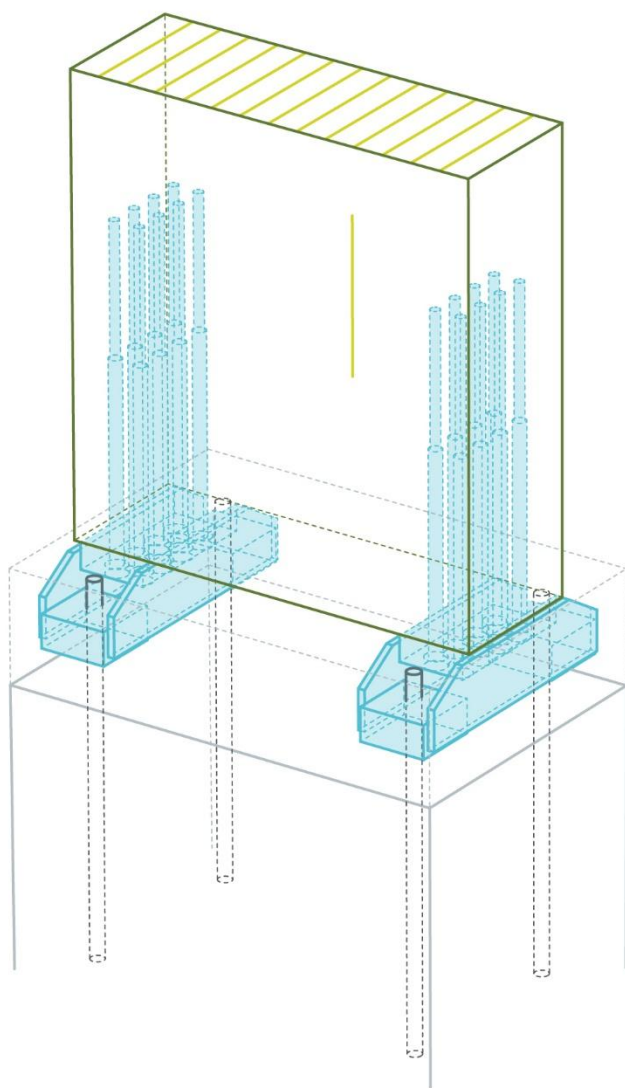


Suunnitteluohje – Mastopilarikenkäliitos

Versowood Oy

VW206 | FI1.0

5.5.2025



Sisällysluettelo

1	Yleiskuvaus	3
2	Liitososan ominaisuudet	3
2.1	Rakenteellinen toiminta.....	4
2.2	Käyttöversiot	4
2.3	Liitoksen muokkaus	6
2.4	Käytön rajoitukset	6
2.5	Esivalmistus ja varustelu	7
3	Kestävyydet	7
3.1	Suunnitteluperusteet.....	7
3.2	Murtorajatilamitoitus.....	9
3.2.1	Liitosvoimat.....	9
3.2.2	Liimaamalla kiinnitettävän kansiruuvin kapasiteetti	10
3.2.3	Kansiruuviryhmän vetokapasiteetti lopputilanteessa	10
3.2.4	Kansiruuviryhmän leikkauskapasiteetti lopputilanteessa.....	11
3.2.5	Mastopilarikengän puristuskapasiteetti lopputilanteessa.....	12
3.2.6	Mastopilarikengän vetokapasiteetti asennustilanteessa	12
3.2.7	Mastopilarikengän puristuskapasiteetti asennustilanteessa	12
3.3	Käyttöraajatilamitoitus	12
3.4	Palotilannemitoitus.....	13
4	Suunnittelu.....	14
4.1	Suunnitteluohjeet ja -työkalut.....	15
4.2	Mallisuunnitelmat.....	15
4.3	Materiaaliluettelot.....	15
5	Asennus	15
6	Suunnittelun tukemme	16
6.1	Suunnittelutyökalut.....	16
6.2	Hyväksynät.....	16
6.3	Ohjeet	17
7	Ohjeen revisiot	17
8	Liitteet.....	17
A.	Tuotantos suunnitelmamalli.....	18
B.	Liitosdetaljit.....	19
C.	Liitososakuvat.....	20

1 Yleiskuvaus

Tässä ohjeessa esitetään Versowood mastopilarikenkäliitoksen vakioratkaisun suunnittelun ja toteutuksen perusteet kohdesuunnittelun tueksi. Ohjeessa esitettävät menetelmät ja tarvikkeet perustuvat testauspohjaisiin lausuntoihin. Versowood mastopilarikenkäliitoksen toteutusratkaisu poikkeaa kansallisesta Halli-PES ohjeistuksesta sekä kansiruuvin palomitoituksen että hieman pilarikengän mittojen osalta.

Tässä ohjeessa esitetään liimapuumastopilarin perustusliitoksen mitoitus sekä Versowood *liimatut kiinnikkeet* suunnitteluohjeen mukainen kenkien kiinnitys liimatuilla kansiruuveilla.

Mastopilarikenkäliitos on tavanomainen ja kustannustehokas tapa kiinnittää liimapuupilari perustukseen hallimaisissa rakennuksissa ja käyttötilanteissa, joissa perustus- tai muu rakenneliittymä voi olla liimapuupilaria leveämpi. Liimapuupilarien liitoksissa betonirakenteeseen, joissa rakennepaksuuksien tulee olla sama liitoksen molemmiin puoliin, käytetään kohdekohtaisesti pienempiä kenkiä tai suunniteltavia teräsosia.

Tässä ohjeessa käytettävät liimapuun ominaisuudet ja toleranssit on esitetty Versowood *Liimapuun tekniset ominaisuudet ja toteutus* -ohjeessa.

Tässä ohjeessa esitetään suunnittelun ohjeita toteutuksen tueksi. Toimituskohteen vastuulliset suunnittelijat vastaavat ohjeen vaatimusten toteutumisesta toteutuskohteessa.

2 Liitososan ominaisuudet

Mastopilarikenkäliitosta käytetään tavanomaisesti liimapuupilarin liittäminen perustusrakenteisiin, mutta tarvittaessa sitä voidaan soveltaa myös esim. pilarin liittämiseen väestönsuojan betonilaattaan tai muuhun betonirakenteeseen.

Mastopilarikenkä liitos koostuu liimapuupilariin tehtaalla liimattavilla kansiruuveilla kiinnitettävistä mastopilarikengistä, jotka kiinnitetään työmaalla peruspilarissa oleviin peruspultteihin. Liitos suojataan jälkivalulla pilarin asennuksen jälkeen.

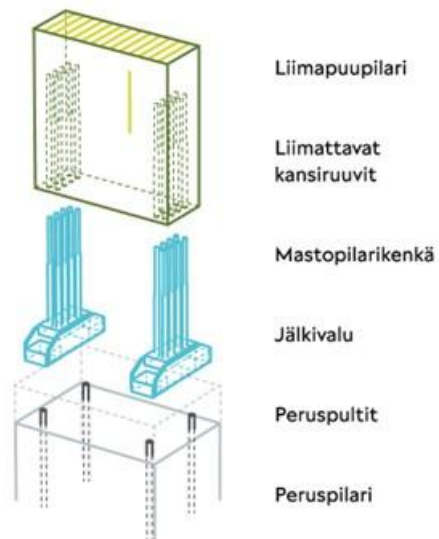
Liitoksen osat esitetään kuvassa 2.1.

Kahden mastopilarikengän liitos toimii momenttijäykkänä liitoksena, jolloin liimapuupilareita tarkastellaan mitoituksessa mastopilareina.

Tässä ohjeessa esitetään Versowood vakiomastopilareiden mittatiedot ja kapasiteetit eri kuormitustilanteissa.

Liitos soveltuu käytettäväksi R30 ja R60 paloluokissa huomioimalla liimapuun hiiltymä palotilanteessa tehollisten kansiruuvin määrässä ja sijoituksessa.

Mastopilarikenkä on konepajavalmisteinen teräsosa, joka käsitellään kohdekohtaisesti suunniteltuna. Kohteen vastaava rakennesuunnittelija tarkastaa mastopilarikengän laskentaselosteen ja hyväksyy ratkaisun käytettäväksi kohteessa.



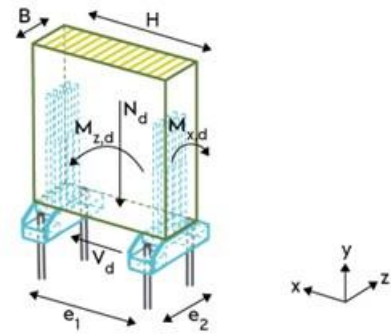
Kuva 2.1 Liitoksen osat

Mastopilarikengän kiinnitys liimapuuhun liimattavilla kansiruuveilla toteutetaan Versowood *liimatut kiinnikkeet* suunnitteluohjeen mukaan. Ohjeessa esitetään liimauksen erityinen laadunvalvonta kiinnitystavan varmistamiseksi. Tämän ohjeen kapasiteetit ovat voimassa ainoastaan tehtaalla kiinnitettävälle mastopilarikengille.

2.1 Rakenteellinen toiminta

Liitoksessa mastopilarin momentista aiheutuva vetokuormitus siirretään liimaamalla kiinnitettyjen kansiruuviin ja mastopilarikengän välityksellä peruspultteille. Liitosmitoituksessa tarkastetaan myös puristuskapasiteetti ja kansiruuviin leikkauskestävyys. Liitoksen lopullinen kapasiteetti ja palosuojaus toteutuvat, kun juuren jälkivalu on toteutettu ohjeen mukaisesti.

Liitoksen mittatiedot ja kuormituksen voimasuureet esitetään kuvassa 2.2.



Kuva 2.2 Liitoksen mittatiedot

Liitoksessa käytetään tavanomaisesti kahta mastopilarikengää, jotka valitaan liimapuun leveyden (B) mukaan. Kiinnityksessä käytettävien kansiruuviin määrä valitaan tarvittavan veto- ja leikkauskapasiteetin mukaan.

Liitoksen mitoitus pilarin syvyysuunnassa (H) mastopilarikengien välisellä etäisyydellä (e_1) tarkastetaan asennustilanteessa ja lopputilanteessa kohdesuunnittelijan määrittämien kuormitustilanteiden voimille.

Liitoksen sivuttaissuuntainen kapasiteetti voidaan määrittää kuormituksen puoleisten kansiruuviin mukaan, kun liimapuupilarilta edellytetään sivusuuntaista jäykkyyttä esim. asennustilanteessa. Rakennuksen jäykistys ei voi perustua ainoastaan mastopilareiden sivuttaissuuntaiseen jäykkyyteen.

2.2 Käyttöversiot

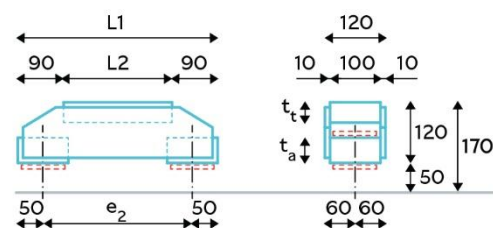
Liimapuumastopilareina käytetään tavanomaisesti suorakaiteen muotoisia vakiopaksuisia liimapuita, joihin sopivien Versowood vakiomastopilarikengien mittatiedot esitetään taulukossa 2.1 sekä kuvissa 2.3 ja 2.4.

Mastopilarikengän kiinnittämisessä liimapuuhun käytettävä kansiruuvi on aina **M19x500 (5.8)**. Kansiruuvi on käsittelemätön ja puhdistetaan puhaltamalla liimauksen tartunnan parantamiseksi.

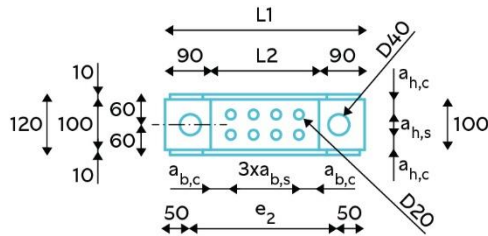
Mastopilarikengän alalaipan reiät kaikissa vakiokengissä on D 40 mm, joihin perustussuunnittelussa määritetään käytettävän peruspulttikoon mukaan sopivat aluslevyt alalaipan ala- ja yläpuolille.

Mastopilarikengän ylälaipan kansiruuviin (D 20 mm) mittatiedote esitetään taulukossa 2.2. Reikiin sijoitus esitetään taulukossa 2.2. ja kuvassa 2.4. Reikä määrä ensisijaisesti kansiruuviin määrän mukaan, mutta kenkiä voidaan käyttää myös pienemmällä kansiruuviin määrällä, jolloin kansiruuviin asetetaan ylälaippaan kuvan 2.5 mukaan.

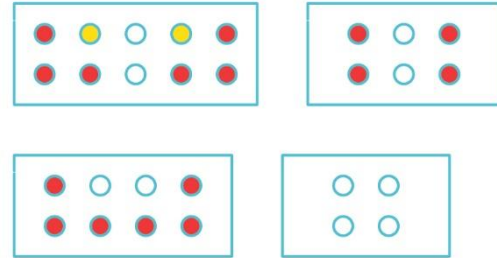
Mastopilarikengän kansiruuviin reuna- ja keskinäisetäisyyksissä on huomioitu Versowood *liimatut kiinnikkeet* suunnitteluohjeen vähimmäisetäisyydet sekä kapasiteetin ja keskinäisetäisyyksien pienentämisen ohjeet.



Kuva 2.3 Mastopilarikengän mittatiedot



Kuva 2.4 Mastopilarikengän mittatiedot
yläpuolelta



Kuva 2.5 Kansiruuvien sijoitukset
mastopilarikengän ylälaipassa

Taulukko 2.1. Vakiomastopilarikengien mittatiedot.

Mastopilarikengä	Kengän pituus L1	Liitospinnan pituus L2	Peruspulttien väli e2	Liimaruuvi- reikien määrä
Vakiomastopilarikengien mitoitus				
TK 240-x/y	420	240	320	10, 8, 6
TK 215-x/y	395	215	295	8, 6
TK 190-x/y	370	190	270	8, 6
TK 165-x/y	345	165	245	6, 4
TK 140-x/y	320	140	220	4
TK 115-x/y	295	115	195	4

Mastopilarikengän tunnuksen merkintä-y ilmaisee ruuvireikien määrän. Liimaruuvien määrä ilmaistaan tunnuksessa x-merkinnällä. Versowood varastoimat vakiokengät on merkitty **vahvistetulla** ruuvireikämäärällä, muut versiot valmistetaan kohdekohtaisesti.

Taulukko 2.2. Mastopilarikengän kansiruuvireikien (D 20 mm) mittatiedot ylälaipassa.

Mastopilarikengä	Pituus (L2)			Leveys [100 mm]	
	L2	a _{b,c}	a _{b,s}	a _{h,c}	a _{h,s}
Reikien reuna- ja keskinäismitat ylälaipassa [mm]					
TK 240-10/y	240	40	40	30	40
TK 240-8/y	240	45	50		
TK 240-6/y	240	50	70		
TK 215-8/y	215	40	45		
TK 215-6/y	215	47,5	60		
TK 190-8/y	190	35	40		
TK 190-6/y	190	40	55		
TK 165-6/y	165	42,5	40		
TK 165-4/y	165	50	65		
TK 140-4/y	140	40	60		
TK 115-4/y	140	37,5	40		

Mallisuunnitelma mastopilarikengän kiinnittämisestä liimapuuhun esitetään liitteessä A. Mastopilarikengän mallituotantosunnitelma esitetään liitteessä C.

Liittyminen peruspultteihin ja -pilariin

Kohdesuunnittelussa peruspulttien sijaintikaaviot laaditaan käytettävän mastopilarikengän ja kenkien sijoituksen mukaan. Kohteen perustussuunnittelija määrittää mitoituksen mukaan peruspulttien koon ja tarvittavat aluslevyt. Versowood ei vastaa peruspulttien tai aluslevyjen mitoituksesta tai toimituksesta.

Mastopilarikengän vakiokokoinen reikä alalaipoissa peruspultille on D 40 mm. Perustussuunnittelija määrittää peruspulttikoon perusteella sopivat aluslevyt alalaipan molemmille puolille. Aluslevyn suositeltava koko on 70x70 mm², jolloin aluslevyn sivuttaistoleranssit mastopilarikengän sivujen välissä mahdollistaa pilarin asennuksen peruspulttiryhmän asennustoleranssien mukaan.

Perustussuunnittelija määrittää peruspilarin koon huomioiden peruspulttien ja hakasrautojen suojaetäisyyksien lisäksi mastopilarikengän suojauksen.

Pintakäsittelemättömän pilarikengän suojaus palotilanteessa ja korroosiosuojaus perustussuunnitelmissa esitettävällä liitoksen jälkivalulla.

Liitoksen mallisuunnitelma esitetään liitteessä B.

2.3 Liitoksen muokkaus

Liitoksessa voidaan käyttää liimapuuleveyttä kapeampaa mastopilarikengää tai mastopilarikengän kokoa voidaan muokata poikkeaville liimapuupilarin dimensioille.

Liimapuupilari voi olla monilohkoinen tai useasta aihioista muodostuva kokoonpano, joissa käytetään vakiomastopilarikengää lujuusmitoituksen mukaan.

Vakiomastopilarikengästä voidaan muodostaa erikoismittaisia versioita soveltuvalla kansiruuvmäärällä käyttötilanteen vaatimuksen mukaan noudattaen tässä ohjeessa liitoksen geometrialle esitettyjä määrittämiä. Muokatun kengän mitoitus tarkastetaan Liimapuupilarikengän laskelmaselosteessa esittävien ohjeiden mukaan.

Mastopilarikengä voidaan korvata Asiakkaan suunnittelijan määrittämällä kohdekohtaisella pilarikengärratkaisulla. Kohdekohtaisen ratkaisun suunnittelussa kiinnitys liimapuupilariin toteutetaan tämän ohjeen periaatteiden mukaisesti.

Ohjeessa esitetyt kapasiteetit ovat voimassa tehtaalla asennettaville mastopilarikengille mallituotantosuunnitelman mukaisilla materiaaleilla. Kohdekohtaisesti muokatuista mastopilarikengistä ja muista pilarikengärratkaisuista esitetään kohdekohtaiset mitoituslaskelmat ja tuotantosuunnitelmat. Kohdekohtaisten pilarikengien toimitusaika ja kustannukset tarkastetaan kohdekohtaisesti.

2.4 Käytön rajoitukset

Mastopilarikengäliitos soveltuu käytettäväksi staattisille kuormille käyttöluokassa KL1 (lämpimät sisätilat) sekä käyttöluokassa KL2 (katetut ulkotilat), kun liimapuurakenteet pintakäsitellään käyttöluokan mukaisesti ja kosteudenhallinnassa noudatetaan Versowood *liimapuutoimituksen kosteudenhallintaohjetta*.

Käyttöolosuhteiden ollessa toistuvasti tai jatkuvasti yli 30 °C tai tasaantumiskosteuden ollessa alle 9 %, tulee kohdesuunnittelijan huomioida liimapuudimension ja liitoksen mitoituksissa kuivamishalkeamien vaikutus kapasiteetteihin, sekä mahdollistaa tarvittavat kuivumiskutistuman liikkeet kiinnityksissä.

Erityiset käyttöolosuhteet tulee käsitellä liimapuutoimituksen kaupallisessa vaiheessa ja merkitä suunnitelmissa.

Kohteen suunnittelija vastaa liimaamalla tehtävien kiinnitysten käyttämisestä käyttöluokassa 3 (säärasitukselle alttiit ulkorakenteet) sekä dynaamisten kuormitusten, jatkuvan sortuman ja muiden poikkeustilanteiden mitoituksesta ja suunnittelemisesta.

2.5 Esivalmistus ja varustelu

Tässä ohjeessa esitetyt ohjeet ja kapasiteetit pätevät vain Versowoodin tehtaalla liimatankoliitosten valmistus- ja laadunvalvontaohjeiden mukaan toteutettuihin liimaruuvi- ja liimakiinnityksiin. Ohjeistuksen mukainen liimaus toteutetaan hallituissa olosuhteissa ja käytettävät materiaalit tarkastetaan ennen liimausta, jonka lisäksi jokainen liimauterä varmennetaan rinnakkaisella testauskappaleella.

Liimakiinnitykset toteutetaan kohdekohtaisten tuotantosuunnitelmien mukaan. Kiinnitysten työstöt liimapuuhun tehdään pääasiassa työstökeskuksilla, mutta myös tarvittaessa käsityöstöinä.

Liimaruuvikiinnityksessä varusteluosa kiinnitetään aina liimauksen yhteydessä lopulliseen asentoon, eikä ruuvia voi kiristää liiman avoimen ajan päätyttyä

HUOM! Työmaalla toteutettavissa liimakiinnityksissä tulee noudattaa liimavalmistajan antamia työohjeita ja kapasiteetteja, jotka voivat poiketa merkittävästi tehdastoteutuksen ominaisuuksista.

Esivalmistuksen toteutustoleranssit on esitetty Versowood *liimapuun tekniset ominaisuudet ja toteutus* – ohjeessa. Kohdesuunnittelussa tulee huomioida toleranssien vaikutus liimapurakenteen tai varusteluosan toteutukseen.

3 Kestävyydet

Mastopilarikenkäliitoksen kestävyysominaisuudet määritetään suunnittelustandardin EN 1995 (Eurokoodi 5, puurakenteet), kansallisen puurakenteiden suunnitteluohjeen RIL 205 sekä testausperusteisen liimaruuviliitosten suunnitteluohjeen menetelmin.

Tässä kappaleessa esitetään mastopilarikenkäliitoksen suunnittelun perusteet ja mitoituksen ohjeet. Vakiokokoisille mastopilarikengille ja kansiruuviryhmille esitetään kapasiteetit eri mitoitusilanteissa. Kohdekohtaisesti muokattujen mastopilarikengien suunnittelussa tulee noudattaa tässä esitettyjä määrityksiä.

Tässä suunnitteluohjeessa esitettävät mastopilarikenkäliitoksen kapasiteetit perustuvat teräsosan FEM- ja muuhun mitoituslaskentaan, sekä tarkastuslaitoksen lausuntoon Liimaruuviliitosten suunnitteluohjeeksi. Mastopilarikengä on mitoitettu laskelmaselosteen mukaan valittujen peruspulttien maksimikapasiteetille, eikä kengän oleteta olevan mitoittava ohjeen mukaisissa ratkaisussa. ja yleinen liimapuupilarikengän tekninen käyttöohje ovat ladattavissa Versowood.fi. Liimapuupilarikengän laskelmaseloste seloste toimitetaan vastaavalle rakennesuunnittelijalle kohdekohtaista hyväksyntää varten.

Mastopilarikengän teräsosan laajempi laskelmaselostus toimitetaan kohteen vastaavan rakennesuunnittelijan tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi pyydettyä.

Liimaruuviliitosten suunnitteluohjeen mukaiset mitoitusperusteet esitetään Versowood *liimatut kiinnikkeet* ohjeessa, jota tulee noudattaa mitoitettaessa mastopilarikengän muokattuja versioita.

Toteutuskohteen vastaava rakennesuunnittelija tarkastaa toteutussuunnittelussa tässä ohjeessa esitettyjen kestävyysmitoituksen perusteiden toteutumisen.

3.1 Suunnitteluperusteet

Liitoksen suunnittelussa huomioidaan taulukoissa 3.1 ja 3.2 esitettyjen materiaalien, toteutusluokkien sekä standardien ja ohjeiden vaatimukset.

Taulukko 3.1. Liitoksen materiaalit ja toteutus

Määrittely	Kuvaus
Mastopilarikengän materiaalit ja toteutus	
S 355J2+N	Teräslaatu
EXC2 1/100, eli $\pm 1,0$ mm	Toteutusluokka Suurin sallittu vinous pystysuunnasta
C	Hitsausluokka (saumapaksuudet mallisuunnitelmien mukaan)
5.8	Kansiruuvin lujuusluokka
GL30c	Liimapuun lujuusluokka
TL3	Toteutusluokka (Versowood liimapuun tekniset ominaisuudet ja toteutus)

Taulukko 3.2. Liitoksen suunnittelussa noudatettavat standardit ja ohjeet

Standardi/ohje	Kuvaus
Suunnittelu	
SFS-EN 1993	Eurokoodi 3. Teräsrakenteiden suunnittelu.
SFS-EN 1995	Eurokoodi 5. Puurakenteiden suunnittelu.
RIL 205	Puurakenteiden suunnitteluohje (Eurokoodi 5) o Liimakiinnityksen suunnittelu
EUF129- 25000438-T1	Eurofins Expert Services Oy. o Lausunto; Liimaruuviliitosten suunnitteluohje
Mastopilarikengän mitoitus	
	A-Insinöörit Suunnittelu Oy. o Liimapuupilarikengä, tekninen käyttöohje ja kapasiteetit
Liimapuu	
EN 14080	Puurakenteet. Liimapuu ja liimattu sahatavara. Vaatimukset
Puurakenteiden toteutus	
SFS 5978	Puurakenteiden toteuttaminen. Rakennuksen kantavia rakenneosia koskevat säännöt.
Kiinnikkeet	
DIN 975 SFS-EN ISO 10684	Kiinnittimet. Kuumasinkkipinnoitteet. o Kierretanko
Teräsosat	
EN10025-2	Kuumavalssatut rakenneteräkset. Osa 2: Seostamattomat rakenneteräkset. Tekniset toimitusehdot
Teräsosien toteutus	
EN 1090-2	Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteiden tekniset vaatimukset
EN ISO 5817	Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sulahitsaus (paitsi sädehitsaus). Hitsiluokat

Liimaamalla tehtävien kiinnitysten suunnittelun perusteet esitetään *Versowood – liimatut kiinnikkeet* suunnitteluohjeessa.

Versowood *Liimapuun tekniset ominaisuudet ja toteutus* -ohjeessa esitetään käytettävän liimapuun ominaisuudet ja toleranssit sekä laadunvalvonnan perusteet.

3.2 Murtorajatilamitoitus

Kohdesuunnittelija määrittää mastopilarikenkäliitoksessa käytettävän mastopilarikengän ja liimaamalla kiinnitettävien kansiruuvien määrän liitokseen kohdistuvien ulkoisten kuormitusten perusteella määritettävien liitoksen sisäisten voimien mukaan.

Liitoksen murtorajatilamitoitustarkastelu tehdään kohdesuunnittelijan määrittämistä kuormituksista syntyville liitosvoimille sekä asennusaikaisen että lopputilanteen kuormitustapauksilla huomioiden muut mitoituksen lähtötiedot.

Liitoksen mitoituksessa tarkastellaan mastopilarikengän kiinnityksen kestävyysliimapuussa. Ohjeessa esitettävien mastopilarikengien mitoitus perustuu liimapuupilarikengän laskelmaselosteeseen, jossa pilarikengä on mitoitettu kansiruuviryhmien ja valittujen peruspulttien maksimikapasiteetin mukaan. Mastopilarikengän ei oleteta olevan mitoittava ohjeen mukaisissa ratkaisuissa.

Liitoksen kapasiteetti määrittyy käytännössä kansiruuviryhmän mukaan, joka mitoitetaan liitosvoimien veto-, puristus- ja leikkausrasituksille. Leikkausvoimakapasiteetti on usein mitoittava, joka tarkistetaan ensimmäisenä.

Liitoksen leikkauskapasiteetti voidaan parantaa pilarin päähän kiinnitettävillä vaarnoilla, kun mastopilarikengän leikkauskapasiteetti ei ole riittävä liitoksen leikkausvoimalle.

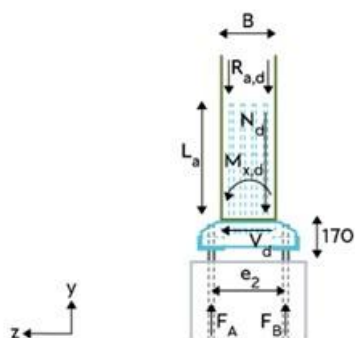
Asennustilanteessa, kun liitoksen jälkivalua ei ole tehty, tarkastetaan mastopilarikengän sekä peruspulttien puristuskapasiteetit. Asennustilanteen tarkastelussa peruspultin oletetaan olevan pystysuora, jolloin kengälle ei synny vaakakuormitusta.

Mastopilarikengälle ei ilmoiteta asennustilanteen leikkauskapasiteettia. Kohdekohtaisessa tarkastelussa mastopilarikengän leikkauskapasiteetin voi määrittää kansiruuvien mitoitusohjeiden mukaisesti ja peruspultin kapasiteetin käytettävän tuotteen suunnitteluohjeen mukaan.

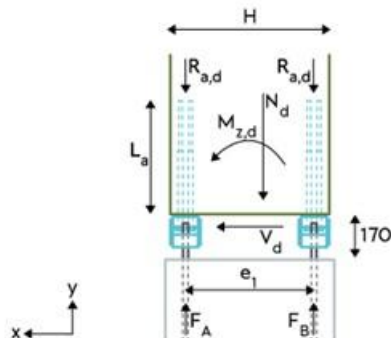
3.2.1 Liitosvoimat

Liitoksen sisäiset voimat määritetään kohdekohtaisen rakennejärjestelmän ja rakennusosien mitoituksen perusteella. Liitosvoimat ja voimien mittatiedot liitoksen eri suunnissa esitetään kuvissa 3.1. ja 3.2.

Pilarin normaalivoima N_d oletetaan keskeiseksi, liitoksen pystykuorman oletetaan jakautuvan tasaisesti kaikille peruspulteille.



Kuva 3.1 Liitosvoimat ja mittatiedot liitoksen suunnassa



Kuva 3.2 Liitosvoimat ja mittatiedot liitoksen sivuttaissuunnassa

Mastopilarikenkien kansiruviryhmien ja peruspulttien normaalivoimat veto- ja puristus suunnassa määritetään normaalivoiman ja pilarin momentin yhdistelmänä tarkastelusuunnan etäisyyksien mukaan.

Liitoksen momentit määritetään akselin ympäri kohtisuoraan tarkastelusuunnasta. Pilarin korkeussuunnassa (H) tarkastelu etäisyys on kansiruviryhmien painopisteiden ja peruspulttien etäisyys (e_i), jotka vakiomastopilarilla ovat samat. Pilarin sivuttaissuunnassa (B) kansiruvien rasitus määritetään reunimmaisten kansiruviparien etäisyyden mukaan.

Liitoksen leikkauskapasiteetti tarkastellaan puristetuille kansiruviryhmille, eli leikkauskuormitus suunnassa kauempana olevalle yhdelle mastopilarikengälle. Vedetyillä kansiruvilla ei oleteta olevan leikkauskapasiteettia. Lopputilanteessa leikkausvoiman oletetaan siirtyvän juotosvalun kautta peruspilarille.

3.2.2 Liimaamalla kiinnitettävän kansiruvin kapasiteetti

Mastopilarikengän kiinnittämisessä liimapuuhun käytettävän liimaamalla kiinnitettävän kansiruvin suunnittelu ja toteutus esitetään Versowood *liimatut kiinnikkeet* suunnitteluohjeessa.

Liimaamalla kiinnitettävän vetorasitetun yksittäisen kansiruvin tartuntakapasiteetti liimapuun päätypuussa eri käyttöluokissa esitetään suunnitteluohjeen taulukossa 3.3.

Liimaamalla kiinnitettävän puristetun yksittäisen kansiruvin leikkauskapasiteetti liimapuun päätypuussa eri käyttöluokissa esitetään suunnitteluohjeen taulukossa 3.5.

Suunnitteluohjeen taulukossa 3.4. esitetään kansiruviliitosryhmän vähimmäisreuna- ja keskinäisetäisyydet eri aikaluokissa. Suunnitteluohjeessa esitetään myös ohjeistus keskinäisetäisyyksien ja kapasiteettien pienentämisestä mastopilarikengän suunnittelua varten.

Kansiruvien tartuntalujuuden lisäksi kansiruviryhmän lohkeamismurtuma liimapuusta tarkastaa suunnitteluohjeen mukaan.

Liimaamalla kiinnitettävän kansiruvin mitoitus perustuu Eurofins Expert Service Oy laatimaan lausuntoon Liimaruuviliitosten suunnitteluohjeeksi.

3.2.3 Kansiruviryhmän vetokapasiteetti lopputilanteessa

Kansiruviryhmien vetokapasiteetti syynsuunnassa liimapuun päätypuusta eri mastopilarikenkien yhdistelmillä esitetään taulukossa 3.3. Kapasiteeteissa on huomioitu ruuvimäärän mukainen mitoitusvetokapasiteetti, ruuviryhmän tehollisen vetopinta-alan lohkeamismurtokapasiteetti sekä toteutuva tartuntapitoisuus.

Taulukko 3.3. Liimattavien kansiruviryhmien vetokapasiteetti lopputilanteessa.

Mastopilarikengä	Liimaruuvien lukumäärä (x) / mastopilarikengä			
	10	8	6	4
Vetokapasiteetti lopputilanteessa N_{rd} [kN].				
TK 240-x/10	481	424	327	-
TK 240-x/8	-	428	331	-
TK 240-6/6	-	-	334	-
TK 215-x/8	-	424	327	-
TK 215-6/6	-	-	334	-
TK 190-x/8	-	381	323	-
TK 190-6/6	-	-	331	-
TK 165-x/6	-	-	327	227
TK 165-4/4	-	-	-	232
TK 140-4/4	-	-	-	232
TK 115-4/4	-	-	-	229

Hetkellinen kuormitus $k_{mod}=1,1$. Tartuntalujuuden osavarmuus $\gamma_m=1,3$.
 Käyttöluokka 1. Käyttöluokassa 2 vetokapasiteettia pienennetään kertoimella 0,8.
 Kansiruuvien toteutuva tartuntapituudessa huomioitu ylälaipan paksuus ($L_d/490$).
 Ruuvien määrän ollessa reikämäärää pienempi, sijoittelu kuvan 2.5 mukaan.

3.2.4 Kansiruuviryhmän leikkauskapasiteetti lopputilanteessa

Pilariin kohdistuvat leikkauskuormitukset välittyvät perustuksiin mastopilarikengän kautta, jolle kuormitukset välitetään liimatuilla kansiruuveilla. Vakiomastopilarikengän kansiruuvien keskinäisetäisyys $a_h = 40$ mm, ja leikkauskestävyydessä on huomioitu liimaruuviliitosten suunnitteluohjeen kapasiteetin ja keskinäisetäisyyksien pienennyskerroin ($a_h/a_{h,s} = 40$ mm / 75 mm). Mastopilarikengien lopputilanteen leikkauskapasiteetit kansiruuviryhmien mukaan kuormituksen hetkellisessä aikaluokassa esitetään taulukossa 3.4.

Liitoksen leikkauskapasiteettia voidaan parantaa myös pilarin alapäähän kiinnitettävällä leikkausputkella tai muilla puuhun upotettavilla teräsosilla.

Taulukko 3.4. Puristuskuormitettujen kansiruuviryhmien leikkauskapasiteetti lopputilanteessa kuormituksen hetkellisessä aikaluokassa.

Mastopilarikengä	Liimaruuvien lukumäärä (x) / mastopilarikengä			
	10	8	6	4
Puristetun kansiruuviryhmän leikkauskapasiteetti lopputilanteessa $R_{v,d}$ [kN]				
TK 240-x/10	53,3	42,6	32	21,3
TK 215-x/8	-	42,6	32	21,3
TK 190-x/8	-	42,6	32	21,3
TK 165-x/6	-	-	32	21,3
TK 140-x/4	-	-	-	21,3
TK 115-x/4	-	-	-	21,3

Hetkellinen kuormitus $k_{mod} = 1,1$. Liitoksen materiaaliosavarmuus $\gamma_M = 1,3$.

Käyttöluokat 1 ja 2.

Kapasiteetissa huomioitu kansiruuvien keskinäisetäisyys leikkauskuormituksen suunnassa 40 mm ($a_h/a_{h,s} = 40$ mm / 75 mm)

Puristetun ruuviryhmän etäisyys pilarin leikkauskuormitetusta reunasta $\geq 0,5 H$.

Ruuvien määrän ollessa reikämäärää pienempi, sijoittelu kuvan 2.5 mukaan.

Kansiruuviryhmien leikkauskapasiteetit eri kuormituksen aikaluokissa esitetään taulukossa 3.5.

Taulukko 3.5. Puristuskuormitettujen liimattujen kansiruuviryhmien leikkauskapasiteetti lopputilanteessa eri kuormituksen aikaluokissa

Kansiruuvi [kpl]	Kuormituksen aikaluokka		
	Pysyvä $k_{mod} = 0,6$	Pitkäaikainen $k_{mod} = 0,8$	Hetkellinen $k_{mod} = 1,1$
Puristetun kansiruuviryhmän leikkauskapasiteetti lopputilanteessa $R_{v,d}$ [kN]			
6 kpl	17,6	23,3	32,0
8 kpl	23,4	31,1	42,6
10 kpl	29,3	38,9	53,3

Liitoksen materiaaliosavarmuus $\gamma_M = 1,3$. Käyttöluokat 1 ja 2.

Puristetun ruuviryhmän etäisyys pilarin leikkauskuormitetusta reunasta $\geq 0,5 H$.

3.2.5 Mastopilarikengän puristuskapasiteetti lopputilanteessa

Lopputilanteessa puristuskuormitettu mastopilarikengä tukeutuu liitoksen juotosvaluun. Lopullisessa rakenteessa puristuksen oletetaan välittyvän pääosin suoraan kengän ylälaipan alapuoliselle juotosvalulle, joten lopputilanteen puristuskapasiteetissa mastopilarikengä ei ole mitoittava osa liitoksessa.

3.2.6 Mastopilarikengän vetokapasiteetti asennustilanteessa

Pilarin momentista aiheutuva vetokuormitus mastopilarikengälle siirretään peruspultille alalaipan yläpuolisten aluslevyjen välityksellä. Mastopilarikengän kansiruuviryhmän vetokapasiteetin mitoituksessa vetokuormitus oletetaan täysin keskeiseksi ja jakautuvan tasaisesti ylälaipassa kansiruuviryhmässä. Peruspulttien oletetaan olevan sivuun siirtyviä.

Mastopilarikengien asennustilanteen vetokapasiteetit kansiruuviryhmien mukaan esitetään taulukossa 3.6.

Taulukko 3.6. Mastopilarikengien vetokapasiteetit asennustilanteessa

Mastopilarikengä	Liimaruuvien lukumäärä (x) / mastopilarikengä			
	10	8	6	4
Vetokapasiteetti asennustilanteessa N_{rd} [kN]				
TK 240-x	265	265	265	-
TK 215-x	-	280	280	-
TK 190-x	-	300	300	-
TK 165-x	-	-	320	280
TK 140-x	-	-	-	270
TK 115-x	-	-	-	260

3.2.7 Mastopilarikengän puristuskapasiteetti asennustilanteessa

Pilarin normaalivoimasta ja momentista aiheutuva puristuskuormitus siirretään peruspultteille alalaipan alapuolisten aluslevyjen välityksellä. Pilarin pystysuuntainen puristuskuormitus oletetaan jakautuvan tasaisesti mastopilarikengän ylälaipalle ja peruspultteille. Ilmoitetussa kapasiteetissa on huomioitu pilarikengälle korkeintaan 1/100 vinoustoleranssi pystysuorasta.

Mastopilarikengien asennustilanteen puristuskapasiteetit kansiruuviryhmien mukaan esitetään taulukossa 3.7.

Taulukko 3.7. Mastopilarikengien puristuskapasiteetit asennustilanteessa pystysuoralle puristukselle

Mastopilarikengä	Liimaruuvien lukumäärä (x) / mastopilarikengä			
	10	8	6	4
Puristuskapasiteetti asennustilanteessa N_{rd} [kN]. Pystysuora puristus.				
TK 240-x	-300	-300	-300	-
TK 215-x	-	-320	-320	-
TK 190-x	-	-340	-340	-
TK 165-x	-	-	-350	-260
TK 140-x	-	-	-	-240
TK 115-x	-	-	-	-230

3.3 Käyttörajatilamitoitus

Mastopilarikengän pystysuuntaista muodonmuutosta kuormituksessa ja nivelen jäykkyyttä voidaan arvioida taulukossa 3.8 esitettyjen lineaaristen muodonmuutosparametrien avulla. Parametrit on määritetty lopputilanteen kuormitukselle kuormitusvälille 0...575 kN.

Koko liitoksen muodonmuutoksissa tulee huomioida myös peruspulttien venymä, joka määritetään pulttien pinta-alan ja venyvistä pituuden mukaan.

Taulukko 3.8. Mastopilarikenkien muodonmuutosparametrit lopputilanteessa

Mastopilarikenkä	Liimaruuvien lukumäärä (x) / mastopilarikenkä			
	10	8	6	4
Muodonmuutosparametri [N/mm] *10⁶.				
TK 240-x	1,30	1,15	0,95	-
TK 215-x	-	1,20	0,95	-
TK 190-x	-	1,60	1,25	-
TK 165-x	-	-	1,30	0,85
TK 140-x	-	-	-	0,85
TK 115-x	-	-	-	0,90

Lopputilanteessa oletetaan, ettei mastopilarikenkään muodostu suuria vaakasuuntaisia muodonmuutoksia liitoksen jälkivalun vuoksi.

3.4 Palotilannemitoitus

Liimaamalla kiinnitettävän kansiruuvin palomitoitus tehdään Liimaruuviliitosten suunnitteluohjeen ja Versowood *liimatut kiinnikkeet* suunnitteluohjeen kohdan 3.4 mukaisesti.

Kuormitukset ja materiaaliominaisuudet palotilanteessa määritetään suunnittelustandardin EN 1995 palo-osan mukaan.

Palotilanteessa teholliset kansiruuvit määritetään pilarin poikkileikkauksen leveyden (B) sekä suunnitteluohjeen reunaetäisyyden (a_1) mukaan kansiruuviryhmän molemmissa suunnissa. Pilarin vähimmäisleveys määritetään palonkestoluokan ja palotilanteessa tehollisten ruuvirivien määrän mukaan.

Aikaisemmissa ohjeissa esitettyjä palotilanteen ruuveja ei käytetä.

Veto- ja leikkauskapasiteetit kansiruuviryhmittäin palokestolla R30 esitetään taulukoissa 3.9 ja 3.10. Taulukoissa merkittyjen kapasiteettien palotilanteessa tehollisten kansiruuvien määrää voidaan lisätä siirtämällä mastopilarikenkää pilarin sisäosaan päin. Palonkestojalla R60 palotilanteen reunaetäisyys edellyttää mastopilarikengän sijoittamista vähintään 40 mm etäisyydelle pilarin reunasta.

Taulukko 3.9. Liimattavien kansiruuviryhmien vetokapasiteetit palonkestolla R30.

Mastopilarikenkä	Liimaruuvien lukumäärä (x) / mastopilarikenkä			
	10 (3)	8 (2)	6 (1)	4
Vetokapasiteetti palotilanteessa $N_{rd,fi}$ [kN].				
TK 240-x	217,7	151,2	81,0	-
TK 215-x	-	151,2	81,0	-
TK 190-x	-	151,2	81,0	-
TK 165-x	-	-	81,0	-
Aikaluokkakerroin $k_{mod} = 1,0$. Materiaaliosavarmuus $\gamma_M = 1,0$. Kansiruuvin toteutuva tartuntapituudessa huomioitu ylälaipan paksuus ($L_a/490$). Suluissa () palotilanteessa toimivien liittimien määrä.				

Taulukko 3.10. Puristuskuormitettujen liimattujen kansiruuviyryhmien leikkauskapasiteetti palonkestolla R30.

Mastopilarikengä	Liimaruuvien lukumäärä (x) / mastopilarikengä			
	10 (3)	8 (2)	6 (1)	4
Leikkauskapasiteetti palotilanteessa R30 V_{rd} [kN].				
TK 240-x/10	18,9	12,6	6,3	-
TK 215-x/8	-	12,6	6,3	-
TK 190-x/8	-	12,6	6,3	-
TK 165-x/6	-	-	6,3	-
Aikaluokkakerroin $k_{mod} = 1,0$. Materiaaliosavarmuus $\gamma_M = 1,0$. Kapasiteetissa huomioitu kansiruuviyryhmien keskinäisetäisyys leikkauskuormituksen suunnassa 40 mm ($a_h/a_{h,s} = 40 \text{ mm} / 75 \text{ mm}$). Puristetun ruuviyryhmän etäisyys pilarin leikkauskuormitetusta reunasta $\geq 0,5 H$. Suluissa () palossa toimivien liittimien määrä.				

Mastopilarikengä suojataan palotilanteessa liittoksen jälkivalulla perustussuunnitelmien mukaan. Mastopilarikengää ei ole mitoitettu palotilanteelle.

Liimapuun mahdollinen palosuojauskäsittely B-luokkaan ei vaikuta palomitoitukseen.

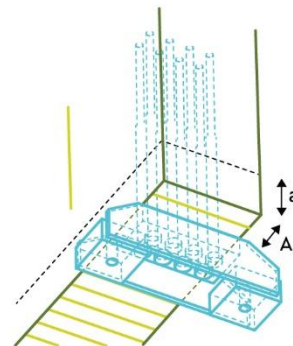
4 Suunnittelu

Mastopilarikengäliitosta voidaan soveltaa erilaisissa käyttötilanteissa tässä ohjeessa esitettäviä periaatteita noudattaen.

Rakennesuunnittelussa määritetään liimapuupilarin ja perustuksen yhteinen mitoitus sekä mahdolliset rajoitteet mastopilarikengän sijoitukselle pilarissa. Mastopilarin esimerkki-liitos perustukseen esitetään liitteessä B.

Perustusrakenteiden suunnittelussa huomioidaan pilarin lopputilanteen kuormitukset sekä asennustilanteen puristustarkastelussa peruspulttien kapasiteetti, suoruus ja asennuksen epäkeskisyys. Peruspultit sijoitetaan liimapuupilarin tuotantosuunnitelmien mukaan laadittujen peruspulttikaavioiden mukaan noudattaen tuotevalmistajan ohjeet.

Mastopilarikengän asennus liimapuuhun esitetään liimapuupilarin tuotantosuunnitelmassa liitteessä A esitettävän mallituotantosuunnitelman mukaisesti. Kansiruuveille tehtävät poraukset Versowood *liimatut kiinnikkeet* suunnitteluohjeen mukaan. Kuvassa 4.1 esitetään liimapuupilarin alapää, joka kosteussuojataan kansiruuviyryhmien kiinnittämisessä käytettävällä matala viskositeettisella epoksiliimalla. Liimasuojaus nostetaan pilarin sivulle tuotantosuunnitelman mukaan (esim. $a = 20 \text{ mm}$). Kuvassa esitetään mastopilarikengän sivun etäisyys (A) liimapuupilarin reunasta sijoitettaessa mastopilarikengä pilarin sisäosaa kohti esim. palotilannemitoituksen perusteella.



Kuva 4.1 Mastopilarikengä liimapuupilarin alapäässä

4.1 Suunnitteluohjeet ja -työkalut

Liitoksen suunnittelu ja mitoitus tehdään tämän ohjeen mukaisesti noudattaen lisäksi Versowood Liimapuurakenteiden suunnitteluohjetta, sekä Versowood Liimatut kiinnikkeet ohjetta. Kaikki ohjeet ovat ladattavissa osoitteessa Versowood.fi.

Suunnittelussa tulee huomioida liimapuun ominaisuudet ja toteutuksen toleranssit Versowood *liimapuun tekniset ominaisuudet ja toteutus* -ohjeen mukaan.

Liitoksen Tekla Structures mallinnustyökalu on ladattavissa Tekla Warehouse palvelusta, jossa on myös työkalun käyttöohjeet. Tietomallintamisessa tulee noudattaa Versowood *tietomallinnusohjeen* mukaista numerointia ja tietosisältöjä.

4.2 Mallisuunnitelmat

Ohjeen liitteenä on esitetty mallisuunnitelmat liitoksen esittämisestä liimapuurakenteen kokoonpanosuunnitelmassa sekä liitoksen rakennedetaljista kohdesuunnittelua varten. Mallisuunnitelmat eri tiedostomuodoissa on ladattavissa osoitteessa Versowood.fi.

Ohjeessa esitetty ratkaisu suunnitteluperusteineen on voimassa noudatettaessa mallisuunnitelmissa esitettyä toteutustapaa materiaaleineen.

Liitoksen konepajaosan tuotantosuunnitelma on esitetty ohjeen liitteenä. Toteutuskohteen vastaava rakennesuunnittelija tarkastaa ja hyväksyy liitososan käytön kohdekohtaisesti. Konepaja osan mitoituksen laajempi laskentaseloste toimitetaan pyydettyäessä.

4.3 Materiaaliluettelot

Kokoonpanoista ja tarvikkeista laaditaan elementti- ja materiaaliluettelot noudattaen Versowood tietomallinnusohjeessa esitettyjä malleja tietosisältöineen. Kohdekohtaiset, tehdasasennetut ja työmaatarvikkeet erottelevat luettelot on helppo laatia Tekla Structures ohjelman Versowood mallinnustyökaluilla ja luettelopohjilla.

5 Asennus

Liimapuukokoonpanoon liitetty mastopilarikenkä kiinnitetään työmaalla peruspultteihin kohdekohtaisen suunnitelman mukaisesti. Asennusaikana pilarikenkä kannatellaan pulteista/muttereista, joiden avulla pilarin korkoasema ja pystysuoruus säädetään suunnitelmien mukaiseksi. Pilareiden tulee asennustilanteessa olla tuettuna sivuttaissuunnassa. Kohteen vastaava rakennesuunnittelija vastaa asennusaikaisen stabiliteetin suunnittelusta.

Liitoksen peruspultit määritetään kohdekohtaisesti perustussuunnitelmissa huomioiden peruspulttivalmistajan kapasiteetit sekä toteutusohjeet ja käytön rajoitteet.

Liitoksen juotosvalu on tehtävä painelaatikkovaluna juotoslaastilla. Massan lujuusluokka määräytyy perustusrakenteiden lujuuden mukaan, kuitenkin vähintään C 40/50. Massan tulee olla helposti tiivistyvää ja suurin raekoko korkeintaan 3 mm. Massan kuivumiskutistumisen tulee olla mahdollisimman pientä. Kovettumisen aikana liitoksen muodonmuutokset tulee estää. Valutyön toteutuksessa on noudatettava valmistajan ohjeita.

Toteutuskohteen liimapuurakenteiden asennuksesta vastaava työnjohtaja laatii asetusten edellyttämät asennus- ja nostosuunnitelmat sekä vastaa niiden toteutuksesta.

Asennuksessa huomioitava:

- Peruspulttien sijainti ja korko perustussuunnitelman mukaan
- Peruspulttikoon mukaiset vahvistetut aluslevyt perustussuunnitelmien mukaan
- Mutterit ja aluslevyt asetetaan peruspultteihin korkoaseman mukaan
- Pilarin nostamisessa huomioidaan Versowood asennus- ja käsittelyohjeet sekä kohdekohtaisen asennussuunnitelman ohjeet
- Pilarin korkoasema ja pystysuoruus säädetään asennustilanteessa
- Liitosmutterit kiristetään ja tarvittavat tuennat asennetaan ennen nosto-osien irrottamista
- Liitokselle sallitaan asennusaikaisen tilanteen kuormitus, kun liitosmutterit on kiristetty
- Liitokselle sallitaan lopputilanteen kuormitus, kun juuren jälkivalu on kovettunut

Katso myös Versowood *Liimapuukokoonpanojen asennus- ja käsittelyohje*, sekä *liimapuutoimituksen kosteudenhallintaohje*.

6 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 osoitteessa

[Versowood.fi/fi/puurakentaminen](https://versowood.fi/fi/puurakentaminen)

6.1 Suunnittelutyökalut

Yleisimmille liimapuurakenneratkaisuille tarjotaan mallinnustyökalut ja käyttöohjeet ladattavaksi Tekla Warehouse palvelusta.

6.2 Hyväksynnit

Liimapuutuote CE merkitään harmonisoidun tuotestandardin EN 14080 mukaan. Merkintä tehdään sertifiointilaitosten myöntämien tuotantoyksikkökohtaisten laadunvalvonnan vaatimuksenmukaisuustodistusten pohjalta. Liimapuun keskeiset ominaisuudet esitetään suoritustasoilmoituksessa (DoP), joka on ladattavissa osoitteessa [Versowood.fi/dop](https://versowood.fi/dop).

Liimapuutuotteiden laadunvarmennuksen hyväksynnit esitetään Versowood *Liimapuun tekniset ominaisuudet ja toteutus* asiakirjan liitteessä A – Laadunvalvontaseloste.

Mastopilarikengän kohdekohtainen kelpoisuus kohteen vastaavan rakennesuunnittelijan hyväksynnällä liimapuupilarikengän laskelmaselosteen mukaan. Konepajavalmisteisen teräsosan vaatimustenmukaisuuden todentaminen valmistajan laadunvarmennusjärjestelmän mukaan.

6.3 Ohjeet

Tämän ohjeen rinnalla suosittelemme tutustumaan yleisiin liimapuurakenteiden ohjeisiin.

ohje	sisältö
HalliPES	Suurten jänneväliden avoin puuelementtistandardi (Puuinfo.fi) o Mastopilarikenkä
HalliPES	Liimapuupilarikenkä, tekninen käyttöohje

Tämän ohjeen rinnalla suosittelemme tutustumaan liittyviin Versowood ohjeisiin.

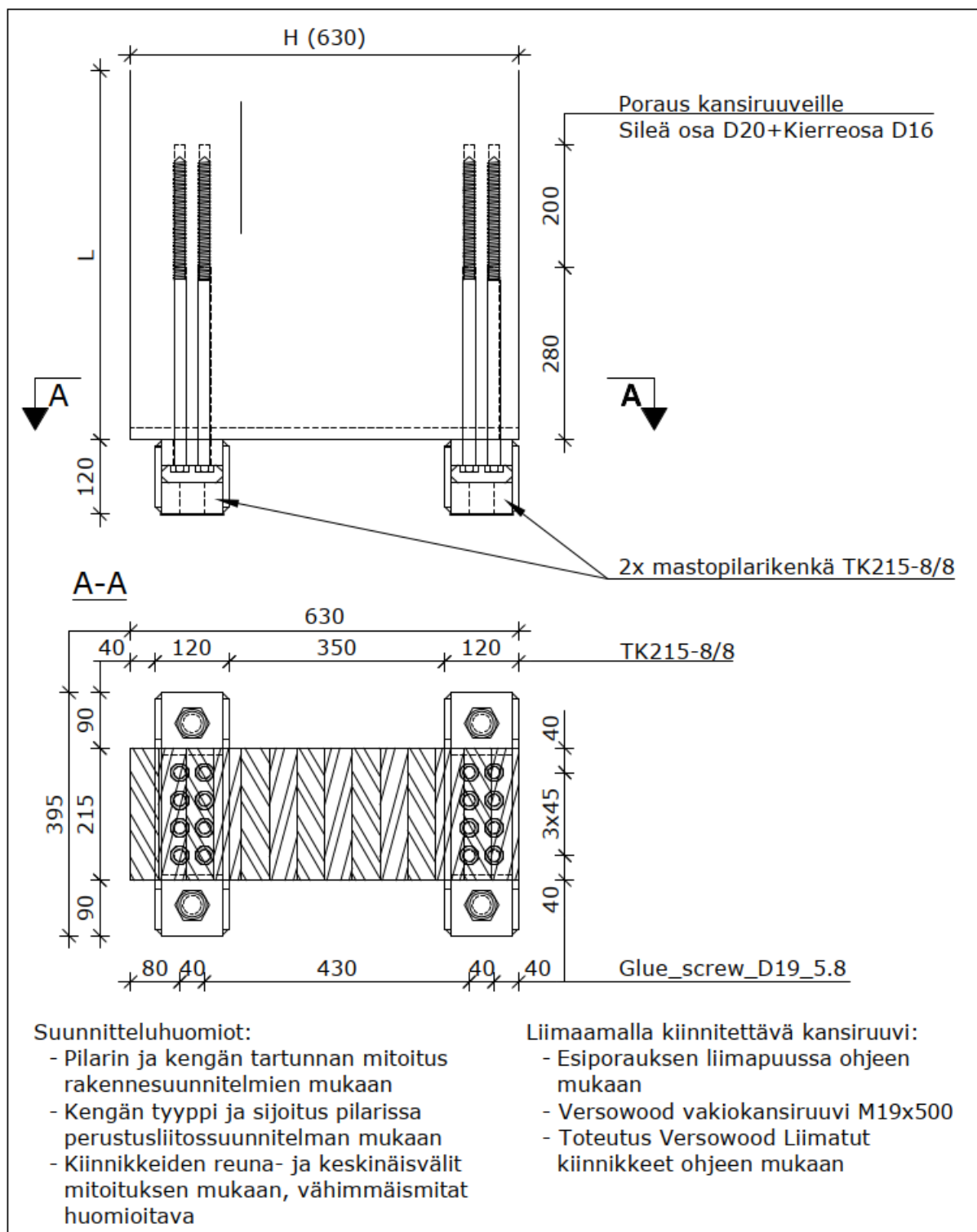
ohje	sisältö
VW101	Liimapuun tekniset ominaisuudet ja toteutus
VW201	Liimapuurakenteiden suunnitteluohje (julkaisu 8/2025)
VW203	Tietomallinnusohje (julkaisu 3/2026)
VW205	Suunnitteluohje – Liimatut kiinnikkeet

7 Ohjeen revisiot

versio	päiväys	muutos, täydennys
1.0	5.5.2025	Ensijulkaisu

8 Liitteet

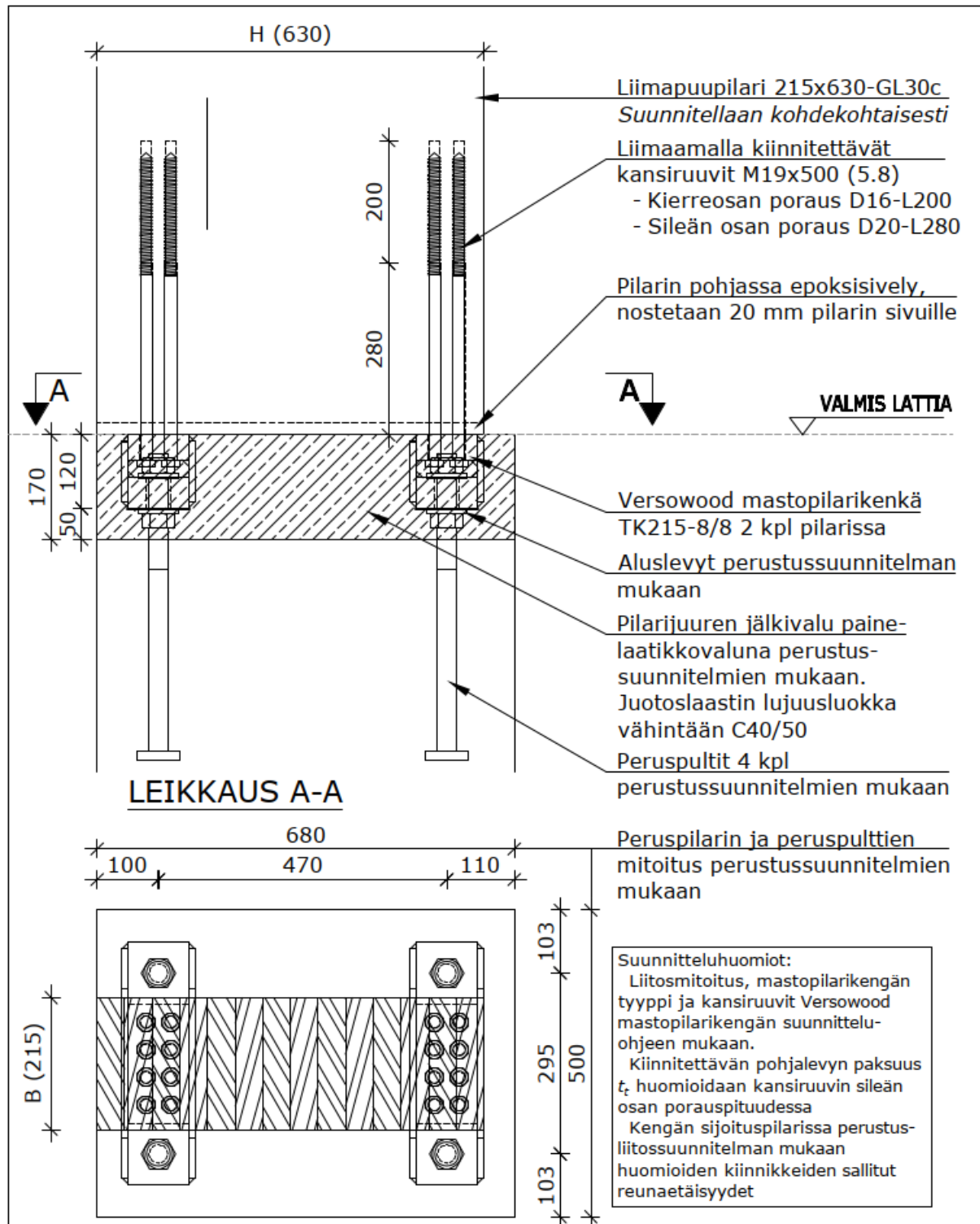
- A. Tuotantosuunnitelmamalli
- B. Liitosdetaljit
- C. Liitososakuvat



B. Liitosdetaljit

Liitosdetaljeissa esitetään rakenneosien keskinäinen mitoitus, asennuksessa tarvittavat tiedot sekä liitososan tuotteet ja asennus. Kuva ladattavissa .dwg muodossa.

Kuva B1. Esimerkkiliitos. Liimapuupilari 215x630, mastopilarikengä TK215-8/8



C. Liitososakuvat

Liitososan tuotantosuunnitelmassa esitetään valmistamisessa tarvittavat materiaali- ja mittatiedot sekä pintakäsittely. Mallisuunnitelma ladattavissa .dwg muodossa.

Kuva C1. Mastopilarikengän TK215-x/8 tuotantosuunnitelma.

