

Ragasztott Faszerkezetek óravázlat

1. Alapanyagok

Természetes faanyag

Különböző formában áll rendelkezésre:

- Kérgezetlen hengeres anyag – nagyon ritkán használatos.
- Kérgezett hengeres anyag – esetenként előfordul (pl. nagy méretű rácsos tartók, felületszerkezetek, hidak, védművek, stb.)
- Bárdolt választékok – ma már nem jellemző
- Fűrészárúk
- Furnér (lemez, illetve csíkok formájában)
- Hosszúforgács (strand)
- Faforgács, farost

Fűrészáru választékok:

- Fenyő vagy lombos
- Gerenda
- Palló
- Zárléc
- Deszka
- Léc
- Tetőléc

Fontos faanyag tulajdonságok

- Fafaj
- Mechanikai tulajdonságok
- Sűrűség
- Nedvességtartalom
- Zsugorodás és dagadás
- Hőtágulás
- Tartósság
- Égési sajátosságok
- Épületfizikai tulajdonságok

Fafaj:

Alkalmasnak tekintett fafajok:

- Fenyők
- Lombosok

Faszerkezetek: többnyire fenyőből.

Mechanikai sajátosságok

Faanyag: nagyon jó tulajdonságok, de ezt csak méretezéssel lehet kihasználni. Sajnos Magyarországon nem jellemző.

Méretezés:

- **EN 14081-1:**

Fafajcsoportok, szilárdsági kategóriák.

Vizsgált tulajdonságok:

- ***Göcsösség:*** a szélesség/vastagság arányában, GTA vagy egyéb
- ***Ferdeszálúság***
- ***Sűrűség és/vagy évgyűrűszélesség***
- ***Repedések***
- ***Fagömbösség***
- ***Görbeség***
- ***Fakárosítás***
- ***Húzott és nyomott fa***
- ***Mechanikai károsodás***
- ***Más kritériumok***

Probléma: hiányzik hozzá a magyar alkalmazási szabvány.

MSZ EN 1912 – Megadja, hogy az egyes kül. nemzeti szabványok szerint besorolt fafajokat és osztályokat melyik C vagy D kategóriába lehet besorolni.

- **MSZ EN 338** – roncsolásmentes osztályozás sűrűség és rug. mod. alapján.
- **Gépi szil. oszt.** (EN 14081-2...4) – különféle alapelvek, Mo.-n jelenleg még nincs jelen.

Magyarországon ezek közül egyiket sem szokták alkalmazni.

Sűrűség

Két szempont: önsúly, összefüggés a szilárdsággal.

Függ a fafajtól és a termőhelytől.

Általános szabály $\rho < 0,4$ esetén nem alkalmas.

Érdemes tudni: a fa *specifikus szilárdsága* (sűrűséghez viszonyított szilárdság) nagyon jó!

Nedvességtartalom

Befolyásolja:

- súly
- mechanikai tulajdonságok (RTH alatt) – ld. grafikon
- zsugorodás-dagadás
- vetemedés!

Fontos: lehetőleg a beépített szerkezet egyensúlyi nedv. tartalma alatt 1-2 %-kal legyen!

Egyensúlyi nedv. tartalom értékek:

- fűtött zárt helyiségben
- fűtetlen zárt helyiségben
- fedett, nyitott környezetben
- szabad téren
- talajban, víz alatt

Zsugorodás, dagadás, vetemedés

Összefügg a nedvességtartalommal (0 és 30 % között).

Zsugorodás/dagadás: rostirányban minimális, a másik két irányban számottevő!

Fontos figyelembe venni ragasztott termékek gyártásakor

A vetemedés oka

Megoldás:

- megfelelő nedvességtartalmú anyag használata
- ragasztott termékek használata

Hőtágulás

Faanyag esetében kisebb jelentőségű.

Tartósság

Felhasználási klíma:

- 15 % alatt a faanyag nagyon tartós
- 15 % fölött: gomba és rovarkárosítás
- Nagyon magas nedvességtartalom (pl. talajban, vízben): nincs elég oxigén

A tartósságot befolyásolja:

- Fafaj
- Felhasználási körülmények
- Vegyszeres faanyagvédelem

Égési sajátosságok

Faanyag: éghető, normál lobbanékonyságú...

A faanyag előnyei tűz esetén

Komolyabb faszervezetek: beégésre is tervezni kell - beégési sebeségek:

Tervezéskor fontos:

- Nagy keresztmetszetek előnyösebbek
- A tűztámadás iránya is fontos
- A sarkoknál gyorsabb a beégés

Épületfizikai tulajdonságok

Épületfizikai jellemzők:

- hővezetés
- hőtárolás
- hőszigetelés
- páraáteresztés
- akusztikai tulajdonságok
- stb.

Faanyag: jobb, mint a legtöbb hagyományos építőanyag, de rosszabb, mint a hőszigetelő anyagok.

Hőtároló képesség: gyengébb (alacsony felülettömeg)

Ragasztott faanyag

Ragasztott anyag előnyei (kompozitok is):

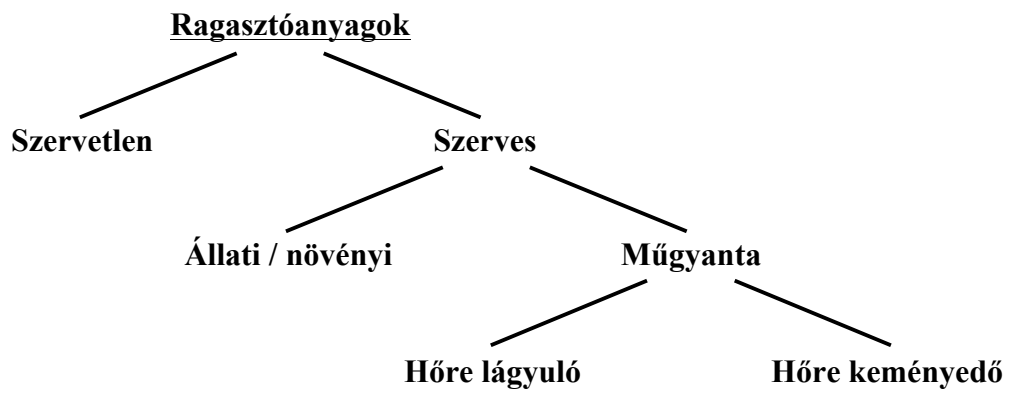
- Nagyobb méretek érhetőek el – sokszor gyengébb alapanyagból.
- Méretstabilitás (sok esetben)
- A tulajdonságok jobban kontrollálhatók

Ragasztott alapanyag-féleségek:

- hosszoldott fűrészáru
- tömörfa lemezek
- rétegelt-ragasztott tartók
- tömbösített alapanyag
- Duo-, Trio- és Kreuz-balken
- rétegelt-ragasztott épületesztalosipari anyagok. (Nem RR-tartók – raktárra gyártott alapanyag, aminek a gyártáskor még nem ismerik a felhasználási célját.)

Faalapú szerkezeti anyagok:

- kompozit gerendák: LVL, Parallam, LSL, Scrimber
- falemezek:
 - hagyományos farostlemez
 - forgácslap
 - rétegelt lemez
 - OSB
 - MFP
 - Gipszrost
 - CK forgácslap
 - Heraklith
 - Egyéb



Hőre lágyuló műgyanták:

- PVC, PVAc

Hőre keményedő műgyanták:

- Karbamid-formaldehid

- Fenol-formaldehid

- Melamin-formaldehid

- Rezorcin-formaldehid

- Poliuretán

- Epoxi

2. A szerkezeti ragasztás

A ragasztás mechanizmusa:

- kohézió
- specifikus (kémiai) adhézió
- mechanikus adhézió

Ragasztási eljárások:

- Hideg ragasztás
- Hagyományos hőközlés
- Dielektromos melegítés

A ragasztás minőségét befolyásoló tényezők

1. Fafaj

2. Nedvességtartalom

3. Felületi minőség

4. A ragasztóanyag típusa

5. Ragasztási paraméterek

- Technológiai idők
- Ragasztóanyag-mennyiség
- Présnyomás
- Présidő

Nagyfrekvenciás ragasztás

Elrendezés szerint:

- Erővonalakkal párhuzamos
- Erővonalakra merőleges
- Szakaszos fegyverzettel

Légréssel, vagy légrés nélkül

Alkalmazható ragasztóanyagok, nedvességtartalom:

A berendezés teljesítménye függ:

- Feszültség
- Kapacitás
- Frekvencia

Alkalmazási területek

Mikrohullámú ragasztás

Hossztoldás

Hosszú fűrészáru: nehezen beszerezhető és drága. A hosszított fűrészáru (KVH) fajlagos ára nem függ a hosszról, és a jelentősebb fahibák kiejthetők!

Hossztoldás:

- Homlokillesztés (tompa illesztés)
- Ferde lapolás
- Ékcsapos toldás

Tompa illesztés:

- Hosszirányú terhelés átvitele – magas szilárdsági követelmények
- Kis felület
- Bütüfelület – jelentős ragasztóbeszívódás
- Magas viszkozitású epoxi gyantával – elméleti lehetőség
- A gyakorlatban nem alkalmazzák

Ferde lapolás:

- A kötési szilárdság javítása megnövelt felülettel

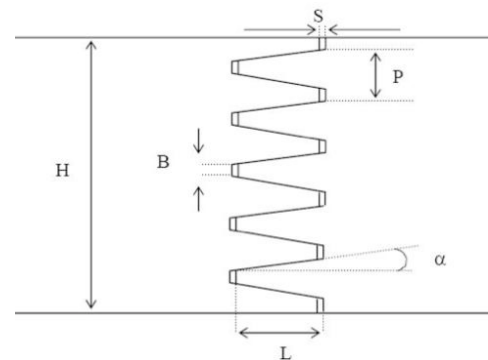
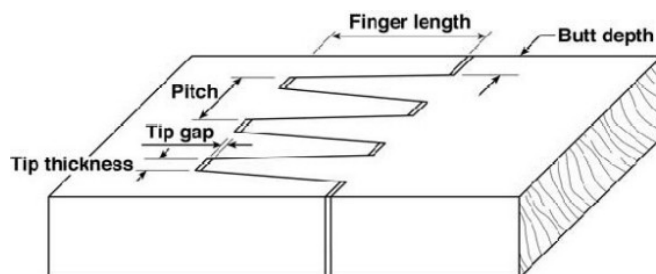
- Minél kisebb meredekségű, annál jobb a szilárdság
- Problémák:
 - Átlapolás – sok veszteség
 - Megmunkálási pontosság
 - Préselési/pozicionálási problémák – és megoldások

- Előírások

Ékcsapos hosszoldás

Geometria és előírások

- „Összehajtogatott ferde lapolás”
- „Függőleges” vagy „vízszintes” elrendezés (a terheléshez viszonyítva)
- Foggeometria:



Relatív foghézag: $e = s/L$, Gyengítési tényező: $v = B/P$

- További előírások:
 - A végek hibamentesek
 - A göcsök min. 3d távolságban
- Önzáró geometria: $\alpha < 9^\circ$.
Az önzárást segítő tényezők

A szilárdságot befolyásolja:

- Geomtria
- Fafaj
- Nedv. tartalom
- Ragasztóanyag
- Technológiai paraméterek

Ékcsapos hosszoldó berendezések:

- Két fő rész: ékcsapmaró és prés
Általában elkülönülten (kivéve a legegyszerűbb berendezéseket)
- Ékcsapmarás:
 - egyesével (egyszerre két csatlakozó elem marása)
 - egyesével (automatikus továbbítás)
 - csoportosan
 - frissítévágás a végeken
- Ragasztóanyag-felhordás (általában a maróval egy helyen):
 - ecsettel
 - felhordó hengerekkel
 - fecskendezéssel
- Préselés:
 - egyszerre egy kötés préselése (közvetlenül marás után)
 - több ékcsap egyszerre
(hosszabb elem préselése, több ékcsappal, hozzávetőleges méretrevágás után)
 - folyamatos prések
 - Présnyomás, oldalirányú rögzítés

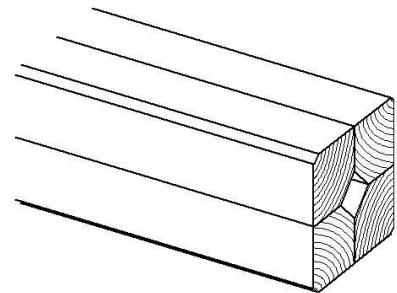
Rétegelt / tömbösített anyagok

Típusai:

- Beforgatott szelvényű tartók (“kreuzbalken”)
- Rétegelt-ragaszott (RR) tartók
- Rétegelt tömör faanyag

Beforgatott szelvényű tartók

Kis keresztmetszetű rönkökből készült tartók, amelyek a keresztmetszet közepén üreget tartalmaznak.



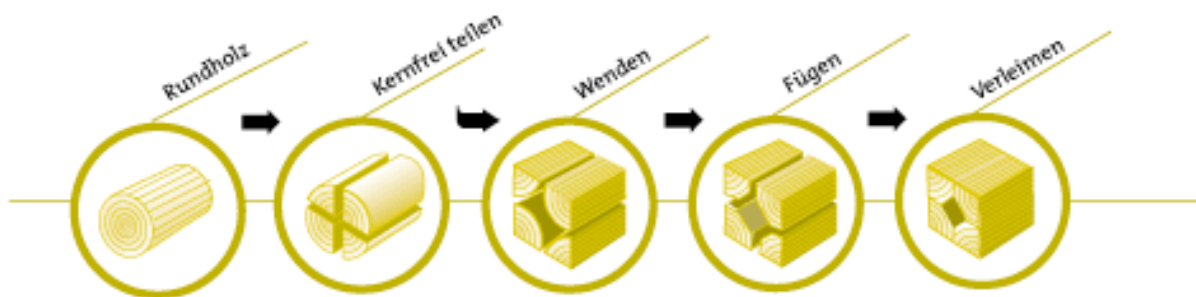
Előnyök:

- Hajlítás szempontjából előnyös, kevesebb anyagból
- A jobboldal kifelé (tartósabb)
- Méretstabilitás
- Az üregben speciális csatlakozóelemek elhelyezhetők (<http://www.induo.de/induo-anker/index.html>)

Követelmények:

- Az üreg a keresztmetszet középpontjában helyezkedik el,
- Az üreg magassága és szélessége nem haladhatja meg a keresztmetszet 40 %-át.

Gyártástechnológia:



- Gerenda kifűrészelése (fagömbösen)
- Negyedelő vágás, bélátvágással
- Szárítás
- Gyalulás, profilozás
- Ragasztás – két lépésben vagy egyszerre (speciális présberendezéssel)
- Körbегyalulás / marás, tárolás

N.B.: általában nem alkalmaznak hosszoldást.

Rétegelt-ragasztott tartók

Rétegelt-ragasztott (RR) fa:

Ragasztott tömör fa:

A rétegelt-ragasztott faanyag keresztmetszeti felépítése lehet:

- Homogén
- Kombinált

- Aszimmetrikus
- Tömbösített RR anyag

- Hasított RR anyag

Az RR anyag szilárdsága

- Szilárdsági kategóriák

- A szilárdsági osztályba sorolás módja

- Ragasztott tömör fa esetén: hasonló de egyszerűbb módszerek

Gyártási előírások:

- Igénybevételi osztályok
- Lamella keresztmetszeti előírások
- Megengedett hajlítási sugár
- Szélességi toldással kapcsolatos előírások
- Feszültségmentesítő horony
- Nedvességtartalommal kapcsolatos előírás
- A ragasztóréteg vastagsága
- Évgyűrűállítás
- Javasolt présnyomás
- Préselési hőmérséklet

Technológia:

- Előkészítő lépések (présterv és sablon készítés, préskeretek elhelyezése - csak nem prizmatikus és íves gerendák esetén)

- Előosztályozás

- Máglyázás a szárításhoz

- Szárítás

- Máglyabontás

- Előgyalulás (opcionális)

- Szilárdsági osztályozás

- Nedvességmérés

- Leszabás, hibakiejtés

- Hossztoldás

- Gyalulás

- Ragasztóanyag-felhordás
 - Hengeres felhordóberendezés
 - Ragasztóanyag öntés
 - Fúvókás ragasztóanyag felhordás

- Prészsomag összeállítása, préstöltés

- Préselés
 - Különálló préskeretek a tartó hossza mentén
 - Fügőleges vagy vízszintes préskeretek / csillagprések
Vízszintes préskeretek: rögzítési megoldások
 - Nyitott és zárt préskeretek
 - Présnyomás alkalmazása: hidraulikus, pneumatikus, mechanikus
 - A lamellák oldalirányú rendezése
 - A nyílt-, zárt- és présidő jelentősége
 - Feszültségrelaxáció, a préskeretek utánhúzása

- Présnyitás

- Tárolás, utókeményedés, a tartó megmunkálása (gyalulás, kontúrmegmunkálás, felületjavítás és -kezelés, stb.)

- A szerelvények elhelyezése (opcionális)

- Szállítás

Szélesítő toldás / táblásítás

Lehetőségek:

- széles fűrészáru / lamella előállítása
- egyrétegű táblásított anyagok
- többrétegű táblásított anyag (Cross-Laminated Timber, CLT / Brettsperrholz BSH)

Szélesítő toldás / táblásítás

- Tipikusan egyszerű homlokillesztéssel
- Árokcsap, ékcsap, stb – tipikusan nem a szilárdság, hanem a pozícionálás céljából.

Néhány megfontolás:

- Párhuzamos vagy kónikus szélezés
- Évgyűrűállítás
- Csillagvágású anyag használata

Technológia:

- Szárítás
- Rakatbontás
- Hibakiejtés, ékcsapos hossztoldás
- Hosszméretre vágás
- Gyalulás (derékszögűség!)
- Ragasztóanyag-felhordás (hengeres, öntés, vagy fúvókás)
- Terítékképzés (évgyűrűállítás!)
- Préselés
- Utókeményedés, tárolás, megmunkálás

Többrétegű építőlemez (CLT, BSH)

„Keresztlaminált építőlemez”: mint a rétegelt lemez, de a rétegek fűrészáruból készülnek!

Elnevezések:

- Angol: CLT (Cross-laminated timber)
- Német: BSH (Brettspertholz)
- Észak-Amerika, Japán: X-Lam

A CLT története:

Előnyök:

Hátrányok:

Alapanyagok:

- Tömörfa lamellák

- Faalapú anyagok

Rétegfelépítés:

A CLT tulajdonságai:

1. Mechanikai tulajdonságok:

A terméken feltüntetve:

- Geometria (gyártó adja meg)
- Mechanikai paraméterek (gyártó adja meg)
- Szabványban szereplő paraméterek

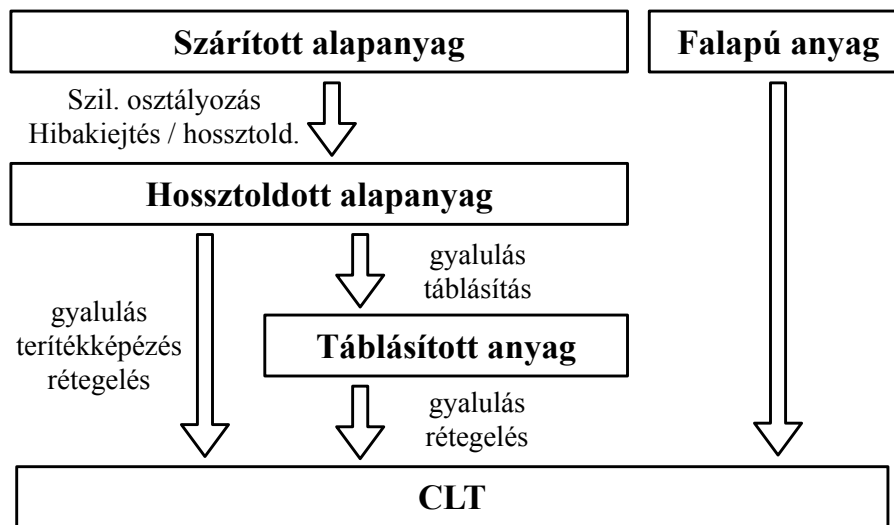
Teherbírási meghatározása:

- A termék bevizsgálásával
- Osztrák építési ajánlás alapján

2. Zsugorodás-dagadás

3. Tűzállóság

A CLT gyártástechnológiája



Tömörfa lamellák gyártása: a RR faanyaghoz hasonlóan

Ragasztóanyag felhordás:

- Lamellára
- Táblásított anyagra
- Terítékre

Préselés:

- Hidraulikus prések – oldalirányú présfóákkal
- Vákuumprés
- Szegezett-ragasztott megoldás

Utómegmunkálás:

- kivágások, falnyílások, szerk. kapcsolatok, szerelvények és kábelek helye, stb.
- Ált. speciális CNC berendezésekkel.

Szerkezeti kapcsolatok

Csomópontok:

- Talpcsomópontok
- Fal-fal kapcsolatok
- Fal-födém kapcsolatok
- Toldások

Kapcsolati megoldások:

- Szegezés, csavarozás

- Kötőelemek

Hibrid szerkezetek:

- CLT-RR hibrid
- CLT-acél hibrid (I-tartók, trapéz tartók, stb...)
- CLT-beton hibrid
- ...

Speciális témakörök:

- Holz100 rendszer

- CLT hazai alapanyagból

Faalapú szerkezeti anyagok
(Nem fűrészáruból készült szerkezeti anyagok)

Két fő típus:

1. Kompozit gerendák – 1 dimenziós (egy fő teherviselő irány)

1a. LVL – “Rétegelt furnérfa” (KERTO, MICRO-LAM)

Alapanyagok

Gyártástechnológia

Méreték, felhasználás

(1b. Hengeres LVL)

1c. LSL – Rétegelt szálforgács tartók (Timber-Strand)

Alapanyagok

Gyártástechnológia

Méreték, felhasználás

1d. PSL – Párhuzamos szálforgács tartók (Parallam)

Alapanyagok

Gyártástechnológia

Méretetek, felhasználás

(1e. Scrimber)

2. Kompozit lemezek – 2 dimenziós (két fő teherviselő irány)

2a. Rétegelt lemez

2b. OSB

Alapanyagok

Gyártástechnológia

Felhasználás

2d. Szervetlen kötésű faalapú lemezek – másik tantárgy témája

2c. Hőszigetelő szendvicspanelek

I-tartók és rácsos tartók

I-tartók és rácsos tartók:

- Teherviselés szempontjából ideális
- A gyártása bonyolultabb és költségesebb
- Nagy függőleges helyigény (vastag födégek, padlás nélküli tetőszerk.)
- Ragasztással vagy mechanikus kapcsolattal egyesítve

I-tartók

- **Gerinc**ből és **övelem**ekből áll
- Hajlítás szempontjából ideális: vastag övek, jobb teherbírás a húzott- és nyomott övben
- A gerinc a nyíróigénybevételt veszi fel → következmény!

Néhány I-tartó típus:

- Wellsteg tartók

- Nail-web tartók

- “Joist-típusú” tartók (TrussJoist, FinnJoist)

- Egyéb és egyéni kivitelezésű tartók

Rácsos tartók

- Magas, egyenes (fa)rudakból és csomópontokból álló szerkezet
- A csomópontokat csuklóknak tekintjük (szabad forgás, nincs nyomatékátvitel)
- A rudak között háromszög alakú terek alakulnak ki
- A rudak csak nyomásra vagy húzásra vannak igénybe véve
- 2D vagy 3D szerkezet
- Kitűnő megoldás nagy terhek esetén, de nagyon nagy függőleges helyigény
- Előszeretettel alkalmazzák magastetőkhöz, ha nincs szükség padlástér kialakítására.

Néhány rácsos tartó típus

- Hagyományos tartószerkezetek

- * egyéni kivitelezés

- * alakok

- * rácsrudak

- * kapcsolatok

- Szöglemezes rácsos tartók

- DSB, Trigonit, stb.

- 3D rácsos tartók

- Virendeel tartók (statikailag határozatlan, sarokmerev szerk. tartók...)

A ragasztással szembeni követelmények

1. Szilárdsági követelmények

2. Klímaállóság

3. Hőállóság

4. Időtállóság

5. Esztétika

6. Egészségügyi követelmények

- A gyártás folyamán

- Felhasználáskor

