



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jan Kujala

---

## **CLT-elementtien asennus- ja kiinnitysohjeistus**

Opinnäytetyö

Syksy 2022

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohto

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Jan Kujala

Työn nimi: CLT-elementtien asennus- ja kiinnitysohjeistus

Ohjaaja: Jarkko Piikkilä

Vuosi: 2022

Sivumäärä: 29

Liitteiden lukumäärä: 1

---

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on luoda toimiva CLT-elementtien asennus- ja kiinnitysohjeistus yksityis- ja ammattirakentajille. CLT-elementtien asennustyön suunnittelu on yksi tärkeimpiä työvaiheita, jota tässä opinnäytetyössä on tarkoitus kehittää. Asennustyön suunnittelu alkaa työmaan aluesuunnitelmasta, jossa käydään läpi elementtien vastaanotto- ja purkupaikka, nostoalueet ja välivarastointipaikat. Toimiva aluesuunnittelu helpottaa asennustyön tekemistä ja poistaa turhat työvaiheet säästäen näin kustannuksissa.

Varsinaisen asennustyön suunnitelman pohjana on yleensä CLT-elementtien asennusjärjestys. Elementtien asennusjärjestys on yhtä kuin elementtien toimitusjärjestys työmaalle. Nostotyösuunnittelu on myös tärkeä osa alue- ja asennustyösuunnittelua. Nostotyösuunnitelmassa otetaan huomioon nostojen etäisyydet ja nostettavien elementtien paino, nämä ovat myös määrääviä tekijöitä nosturin valinnassa. Hyvällä asennustyösuunnittelulla saadaan aikaan tehokas ja turvallinen asennuskokonaisuus.

<sup>1</sup> Asiasanat: CLT-elementti, asennusohje, kiinnitysohje, aluesuunnitelma

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Degree programme: Construction Site Management

Specialisation: Building Construction

Author: Jan Kujala

Title of thesis: Instructions for installation and fastening of CLT elements

Supervisor: Jarkko Piikkilä

Year: 2022

Number of pages: 29

Number of appendices: 1

---

The purpose of the thesis was to create a functional CLT element installation and attachment instructions for private and professional builders. The design of the installation work of CLT elements was one of the most important stages of work to be developed in the thesis. The design of the installation work began with the site area plan, where the site of reception and demolition of the elements, lifting areas and intermediate storage sites were discussed. Functional spatial planning would make it easier to carry out installation work and eliminate unnecessary work steps, thus saving on costs.

As a rule, the basis of the plan for the actual installation work is the order of installation of CLT elements. The sequence of installation of elements is equal to the order of delivery of elements to the site. Lifting work planning is also an important part of regional and installation work planning. The lifting plan notes the distances of lifts and the weight of the elements to be lifted, which are also the determining factors when choosing a crane. A good installation work design provides an efficient and secure installation complex.

<sup>1</sup> Keywords: CLT element, spatial planning, lifting work planning, installation, attachment

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo .....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO .....	7
2 CLT, RISTIINLAMINOITU MASSIIVIPUU RAKENNUSMATERIAALINA ...	8
2.1 Yleistä .....	8
2.2 Historia .....	12
3 ASENNUSTYÖN OHJEET CLT-ELEMENTEILLE .....	14
3.1 Työmaan aluesuunnittelu .....	14
3.2 Nostotyön suunnittelu .....	15
3.3 Ennakoivat toimenpiteet asennustyömaalla .....	19
3.4 Asennus .....	19
4 KIINNITYSOHJEISTUS CLT-ELEMENTEILLE.....	25
5 YHTEENVETO .....	27
LÄHTEET .....	28
LIITTEET .....	29

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. CLT levy puristimessa .....	9
Kuva 2. Työstetty CLT levy .....	10
Kuva 3. Nostotyökalu .....	18
Kuva 4. Kattoristikon kiinnitys henkilönostimesta .....	21
Kuva 5. CLT elementit suojattuna .....	21
Kuva 6. Elementti tuet ja tason kaiteet .....	22
Kuvio 1. Työmaan aluesuunnitelma .....	14
Kuvio 2 Nostokykytaulukko .....	17
Kuvio 3. Alaohjauspuun kiinnitys esimerkki kuva .....	20
Kuvio 4. Putoamissuoja kaiteet .....	23
Kuvio 5. Aukkosuoja .....	24
Kuvio 6. CLT-elementin kiinnitys alaohjauspuuhun. ....	25
Kuvio 7. CLT nurkkaliitos .....	26

## Käytetyt termit ja lyhenteet

**CLT** Cross Laminated Timber eli CLT koostuu nimensä mukaan ristiinliimatuista lautakerroksista.

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kertoa yleisellä tasolla CLT-elementtien asennuksesta ja kiinnittämisestä. Työssä käsitellään asioita, joita tulee ottaa huomioon CLT-elementtiasennustyömaalla. Työssä käydään läpi CLT yleisellä tasolla ja sen historia. Opinnäytetyö on jaettu kolmeen pääkohtaan: CLT:n synty ja historia, asennustyön ohjeet ja kiinnitysohjeistus. Pääotsikoista ensimmäinen on jaettu kahteen ja toinen on jaettu neljään alalukuun, joissa on käyty yksityiskohtaisemmin läpi huomioon otettavat asiat.

Toisen pääotsikon alla on kerrottu CLT:n valmistuksesta ja historiasta. Tässä osiossa käydään läpi valmistuksessa olevat vaiheet ja materiaalien mittoja ja ominaisuuksia. Historiaosiossa käydään läpi CLT:n synty ja sen vaiheita synnystä nykyhetkiin.

Asennustyön ohjeistuksessa käydään niitä asioita läpi, joita tulee ottaa huomioon asennustyömaalla ennen ja asennuksen aikana. Työmaan alue- ja nostotyösuunnitelma luo pohjan hyvälle asennustyön suunnittelulle.

Kiinnitysohjeistuksen tarkoituksena selvittää kiinnitykseen liittyvät seikat, jotka on syytä ottaa huomioon. Opinnäytetyössä on tarkoitus luoda toimiva asennus- ja kiinnitysohjeistus CLT-elementtityömaalle. Kiinnitysohjeistus on jaettu kolmeen osaan, jotka ovat pien-, rivi- ja kerrostalojen kiinnitysohjeet.

Liitteenä olevat CLT:n asennus- ja kiinnitysohjeet on tehty yrityksen käyttöön ja ovat näin ollen salaisia.

## 2 CLT, RISTIINLAMINOITU MASSIIVIPUU RAKENNUSMATERIAALINA

### 2.1 Yleistä

CLT tarkoittaa ristiin liimattua massiivipuista elementtiä tai levyä (Kotilehto, i.a.). CLT-elementit voivat olla paksuudeltaan 60 mm – 300 mm. Lamellikerrosten lukumäärä voi olla 3–10 kerrosta. Lamellit ovat yleensä 20 mm – 60 mm paksuisia. Kerrokset ladotaan ristikkäin ja liima levitetään ladonnan yhteydessä. Tämän jälkeen kerrokset puristetaan tiiviiksi elementiksi. Elementit voivat olla leveydeltään 2,95 m – 4,8 m ja pituudeltaan 12 m – 20 m valmistajasta riippuen. CLT-elementit jyrsitään haluttuun muotoon ja kokoon CNC-jyrsimellä. Ikkuna-, ovi- ja varausaukot voidaan myös tehdä näin valmiiksi. Näkyvät pinnat hiotaan ja voidaan käsitellä tilaajan toiveen mukaisesti. Kuvassa 1 on esitetty CLT:n liimaus puristimella ja kuvassa 2 on työstetty CLT-levy.





Kuva 1. CLT levy puristimessa. (Hoisko i.a.).



Kuva 2. Työstetty CLT levy. (Hoisko, i.a.).

CLT:tä voidaan käyttää omakoti-, rivi- ja kerrostalojen rakentamiseen. CLT:tä on myös käytetty urheiluhallien, päiväkotien, terveyskeskusten, koulujen ja palvelutalojen rakentamisessa. Melusuojien, aitojen ja siltojen rakentaminen on CLT:stä mahdollista.

Elementtirakentamisen etuja ovat säältä suojassa valmistetut rakenteet, elementtien nopea kasaaminen, valmiit pinnat ja lyhyet työmaa-aikaiset rakennusajat. Hyvällä suunnittelulla saadaan aikaiseksi kompakteja ja energiatehokkaita ratkaisuja. Voidaan toteuttaa nopealla aikataululla valmiita rakennuksia, jotka eivät altistu rakennusaikaisille kosteusvaihteille.

CLT on uuden ajan puurakentamista, jossa yhdistyvät puun luontaiset rakennustekniset ominaisuudet sekä rakentamisen tehokkuus (Pr-Rakenne, i.a.). Monipuolinen materiaali sopii yhteen muiden rakennusmateriaalien kanssa ja luo mahdollisuuksia uudennlaiselle arkkitehtuurille. CLT on terveellinen ja hengittävä materiaali, joka on rakenteeltaan jäykkä ja kestävä. CLT on tehokas tapa rakentaa, elementti on samanaikaisesti valmis sisäseinä sekä kantava rakenne. Elementit voidaan työstää haluttuihin mittoihin hyvin tarkasti, jolloin rakennus on tiivis ja viimeistelty. CLT-elementillä on hyvä ääni- sekä lämpöeristävyys. Massiivipuinen sekä ristiinliimattu rakenne on jäykkä ja lähes värähtelemätön. Paloturvallisuus on hyvä. Massiivipuu hiiltyy, mutta ei syty nopeasti sekä säilyttää rakenteellisen lujuuteensa tulipalon sattuessa.

Sisäilmaongelmien tuomat haasteet rakentamisessa ovat lisänneet CLT:n käyttöä rakentamisessa edellä mainituissa rakennuksissa. CLT materiaalina tukee tämän päivän vähähiilisyys- ja ympäristöystävällisyystavoitteita rakentamisessa.

Puu on uusiutuva, aktiivinen hiilidioksidin talteenottaja ja ekologisesti kierrätettävä (CLT Finland, i.a.). Puu muodostaa massiivisen seinärakenteen, joka tasapainottaa lämmön- ja kosteudenvaihteluita luonnostaan. Sisäilman kosteus asettuu optimaaliselle kosteusalueelle, 30–55 prosenttiin. CLT:n liimauksessa käytetään ainoastaan ympäristöystävällistä, tuoksutonta ja allergiavapaata, formaldehyditöntä polyuretaaniliimaa, jota on käytetty vuosikymmeniä muun muassa hirsirakentamisessa.

CLT:n hiilijalanjälki on pieni, sillä puu sitoo kasvaessaan hiilidioksidia ja toimii hiilivarastona koko elinkaarensa ajan (CLT Plant, i.a.). Lisäksi puun tuottaminen rakennusmateriaaliksi vie vähemmän energiaa kuin muiden materiaalien. Hukkapuuta syntyy CLT:n valmistuksessa hyvin vähän, ja se sekä rakennusvaiheen vähäinen puujäämä voidaan joko kierrättää tai hyödyntää energiaksi polttamalla.

CLT-elementtejä voidaan käyttää moduuli- ja tilaelementtirakentamisessa (CrossLam, i.a.). Erityisesti kerrostalorakentamisessa on huomattu moduuli- ja tilaelementtirakentaminen sekä CLT-elementit ja rakenteet. Kokonaisuus tarjoaa erilaisten kohteiden rakentajille ja rakennuttajille houkuttelevia vaihtoehtoja. Eikä unohtaa sovi omakoti- tai pientalojakaan,

sillä myös niitäkin voidaan rakentaa tehtaalla valmiiksi varustelluista tila- tai tasoelementeistä – ja nämä sitten kootaan ja asennetaan tontilla paikoilleen. Tilaelementit koostuvat valmiista seinistä, lattiasta ja katosta, jotka rajaavat tilaelementin. Suunnittelussa tulee huomioida tietenkin elementtikuljetusten sallimat mitat. Tilaelementeissä voi olla väliseinät, LVIS-asennukset, ikkunat, ovet, kalusteet, varusteet ja sisäpinnat valmiina. Rakennettava CLT-kohde kootaan työmaalla nostelemalla nosturilla valmiit elementit paikoilleen kuin suuri 3D-palapeli. Kerrostalorakentamisessa kaksoisrungot välipohjissa ja -seinissä mahdollistavat hyvän ääneneristävyyden. Työmaalla säästytään erillisiltä valu- ja juotostyövaiheilta, joten rakentaminen ei aiheuta rakennusaikaista kosteuskuormaa muillekaan rakenteille. Kokonaisen puukerrostalon rakennusaika voi kestää vain joitakin kuukausia. Rakennusaikaan sidottu pääoma saadaan tuottamaan mahdollisimman nopeasti.

## 2.2 Historia

1990-luvun alussa otettiin Itävallassa ja Saksassa käyttöön innovatiivinen puutuote, joka tunnetaan nimellä Cross Laminated Timber eli CLT (Karacabeyli, 2013). CLT:llä on mahdollista korvata betoni, muuraus ja teräsrakenteita. CLT:tä on käytetty Euroopassa huomattavasti pidempään kuin meillä Suomessa. Sitä on käytetty monikerroksisten rakennusten rakentamiseen sen helpon käsittelyn ja korkean esivalmistusasteen vuoksi. Myös ekologisuus on ollut myötävaikuttamassa kasvavaan CLT:n käyttöön.

Tällä hetkellä Suomesta löytyy useita CLT-valmistajia ja yrityksiä, jotka jatkojalostavat CLT-elementtiä valmiiksi tilaelementeiksi ja asunnoiksi. CLT on tulevaisuuden rakennusmateriaali jo pelkästään ekologisuudenkin näkökulmasta. CLT tarjoaa paljon eri mahdollisuuksia tulevaisuuden rakennusmateriaalina ominaisuuksiensa puolesta. Näitä ominaisuuksia ovat paloturvallisuus, ilmatiiviys, kierrätettävyys, ekologisuus ja vahvuus, jonka takia sitä voidaan käyttää jäykistävänä ja kantava rakenteena.

CLT-kehitys jatkuu ympäri Eurooppaa vahvana, tästä yhtenä esimerkkinä Gerhard Schickhofer ja hänen tutkimusryhmänsä (Metsälehti, 7.10.2019). Heidät palkittiin Marcus Wallenberg -palkinnolla, kyseinen palkinto myönnetään urauurtavista tieteellisistä töistä, jotka

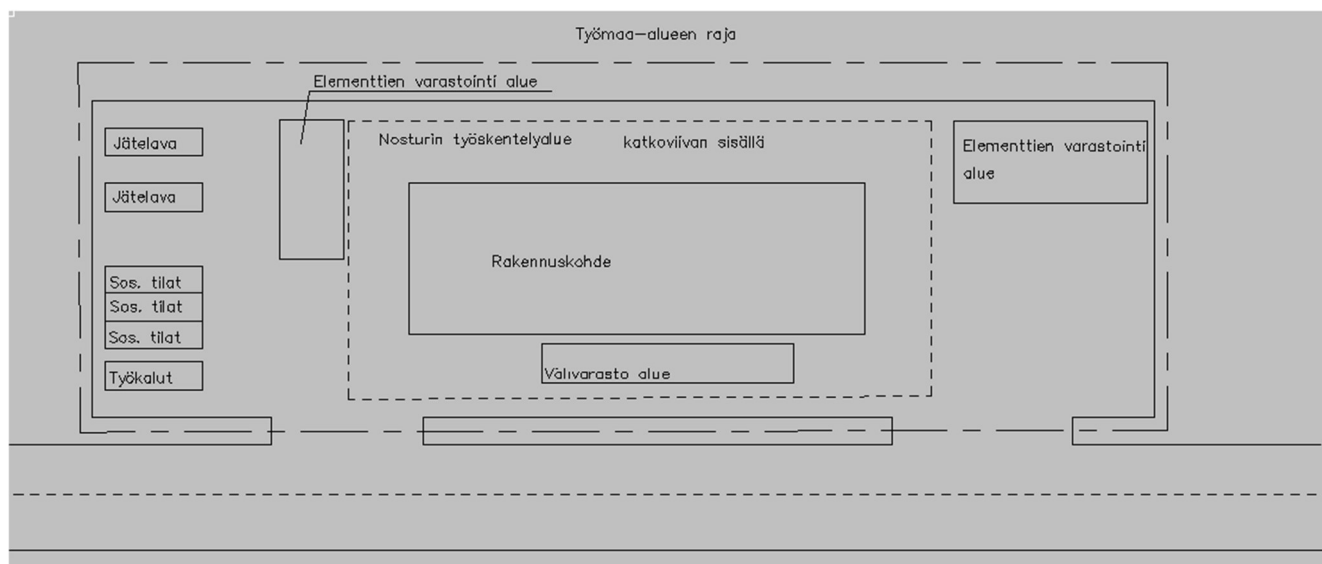
lisäävät merkittävästi tietoa tai teknistä kehitystä metsäsektorilla. He ovat kehittäneet CLT:n tuotannon ja käytön standardeja. ”Gerhard Schickhoferin omistautuminen CLT:lle on ollut keskeistä, kun puun profiilia on nostettu suurten ja korkeiden rakenteiden rakentamisessa”, palkintokomitean puheenjohtaja, Luonnonvarakeskuksen pääjohtaja Johanna Buchert arvioi. Hänen mukaansa etenkin Schickhoferin työ CLT:n teknisten mahdollisuuksien selvittämisessä arkkitehdeille ja muotoilijoille on ollut merkittävä. Tutkimustöiden lisäksi Schickhofer on tehnyt CLT:n käytöstä muun muassa käsikirjoja sekä ohjelmistotyökaluja. Palkinnon luovutti kuningas Kaarle Kustaa Ruotsissa.

### 3 ASENNUSTYÖN OHJEET CLT-ELEMENTEILLE

#### 3.1 Työmaan aluesuunnittelu

Aluesuunnitelma on työmaa-alueen käytön suunnitelma (Rakennusteollisuus, 2014). Se antaa tietoa työmaalla toimiville siitä, miten logistiikka, työnjärjestelyt ja turvallisuusasiat on suunniteltu. Pienehköissä rakennuskohteissa rakentamisvaiheiden (maanrakennus-, perustus-, runko- ja sisätyövaihe) aluesuunnitelmat voidaan laatia ensimmäistä aluesuunnitelmaa päivittämällä. Laajoissa tai muuten vaativissa hankkeissa jokaiselle päätyövaiheelle laaditaan oma erillinen aluesuunnitelmansa.

CLT-asennustyömaalla on tärkeä panostaa aluesuunnitteluun, jossa on huomioitu elementtien purkupaikka, varastointi, mahdolliset välivarastointipaikat ja nosturin nostopaikat. Aluesuunnitelmassa käytyt nostopaikat ja nostojen etäisyydet asennustyössä ovat määrittäviä tekijöitä asennusnosturia valittaessa. Kuviossa 1 on esitetty työmaan aluesuunnitelma.



Kuvio 1. Työmaan aluesuunnitelma.

Pientalotyömailla monesti on vaikea tehdä hyvää aluesuunnittelua johtuen tontin ahtaudesta. Pientalotyömaiden asennustyö tehdään useasti ”kuormasta päin”, jolloin nosturi sijaitsee tontilla ja kuormat nosturin lähistöllä kadulla. Kadulta nostaessa on tärkeä hoitaa tiedottaminen lähialueille mahdollisista liikennehäiriöistä ja olla ohjaamassa kadulla liikennettä tarvittaessa.

Isommilla rakennustyömailla on otettava huomioon myös muut mahdolliset toimijat. Nostolueet merkitään ja erotetaan aidoilla. Aluesuunnittelussa otetaan huomioon asennustyön jaksotukset ja niiden merkitys muuhun työmaalogistiikkaan.

Hyvä aluesuunnittelu on pohjana nostotyö- ja asennustyösuunnittelulle, joka takaa tehokkaan ja turvallisen asennustyö kokonaisuuden.

### **3.2 Nostotyön suunnittelu**

Vaikeita nostotöitä varten on tarvittaessa laadittava erillinen kirjallinen nostotyösuunnitelma (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009).

Nostotyösuunnitelma on aina laadittava käytettäessä samanaikaisesti useampaa kuin yhtä nosturia taakan nostamiseen (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009).

Jos nosturin tai muun nostolaitteen käyttäjä ei voi jatkuvasti valvoa taakan liikumista, on käyttäjän apuna oltava merkinantaja (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009).

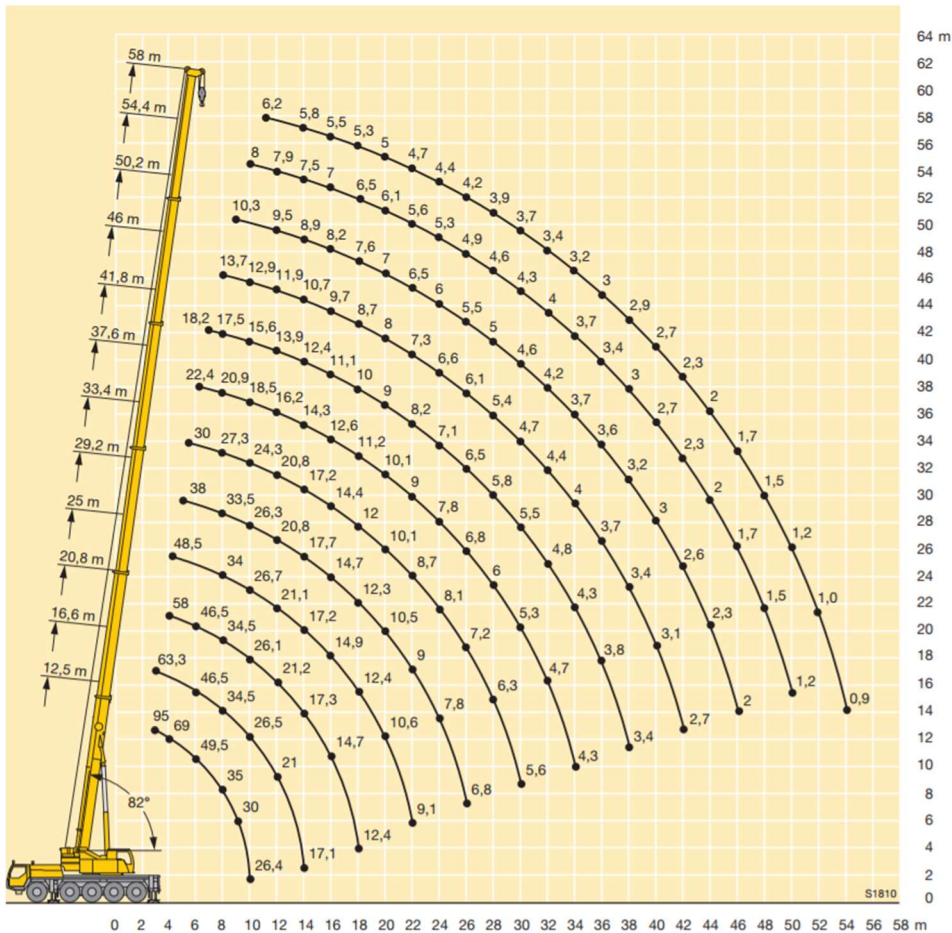
Sääolosuhteiden vaikutus nostotyön turvallisuuteen on ennen nostotyön aloitusta erikseen selvitettävä (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009).

Taakan teossa on noudatettava erityistä huolellisuutta taakan putoamisen ja hajoamisen estämiseksi (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009).

Nostotyön suunnittelussa otetaan huomioon aluesuunnitelmassa esitetyt purku-, varastointi- ja nosturin sijoituspaikat. Edellä mainitut paikat ovat määrääviä tekijöitä nosturin valinnassa. Nosturin valintaan vaikuttavat nostojen etäisyydet ja nostettavan taakan paino. Nostotyön ohjeistuksessa on otettava CLT-elementtitoimittajan nosto-ohjeistukset huomioon.

Nostotyön hyvällä suunnittelulla ja oikean nostoapuvälineen valinnalla voidaan jo etukäteen karsia pahimmat käyttövirheet ja vaaratilanteet (Työsuojeluhallinto, 2010). Nostettavan kappaleen suunnittelijan tulee selvittää, miten ja millä apuvälineillä nosto suoritetaan, miettiä sopivat nostokohdat ja tarvittaessa lisätä aukkoja, nostokorvia ja kierrereikiä nostosilmukkaruuvien kiinnittämistä varten. Suunnitteluvaiheessa tulee laatia tuotteelle nosto-ohjeet. Myös tuotteen osakomponenttien eri valmistusvaiheissa tarvittavat nostot ja siirrot huomioidaan jo suunnittelussa. Kuviossa 2 on esitetty mobiilinnosturin nostokykytaulukko.





Kuvio 2 Nostokykytaulukko. (Lamminmäki, i.a.).

Pienillä työmailla on monesti mahdotonta siirtää nosturia tilan puutteen vuoksi, jolloin voidaan joutua käyttämään todella isoa nosturia. Isommilla työmailla nostoja voidaan suorittaa useammalta kohtaa, jolloin nosturin nostokapasiteetti voi olla pienempi. Rakennusalueen muoto ja koko voivat aiheuttaa tilankäytöllisiä haasteita varastoinnin osalta, jolloin varastoalueita voi olla useita eri puolella työmaata. Edellä mainitut haasteet lisäävät myös nostoalueita, lisäävät nosturin siirtokertoja tai kasvattavat nosturin nostokapasiteettia.

Nosturin siirtäminen työmaalla voidaan jaksottaa sellaiseen kohtaan, jossa myös asennustyön jaksotus on tarkoitus tehdä, esimerkiksi, nostetaan eri varastointipaikasta. Nostotyösuunnitelmassa on ilmoitettava käytettävät nostotyövälineet, ja niissä on oltava vaadittavat

kuormamerkinnot. Nostotyöstä informoidaan kaikkia työmaa-alueella työskenteleviä. Kuvassa 1 on esitetty eräs CLT-elementin nostoväline.



Kuva 3. Nostotyökalu. (CLT Finland, 2021).

### 3.3 Ennakoivat toimenpiteet asennustyömaalla

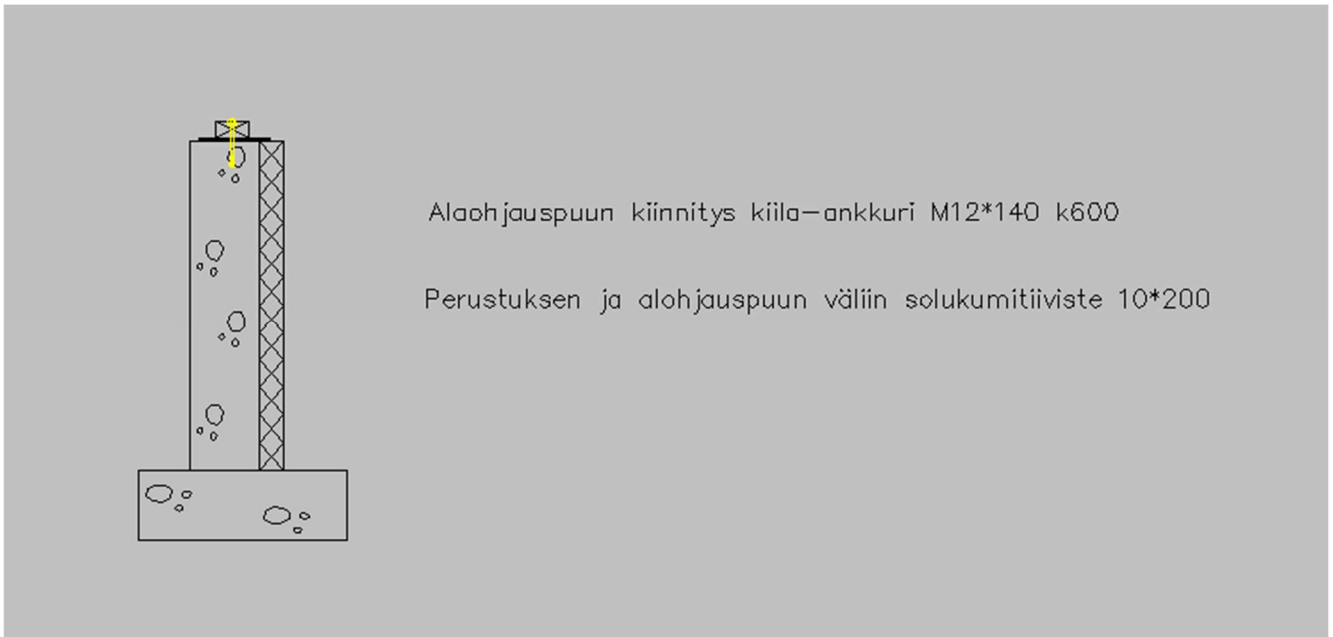
Työmaalla tapahtuvat toimenpiteet ennen varsinaista aloitusta helpottavat ja säästävät aikaa ja kustannuksia. Perustuksien mittojen tarkistaminen on tehtävä hyvissä ajoin ennen asennustyötä, jotta mahdolliset korjaustyöt ehditään toteuttamaan. Perustuksista tarkistetaan kaikki mahdolliset mitat, jotka voivat vaikuttaa mahdolliseen asennustyöhön. Perustuksen mittatoleranssit toimittaa CLT-elementtitoimittaja. Korokojen osalta mittapoikkeamat perustuksissa CLT-kohteissa voivat ovat todella pienet, jopa  $\pm 2$  mm toimittajasta riippuen.

Aluesuunnitelman mukaan merkataan purku- ja varastointipaikat kuten myös nosturille varatut paikat. Nostoalueet merkataan ja aidataan, jolloin vältetään turhilta riskiltä ja onnettomuuksilta. Työmailla, joilla työskentelee muitakin työntekijöitä, on ilmoitettava asennustyön aikataulu ja sen alueen käyttämistä rajoittavat tekijät, missä asennus ja nostot tapahtuvat.

Nostopaikkojen riittävä kantavuus on otettava huomioon jo maanrakennustöiden yhteydessä. Nostopaikkoja on oltava riittävästi, ja niiden on oltava riittävän suuria kyseisille nostokalustoille. Putket ja sähkösyöttökaapelit on hyvä merkitä, jotta nosturin tukijalkojen mahdollinen paine ei riko niitä.

### 3.4 Asennus

Asennus aloitetaan alaohjauspuun asennuksesta ja elementtijaon mitoituksista. Asennustyössä noudatetaan toimittajan asennustyöohjeita. CLT-elementtien nostot suoritetaan elementin toimittajan ohjeitten mukaan. Kuviossa 3 on esitetty alaohjauspuun kiinnitys.



Kuvio 3. Esimerkkikuva alaohjauspuun kiinnitysestä.

Nostovälineiden tulee olla tarkoituksenmukaisia, hyväksytyjä ja tarkastettuja. Epäkuntoiset ja rikkoutuneet nostovälineet on poistettava välittömästi käytöstä.

Asennustyössä käytettävien henkilönostimien ja telineiden tulee olla tarkastettuja ja määräystenmukaisia. Valjaat ja muut turvavarusteet tarkastetaan ja käyttöön perehdytään ennen asennuksen aloittamista. Kuvassa 4 on esitetty henkilönostimen käyttöä asennustyömaalla.



Kuva 4. Kattoristikon kiinnitys henkilönostimesta.

Elementtien pinnat voivat olla viimeistellyt, ja näin ollen elementit on suojattu muovikalvolla. Elementtien muovikalvo poistetaan saumapinnoilta ja asennuksen jälkeen suojaukset teipataan yhtenäisiksi ja tiiviiksi. Elementtien suojauksessa on oltava huolellinen, ja sille on varattava tarpeeksi aikaa asennusta suunniteltaessa. Kuvassa 5 on esitetty asennuksen jälkeinen suojaus.



Kuva 5. CLT-elementit suojattuna.

Elementtien tukemiseen käytetään metallisia elementtitukia, joiden kiinnittäminen suoritetaan mahdollisimman vähillä pinnan vaurioilla. Tukien määrä elementtiä kohden on vähintään kaksi. Elementit asennetaan pystysuoraan elementtijaon ja asennusjärjestyksen mukaisesti. Kiinnitykset tehdään CLT-elementtitoimittajan ohjeen mukaisesti. Kuvassa 6 on esitetty CLT-elementtien tuenta ja tason putoamissuojakaiteet.



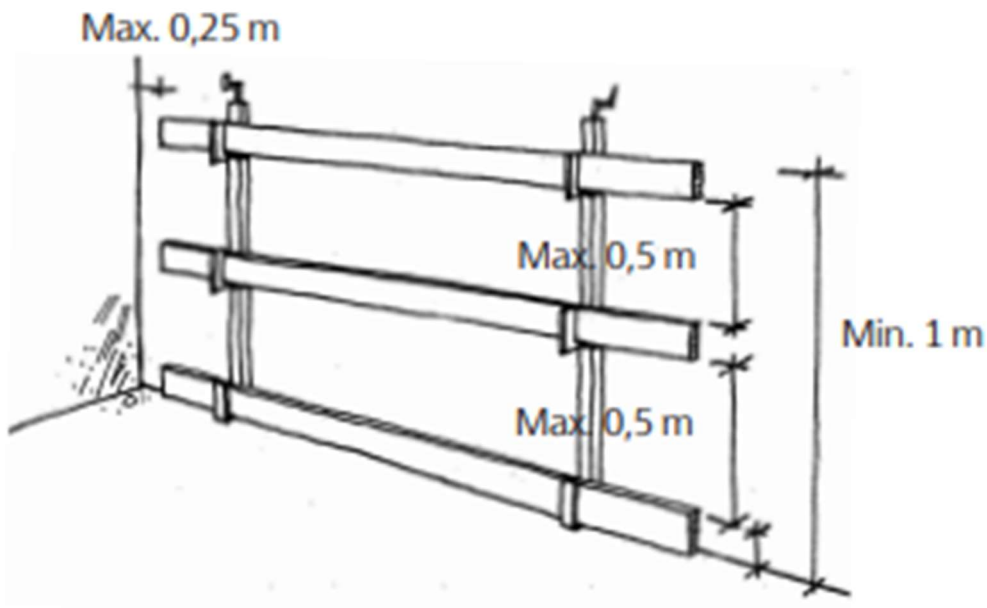
Kuva 6. Elementtituet ja tason kaiteet.

Useampikerroksisissa rakennuksissa on huolehdittava kaiteista ja muista turvallisuusjärjestelmistä asennuksen edetessä. Myös kulkuteiden on oltava kunnollisia, ja ne on kiinnitettävä ohjeen mukaisesti.

Putoamisen estävien suojarakenteiden ja -laitteiden, kuten esimerkiksi suojojakaiteiden, on oltava suojausvaikutukseltaan mahdollisimman yhtenäisiä. Jos työn tekeminen edellyttää, että putoamisen estävä suojarakenne tai -laite väliaikaisesti poistetaan, on käytettävä muita korvaavia suojoitaimia. Työtä ei saa

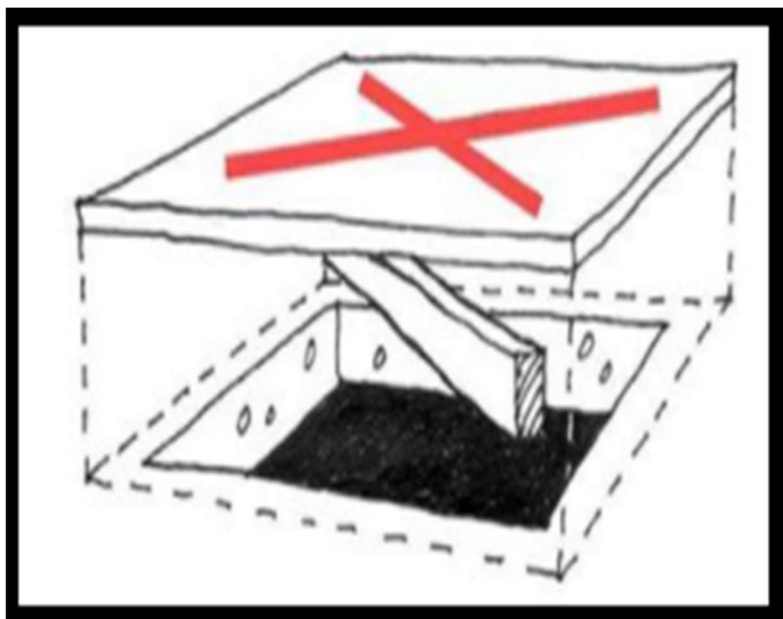
tehdä ennen kuin nämä suojatoimet on toteutettu. Putoamisen estävä suojarakenne tai -laite on palautettava paikalleen heti sen jälkeen, kun kyseinen työ on päättynyt tai keskeytynyt. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 27§).

Kuviossa 4 on esitetty putoamissuoja kaiteet.



Kuvio 4. Putoamissuojakaiteet. (TTK, i.a.).

Aukkovarausten, reikien ja kuilujen suojaus välipohjissa on tehtävä huolellisesti. Aukkojen suojausten on oltava riittävän kestäviä, ja ne eivät saa siirtyä helposti pois paikoiltaan. Kuviossa 5 on esitetty esimerkki aukkosuojauksesta.

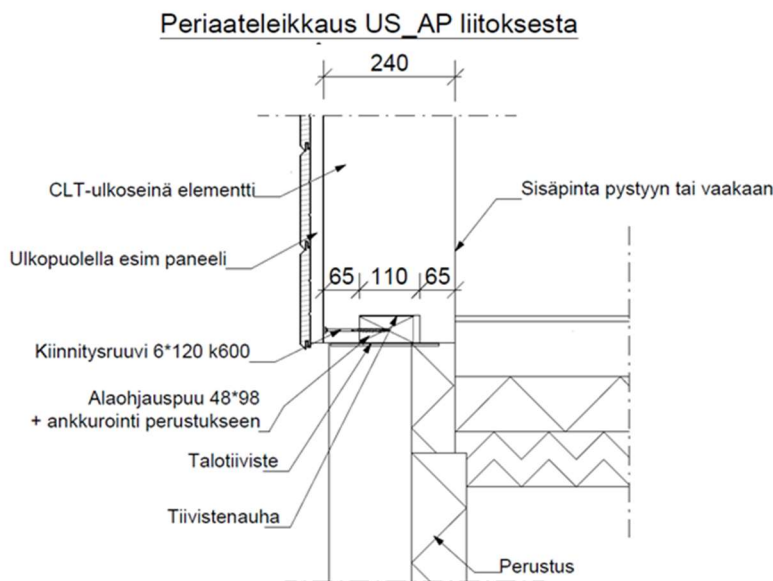


Kuvio 5. Aukkosuoja. (TTK, i.a.).



## 4 KIINNITYSOHJEISTUS CLT-ELEMENTEILLE

CLT-elementtien kiinnitysohjeet toimittaa CLT-elementtien toimittaja. CLT-elementtien liitokset kiinnitetään ruuvaamalla tarkoitukseen sopivilla puuruuveilla. Kiinnityksessä käytettävät ruuvit ja kiinnikkeet on oltava suunnittelijan suunnitelman mukaisia. Suunnittelija määrittelee kiinnitysruuvien koot ja kappalemäärät jokaiseen liitokseen. Kuviossa 6 on esitetty CLT-elementin liitos alaohjauspuuhun.

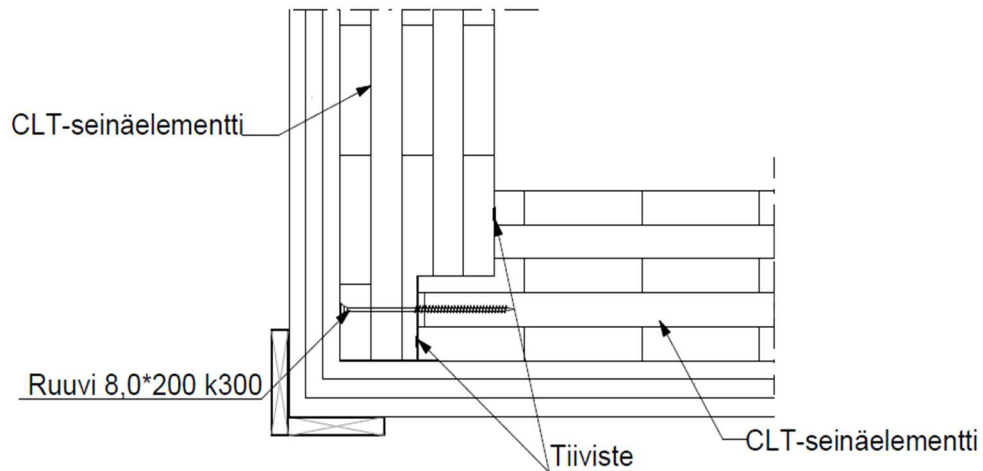


Kuvio 6. CLT-elementin kiinnitys alaohjauspuuhun.

Kiinnitysruuvien paikalleen kiinnitys tehdään välittömästi asennustyön edetessä, etteivät seuraavat elementit peitä ruuvaamattomia kiinnityskohtia. Monikerroksisissa kohteissa on tärkeää, että alakerroksen kiinnitykset ovat valmiit ennen seuraavien kerrosten asentamista. Kiinnitys tehdään, jos mahdollista, piiloon jäävältä puolelta. Näkyvältä puolelta kiinnitettäessä ruuvia upotetaan ja reikään asennetaan puutappi tai massa. Elementtien

saumoihin asennetaan tiivistenauha asennuksen yhteydessä, ja tämän jälkeen kiinnitetään ruuvit, jolloin tulee ilmatiivis liitos. Kuviossa 7 on esitetty nurkkaliitos.

### CLT- ulkonurkka



Kuvio 7. CLT nurkkaliitos.

Kiinnitys on osa elementtien rakennekokonaisuutta, joka on otettu huomioon rakennusosia suunniteltaessa. Rakennuksen jäykistykset ja liitokset ovat valmiita vasta, kun viimeinenkin kiinnitysruuvi on kiinnitetty.

## 5 YHTEENVETO

Tähän opinnäytetyöhön käytetyn ajan määrä suhteessa tulevaisuudessa käytettävään aikaan asennustyömaalla on pieni, jos kirjoittaja on saanut lukijan pohtimaan hyvien suunnitelmien tarpeellisuutta asennustyömaan tehokkuuden ja turvallisuuden parantamisessa.

Tämän opinnäytetyön tekijällä on paljon kokemusta erilaisilta asennustyömailta. Kokemuksista suurin osa on positiivisia, mutta yleistä on asennustyömailla kokonaisvaltaisten suunnitelmien puuttuminen. Oikeanlaisen kaikki huomioon ottavan suunnitelman tekeminen voi olla aika vaikeaa, mutta suunnitelma, jossa on mahdollisuuksien mukaan joustoa ja useimmat tekijät on osattu ottaa huomioon, on parannus positiivisempaan suuntaan.

Kustannustehokkaassa rakentamisympäristössä ennakointi ja suunnitelmallisuus ovat kovaa valuuttaa. Panostus alue-, nosto- ja asennustyön suunnitteluun on panostus tehokkuuteen ja turvallisuuteen. Hyvän suunnitelman tekeminen ja työstäminen voi tuntua raskaalta ja aikaa vievältä työltä nykypäivän kiireessä. Tässä tapauksessa käytetty aika ei ole hukkaan heitettyä vaan säästettyä.

Opinnäytetyötä tehdessä on kirjoittajalle tullut tunne siitä, että on mahdollista yhdistää korkeakoulussa ja työelämässä opittua tietoa sellaiseksi, että siitä on toisillekin apua tulevaisuudessa.

## LÄHTEET

- CLT Finland. (i.a.). *Julkinen rakentaminen*. <https://hoisko.fi/rakentaminen/julkinen-rakentaminen/#:~:text=Puu%20on%20uusiutuva,muun%20muassa%20hirsirakentamisessa>
- CLT Plant. (i.a.). *Miksi CLT?* <https://www.cltplant.com/miksi-clt/>
- Karacabeyli, E. (2013). *CLT-käsikirja: ristikkäislaminoitu puu*. <https://sites.cnr.ncsu.edu/clt-panels/history-of-cross-laminated-timber/>
- Kotilehto. (i.a.). *CLT*. <https://www.kotilehto.net/clt-2/>
- Metsälehti. (7.10.2019). Wallenberg-palkinto myönnettiin CLT:n kehittäjälle. <https://www.metsalehti.fi/uutiset/wallenberg-palkinto-myonnettiin-cltn-kehittajalle/#4a73ae09>
- CrossLam Kuhmo. (i.a.). <https://www.crosslam.fi/uutiset/uutiset/clt-elementti-on-upeasti-esilla-naissa-kohteissa.html>
- Pr-Rakenne Oy. (i.a.). <https://www.prrakenne.fi/clt-rakentaminen>
- Rakennusteollisuus. (2014). *Toimiva työmaa. Hyvät käytännöt*. [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/julkaisuja/toimiva\\_tyomaa\\_2014.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/julkaisuja/toimiva_tyomaa_2014.pdf)
- Työsuojeluhallinto. (2010). Nostoapuvälineet. Turvallisuus. [https://nostokonepalvelu.fi/sites/nostokonepalvelu.fi/files/Nostoapuvälineet\\_turvallisuus.pdf](https://nostokonepalvelu.fi/sites/nostokonepalvelu.fi/files/Nostoapuvälineet_turvallisuus.pdf)
- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205>

## **LIITTEET**

Liite 1. CLT-elementtien asennus- ja kiinnitysohjeet