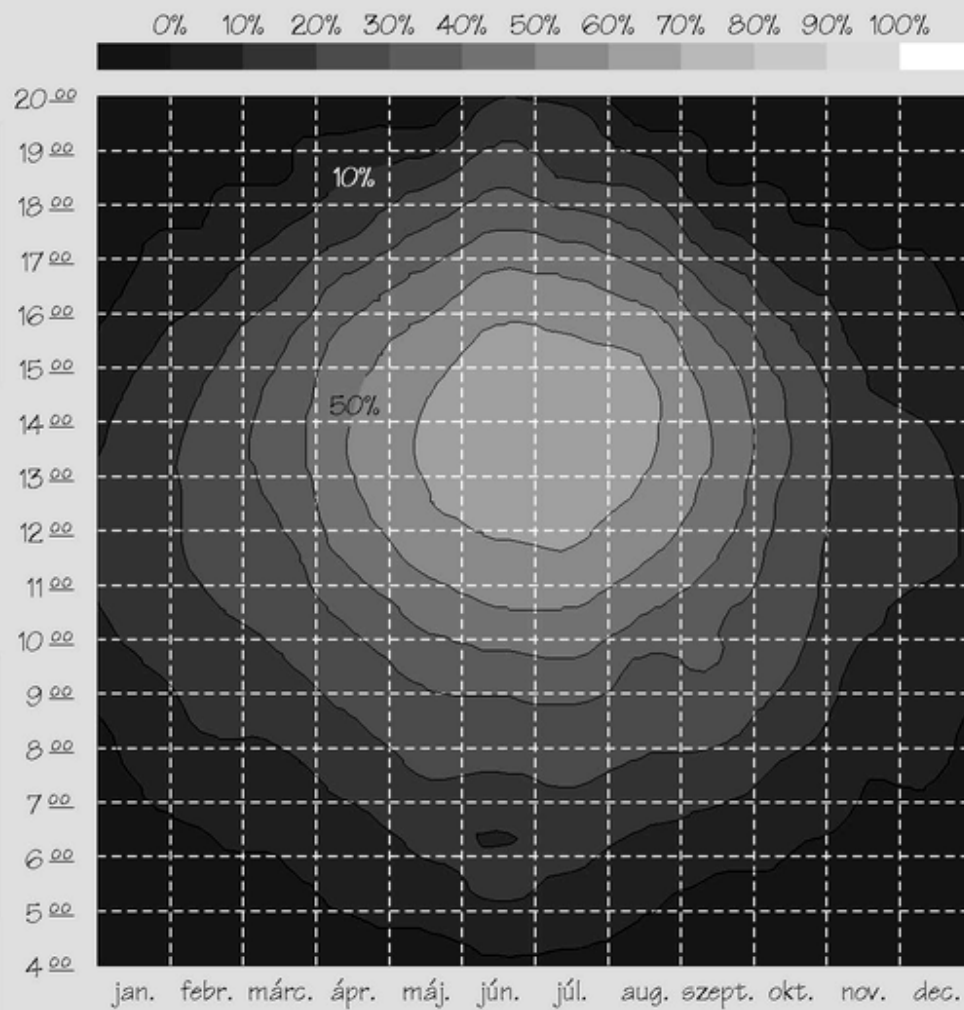


$$\gamma_{ON} : 315^\circ \quad \beta : 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



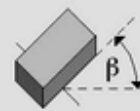
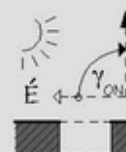
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

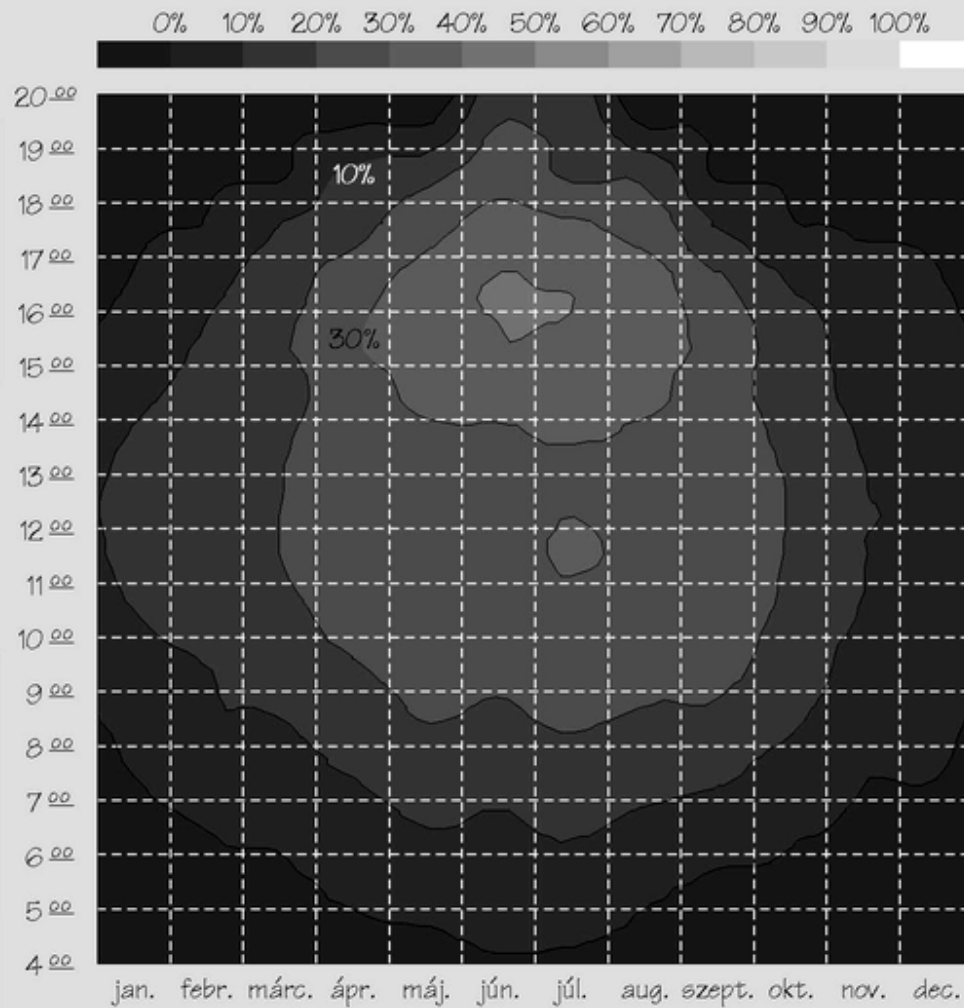


$$\gamma_{ON} : 315^\circ \quad \beta : 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



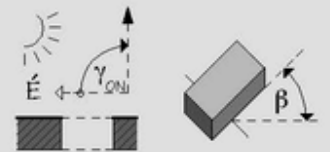
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



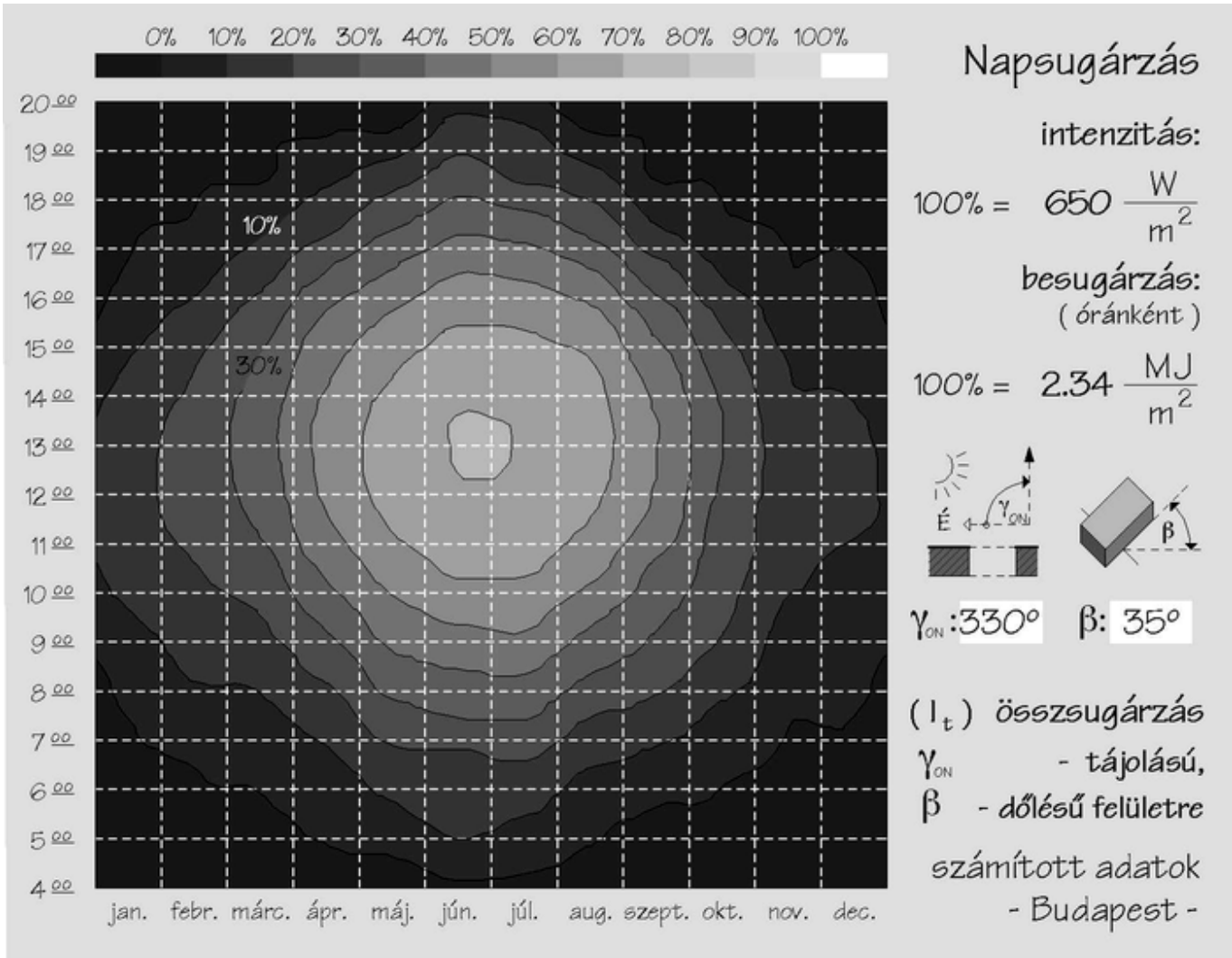
$$\gamma_{ON} : 315^\circ \quad \beta : 90^\circ$$

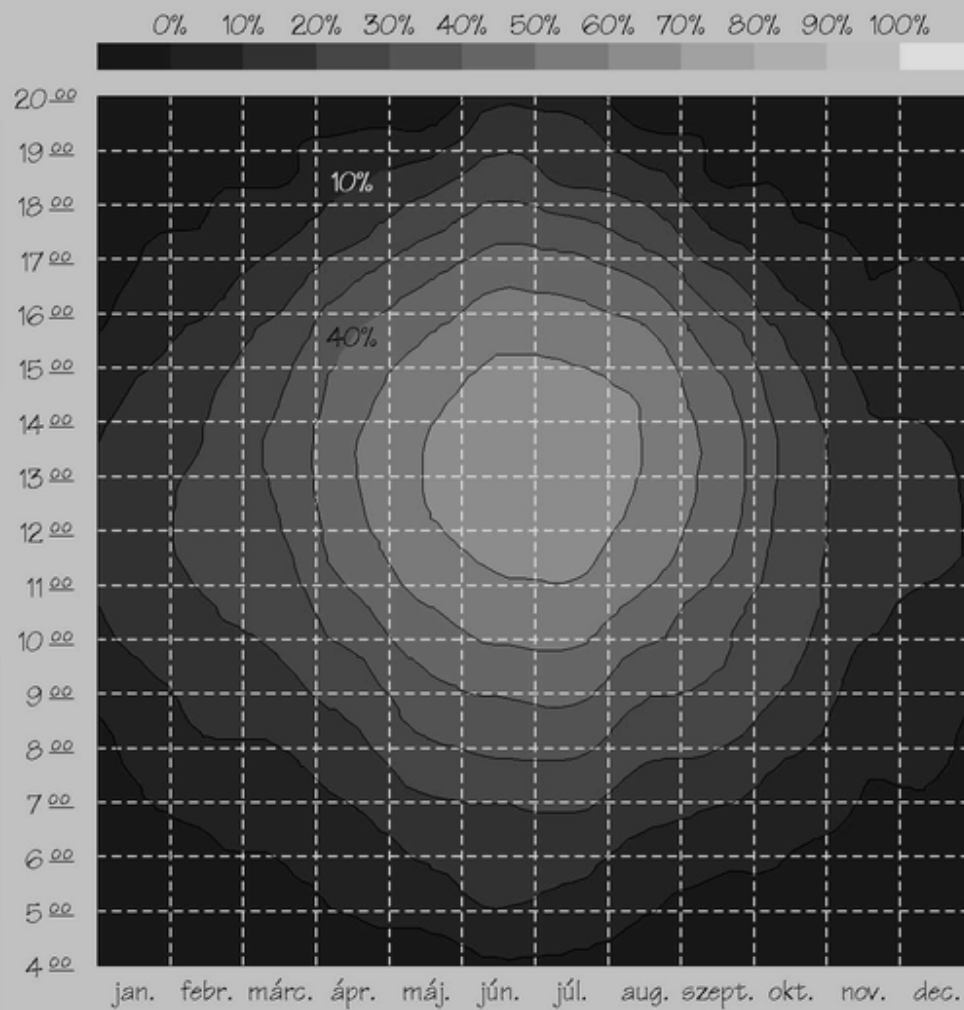
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -

3.23. 330 fokos tájolású felület





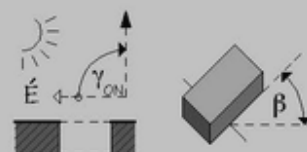
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

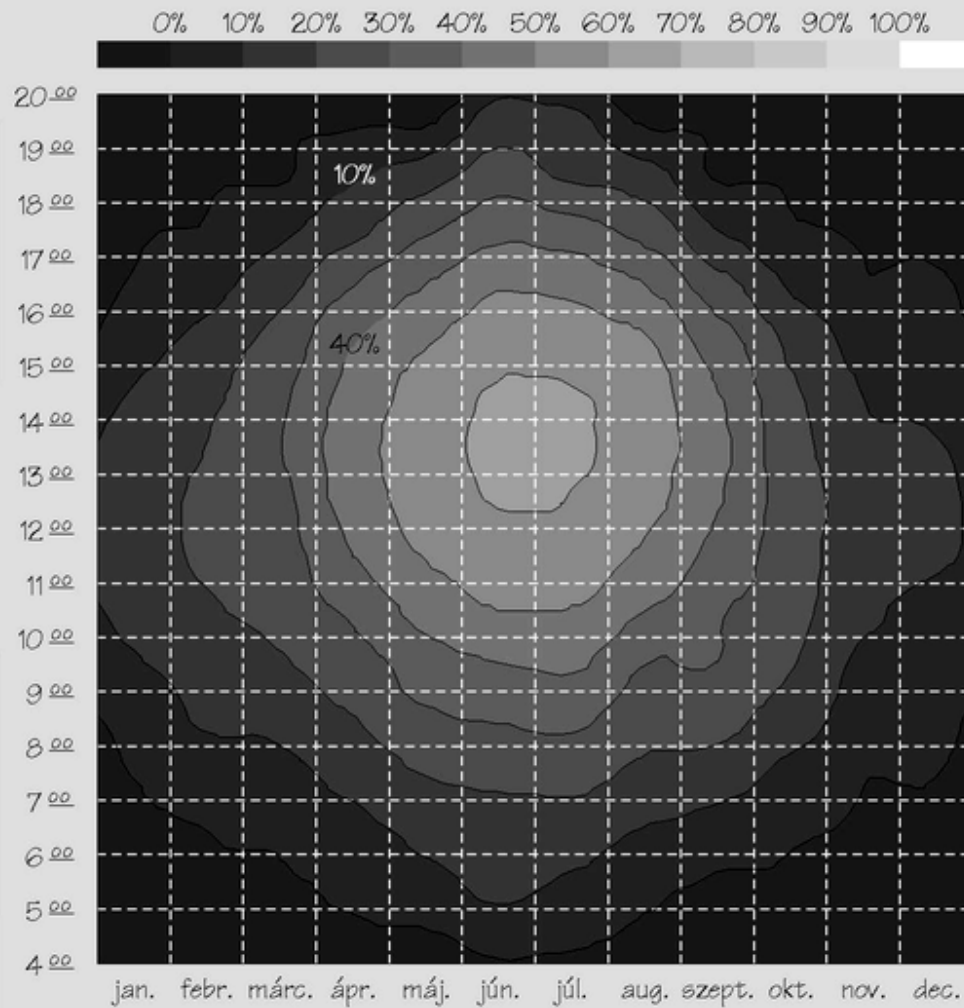


$$\gamma_{ON}: 330^\circ \quad \beta: 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



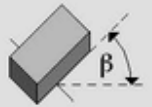
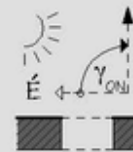
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



$$\gamma_{ON}: 330^\circ \quad \beta: 45^\circ$$

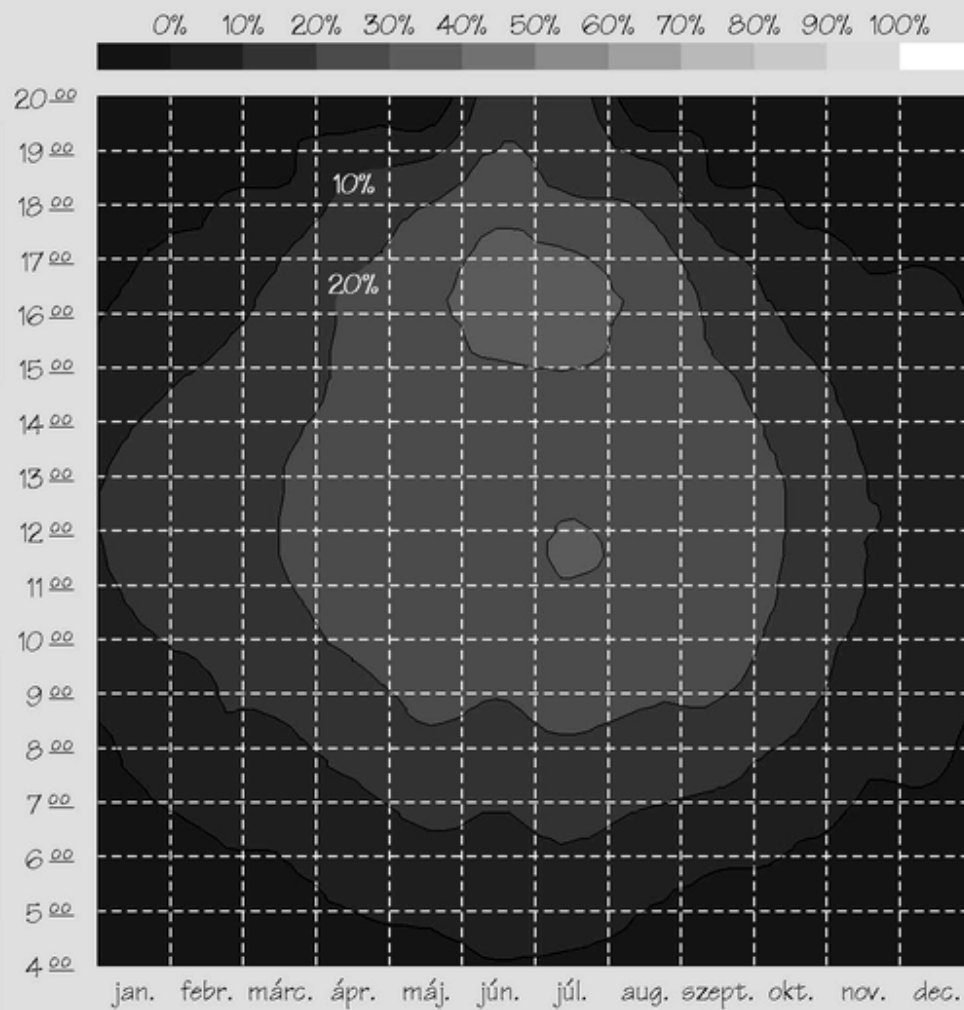
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,

β - dőlésű felületre

számított adatok

- Budapest -



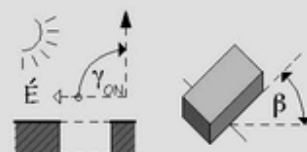
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$



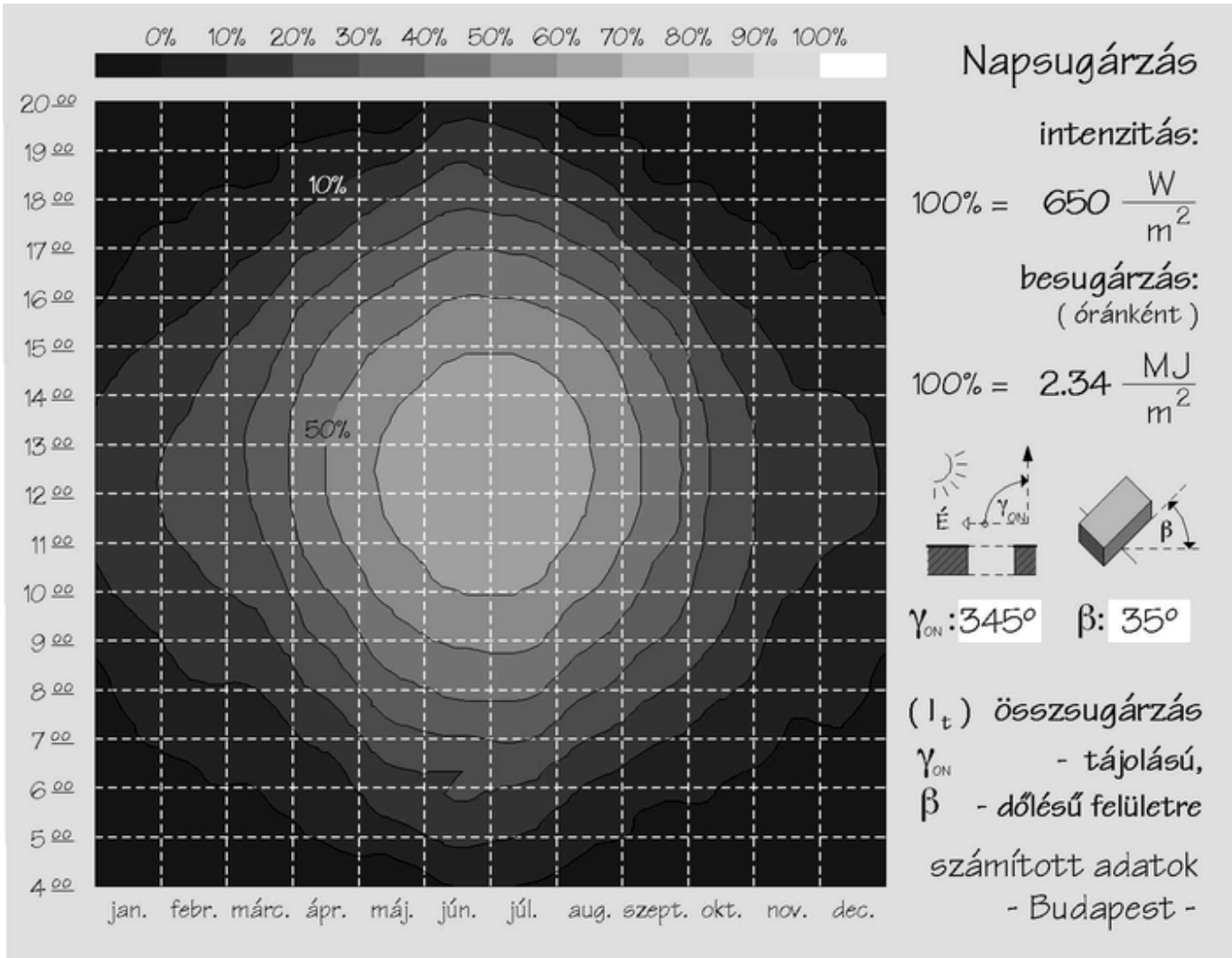
$$\gamma_{ON}: 330^\circ \quad \beta: 90^\circ$$

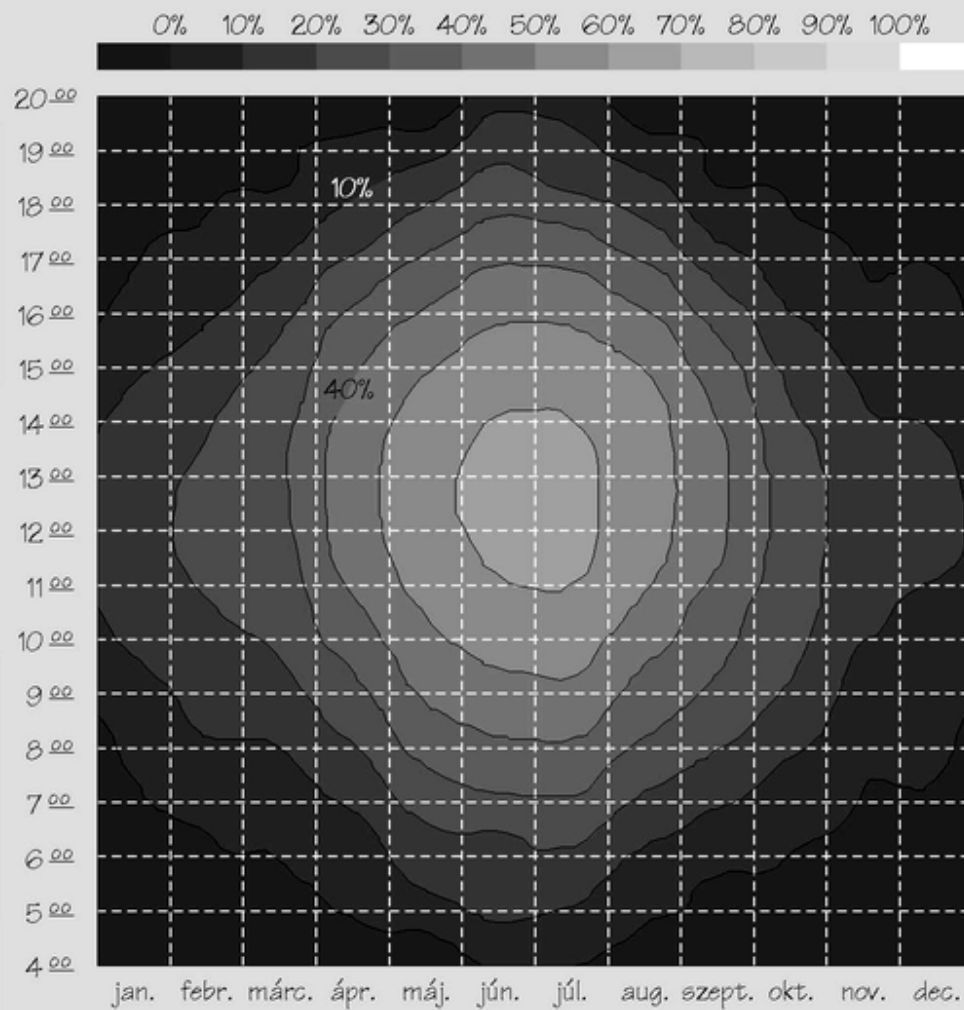
(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -

3.24. 345 fokos tájolású felület





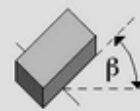
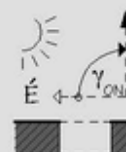
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

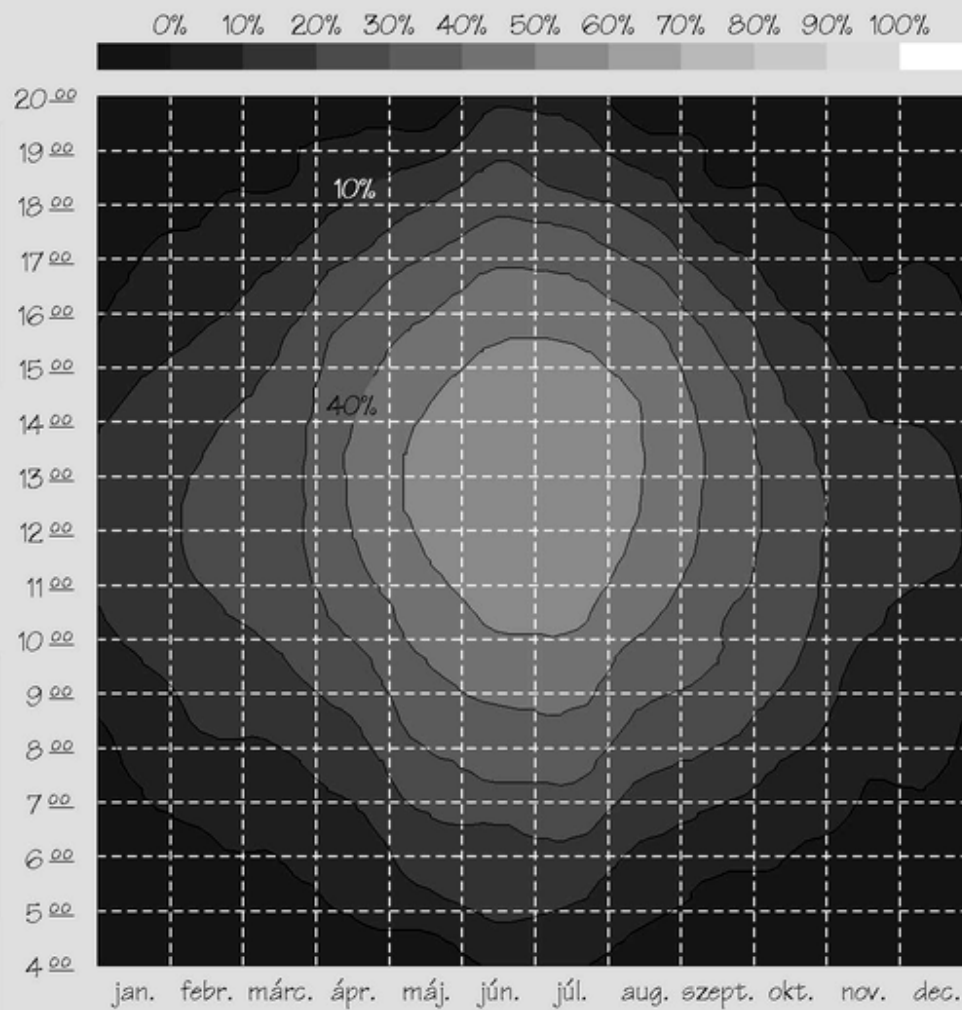


$$\gamma_{ON} : 345^\circ \quad \beta : 40^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



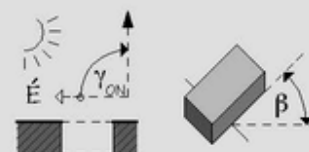
Napsugárzás

intenzitás:

$$100\% = 650 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

besugárzás:
(óránként)

$$100\% = 2.34 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

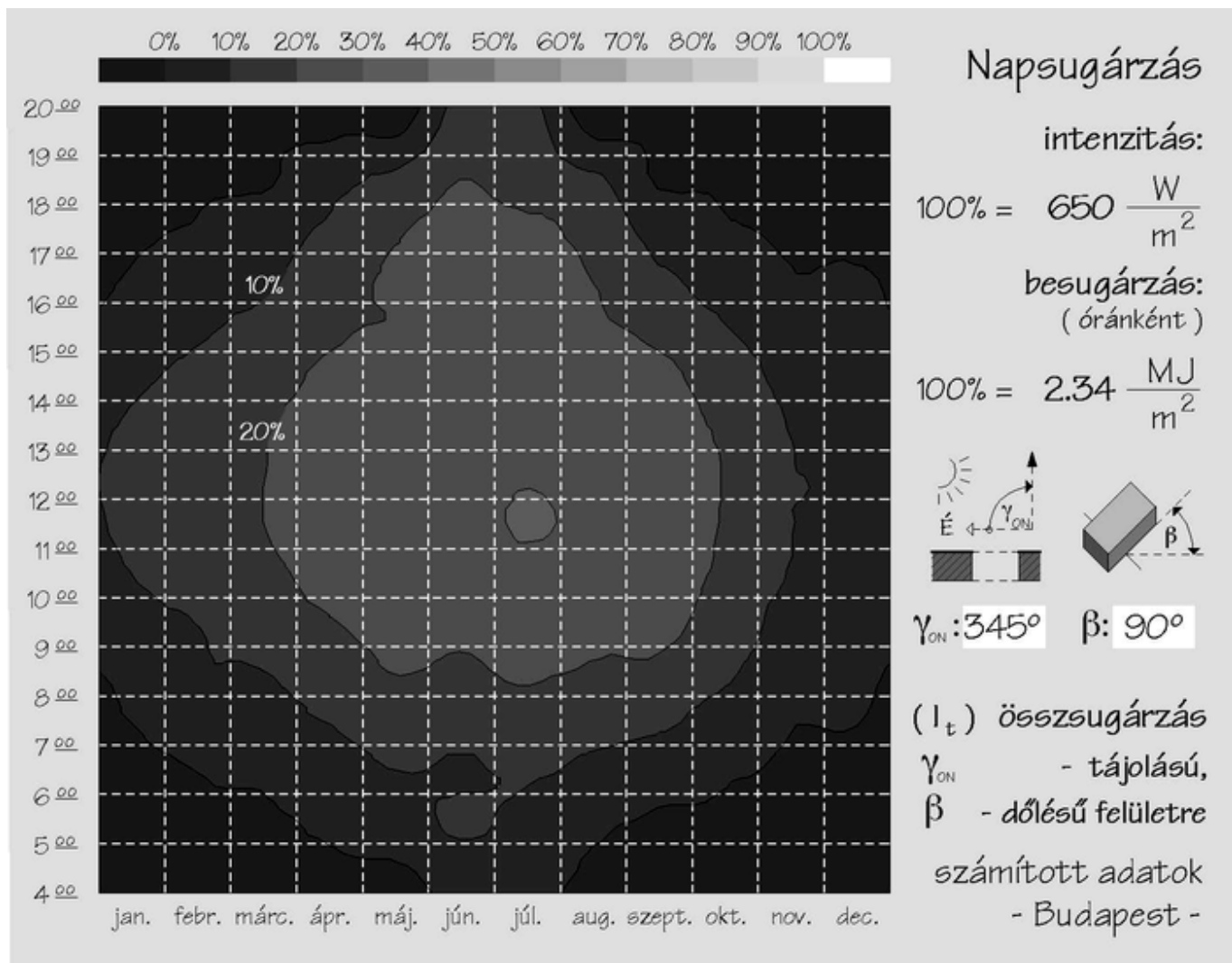


$$\gamma_{ON} : 345^\circ \quad \beta : 45^\circ$$

(I_t) **összsugárzás**

γ_{ON} - tájolású,
 β - dőlésű felületre

számított adatok
- Budapest -



28. fejezet - Faépületek energiateljesítményének meghatározása

Tartalom

1.

[2. Az Unió 2002/91/EK, "Épületek energiateljesítményének meghatározása" című irányelve](#)

[3. Hőtechnikai jelenségek, fogalmak](#)

[3.1. Hővezetés](#)

[3.2. Hősugárzás](#)

[3.3. Hőszállítás](#)

[3.4. Hővezetési tényező](#)

[3.5. Hőátadási tényező](#)

[3.6. Hőátbocsátási tényező](#)

[3.7. Hőátbocsátási ellenállás](#)

[3.8. Hőhid](#)

[4. Épülethatároló-szerkezetek hőátbocsátási tényezőjének \(U\) meghatározása \(EN ISO 6946\)](#)

[4.1. Hővezetési ellenállás](#)

[4.2. Hővezetési ellenállás felső értékének meghatározása](#)

[4.3. A hővezetési ellenállás alsó értékének meghatározása](#)

[4.4. Geometriai hőhidak](#)

[4.5. Ellenőrzés- követelményrendszerek](#)

[5. Az épület fajlagos hővesztéskoefficiensjének \(q\) a meghatározása \(EN ISO 6946\)](#)

6. Az épület összesített energetikai jellemzőjének (Eö) a meghatározása (EN ISO 6946)

7. Példa 1

8. Példa 2

8.1. Az egyes rétegek hővezetési tényezőjének a felvétele:

8.2. Az egyes rétegek hővezetési ellenállásának a számítása

8.3. A bordánál és a hőszigetelésnél számított teljes hővezetési ellenállás számítása

9. Páratechnika

9.1.

9.2. Fogalmak

9.3. Párafizikai jelenségek

9.4.

10.

1.

2007 közepén egyre több polgár ismeri fel azt a tényt, hogy az energiával takarékoskodni kell, de legalábbis ésszerűbben kellene felhasználni. Napjainkban egyre többet beszélünk a klímaváltozásról, a globális felmelegedésről, az üvegházhatásról. Ma a Föld mélyéből kitermelt úgynevezett fosszilis energiahordozókkal biztosítjuk igényeink jelentős részét, ezek növekvő mértékű felhasználása maga után vonja a szén-dioxid rendkívüli növekedését a légkörben és az előbb említett jelenségek kialakulását, fokozódását. Az Európai Unió részesedése a világ energiafelhasználásából 15-17 %, amit elsősorban kőolaj- és földgázimportból fedez. Amennyiben az Unió nem gondoskodik saját magáról az energiaellátás területén, függősége rohamléptekben fog nőni. A jelenlegi 65-70%-os importfüggőség az elkövetkezendő években akár a 85-90%-ot is megközelítheti, meghaladhatja, és a kiszolgáltatottság teljes mértékű lesz. Európai átlagban elmondható, hogy egy Uniós tagállam teljes energiafelhasználásának 50%-t a lakossági energiafelhasználás teszi ki. Nyugat-európában ez az arány alacsonyabb, mint Közép-, és Kelet-Európában. Ennek a lakossági energiafelhasználásnak kb. 75-80%-t fordítjuk az épületek üzemeltetésére. Az épület üzemeltetése alatt azt értjük, hogy az adott épület mennyi energiát használ fel a benne tartózkodók kellemes hőérzetének biztosítására és igényeik kielégítésére. Ezalatt elsősorban a téli fűtés, a nyári hűtés, a használati melegvíz (továbbiakban: HMV) és a világítás energiaigényét értjük. Az Unió már egy ideje hangoztatja az energiával történő spórolás szükségességét, ösztönzi egyfelől lakosságát az energiatudatosabb életmódra, másfelől tagállamait a megújuló források felhasználására. Ezért az energiafelhasználás hatékonnyá tételéhez világos, mindenki számára egyértelmű jogi kereteket kellett teremteni. Így az Unió megfogalmazott egy irányelvet, egy úgynevezett direktívát az épületek energiateljesítményéről, amelyben a fogyasztásra vonatkozó követelményrendszer általános elveit és céljait fektették le. Ezen követelmények részletes, belső kidolgozását rábízta a tagállamokra, annak érdekében, hogy minden ország a saját helyzetének legmegfelelőbb megoldást dolgozhassa ki. Ahogy már említettük, a teljes energiafogyasztásból nagy hányadot tesz ki épületeink energiafelhasználása. E fejezetben az épületek hőtechnikai, energetikai méretezését tárgyaljuk.

2. Az Unió 2002/91/EK, “Épületek energiafelhasználása” című irányelve

Az irányelv célja, hogy az épületek energiafelhasználásának csökkentésére ösztönözze mind a tagállamokat, mind a lakosságot. Az adott épületről kiadott tanúsítvány olyan formában ad tájékoztatást az energiafelhasználásáról, hogy az biztosítsa az eredmények egységes megítélhetőségét és összehasonlíthatóságát az Unió országokban. A cél elérésekor mindenképp figyelembe kell venni a helyi klimatikus viszonyokat és a beltéri komfort követelményeknek való megfelelést. Ezért dolgozta ki minden tagállam a saját számítási rendszerét – a központi irányelveknek megfelelően - és határozta meg a követelményértékeket. Valamennyi újonnan épült és lényeges felújítás előtt álló épület esetében kötelező lesz elvégezni a tanúsítást. A tanúsítás magában foglalja az épületben található kazánok és légkondicionáló rendszerek ellenőrzését, felülvizsgálatát, figyelembe veszi az igénybevett forrásokat is. Az eddigi hőtechnikai szabályozásokhoz képest az eltérés a következő lesz: értékelni kell az épületek hőszigetelési minőségét, minden egyes külső térelhatároló szerkezetnek külön-külön meg kell felelnie a követelménynek; valamint számszerűen ki kell mutatni az üzemeltetés során felhasznált energia mennyiségét. Három szintje lesz a szabályozásnak. Felső szintje az összesített energetikai jellemző. Egy épület energiamérlegét így két dolog fogja meghatározni: a térelhatárolók minősége és az épület üzemeltetése során szükséges energia mennyisége. A két tényező alapján meghatározzák az épület primer energiaigényét, az összesített energetikai jellemzőjét [kWh/m²a]–ban. Ez a szám az épület 1 m² hasznos alapterületére adja meg az egy évre számított energiafogyasztást kWh – ban. Ezen érték alapján különböző osztályokba lesz besorolható a vizsgált épület. Így egy épület lehet tökéletesen jól hőszigetelve minden oldalról, ha az üzemeltető berendezések csak egy közepes hatásfokot érnek el, az osztályzat nem lesz jeles. Ugyanez természetesen fordítva is igaz: ha a lakás energiatermelői a csúcsmínőséget képviselik, de a határolószerkezetek hőszigetelésére feleannyi gondot fordítanak, az osztályzat megint nem lesz jeles. A mutató optimális lesz mindkét esetben. Azonban az alul szigetelt épületet a csúcsmínőségű berendezések sem tudják gazdaságossá tenni, mint ahogy a legtökéletesebben hőszigetelt épület esetében sem engedhető meg a rossz kiszolgáló háttér. A szabályozás második szintje az épület fajlagos hőveszteség tényezőjét szabályozza. Ez leginkább azért fontos, hogy az épület önmagában is egy elfogadható energetikai minőséggel rendelkezzen. E tényező kizárólag a vizsgált épülettől, annak szerkezeti felépítésétől és a használt építőipari anyagoktól függ, az épület rendeltetésétől nem. E mutatószámból azt tudjuk meg, hogy a térelhatároló szerkezetek mekkora mértékben képesek a megtermelt hőt bent tartani az épületben, mekkora a hőveszteség a hőhidak miatt illetve mekkora az esetleges hőnyereség, ami az üvegezett felületeken jut be. Az első két esetben az adott jellemző megengedett értékét a vizsgált épület teljes lehűlő-felület /térfogat aránya fogja meghatározni. A harmadik szintje a szabályozásnak a különböző határoló- és nyílás-zárószerkezetek hőátbocsátási tényezőjét szabályozza. E szerkezetek megengedett legnagyobb értékeire határértékeket határoztak meg. Ezek táblázatból kereshetők ki. E mutatószámot a rétegrendek, az anyagok, az anyagok méretei és hővezetési tényezői fogják befolyásolni. Az egyes mutatószámok egymásra épülnek, de az épület mind a három szintnek meg kell feleljen. Az elkészült számítások és eredmények ismeretében a tanúsítványt kiállító szakember, szervezet javaslatokat tesz az épület energetikai minőségének megváltoztatására. Az épületek átlagos energiafelhasználásának és a hőveszteségeknek a megoszlása Egy átlagos magyar család otthonában az energiafelhasználásból oroszlánrészt vállal a fűtés és a

melegvíz előállítás. Az előbbi 45-65 %-t, míg az utóbbi 15-35 % - t teszi ki a teljes fogyasztásnak. A fennmaradó részt a különböző háztartási gépek és műszaki cikkek, illetve a világítás vállalja magára. Az épületek hőveszteségeiről már nem beszélhetünk ennyire általánosan. Ami tény: az épület valamennyi határoló szerkezetén keresztül, így az ablakokon, a falakon, a tetőn és földemen, az esetleges fűtetlen pince irányában és a kéményen keresztül áramlik ki a megtermelt hőmennyiség. Az eloszlás az egyes határoló szerkezetek felépítésétől, kivitelezésétől és az alkalmazott építőipari anyagoktól, azok hővezetési tényezőjétől függ. A kéményen távozó hőt az alkalmazott kazán hatásfoka határozza meg. Ezek után azon kell gondolkodnunk egy ház felépítése során, hogy milyen anyagokból, milyen szerkezettel, milyen épületgépészeti rendszert alkalmazunk.

3. Hőtani jelenségek, fogalmak

A termodinamika II. főtétele szerint két különböző hőmérsékletű anyag, közeg között mindaddig hőcsere, hőáramlás áll fenn, amíg a hőmérsékletek ki nem egyenlítődnek. A hőáram a tér egyik részéből a másikba három fő módon adódhat át. Hővezetés, sugárzás és hőszállítás formájában

3.1. Hővezetés

A hővezetés (vagy kondukciónak is nevezik) a test egyes részecskéi között fennálló szoros kapcsolaton alapul. A magasabb hőfokú, nagyobb energiával rendelkező részecskék energiájukat átadják a szomszédos kisebb energiával rendelkező, alacsonyabb hőfokú részecskének. Ez a folyamat mindaddig tart, amíg a hőfokkülönbség ki nem egyenlítődik

3.2. Hősugárzás

A hősugárzás elektromágneses sugárzás. A hő a keletkezés helyéről sugárzó energia formájában jut a sugárzás által elért felületre, a besugárzott felületre. Ott részben vagy teljes egészében hővé alakul vissza.

3.3. Hőszállítás

Hőszállítás alatt azt a hőközlési folyamatot értjük, amely egy szilárd fal és a fluidum fő tömege között jön létre oly módon, hogy a hőt a tér egyik részéből a másikba folyadékok vagy gázok részecskéi szállítják

3.4. Hővezetési tényező

Hővezetési tényező: anyagjellemző, az anyag hővezetési képességét fejezi ki. Azt mondja meg, hogy mekkora hőáram halad át időegység alatt az egységnyi vastagságú, az áramlásra merőlegesen egységnyi felülettel rendelkező anyagon, egységnyi hőmérsékletkülönbség hatására.

$$\left[\frac{W}{mK} \right]$$

Hővezetési tényező. Jele: lambda, mértékegysége:

3.5. Hőátadási tényező

Hőátadási tényező: egységnyi felületen, egységnyi idő alatt, egységnyi hőmérsékletkülönbség mellett átadott hőáramot jelenti.

$$\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$$

Hőátadási tényező. Jele: R_{si}, R_{se}, mértékegysége:

3.6. Hőátbocsátási tényező

Hőátbocsátási tényező: egységnyi felületen, egységnyi idő alatt, egységnyi hőmérsékletkülönbség mellett áthaladó hőáram.

$$\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$$

Hőátbocsátási tényező. Jele: U, mértékegysége:

3.7. Hőátbocsátási ellenállás

Hőátbocsátási ellenállás: a hőátbocsátási tényező reciproka.

$$\left[\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$$

Hőátbocsátási ellenállás. Jele: R, mértékegysége:

3.8. Hőhíd

Az épülethatároló-szerkezetnek azokat a helyeit, pontjait, sávjait, szakaszait, ahol többdimenziós hőáramok alakulnak ki, hőhidaknak nevezzük. Egyszerűbben fogalmazva az épület külső határoló szerkezeteinek azok a részei a hőhidak, ahol különböző hővezetési tulajdonságú és eltérő geometriai formájú szerkezetek, anyagok csatlakoznak egymáshoz. Kétféle hőhidat különböztetünk meg: geometriai és szerkezeti hőhidat.

4. Épülethatároló-szerkezetek hőátbocsátási tényezőjének (U) meghatározása (EN ISO 6946)

4.1. Hővezetési ellenállás

A szerkezet hőátbocsátási tényezőjének meghatározásához a legfontosabb ismerni annak hővezetési ellenállását. Azaz mekkora mértékben képes az adott rétegrenddel rendelkező térelhatároló megfékezni a megtermelt hő 'elszökését'. A hővezetési ellenállás fogja döntő mértékben meghatározni a szerkezet hőszigetelő képességét, de figyelembe kell venni hőszigetelő anyag beépítéséből adódó veszteségeket.

Első lépésben figyelembe kell venni a szerkezeti hőhidak hatását. Szerkezeti hőhídról akkor beszélünk, ha egy adott réteg homogenitása megszakad (1. ábra). Erre tökéletes példa a könnyűszerkezetes, fa bordavázás épületszerkezet, ahol a hőszigetelő réteget megszakítják a teherviselést képező bordák, oszlopok. A bordaközöket valamilyen szálas hőszigetelő anyaggal töltjük ki a leggyakrabban. Ezen anyagok hővezetési tényezőjének értéke harmada a fa-borda hővezetési tényezőjének. Ezért nem képesek azonos mértékben meggátolni a hőveszteséget. A hővezetési ellenállás értékét ezért súlyozni kell a szabványnak (EN ISO 6946) megfelelően.

$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2}, \text{ ahol} \quad (3.2)$$

R'_T – súlyozott hővezetési ellenállás felső értéke $\left[\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$,

R''_T – súlyozott hővezetési ellenállás alsó értéke $\left[\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$.

$$U = \frac{1}{R_T} + \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right], \text{ ahol} \quad (3.1)$$

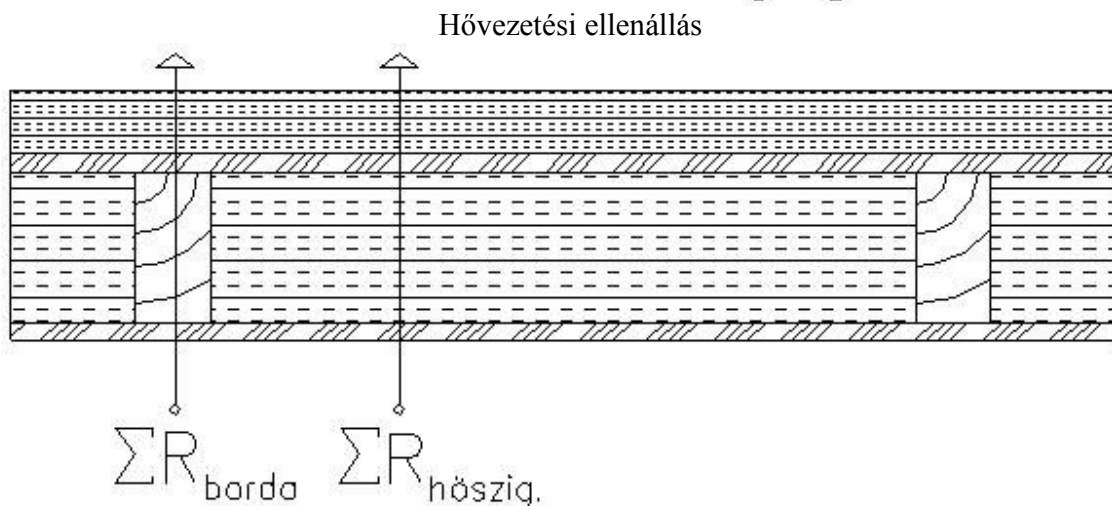
U – hőátbocsátási tényező $\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$,

ΔU_g – hőátbocsátási korrekciós tényező, ami a hőszigetelő anyag közötti légréstől adódik (EN ISO 6946, D.1. táblázat) $\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$,

ΔU_f – hőátbocsátási korrekciós tényező, ami a hőszigetelő anyag rögzítéséből adódik (EN ISO 6946, D.3. táblázat) $\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$,

ΔU_r – hőátbocsátási korrekciós tényező, ami fordított rétegtrendű lapostetőknél a szellőztetésből adódik (EN ISO 6946, D.3. táblázat) $\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$.

R_T - hővezetési ellenállás $\left[\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$.



1.ábra: Szerkezeti hőhíd

4.2. Hővezetési ellenállás felső értékének meghatározása

A hővezetési ellenállás felső értékének meghatározása során kell figyelembe venni az egyes rétegek hővezetési tényezőjét, vastagságát és a hőátadási tényezőket (felületi ellenállásokat).

$$R'_T = \frac{1}{\frac{A_{\text{bordák}}[\%]}{\sum R_{\text{bordák}}} + \frac{A_{\text{hőszigetelés}}[\%]}{\sum R_{\text{hőszigetelés}}}}, \text{ ahol} \quad (3.3)$$

$$\begin{aligned} A_{\text{bordák}}[\%] &- \text{bordafelület} && [\%], \\ A_{\text{hőszigetelés}}[\%] &- \text{hőszigetelt felület} && [\%], \\ \sum R_{\text{bordák}} &- \text{bordánál számított teljes hővezetési ellenállás} && \left[\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right], \\ \sum R_{\text{hőszigetelés}} &- \text{hőszigetelésnél számított teljes hővezetési ellenállás,} && \\ &&& \left[\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]. \end{aligned}$$

$\sum R_{\text{bordák}}$ számításánál a bordánál kell egy keresztmetszetet felvenni, és abban a keresztmetszetben szereplő valamennyi réteg figyelembevételével lehet meghatározni a teljes hővezetési ellenállást a bordára vonatkoztatva (1. ábra).

$$\sum R_{\text{bordák}} = R_{\text{Si}} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{\text{Se}}, \text{ ahol} \quad (3.4)$$

$$\left| R_n = \frac{d_n}{\lambda_n} \right| \text{ az } n\text{-edik réteg hővezetési ellenállása} \left[\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]\text{-ben, ahol} \quad (3.5)$$

d_n az n -edik réteg vastagsága [m]-ben, λ_n az n -edik réteg hővezetési tényezője $\left[\frac{\text{W}}{\text{mK}} \right]$ -ben,

$$R_{\text{Si}} - \text{belső felületi ellenállás (EN ISO 6946, D.3. tábl.)} \quad \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right],$$

$$R_{\text{Se}} - \text{külső felületi ellenállás (EN ISO 6946, D.3. tábl.)} \quad \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right].$$

Hővezetési ellenállás felső értékének meghatározása

A hőszigetelésnél számított teljes hővezetési ellenállás számításánál a hőszigetelésnél kell egy keresztmetszetet felvenni, és abban a keresztmetszetben szereplő valamennyi réteg figyelembevételével lehet meghatározni a teljes hővezetési ellenállást a hőszigetelésre vonatkoztatva (1. ábra). Az eljárás menete megegyezik a (3.4) egyenlet megoldásának a menetével.

4.3. A hővezetési ellenállás alsó értékének meghatározása

A hővezetési ellenállás alsó értékének meghatározása esetén hasonló módon kell figyelembe venni az egyes rétegek hővezetési tényezőjét, vastagságát és a hőátadási tényezőket (felületi ellenállásokat).

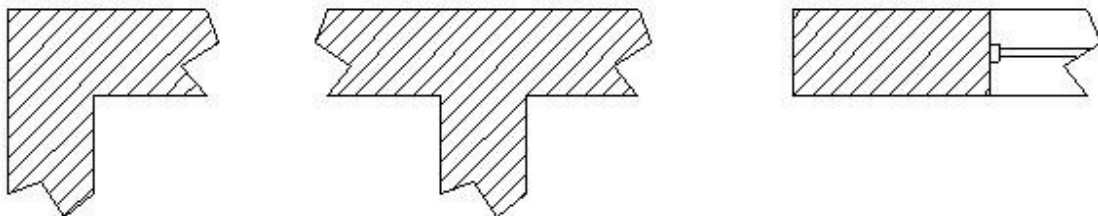
$$R''_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + \frac{1}{\frac{A_{\text{borda}}[\%]}{R_{\text{borda}}} + \frac{A_{\text{hőszigetelés}}[\%]}{R_{\text{hőszigetelés}}}} + \dots + R_n + R_{se}, \text{ ahol} \quad (3.6)$$

$A_{\text{borda}}[\%]$ – bordafelület	[%],
$A_{\text{hőszigetelés}}[\%]$ – hőszigetelt felület	[%],
$R_{\text{borda}} = \frac{d_{\text{borda}}}{\lambda_{\text{borda}}}$ – borda hővezetési ellenállása	$\left[\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$,
$R_{\text{hőszigetelés}} = \frac{d_{\text{hőszigetelés}}}{\lambda_{\text{hőszigetelés}}}$ – hőszigetelés hővezetési ellenállása	$\left[\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$,
$R_n = \frac{d_n}{\lambda_n}$ az n-edik réteg hővezetési ellenállása	$\left[\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$,
R_{si} – belső felületi ellenállás (táblázatból vett érték)	$\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$,
R_{se} – külső felületi ellenállás (táblázatból vett érték)	$\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$.

A hővezetési ellenállás alsó értékének meghatározása

4.4. Geometriai hőhidak

Meghatároztuk a térelhatároló szerkezet hőátbocsátási tényezőjét, amiben már a szerkezeti hőhidak hatását is figyelembe vettük. Azonban a geometriai hőhidakról sem szabad elfeledkezni (7/2006.(V.24.)TNM rendelete). A geometriai hőhidakról akkor beszélünk, ha az adott épületszerkezetet, szerkezeti részt nem két párhuzamos síkfelület határolja (2.ábra).



2. ábra: Geometriai hőhidak

Külső falak esetében figyelembe kell venni például a következő geometriai hőhidak hatását: a falak csatlakozását - a pozitív falsarkokat, a homlokzatsíkból kinyúló falakat, a csatlakozó födémekeket vagy a nyílászáró-kerületeket. Beépített tetőteret határoló tetők esetében a tetőélek és élszaruk, a felépítményszegélyek, a nyílászáró-kerületek, valamint a térd-és oromfalak és a tető csatlakozási hosszának a hatását szükséges figyelembe venni. A különböző geometriai hőhidak hosszát összegezni kell, és fajlagos mennyiségüket az adott térelhatároló szerkezet felületéhez kell viszonyítani. E viszonyszám alapján az adott szerkezetet gyengén-, közepesen- és erősen hőhidas kategóriába kell sorolni. A besorolás függvényében szükséges növelni a 10-30%-kal a szerkezet hőátbocsátási tényezőjének értékét.

$$U_R = U \cdot (1 + \chi), \text{ ahol} \quad (3.7)$$

U_R – korrigált hőátbocsátási tényező

$$\left[\frac{W}{m^2K} \right]$$

U – hőátbocsátási tényező

$$\left[\frac{W}{m^2K} \right]$$

χ – korrekciós tényező

4.5. Ellenőrzés- követelményrendszerek

Ha külön-külön meghatároztuk valamennyi külső térelhatároló-szerkezet U_R hőátbocsátási tényezőjét, akkor ellenőrizni kell azokat, hogy megfelelnek-e a rendeletben (7/2006.(V.24.)TNM rendelete) foglaltaknak. A hazai követelményértékeket az 1. táblázat tartalmazza. A 2. táblázat pedig összehasonlítja a hazai követelmény értékeket néhány tagállamban bevezetett értékkel.

Épülethatároló szerkezet		U [W/m ² K]		
Külső fal		0,45		
Lapostető		0,25		
Padlásfödém		0,30		
Fűtött tetőteret határoló szerkezetek		0,25		
Alsó zárófödém fűtetlen pince felett		0,50		
Homlokzati üvegezett nyílászáró(fa vagy PVC keretszerkezettel)		1,60		
Tetősík ablak		1,70		
Homlokzati vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó		1,80		
Talajon fekvő padló a kerület mentén 1,5 m széles sávban		0,50		
Ország	Külső fal [W/m ² K]	Tető [W/m ² K]	Padló [W/m ² K]	Nyílászáró [W/m ² K]
Ausztria	0,35	0,20	0,40	1,7
Szlovákia	0,32	0,20	0,46	1,7
Magyarország	0,45	0,25	0,50	1,6(2,0)
Csehország	0,38	0,30	0,60	1,8
Lengyelország	0,40	0,25	0,60	1,7
Írország	0,27	0,22	0,25	---
Finnország	0,22	0,14	0,22	1,4

2. táblázat – A hőátbocsátási tényező követelményértékeinek az összehasonlítása - hazai és külföldi országok

5. Az épület fajlagos hőveszteségtényezőjének (q) a meghatározása (EN ISO 6946)

Amennyiben valamennyi térelhatároló szerkezet hőátbocsátási tényezője megfelel a követelményeknek, akkor már egyszerűen meghatározhatjuk az adott épület hőveszteségét. A fajlagos hőveszteségtényező az egységnyi hőmérséklet-különbség hatására távozó hőáramot fejezi ki egységnyi fűtött térfogatra vonatkoztatva. Nem kell mást tennünk, mint figyelembe venni az egyes lehülő-felületek nagyságának és a 3. pontban meghatározott hőátbocsátási tényezőknek a szorzatát, az üvegezett felületek hőnyereségét és a fűtött légtérfogatot.

$$q = \frac{\sum AU_R + \sum l\psi - \frac{Q_{sd}}{72}}{V}, \text{ ahol} \quad (4.1)$$

q – fajlagos hővesztéstényező

$$\left[\frac{W}{m^3K} \right]$$

U_R – korrigált hőátbocsátási tényező

$$\left[\frac{W}{m^2K} \right]$$

A – lehülő felület

$$[m^2]$$

l – talajjal érintkező élek hossza

$$[m]$$

ψ – vonalmenti hőátbocsátási tényező

$$\left[\frac{W}{mK} \right]$$

Q_{sd} – direkt sugárzási hőnyereség

$$[W]$$

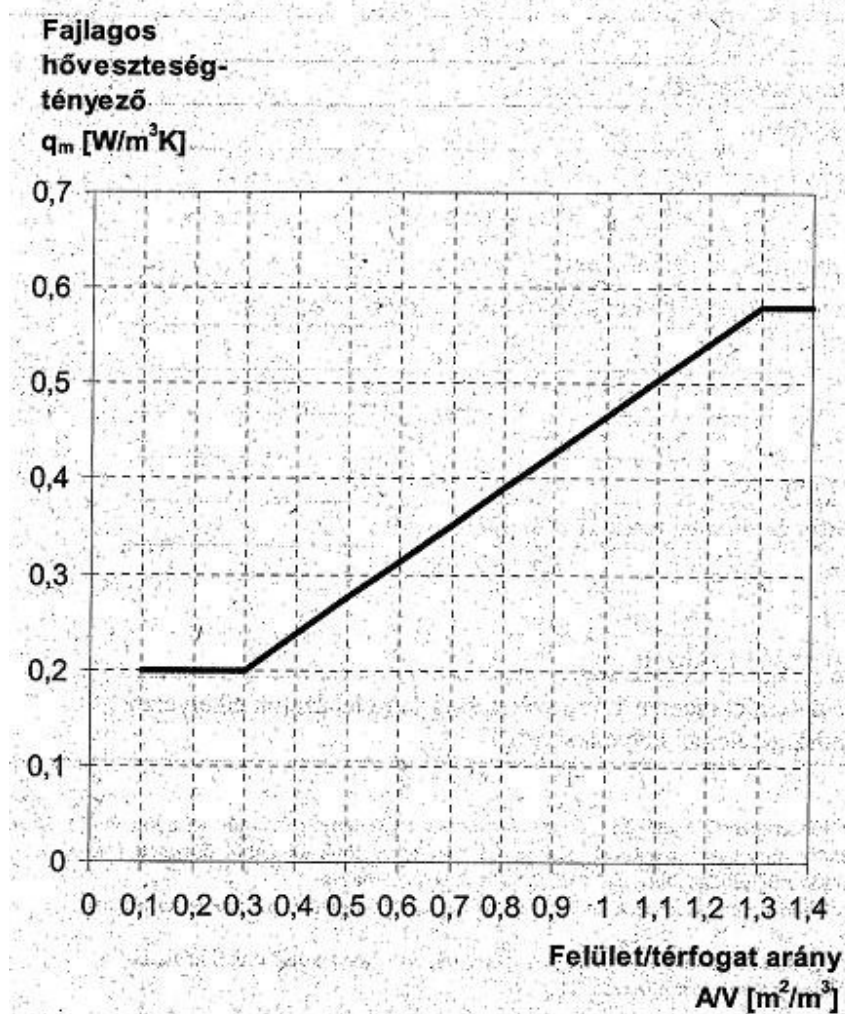
V – fűtött légtérfogat

$$[m^3]$$

A fajlagos hővesztéstényező határértékét a teljes lehülő felület és a fűtött térfogat aránya

határozza meg $\left(\frac{\sum A}{V} \right)$ (3. ábra):

Épület fajlagos hővesztéstényezőjének (q) a meghatározása



3. ábra: A fajlagos hővesztéstényező követelményértéke

$$\begin{array}{ll}
\sum A/V \leq 0,3 & q_m = 0,2 \text{ [W/m}^3\text{K]} \\
0,3 \leq \sum A/V \leq 1,3 & q_m = 0,38 \left[\sum A/V \right] + 0,086 \text{ [W/m}^3\text{K]}, \text{ ahol} \\
\sum A/V \geq 1,3 & q_m = 0,58 \text{ [W/m}^3\text{K]}
\end{array} \tag{4.2}$$

$\sum A$ – teljes lehűlő felület [m²]
 V – fűtött légtérfogat [m³]

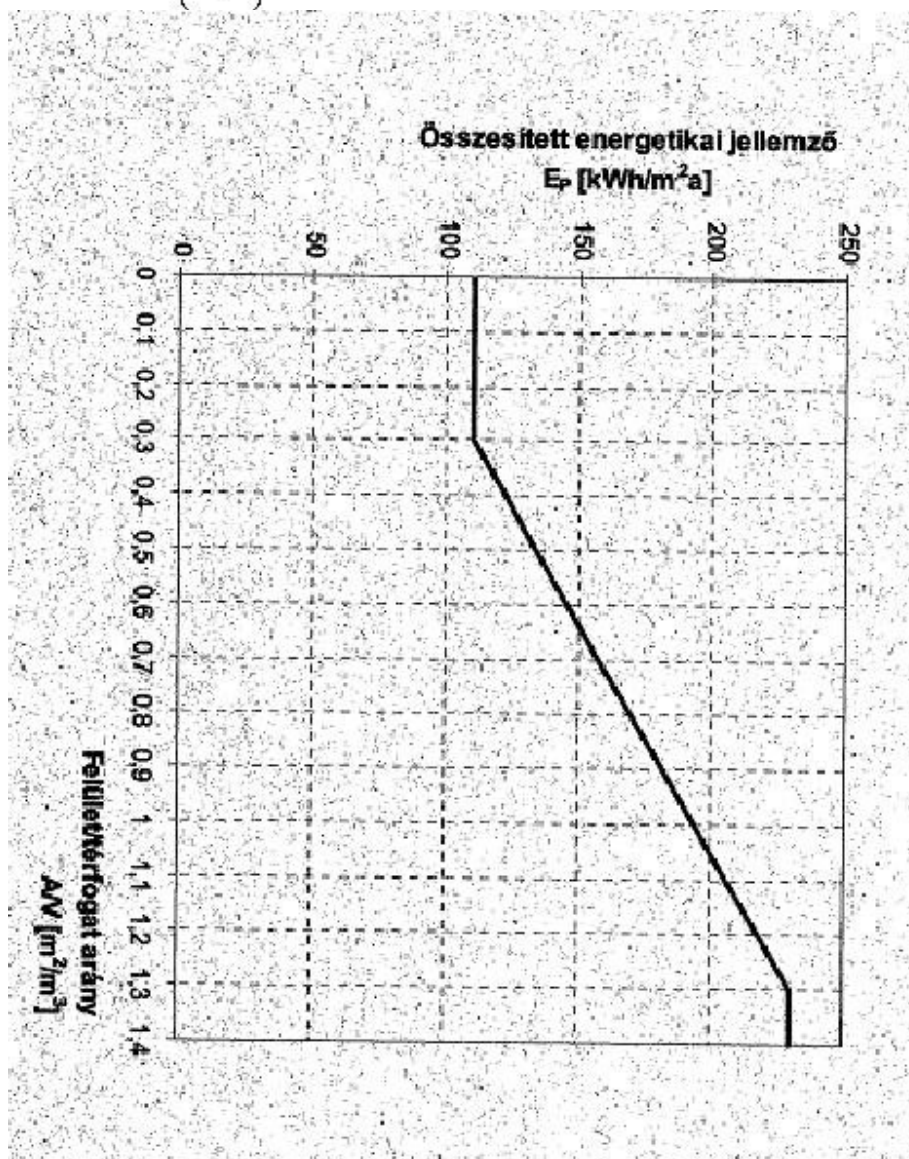
A fűtött épülettérfogatot határoló teljes felületbe beszámítandó a külső levegővel, a talajjal, a szomszédos fűtetlen terekkel és a fűtött épületekkel érintkező valamennyi határolás. A direkt sugárzási hőnyereség az egyik fontos részét képezi az épület energiamérlegének. Az üvegezett felületen az épületbe bejutó napsugarak jelentősen befolyásolják a téli fűtéshez szükséges hőmennyiséget. A direkt sugárzás értékét elsősorban az ablak minősége, az üvegezés sugárzásátbocsátó képessége határozza meg. Másodsorban, pedig nagyon fontos az épület tájolása, az üvegfelületek elhelyezkedése és azok nagysága. A nyílászárókat, lényegesen rosszabb hőátbocsátási képességük miatt mindenképp érdemes a déli oldalon elhelyezni. Az épületek ily módon történő energia-megtakarításáról, ennek előnyeiről és hátrányairól később szólok az „Épületeke nyári túlmelegedésének ellenőrzése” című fejezetben.

6. Az épület összesített energetikai jellemzőjének (Eö) a meghatározása (EN ISO 6946)

A szabályozás legfelső szintje, az összesített energetikai jellemző meghatározása nem tartozik szorosan tárgyunkhoz. Az előző két fejezetben (3. és 4.) tárgyalt energetikai jellemzőket kizárólag az épület szerkezete és az alkalmazott építőanyagok határozzák meg. Az összesített energetikai jellemző értékének a meghatározásához már az alkalmazott épületgépészeti rendszereket is figyelembe kell venni. Itt elsősorban a fűtés és a HMV előállításához használt berendezések, kazánok típusa, az alkalmazott fűtőanyag a meghatározó tényezők. Fontos megjegyezni, hogy az Eö –t primer energiában fejezzük ki. Ez annyit jelent, hogy az épület energiafogyasztását egy energiahordozóra vonatkoztatjuk. Egy épület ugyanis nem egyforma energiaforrásokkal dolgozik, illetve a felhasznált energiafélések nem egyformán értékesek. Például: adott „x” hőmennyiséggel biztosítom egy lakóház fűtési szükségletét. Ha ezt az „x” hőmennyiséget én áramtermelésre fordítom, és az így keletkezett villamos-energiát fordítom ugyanannak az objektumnak a fűtésére, akkor nem tudom biztosítani ugyanazt a hőmérsékletet. Következésképpen több áramot - és ezzel több hőenergiát – kell használnom, ha biztosítani szeretném a megfelelő hőmérsékletet. Az összesített energetikai jellemző meghatározásához ezért primer energiaátalakítási tényezőket határoztak meg. Ezeket a rendelet előírásai szerint kell alkalmazni.

Energia	e
elektromos áram	2,50
földgáz	1,00
tüzelőolaj	1,00
szén	0,95
tűzifa, biomassza	0,60
megújuló	0,00

Az összesített energetikai jellemző határértékét a teljes lehűlő felület és a fűtött térfogat aránya határozza meg $\left(\frac{\sum A}{V}\right)$ (4. ábra):



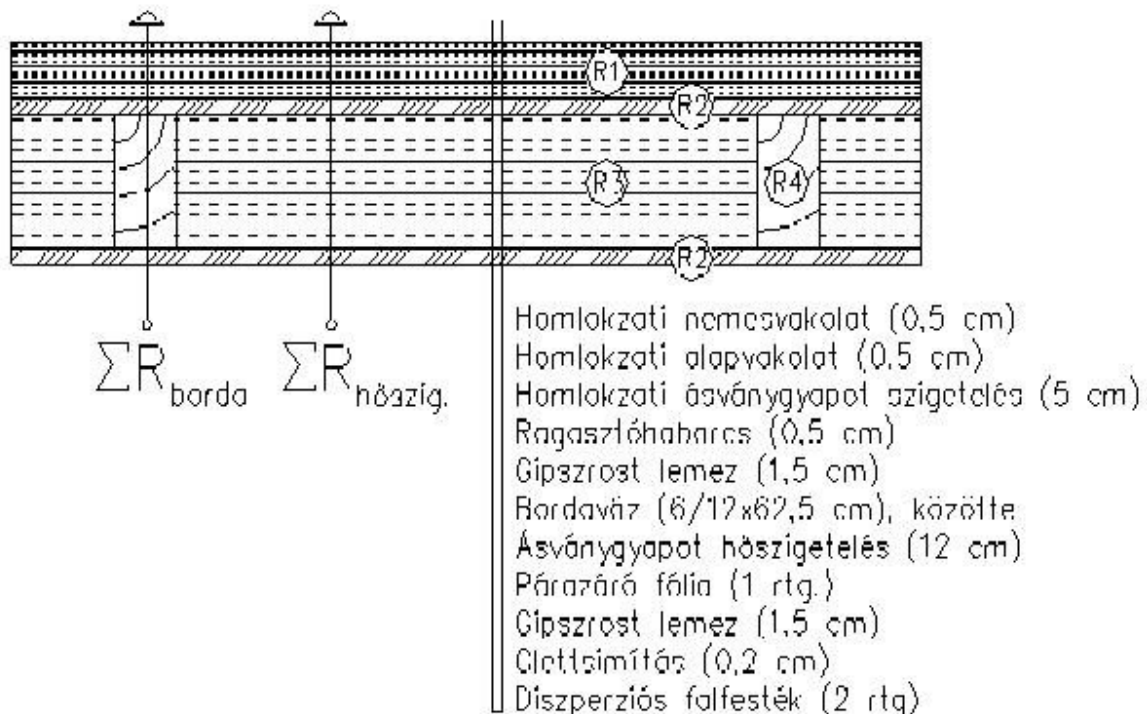
4. ábra: Lakó- és szállásjellegű épületek összesített energetikai jellemzőjének követelményértéke (nem tartalmaz világítási igényt)

$$\begin{aligned}
\sum A/V \leq 0,3 & E_p = 110 \text{ [kWh/m}^2\text{a]} \\
0,3 \leq \sum A/V \leq 1,3 & E_p = 120 \left[\sum A/V \right] + 74 \text{ [kWh/m}^2\text{a]}, \text{ ahol} \\
\sum A/V \geq 1,3 & E_p = 230 \text{ [kWh/m}^2\text{a]}
\end{aligned} \tag{4.2}$$

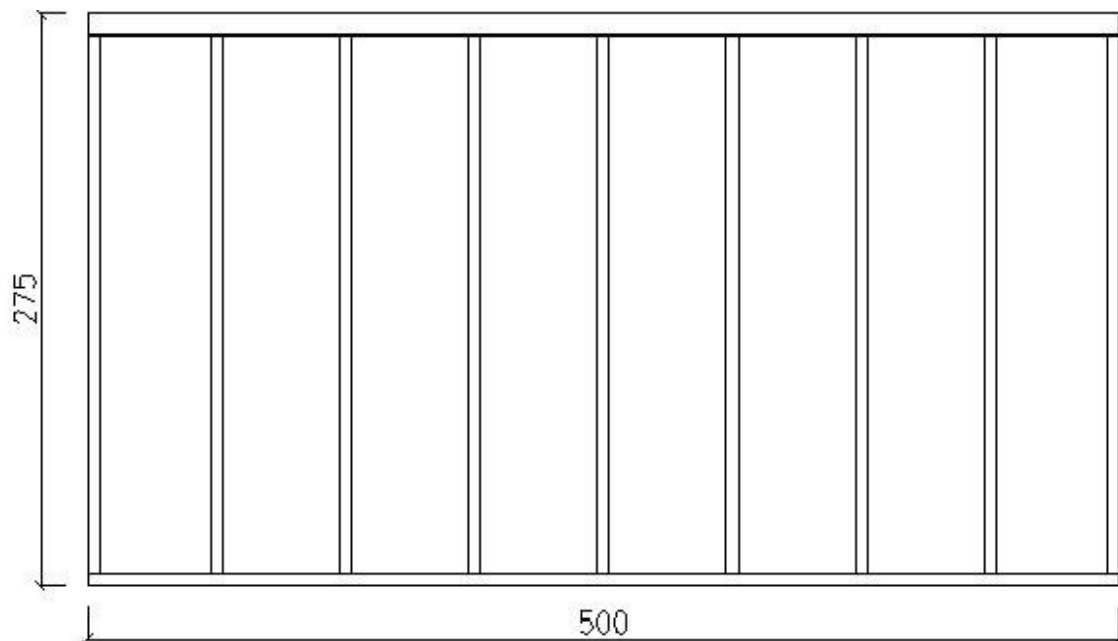
$\sum A$ – teljes lehűlő felület [m²]
 V – fűtött légtérfo gat [m³]

7. Példa 1

Egy fa bordavázás, könnyűszerkezetes épület külső falszerkezetének UR hőátbocsátási tényezőjének a meghatározása. A fa bordavázás, könnyűszerkezetes épület külső falszerkezete réteges felépítésű. A külső falaktól elvárt különböző funkciókat különböző anyagok biztosítják. A teherviselést a fa bordaelemek, a hőszigetelést a bordaközökbe beépített hőszigetelőanyag, illetve a homlokzati hőszigetelőrendszer, a légzárást és állagvédelmet a borítólemezek, illetve a beépített párazáró fólia végzi (6. ábra). A merevítés a borítólemezek, és az alkalmazott kötőelemek feladata. A fal hőszigetelő képességének meghatározásánál nem hagyható figyelmen kívül, hogy a falfelület egyes pontjain két –jól elkülöníthető– rétegrend alakul ki: a bordákon, illetve a bordaközökben értelmezett rétegrendek. A két rétegrend aránya a felület mentén jelentős: egy általános épület esetén nagyjából 20% bordafelülettel, és 80% bordaköz-felülettel lehet számolni. Ezeket az arányokat könnyen beláthatjuk, ha megnézzük a 7.1. és 7.2. ábrán látható két falpanel-vázlatot. A 2,75 x 5,00 méteres falszakasz nyílások nélkül 16:84 arányú borda-bordaköz felülettel rendelkezik, míg ugyanez a fal két 100/120-as ablaknyílással már 28:72 értékeket vesz fel.

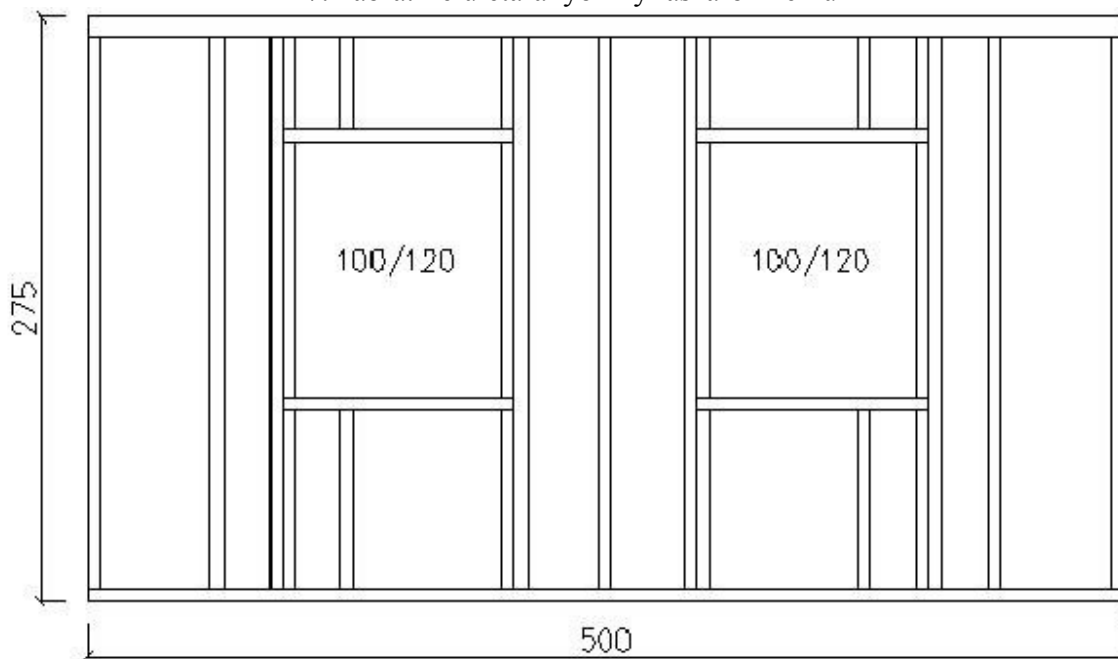


6. ábra: Fa bordavázás, könnyűszerkezetes épület külső falszerkezetének rétegrendje



Teljes felület: 13,75 m²
 Bordafelület: 2,20 m² (16%)
 Hőszig.felület: 11,55 m² (84%)

7.1 ábra: Felületarányok nyílászárók nélkül



Teljes felület: 11,35 m²
 Bordafelület: 3,21 m² (28%)
 Hőszig.felület: 8,14 m² (72%)

7.2 ábra: Felületarányok nyílászárók beépítésével

Az egyes rétegek hővezetési tényezőjének a felvétele:

$$1) \lambda_{\text{külső oldali hőszigetelés}} = \lambda_1 = 0,04 \left[\frac{W}{mK} \right]$$

$$2) \lambda_{\text{gipszrost}} = \lambda_2 = 0,30 \left[\frac{W}{mK} \right]$$

$$3) \lambda_{\text{szálas hőszigetelés}} = \lambda_3 = 0,04 \left[\frac{W}{mK} \right]$$

$$4) \lambda_{\text{faborda}} = \lambda_4 = 0,13 \left[\frac{W}{mK} \right]$$

Az egyes rétegek hővezetési tényezőjének a felvétele

$$R_{\text{külső oldali hőszigetelés}} = R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0,05}{0,04} = 1,25 \left[\frac{m^2K}{W} \right],$$

$$R_{\text{gipszrost}} = R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} = \frac{0,015}{0,3} = 0,05 \left[\frac{m^2K}{W} \right],$$

$$R_{\text{szálas hőszigetelés}} = R_3 = \frac{d_3}{\lambda_3} = \frac{0,12}{0,04} = 3,00 \left[\frac{m^2K}{W} \right],$$

$$R_{\text{faborda}} = R_4 = \frac{d_4}{\lambda_4} = \frac{0,12}{0,13} = 0,923 \left[\frac{m^2K}{W} \right]$$

Az egyes rétegek hővezetési ellenállásának a számítása

$$\sum R_{\text{bordák}} = R_{S_i} + R_1 + R_2 + R_4 + R_2 + R_{S_e} = 2,443 \left[\frac{m^2K}{W} \right],$$

$$\sum R_{\text{hősz.}} = R_{S_i} + R_1 + R_2 + R_3 + R_2 + R_{S_e} = 4,520 \left[\frac{m^2K}{W} \right]$$

A bordánál és a hőszigetelésnél számított teljes hővezetési ellenállás számítása

$$R'_T = \frac{1}{\frac{A_{\text{bordák}}}{\sum R_{\text{bordák}}} + \frac{A_{\text{hőszig.}}}{\sum R_{\text{hőszig.}}}} = \frac{1}{\frac{0,2}{2,443} + \frac{0,8}{4,520}} = 3,863 \left[\frac{m^2K}{W} \right] \text{ és}$$

$$R''_T = R_{S_i} + R_1 + R_2 + \frac{1}{\frac{A_{\text{borda}}}{R_{\text{borda}}} + \frac{A_{\text{hőszig.}}}{R_{\text{hőszig.}}}} + R_2 + R_{S_e} = 0,1 + 1,25 + 0,05 + \frac{1}{\frac{0,2}{0,923} + \frac{0,8}{3,00}} + 0,05 + 0,1$$

$$= 3,559 \left[\frac{m^2K}{W} \right]$$

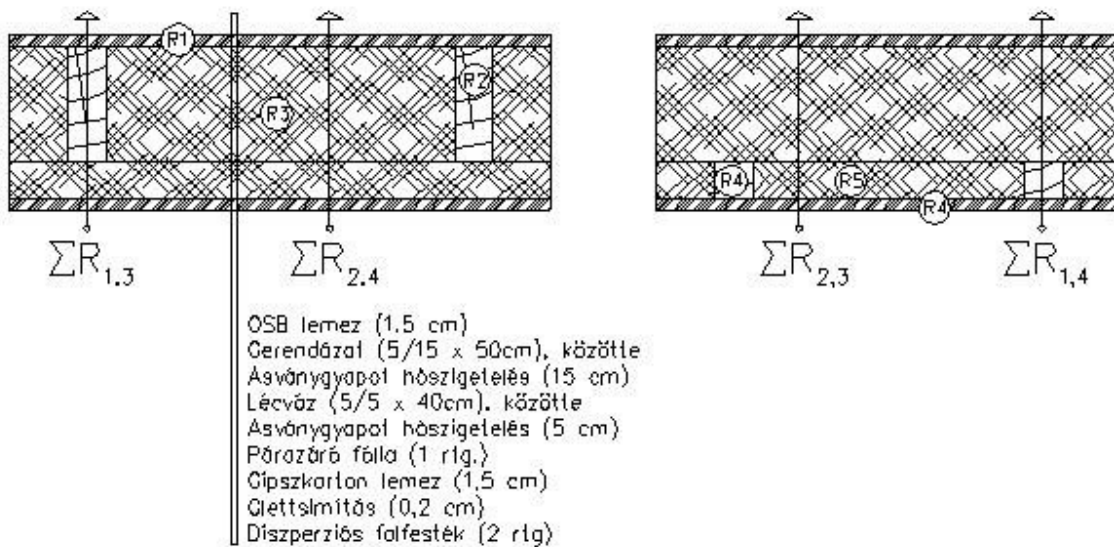
$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2} = \frac{3,863 + 3,559}{2} = 3,711 \left[\frac{m^2K}{W} \right]$$

$$U = \frac{1}{R_T} + \Delta U_g + \Delta U_f = \frac{1}{3,711} + 0,01 + 0,032 = 0,31 \left[\frac{W}{m^2K} \right]$$

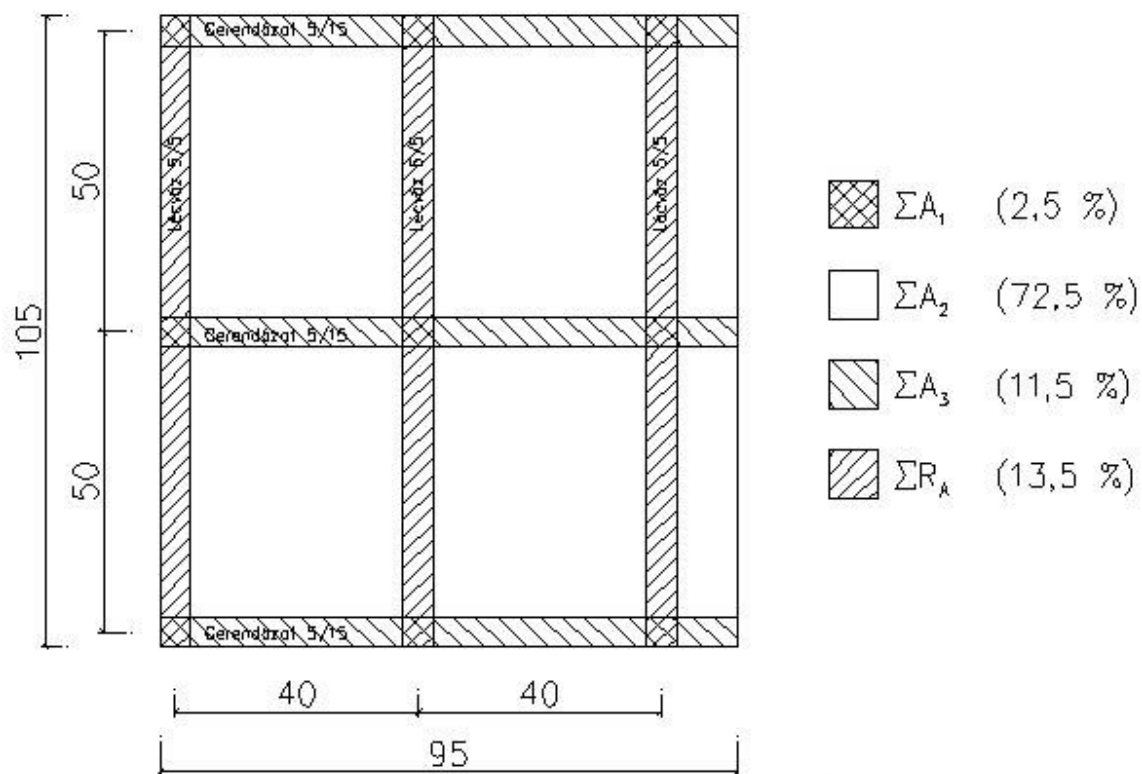
A új, EU szabvány szerinti számítási eljárással egy általános rétegrendű fa bordavázás, könnyűszerkezetes falszerkezet hőátbocsátási tényezője: $U = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$ értékre adódik. Ezt az adatot azonban még korrigálni kell a (3.7) egyenletnek megfelelően. Ez a korrekció minden, egymástól különböző épület esetében más és más. A geometriai hőhidak hossza ugyanis minden különböző alaprajzi elrendezés esetében változik.

8. Példa 2

Egy fa bordavázás, könnyűszerkezetes épület fa födém szerkezetének UR hőátbocsátási tényezőjének a meghatározása. A fa bordavázás, könnyűszerkezetes épület zárófödém-szerkezetére réteges felépítésű. A födémről elvárt különböző funkciókat különböző anyagok biztosítják. A teherviselést a fa födémgerendák (födempallók), a hőszigetelést a bordaközökbe és a lécközökbe beépített hőszigetelőanyag, a légzárást és állagvédelmet a borítólemezek, illetve a beépített párazáró fólia végzi (8. ábra). A merevítés a borítólemezek, és az alkalmazott kötőelemek feladata. A födém hőszigetelő képességének meghatározásánál nem hagyható figyelmen kívül, hogy a felület egyes pontjain (a gerendázat és szerelőlécek elhelyezkedése révén) négy –jól elkülöníthető– rétegrend alakul ki. A négy rétegrend aránya a felület mentén jelentősen módosítja a legjobb rétegrenden keresztül értelmezhető hőszigetelő képességet: egy általános épület esetén nagyjából 72,5% teljesen hőszigetelt födémfelülettel lehet számolni, a fennmaradó részeken a rétegrendnek csupán egy része hőszigetelőanyag, a többi tömörfa (pl. a lécváz, vagy a födémgerenda). Ezeket az arányokat könnyen beláthatjuk, ha megnézzük a 9. ábrán látható födém-vázlatot. Az 1 m²-es födémfelületen a négy rétegrend a jelölt arányokban oszlik el.



8. ábra: Fa födém szerkezet rétegrendje



9. ábra: A borda- és hőszigetelés felületek eloszlása a zárófödemen

8.1. Az egyes rétegek hővezetési tényezőjének a felvétele:

$$1) \lambda_{\text{OSB lemez}} = \lambda_1 = 0,16 \left[\frac{\text{W}}{\text{mK}} \right],$$

$$2) \lambda_{\text{gerenda}} = \lambda_{\text{léc}} = \lambda_2 = \lambda_4 = 0,13 \left[\frac{\text{W}}{\text{mK}} \right],$$

$$3) \lambda_{\text{hősz.}} = \lambda_3 = \lambda_5 = 0,04 \left[\frac{\text{W}}{\text{mK}} \right],$$

$$4) \lambda_{\text{gipszkarton}} = \lambda_6 = 0,30 \left[\frac{\text{W}}{\text{mK}} \right].$$

8.2. Az egyes rétegek hővezetési ellenállásának a számítása

$$R_{\text{OSB lemez}} = R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{\text{OSB}}} = \frac{0,015}{0,16} = 0,094 \left[\frac{m^2 K}{W} \right],$$

$$R_{\text{gerenda}} = R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} = \frac{0,15}{0,13} = 1,154 \left[\frac{m^2 K}{W} \right],$$

$$R_{\text{hősz.}} = R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{\text{hősz.}}} = \frac{0,15}{0,05} = 3,000 \left[\frac{m^2 K}{W} \right],$$

$$R_{\text{léc}} = R_4 = \frac{d_4}{\lambda_4} = \frac{0,05}{0,13} = 0,385 \left[\frac{m^2 K}{W} \right],$$

$$R_{\text{hősz.}} = R_5 = \frac{d_5}{\lambda_{\text{hősz.}}} = \frac{0,05}{0,05} = 1,000 \left[\frac{m^2 K}{W} \right],$$

$$R_{\text{gipszkarton}} = R_6 = \frac{d_6}{\lambda_6} = \frac{0,015}{0,3} = 0,050 \left[\frac{m^2 K}{W} \right].$$

8.3. A bordánál és a hőszigetelésnél számított teljes hővezetési ellenállás számítása

($\sum R_1$, $\sum R_2$, $\sum R_3$, és $\sum R_4$):

$$\sum R_1 = R_{\text{sz}} + R_1 + R_2 + R_4 + R_6 + R_{\text{sz}} = 1,823 \left[\frac{m^2 K}{W} \right],$$

$$\sum R_2 = R_{\text{sz}} + R_1 + R_3 + R_5 + R_6 + R_{\text{sz}} = 4,284 \left[\frac{m^2 K}{W} \right],$$

$$\sum R_3 = R_{\text{sz}} + R_1 + R_2 + R_5 + R_6 + R_{\text{sz}} = 3,284 \left[\frac{m^2 K}{W} \right],$$

$$\sum R_4 = R_{\text{sz}} + R_1 + R_3 + R_4 + R_6 + R_{\text{sz}} = 3,669 \left[\frac{m^2 K}{W} \right].$$

$$R'_T = \frac{1}{\frac{A_{f91}}{\sum R_1} + \frac{A_{f92}}{\sum R_2} + \frac{A_{f93}}{\sum R_3} + \frac{A_{f94}}{\sum R_4}} = \frac{1}{\frac{0,025}{1,823} + \frac{0,72}{4,284} + \frac{0,115}{3,284} + \frac{0,135}{3,669}} = 3,943 \left[\frac{m^2 K}{W} \right] \text{ és}$$

$$\begin{aligned} R''_T &= R_{\text{sz}} + R_1 + \frac{1}{\frac{A_{f95}}{R_2} + \frac{A_{f96}}{R_3}} + \frac{1}{\frac{A_{f97}}{R_4} + \frac{A_{f98}}{R_5}} + R_6 + R_{\text{sz}} = \\ &= 0,1 + 0,094 + \frac{1}{\frac{0,10}{1,154} + \frac{0,90}{3,000}} + \frac{1}{\frac{0,125}{0,385} + \frac{0,875}{1,000}} + 0,05 + 0,04 = 3,704 \left[\frac{m^2 K}{W} \right] \end{aligned}$$

$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2} = \frac{3,943 + 3,704}{2} = 3,824 \left[\frac{W}{m^2 K} \right].$$

$$U = \frac{1}{R_T} + \Delta U_g + \Delta U_f = \frac{1}{3,824} + 0,01 = 0,27 \left[\frac{W}{m^2 K} \right].$$

A új, EU szabvány szerinti számítási eljárással egy általános rétegrendű (...ábra) fa bordavázás, könnyűszerkezetes épület fa fődémszerkezetének hőátbocsátási tényezője: $U = 0,27(W / m^2K)$ értékre adódik. Ezt az adatot azonban még korrigálni kell a (3.7) egyenletnek megfelelően. Ez a korrekció minden, egymástól különböző épület esetében más és más. A geometriai hőhidak hossza ugyanis minden különböző alaprajzi elrendezés esetében változik.

9. Páratechnika

9.1.

Az épületek párásodása, az épületszerkezetek vizesedése, a felületi páralecsapódás napjainkban egyre komolyabb problémát okoz. Ez a kijelentés fokozottan igaz a könnyűszerkezetes, fa-bordavázás épületekre. Ezért fontos foglalkoznunk a faépületek páratechnikai kérdéseivel kicsit tüzetesebben! A pára nem más, mint gőz alakú nedvesség, ami folyamatosan képződik egy épületben. Nem vesszük észre, azonban a levegő mindig tartalmaz valamennyi mennyiségű vízgőzt. Nemcsak a konyhában főzés közben vagy a fürdőben képződik. Mi magunk és a növények is „lélegzünk”. A környezetünkben mindig a száraz levegő és a vízgőz keveréke van jelen. Maga a pára nem jelent veszélyt az épületre. A problémák akkor lépnek fel, amikor halmazállapot változás veszi kezdetét, és kialakul a kondenzáció, a páralecsapódás. „Szerencsés esetben” ez a lecsapódás már a felületen megtörténik, így még időben jelzést kapunk arról, hogy baj van. Az igazi vész azonban akkor következik be, ha a páralecsapódás nem a felületen kezdődik meg, hanem az épületszerkezeten belül - ahol nem vesszük észre időben a folyadék alakú nedvesség megjelenését. Ez a faházak esetében komoly veszélyeket hordoz. Ha ugyanis a víz megjelenésével kedvező környezeti adottságok alakulnak ki a farontó gombák számára, akkor nem csupán az épület hőszigetelő képessége van veszélyben. Ebben az esetben már az épület teherhordó váza károsodik!

9.2. Fogalmak

9.2.1. Nedves levegő abszolút nedvességtartalma

A vízgőz tömegének (m_g) és a száraz levegő tömegének (m_a) hányadosa:

$$x = \frac{m_g}{m_a}$$

9.2.2. Nedves levegő relatív nedvességtartalma

A vízgőz résznyomásának és a gázkeverék (levegő-vízgőz) hőmérsékletének megfelelő p_s telítési gőznyomás hányadosa

$$\varphi = \frac{p_g}{p_s}$$

9.2.3. Páradiffúziós tényező

Azt a páramennyiséget adja meg kg -ban, amely az anyag két, egymással párhuzamos, egymástól egységnyi távolságra lévő sík rétege között, egységnyi nyomáskülönbség hatására, a réteg egységnyi felületén, egységnyi idő alatt áthatol.

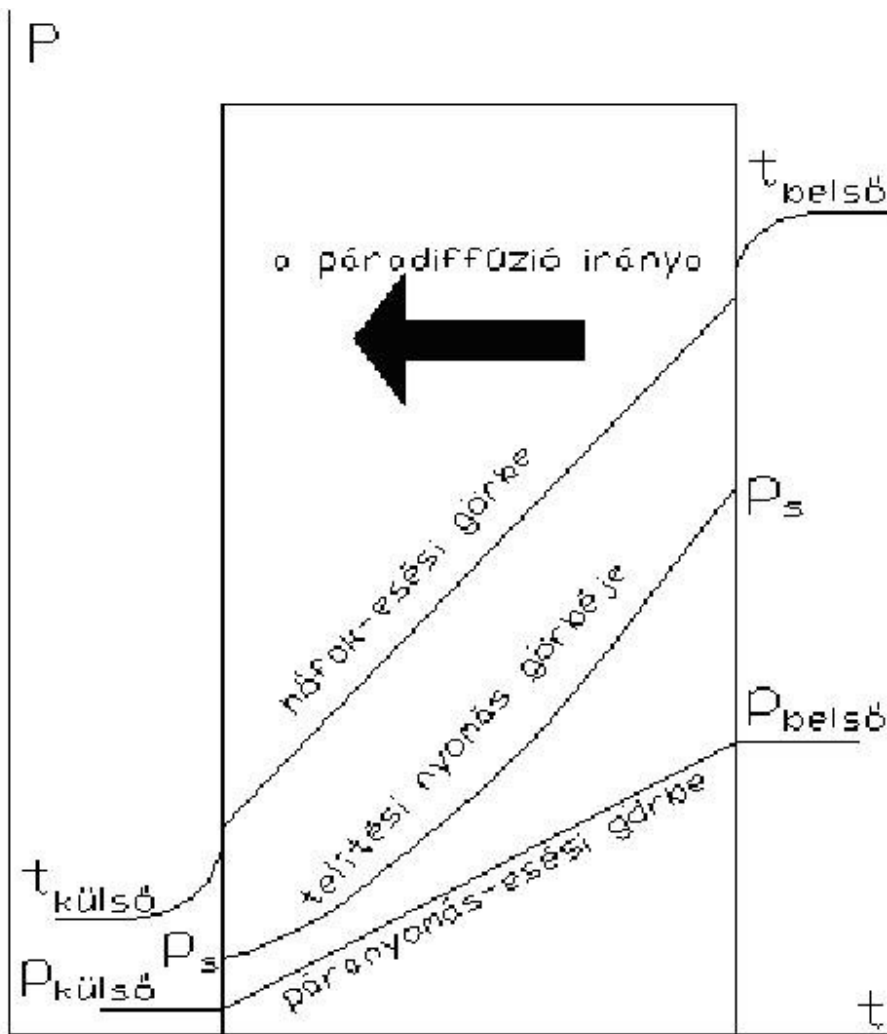
$$\text{Jele: } \delta \text{ . Mértékegysége: } \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{sPa}} \text{ .}$$

9.2.4. Harmatpont

A harmatpont a levegőnek az a hőmérséklete, amelyen az adott hőmérsékletű és nedvességtartalmú levegő a folyékony vízre nézve telítetté válik. A harmatpontnál – a harmatpont-hőmérsékletnél – alacsonyabb környezeti hőmérsékletnél megindul a víztartalom kicsapódása, a kondenzáció. Vagy: a harmatpont az a hőmérséklet, melyre az adott levegőrészecskének le kell hűlnie, hogy a benne lévő vízgőz vízzé csapódjon ki.

9.3. Párafizikai jelenségek

Az épületben az emberi, növényi jelenlét és tevékenység miatt pára képződik. Ez annyit jelent, hogy adott légtérfogat levegő-vízgőz gázelegyében nőni fog a gáz halmazállapotú nedvesség mennyisége. A levegőben lévő vízgőz az elegy hőmérsékletének megfelelő telítési pontig, a harmatpontig marad az emberi szem számára láthatatlan. Minél magasabb a hőmérséklet, annál több vízgőzt képes felvenni a levegő. Azaz minél hidegebb a levegő, annál kevesebb nedvességet képes magába fogadni, annál alacsonyabb a harmatpont. Ebből következik, hogy minél több a levegőben a nedvesség, annál nagyobb annak résznyomása. A térelhatároló szerkezetek külső és belső oldalán fennálló hőmérsékletek és relatív nedvességtartalmak meghatározzák a levegő állapotát. Télen a falak két oldala, a fűtött belső és a hideg külső oldalak hőmérséklet-különbsége elérheti a 25-30 C°- t is. Azaz a két oldalon jelentős páryanomás-különbség is fellép. Megindul a nyomáskiegyenlítődé, törekedvén az egyensúly elérésére. A nedvesség gázállapotban történő mozgását nevezzük diffúciónak. A hideg, alacsonyabb parciális nyomású levegő irányában, azaz belülről kifelé történik a nedvességvándorlás (10. ábra).

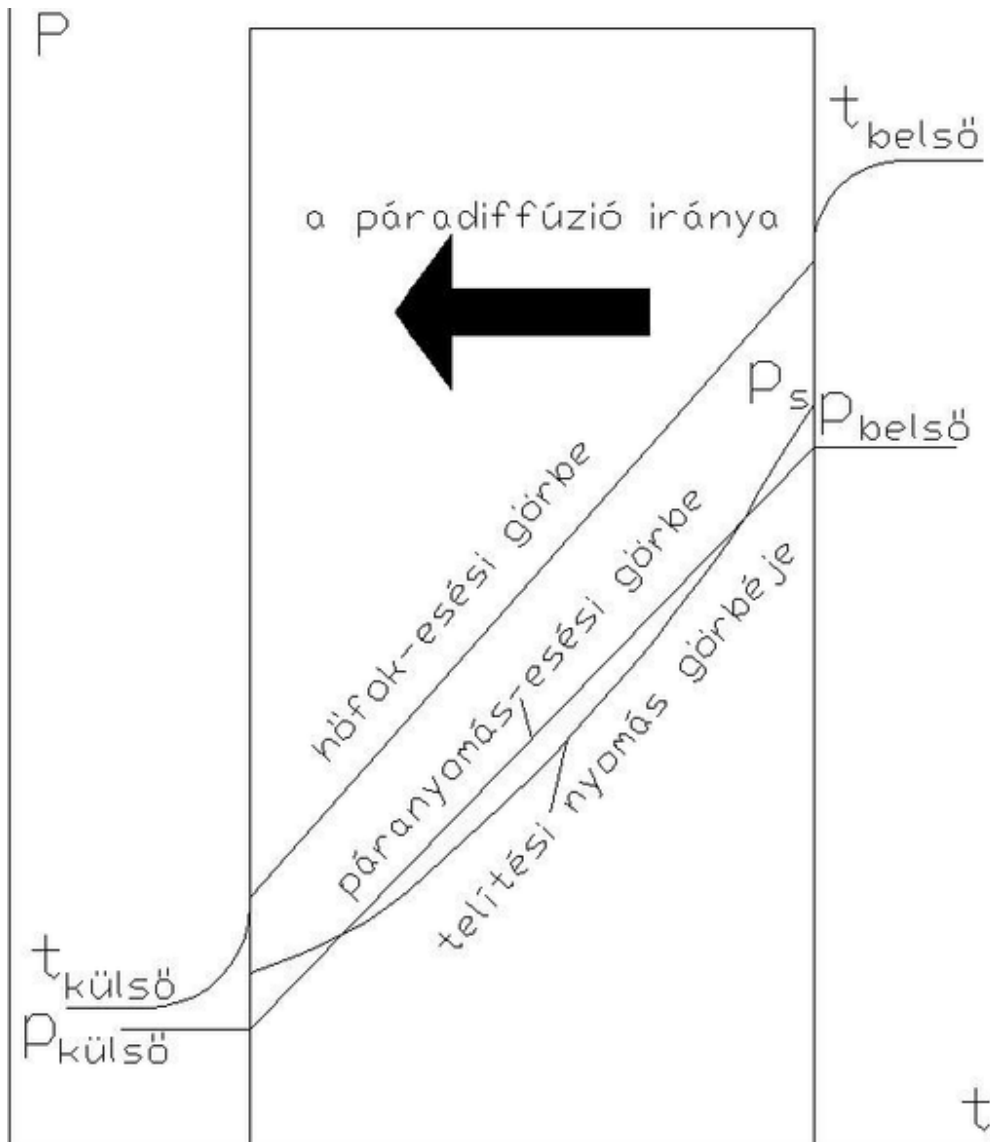


10. ábra: A pára résznyomás és hőmérséklet menete a falszerkezetben

9.4.

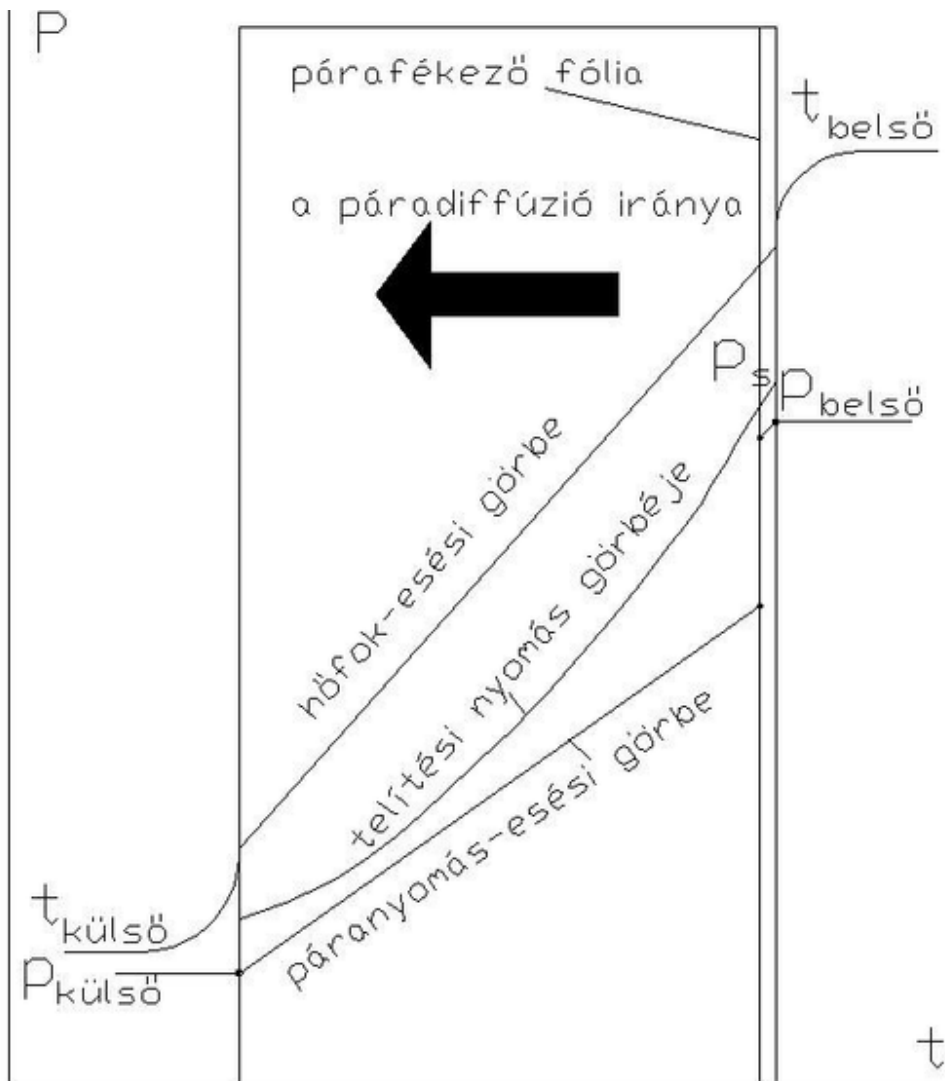
A veszélyforrás az, ha a szerkezetben történő vándorlás során a hőmérséklet eléri a harmatpontot és megtörténik a kondenzáció. A 10. ábrán egy ideális esetet látunk. Ez lehet például egy gerendaház jellemző hőmérséklet és pára résznyomás esési görbéje is. Nagyon fontos, hogy a párányomás-esési görbe nem metszheti soha a telítési görbét, akkor ugyanis megtörténik a kondenzáció, a metszéspontot a hőfok-esési görbére felvetítve kapjuk meg a harmatpontot. A könnyűszerkezetes, fa-bordavázás épületek esetében ez a veszély fokozottan fennáll. A bordák között, a belső felület közelében elhelyezett szálás hőszigetelő-anyag keresztmetszetében rohamosan csökken a hőmérséklet. Így biztos, hogy a szerkezet hőmérséklete hamarabb éri el a harmatpontot, minthogy a pára kiegyenlítődés megtörténhetne (11. ábra)! Ennek elkerülése érdekében elengedhetetlen egy párafékező réteg, a párazáró fólia beépítése a könnyűszerkezetes, fa-bordavázás épületek kivitelezése, illetve gyártástechnológiája során. E nagyon vékony réteget mindenképpen a hőszigetelés elé kell beépíteni, és nagy gondot kell fordítani a fóliacsatlakozások megfelelő kapcsolódására. A réteg beépítésének hatását a 12. ábrán láthatjuk. A telítési nyomás görbéje a hőmérsékletek ismeretében adott, a párányomás-esési görbét pedig a szerkezetet alkotó anyagok páradiffúziós tényezői határozzák meg.

10.



11. ábra: Páralecsapódás esete a falban

Összefoglalva elmondható, hogy a könnyűszerkezetes, fa-bordavázis épületek esetében minden esetben szükség van párazáró fólia beépítésére a hőszigetelő réteg előtt, a belső oldalon. Ugyanezt be kell tartani a mai fa födém szerkezetek esetében és a beépített tetőteret határoló szerkezeteknél is. Utóbbi nemcsak faépületek esetében érvényes, hanem valamennyi magastetőre, ahol lakják a tetőteret.



12. ábra: A párafékező fólia segítségével megakadályoztuk a kondenzációt a szerkezeten belül

29. fejezet - Fa a szerkezetekben

Tartalom

[1. Az európai szabvány](#)

1. Az európai szabvány

Az Európai Unióban az egységesítés jegyében az építési szabványokat is egymáshoz harmonizálták. Az építőipari szabvány a belföldi piacot hivatott szabályozni.

Az építési szabvány abban különbözik a többi szabványtól, hogy nem termékre, hanem építési szerkezetre vonatkozik. Ennek oka az, hogy termékek a rájuk vonatkozó követelményeket csupán a beépítés után tudják kielégíteni. Az építési szabvány hat követelményt támaszt az építési szerkezetekkel szemben: mechanikai szilárdság és állékonyosság, tűzállóság, higiénia, egészség és környezetvédelem, használhatósági biztonság, zajvédelem és energiatakarékosság. Ahhoz, hogy a kapcsolat létrejöhessen ezen követelmények és a termék műszaki tehetőségei között, az EU hat alapidokumentumot adott ki. Az

alapidokumentumok a tagállamok harmonizált szabályait tartalmazzák. Néhány részben a legújabb kutatási eredményeket tartalmazza.

Az építési szabvány arra épül, hogy a terméknek, melyet piacra dobnak, a feladatát teljesítenie kell. Tehát olyan tulajdonságokat kell kiemelnie, melyek biztosítják, hogy a szerkezet, melybe a terméket beépítették, a vele szemben támasztott követelményeknek megfelel. Az ilyen termékek CE jelzést viselhetnek.

A fa- és faalapú építőanyagokra vonatkozó európai szabványok

A különféle műszaki delegációk, melyek a szabványok szövegezésével foglalkoznak, négy foglalkozik kizárólag fa- és faalapú termékekkel:

1. CEN/TC 38 fa- és faalapú termékek tartóssága
2. CEN/TC 112 faalapú lemeztermékek
3. CEN/TC 124 fa-tartószerkezetek
4. CEN/TC 175 rönk és fűrészipari fa

A faszerkezetekre vonatkozó EC5 szabványokat ezek dolgozták ki.

A faanyag a tartószerkezetekben

A fa egy világszerte hozzáférhető újrahasznosítható alapanyag. Megfelelő felhasználásával az éves után-növekedés képes követni a világ faanyagszükségletét. Feldolgozásához szükséges rendkívül alacsony energiaszükséglet a faanyag-feldolgozást rendkívül környezethatékony módszerré teszi. Így a faanyagok feldolgozása, alkalmazása, hasznosítása sokkal kisebb károsító hatással van a környezetre, mint egyéb alapanyagok. A fák növekedésük során széndioxidot kötnek le a természetből. Ezt a fa a sejtfalakban különböző szerves anyagok formájában illetve a sejtfalat építő anyagok formájában tárolja. A fotoszintézis melléktermékeként keletkező oxigén egyben a légkörünket is „frissíti”. A fa egy élő anyag, anizotrópikus tulajdonságokkal rendelkezik, ami a különböző környezeti hatásoknak megfelelően változhat. A terhelés időlefolyása jelentősen befolyásolja a faanyag szilárdságát és a fellépő alakváltozásokat. E tulajdonságok nemcsak fafajonként változhatnak, hanem egy fafajon belül is nagy szórást mutatnak. Ezt könnyű belátnunk, hiszen a világ egyes tájain, vagy akár egy országon belül is különböző életfeltételeket talál a fa és ezáltal a fából kinyerhető faanyagnak is különféle tulajdonságai alakulnak ki. A tervezőknek tisztában kell lenni ezzel a tulajdonságváltozással és a faszerkezetek tervezése során ezeket figyelembe kell venniük.

A fából nyerhető termékek és faalapú anyagok Az erdőből kitermelhető fák mérete alapvetően meghatározza a belőlük nyerhető építőanyag geometriai méretét. De amíg száz évvel ezelőtt még minden további nélkül beszerezhető volt egy 20x50cm-es keresztmetszetű, akár 20 méter hosszúságú gerenda, addig ma 8x20cm-es szelvény méret, és 5 méter hossz fölött már problémás a beszerzés, illetve magas a felár. Az ilyen problémák ellen nagyon jó megoldás az, hogy a mai építőipari és építési technológiák már lehetővé teszik, hogy kisebb faelemekből egy nagyobb, együtt-dolgozó rendszer készüljön. Ismert példa a deszkákból vagy legfeljebb pallókeresztmetszetből készített rétegelt-ragasztott tartó. Meg kell említenünk a fa geometriai tulajdonságai mellett teherbírasi és alakváltozási tulajdonságait is. A fa élő anyagként rendkívül széles szórású szilárdsági és rugalmassági

tulajdonságokkal bír. Ennek a nagy szórásnak a kordában tartására két megoldás létezik, amit a gyakorlatban is alkalmazhatunk: Az egyik a faanyag osztályozása. Ilyenkor egy vagy több faanyag-tulajdonság szerint osztályokat képzünk, és a fűrészárú vizsgálatával meghatározzuk, hogy az aktuális faanyag melyik csoportba sorolható be. A másik megoldás a tovább-feldolgozás. Ilyenkor a fahibákat és rosszabb, gyengébb minőségű részeket eltávolítják, aztán a részekből valamilyen eljárás segítségével önálló faterméket, úgynevezett faalapanyagot hozunk létre. A faalapú anyagok gyártáshoz elengedhetetlen a ragasztástechnika.

A faanyagok osztályozása

A faanyagok osztályozása történhet manuálisan, vizuális úton, és géppel. Az osztályozás során rendszerint olyan tulajdonságokat figyelünk meg, amelyek közvetlenül befolyásolják a faanyag szilárdságát, vagyis az ezen tulajdonságok szerint történő besorolás közvetlenül értelmezhető szilárdsági besorolásként is. Gépi osztályozás esetén általában a rugalmassági modulus ez a tulajdonság, vizuális osztályozás esetén általában fahibák, göcsök, évgyűrű-szélesség, rostlefutás alapján történik a besorolás. A szilárdsági osztályozás, kategorizálás jelentős mértékben megkönnyíti, illetve segítő szándékkal behatárolja a faszerkezet tervezést. Ezáltal könnyebben választja ki a tervező a célra szükséges faanyagot, illetve keresztmetszeteket. Az egyes faanyag-osztályokhoz tartozó szilárdsági- és rugalmassági tulajdonságok ismeretében könnyedén kiválasztható a szerkezethez leginkább szükséges faanyag, illetve azon belül a szilárdsági kategória. Természetesen nem minden esetben a szilárdság az egyetlen tulajdonság, amit figyelembe vesz a szerkezettervező. Fontos lehet a faanyag megjelenése, tartóssága, várható élettartama, faanyagvédőszerrel, felületkezelő anyagokkal való kezelhetősége, ragaszthatósága, feldolgozhatóság; ezek a tulajdonságok a szerkezet bekerülési költségét is alapvetően behatározzák. A szabványosított fűrészárú keresztmetszetek megkönnyítik a tervezés és feldolgozás további lépéseit.

Faalapú termékek.

A fa természetes növekedése során egy rendkívül inhomogén anyagot termel. Göcsök, gyantatáskák, csavarodás, ferde rostlefutás és egyéb fahibák jelentősen befolyásolják a faanyag tulajdonságait – általában gyengítik. Ha a fát apró darabokra szedjük és kihagyjuk belőle a „használatlan” részeket, akkor az apró darabokból újra felépített „fa” sokkal jobb és homogénebb minőségű anyagként fog viselkedni. Az „újra összerakás” alatt általában valamilyen ragasztási technológiát értünk. A ragasztási technológiákkal nagyon nehéz elérni, gyakorlatilag lehetetlenség a természetesen nőtt fa fizikai-, mechanikai tulajdonságait. Azonban a hibakiejtés révén egy homogénebb, tervezés szempontjából jóval kedvezőbb anyagot kapunk. Pl. a rétegelt-ragasztott tartó szilárdsága semmivel sem nagyobb a fűrészárúénál, csupán a benne lévő fahibák aránya jóval kisebb, és ezért egy homogénebb, minden szempontból kedvezőbb anyagnak minősül. Persze a kiejtett fahibák révén előfordulhat, hogy a rétegelt-ragasztott tartó egy vagy kettővel magasabb szilárdsági osztályba kerül, mint az alapanyagul szolgáló fűrészárú lett volna. Következő felsorolásban a különböző fatermékekhez szükséges alapanyagokat mutatjuk be.

1. Termék: paliszádelem, alapanyag: rönk.
2. Termék: építőfa, alapanyag: fűrészárú.

3. Termék: rétegelt-ragasztott tartó, alapanyag: deszka,
4. Termék: rétegelt lemez, alapanyag: műszaki furnér.
5. Termék: LVL gerenda, alapanyag: szerkezeti furnér.
6. Termék: OSB lap, alapanyag: strand, faostya
7. Termék: forgácslap alapanyag: faforgács.
8. Termék: forgácslap, alapanyag: farost.

A hengeres fa (poliszádelem) némiképpen kivételt képez, hiszen a kérgezés és körmarás során a rostok nincsenek átvágva, emiatt lényegesen magasabb szilárdságot érhetünk el.

Fa és fatermékek tulajdonságai

A természetes fa anizotrópiája révén a különböző anatómiai irányokban különböző tulajdonságokkal rendelkezik. A rostokkal párhuzamosan, vagyis a rönk hosszirányában az anyag szilárdsága rendkívül magas, míg erre merőlegesen nagyon alacsony. A húzó szilárdság ebben a két irányban 1:40 arányú, vagyis rostirányban 40-szer nagyobb húzószilárdsággal rendelkezik, mint rostokra merőlegesen. Ezért könnyű a fát rostokkal párhuzamosan hasítani, míg a rostokra merőlegesen gyakorlatilag lehetetlen. Ezt az anizotrópiát a legtöbb kompozit-anyag kiküszöböli, hiszen a forgácslapok, farostlemezek esetén a kis farészecskék rostiránya a síkon belül tetszőleges lehet, így ezek az irányok többé már nem tudják befolyásolni a fatermék tulajdonságait.

A fa higroszkopikus, emiatt tulajdonságai jelentősen függenek az beépítési klímától, különösen a nedvességtartalomtól. A fában lévő víz a száraz fa tömegének arányát nettó nedvességtartalomnak nevezzük, százalékos értékben szoktuk megadni. Amennyiben ez a nedvességtartalom 0 és 30 % között van, és változik, úgy a fa térfogatváltozása is bekövetkezik. Ez nedvesség tartalom növekedéskor dagadást, nedvesség tartalom csökkenéskor pedig zsugorodást okoz. Ez a dagadás-zsugorodás a rostra merőleges irányban elérheti az 5-10 % -ot is, a 0-30 % -os nedvességtartalom közötti tartományban. Ez az oka annak, hogy a faanyagot lehetőség szerint olyan nedvességtartalommal kell beépíteni, amely a beépítési klímához is tartozik. Ezzel a beépítés utáni térfogatváltozások és alakváltozások minimálisra csökkenthetők. Egy favázás építési mód esetén ezek az alakváltozások egyéb anyagok beépítésével, és a beépítési móddal (pl. keretek kialakítása) is befolyásolhatók. A keretes építési mód azt a tulajdonságot használja ki, hogy a fa rostirányban viszont nagyon kismértékben dagad-zsugorodik, így ha egy keretet úgy készítünk el, hogy annak minden oldalán a fa hosszirányban van, a keret a nedvességváltozás tekintetében mérettartó lesz. A nedvességtartalom változása során a faanyag tulajdonságai közül nemcsak a geometriai méretek, hanem a fizikai-mechanikai tulajdonságok is változnak. A nedvességtartalommal arányosan változik a szilárdság, és a rugalmassági modulus.

A nedvességtartalom jelentősen befolyásolja a tartós alakváltozásokat is. A fa termikus, hőtechnikai tulajdonságai rendkívül kedvezőek. Relatív alacsony hővezetési tulajdonsága révén a faanyag hőhídképzése elenyésző. A rostokra merőleges irányú alacsony hővezetési képesség egy tüzeset során is nagyon kedvező tulajdonságokat okoz. Hiszen az elégett farészek szigetelik a még nem égő farészeket. Ez a hőszigetelő képesség egy tüzeset során is felhasználható. Hiszen a fafelület –még ha a másik oldala ég is– nem melegszik fel annyira, hogy az már balesetveszélyes lehessen. Meg kell említenünk a tüzeset

során a fa, pontosabban a fa hőmérsékletnövekedése miatt a fából felszabaduló gyúlékony gázok bizonyos hőmérséklet fölött maguktól is begyulladhatnak, tehát a fa éghető. Ez a gyulladás képesség azonban különféle tűzgátló, illetve gyulladásgátló anyagokkal csökkenthető. Az égő fa felületén képződő szénréteg egyfajta hőszigetelés és oxigén-gátként működik, emiatt a beégés csak egy bizonyos sebességgel tud lejátszódni. Tehát a faanyag keresztmetszet csökkenése folyamatos; tűzállósága –vagyis az az idő, amikor már elveszti teherhordó képességét– számolható, adott időtartamhoz szükséges keresztmetszet tervezhető. Tűzállóság szempontjából a nagy, robusztusabb fakeresztmetszetek sokkal kedvezőbbek, mint a filigrán, kis keresztmetszetű rendszerek. Tehát a rétegelt-ragasztott tartó tüzeset szempontjából jóval kedvezőbb, mint egy rácsos tartó. Ezért a rácsos tartót valamilyen tűzgátló anyaggal borítani, burkolni kell. Ugyanilyen tűzvédő burkolatot, borítást kell alkalmazni a fémkapcsolatok védelmére is, hiszen a tüzesetkor fellépő magas hőmérsékletek a felmelegedő fém alkatrészeket meglágyítják és hatalmas alakváltozásokat okozhatnak.

A fa természetes eredete révén része a természetes anyagkörforgásnak. A faanyag rögtön a kitermelés után elhal és elkezd lebomlani, ez természetesen egy nagyon lassú folyamat, de kimutatható. Azonban a faanyagválasztással, faanyagvédőszerrel, faanyag kezelő szerrel alkalmazásával ez a folyamat kordában tartható és a faanyag a szerkezet élettartamát kiszolgálja. Erre az építő ember már korán rájött és Európa szerte található faépületeibe tartós, ellenálló faanyagokat épített be. A faanyagválasztás mellett nagyon fontos a konstrukciós faanyagvédelem, vagyis a faszervezeteink víz elleni védelme.

Szerkezetek tervezése

Leegyszerűsítve elmondható, hogy a faanyag és az acélszerkezetek tervezése hasonló módon történik. Mindkét anyag nagyjából hasonló alapelvek szerint méretezhető, és leginkább rúdszerű formában kapható, azonban más változatok is előállíthatók. A kötések, kapcsolatok kialakítása is hasonló módon történik. A feldolgozás, a forgácsolási technika, a felületkezelés szükségessége, mind-mind rokonértelmet mutat. Gyakori az az eset, hogy egy tartószerkezeti célra fa és acél egyaránt megfelelő lenne. A következő táblázat az acél és fa rokonságát, illetve különbségeit mutatja be.

Rokonságok:

Acél: szelvényárú Fa: fűrészárú

Acél: I tartó Fa: I tartó

Acél: lemez, Fa: táblás falmez

Acél: hegesztés, Fa: ragasztás

Acél: csavarkapcsolatok Fa: csavarkötések

Különbségek:

Acél: izotróp Fa anizotróp

Acél: iparilag előállított Fa: természetesen növekedő

Acél: homogén Fa: inhomogén

Acél: hőmérséklet változásra alakváltozik Fa: nedvességtartalomra változik

A rendkívül kedvező módon vesz fel húzó-, nyomó-, és hajlító igénybevételeket. Keresztirányú húzó igénybevételek esetén azonban fellép a fa repedés veszélye. Teherbíró tulajdonságai révén a fa kitűnően alkalmas tetőszerkezetek, lakóépületek, de különböző mérnöki szerkezetek, pl. hidak, tornyok építésére. A fa rugalmassági modulusa jóval kisebb, mint egy acélszerkezeté, vagy egy betonszerkezeté. Azonban, ha ezt a rugalmassági moduluszt az önsúlyra vonatkoztatjuk, már egy jóval kedvezőbb arányt kapunk. Az egyszerű és kis energiaszükségletű feldolgozás révén a fából sokféle alak és forma kialakítható. A feldolgozása jól gépesíthető, de szükség esetén kézzel is könnyedén megmunkálható. Mivel a fa egy szimpatikus, meleg anyag, nemcsak szerkezeti anyagként, belsőépítészeti alapanyagként is nagyon elterjedt. A két felhasználási mód kombinációja a látható tartószerkezet. Fából nagyon fantáziadús, látványos épületek építhetők, ha a látszó szerkezetet választjuk. Így a fa egyben elégíti ki a statikai és esztétikai igényeket. Az acél és fa kombinációjával nagyon kedvező szerkezetek érhetők el.

Gondolhatunk arra is, hogy a fa biztosítja egy öszvér szerkezet nyomott-, az acél pedig a szerkezet húzott övét. De gondolhatunk arra is, hogy fából áll a szerkezet és acélból a különböző kötések, kötőelemek. Mivel fából valamelyest nagyobb keresztmetszetek alkalmazandók egy bizonyos célra, így a fa szerkezet kihajlását tekintve kevésbé veszélyes, mint egy acélszerkezet. A fa általában négyzetes, négyzetes keresztmetszettel készül, de ipari méretekben egyéb, kedvezőbb keresztmetszetű szelvény is készíthető. A fa nemcsak acéllal, hanem betonnal is kombinálható. A fa-beton öszvérszerkezetek esetén a fa a húzott, a beton pedig a nyomott szerkezeti részek alapjául szolgál. Ez egy szokványos, hajlított igénybevételeknek kitett vízszintes szerkezet esetén úgy alakul, hogy a beton lesz a felső réteg, ami egyben egy időjárás és kopásálló felületet is hoz létre. Ez a szerkezet kitűnően alkalmas hidak, vagy akár tetőtér beépítés kivitelezésére is.

A fa egy természetes anyag és ez jelentősen befolyásolja tulajdonságait, azonban a szilárdsági osztályozás révén egy szerkezeti célokra is alkalmas, tervezhető, mégis ökológikus, újrafelhasználható anyagot kapunk. A fa egy nagyon könnyű anyag, önsúlyához viszonyítottan rendkívül magas szilárdsági tulajdonságokkal. A fa szilárdsági és alakváltozási tulajdonságai jelentősen függenek attól, hogy a terhelés milyen szögben érkezik a fa rostirányához képest. Rostirányban a fa rendkívül nagy teherbírási és merev, míg rostra merőlegesen ezek a tulajdonságai csekélyek, gyengék. A fa mechanikai tulajdonságai, teherbírási, alakváltozásai a beépítési klíma nedvességének változásával párhuzamosan változnak. Az élettartam során folyamatosan változó nedvességtartalom nagymértékben rontja a faanyag amúgy kedvező tulajdonságait. Ezeket a tervezés során figyelembe kell venni. Annak ellenére, hogy a fa egy gyúlékony, éghető anyag, égés során a jellemző tulajdonsága –a keresztmetszet csökkenése– tervezhető és ezáltal a fát tűvédelmi szempontból kedvező anyagnak kell minősíteni. A faanyag jól kombinálható más szerkezeti anyagokkal, akár acéllal, vagy betonnal.

MÉRETEZÉS

Méretezés határállapotmódszerrel és biztonsági tényezős módszerrel

Más építőanyagoktól eltérően, a faanyagra az EUROCODE külön szabályokat dolgozott ki, így a teher időtartamának hatására, a fanedvesség-tartalom hatására és a tökéletesítés faanyagra történő hatására.

Számítási módszer

Mielőtt a tartószerkezetek méretezési módszerét bemutatjuk, fontos kitérni egy szerkezet vizsgálatára, hogy egy általános számolásmódot rögzítsünk. A mechanikai modell megválasztásánál figyelembe kell venni a tartószerkezet kivitelezési minőségét is. Bizonyos tartószerkezeteknél, ahol a kis geometriai eltérések is komoly igénybevételeket okozhatnak, különösen be kell tartani a méretezésnél feltételezetteket. A kapcsolatoknál általában nagyobb kontaktfelületekre van szükség, hogy a kialakuló helyi feszültséget csökkentjük, a külpontosságra ügyelve.

Normatívák a határállapotmódszerhez

Az EC a határállapotok módszeren alapszik. Ez azt jelenti, hogy a követelmények a a határállapot-módszerrel vannak összekötve. A határállapot olyan állapot, melyen túllépve a szerkezet a felvett terheket nem képes tovább elviselni. Az EC rendszerében két határállapotmódszer található: Teherbírési határállapotok, és a használhatósági határállapotok Teherbírési határállapotoknak a tartószerkezeten lévő emberek, tartószerkezet, továbbá az ott tárolt anyagok, állatok biztonságával kapcsolatos határállapotot nevezzük. A teherbírési taárállapot egyik fajtája a helyzeti állékonyság, amikor a tartószerkezet, mint merev test, egyensúlyát veszti. Másik fajtája a túlzott alakváltozás, a tartószerkezet szilárdsági törése, stabilitásának elvesztése, tönkremenetele. Harmadik fajtája a fáradás, vagy más időtől függő hatások miatti tönkremenetel.

A használhatósági határállapotnak a tartószerkezet a szokásos használati körülmények közötti használhatóságával (az emberek komfortérzetével, a szerkezet külső megjelenésével) kapcsolatos határállapotokat nevezzük. Megkülönböztetünk reverzibilis és irreverzibilis határállapotokat.

Méretezés félvalószínűségi eljárással

A félvalószínűségi eljárás olyan speciális determinisztikus modell, melynek paramétereit és az erőtani vizsgálat eseteit aszerint veszik fel, hogy azok egy stochasztikus modell és tapasztalati/elméleti megfontolások alapján nyerhető eredményeket jól közelítsék. A módszer legfontosabb paramétere a hatások, pítóanyagtulajdonságok, és a geometriai méretek. A tervezésnél biztosítani kell, hogy a határállapot ne következhesse be. Szimbolikusan



ahol

Sd: a szerkezetnek a terhek és a geometriai adatok tervezési értékéből meghatározható hatásoldali állapotjellemzője

Rd: a szerkezet szilárdsági és geometriai adatok tervezési értékéből megállapítható ellenállási állapotjellemzője

A reprezentatív és a karakterisztikus érték

A hatás és ellenállás tervezési értékeinek gyakorlati meghatározásának kiinduló adata, általában a karakterisztikus érték illetve az esetleges a hatások esetén, a reprezentatív érték. A hatások esetén a karakterisztikus érték a hatás jellegétől függően a tervezett élettartamra prognosztizált állandó- és esetleges tehermaximumok adott referenciaidőszakra vonatkoztatott alsó-, vagy felső küszöbértéke vagy várható értéke, melynek jelölése: Q_k A reprezentatív érték a hatásnak a határállapot igazolásakor

alkalmazott értéke. A legfontosabb reprezentatív érték a karakterisztikus érték G_k vagy Q_k . További reprezentatív értékek:



Az 1. táblázatban a értékeire vannak példák megadva. A teljes felsorolás az EC1-ben található.



Az építőanyagok esetében a karakterisztikus érték az anyag statisztikai eloszlása alapján egy előírt 5%-os küszöbérték, mely előírt kísérlet alapján van meghatározva: A kísérlet időtartama 5 perc, hőmérséklet: 200C, relatív páratartalom 65%.

Tervezési érték

Az adott rendeltetésű szerkezetnél vállalható optimális kockázatnak a hatás és az ellenállás oldalára való szétosztásának megfelelően a hatások és ellenállások tervezésekor alkalmazott értéke. A félvalószínűségi eljárásnál egy-egy teher mértékadó értéke elvileg 95%-os küszöbérték, ami a várható érték és a biztonsági tényező szorzataként számítható. A biztonsági tényezők értékeit a különféle esetekre a 2. táblázat tartalmazza:



A redukált biztonsági tényezők egyszintes épületnél, ahol alacsony feszültségek ébrednek és csak kevés ember tartózkodik, alkalmazható.

A tervezési érték az alábbi összefüggéssel számítható:



Végezetül az igénybevételeket (S_d) a hatások tervezési értékeiből, geometriai méretekből, és adott esetben az anyagtulajdonságokból határozzuk meg:



Az egyszerűsítés kedvéért a kedvezőtlen hatásoknál a következő két hatáskombináció használható. Csak egyetlen ideiglenes hatásnál:



egyéb esetekben



A használhatósági határállapothoz tartozó tervezési érték az EC5 szerint a következő:



ahol X_d tervezési érték az építőanyagtulajdonság tervezési értéke (az alábbi összefüggéssel az X_k karakterisztikus értékből számítható)



ahol



Anyagtulajdonság biztonsági tényezője (értékeit a 3. táblázat tartalmazza)



anyagtulajdonságok mod tényezője (EC5 szerinti értékeit a 4. táblázat tartalmazza)



A környezeti hatások osztályai

1. környezeti osztály: jellemzője a faanyag nedvességtartalma 20 °C hőmérsékleten, ha a környező levegő relatív páratartalma évenként csak néhány hétig haladja meg a 65%-os értéket.

2. környezeti osztály: jellemzője a faanyag nedvességtartalma 20 °C hőmérsékleten, ha a környező levegő relatív páratartalma évenként csak néhány hétig haladja meg a 85%-os értéket.

3. környezeti osztály: a környezeti feltételek nagyobb nedvességtartalmat eredményeznek, mint a 2. környezeti osztály esetén 1).

A környezeti hatások és a teheridőtartamok módosítótényezői

Ha a teherkombinációt olyan hatások eredményezik, amelyek a teheridőtartamok különböző osztályaihoz tartoznak, akkor a hatás k^{\wedge} módosítótényezőjét a legrövidebb időtartam alapján kell kiválasztani. Például állandó és rövid időtartamú terhek kombinációjához a k^{\wedge} tényezőt a rövid időtartamú teher alapján kell alkalmazni.



Végül az összefüggést az ellenállás és a feszültség (f), merevség (E), geometria (a) között írjuk fel:



Az R_d ellenállás dierkt módon az R_k karakterisztikus érték segítségével a kísérletekből is megállapítható:



Itt azonban k_{mod} megválasztása komoly nehézségekbe ütközhet, amennyiben a szerkezet különböző építőanyagokból áll (fa, faalapú építőanyag, acél). A legalacsonyabb érték választása azonban a biztonság javára történik.

A geometria tervezési értéke általában a karakterisztikus érték maga. Néhány esetben az alábbi összefüggés érvényes:



ahol



az EC5 függelékében meghatározott érték.

Tartószerkezeteket érő hatások

Egy épület megtervezésénél a statikus először a szerkezeti vázat alkotja meg. Ez elsősorban az anyagok megválasztásától és a építési rendszertől függ. Ezután kezdődik a méretezés a hatásokból ébredő igénybevételek meghatározásával. A hatások keletkezhetnek direkt (külső erők) és indirekt (nedvességtartalom-változás miatt) módon. Az építőanyagtól függetlenül a szerkezet élettartama alatt fellépő igénybevételeket meg kell határozni. Ezek függenek a szerkezet formájától és rendeltetésétől. Azért, hogy a szerkezetet megfelelően méretezhessük az igénybevételeknek a fajtáját és azok következményeit is figyelembe kell venni. A szerkezetet érő hatások lehetnek statikusak vagy dinamikusak. Így kvázi statikus teherfelvétel nem megengedhető az alábbi esetekben:

1. födémek, melyeket gépek, vagy emberek rezgésbe hozhatnak,
2. lemezszerű szerkezetek, mint a függőhidak pályaszerkezetei, melyeket a szél belengethet,
3. szerkezetek, melyeket egy esetleges földrengés okozta igénybevétel jelentősen megterhelhet,

Ilyen esetekben dinamikus vizsgálatot is szükséges végezni azért, hogy az idő függvényében változó erőhatásokat meghatározhassuk, a merevség, a tömeg és a csillapítási tényezőjének figyelembevételével. A legtöbb tartószerkezetenél az igénybevételekből származó rezonancia mértéke csekély. Ezért a statikus terheket általában egy meghatározott dinamikus szorzóval felszorozzák.

Általános koncepció

A tartószerkezetek csoportosítása

Az EC méretezése főként a régi méretezési módszerekhez alkalmazkodik. Ennek ellenére meg kell említenünk, hogy az EC1 biztonsági elgondolása mit takar. A megkövetelt biztonság és felhasználhatóság meghatározza a szerkezet élettartamát, miközben figyelembe veszi az emberi és a gazdasági javak veszélyeztetettségét.



Tervezési élettartamok

Az EC teherbírasi és használhatósági határállapotokat is definiál. A tervezési állapotok tartósak, ideiglenesek, valamint rendkívüliek egyaránt lehetnek. Az időtől függő, egymásra halmozódó jellegű hatások esetén a határállapotok vizsgálatakor a tervezési élettartamot is figyelembe kell venni.

A tervezési állapotok osztályozása:

1. tartós tervezési állapotok a szokásos használat körülményeit definiálják,
2. ideiglenes tervezési állapotok a tartószerkezet rövid ideig tartó használatát (pl.: megvalósítás, javítás) jelentik,
3. rendkívüli tervezési állapotok a tartószerkezetekre ható nem megszokott károsodások (tűzhatás, robbanás) körülményeit írják le

A hatások csoportosítása

A fentiekén túlmenően a hatásokat a tér és idő változásaiban is meg kell egymástól különböztetni. Így a hatások a következők szerint lehetnek definiálva:

1. állandó terhek (pl.: önsúly)

2. ideiglenes terhek (pl.: hasznos teher, szélteher, hóteher)

Az állandó terhek nagysága alig változik az idő folyamán. Az ideiglenes terhelés lehet diszkrét lefutású (hó, szél) vagy egy olyan folyamat, amely származhat állandó (QL), illetve rövididejű terhelésből (QT) (pl.: mozgó terhek) is. A fa esetében, aminek a szilárdsága jobban függ az időtől, mint más anyagoké, az időtényezőt különösen figyelembe kell venni. Ezért az EC5 előírja, hogy faszerkezetek méretezésekor a terhelés időtartamát kiemelten kell kezelni. Ehhez a statikusnak az ideiglenes terheket a megadott osztályokba be kell sorolnia. A térbeli változékonyságot illetően vannak meghatározott helyű és esetleges hatások, melyek támadáspontja változhat. Az ilyen hatásokat úgy kell figyelembe venni, hogy a hatáskombinációk közül a legkedvezőtlenebb esetet vegyük mértékadónak.

A hatások reprezentatív értékei

A hatások alapértéke a karakterisztikus (szerkezetre jellemző) érték, melyet G_k -val, vagy Q_k -val jelölnek. Rendszerint az állandó terhek G_k névleges értékeinek felelnek meg. Amennyiben az építőanyag érzékenyen reagál a G változásaira, vagy a G megváltozási tényezője (COV) 10%-nál nagyobb, két karakterisztikus értékkel kell számolni: az alacsonyabb értékű $G_{k,inf}$ -vel és a magasabb értékű $G_{k,sup}$ -vel. Gauss eloszlást feltételezve ezek az alábbi értékeket adják:



A szerkezetre jellemző ideiglenes hatások N évenként ismétlődnek, ami meghatározza a $p=1/N$ értékét. Ez adja meg az évenkénti túlterhelés valószínűségét. Az EC1 alapján a hatásokat $N=50$ évre, vagy $p=0,02$ -re definiálják. Más túlterhelési valószínűségekre, amikor $pN > 0,2$, a karakterisztikus értéket (Q_N) az alábbi összefüggéssel lehet meghatározni:



COV: a Q variációs együtthatója.

A fenti összefüggés, amennyiben az országos rendelkezések megengedik, a következő ideiglenes hatások jellemző értékeinek meghatározására alkalmazható:

Olyan értékek, amelyek 50 évben legfeljebb egyszer lépnek fel (szél, hó),

Olyan szerkezet méretezésénél, amelynek rizikófaktora elfogadottan magasabb, vagy éppen fordítva, amelynek biztonsági tényezője sokkal nagyobb.

Ezen túlmenően a statikusnak más reprezentatív értékeket is figyelembe kell vennie az ideiglenes hatások vizsgálatánál:

Kombinációs érték ($\sqrt{0} Q_k$),

Gyakorisági érték ($\sqrt{1} Q_k$), amely 5%-os előfordulási értékkel rendelkezik.

Kvázi állandó érték ($\sqrt{2} Q_k$)

A gyakorlatban a szabályban szereplő G_k , Q_k , ($\sqrt{0} Q_k$) és ($\sqrt{1} Q_k$) értékek a teherbírási határállapot felülvizsgálatához szükségesek. A használhatósági határállapotoknál ezek az értékek csak rövid ideig tartó alakváltozások meghatározására alkalmazhatók. A hosszantartó hatásokat (kúszás) a teheroldali

Gk és ($\sqrt{2} Q_k$), valamint az anyagoldali deformációs tényező (k_{def}) figyelembe vételével határozzuk meg.

Állandó terhek

Az állandó terhek a szerkezet önsúlyából és valamennyi összetevő súlyából állnak, melyeket az épületrészek (válaszfal, hőszigetelés, vakolat, burkolat) állandóan felvesznek. Ahhoz hogy meg tudjuk határozni az állandó terheket, ismernünk kell a szerkezet geometriáját és anyagát. Az állandó terhek az összetevők méretéből és anyagának átlagsűrűségéből kerülnek meghatározásra. Sok építőanyagnál a statikusnak az egyes súlyok kérdésében a termékleírásra kell hagyatkoznia. Hogy a súlysámítást leegyszerűsítsük, az alátámasztások önsúlyát egyenletesen megoszló terhelésként vehetjük figyelembe. Korábbi hasonló teherszámítások értékei más hasonló épületek méretezésénél is felhasználhatók. A földemek önsúlya a megszokott módon is meghatározható a $g = (15+ \cdot l)/100$ kN/m² összefüggéssel, ahol l a szerkezet rész fesztávja méterben kifejezve. A válaszfal m²-enkénti súlyának (P) függvényében egyenletesen megoszló 0,75 P/m² terhelésként kezelhető a fal. Ez a megállapítás 4 méternél nem magasabb válaszfalakra alkalmazható addig, amíg $P < 1,0$ kN/m² és a mozgó terhelés 40%-ánál kevesebbet tesz ki.

Tartósság

Megfelelően tartós szerkezet létrehozása érdekében a következő, egymással is összefüggő tényezőket kell figyelembe venni:

1. a tartószerkezet használati módját;
2. a tartószerkezettől elvárt teljesítőképességet;
3. a várható környezeti hatásokat;
4. az anyagok összetételét, jellemzőit és viselkedését;
5. a tartószerkezeti elemek alakját és a szerkezeti részleteket;
6. a megvalósítás és a minőség-ellenőrzés színvonalát;
7. a különleges védelmi intézkedéseket;
8. az előírt élettartam során várható fenntartást.

A tervezés időszakában fel kell mérni a környezeti feltételeket, hogy a tartóssággal kapcsolatos jelentőségüket meg lehessen ítélni, és az anyagok védelmére megfelelő intézkedéseket lehessen tenni.

Ellenállás a biológiai károsítókkal szemben

A fa és a faalapú anyagok természetes tartóssága az EN 350-2-vel összhangban vagy legyen megfelelő a mindenkori veszélyeztetettség osztálynak (lásd: EN 335-1, EN 335-2 és prEN 335-3), vagy a prEN 351-1, illetve prEN 460 előírásainak megfelelő megelőző védőkezelésben kell részesíteni azokat.

Ellenállás a korróziós hatásokkal szemben

A fém kapcsolóelemeket és a többi szerkezeti kapcsolószerelvényt korrózióálló anyagból kell készíteni vagy korrózió elleni védelemmel kell ellátni, ahol az alkalmazás miatt erre szükség van. A

korrózió elleni minimális védelemre, illetve a különböző környezeti osztályokhoz (lásd a 3.1.5. szakaszt) előírt anyagokra a 2.4.3. táblázatban található példák.



Példák a kapcsolóelemek anyagára és a korrózió elleni minimális védelemre (az ISO 2081-nek megfelelően)*

Anyagjellemzők

Szilárdsági és merevségi tulajdonságok

A szilárdsági és merevségi jellemzőket kísérletek alapján kell meghatározni azoknak a hatásoknak megfelelően, amelyeknek a szerkezetben az anyag ki van téve, vagy hasonló fafajokkal vagy faalapú anyagokkal való összehasonlítás, illetve a különböző tulajdonságok ismert összefüggései alapján.

Ki kell mutatni, hogy a mérettartás és a környezeti hatásokhoz való alkalmazkodás megfelel a létesítési céloknak.

Karakterisztikus értékek

A szilárdság karakterisztikus értéke az alaphalmaz 5%-os kvantilise. Ezeket az értékeket kísérleti eredményekből határozzák meg 300 s időtartamú hatásvizsgálattal, 20 °C-on, 65% relatív légnedvességhez tartozó egyensúlyi nedvességtartalmú próbatestekkel.

A merevség karakterisztikus értéke vagy a vizsgálati alaphalmaz 5%-os kvantilise, vagy az átlagértéke, amelyet a P(1) bekezdés szerint határoznak meg.

A testsűrűség karakterisztikus értéke az alaphalmaz 5%-os kvantilise, amelyet tömeg- és térfogatméréssel határoznak meg 20 °C-on, 65% relatív légnedvességhez tartozó egyensúlyi fánedvességi állapotban.

Kapcsolat a feszültség-alakváltozás között

A karakterisztikus értékek a törés eléréséig a feszültség és az alakváltozás közötti lineáris összefüggés feltételezésével határozhatók meg, ezért a szerkezeti elemek szilárdsági ellenőrzését is ilyen lineáris összefüggések alapján kell elvégezni. Egyidejűleg hajlításnak és nyomásnak kitett szerkezeti elemek esetén nemlineáris (rugalmas-képlékeny) összefüggést szabad használni

Természetes szerkezeti faanyag

A szerkezeti fát szilárdsági szempontok alapján osztályozni kell annak érdekében, hogy a faanyag tulajdonságai, különösen a szilárdsági és a merevségi jellemzői biztonságosan feleljenek meg a felhasználási céloknak.

Az osztályozási szabályokat a faanyag szemrevételezéses értékelésére, több tulajdonság roncsolásmentes mérésére, illetve a két módszer kombinációjára kell alapozni.

A faanyag szemrevételezéses szilárdsági osztályozásának alapvető követelményeit a prEN 518 tartalmazza.

A géppel osztályozott faanyagra és az osztályozógépekre vonatkozó követelmények a prEN 519 szerint.

A szilárdság, a merevség és a sűrűség karakterisztikus értékei

A szilárdság, a merevség, valamint a térfogatsűrűség karakterisztikus értékeit a prEN 384 szerinti módszerekkel kell meghatározni.

A szilárdsági jellemzők karakterisztikus értékei hajlítás esetén 150 mm magasságra, rostirányú húzás esetén pedig ugyanilyen szélességre vonatkoznak. A rostra merőleges húzószilárdság 45 mm x 180 mm x 70 mm méretű próbatestre, a nyírószilárdság pedig 0,0005 m³ térfogatú, egyenletes igénybevételű testre vonatkozik. 4) A szilárdsági osztályok rendszerét a prEN 384 tartalmazza.

Az fmk hajlító- és az ft,o,k húzószilárdság karakterisztikus értékét növelhetjük a fch tényezővel 150 mm-nél kisebb magasság, illetve szélesség esetén a prEN 338 és a prEN 384 szerint.

A szerkezeti fa méreteiA teherhordó szerkezeti elemek hatásos keresztmetszetét és geometriai jellemzőit a névleges méretekből kell számítani, feltéve, hogy a keresztmetszet méretének 12% eltérése a névlegestől a prEN 336 szerinti 1. tűrési osztály határain belül van.

A keresztmetszet csökkenését figyelembe kell venni, kivéve, ha a csökkenést a következők okozzák:

1. előfűrés nélküli, 6 mm-nél kisebb átmérőjű szeglyukak;
2. nyomott rudak szimmetrikus elrendezésű csavar-, tüske- és szegfuratai;
3. a szerkezeti elem nyomott oldalán lévő furatok, ha a furatokat olyan anyag tölti ki, amelynek merevsége a faanyagénál nagyobb.

Több kapcsolóelemet tartalmazó kapcsolat esetén a hatásos keresztmetszet meghatározásakor figyelembe kell venni az adott keresztmetszettől rostokkal párhuzamos irányban mért legkisebb osztásköz féltávolságán belül levő összes üreget.

A rétegelt-ragasztott fa méretei

A rétegelt-ragasztott szerkezeti elemek hatásos keresztmetszetét és geometriai jellemzőit a névleges méretekből kell számítani, feltéve, hogy a keresztmetszet méretének 13,5% eltérése a névlegestől a prEN 390 szerinti határokon belül van.

A keresztmetszet csökkenését figyelembe kell venni, kivéve, ha a csökkenést a következők okozzák:

1. előfűrés nélküli, 6 mm-nél kisebb átmérőjű szeglyukak;
2. nyomott rudak szimmetrikus elrendezésű csavar-, tüske- és szegfuratai;
3. a szerkezeti elem nyomott oldalán lévő furatok, ha a furatokat olyan anyag tölti ki, amelynek merevsége a faanyagénál nagyobb.

Több kapcsolóelemet tartalmazó kapcsolat esetén a hatásos keresztmetszet meghatározásakor figyelembe kell venni az adott keresztmetszettől rostokkal párhuzamos irányban mért legkisebb osztásköz féltávolságán belül levő összes üreget.

Faalapú anyagok

Rétegelt falemez

Faforgács lap

Farostlemez

A rétegelt falemezt úgy kell gyártani, hogy a termék megőrizze a szilárdságát és épségét az előírányzott környezeti osztálynak megfelelően a tartószerkezet várható élettartama alatt.

Ragasztóanyagok

A szerkezeti célokra felhasznált ragasztóanyagokkal olyan szilárdságú és tartósságú kapcsolatokat kell létrehozni, amelyek megtartják a ragasztott kapcsolat teljes épségét az előírányzott környezeti osztálynak megfelelően a szerkezet várható élettartama alatt.

A lehajlások határértékei

Gerendák

A lehajlás összetevőit az alábbi ábra alapján értelmezzük, ahol u_0 túlemelés (ha van ilyen), u_1 az állandó terhek okozta lehajlás, u_2 az esetleges terhek okozta lehajlás



Az u_{net} teljes lehajlás a támaszokat összekötő egyenesre vonatkozik, értéke: $u_{net} = u_1 + u_2 - u_0$.

Rácsos tartók esetén a tömör gerendák lehajlási határértékei érvényesek az egész támaszközre és a csomópontok közötti rudakra egyaránt.

Lengések

Gondoskodni kell arról, hogy a várhatóan gyakran előforduló hatások ne okozzanak olyan lengéseket, amelyek akadályozzák a szerkezet rendeltetésszerű használatát, és ne okozzanak a használóknak elfogadhatatlan kényelmetlenségeket.

A födém lengéseit mérésekkel vagy számítással becsüljük meg, figyelembe véve a födém merevségét és a csillapítás mértékét.

A számításokban a megfelelő merevségi tényezők középértékét kell alkalmazni.

30. fejezet - Felhasznált irodalom

Tartalom

1.

1.

1. Balassa Bálint-Kozmáné Szirtesi Krisztina: A faépítészet egyes szerkezeti kérdései. Év nélkül

2. [Chanda, Jacqueline: African art and architecture. Microsoft Encarta Online Encyclopedia, 2007 http://encarta.msn.com](http://encarta.msn.com)

3. Cook, Olive: English cottages and farmhouses. Thames and Hudson Ltd., London, 1982

4. Das grosse Buch vom Holz. Nikol Verlagsgesellschaft mbH. & Co. KG. Hamburg, 1976

5. Dám László: Építkezés. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1992

6. Gerner, Manfred: Die Kunst der Zimmerer. Deutsche Verlags-Anstalt Gmbh, Stuttgart München, 2002
7. Graubner, Wolfgang: Holzverbindungen. Stuttgart, 1986
8. Hansen, Hans Jürgen: Holzbaukunst-Eine Geschichte der abendländischen Holzarchitektur und ihrer Konstruktionselemente. Gerhard Stalling Verlag, Oldenburg/Hamburg
9. Istvánfi Gyula: Az építészet története Óskor / Népi építészet. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1997.
10. Kovács József: Fatemplomok Kárpátalján. Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 1990
11. Kovács József: Fatemplomok Máramarosban. Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 1988
12. Kovács József: Felvidéki fatemplomok. Hét Torony Könyvkiadó, év nélkül
13. [Peterson, Nicholas: Aboriginal Australians. Microsoft Encarta Online Encyclopedia, 2007 http://encarta.msn.com](http://encarta.msn.com)
14. Pryce, Will: Fa a világ építészetében. Kossuth Kiadó, 2005
15. Roth, Leland M.: Native American Architecture. Microsoft Encarta Online Encyclopedia, 2007
16. Sisa Béla: A Kárpát-medence fatornyai. A Sóstói Múzeumfalú Kiskönyvtára 6. Kiadta a Múzeumfalú Baráti Köre, Nyíregyháza-Sóstófürdő, 2001
17. Szabó Bálint: Történeti tartószerkezetek illusztrált szakszótára. Kriterion/Utilitas, 2005
18. Winkler Gábor „Építéstan” előadása, 2001 (kézirat)
19. Winkler Gábor: Épített környezetünk és a természet. In. Értékmentő, 1999/4, 6-10. o.
20. Winkler Gábor: Építészetörténet I. Széchenyi István Egyetem, Győr, 2006 (digitális könyv)
21. [Winkler Gábor - Szabó Péter: Építészettörténet. http://www.sze.hu/ep/arc/eptortea](http://www.sze.hu/ep/arc/eptortea)
22. http://www.derbyshireuk.net/chesterfield_church.html
23. [http://hu.wikipedia.org/wiki/Kizsi ᳵ](http://hu.wikipedia.org/wiki/Kizsi_ᳵ)
24. http://en.wikipedia.org/wiki/African_architecture
25. http://en.wikipedia.org/Australian_architectural_styles
26. http://en.wikipedia.org/wiki/Greensted_Church
27. <http://en.wikipedia.org/wiki/half-timbering>

28. http://en.wikipedia.org/wiki/Tudor_style_architecture
29. http://www.bc.edu/bc_org/avp/cas/fnart/fa267/
30. <http://www.japan-guide.com/e/e2058.html>
31. <http://www.eptort.bme.hu/doc/kozepkor/pdf/ke03.pdf>
32. http://www.sulinet.hu/cgi-bin/db2www/ma/et_tart/1st?kat=Abbg&url=/eletestudomany/archiv/1996/9643/21.html
33. <http://www.sulinet.hu/eletestudomany/archiv/1996/9621/16.html>
34. Balassa Iván (főszerk.): Magyar Néprajz, Akadémiai Kiadó, Budapest
35. Balogh Ilona: Magyar fatornyok. Budapest, A Királyi Magyar Pázmány Péter Tudományegyetem Néprajzi Intézete, 1935, 80-82. o.
36. Barabás Jenő – Gilyén Nándor: Magyar népi építészet. Budapest : Műszaki Kvk., 1987 Fachwerk-ház a középkori Budán? In: História, 2000, 1. sz.
37. Hansen, Hans Jürgen: Holzbaukunst-Eine Geschichte der abendländischen Holzarchitektur und ihrer Konstruktionselemente. Gerhard Stalling Verlag, Oldenburg/Hamburg. 215. o.
38. Dám László: Építkezés. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1992
39. Kovács József: Fatemplomok Kárpátalján. Építésügyi Tájékoztatási Központ, Budapest, 1990
40. Kovács József: Fatornyok és fatemplomok a Kárpát-medencében. Budapest, Romanika Kiadó, 2004
41. Kovács József: Fatemplomok Máramarosban. Építésügyi Tájékoztatási Központ, Budapest, 1988
42. Kovács József: Felvidéki fatemplomok. Hét Torony Könyvkiadó, év nélkül
43. Mendöl Tibor: A Balkán földrajza. Budapest, 1948
44. [Ötvös Zoltán: Fatemplomok, harangtornyok, Népszabadság, 2006. február 13, http://nol.hu/cikk/393981](http://nol.hu/cikk/393981)
45. Sisa Béla: A Kárpát-medence fatornyai. A Sóstói Múzeumfalú Kiskönyvtára 6. Kiadta a Múzeumfalú Baráti Köre, Nyíregyháza-Sóstófürdő, 2001
46. Sopron szabad királyi város monográfiája, Budapest, 1890
47. Szőnyi Ottó: Régi magyar templomok. Anno Kiadó, reprint, év nélkül
48. <http://www.mandok.hu>
49. <http://www.mvkr.hu/utvonal/deszka.htm>
50. <http://www.skanzen.hu>
51. Dám László: Építkezés. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1992

52. Fachwerk-ház a középkori Budán? In: História, 2000, 1. sz.
53. Hansen, Hans Jürgen: Holzbaukunst-Eine Geschichte der abendländischen Holzarchitektur und ihrer Konstruktionselemente. Gerhard Stalling Verlag, Oldenburg/Hamburg.
54. Kovács József: Fatemplomok Kárpátalján. Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 1990
55. Kovács József: Fatornyok és fatemplomok a Kárpát-medencében. Budapest, Romanika Kiadó, 2004
56. Kovács József: Fatemplomok Máramarosban. Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 1988
57. Kovács József: Felvidéki fatemplomok. Hét Torony Könyvkiadó, év nélkül
58. Mendöl Tibor: A Balkán földrajza. Budapest, 1948
59. Sisa Béla: A Kárpát-medence fatornyai. A Sóstói Múzeumfalú Kiskönyvtára 6. Kiadta a Múzeumfalú Baráti Köre, Nyíregyháza-Sóstófürdő, 2001
60. Sopron szabad királyi város monográfiája, Budapest, 1890
61. Szőnyi Ottó: Régi magyar templomok. Anno Kiadó, reprint, év nélkül
62. Balassa Iván (főszerk.): Magyar Néprajz, Akadémiai Kiadó, Budapest
63. Balogh Ilona: Magyar fatornyok. Budapest, A Királyi Magyar Pázmány Péter Tudományegyetem Néprajzi Intézete, 1935, 80-82. o.
64. Dám László: Építkezés. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1992
65. Fachwerk-ház a középkori Budán? In: História, 2000, 1. sz.
66. Hansen, Hans Jürgen: Holzbaukunst-Eine Geschichte der abendländischen Holzarchitektur und ihrer Konstruktionselemente. Gerhard Stalling Verlag, Oldenburg/Hamburg.
67. Kovács József: Fatemplomok Kárpátalján. Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 1990
68. Kovács József: Fatornyok és fatemplomok a Kárpát-medencében. Budapest, Romanika Kiadó, 2004
69. Kovács József: Fatemplomok Máramarosban. Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 1988
70. Kovács József: Felvidéki fatemplomok. Hét Torony Könyvkiadó, év nélkül
71. Mendöl Tibor: A Balkán földrajza. Budapest, 1948
72. Sisa Béla: A Kárpát-medence fatornyai. A Sóstói Múzeumfalú Kiskönyvtára 6. Kiadta a Múzeumfalú Baráti Köre, Nyíregyháza-Sóstófürdő, 2001

73. Sopron szabad királyi város monográfiája, Budapest, 1890
74. Szőnyi Ottó: Régi magyar templomok. Anno Kiadó, reprint, év nélkül
75. Szécsi Zsigmond: Erdőhasználatlan kézikönyve. II. kiadás, Budapest, 1895.
76. Fekete Lajos-Mágócsy-Dietz S.: Erdészeti növénytan. Budapest 1896.
77. Fekete Lajos: A vágásra érett erdő kihasználása. Budapest 1898.
78. Tuzson János: A fák anatómiai szerkezetéről. Erd. Lapok 1898. VI.
79. Dr.Hollendonner Ferenc,: A fenyőfafélék fájának összehasonlító szövettana.
80. Nördlinger: Anatomische Merkmale der wichtigsten Holzarten. Stuttgart, 1881.
81. Hartig: Die anatomischen Unterscheidungsmerkmale der wichtigeren Hölzer. München 1898.
82. Wilhelm: Natusgeschichtliches, das innere Bau das Hölzer. Gewerbliche Materialkünste I. Die Hölzer Stuttgart 1908)
83. Kövesi Antal, Erdészeti géptan. Budapest 1907.
84. Gaul Károly, Hazánk házi faipara. Erd. Lapok 1902. III-IV.
85. Gaul Károly, A faipar köréből Budapest, 1902.
86. Medveczky Ernő, Fenyőfűrészárúk osztályozásáról. Erd. Lapok 1898. I.
87. Schmidt, Die Maschinen zur Bearbeitung des Holzes. Leipzig 1871.
88. Exner, Werkzeugmaschinen zur Holzbearbeitung. Weimar 1878.
89. Ledebur, Die Verarbeitung des Holzes auf mechanischen Wege. Braunschweig 1881.
90. Karmarsch-Fischer, Handbuch der mechanischen Technologie. 2/2. Die Bearbeitung des
91. Holzes. Leipzig 1891.
92. Fleck, Säge- und HOLzbearbeitungsmaschinen. Berlin.
93. Grossmann, gewerbekunde des Holzbearbeitung. I. Technologie des Holzes. München.
94. Braune, Anlage.Einrisztung und Betrieb der Sägewerke. Jena 1901.
95. Lauböck, Die Holzbearbeitungsmaschinen, Wien. 1901.
96. Hayer, Die Bearbeitung der Metalle und des Holzes. Wiesbaden 1906.
97. Fischer, Die Verkzeugmaschinen. II. Holzbearbeitungsmaschinen. Berlin 1907.
98. Klein, Holzbearbeitung. Gewerbliche Materialkunde. I. Die Hölzer. Stuttgart 1910.

99. [Association of Bay Area Governments. 2003. Seismic Retrofit Training For Building Contractors & Inspectors. Participant Handbook.](http://www.abaq.ca.gov/bayarea/eqmaps/fixit/training.html)
<<http://www.abaq.ca.gov/bayarea/eqmaps/fixit/training.html>>
100. Csupor K. 2003. A faanyag károsodása és károsítói. In: Németh L. szerk. Faanyagok és faanyagvédelem az építőiparban. Agroinform kiadó. 131- 163. old.
101. Hargitai L. 2003. Fűrészáru. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 171 old.
102. Molnár S. 1999. Faanyagismeret. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
103. Molnár S. szerk. 2000. Faipari Kézikönyv. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron. 428 old.
104. Molnár S., Bariska M. 2002. Magyarország ipari fái – Wood species of Hungary. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 210 old. 7. MSZ 10144:1986. Teherhordó faszerkezetek anyagai. Magyar szabványügyi Testület, Budapest.
105. MSZ EN 300:2007 Irányított forgácselrendezésű lapok (OSB). Fogalom meghatározások, csoportosítás és követelmények. Magyar szabványügyi Testület, Budapest.
106. MSZ EN 338:2003. Szerkezeti fa. Szilárdsági osztályok. Magyar szabványügyi Testület, Budapest.
107. MSZ EN 518:1998. Szerkezeti fa. Osztályozás. A vizuális szilárdsági osztályozásra vonatkozó szabványok követelményei. Magyar szabványügyi Testület, Budapest.
108. MSZ EN 1912:2005 Szerkezeti fa. Szilárdsági osztályok. A vizuális szilárdsági osztályok és a fafajok szilárdsági besorolása. Magyar szabványügyi Testület, Budapest. (Angol nyelven)
109. Németh L. szerk. 2003. Faanyagok és faanyagvédelem az építőiparban. Agroinform kiadó. 290 old.
110. Takáts P. 1998. Szervetlen kötésű fa- és rost kompozitok. Egyetemi jegyzet, Soproni Egyetem. 109 old.
111. Veiß, B., A. Wagenführ, K. Kruse. 2000. Beschreibung und Bestimmung von Bauholz pilzen. DRW-Verlag, Leinfelden-Echterdingen.
112. Winkler A. 1998. Faforgácslapok. Dinasztia Kiadó, Budapest. 183 old.
113. Winkler A. 1999. Farostlemezek. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
114. Wittmann Gy. 2000. Mérnöki Faszerkezetek I. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 410 old.
115. Anderson, L.O. 1999. Amerikai családi ház építése faszerkezettel. Cser Kiadó, Budapest, 251 old.
116. Budavári Z. 2005. Szerkezeti megoldások. In: Csermely G. szerk. Könnyűszerkezetes épületek, technológiák. TERC Kiadó, Budapest, 161-174. old.