Liimapuun tekniset ominaisuudet ja toteutus

Versowood Oy
VW101 | FI 1.1
30.10.2026

Sahatie 1, 19110 Vierumäki, Finland
www.versowood.fi
Tel. +358 10 8425 100

Sisällysluettelo

1 Yleiskuvaus ... 3
2 Liimapuu ... 3
2.1 Vakiodimensiot ... 3
2.2 Projektiliimapuut ... 5
2.3 Lujuusominaisuudet ... 10
2.4 Muut ominaisuudet ... 11
3 Toleranssit ... 13
4 Kohdesuunnittelu ... 17
4.1 Suunnitteluperusteet ... 18
4.2 Mitoitus ... 18
4.3 Toteutussuunnittelu ... 19
4.4 Liitossuunnittelu ... 19
4.5 Tuotantosuunnitelmat ... 19
4.6 Aikataulu ... 20
5 Liimapuun valmistaminen ... 20
5.1 Kuvaus tuotantoprosessista ... 20
5.2 Laadunvalvonta ... 21
6 Liimapuun jalostaminen ... 22
7 Toimitukset ja kosteudenhallinta ... 23
8 Kiertotalous ... 24
9 Suunnittelun tukemme ... 24
9.1 Suunnittelutyökalut ... 24
9.2 Noudatettavat standardit ... 25
9.3 Ohjeet ... 25
10 Ohjeen revisiot ... 25
11 Liitteet ... 25
A. Laadunvalvontaseloste ... 26
A.1. Vaatimustenmukaisuus ... 26
A.2. Laadunvarmennustoimenpiteet ... 28

1 Yleiskuvaus

Versowood valmistaa liimapuutuotteita sekä vakiomittaisina että Asiakkaan määrittämissä kohdekohtaisissa mitoissa. Tässä ohjeessa esitetään liimapuumateriaalin ominaisuudet sekä yleiset suunnittelun ja toteutuksen perusteet huomioitavaksi kohteiden suunnittelussa. Muut Versowood liimapuurakenteiden suunnittelu- ja ratkaisuohjeet täydentävät ja tarkentavat tätä ohjetta.

Liimapuumateriaali valmistetaan standardin EN 14080 mukaan ja jalostetaan kohdekohtaisten suunnitelmien mukaan soveltaen kansallista SFS 5978 standardia puurakenteiden toteuttamisesta. Liimapuun lujuusominaisuudet on määritetty standardissa EN 14080 ja suunnitteluvaatimukset on määritetty standardissa EN 1995.

Liimapuu on sahatavarajaloste, jolla on suurempi keskimääräinen lujuus ja pienempi lujuuden hajonta kuin vastaavan kokoisella sahatavarakappaleella. Liimapuu valmistetaan pääsääntöisesti kuusesta, jonka lisäksi puulajina voidaan käyttää mäntyä asiakkaan kanssa erikseen sovittaessa. Liimapuun tekniset ominaisuudet ovat samat riippumatta puulajista pois lukien pintalaatuohjeessa esitettävät visuaalisen laadun määritykset.

Tässä ohjeessa valmiista liimapuurakenteesta käytetään nimitystä Liimapuupalkki riippumatta kappaleen käyttötarkoituksesta kohteessa. Ohjeessa esitetään suositeltavia reunaehtoja kohteiden toteutussuunnittelua varten, jonka lisäksi on esitetty laajempia mahdollisuuksia liimapuutoteutuksista, joiden saatavuus erikoistilauksena on suositeltavaa varmistaa.

Versowood valmistaa liimapuurakenteita kolmessa tehtaassa, Hartolan, Heinolan ja Vierumäen yksiköissä. Jokaisella tuotantoyksiköllä on oma tuotannon laadunvarmennustodistus, jonka pohjalta liimapuut CE merkitään tuotestandardin mukaisesti. CE merkityn liimapuun puumateriaali on kuusi lukuun ottamatta kyllästettäviä liimapuita tai tilauksissa erikseen määritettäviä rakenteita, joiden puumateriaalina on mänty.

2 Liimapuu

Liimapuutuotteille on useita kansallisia ja alueellisia standardeja ympäri maailman. Tässä ohjeessa lujuusominaisuudet ja tuotevaatimukset esitetään eurooppalaisen liimapuustandardin EN 14080 mukaan, joka kattaa liimapuun valmistuksen puuvalmiiksi aihioksi. Liimapuu koostuu vähintään kahdesta lujuuslajitellusta sahatavaralamellista standardin mukaisesti. Lamellien paksuus on yleensä 45 mm, jonka lisäksi erityistapauksissa, kuten kaarevissa palkeissa ja käyttöluokan KL3 rakenteissa käytetään enintään 35 mm lamellipaksuutta.

Versowood valmistaa liimapuuta pääasiassa yhdistetyn ladonnan lujuusluokassa GL30c, jossa ulko- ja sisälamellit ovat eri lujuusluokkaa. Muiden liimapuu- ja suunnittelustandardeissa esitettyjen lujuusluokkien sekä pintalamelleista kokonaan valmistettavan ns. homogeeninen liimapuu (esim. GL30h) saatavuus erikoistilauksena tulee varmistaa ennen toteutussuunnittelua.

Liimapuuta voidaan valmistaa palkkien lapepinnoilta yhdistettyinä monilohkoisina liimapuupalkkeina standardin mukaisissa lujuusluokissa. Liimapuupalkin halkaisu vaikuttaa lujuusominaisuuksiin, ja halkaistu liimapuu merkitään cs- tai hs-merkinnällä, GL30cs.

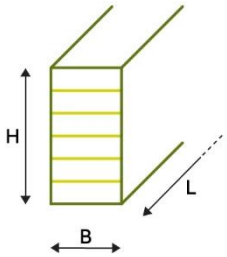
2.1 Vakiodimensiot

Liimapuupalkkien valmistusmitat perustuvat höylättyjen sahatavaramittojen kerrannaisiin. Varastomittaiset, ns. standardiliimapuut, valmistetaan ilman tilauskohtaisia mitta- tai laatumäärityksiä.

Standardiliimapuiden mitat esitetään taulukoissa 2.1 ja 2.2. Standardiliimapuiden enimmäispituus on 12,0 m ja ne valmistetaan ilman esikorotusta.

Standardiliimapuiden pintalaatu vastaa Versowood – Liimapuun pintalaadut ohjeen pintaluokkaa ”Visuaalinen laatu” ilman ohjeessa esitettyjä poikkeamien korjauksia.

Liimapuun mitat esitetään kuvan 2.1 mukaisesti muodossa; leveys (B) x korkeus (H) x pituus (L). Leveys on lamellin suuremman sivun mitta ja korkeus lamellipaksuuksien kerrannaismitta.



Kuva 2.1 Liimapuudimensiot

Tyypillisesti pilareina käytettävät liimapuisia neliöpoikkileikkauksia valmistetaan varastomittaisina liimapuutolppina sekä tilauskohtaisesti valmistettavina liimapuuneliöpilareina. Liimapuutolpat valmistetaan vähintään kolmesta lamellista, joiden paksuudet ovat korkeuden mukaan jaollisia. Neliöpilarit valmistetaan 45 mm lamellin kerrannaisina ja korkeusmitta höylätään.

Suorakaidestandardiliimapuut valmistetaan 45 mm lamellin kerrannaisina. Varastoitavien poikkileikkausten ja pituuksien lisäksi suorakaidepoikkileikkausliimapuita valmistetaan tilaustuotteina muissa kerrannaismitoissa ja tilauksen mukaisissa pituuksissa.

Taulukko 2.1. Versowood liimapuutolppien ja liimapuuneliöpilarien varasto- ja tilausmitat. Lujuusluokka GL30c.

Leveys (B)	Korkeus (H)						
	90	115	140	165	190	215	240
Versowood vakioliimapuutolpat ja -pilarit							
90	T	-	-	-	-	-	-
115	-	T	-	-	-	-	-
140	-	-	T	-	-	-	-
165	-	-	-	N	-	-	-
190	-	-	-	-	N	-	-
215	-	-	-	-	-	N	-
240	-	-	-	-	-	-	N

- Ei valmisteta
T Liimapuutolpat, varastopituus 3,0 ja 6,0 m
N Liimapuuneliöpilari, saatavilla projektiliimapuutuotteina

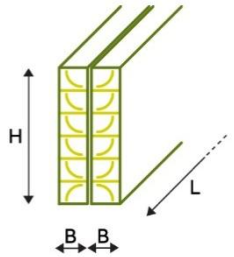
Taulukko 2.2. Versowood vakioliimapuupalkkien varasto- ja tilausmitat. Lujuusluokka GL30c.

Leveys (B)	Korkeus (H)						
	180	225	270	315	360	405	450
Versowood vakioliimapuupalkit							
90	P	V	V	V	P	P	P
115	P	V	V	V	V	V	P
140	P	V	V	V	V	V	V
165	P	P	P	P	P	P	P
190	P	P	P	P	P	P	P
215	P	P	P	P	P	P	P
240	P	P	P	P	P	P	P

- Ei valmisteta
V Varastopalkit, varastopituus 8,0 ja 12,0 m (muut pituudet tilauksen mukaan)
P Tilauspalkit, valmistuspituus 8,0 ja 12,0 m (muut pituudet tilauksen mukaan)
Muut dimensiot ja pituudet projektiliimapuutuotteina.

Halkaistu liimapuu

Suorakaidestandardiliimapuista valmistetaan halkaistuja liimapuita kuvan 2.2 periaatteella. Halkaisusta johtuen suorakaiteen syyrakenne on epäsymmetrinen ja halkaisupinnalla esiintyy tavanomaista enemmän pintaluokkavirheitä ja puun vaurioita. Tavanomaisesti vannesahapintainen halkaisupinta voidaan höylätä tilauksesta. Halkaistun liimapuun tyypillinen käyttö on rakenteiden sisäisinä tolppa- ja vasarakenteina.



Kuva 2.2 Halkaistu liimapuu

Taulukko 2.3. Versowood halkaistujen liimapuiden tilausmitat. Lujuusluokka GL30cs.

Leveys (B)	Korkeus (H)							Aihioleveys
	180	225	270	315	360	405	450	
Versowood halkaistuliimapuu								
42	P	P	P	P	-	-	-	90
56	P	P	P	P	P	P	P	115
66	P	P	P	P	P	P	P	140
78	P	P	P	P	P	P	P	165
P Tilauspalkit, valmistuspituus tilauksen mukaan, enintään 12,0 m - Mittasuhde ylittää B:H ≤ 1:8 rajaehdon								

2.2 Projektiliimapuut

Projektiliimapuina käsitellään standardiliimapuita suuremmat dimensiot ja muotoliimapuut, jotka valmistetaan kohdekohtaisten suunnitelmien mukaan. Projektiliimapuiden aihioina voidaan käyttää standardiliimapuuta tai yksilöllisesti valmistettavia aihioita. Projektiliimapuiden poikkileikkausdimensiot perustuvat lamellikokojen kerrannaisiin ja tuotantotekniikka määrittää liimapuun enimmäisdimensiot. Taulukossa 2.4 esitetään tuotannon yleiset mittatiedot, joita voidaan erikoistilauksesta kasvattaa tuotannon erityisjärjestelyin.

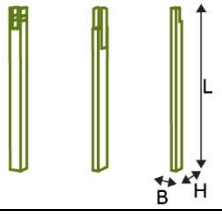
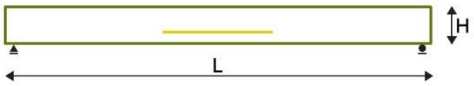
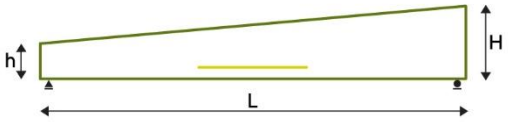
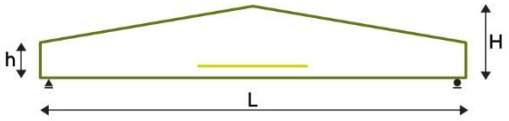
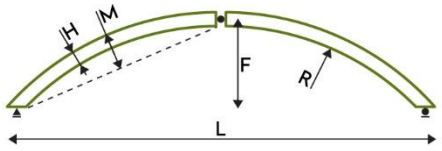
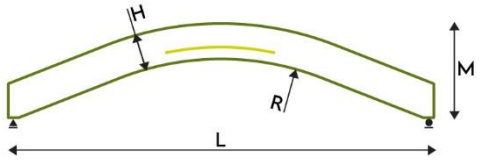
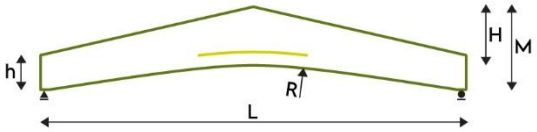
Taulukko 2.4. Versowood projektiliimapuun dimensiot. Lujuusluokka GL30c.

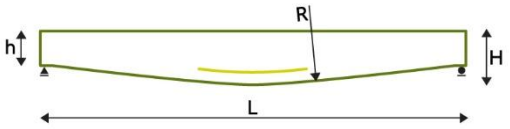
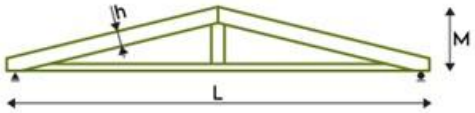
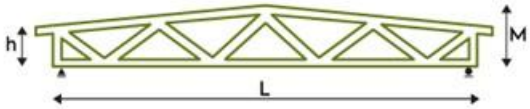
Suure	Ominaisuus	HUOM.
Versowood projektiliimapuun dimensiot		
Lamellileveys (B)	90, 115, 140, 165, 190, 215 ja 240 mm	
Korkeus (H)	225, 270, 315 …. enintään 4 000 mm	45 mm kerrannainen
Pituus (L)	enintään 40,0 m	
Muotokorkeus (M)	enintään 7,0 m	Kuljetusleveys

Projektiliimapuita valmistetaan erimuotoisina palkkityyppeinä kohdekohtaisten suunnitelmien mukaan. Taulukossa 2.5 esitetään erilaisia palkkityyppejä, jonka lisäksi liimapuusta valmistetaan erilaisia kokoonpanoja, kehärakenteita ja ristikoita usean liimapuun ja teräsosien yhdistelminä.

Suositeltava palkkijako k6000-k7500

Taulukko 2.5. Liimapuupalkkityypit sekä tyypilliset jännevälit ja rakenneosakorkeudet.

Palkkityyppi	Muoto
Suoralamelliset liimapuupalkit	
Liimapuupilari ○ Kerrospilarit ○ Monikerrospilarit ○ Mastopilarit ○ Monilohkoiset pilarit	
Suora liimapuupalkki ○ Jänneväli <40 m ○ Palkkikorkeus H ~ L/14 ○ Voi tehdä myös moniaukkoisena	
Pulpettipalkki ○ Jänneväli ~10–30 m ○ Tukikorkeus h ~ L/20 ○ Harjakorkeus H ~ L/11	
Harjapalkki ○ Jänneväli ~10–35 m ○ Tukikorkeus h ~ L/18 ○ Harjakorkeus H ~ L/11	
Muotoon taivutetut liimapuupalkit	
Liimapuukaari ○ Jänneväli <100 m ○ Palkkikorkeus H ~ L/50 ○ Muotokorkeus f > L/7 ○ Kaarevuus R > 10,3 m	
Kaareva liimapuupalkki ○ Jänneväli ~15–40 m ○ Tukikorkeus h ~ L/20 ○ Harjakorkeus H ~ L/15 ○ Kaarevuus R > 10,3 m	
Kaareva harjapalkki (bumerangipalkki) ○ Jänneväli 10–35 m ○ Tukikorkeus h ~ L/25 ○ Harjakorkeus H ~ L/13 ○ Kaarevuus R > 10,3 m	

Mahapalkki ○ Jänneväli ~15–35 m ○ Tukikorkeus h ~ L/18 ○ Harjakorkeus H ~ L/11 ○ Kaarevuus R = 10,3 < L	
Insinöörirakenteet (Kohdekohtaisten suunnitelmien mukaan erikoistilauksena)	
Liimapuukehät ○ Jänneväli A-kehällä 15–40 m ○ Jänneväli Ansaskehällä 40–75 m ○ Muotokorkeus M ~ L/8 ○ Paarrekorkeus h ~ L/30	
Liimapuuristikot ○ Jänneväli ristikkopalkeilla 30–40 m ○ Jänneväli ristikkokaarilla 40–100 m	

Muotopalkkien ja liimapuukokoonpanojen periaatteita esitetään pohjoismaisen liimapuukäsikirjan osassa 2.

Liimapuun kustannustehokkuus

Liimapuurakenteiden kustannustehokkuus perustuu käyttöpaikkaan soveltuvan palkkityypin valintaan, raaka-aineen tehokkaaseen hyödyntämiseen sekä toteutussuunnittelussa määritettävien työstöjen ja varustelujen toteutettavuuteen.

Liimapuun käyttösuhteella mitataan lopullisen tuotteen valmistamiseen tarvittavan sahapintaisen sahatavaran määrää. Raaka-ainehukkaa syntyy työstöjen lisäksi lamellien höyläyksessä, joka on pienemmillä lamelleilla suurempaa. Liimapuun lopullinen muoto työstetään yhtenäisestä aihiosta, jonka mukaan määrittyy liimapuun kaupallinen tilavuus.

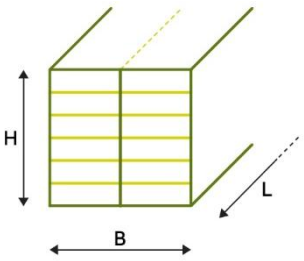
Liimapuurakenteiden suunnittelussa erityisesti poikkileikkauksen leveyden optimointi parantaa materiaalitehokkuutta. Poikkileikkauksen mitoitukseen vaikuttavien liitosten mitoituksessa, kuten tukipintojen mitoituksessa suositellaan hyödynnettävän Versowood ratkaisukorttien mukaisia tukipainevahvistuksia ja -levityksiä

Versowood projektiliimapuut työstetään pääasiassa CNC ohjatuilla työstökeskuksilla, joka mahdollistaa monipuoliset työstöt liitoksia ja varusteluita varten. Erikoismittaiset liimapuupoikkileikkaukset valmistetaan höyläämällä suuremmasta poikkileikkauksesta.

Monilohkoiset poikkileikkaukset

Monilohkoisella liimapuutuotteella tarkoitetaan kuvan 2.3 mukaisesti vähintään kahdesta, mutta enintään neljästä liimapuuaihiosta lamellien syrjältä, eli aihiopalkkien lapepinnoilta yhteen liimattua tuotetta. Kerrannaisliimaus tehdään pääsääntöisesti standardiliimapuudimensioista, mutta on saatavissa myös suurempina dimensioina. Liimaus muodostaa aihioista lujuusteknisesti yhtenäisen rakenteen.

Monilohkoinen liimapuu voidaan valmistaa työstetyistä liimapuuaihioista, kun suunnitteluratkaisu määritetään yhteistyössä Versowood kanssa huomioiden työstöjen ja kappaleiden yhteen liimauksen toteutettavuus.



Kuva 2.3 Monilohkoinen liimapuu

Taulukoissa 2.6 ja 2.7 esitetään monilohkoisten liimapuiden suositellut dimensiot.

Taulukko 2.6. Versowood monilohkoiset liimapuuneliöpilarit. Lujuusluokka GL30c.

Leveys (B)	Korkeus (H)						Aihioleveys (b)
	280	330	380	430	480	540	
Versowood monilohkoinen liimapuuneliöpilari							
280	N	-	-	-	-	-	140+140
330	-	N	-	-	-	-	165+165
380	-	-	N	-	-	-	190+190
430	-	-	-	N	-	-	215+215
480	-	-	-	-	N	-	240+240
540	-	-	-	-	-	N	190+160+190
- Ei valmisteta N Liimapuuneliöpilari, saatavilla projektiliimapuutuotteina							

Taulukko 2.7. Versowood monilohkoiset liimapuupalkit. Lujuusluokka GL30c.

Leveys (B)	Aihioleveys (b)	HUOM.
Versowood monilohkoinen liimapuupalkki		
280	140+140	Korkeus (H) 45 mm kerrannainen ○ vähintään 225 mm ○ enintään 1 260 mm Pituus (L) enintään 20 000 mm
330	165+165	
380	190+190	
430	215+215	
480	240+240	
545	190+165+190	
660	165+165+165+165	
760	190+190+190+190	
860	215+215+215+215	
960	240+240+240+240	

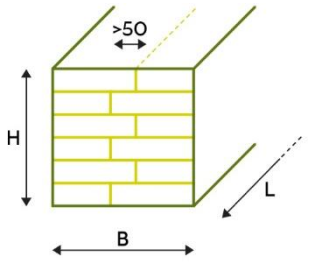
Monilohkoisten liimapuurakenteiden suunnittelussa tulee huomioida:

- Liimatun aihion höyläyksen enimmäiskorkeus on 550 mm, ylittävät mitat viimeistellään käsityönä
- Yli 1 300 mm korkeat kokoonpanot valmistetaan mekaanisin kiinnikkein kohteen suunnittelijan määrittämin kiinnityksin
- Taulukossa esitettyjä dimensioista poikkeavien tai esityöstetyistä aihioista tehtävien kerrannaisliimattujen tuotteiden saatavuus tulee varmistaa.

Muuratut poikkileikkaukset

Suuremmat liimapuudimensiot ja monilohkoiset liimapuut voidaan erityistapauksissa valmistaa ns. muuraamalla erilevyisistä lamelleista kuvan 2.4 mukaan. Muurauksessa yksi lamellikerros koostuu kahdesta eri levyisestä lamellista, ja lamellikerrosten välinen pituussuuntainen sauma limitetään vähintään 50 mm.

Muuratun poikkileikkauksen käyttäminen perustuu tuotantotekniikkaan ja lamellien saatavuuteen. Muurattujen poikkileikkausten ominaisuudet eivät muutu eikä muurausta esitetä tuotantosuunnitelmissa erikseen.



Kuva 2.4 Muurattu liimapuu

Muotoliimapuut

Muotoliimapuupalkit ovat suorista tai taivutetuista lamelleista koostuvia kohdekohtaisen suunnitelman mukaan muotoon sahattuja rakenteita, ns. poikkileikkaukseltaan muuttuvia liimapuupalkkeja. Muotoliimapuiden lamellipaksuus on tavanomaisesti 43 mm, mutta tarvittaessa ohuempi kaarevien liimapuiden ohjeistuksen mukaisesti.

Palkkityyppien luontaiset jännevälit vaihtelevat, jonka lisäksi palkkityypin valinnassa huomioidaan hankekohtaisia tarpeita, kuten vesikattomuoto ja alapuolisten talotekniikan reittien toteutus.

Muotoliimapuut valmistetaan suunnitelmien mukaiseen muotoon vaakapuristimeen asetettavan muodon avulla. Jokaisesta palkista laaditaan ladontasuunnitelma yhdistetyn liimapuun lamellilujuuksien sekä palkkimuodon mukaisten lamellipituuksien optimoimiseksi. Muotoliimapuissa jatkuvat lamellit sijoitetaan vetopuolelle ja muotoon sahauksessa vinosahattavat lamellit vastaavasti puristuspuolelle.

Muotoliimapuut valmistetaan pääasiassa esikorotettuina. Toimituskohteen suunnittelija määrittää esikorotuksen suuruuden suunnitteluohjeen mukaan, joka tavanomaisesti on palkin taipuma pysyvän kuorman ja puolitetun määräävän hyötykuorman yhdistelmästä. Tavanomainen esikorotus suoralamellisilla palkeilla on L/400 ja mahapalkeilla L/600.

Tavanomaiset palkkimuodot esitetään taulukossa 2.5, ja suunnitteluohjeistukset esitetään pohjoismaisen liimapuukäsikirjan osassa 2.

Kaarevat liimapuut

Versowood valmistaa kaarevia liimapuupalkkeja kohdekohtaisin mitoin tuotannon enimmäispituuden ja -muotokorkeuden rajoissa. Kohteen suunnittelija määrittää palkin muodon huomioiden suunnittelu- ja tuotestandardien vaatimukset taivutetuille lamelleille.

Kaarevat liimapuut jakautuvat rakenteellisen toiminnan ja tuentatavan perusteella kahteen tyyppiin.

- ***Kaaripalkki*** on puristettu rakenne, joka on tuettu molemmista päistä kiinteästi
- ***Kaareva palkki*** on taivutettu rakenne, jonka toinen tukipiste on vapaasti liikkuva

Kaaripalkin muoto määritetään rakenteen puristusviivan mukaisesti hyödyntäen liimapuun hyvää puristuslujuutta ja vähentämällä taivutusmomentin vaikutusta poikkileikkauksen mitoittamisessa. Kaarirakenteiden suunnittelussa huomioidaan tuotannon rajoitukset tarvittaessa jakamalla kaari osiin.

Päistään tuettujen kaarevien liimapuupalkkien muodon määrittämisessä huomioidaan tilankäytöllisten vaatimusten lisäksi lamellien taivutuksen rajoitukset kaarevuuden muodolle. Taulukossa 2.8 esitetään lamellien vähimmäistaivutussäteet tavanomaisille lamellipaksuuksille.

Taulukko 2.8. Kaarevan liimapuupalkin vähimmäistaivutussäde

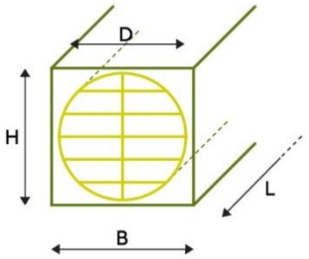
Lamellipaksuus	r/t = 170 [2)]	r/t = 240	HUOM.
Liimapuun lamellien vähimmäistaivutussäteet			
33 mm	(5 610 mm) [1)]	7 920 mm	≥ 6 000 mm
43 mm	7 310 mm	10 320 mm	Yleensä

[1)] Tuotantoteknisesti liimapuun vähimmäistaivutussäde on 6 000 mm
[2)] Lujuusmitoituksen taivutuslujuutta ($f_{m,d}$) pienennetään kertoimella *kr*

Versowood –*Liimapuuhallit* suunnitteluohjeessa esitetään lamellipaksuuksien ja vähimmäistaivutussäteiden laskenta.

Sorvatut liimapuut

Pilareina käytettävät pyöreäksi sorvatut liimapuupilarit valmistetaan liimapuuneliöpilareista kuvan 2.5 mukaan. Pilarin halkaisija voi vaihtua pilarin pituudella kartiomaisesti. Sorvauksen halkaisija (D) voi olla enintään 700 mm, ja halkaisijan tulee olla vähintään 20 mm aihiona käytettävää pilaria pienempi (B-20=D). Sorvatun liimapuun enimmäispituus on 13,0 m.



Kuva 2.5 Sorvattu liimapuu

Sorvattu liimapuu työstetään ja varustellaan kuten liimapuuneliöpilarit huomioiden sorvatun liimapuun muoto liitospinnoilla. Työstöt tehdään tarvittaessa työstökeskuksessa.

Liimapuukokoonpanot

Liimapuukokoonpanoja ovat yksittäiset kohdekohtaisten suunnitelmien mukaan varustellut liimapuurakenneosat, kuten pilarit ja palkit. Rakenneosa voi koostua useammasta liimapuuaihiosta ja varustelussa käytettävistä puisista ja teräksistä osista.

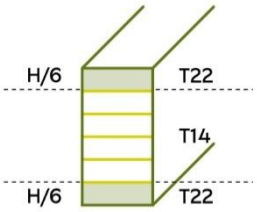
Versowood liimapuukokoonpanojen ratkaisukortissa on esitetty kokoonpanojen suunnittelun periaatteet ja tavanomaisia kokoonpanoja. Ohjeen periaatteita noudattamalla voidaan toteuttaa monenlaisia kokoonpanoja ja parantaa liimapuiden esivalmistusastetta sujuvan työmaatoteutuksen edistämiseksi.

Insinöörirakenteet

Insinöörirakenteet koostuvat useista liimapuupalkeista ja niiden välisistä liitoksista, jotka esivalmistetaan kohdesuunnittelijan laatimien suunnitelmien mukaan. Insinöörirakenteiden suunnittelun lähtötietoina voidaan hyödyntää soveltuvin osin Versowood suunnitteluohjeita toteutettavuuden varmistamiseksi.

2.3 Lujuusominaisuudet

Versowood valmistaa liimapuuta pääasiassa yhdistetyn ladonnan lujuusluokassa GL30c kuvan 2.6 lamellijakaumalla ja siitä halkaistavana liimapuuna GL30cs. Lujuusluokissa palkin ylä- ja alapinnan uloimman kuudesosan lamellit, ulkolamellit (H/6) ovat lujuusluokkaa T22 ja näiden välissä olevat sisälamellit lujuusluokkaa T14. Liimapuun lujuusominaisuudet esitetään taulukossa 2.9.



Kuva 2.6 Liimapuun lamellijakauma

Liimapuu valmistetaan Insta 142 standardin mukaan lujuuslajitelluista sahatavaralamelleista. Versowood lajittelee lamellit lujuusluokkiin T14, T18, T22 ja T24, joita käytetään muiden liimapuun tuotestandardissa ja suunnittelustandardissa esitettyjen lujuusluokkien valmistamiseen erikoistilauksesta.

Suunnittelustandardin muut lujuusluokat (GL24c(h), GL28c(h), GL30h ja GL32c(h)) ovat saatavilla vain erikoistilauksena.

Taulukko 2.9. Liimapuun lujuusominaisuudet (EN 1995-1-1)

		Liimapuu GL30c	Halkaistu liimapuu GL30cs
Ominaislujuudet [N/mm²]			
Taivutuslujuus	$f_{m,k}$	30	28
Vetolujuus	$f_{t,0,k}$	19,5	18,7
	$f_{t,90,k}$	0,5	0,5
Puristuslujuus	$f_{c,0,k}$	24,5	23,3
	$f_{c,90,k}$	2,5	3,0
Leikkauslujuus	$f_{v,k}$	3,5	3,5
	$f_{r,k}$	1,2	1,2
Jäykkyysominaisuudet [N/mm²]			
Kimmomoduuli	$E_{0,mean}$	13 000	12 500
	$E_{0,05}$	10 800	10 300
	$E_{90,mean}$	300	300
	$E_{90,05}$	250	250
Liukumoduuli	G_{mean}	650	650
	G_{05}	540	540
	$G_{r,mean}$	65	65
	$G_{r,05}$	54	54
Tiheys * [kg/m³]			
Ominaistiheys	ρ_k	390	390
Keskitiheys	ρ_{mean}	430	430
* Taulukossa suunnittelussa käytettävät tiheysarvot. Rakenteen painon määrittelyssä suositellaan käytettäväksi tiheyttä 500 kg/m³.			

2.4 Muut ominaisuudet

Lujuusominaisuuksien lisäksi liimapuun käyttöratkaisujen määrittämisessä tarvittavat oleelliset ja yleiset ominaisuudet esitetään taulukossa 2.10.

Taulukko 2.10. Liimapuun ominaisuuksia

Ominaisuus	Suoritustaso	Kriteeri	HUOM.
Oleelliset suoritustasot			
Pitkäaikais-kestävyys	kestävyysluokka 4	EN 350	
Palo-käyttäytyminen	D-s2, d0	EN 13501-1	
Liimauksen lujuus	I-luokka	EN 301	
Vaarallisten aineiden vapautuminen	E1	EN 14080 – Liite A	Testistandardi EN 717; ilmassa < 0,124 mg HCHO/m³
Yleiset ominaisuudet			
Lämmönjohtavuus ○ Syynsuunnassa ○ Kohtisuoraan syynsuuntaan	0,22 W/m°C 0,14 W/m°C		Puun tasapaino-kosteudessa 12 %

Osaa liimapuun ominaisuuksia, kuten palokäyttäytymistä ja pitkäaikaiskestävyyttä voidaan parantaa kohdekohtaisilla pintakäsittely- ja suojausratkaisuilla, jotka kohteen suunnittelija määrittää.

Säilyvyys

Liimapuun valmistuksessa lamellit ladotaan kuvan 2.7 päätysyykuvannon mukaan samansuuntaisesti pois lukien toinen pinnan lamelli, joka käännetään siten, että lamellin sydän puoli on näkyvä.

Kuva 2.7 Liimapuulamellien sydänsuunnat

Liimapuun kosteus tuotannossa on 12 % (± 2 %). Kosteuden merkittävä lisääntyminen varastoinnin, kuljetuksen ja rakentamisen aikana lisää sekä kosteusmuodonmuutoksia että säilyvyyden riskejä. Versowood- *Liimapuutoimituksen kosteudenhallintaohjeessa* esitetään menetelmiä, joiden avulla säilyvyysriskejä voidaan hallita.

Liimapuun säilyvyyttä voidaan parantaa pintakäsittelyllä. Liimapuutuotannon yhteydessä tehtävät pintakäsittelyvaihtoehdot esitetään Versowood - *Liimapuun pintalaadut – tekninen ohjeistus* asiakirjassa.

Liimapuutolppia valmistetaan suolakyllästettyinä sekä vihreän että ruskean sävyisinä.

Erityisiä säilyvyysvaatimuksia edellyttävissä kantavien liimapuurakenteiden projektipalkkien käyttöratkaisuissa kuten maakosketuksessa tai käyttöluokassa KL3 liimapuu voidaan lahonkeston parantamiseksi valmistaa pohjoismaisen NTR luokituksen A-luokan lamelleista.

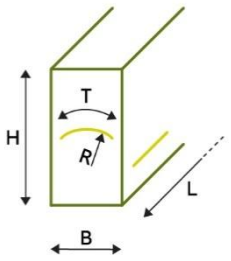
Liimapuuta ei luokitella pohjoismaisen NTR luokituksen mukaan. Kyllästyksestä aiheutuu kosteusmuodonmuutoksia, eikä taulukossa 3.2 esitettävät toleranssit päde kyllästetylle liimapuulle.

Kyllästetyn liimapuun kiinnitys- ja varusteluosien korroosiosuojaus määritetään kyllästyksen vaatimusten mukaan.

Liimapuun tuotestandardin EN14080 (Liite i; taulukko i.2) mukaisesti käyttöluokan KL3 liimapuurakenteissa käytetään enintään 35 mm lamellipaksuutta. Kohteen suunnittelija määrittää lamellipaksuuden suunnitelmissa.

Kosteusmuodonmuutokset

Puu on hygroskooppinen materiaali, jonka mitat muuttuvat kosteuden vaikutuksesta kuvassa 2.8 esitettävissä suunnissa. Puulajeille esitetään kirjallisuudessa syyn suuntiin sidotut kosteusmuodonmuutoskertoimet, jotka poikkeavat käytännön rakenteiden muodonmuutoksista.



Kuva 2.8 Kosteusmuodon-muutossuunnat

Liimapuun kosteusmuodonmuutokset seuraavat sahatavaran ominaisuuksia. Liimapuun rakenteesta johtuen muodonmuutosten suunnat ovat tasalaatuisia, eikä liimapuussa esiinny kosteusmuodonmuutoksista aiheutuvia muotovirheitä kuten kieroutumista.

Kuusesta ja männystä valmistettujen liimapuiden kosteusmuodonmuutokset ovat saman suuruisia, mutta erilaisesta solurakenteesta johtuen kuusen muodonmuutokset toteutuvat hitaammin kuin männyn.

Puumateriaalin lämpötilamuodonmuutokset ovat sidonnaisia kosteusmuodonmuutoksiin, eikä lämpötilan muutosta tarvitse erikseen tarkastella.

Taulukko 2.11. Kosteusmuodonmuutokset puun syyn suunnissa ja liimapuupalkin sivujen suunnissa.

	Puun syynsuunnassa [2)]	Palkin sivun suunnassa [2)]	Kosteusmuodon-muutoskerroin [1)]
Kosteusmuodonmuutokset			
Tangentin suunta [T] (vuosirengas)	5–6 %		
Säteen suunta [R]	2–3 %		
Syyn suunta [G]	0,2–0,3 %		
Leveys [B]		< 2,8 %	0,0028
Korkeus [H]		< 1,4 %	0,0014
Pituus [L]		0,1 %	0,0001

[1)] Kosteusmuodonmuutos puun kosteuden 1 % muutokselle
[2)] Kosteusmuodonmuutos puun kosteuden 10 % muutokselle

Kosteusmuodonmuutokset huomioidaan erityisesti liitossuunnittelussa osana toleransseja. Kosteusmuutokset aiheuttavat työstetyn puun pinnalla pintakuivamisesta johtuvaa karheutta, joka on myös huomioitava vastakkain tulevien puupintojen liitossuunnittelussa.

Puumateriaalin kosteustekniset ominaisuudet ja kosteudenhallinnan ohjeistus esitetään Versowood – *Liimapuutoimituksen kosteudenhallintaohjeessa*.

Palo-ominaisuudet

Liimapuun hyvät ja ennustettavat palo-ominaisuudet ovat raaka-aineena käytettävää sahatavaraa paremmat liimatun tuotteen tasalaatuisuuden ansiosta, eikä valmistuksessa käytettävä liima vaikuta hiiltymisnopeuteen tai palo-ominaisuuksiin. Palotilanteessa liimapuun syttymislämpötila on n. 250–300 °C, jonka jälkeen puun dimensio pienenee hiiltymällä.

Liimapuun palonkeston mitoitus tehdään tehollisen poikkileikkauksen menetelmällä EN 1995-2 mukaan, jossa liimapuun jäännöspoikkileikkaus mitoitetaan palon kestoajan ja mahdollisten suojausten mukaan. Kohteen suunnittelija vastaa palomitoituksesta ja käytettävän suojaverhouksen määrittämisestä.

Liimapuun europaloluokitus on D-s2, d0. Liimapuu voidaan pintakäsitellä palovaatimusten mukaiseen pintaluokkaan B1-s1, d0 luokkaan, mutta suojauskäsittely ei vaikuta hiiltymään tehollisen poikkileikkauksenmitoituksessa. Liimapuun palosuojakäsittelyyn ei ole saatavilla teolliseen tuotantoon soveltuvaa tuotetta, joten käsittely toteutetaan työmaalla.

3 Toleranssit

Liimapuutuotteiden ja jalostuksen toleranssit muodostuvat liimapuutuotestandardin ja kansallisen puurakenteiden toteutusstandardin perusteella.

Versowood liimapuuratkaisujen ohjeistukset ja mallisuunnitelmat on laadittu huomioiden tässä esitettävien toleranssien toteutuminen.

Toleranssivaatimukset

Toteutuskohteen suunnittelija määrittää rakennekokonaisuudelle tai sen osalle toteutusluokan, jonka vaatimukset esitetään yksiselitteisesti kohteen työselostuksessa ja suunnitteluasiakirjoissa. Toteutusluokka määritetään rakennustyypin ja hankkeen vaatimusten sekä EN 1990 mukaisesti rakenteen käyttöön ja riskeihin perustuen määritettävän seuraamusluokan (CC1–3) mukaan.

Liimapuurakenteiden esivalmistuksen ja asennuksen toleranssiluokka määritetään toteutusluokan perusteella kansallisen puurakenteiden toteutusstandardin SFS 5978 mukaan. Tässä ohjeessa esitetään täydennyksiä liimapuurakenteiden toleransseiksi niiltä osin, kun toteutusstandardissa vaatimuksia ei esitetä.

Taulukko 3.1. Puurakenteiden toleranssiluokat (SFS 5978)

Toleranssiluokka 3 (TL3)
Rakennusosat, joilta vaaditaan erityistä mittatarkkuutta ja joille asetetaan erityisen korkeat laatuvaatimukset. Aina seuraamusluokassa CC3.
Toleranssiluokka 2 (TL2)
Asuin-, liike- ja toimistorakennusten tai niitä vastaavien rakennusten rakennusosat. TL2 on yleisimmin käytetty toteutusluokka.
Toleranssiluokka 1 (TL1)
Hallirakennusten yms. tilojen rakennusosat, joille voidaan sallia luokkaa 2 alhaisemmat mitta-, tarkkuus- ja ulkonäkövaatimukset.
Toleranssiluokassa 1 esitetyt toleranssit ovat olennaisia toleransseja, joista voidaan poiketa lievempään suuntaan vain, jos lievennys otetaan huomioon rakenteiden mitoituksessa.

Liimapuun toleranssit

Liimapuuaihioiden tuotannossa noudatetaan tuotestandardissa määritettyjä toleransseja. Tuotestandardin toleranssit eivät päde kyllästetylle liimapuulle työstöjen jälkeen tehtävän kyllästyskäsittelyn kosteusmuodonmuutosten takia.

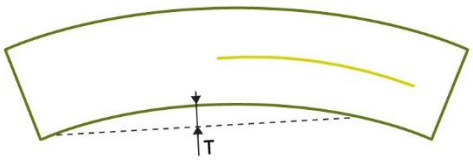
Taulukko 3.2. Liimapuuaihion sallitut mittatoleranssit (EN 14080)

		Suorat palkit	Kaarevat palkit
Liimapuuaihion toleranssit			
Poikkileikkauksen leveys	B	± 2 mm	
Poikkileikkauksen korkeus	H ≤ 400 mm H > 400 mm	+4 mm / -2 mm +1 % / -0,5 %	
Palkin pituus	L ≤ 2,0 m L = 2,0…20,0 m L > 20,0 m	± 2 mm ± 0,1 % ± 20 mm	
Poikkileikkauksen suorakulmaisuus		1:50 ~1°	
Suoruuspoikkeama	t / 2 000 mm	4 mm	-
Muotopoikkeama	t / 1 000 mm ≤ 6 lamellia	-	4 mm
	t / 1 000 mm > 6 lamellia	-	2 mm
Huom.	Toleranssit arvioidaan referenssikosteudessa 12 %. Toleranssit eivät päde kyllästetylle liimapuulle.		

Liimapuun pituussuuntaisen suoruuden toleranssi (t) tarkastellaan poikkeamana suunnitelmalinjasta.

Suorilla palkeilla poikkeama mitataan 2,00 m pituudelta huomioiden mahdollinen esikorotus.

Kaarevilla palkeilla poikkeama mitataan 1,00 m pituudella suhteessa suunnitelman mukaiseen muotoon.



Kuva 3.1 Liimapuun suoruuspoikkeama

Erityisesti lyhyen taivutussäteen muotopalkeilla puristusmuoto aukeaa liimauksen jälkeen jännitysten tasaantuessa. Muotoliimapuiden toleransseissa usein merkitseviä ovat muotopoikkeamien sijaan liitospintojen toleranssit, jotka toteutetaan ohjeellisten Versowood jalostuksen toleranssien mukaan.

Jalostuksen toleranssit

Standardissa SFS 5978 ei ole määritetty velvoittavia valmistustoleransseja esivalmistetuille liimapuurakenteille.

Versowood on määrittänyt oman tuotannon ohjeelliset toleranssit huomioiden SFS 5978 toteutusluokkien vaatimukset ja standardissa määritetyt liitostoleranssit sekä liimapuustandardin toleranssit jalostuksen lähtökohtana. Liimapuujalosteiden toleranssit soveltuvat kaikkiin työmaan toleranssiluokkiin.

Taulukko 3.3. Liimapuujalosteiden ohjeelliset toleranssit Versowood tuotannossa.

Ulottuvuus	Toleranssi	HUOM.
Liimapuujalostuksen toleranssit		
Leveys		EN 14080
Korkeus		EN 14080
Pituus		EN 14080
Nurkkapisteiden välinen ristimitta	± 6 mm	
Suoruus [1)]	± 2 mm / m	Palkin pituudella
Liimakiinnitysosien reikien sijainnit	± 3 mm	D ≤ 30 mm
Muut reiät	± 10 mm	D ≤ 30 mm
Aukkojen sijainnit	± 20 mm	
Sahattujen pintojen poikkeamat	± 4 mm	
Kaarevien muotojen poikkeamat suunnitelmalinjasta	± 20 mm	Koko taivutuksen pituudella
Liittymäpintojen sijainnit	± 4 mm	

1) Palkin suoruus tuotannossa. Asennustoleranssin mukainen suoruus oikaistaan tarvittaessa asennusaikaisille tuennoilla.

Standardissa SFS 5978 määritetään puurakenteiden liitostoleranssit, jotka tulee huomioida sekä esivalmistuksessa että työmaatoteutuksessa. Liimapuurakenteiden suunnittelussa tulee huomioida tarvittavat työvarat toleranssien toteutumiselle.

Taulukko 3.4. Liimapuurakenteiden liitostoleranssit (SFS 5978).

Liitostekniikka	Toleranssi	Erittely / ohjearvo	Sallittu poikkeama tai rako
Liitostoleranssit			
Naulaliitos puu-puu Ruuviliitos puu-puu	Liittimen sijoitus	Liitinvälit a_1, a_2 [1]	± max (10 %; d)
		Päätyetäisyys α_3	-0 / +10 mm
		Reunaetäisyys	-d / +10 mm
	Kannan upotus	Kanta puun pintaan	-0 / +3 mm
Muotolevy-kiinnikeliitos	Kiinnikkeen sijoitus	Yleensä	± 5 mm
		Kontaktipinnasta	± 2 mm [9]
	Liittimien etäisyys puun reunasta ja päädystä		- d
	Rako puun pintaan	Kiinnike kontaktissa	Vino rako max. 3 mm
Pulttiliitos	Pultin sijainti	Erillisporaukset [2]	± 5 mm [5]
	Reiän sijainti	Erikseen poraus	± 1,5 mm [3]
	Kiristys	Osat kontaktissa	Vino rako max. 3 mm
Tappivaarnaliitos	Liittimen sijainti [4]	Erillisporaukset [2]	± 3 mm
	Reiän sijainti [4]	Erikseen poraus	± 1 mm [6]
	Tappivaarnan sileän osan pituus puulamellissa t		- max (2 mm; 0,05 t) [7]
	Rako liitosleikkeissä	Urat tai listoitetut saumat	≤ min (3 mm; 0,25 t_t) [8]
Vinoruuviliitos	Ruuvauskulma		± 5°
Liimakiinnitysliitos ○ kierretanko ○ kansiruuvi	Tangon sijainti	Sijainti liimapuun pinnan tasalla	± 5 mm
	Reiän vinous	Porauspituudella L_a	± L_a/50
Kontaktiliitokset / tukipituudet	Rako	Kontakti vaaditaan	Vino rako max. 3 mm
	Tukipituus	Tukipinnan pituus	- 10 %
	Loveuspituus Loven, viisteen syvyys	Puusyiden suunnassa Poikittain syysuuntaan	+ 10 % ± 5 mm

Ohjearvojen tunnukset suunnittelustandardin EN 1995 mukaan

1) Puun syysuunnassa peräkkäisten naulojen on kuitenkin oltava vähintään d verran limittäin toisiinsa nähden, jos $a_1 < 14\,d$.
2) Standardista poiketen erillisporaus työstökeskuksella
3) Edellyttäen, että puuosissa on 1 mm väljät reiät ja metalliosissa 1,5–2,0 mm väljät reiät.
4) Liitoksen leikepinnoilla kaikissa osissa.
5) Puun syiden suuntaisessa rivissä liittimet saavat poiketa toisiinsa nähden poikittaissuunnassa kuitenkin enintään 5 mm.
6) Edellyttäen, että puu-teräsliitoksien metalliosissa on 1 mm väljät reiät.
7) t on suunniteltu liittimen sileän osan pituusliitoslamellissa.
8) Rako puupinnan ja metallilevyn välillä teräslevyllisessä liitoksessa, kun t_t on teräslevyn paksuus.
9) Esimerkiksi kulmakiinnikkeen etäisyys puuosien liitossaumasta (mm. esiasennus ristikkoon.

Työmaan toleranssit

Kansallisessa puurakenteiden toteutusstandardissa SFS 5978 on määritetty puurakenteiden asennustoleranssit, jotka esitetään taulukossa 3.5.

Taulukko 3.5. Liimapuurakenteiden asennustoleranssit (SFS 5978).

Ulottuvuus ja sijainti	Toleranssiluokka		
	TL3	TL2	TL1
Asennusalustan ja asennusalustassa olevien kiinnikkeiden toleranssit			
Sivusijainti koko asennusalustan pituudella	± 3 mm	± 5 mm	± 8 mm
Korkeusasema koko asennusalustan pituudella	± 3 mm	± 5 mm	± 8 mm
Muut kiinnikkeet, sivusijainti (teräslevyt, tangot yms.)	± 3 mm	± 5 mm	± 8 mm
Peruspulttien toleranssit			
Peruspulttiryhmän sijainti keskilinjan suhteen	± 5 mm	± 10 mm	± 10 mm
Peruspulttien keskinäinen etäisyys ryhmässä	± 3 mm	± 3 mm	± 3 mm
Peruspulttien korkeusasema	± 20 mm	± 20 mm	± 20 mm
Peruspultin kallistus pystytasosta (L on pultin näkyvä pituus)	L/100	L/100	L/100
Liimapuupilarien asennustoleranssi			
Sivusijainti	± 6 mm	± 12 mm	± 20 mm
Vapaa väli	± 6 mm	± 12 mm	± 20 mm
Pilarin yläpään ja/tai tukipintojen korkeusasema	± 4 mm	± 8 mm	± 12 mm
Suoruus	± 1,5 ‰	± 1,5 ‰	± 1,5 ‰
Poikkeama pystysuorasta Korkeus ≤ 6,0 m Korkeus > 6,0 m	 ± 3 mm ± 4 mm	 ± 5 mm ± 8 mm	 ± 8 mm ± 12 mm
Liimapuupalkkien asennustoleranssi			
Sivusijainti perussuorasta	± 6 mm	± 12 mm	± 20 mm
Vapaa väli	± 6 mm	± 12 mm	± 20 mm
Korkeusasema tuella	± 4 mm	± 8 mm	± 12 mm
Suoruus ja poikkeama esikorotuksesta, kun palkkia kuormittaa sen oma paino	± 1,5 ‰	± 1,5 ‰	± 1,5 ‰

4 Kohdesuunnittelu

Toimituskohteen suunnittelijat määrittävät käytettävät ratkaisut sekä vastaavat niiden vaatimustenmukaisuudesta. Versowood tarjoaa liimapuun tekniset tiedot ja kustannustehokkaita ratkaisumalleja suunnittelun ja toteutuksen tueksi.

Liimapuurakenteiden esivalmistuksessa tarvittavien tuotantosuunnitelmien laatiminen sovitaan kohdekohtaisesti Tilaajan ja Versowood välisessä sopimuksessa. Tuotantosuunnitelmista voidaan sopia alla olevin periaattein

a) Tilaajan laatimat tuotantosuunnitelmat (Versowood ohjeita noudattaen)
b) Versowood laatimat tuotantosuunnitelmat Tilaajan suunnittelijan laatimien ratkaisusuunnitelmien ja detaljien mukaan (Tilaajan geometriamallin pohjalta)
c) Versowood laatimat liimapuurakenteiden ratkaisu- ja tuotantosuunnitelmat (Tilaajan rakennussuunnitelmien ja suunnitteluperusteiden mukaan)

Tilaajan vastuullinen suunnittelija tarkistaa ja hyväksyy Versowood laatimat suunnitelmat.

Versowood liimapuuratkaisujen lisäksi suunnittelun lähtötiedoiksi soveltuvat mm. pohjoismainen liimapuukäsikirja, osat 1–3, sekä Puuinfo Oy:n jakamat ohjeet liimapuun suunnittelusta ja käyttöratkaisuista.

Versowood suunnitteluohjeessa ja tietomallinnusohjeessa on esitetty suunnitteluprosessiin ja tietosisältöihin liittyviä ohjeita kohdesuunnittelun sujuvoittamiseksi ja toteutukseen hyvin soveltuvien suunnitelmien laatimiseksi. Tuotantosuunnitelmissa esitettävät sisällöt on määritetty liimapuurakenteiden mallisuunnitelmissa. Versowood liimapuuratkaisukorteissa on esitetty tyypillisimpien liimapuuliitosten suunnittelun ja toteutuksen ohjeet. Ratkaisukorttien mukaisista liitoksista on saatavilla Tekla Structures mallinnustyökalut toteutussuunnittelua varten.

4.1 Suunnitteluperusteet

Toimituskohteen vastaava rakennesuunnittelija määrittää kohteen suunnitteluperusteet sekä kuormitukset rakenteille kohdistettuina, joiden mukaan myös liimapuurakenteet suunnitellaan.

Liimapuusuunnittelussa noudatetaan Eurokoodi 5 suunnittelustandardia (EN 1995) ja sen kansallisia liitteitä. Rakennusinsinöörien liitto, RIL, on laatinut suunnittelustandardin pohjalta puurakenteiden suunnitteluohjeen RIL 205, joka toimii käytännön suunnittelun ja mitoituksen ohjeena.

Versowood *Liimapuuvalmisosien työselostuksessa* esitetään liimapuurakenteisiin liittyvät suunnitteluperusteet, jotka tulee huomioida kohteen suunnitteluperusteiden määrityksessä.

Kohteen käytön aikaiset ja rakentamisen aikaiset olosuhteet vaikuttavat suunnitteluratkaisujen määrittämiseen. Versowood *Liimapuun pintalaadut – teknisessä ohjeistuksessa* esitetään soveltuvat suojaukset erilaisissa käyttötilanteissa. Versowood *Liimapuutoimituksen kosteudenhallintaohjeessa* esitetään liimapuutoimituksen toimintatavat ja opastetaan tavanomaiset menetelmät hyödynnettäväksi kohteen kosteudenhallintasuunnitelman laatimisessa.

4.2 Mitoitus

Toimituskohteen liimapuurakenteiden suunnittelusta vastaava suunnittelija vastaa rakenneosien ja liitosten mitoittamisesta.

Rakenneosien ja liitosten mitoitus tehdään Eurokoodi 5 mukaisesti käyttäen suunnittelustandardia noudattavia mitoitusohjelmia, kuten Finnwood ja liitin valmistajien mitoitusohjelmat. Mitoituksen voi tehdä myös käsin laskentana tai vastaavilla laskentapohjilla.

Versowood suunnitteluohjeissa esitetään mm. mitoitusohjeita ja esivalintataulukkoja ratkaisuista, joihin liittyy testausperusteisia määrityksiä tai ratkaisujen toteutus edellyttää erityisiä laadunvarmennustehtäviä.

Versowood ratkaisukorteissa esitetään tyypillisten liimapuuliitosten kuormien määrityksen ja rakenteellisen toimintatavan periaatteet kohdekohtaisen mitoituksen tueksi.

Liimapuupoikkileikkauksen palomitoituksessa noudatetaan tavanomaisesti Eurokoodin mukaista hiiltymämitoitusta. Kohdekohtaisen suojaverhouksen tarpeen määrittää aina kohteen vastaava rakennesuunnittelija. Liitoskohtaisia palomitoituksen periaatteita esitetään Versowood ratkaisukorteissa.

4.3 Toteutussuunnittelu

Versowood on laatinut kohdesuunnittelun tueksi suunnittelu- ja ratkaisuohjeita, joiden avulla kohteen liimapuuratkaisujen määrityksessä voidaan varmistaa tuotantokelpoisten ja kustannustehokkaiden ratkaisujen toteutuminen.

Versowood ratkaisukorteissa esitetään parhaat käytännöt toimivien ja kustannustehokkaiden liimapuuratkaisujen toteuttamiseksi. Ohjeissa määritetään suunnittelun ja toteutuksen periaatteet, sekä opastetaan ratkaisun kohdekohtaisten versioiden suunnittelussa huomioitavat asiat.

Liimapuurakenteiden esivalmistaminen työstökeskuksilla mahdollistaa tarkan ja monipuolisen toteutuksen, jonka onnistuminen varmistetaan laadittavilla tuotantosuunnitelmilla sekä materiaali- ja varusteluluetteloilla. Versowood mallisuunnitelmissa ja -luetteloissa esitetään tuotannossa tarvittavat tietosisällöt ja soveltuvat esitystavat, joiden toteutuminen kohteen suunnittelussa tulee varmistaa.

4.4 Liitossuunnittelu

Liitossuunnittelussa huomioidaan kuormitusten lisäksi kohdekohtaiset vaatimukset palonkeston, toteutustavan ja visuaalisen ulkonäön osalta. Liimapuurakenteiden suunnittelija määrittää vaatimukset täyttävät liitokset yksityiskohtaisesti sekä vastaa liitosten mitoituksesta.

Versowood ratkaisukorteissa ja suunnitteluohjeissa esitetään suunnittelun tueksi tavanomaisten liitosten suunnitteluohjeistukset työstö- ja liitososatiedoin. Liimapuiden esivalmistuksessa mahdollisten työstöjen reunaehdot, kuten muodot ja syvyydet, esitetään Versowood *työstöohjeistuksessa*, joka tulee huomioida kohdekohtaisten liitosten ja liitososien suunnittelussa.

Liimapuurakenteiden suunnittelija määrittää kohdekohtaisesti räätälöitävät konepajavalmisteiset liitososat, jotka kohteen vastaava rakennesuunnittelija tarkastaa ja hyväksyy. Räätälöityjen konepajavalmisteisten liitososien hankintaan tulee varata pidempi aika kuin ratkaisukorteissa esitettävillä vakioiduilla konepajaosilla.

Kohdekohtaisten konepajaosien suunnittelussa tulee varmistaa osien hankittavuus ja kiinnitettävyys liimapuurakenteeseen ennen osien tuotantosuunnitelmien laatimista. Versowood liimakiinnitysohjeessa esitetään tavanomaisia teräsosien kiinnitystapoja.

4.5 Tuotantosuunnitelmat

Liimapuurakenteiden tuotantosuunnitelmat, eli rakenneosakohtaiset kokoonpanosuunnitelmat ja luettelot laatii kohteessa nimetty valmisosasuunnittelija huomioiden Versowood – *Liimapuuhallit* suunnitteluohjeen liitteen mallituotantosuunnitelmissa esitetyt tietosisällöt ja esitystavat. Kohteen vastaavan rakennesuunnittelijan tulee tarkastaa tuotantosuunnitelmat riittävässä laajuudessa. Tiedostomuotona tuotantosuunnitelmille on pdf.

Liimapuupalkit työstetään pääsääntöisesti automaattisilla työstökeskuksilla, joiden ohjaustiedostot laaditaan tuotemallinnuksen tai lopullisten tuotantosuunnitelmien mukaan. Versowood Tekla mallinnustyökaluilla varmistetaan tuotantosuunnitelmien työstöjen soveltuvuus työstökeskuksille. Tiedonsiirto tuotantoon varmistetaan Teklan alkuperäistiedoston, ns. natiivimallin, avulla. Tulostemuotoinen kokoonpanosuunnitelma ja ifc muotoon tallennettu tuotemalli edellyttävät tuotannonsuunnittelussa lisätehtäviä CNC-ohjaustiedostojen laatimiseksi.

Tuotantosuunnittelun kokonaisuuteen sisältyvät kokoonpanoluettelot, liimapuiden materiaaliluettelot ja varustelujen tarvikeluettelot laaditaan Versowood ohjeistuksen mukaan huomioiden tietosisältömääritykset. Materiaaliluettelot tehdään xlsx-muotoon.

4.6 Aikataulu

Liimapuutoimituksen aikataulu sovitaan yhdessä Tilaajan kanssa huomioiden suunnittelun ja liimapuutuotannon tilanteet. Suunnittelun aikataulutuksessa sovitaan tuotantosuunnitelmien laatija ja toimitusaikataulu tuotantoa varten sekä varmistetaan tarvittavien lähtötietojen toimittaminen suunnittelijalle.

Standardipalkkien, eli käsittelemättömien vakiopoikkileikkausten toimitukset tapahtuvat tavanomaisesti rakennustarvikkeita toimittavien tukkureiden kautta. Standardipalkkien pituuskatkaisujen ja puuvalmiiden työstettyjen komponenttien toimitusajat määräytyvät tuotannon resurssitilanteen mukaan, ollen tavanomaisesti 5–10 työpäivää.

Projektipalkkien, eli kohdekohtaisten suunnitelmien mukaan toteutettavien liimapuupalkkien toimitusaikataulu laaditaan toimituksen määrän (kpl, m^3) mukaan huomioiden tuotannon resurssitilanne. Projektipalkeille tehdään sahatavaran raaka-ainevaraus tilausvaiheessa kaupallisten tietojen perusteella oikeiden lamellilujuuksien ja -dimensioiden saatavuuden varmistamiseksi. Suurissa liimapuutoimituksissa tuotannon ja tuotantosuunnitelmien laatiminen on suositeltavaa jakaa työmaatoimituksen mukaisesti vaiheisiin. Projektiliimapuiden tuotantosuunnitelmat tulee olla tuotannon käytössä 6 viikkoa ennen toimituserän ensimmäistä toimitusta, kun liimapuumäärät ja erikseen tilattavien varusteluosien tiedot on toimitettu aikaisemmin.

Liimapuurakenteiden tuotantosuunnittelua ja tuotantoa voidaan sujuvoittaa aikaisessa vaiheessa suunnittelumallista tulostettavilla liimapuiden ja varusteluosien materiaaliluetteloilla. Luetteloiden avulla varmistetaan pitkän toimitusajan varusteluosien saatavuus sekä laaditaan tarkempi tuotanto- ja toimitusaikataulu.

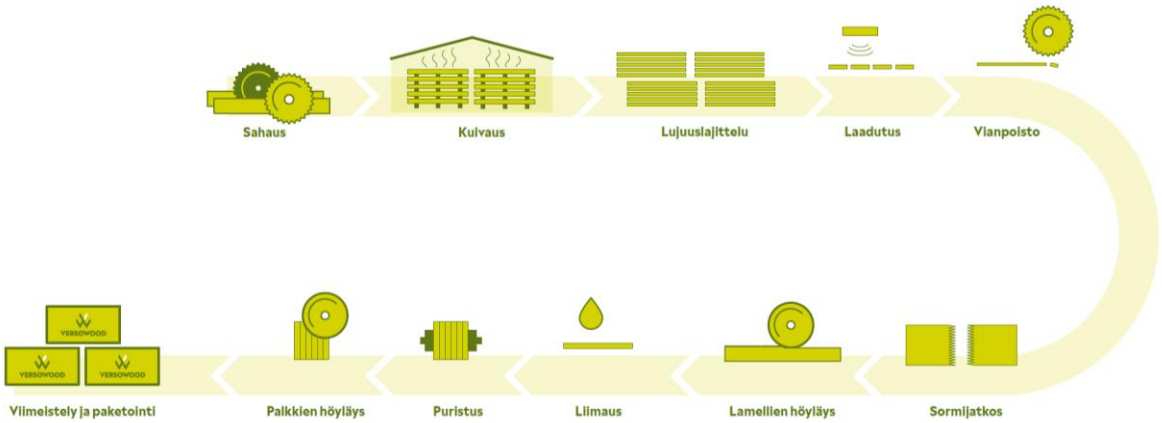
Kohdesuunnittelussa on suositeltavaa hyödyntää Versowood ratkaisukorttien mukaisia liitoksia, joiden toteutettavuus ja varusteluosien saatavuus on varmistettu. Tilaajan suunnittelijan laatimien kohdekohtaisten ratkaisujen työstöjen ja varustelujen toteutettavuus on suositeltavaa varmistaa Versowood kanssa ennen toteutussuunnitelmien laatimista.

5 Liimapuun valmistaminen

Liimapuun valmistaminen on teollinen prosessi, jonka vaatimukset on määritetty liimapuun sekä sen valmistamisessa käytettävien materiaalien standardeissa. Tässä kappaleessa kuvataan tuotannon vaiheet ja lopputuotteen ominaisuuksiin vaikuttavat rajoitteet.

5.1 Kuvaus tuotantoprosessista

Kuva 5.1. Liimapuuaihioiden tuotantoprosessin vaiheet.



Valmistusolosuhteet

Liimapuun valmistuksessa tuotantotilojen olosuhteita hallitaan raaka-ainevaurioiden välttämiseksi sekä liimavalmistajan asettamien vaatimusten täyttämiseksi.

Tuotantotilojen tavoitelämpötila on + 20 °C, mutta kuitenkin aina yli + 15 °C. Tuotantotilojen ilmankosteutta hallitaan kostutusjärjestelmällä keskimääräiseen ilman suhteelliseen kosteuteen 40–50 %.

Raaka-aine

Liimapuu valmistetaan koneellisesti kuivatuista ja Insta 142 standardin mukaan lujuuslajitelluista PEFC sertifioiduista sahatavaralamelleista palkin lujuusluokan ja ladontasuunnitelman mukaan.

Liimauksessa sallittu lamellikosteus on 8–15 %, tavoitteellinen kosteuskeskiarvo 12 %, kosteus enintään 16,5 %. Kuivausprosessissa vältetään lamellien muodonmuutoksia, halkeamisia ja muita rikkoutumisia, joita liian nopea kuivaaminen tai alhainen loppukosteus lisäävät. Lamellit tasaannutetaan kuivauksen jälkeen lämpimissä lamellivarastoissa.

Lamellien enimmäisleveys on 250 mm. Korkeimpien lujuusluokkien T22/T24 lamellien saatavuus on rajallista.

Liimapuuaihion valmistaminen

Liimapuun tuotantoprosessissa lujuuslajiteltu sahatavara laadutetaan visuaalisten ominaisuuksien mukaan ja valmistettavaan laatuun kuulumattomat viat poistetaan ennen lamellien sormijatkamista ladontasuunnitelman mukaiseen pituuteen. Jatketut lamellit höylätään neljältä sivulta ja kasataan välivarastoon odottamaan palkkiliimausta. Liimaus tehdään 12 tunnin sisällä höyläyksestä ladontasuunnitelman mukaan huomioiden lamellien sydänsuunnat.

Kohdekohtaisten suunnitelmien mukaan valmistettavat projektipalkit puristetaan tuotantosuunnitelman muotoon asetettavassa vaakapuristimessa. Samassa puristuserässä voidaan puristaa useita samanmuotoisia liimapuuaihioita. Höyläysleveyttä korkeammat palkit valmistetaan kahdessa osassa käyttämällä puristuksessa ns. kuivasaumaa.

Liimapuuaihiot säilytetään puristuksen jälkeen yli 15°C lämpötilassa käytettävän liiman jälkikovettumisajan (tavanomaisesti 48 h) ennen aihion höyläämistä ja siirtämistä viimeistelyyn.

Standardipalkit höylätään linjassa 4 sivulta ja projektipalkit lapepinnoilta suunnitelman mukaiseen paksuuteen. Leveiden palkkihöylien höyläysleveys on enintään 2 500 mm.

Pakkaus

Puuvalmiit standardipalkit suojataan yksittäin käärintäkoneella ja kasataan paketointiasemalla nipuiksi toimitusta varten.

Projektipalkkeja ei pakata aihiovalmistuksen ja viimeistelyn välillä, mutta aihiot suojataan tarvittaessa tuotannossa muovein likaantumista vastaan. Viimeistelyn jälkeen projektipalkit yksittäispakataan kuudelta sivulta suojattuina kuljetusmuovein.

Valmiit liimapuupalkit merkitään CE merkintätarralla laatuselosteen mukaisesti.

Kuljetuspakkaukseen kiinnitetään käsittelyohje sekä pakettitarra, jossa on tunnistetiedot ja paino.

5.2 Laadunvalvonta

Versowood tuotantoyksiköiden laatujärjestelmien omavalvonta perustuu suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmennusjärjestelmän, AVCP, 1-luokan mukaisiin testauksiin ja valvontatehtäviin. Laatujärjestelmät ovat laadunvalvonnan sertifiointilaitosten tarkastamia ja säännöllisesti auditoimia. Liimapuun tuotestandardin mukainen CE

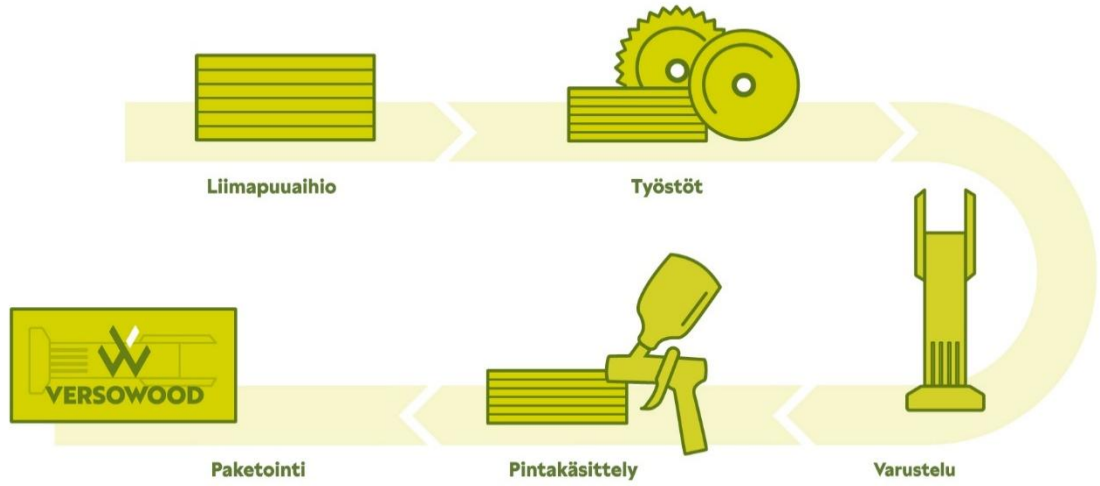
merkintä tehdään sertifiointilaitosten myöntämien tuotantoyksikkökohtaisten laadunvalvonnan vaatimuksenmukaisuustodistusten pohjalta.

Liimapuutuotteen laadunvalvontaselosteessa, Liite A, esitetään tuotteen vaatimusstandardit ja Versowood hyväksynnät sekä muu vaatimustenmukaisuuden varmennus.

6 Liimapuun jalostaminen

Liimapuupalkkien jalostaminen teollisessa prosessissa tapahtuu kohdekohtaisten suunnitelmien mukaan huomioiden kaupallisesti sovittu toimituksen sisältö ja laatu. Teollisessa jalostuksessa vakiintuneiden toimintatapojen avulla voidaan toteuttaa monimuotoisia liimapuurakenteita, kun suunnittelussa huomioidaan Versowood ratkaisukorttien ohjeistukset liitostavoista, työstöistä, varusteluista ja pintakäsittelyistä. Muiden Asiakaskohtaisten ratkaisujen toteuttaminen on mahdollista, kun toteutettavuus varmistetaan kaupallisessa vaiheessa ennen lopullisten tuotantosuunnitelmien laatimista.

Kuva 6.1 Liimapuujalostuksen prosessi.



Työstöt

Liimapuupalkkien työstöt tehdään hankekohtaisten tuotantosuunnitelmien mukaan ensisijaisesti CNC työstökeskuksilla, joiden työstörajoitukset esitetään Versowood *työstöohjeessa*. Liimapuurakenteiden Versowood ratkaisukorttien mukaisten vakioliitosten ja mallinnustyökalujen määrityksessä on huomioitu työstökeskusten rajoitukset.

Suurten muotopalkkien sahauksia sekä yksinkertaisempia työstöjä tehdään myös käsityökaluilla. Käsityökaluilla on vähemmän rajoituksia mm. työstösuuntien osalta, mutta työstöjen toleranssit ovat väljemmät työstökeskusten toleransseihin nähden. Käsityöstöjen mahdollisuudet esitetään *työstöohjeessa*.

Työstöissä noudatetaan tämän ohjeen kappaleessa 3 esitettäviä toleransseja. Poikkeavat toleranssivaatimukset esitetään selkeästi tuotantosuunnitelmissa ja sovitaan tarvittaessa kaupallisesti.

Liimapuun pintalaatuluokan mukaiset korjaukset tehdään puuvalmiiseen palkkiin Versowood *pintalaatuohjeessa* määritettyjen kriteerien ja menetelmien mukaan.

Standardiliimapuupalkit toimitetaan puuvalmiina tarvittaessa pituuskatkaistuna. Standardipalkkien pintalaatu vastaa visuaalista laatua ilman pintalaatupoikkeamien korjausta.

Varustelut

Hankekohtaisten tuotantosuunnitelmien mukaiset varustelut kiinnitetään työstettyyn liimapuupalkkiin. Liimaamalla kiinnitettävät kierretangot ja kansiruuvit toteutetaan Versowood – *Liimatut kiinnikkeet* suunnitteluohjeen mukaan noudattaen liimakiinnitysten laadunvalvontahyväksyntöjen vaatimuksia.

Tehdasvalmisteisten kiinniketuotteiden kiinnityksessä noudatetaan valmistajan ohjeita sekä suunnitelmissa määritettyjä ohjeita.

Konepajavalmisteiset teräsosat kiinnitetään suunnitelmien mukaisesti.

Varusteluosien suunnitelmien mukainen toteutus tarkastetaan laadunvalvonnan omatarkastuksena. Laadunvalvonnassa dokumentoidaan hankekohtaisesti käytettävät tarvikkeet sekä tarvittaessa dokumentoidaan erityisenä laadunvalvonnan toimenpiteenä hankkeen vastaavan rakennesuunnittelijan määrittämien kriittisten tarkastuspisteiden tarkastukset.

Pintakäsittely

Liimapuun pintakäsittely tehdään ensisijaisesti teknisistä syistä rakenneosan suojaamiseksi käyttöpaikan olosuhteiden rasituksilta. Pintakäsittely voidaan toteuttaa työmaalla tai tehtaalla hankkeen suunnitelmien mukaan. Tilaaja vastaa aina kohteeseen soveltuvan pintakäsittelyn lopullisesta määrittämisestä.

Tehtaalla tehtävät pintakäsittelyissä noudatetaan Versowood – *Liimapuun pintalaadut – tekninen ohjeistus* asiakirjaa. Ohjeistuksessa määritetään eri käyttöpaikkojen vaatimuksiin soveltuvat vakiokäsittelyt. Ohjeessa esitetään pintakäsittelyjen huolto-ohjeet sekä pintakäsittelyseloste työmenetelmistä ja laadunvarmennuksesta.

Puu on epähomogeeninen luonnon materiaali, jonka pinnan visuaalisessa ulkonäössä esiintyy luontaista vaihtelua myös pintakäsiteltynä. Versowood on määrittänyt ohjeessa pintakäsittelyn visuaaliselle ilmeelle ja pinnan tasaisuudelle MaalausRYL ohjeistuksen pohjalta sovelletut laatuluokat vastaamaan hankkeiden erilaisia vaatimuksia.

Versowood vakiopintakäsittelyistä poikkeavia pintakäsittelyjä voidaan toimittaa, kun toteutettavuus varmistetaan etukäteen. Palosuojakäsittelyt eivät ole toistaiseksi mahdollisia.

7 Toimitukset ja kosteudenhallinta

Liimapuutoimitukset sovitaan kaupallisessa vaiheessa huomioiden suunnittelun ja toteutuksen vaatima aikataulu. Versowood vastaa liimapuiden paketoinnista ja varastoinnista tehtaalla ennen toimitusta laatujärjestelmän mukaan sekä tarvittaessa rahdista sopimuksen mukaan.

Tilaaja vastaa liimapuiden vastaanottamisesta ja varastoinnista työmaalla ennen asennusta sekä kosteudenhallintasuunnitelman laatimisesta ja toteuttamisesta.

Versowood - *Liimapuutoimituksen kosteudenhallintaohjeessa* esitetään tarkemmin liimapuurakenteiden kuivaketjun vaiheet työmaan kosteudenhallintasuunnitelmaa varten sekä ohjeet liimapuun säilyvyyden varmistamiseksi käyttöönottovaiheessa. Liimapuupalkkien paketissa olevassa ”Liimapuiden käsittely työmaalla” ohjeessa esitetään tiivistetysti käsittelyn ja suojauksen toimenpiteitä työmaatoteuttajille.

Liimapuurakenteiden asennus- ja käsittelyohjeita esitetään yleisellä tasolla liimapuutoimituksen ”Liimapuurunkoisen hallin asennus” ohjeessa. Kohteen liimapuurakenteiden asennuksesta vastaava työnjohtaja laatii asetusten edellyttämät asennus- ja nostosuunnitelmat sekä vastaa niiden toteutuksesta.

8 Kiertotalous

Hallirakennuksen elinkaaren vaiheet ja mahdollisuudet huomioidaan rakennuksen suunnittelussa. Elinkaariominaisuudet, eli säilyvyys, joustavuus ja uudelleenkäytettävyys toimenpiteineen kirjataan lähtötiedoksi kohdesuunnittelussa.

Rakennuksen säilyvyys, eli suunnittelukäyttöikä, rakenteiden tekninen kestävyys ja vaurionsietokyky sekä huollettavuus, korjattavuus tai vaihdettavuus ilman muiden rakenneosien rikkomista huomioidaan rakennuksen suunnitteluratkaisujen määrittämisessä. Liimapuu on yksiaineisena rakennusmateriaalina rakennusfysikaaliselta säilyvyydeltään turvallinen rakennusmateriaali.

Rakennuksen joustavuuden, eli monikäytettävyys sekä erilaisten käyttötavan muutosten tai laajennettavuuden huomioiminen rakennussuunnittelussa vähentää purkamista vaativia toimenpiteitä rakennuksen elinkaaren aikana. Joustavuuden huomioimista helpottaa erilaisten käyttöskenaarioiden läpikäynti luonnossuunnitteluvaiheessa.

Rakennuksen uudelleenkäytettävyys, eli purettavuus ja uudelleen asennettavuus vähäisin vaurion huomioidaan rakenneosien ja liitosten suunnittelussa. Versowood vakioratkaisuin toteutettavat hallit purettavissa kappaletta rikkomattomin menetelmin. Liimapuuhallin runko voidaan kokonaisuudessaan tai osittain purkaa ja siirtää toiseen paikkaan käyttäen samoja liitososia.

Esivalmistetuilla liimapuurakenteilla ja ulkovaipan elementeillä toteutettavan hallin työmaalla on vähemmän käsiteltävää jätettä tai logistista liikennettä kuin monella muulla toteutustavalla.

9 Suunnittelun tukemme

Versowood kehittää jatkuvasti liimapuuratkaisuja ja niihin liittyvää ohjeistusta suunnittelun ja toteutuksen tueksi. Liimapuumateriaalitiedon ja suunnittelun yleisten ohjeiden lisäksi tarjotaan yleisimpien liinapuuratkaisujen suunnitteluohjeet sujuvan toteutuksen työkaluiksi,

Tutustu ohjeiden päivityksiin ja uusiin ohjeisiin osoitteissa

Versowood.fi/fi/tuotteet/esitteet-tuotekortit-ja-ohjeet

Versowood.fi/fi/puurakentaminen

9.1 Suunnittelutyökalut

Yleisimmille liimapuurakenneratkaisuille tarjotaan mallinnustyökalut ja käyttöohjeet ladattavaksi Tekla Warehouse palvelusta.

Yleisimmille liimapuurakenteille ja vakioliitoksille tarjotaan mitoitustyökaluja calculationtools.fi palvelussa osoitteessa

calculationtools.com/versowood/

9.2 Noudatettavat standardit

Liimapuurakenteiden suunnittelussa, valmistuksessa ja toteutuksessa noudatettavat vaatimukset standardien mukaan.

ohje	sisältö
SFS 5978	Puurakenteiden toteuttaminen. Rakennuksen kantavia osia koskevat säännöt.
EN 1995	Eurokoodi 5. Puurakenteiden suunnittelu.
EN 14080	Puurakenteet. Liimapuu, vaatimukset.

9.3 Ohjeet

Tämän ohjeen rinnalla suosittelemme tutustumaan yleisiin liimapuurakenteiden ohjeisiin.

ohje	sisältö
	Pohjoismainen liimapuukäsikirja, osat 1–3
HalliPES	Suurten jännevälien avoin puuelementtistandardi (Puuinfo.fi)
RIL 205	Puurakenteiden suunnitteluohje Eurokoodi

Tämän ohjeen rinnalla suosittelemme tutustumaan liittyviin Versowood ohjeisiin.

ohje	sisältö
VW102	Liimapuun pintalaadut – tekninen ohjeistus
VW103	Liimapuutoimituksen kosteudenhallintaohje
VW201	Suunnitteluohje – Liimapuuhallit

10 Ohjeen revisiot

versio	päiväys	muutos, täydennys
1.0	5.5.2025	Ensijulkaisu
1.1	30.10.2026	8 – Kiertotalous kappale lisätty. Yksittäisiä täydennyksiä

11 Liitteet

A. Laadunvalvontaseloste

A. Laadunvalvontaseloste

A.1. Vaatimustenmukaisuus

Liimapuun vaatimukset ja vaatimustenmukaisuuden todentaminen.

Vaatimukset

CE merkitty liimapuu valmistetaan eurooppalaisen standardisoimisjärjestön, CEN, laatiman harmonisoidun tuotestandardin EN 14080 mukaan. Tuotestandardi määrittää liimapuutuotteen laatuominaisuudet. Liimapuun tuotannossa ja ominaisuuksien varmentamisessa noudatetaan asianomaisia standardeja.

Taulukko A1. Liimapuutuotteen ja tuotannon vaatimukset

Standardi	Kuvaus
EN 301	Adhesives, phenolic and aminoplastic, for load-bearing timber structures. Classification and performance requirements Liimat, fenoli- ja aminohartsiliimat kantaviin puurakenteisiin – Luokat ja suorituskykyvaatimukset
EN 350	Durability of wood and wood-based products. Testing and classification of the durability to biological agents of wood and wood-based materials Puun ja puupohjaisten tuotteiden kestävyys. Puun ja puupohjaisten materiaalien kestävyyden testaus ja luokittelu biologisiin tekijöihin
EN 14080	Puurakenteet. Liimapuu, vaatimukset.
EN 15228	Structural timber - Structural timber preservative treated against biological attack
Insta 142	Sahatavaran visuaalisen lujuuslajittelun pohjoismaiset säännöt

Hyväksynnät

Liimapuiden CE merkitä tehdään tuotestandardin mukaisten arviointiperusteiden mukaisen laadunvalvontajärjestelmän (FPC = Factory Production Control) perusteella. Versowood liimapuuvalmistuksella on laadunvalvonnan sertifiointilaitoksen myöntämät tuotantoyksikkökohtaiset laadunvalvonnan vaatimuksenmukaisuustodistukset.

Laatujärjestelmien suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmennusjärjestelmän, AVCP, 1-luokan mukainen toiminta on alkutarkastettu ja sisäisen jatkuvan omavalvonnan toteutuminen tarkastetaan sertifiointilaitoksen toimesta 2 kertaa vuodessa. Laatujärjestelmään kuuluu sisäiset auditoinnit kerran vuodessa ja kuukausittaiset tuotannon katselmukset.

Kohdassa A.2 esitettävien laadunvarmennustoimenpiteiden toteutuksessa noudatetaan:

- Liimapuun valmistuksen laadunvalvonnassa, testauksessa ja tulosten arvioinnissa noudatetaan tuotestandardien vaatimuksia
- Kaikki laadunvalvonnan testaukset kirjataan laadunvalvontapöytäkirjoihin, jotka säilytetään 10 vuotta sähköisessä arkistossa.
- Tuotannossa tehtävien mittausten mittauslaitteet tarkastetaan ja uudelleen kalibroidaan laitevalmistajien ohjeiden mukaan.

Liimapuun aiotun käyttötarkoituksen vaatimukset täyttävät ominaisuudet esitetään CE merkinnän mukaisessa suoritustasoilmoituksessa (DoP), jotka ovat ladattavissa osoitteessa www.versowood.fi/dop.

Taulukko A2. Liimapuutuotteiden tuotekelpoisuuden hyväksynnät ja suoritustasoilmoitukset.

Hyväksyntä	Kuvaus
Liimapuun vaatimustenmukaisuus (EN 14080 mukainen CE merkintä)	
0809-CPR-1199 DoP Nro: VW/GL03	Liimapuutuotannon laadunvalvonnan vaatimuksenmukaisuustodistus, Hartolan yksikkö
0416-CPR-4758 DoP Nro: GL30c	Liimapuutuotannon laadunvalvonnan vaatimuksenmukaisuustodistus, Heinolan yksikkö
0416-CPR-5005 DoP Nro: GL30c	Liimapuutuotannon laadunvalvonnan vaatimuksenmukaisuustodistus, Vierumäen yksikkö
Liimattavien kiinnikkeiden vaatimustenmukaisuus	
EUFI29-22003849-LV	Todistus laadunvalvonnan varmennuksesta; Liimaruuvi- ja liimatankoliitosten laadunvalvonta erikseen hyväksyttyjen valmistus- ja laadunvalvontaohjeiden mukaan.
Kiwa 13234–01	Kiwa varmennustodistus liimakiinnityksistä

Merkinnät

Liimapuut merkitään tuotestandardin mukaisella CE leimatarralla. Leimasta ilmenee CEN standardin numero ja julkaisuvuosi, valmistajan nimi sekä laadunvalvonnan vaatimuksenmukaisuustodistuksen tunnus (CPR), jonka ensimmäinen osa on laadunvalvonnan sertifiointilaitoksen tunnus (NB: Notified Body).

CE leimassa esitetään liimapuun keskeiset ominaisuudet sekä kaikki standardin perustasoa korkeammat ominaisuudet.

Leimaan kirjataan tuotantoeräkohtainen juoksevanumero (5 merkkiä), jonka avulla tuotantotiedot ja laadunvalvonnan tulokset ovat jäljitettävissä.

Kohdekohtaisten suunnitelmien mukaan työstettävien ja varusteltavien ns. projektipalkkien leimaan lisätään aihiokohtainen 8-osainen numerosarja.

Kuva A1. Tuotemerkintätarrat (tyhjä, standardipalkki, projektipalkki)

A.2. Laadunvarmennustoimenpiteet

Keskeiset laatujärjestelmän toimenpiteet liimapuuaihioiden tuotannossa ja jatkojalostuksessa. Laadunvarmennuksen vaatimukset esitetään liimapuun tuotestandardissa EN 14080 sekä Suomen kansallisessa puurakenteiden toteutusstandardissa SFS 5978, jota on täydennetty liimapuun toteutustapojen osalta.

Liimapuuaihioiden tuotanto

Liimapuun valmistamisessa käytettävä PEFC sertifioitu sahatavara tuotetaan Versowood sahoilla ja lujuuslajitellaan tuotestandardin Insta 142 mukaan. Liimapuussa käytetään koneellisesti kuivattuja lamelleja, joiden kosteus on 8–16,5 %. Liimapuuaihioiden keskimääräinen kosteus on 12 % (± 2 %).

Liimapuu valmistetaan hallituissa olosuhteissa, RH 40-70 % >15 °C, noudattaen käyttöön hyväksyttyjen liimavalmistajien ohjeita.

Liimapuuaihioiden tuotannon laadunvarmennustehtävät

- Lamellivarastossa tasaannutettujen lamellierien kosteus ja dimensiot tarkastetaan ennen siirtämistä tuotantoon.
- Sormijatkosten testauskappaleet kappaleen rikkovaan taivutuskokeeseen (3 kpl / tuotantovuoro)
- Lamellihöyläyksen mittatarkastus kerran tunnissa
- Lamellijakauma palkin ladontasuunnitelman mukaan
- Liimamäärän levitys tarkastetaan kerran tuotantovuorossa levitysmäärä ja suhdetestillä, jossa varmistetaan liimahartsin ja kovetteen keskinäinen suhde sekä levitettävä liiman kokonaismäärä.
- Palkkiliimauksen puristusaika liimavalmistajan ohjeen mukaan
- Palkkiliimauksen delaminointikoekappaleet kostutus-kuivaustestiin (3 kpl / tuotantovuoro)
- Palkkiliimauksen jälkikovettumisaika olosuhteen ja liimavalmistajan ohjeen mukaan
- Palkkihöyläysmitat uuden asetteen yhteydessä
- Monilohkoisen palkin liimauksen delaminointikoekappale (1 kpl / tuotantovuoro)
- Pituuskatkaisumitta tilauksen mukaan

Liimapuuaihioiden tuotannon dokumentointi

- Sormijatkostestaukset tuotantovuoroittain
- Lamellihöyläykset tunneittain
- Liimausmäärä ja puristusaika puristuserittäin
- Delaminointikoetulokset tuotantovuoroittain
- Palkkihöyläysasetteen mitat asetteittain

Mittatoleranssit tarkastetaan puun kosteudessa 12 % huomioiden puun todellinen kosteus mittaushetkellä.

Liimattavat kiinnikkeet

Liimattavien kiinnikkeiden, eli kansiruuvien ja kierretankojen kiinnitys tehdään laatujärjestelmän työohjeen mukaan.

Liimattavien kiinnikkeiden laadunvarmennustehtävät

- Porareikien sijainti ja syvyys tuotantosuunnitelman mukaan
- Kaksikomponenttiliiman esisekoitus painosuhteiden mukaan
- Liimauksen avoinaika, puristusaika ja jälkikovettumisaika valmistajan ohjeen mukaan
- Vakiomuotoinen testauskappale liimauksen vetokoetta varten (1 kpl / tuotantovuoro)
- Lämpötila liimauksen aikana vähintään + 17 °C

Liimattavien kiinnikkeiden dokumentointi

- Liimaustestaustulos liimauserittäin

Viimeistely työstöin ja varusteluin

Liimapuuaihioiden viimeistely tehdään hyväksyttyjen tuotantosuunnitelmien mukaan suunnitelmissa määritetyin varusteluosin ja kiinnikkein.

Liimapuiden viimeistely on jatkuvan laadunvalvonnan alaista, eikä hankekohtaisia laatusuunnitelmia laadita. Hankkeiden erityiset laadunvalvonnan tehtävät, kuten varusteluosien asennustarkastukset, esitetään suunnitelmissa sekä tarvittaessa hankkeen vastaavan suunnittelijan laatimassa kriittisten tarkastustehtävien listauksessa.

Liimapuun pintalaadun laadunvarmennustehtävät

- Suunnitelman mukaisen laadun visuaalinen tarkastaminen
- Poikkeamien paikkaaminen Versowood Liimapuun pintalaadut – tekninen ohjeistus mukaisesti

Liimapuuaihioiden mittojen ja työstöjen laadunvarmennustehtävät

- Palkkiaihion mittojen tarkastaminen (pituus, korkeus, leveys)
- Suurten muotopalkkien mallipalkin suunnitelmien mukainen sahaus tarkastetaan
- CNC työstökeskuksella tehtävien työstöjen visuaalinen suunnitelmienmukaisuuden tarkastus (mittojen pistokoetarkastus)
- Käsityöstöjen mittatarkastukset

Liimapuun varustelun laadunvarmennustehtävät

- Liimattujen kiinnikkeiden sijainnin ja ulostulevien tankojen pituuden tarkastaminen
- Kiinnikeryhmien sisäiset keskinäisetäisyydet tarkastetaan
- Kiinnikeryhmien ja varusteluosien keskinäisten sijaintien suunnitelmien mukaisuudet tarkastetaan
- Varusteluosien suunnitelmien mukainen sijainti mitataan palkin pinnasta
- Varusteluosien kiinnityksessä käytettävien ruuvien suunnitelman mukaisuuden tarkastaminen

Viimeistelyn dokumentointi

- 20 % tuotantoerän aihiomittatarkastuksista
- Suurten muotopalkkien mittatarkastus, työnjohtajan kuittaus
- Tehdasvalmisteisten varusteluosien ja kiinnikkeiden pakkausten tuotetietojen valokuvaus hankekohtaisesti

Toleranssit

Liimapuuaihioiden valmistuksessa ja jatkojalostuksessa noudatettavat toleranssit

- Palkkiaihion toleranssit EN 14080, ohjeen taulukko 3.2
- Työstöjen ohjeelliset toleranssit, ohjeen taulukko 3.3
- Liimapuuliitosten toleranssit SFS 5978, ohjeen taulukko 3.4

Pintakäsittely

Pintakäsittelyn laadunvarmennustehtävät

- Suunnitelmien mukainen pintakäsittely-yhdistelmä tarkastetaan hankekohtaisesti
- Levitysmäärän seuraaminen käsittelyaineen kulutuksen mukaan
- Laatuluokan ja pintakäsittely-yhdistelmän mukaisen pintalaadun visuaalinen tarkastaminen