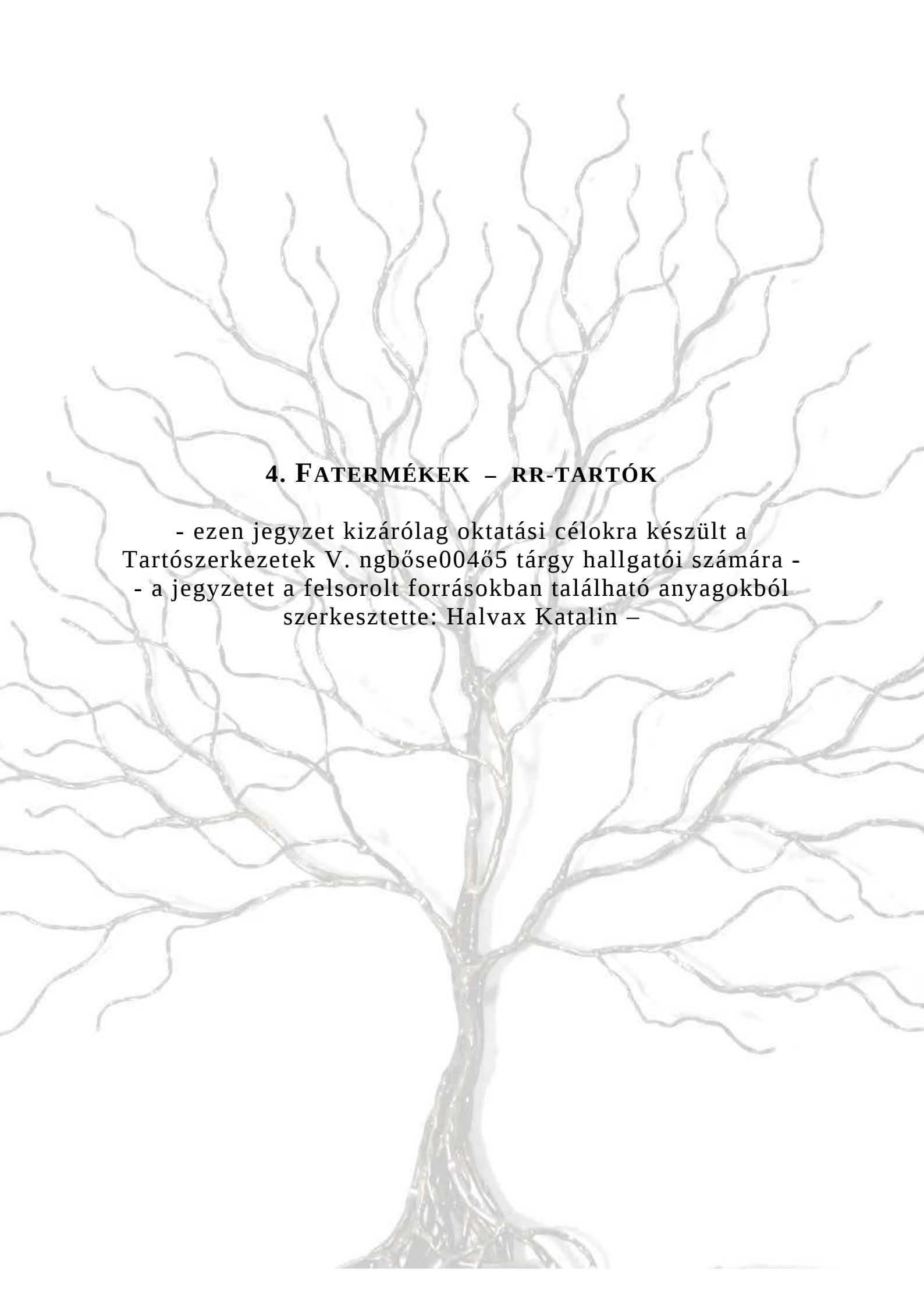




4. FATERMÉKEK – RR-TARTÓK

- ezen jegyzet kizárólag oktatási célokra készült a Tartószerkezetek V. ngbőse004ő5 tárgy hallgatói számára -
- a jegyzetet a felsorolt forrásokban található anyagokból szerkesztette: Halvax Katalin –

A szerkezeti faanyagok választékai

1. Erdei választékok

Erdi választékok	
fűrészrönk	tűzifa
furnérrönk	minőségi: akác, tölgy, bükk, gyertyán
rost- és forgácsfa	egyéb: kőris, gyümölcsfák, nyár,
bányafa	juhar, éger (de ezek fele olyan
papírfa	hasznosak, mint a minőségi tűzifák)
fagyártmányfa	
vezetékoszlop	

A gyakorlatban előfordulhat, hogy a kivitelezők nemcsak fűrészipari készterméket vásárolnak hanem, bizonyos szerkezeti célokra, hengeres faanyagokat, erdei választékokat is.

Átlagos jellemzők vágásérett korban:

fafaj	kor	magasság [m]	mellmagassági átmérő [cm]
tölgy	100	23 – 36	36 – 55
akác	32	20 – 28	24 – 34
lucfenyő	70	22 – 30	28 – 36
cser	60	18 – 24	27 – 37
óriás nyár	30	26 - 33	52 - 65

A *fűrészipari rönk* (fűrészrönk) a legnagyobb dimenziókkal rendelkező, építőipari felhasználásra alkalmas erdei választék. Méreteit és minőségét szabványok írják elő, melytől azonban a vevői igények miatt el lehet térni. A fenyő fűrészrönkök hossztartománya általában 3,00-6,50 m (25 cm-es méretlépcsőkkel), a lombos fűrészrönköké 2,00-6,00 m (10 cm-es méretlépcsőkkel).

Leggyakrabban előforduló rönkhosszak és felhasználásuk

	rönkhossz [m]	felhasználás
fenyő fűrészrönk	3,00	egyedi rendelésre illetve speciális fűrészipari választékok gyártásához
	4,00	építőiparban általánosan használt fűrészárúk gyártásához, állványzatok kialakításához, közvetlenül talaj és vízi építkezéshez, vezetékoszlopok és bányászati anyagok gyártáshoz
	5,00	
	6,00	
	7,00	nagy távolságok áthidalására alkalmas fűrészipari választékok előállításához, nagyméretű állványzatok építéséhez
	8,00	
	9,00 10,00	magasépítéshez használt fűrészipari választékok előállításához, kilátók, templomok, kastélyok, nagyméretű közösségi épületek, magas állványzatok építéséhez

A gyakorlatban 14 cm-nél kisebb átmérőjű fűrészrönköket nem termelnek ki. A fűrészipari feldolgozásra pedig általában a 20 cm-nél nagyobb átmérőjű alapanyag kerül.

Fenyő fafajokból termelhető fűrészrönk:

I. osztályú

Méretek: Hossz 3 m-től.

Csúcsátmérő 22 cm-től, 10 %-ban 20 cm-től termelhető.

Minőség: Egészséges, hengeres. Sudarlósság-, csavarodottság-, vasér- és dudorodásmentes. Egyirányú síkgörbeség maximális húrmagassága luc- és jegenyefenyőnél, 3 m-es hossz felett 1 cm/fm, a többi fenyőnél 2 cm/fm lehet.

Göcsök: Egészséges kis göcsből méterenként 1 db, 30 cm-es csúcsátmérő felett 2 db megengedett.

Repedés: Nem megengedett.

Károsítás: Gombásodás és rovarrágás kizárt.

II. osztályú

Méreték: Hossz 3 m-től,

Csúcsátmérő 22 cm-től, 20 %-ban 20 cm-től termelhető.

Minőség: Egészséges vagy tövön száradt. Az egyirányú síkgörbeség maximális húrmagassága luc- és jegenyefenyőnél 1 cm/fm, a többi fenyőnél 2 cm/fm lehet.

Göcsök: 26 cm-es csúcsátmérőig megengedettek a jól benőtt közepes göcsök, vagy egészséges, de nem jól benőtt kis göcsök. Méterenként 1 db egészséges göcs 8 cm-es átmérőig, vagy 1 db nem jól benőtt göcs, max. 5 cm-es átmérőig megengedett. 28 cm-es csúcsátmérőtől 50 %-kal nőhet a göcsök mérete.

Repedés: Bélrepedés lehetséges, gyűrűs elválás az átmérő 15 %-áig megengedett.

Károsítás: 1 db gyantatáska megengedett.

III. osztályú

Ebbe a minőségi osztályba esik az a rönk, amelynél az előforduló fahibák meghaladják a II. osztály határértékeit, vagy csúcsátmérője nem éri el a fűrészrönkét, azonban ipari felhasználása nem kizárt. Ezen kívül megengedett a бүтү átmérőjének 50 %-áig a vaseresség és a rovarrágás. Kétirányú síkgörbeség az átmérő 10 %-ának megfelelő húrmagasságig lehetséges.

A *bányászati faválasztékok*: a bányafa, bányapillérfa, bányadorong és féldorong. Ezeket elsősorban bányaterek biztosítására, megtámasztására használják. Közös jellemzőjük, hogy nem készíthetők fülledekeny fafajokból, a legkedveltebb az erdeifenyő, lucfenyő és kiemelten a vörösfenyő (lombos fajok közül a tölgyek, akác és kőris).

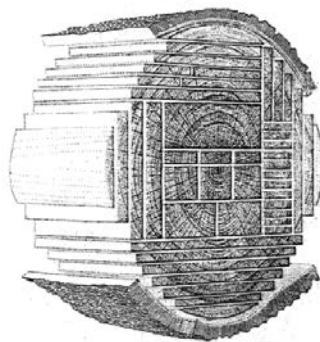
Vezetéktartó faoszlopként a fenyők jöhetnek szóba elsősorban kedvező törzsalakjuk miatt. A felhasználható fajok a luc-, jegenye-, erdei-, fekete- és vörösfenyő, de a lucfenyőt részesítik előnyben. A telítéssel történő védőkezelés ugyan nehéz, de a legnagyobb mennyiségben beszerezhető és viszonylag kevés fahibával rendelkezik.

2. Fűrészipari választékok

A fűrészrönk feldolgozásából keletkeznek. Fűrészáru alatt olyan meghatározott méretekké és minőségben előállított fűrészipari terméket értünk, amelynek legalább két egymással párhuzamos forgácsolt (fűrészelt vagy mart) oldala van. A fűrészáru készülhet szélezetlen illetve (egy vagy két oldalon) szélezett kivitelben. A szélezetlen fűrészárunak mindkét oldala tartalmazza a fűrészrönk palástját, a szélezettnek egyik vagy egyik sem.

Fenyő fűrészáruk a következők:

- gerenda
- palló
- deszka
- lécs
- zárlecs
- tetőlecs



A fenyő *gerenda* minimum 100 cm² keresztmetszetű (10-30 x 10-30 cm) fűrészipari választék, hosszúsága a szabványok szerint 3,00-6,50 m, 25 cm-es méretlépcsőkkel. A gyakorlatban azonban nagyobbbrészt egész méter hosszúságú gerendákat készítenek.

Fenyő gerendák leggyakoribb keresztmetszeti méretei			Felhasználás
Keresztmetszeti méret [cm]			
10/10	10/12	12/12	kis teherbírású szerkezet, szarufának, hétvégi faház/kerti faépítmény vázszerkezetének
10/15	(12/15)	15/15	tetőszerkezeti elemként (szarufa, szelemen, talpgerenda, állószék stb.)
(10/20)	15/20	20/20	nagyobb méretű tetőszerkezetek elemeihez, födémek gerendáihoz
15/18	17/18		könnyűszerkezetes lakóházak vázszerkezetéhez

A *palló* keresztmetszeti mérete 44-80 x 44-160 mm közötti lehet, hosszúsága a régi (MSZ) szabványok szerint 1,00-6,50 m között változik. A gyakorlatban a piacon kapható pallók leggyakoribb keresztmetszeti méretei: 5/10 5/15 5/20 7,5/15 cm, vagyis 2"-os és 3"-os vastagság. Ebben azonban jelentős szórások lehetnek a külföldről származó faanyagok miatt. A hosszúság általában 3,00 4,00 (5,00) 6,00 m. A fenyő pallókat az építőiparban a leggyakrabban a következőkre használják: fogópárként, zsaluzáshoz, szarufaként kisebb tetőszerkezetekhez, állványok, födémek járófelületeként stb. A palló készülhet szélezett vagy szélezetlen kivitelben. A szélezetlen anyagot főleg asztalosipar használja vörösfenyőből és szibériai erdeifenyőből.



A *deszka* 16-40 x 75-320 mm keresztmetszeti és 1,00-6,50 m hosszúsági méretekkel rendelkező termék. A legkeresettebb vastagság a 25 mm-es, „colos” méret. A szélezett deszka szélessége a leggyakrabban: 10 12 vagy 15 cm. Hosszúságát tekintve 1,00 1,25 2,05 3,00 4,00 (5,00) és 6,00 m-es méretek találhatók általában a fatelepeken. A fenyő deszkák felhasználása az építőiparban: zsaluzatokhoz, tetőhéjalás alá tetődeszkázatként, járófelületek és burkolatok kialakításához.

A *zárléc* a keresztmetszetét tekintve a gerendához hasonló arányokkal rendelkezik, de annál kisebb méretű fűrészipari termék. Általában a pallók visszavágásával állítják elő. A szabványok szerinti vastagsága és szélessége 44-80 x 44-160 mm, hosszúsága 1,00-6,50 m. A fatelepeken a következő méretekkel fordulnak elő leginkább: 5/5 (7,5/7,5) 8/8 cm. Hosszúságuk 3,00 4,00 (5,00) és 6,00 m. A zárlécet az építőiparban tetők lezárásához valamint kiegészítő szerkezeti elemként használjuk.

A *léc* pallók, deszkák visszavágásából keletkező, alacsony értékű fűrészipari választék. Keresztmetszete 16-40 x 16-75 mm, hosszúsága 1,00-6,50 m közötti. Az építőiparban kiegészítő, nem statikai célokra használják pl. takarásra, alátétként.

A *tetőléc* pallók, deszkák visszavágásával előállított fűrészipari választék. Elsősorban tetőburkolatok, tetőcserepek alátétjeként használatosak. A két leggyakrabban használt mérete: 25/50 mm x 3,00 4,00 6,00 m (normál tetőléc) illetve 30/50 mm x 3,00 4,00 6,00 m (Bramac tetőléc).

3.Faalapú építőanyagok (mesterséges fatermékek/kompozitok)

Faalapú kompozit: a fát kisebb alkotóelemekre bontják, majd azt kötőanyaggal újra egyesítik a faanyag még jobb kihasználása érdekében. Kompozit = különféle anyagokból felépülő termék.

A kompozit termékek a természetes faanyaghoz képest a következő előnyökkel rendelkeznek:

- a faanyag teljesebb kihasználását teszik lehetővé (faanyag véges erőforrás)
- fizikai méreteik általában nagyobbak a tömör faanyagénál
- sűrűsége, szilárdsága sokkal szűkebb tartományon belül mozog, mint a fűrészárúké (a fűrészárúkra jellemző anatómiai sajátosságok, hibák, gyenge pontok a faalapú termékekben sok esetben eloszlának, kiesnek)
- kompozitok szilárdsága sok termék esetében nagyobb

A faalapú kompozit termékek hátrányai:

- gyártásuk sokkal energiaigényesebb (növeli költséget és környezetvédelmi szempontból is hátrányos)
- sok terméknek nagyobb sűrűsége, mint a tömör fának, ami nagyobb tömeget is jelent
- sok termék nem képes visszaadni a természetes faanyag megjelenését, szépségét, struktúráját

Faalapú kompozitok

LVL – rétegelt furnér	rétegelt falemez (furnérlemez)
LSL – rétegelt szálforgács tartó	OSB (Oriented Strand Board)
PSL – párhuzamos szálforgács tartó	cement- és gipszkötésű lapok
CLT – cross laminated timber	
kompozit I-tartók	
Glulam - RR-tartók	

Rétegelt falemez

A rétegelt falemez talán a legrégebben használt faalapú kompozitféleség.

A rönkből hasítással vagy hámozással előállított vékony (0,1 mm – 3,2 mm) falapokból, ún. furnérokból, készül amelyeket valamilyen szintetikus ragasztóanyaggal ragasztanak egymáshoz.

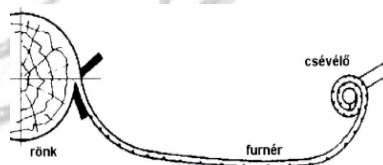
Megkülönböztetünk színfurnért és műszaki furnért. A színfurnért lapok és élek díszítő jellegű lezárása használják. A műszaki furnér a rétegelt falemezek alapanyagául szolgál, ez általában hámozással készül. Sokféle fafajból készülhet, hazánkban elsősorban bükk, nyár, fenyő (luc- jegenyevörösfenyő), nyír fafajokból.

A rétegelt lemez szerkezete sokféle lehet, de fafaj, vastagság, nedvességtartalom és az egyes rétegek száliránya szempontjából szimmetrikus. Leggyakrabban páratlan számú rétegből készül, és a szomszédos rétegek száliránya merőleges egymásra. Vastagsága 3-5 mm-től 35-40 mm-ig terjedhet. Szerkezeti célokra inkább a vastagabb lemez használják.

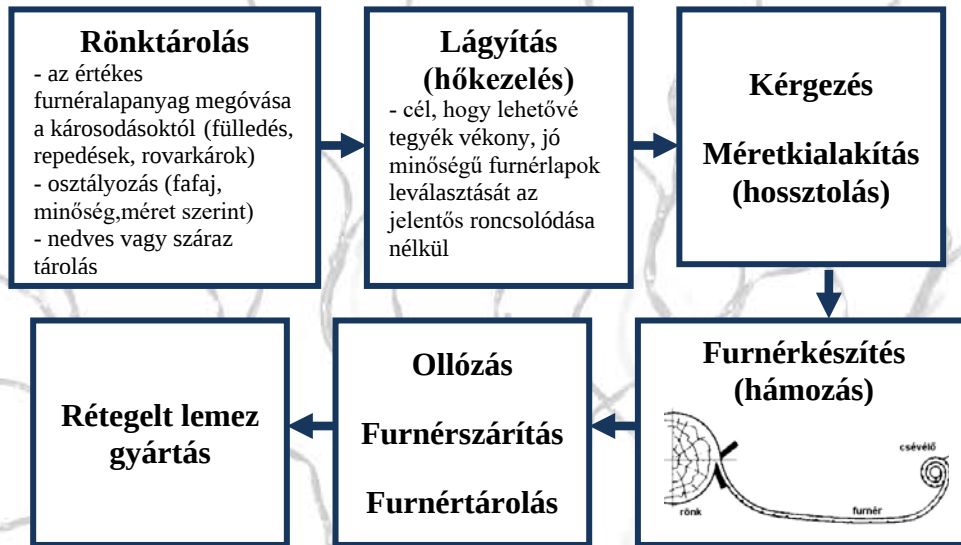
A szabványok háromféle felhasználási területet különböztetnek meg (a felhasználhatóságot elsősorban a fa alapanyag és a ragasztóanyag határozza meg): száraz környezetben alkalmazható rétegelt falemez; nedves környezetben alkalmazható rétegelt falemez; kültéri felhasználású rétegelt falemez.

Felhasználás: bútoripar, építőipari zsaluzatok, belsőépítészet, beltéri fal- és mennyezet burkolat, szerkezetépítés (könnyűszerkezetes házak)

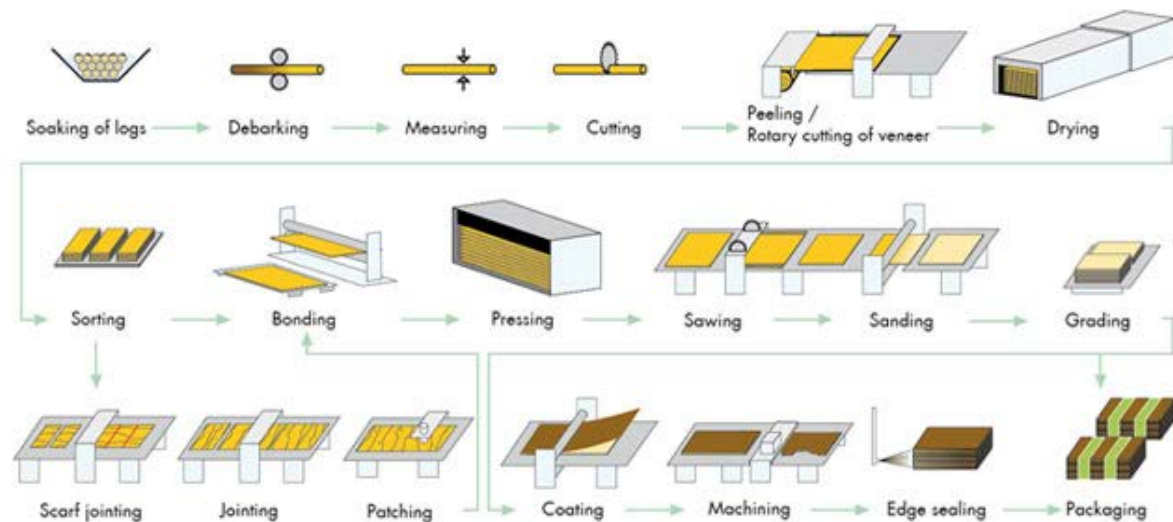
Méret:~2500 x 1250 x 4-40 mm



A műszaki furnér és a belőle készült rétegelt lemez gyártás lépései:



Rétegelt lemez gyártás folyamata



Rétegelt lemez gyártás folyamata videókon bemutatva:

<http://www.wisaplywood.com/en/plywood-and-veneer/plywood/plywood-production-process/Pages/default.aspx>

<http://www.youtube.com/watch?v=-cVQndmf8qY>

OSB (Oriented Strand Board)

Az irányított szálforgács lemez alapanyaga, amint a neve is mutatja, a szálforgács (vagy hosszúforgács). Eredetileg waferboard néven indult meg a gyártása. Ekkor még lapkaforgácsokból készítették, amelyeket a szálirány rendezése nélkül, véletlenszerűen építettek be a lemezbe. Később bebizonyosodott, hogy a terméknek jobb lesznek a tulajdonságai ha hosszú, karcsú forgácsokat alkalmaznak és azokat a lemez hosszában illetve keresztben irányítják. A forgácsok $\sim(0,6-1)$ mm vastagságúak, 80-150 mm hosszúak és változó szélességűek.

Ma leginkább a háromrétegű OSB terjedt el. A két vékonyabb, külső rétegben a forgácsok hozzávetőlegesen száliránya párhuzamos a lemez hosszirányával, míg a vastagabb középső



rétegben merőleges arra. A szabvány (MSZ EN 300) a lemez felhasználhatósága, időjárás-állósága szerint négy kategóriát különböztet meg:

OSB 1 – általános célú lemezek (csomagolás, bútor, falburkolat)

OSB 2 – nem vízálló szerkezeti célú lemezek (födémek, belső falak)

OSB 3 – vízálló szerkezeti célú lemezek (falak, tetőhéjalások)

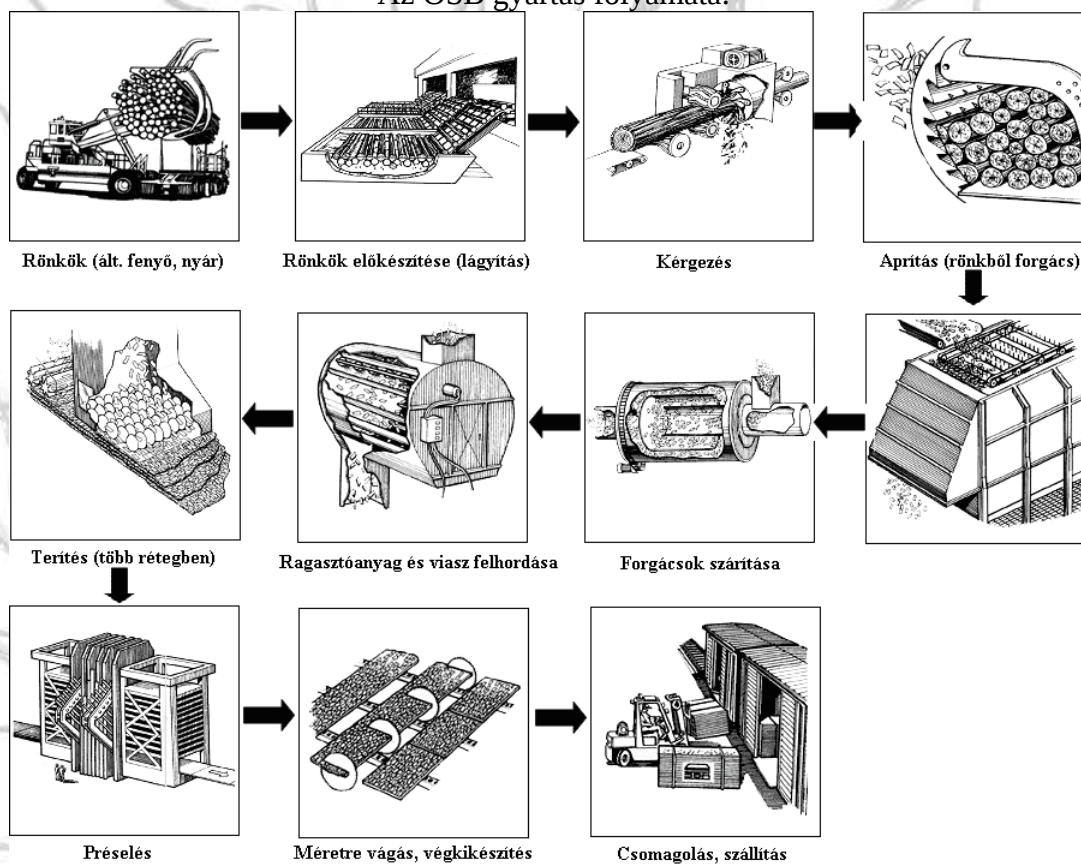
OSB 4 – nagy szilárdságú, fokozottan vízálló lemezek (I-tartók gerinclemeze)

Az OSB gyártók állítják, hogy termékük szilárdsága megegyezik a rétegelt lemezével (a forgácsok száliránya ugyan nem olyan tökéletes, mint a rétegelt falemezé, de a gyártás közben nagyobb nyomást alkalmaznak ezért a faanyag sűrűsége növekszik, ami a szilárdságot is növeli, de ez persze nagyobb önsúlyt is eredményez).

Felhasználás: építőipari szerkezetek, csomagolóanyag-gyártás, belső és külső falak, padlózati, szerkezeti és hordozó elemek, épületek felújítása és átalakítása, lépcsőépítés, kerítés

Méret: 2500 (5000) x 1250 x 6/8/10/12/15/18/22/25 mm

Az OSB gyártás folyamata:



Cement- és gipszkötésű lapok

A szervetlen kötésű lemezek abban térnek az itt tárgyalt többi kompozit terméktől, hogy kicsi a szilárdságuk és legtöbb esetben nagy a tömegük. Ezeket ellensúlyozza tartósságuk, gomba- és rovarállóságuk, a nagy sűrűségű termékek tűzállósága, égésgátló hatása. A cementkötésű lemezeket elsősorban kültéri, a gipszkötésűeket pedig beltéri célokra használják. Néhány példa a szervetlen kötésű lemezekre:

Heraklith: cementkötésű fagyapot lemez (fagyapot~faforgács), felhasználása: tetőtér és épülethomlokzat hőszigetelése, álmennyezet, falburkolat, padlók hő- és hangszigetelése, =válaszfal építése). Méretek: 2000 x 500 x 25/35/50/70 mm.

Heratekta: a Heraklith borítólapokból és PUR hab belső rétegből álló ún. Heratekta lemezeket elsősorban hagyományos épületszerkezetek hőhídjainak megszüntetésére (a vasbeton külső borítására) alkalmazzák. Szigetelő- és bennmaradó zsáuzóanyag.

Cementkötésű farostlapok: a nagy sűrűségű lemezeket könnyű szerkezetes épületek, előregyártott panelek illetve burkolatok céljaira használják. Hátrányuk szürke színük, amely miatt ez a termék mindenképpen felületkezelést igényel. (LDF/MDF/HDF lapok = alacsony/közepes/nagy sűrűségű lemezek)

Gipszrost lemezek: 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 gipszkarton és a gipszrost hasonlóan használhatók, azonban a gipszrost teherbírása a gipszkartonnál lényegesen jobb, ezért vastagságtól függően együttdolgozó burkolatként is használhatók. Jó tűzállóságuk miatt tűzgátló réteggént is alkalmazhatók, ezért különösen kedveltek.

Durisol-biobeton: vegyileg kezelt növényi eredetű rostból készült cementkötésű fabetonok, falazó- vagy zsaluzóelemekként, öntött betonfal vagy oszlop céljára, zajvédő falként is alkalmazható termék.



Heraklith



Heratekta



Durisol



MDF lapok

LVL (Laminated Veneer Lumber)

Az LVL, rétegelt furnérfa, a legrégebbi kompozit gerendaféleség. Amerikában a TrusJoint vállalat, Európában a finn Kerto termék terjedt el.

Az LVL szerkezete sok tekintetben hasonlít a rétegelt lemezéhez. A legfontosabb különbség a kettő között, hogy ennél a terméknel rendszerint az összes réteg száliránya megegyezik a tartó fő teherviselő irányával.

2,2...4,2 mm vastag műszaki fenyő furnérlapokból készül, fenol-formaldehid ragasztóanyaggal. A megfelelő hosszúságú termék elérése érdekében a kb. másfél méter hosszúságú furnérokat hosszoldják (az amerikai technológiánál a furnérvégek egyszerű egymásra helyezésével, Európában pedig ferde lapolással). Az európai technológiában a végtelen hosszúságú terítéket előpréselés után 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 főzésálló ragasztóanyaggal is.

Az alkalmazott alapanyag Európában általában lucfenyő.

Az európai piac igényeit figyelembe véve a finnországi gyártó az alábbi típusokat alakította ki:

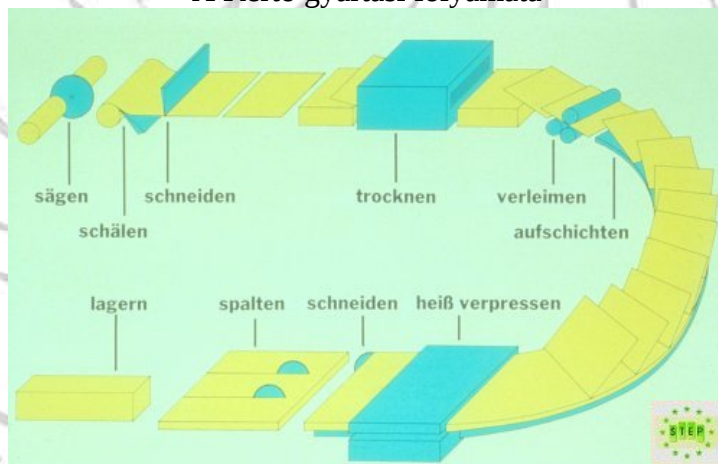
KERTO-S – hagyományos szerkezetű LVL, teherviselő szerkezetek (pl. tartók, könnyűszerkezetes épületek keretváza, gerendák, áthidalók, rác sos tartók, deszkák stb.) céljára. Minimális garantált szilárdsága 44 N/mm². Hossz 25m-ig, szélesség 2,50 m-ig, vastagság 21..90 mm.
KERTO-T – kisebb sűrűségű furnérokból gyártott, alacsonyabb teherbírású LVL termék, könnyűszerkezetes falak bordáihoz. Hossz 8,5m-ig, szélesség 20 cm-ig, vastagság 39..45 mm.



KERTO-Q – kimondottan felületborításokhoz kifejlesztett LVL termék, mely 15%-ban keresztirányú rétegeket is tartalmaz a méretstabilitás és a keresztirányú teherbírás érdekében. Tetőhéjalásokhoz, földemekhez, előtetőkhöz használható. Hossz 25m-ig, szélesség 2,50 m-ig, vastagság 21..69 mm.



A Kerto gyártási folyamata



LSL (Laminated Strand Lumber)

A rétegelt szálforgács tartót jelenleg az amerikai Weyerhaeuser cég gyárt, Timberstrand néven. Ahogyan az LVL a rétegelt lemezhez, az LSL az OSB-hez hasonló kompozit gerenda termék. Az LSL-t is hosszú forgácsból gyártják, de a forgácsok ebben az esetben mind ugyanabban az irányban vannak rendezve, így a természetes faanyaghoz hasonlóan egy fő teherviselő iránya van. A termék alapanyagául nyár és tulipánfa anyagot használnak, melyet nagy szilárdságú, izocianát alapú ragasztóanyaggal rögzítenek egymáshoz. A vízfelvétel megakadályozása érdekében kis mennyiségű viaszt is adagolnak a termékhez. Bár az LSL forgácsainak iránya nem tökéletesen párhuzamos a gerenda hosszirányával, a préselés közben alkalmazott nagy nyomás hatására a felhasznált faanyag tömörödik, így a végtermék szilárdsága nagyobb, minősége pedig egyenletesebb az alapanyagénál. Az LSL nagy szilárdságú, jó időjárásálló kompozit termék, melyet gyakorlatilag bármilyen teherhordó faserkezet céljára fel lehet használni. Ajánlják oszlopok, gerendák, kiváltók, merevítők készítéséhez. Panelok formájában készül, amiket igény szerinti méretre vágnak, és élére állítva építenek be. A panelok vastagsága 32...100 mm, szélessége 2,40 m-ig, hosszúsága 11...14,5 m-ig. Európai piacon is beszerezhető, de kevésbé ismert.



PSL (Parallel Strand Lumber)

A PSL, a párhuzamos szálforgács tartó, vagy közismertebb nevén Parallam, több tekintetben különbözik az LSL-től. Bár ez a termék is hosszú, vékony faelemekből készül, azok előállítás és a termék szerkezete is eltérő. A PSL alapanyaga tulipánfa vagy fenyő furnér. A felhasznált szálforgácsok a furnérgyártás hulladékából vagy kimondottan erre a célra készült furnérból készülő vastag, hosszúkás, keskeny csíkok (2,2...4,2 mm vastag műszaki furnér



kb. 25 mm széles és 30..250 cm hosszú csíkokra vágva). A ragasztóanyag fenol-formaldehid, melyhez a vízfelvétel megakadályozása érdekében kis mennyiségű viaszt is adagolnak. Az LSL-lel ellentétben ezeket a forgácsokat nem rétegekben terítik le, hanem egy vályúba szórják bele, és rendezik el. Ennek köszönhetően a forgácsok irányítása jobb, mint az LSL esetében és a késztermék sem rétegzett szerkezetű. Az összerendezett forgácsokat egy mikrohullámú keretprésen nyomják keresztül. A PSL-t nem táblákban hanem nagy keresztmetszetű (~28 x 42 cm), végtelenített hosszúságú tömbként állítják elő. Ezt a tömböt azután pontos gerenda-keresztmetszetre és hosszra vágják. A végső minőség-ellenőrzés gerendaként történik. A PSL teherbírás szempontjából kiemelkedik az összes többi faanyag, illetve faalapú építőanyag közül. Ennek fő oka a gyártás során alkalmazott igen magas nyomás, aminek következtében a faanyag sűrűsége közel másfélszeresére nő (ez természetesen az önsúlyt is nagymértékben növeli). A másik nagy előnye, hogy nem rétegelt termék, így nem áll fenn a rétegszétválás veszélye (nem olyan érzékeny a fakötéseknél). A kialakítható nagy méreteket figyelembe véve felhasználható a hagyományos könnyűszerkezetes házakhoz és a nagy fesztávú csarnokokhoz is. Hátránya az ára, a nagyobb sűrűség miatti nagyobb önsúlya valamint az esztétikai megjelenése. Európában nehezen beszerezhető.



kompozit I-tartók

Kompozitokból készült kompozitoknak tekinthetők. A világ több helyen, többféle márkanévvel gyártják őket (ált. I-joist névvel).

Alapanyagok:

övlemezek: LVL, LSL vagy nagyszilárdságú természetes faanyag

gerinclemez: OSB, rétegelt lemez

ragasztóanyag: nagy szilárdságú fenol-rezorcinol vagy izocianát alapú gyanta
Előnye, hogy a rendkívül anyagtakarékos kialakítással, a kis önsúllyal is komoly hajlítóigénybevételt fel tud venni. Hajlításkor az igénybevétel nagy része az övlemezekben jelentkezik, a gerinc esetében a nyíróigénybevétel a kritikus, ennek megfelelően a gerinclemez száliránya a tartó hossz tengelyére merőleges. Kritikus pont a gerinc és az övlemezek közötti kapcsolat, nagy szilárdságú ragasztóanyag szükséges, hogy az elemek együtt dolgozzanak. Hátrányuk, hogy az I-tartók kezelése, felhasználása különös körülményt igényel. Szigorú szabályok vonatkoznak a megmunkálásra, a gerenda-áttörésekre, a csomópontok kialakítására stb. Magasabb I-tartóknál karcsúsági problémák léphetnek fel, ezért merevítéseket igényelnek. Mindezek ellenére az I-tartók hagyományos

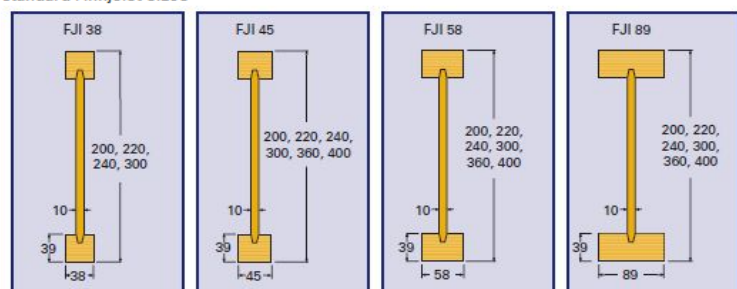


szerszámokkal, könnyen megmunkálhatók, és a szabályok ismerete és betartása mellett jól alkalmazhatók. Különös figyelmet kell fordítani a beépítésükre is. Pozitívum, hogy kis önsúlyuk miatt könnyen szállíthatók, emelhetők még nagy fesztávok esetén is,

de nagy szélben a nagy felületű, kis önsúlyú elemek kezelése problémát jelenthet illetve nagy magasságuk miatt amíg a héjalás rájuk nem kerül instabilak (járni is csak ideiglenes

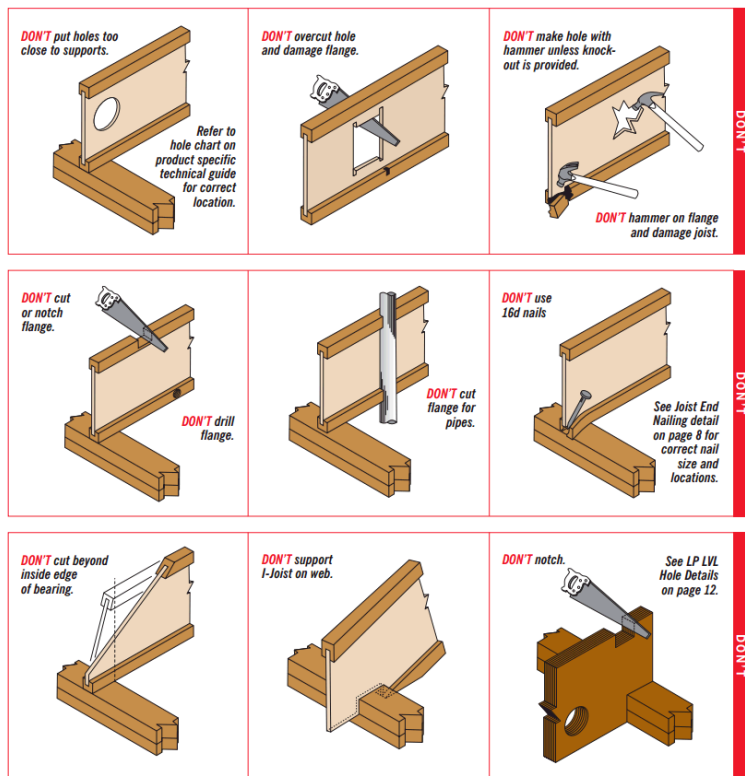


Standard Finnjoist sizes



merevítések elhelyezésével lehet rajtuk). Az építés helyén való tárolásra is speciális szabályok vonatkoznak.

I-tartók megmunkálására, kezelésére vonatkozó fontos szabályok



CLT – cross laminated timber (KLH)



A CLT egy új építési rendszer melyet egy- illetve többszintes lakó- és irodaépületekhez használnak (szintek száma: ~max 4-6). A főként C24/C16 szilárdsági osztályú luc- vörös- és erdeifenyő fűrészárúkból készült paneleket külső és belső falakhoz, födémhez és tetőszerkezethez használják. A $12 \pm 2\%$ nedvességtartalmúra szárított csiszolt alapanyagot formaldehid-mentes ragasztóanyaggal az ábrán látható módon ragasztják egymáshoz többretegű táblákat kialakítva. A lemezek 3,5,7 vagy akár több rétegűek lehetnek. A legnagyobb gyártható táblaméret szélesség 2,95m x hossz16m x vastagság40cm. Az épület fal- és födémlelemi előregyárthatók, nyílászárók helyei előre kivágható. A panelek előregyártása gyors és száraz építést tesz lehetővé. A rostirány váltakozásának köszönhetően kétirányban teherviselő lemezeket kapunk.

<http://www.clt.info/en/media-downloads/videos/>

<http://www.youtube.com/watch?v=T08KRyVhyeo>

Glulam – rétegelt-ragasztott tartó

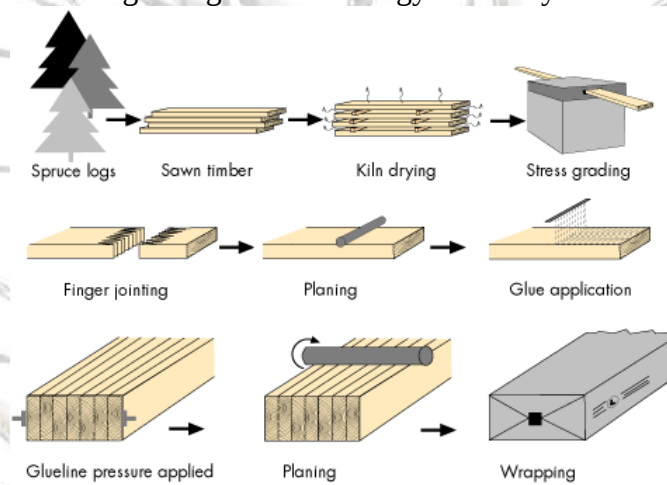
A rétegelt-ragasztott tartók képezik a faanyagú tartószerkezetek legnagyobb jelentőségű csoportját. Ez a tartóféleség a ragasztott tartók igen széles spektrumát öleli fel, a néhány

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 kör keresztmetszetű 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.

Leggyakrabban vízszintes rétegfelépítéssel készülnek (azaz a rétegek a hajlítás síkjára merőlegesek). Alapanyagként általában fenyő fűrészárut (deszka, palló), esetleg nagy szilárdságú lombos fafajokat, használnak. A fűrészárut először egyforma keresztmetszetre megmunkálják, majd fűrészfogas hosszoldási eljárással kiejtik az esetleges hibákat és végtelenítik, majd a tartó által megkívánt hossz méretűre vágják. Ezután következik a ragasztóréteg felhordása a lamellákra majd sűrűn elhelyezett satuk segítségével egyesítik őket, hidegen kötő ragasztóanyag alkalmazásával. A ragasztóanyag megszilárdulása (kötése) után a tartót a végleges formájára megmunkálják.

A tartók méreteire nincsenek előírások. A hossz méretet a toldható maximális lamellahossz, a préságó 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 idejétől, az ún. nagy gyalugép átbocsátóképességétől és ismét az anyagmozgatás igényeitől függ.

A rétegelt-ragasztott tartók gyártási folyamata:



A rétegelt-ragasztott tartók gyártási folyamata:

- 1) Előkészítő műveletek
- 2) Lamellák előkészítése
- 3) Ragasztóanyag-felhordás
- 4) Préselés
- 5) Befejező műveletek

Előkészítő műveletek

Párhuzamos övű, egyenes tengelyű tartók esetén különösebb előkészítő műveletekre nincs szükség, a préságó kitűzése egyszerű. Bonyolultabb formák és változó keresztmetszetek esetén a gyártás komolyabb előkészítést igényel. (A gyártmányterv elkészítése, a préster, a sablon elkészítése és a préságó kitűzése.)

A gyártmányterv a termék méretarányos rajza, mely megadja a termék szükséges méretét, a termék kontúrjának jellegzetes pontjait (sarokpontok, ív eleje, közepe, vége).

A présterv a termék elkészítése szempontjából fontos. Megadja: a préselendő termék kontúrjait, az egyes lamellák elhelyezkedését, és a préskeretek elhelyezését. A préskeretek rögzítése a préságy típusának, kialakításának a függvénye. A préstervről leolvasható az elkészítendő lamellák hossza.

A sablon készítés célja, hogy a présből kikerülő anyagon fel lehessen rajzolni az elem végleges kontúrját. 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.

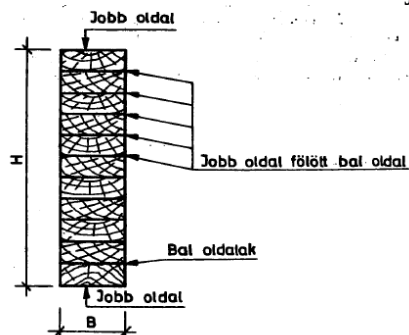
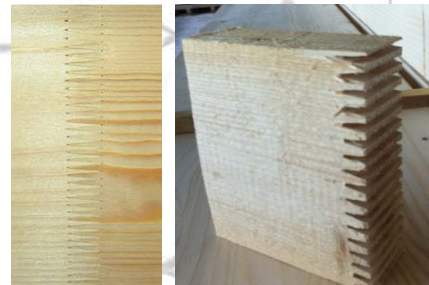
Megfelelően elkészített présterv esetén a préságy kitűzése egyszerű feladat, mindössze a rögzítési pontokat kell kimérni.

Lamellák előkészítése

A lamellák előkészítése a fűrészárúk előosztályozását, szárítását, szilárdsági osztályozását, hibakiejtés utáni hosszitoldását, keresztmetszeti megmunkálását jelenti. Az előosztályozás általában mindössze a szerkezeti célra láthatólag alkalmatlan fűrészáru kiválogatásából áll. Ezután történik a lamellák szárítása. 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. A fűrészáru osztályozható vizuálisan vagy gépi úton a rakatbontás után, a gyártósoron. 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 kilöki a gyártósorról, és más célokra használják. A mérés elvi alapja az, hogy a fa elektromos jellemzői a nedvességtartalommal arányosan változnak. A mérőműszer elektródáit a fa felületére helyezve vagy a fába ütve a beépített áramkör záródik. A műszer jelzőrendszere a típustól függően közvetlenül százalékban vagy közvetve, színváltozással mutatja a nedvességtartalmat.

A lamellákból ezek után kiejtik a nagyobb göcsöket, fahibákat, illetve gépi szilárdság szerinti osztályozás esetén a gyengébb szakaszokat. Az előgyalulás a pontatlanul fűrészelt anyag esetében szükséges. A fahibákat általában kezelőszemélyzet azonosítja, akik bejelölik a kiejtendő részeket. Ez ékcsapos hosszitoldó berendezéssel történik („fűrészfogas” kapcsolat). A hosszitoldó présből kikerülő anyagot megfelelő hossz méretre vágják, majd 8–24 órán át pihentetik, amíg ragasztóanyag megszilárdul.

Lamellák évgyűrűszerinti sorolása: két lamellából készülő RR tartó esetén a lamellákat bal oldalaikkal (bal: a bétől távolabb eső oldal) kell összeragasztani. Több lamellából készülő RR tartó esetén mindig a bal oldalt kell a jobb oldalhoz (jobb: a bélhez közelebb eső oldal) ragasztani. Az RR tartó külső oldalán csak jobb oldalnak szabad lenni.



Ragasztóanyag felhordása

Az alkalmazott ragasztóanyag típusa a klímaállósági követelményektől, valamint az esztétikai igényektől függ. A legjobb ragasztási szilárdságot a rezorcin-formaldehid műgyanta adja. 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 alkalmazása sem.

Csak alkalmassági bizonyítvánnyal rendelkező ragasztót szabad teherhordó, rétegelt ragasztott faszerkezetekhez felhasználni. Az alkalmassági bizonyítványnak az adott ragasztóanyaggal készített rétegelt ragasztott faszerkezet felhasználási körülményeire is ki kell térnie:

- ha a szerkezet az időjárásnak tartósan ki van téve, akkor rezorcin, vagy a víz és főzésállóság követelményeit kielégítő fenolgyanta alapú ragasztót kell alkalmazni
- olyan belső terekben, ahol a szerkezet nedvességtartalma meghaladja a 18%-ot, de a ragasztóréteg hőmérséklete nem érheti el az 50 °C-ot, karbamid gyanta alapú ragasztót szabad alkalmazni
- ha a faszerkezet olyan belső térbe kerül, ahol a szerkezet relatív nedvességtartalma a 18%-ot nem haladhatja meg, és a megrendelő ezt a gyártó felé igazolja, úgy kazein alapú ragasztót is lehet alkalmazni.

Egyre elterjedtebb a melamin alapú, szintén víz- és főzésálló ragasztó, mely szintelen, s így a rezorcin gyantával szemben előnye, hogy a fatartókon a rétegelés nem feltűnő, a gerenda homogénebb képet mutat. A rétegelt ragasztott faszerkezetekben alkalmazott ragasztóknak a mikroorganizmusokkal szemben ellenállónak kell lenni. Tűzállóság szempontjából a rezorcin és melamin alapú ragasztók a legjobbak. Ezek mind műszaki, mind gazdasági szempontból kedvezően – 0,15 mm-nél kisebb – fugavastagság mellett használhatók. A ragasztóanyag felhordását hengeres ragasztóanyag-felhordó berendezéssel, ragasztóanyagöntő géppel, vagy fúvókás felhordó berendezéssel végzik.

Préselés

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 lehetnek függőleges vagy vízszintes elrendezésűek. A lamellákat támasztófelülethez ütköztetik, majd alulról és felülről présfóákkal történik a présnyomás felvitele. A présfóák szakaszosak nyomáselosztó alátéttel, hogy a nyomás kellőképpen el tudjon oszlani a préselendő terméken belül.

A présnyomás többféleképpen is létrehozható:

- mechanikus módon; csavarorsók, ékek vagy rugók segítségével. Ahhoz, hogy présnyomás megfelelő nagyságú legyen, alkalmazni kell nyomatékkulcsokat vagy kalibrált rugókat.
- pneumatikus hengerekkel
- hidraulikus hengerekkel, vagy tömlőkkel.

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, pl.: bebetonozott sínrendszer, speciális fémváz stb. Az íves tartókhoz 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.

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, ami általában elfordítható zsámolyra van szerelve, az íves elemek megmunkálásának elősegítésére.
- kontúrmegmunkálás: az oldal felületre a préselés folyamán bejelölt jellemző pontokat felhasználva sablon segítségével felrajzolják a tartó kontúrját, majd azt megfelelő kéziszerszámokkal (láncfűrész, nagyméretű körfűrész, esetleg mobil szalagfűrész) pontosan körbevágják.
- szerelvények helyének kialakítása: történhet láncmaró, felsőmaró, oszlopos fűrógép, 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 védőszerek sok esetben megakadályozzák a megfelelő ragasztási kötések kialakulását.

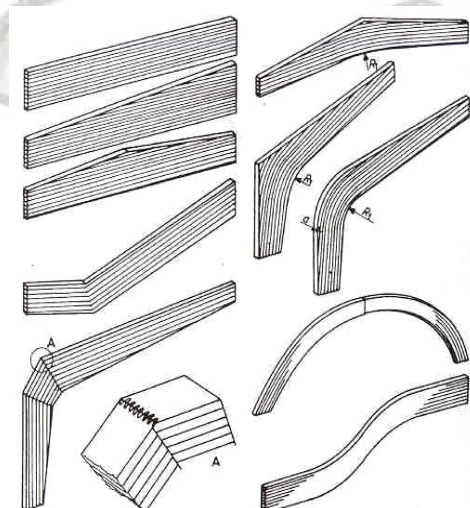
Egyenes tengelyű és íves rétegelt-ragasztott tartók



A rétegelt-ragasztott fatartók méretkorlátai a hazai gyártók alapján:

- egyenes tengelyű gerenda: lamella vastagsága: 45-50 mm, szélessége: 220-230 mm
km. max. szélessége: 400 mm, max. magassága: 2,00 m
tartó max. hossza: 42 m
a hosszméretek 1 cm-es, a magassági méretek 4 cm-es, a szélesség 2 cm-es méretlépcsőben változhat
- íves tengelyű tartók: lamella vtg (t) min. 10 mm, gerenda szélessége max. 40 cm
Az íves tengelyű tartók lamelláinak hajlítási sugara fenyőknél: $R \geq 160t$, lombos fáknál: $R \geq 200t$. (R: a görbítési sugár, t: a lamella vastagsága)
Minimális hajlítási sugár: 1,5 m

Jellemző rétegelt-ragasztott tartó típusok:



Források:

Molnár Sándor, Peszlen Ilona, Paukó Andrea: Faanatómia, 2007

Németh László: Faanyagok és faanyagvédelem az építőiparban, 2003

Prof. Dr. Molnár Sándor, NYME, FMK, Faanyagtudományi Intézet, Faanatómia előadás ppt-k <http://www.nyme.hu/index.php/8015/?&L=1>

dr. Kovács Zsolt, dr. Dénes Levente: Műszaki fatermékek; Furnér- és rétegelt lemezgyártás (előadás ppt., NyME, FMK) <http://tgyi.fmk.nyme.hu>

dr. Kovács Zsolt, dr. Dénes Levente: Faipari technológiák I. <http://tgyi.fmk.nyme.hu>

Veres Réka, Szerényi István, Bársony István: Faszervezetek építés I., 2009

Taskovics Péter: Faipari anyag- és gyártásismeret, 2005

Armuth Miklós, Bodnár Miklós: Fa tartószerkezetek – tervezés az Eurocode alapján, 2011

Dr. Wittmann Gyula: Mérnöki fa szerkezetek I., 2000

Dr. Rónai – Somfalvi: Fa tartószerkezetek – Tervezés, Méretezés, 1982

Kovács Illés: Faanyagismeret, 1979

Nyugat-Magyarországi Egyetem, Fahiba adattár <http://fahiba.fmk.nyme.hu/>