



Nea Haimakainen

CLT-rungon asennusvaihtoehdot

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Mestarityö

13.10.2023

Tiivistelmä

Tekijä(t): Nea Haimakainen
Otsikko: CLT-rungon asennusvaihtoehdot
Sivumäärä: 24 sivua + 5 liitettä
Aika: 13.10.2023

Tutkinto: Rakennusmestari AMK
Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka
Ohjaaja(t): Lehtori Niina Raistakka

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli pohtia asennusjärjestyksen vaihtoehtoja CLT-rakentamisessa. Työssä pohditaan missä tilanteessa on hyvä asentaa runko kerroksittain ja milloin se kannattaa rakentaa lohkoittain. Projektissa on otettu huomioon, miten eri asennusjärjestys vaikuttaa muiden töiden tahdistamiseen esimerkiksi talotekniikan osalta ja sivutaan taloudellisia vaikutuksia näissä.

Tätä työtä pohjustetaan aluesuunnittelun ja asennusjärjestyksen peruseriaatteilla. Tutkitaan mitä pitää ottaa huomioon, kun edellä mainittuja asiakirjoja aloitetaan laatimaan työmaalle. Hyvät suunnitelman luovat turvallisen ja taloudellisen pohjan asennuksen aloittamiselle.

Opinnäytetyö on toteutettu pääasiallisesti olemassa olevan aineiston pohjalta ja omien kokemusten kautta. Tiedon keruussa on käytetty myös sähköposti- ja puhelinhaastatteluja.

Työssä tarkastellaan asennusjärjestystä työmaan näkökulmasta ja se on laadittu täysin omakustanteisena, ilman toimeksiantoa.

Avainsanat: aluesuunnittelu, asennusjärjestys, asennussuunnitelma, CLT-elementti, puurakentaminen

Abstract

Author(s): Nea Haimakainen
Title: CLT Frame Mounting Options

Number of Pages: 24 pages + 5 appendices
Date: 13 October 2023

Degree: Bachelor of Construction Management
Degree Programme: Construction Site Management
Specialisation option: House Building
Instructor(s): Niina Raistakka, Senior Lecturer

The purpose of this thesis was to consider alternatives to the installation sequence in CLT construction. The final year project considers in which situation it is beneficial to install the frame in layers and when it is worth building it block by block. The project has taken into account how different installation sequences affect the synchronisation of other work, for example in terms of building technology, and touches on the financial impacts of these.

This study is based on the basic principles of spatial planning and installation order. It is examined what needs to be taken into account when starting to prepare the above-mentioned documents for the construction site. Good plans create a safe and economical basis for starting the installation.

The thesis has mainly been implemented on the basis of existing material and through personal experiences. E-mail and telephone interviews have also been utilized in data collection.

The study examines the installation sequence from the point of view of the construction site and it has been drawn up entirely at own cost, without a commission.

Keywords: area planning, CLT element, installation order, installation plan, Wood construction

Sisällys

Käsitteet	1
1 Johdanto	2
2 CLT	3
3 CLT-rakentaminen	4
4 Aluesuunnitelma	6
4.1 Tarkoitus	6
4.2 Sisältö	7
4.3 Huomioitavat asiat	8
5 Asennussuunnittelu	9
5.1 Kuljetus	10
5.2 Työmaa	10
5.3 Välivarastointi	11
5.4 Nostot	11
5.5 Tuennat	12
5.6 Toleranssit	13
5.7 Työturvallisuus	14
5.8 Olosuhdehallinta	16
5.8.1 Kosteudenhallintasuunnitelma rakentamisaikana	17
5.8.2 Sääsuojaus	18
6 Asennus	20
6.1 Kerroksittain	20
6.2 Lohkoittain	22
6.3 Vaikutukset aikatauluun	23
6.4 Taloudelliset vaikutukset	23
7 Yhteenveto	24
Lähteet	25
Liitteet	28
Puurakenteiden asennustoleranssit SFS 5978	28

Kosteudenhallinta puurakenteisessa (Puuinfo 2020)	30
Sähköpostihaastattelu 15.8-4.9.2023 Toni Viisanen	31
Sähköposti- ja puhelinkeskustelu, Jani Miettinen 30.10.2023	32
Tietoa uudisrakennuksesta (Järvenpään kampus)	33

Käsitteet

Aluesuunnitelma	Asiakirja, josta käy ilmi työmaa-alueen käyttö. Siitä käy ilmi työmaalla toimiville, miten on järjestetty turvallisuus, työskentely sekä logistiikka alueella.
Asennussuunnitelma	Asiakirja, joka kuvaa asennuksessa käytettävät menetelytavat
Asennustoleranssi	Asennuksessa suurin sallittu vaihteluväli kappaleiden sijainnin välillä
CLT	Cross Laminated Timber, eli ristiin liimattu massiivipuu tai monikerroslevy
CLT-elementti	CLT-levyistä valmistettu massiivipuu-elementti
Standardi	Kirjallinen julkaisu, joka suosittelee/määrittelee tuotteiden tai palveluiden ominaisuudet ja vaatimukset sekä järjestelmien toiminnan.

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena on käsitellä CLT-rakentamista ja erityisesti runkovaihetta. Työssä käydään läpi huomioon otettavia asioita, ennen töiden aloittamista sekä töiden aikana, jotta asennusvaihe saataisiin suoritettua mahdollisimman hyvin ilman ongelmia kustannustehokkaasti ja turvallisesti. Käyn työssäni teoriaa läpi kirjallisten aineistojen sekä omien kokemusteni kautta. Olen laatinut aineistoa käyttäen RT-kortteja sekä SFS 5978 pohjana ja lukenut aihetta käsitteleviä opinnäytetöitä. Sain myös korvaamatonta apua asiantuntevalta työnjohtajalta, joka auttoi minua tilanteissa, joista minulla ei ollut omakohtaista kokemusta.

Työ on toteutettu omakustanteisena. Tutkimusaineistona on käytetty olemassa olevia kirjoituksia, haastatteluita sekä omakohtaisia kokemuksia. Valitsin kyseisen aiheen, koska puurakentaminen on kiehtonut minua jo pienestä saakka. Ammattikorkeakoulussa perehdytään puurakentamiseen, mutta se on vain pintaraapaisu hyvin mielenkiintoiseen ja laajaan aihealueeseen. Halusin itse lähteä tutkimaan asiaa, jotta tulevaisuutta ajatellen aiheesta olisi enemmän tietoa. Puurakentamista yritetään nostattaa Suomessa sen ympäristöystävällisyyden vuoksi. Vuoteen 2025 mennessä olisi tavoite, että kaikesta julkisesta rakentamisesta puurakentamisen markkinaosuus olisi 45 %. [1.]

Työssä vertaillaan kahta sääsuojan alla valmistunutta CLT-työmaata Keski-Uudeltamaalta. Ensimmäinen esimerkkikohde sijaitsee Tuusulassa. Kyseessä on kaksikerroksinen P2-paloluokan sprinklattu päiväkotirakennus. Lisäksi kohhteessa on isot kylmät ullakotilat. Runko asennettiin kerros kerrallaan. CLT:tä rakennuksessa on yhteensä n.1500 m³. [2.]

Toinen kohde on Järvenpäässä sijaitseva kaksikerroksinen kampusrakennus, jossa runko toteutettiin lohkoittain. Kyseessä on n. 3000 kerrosneliöinen puurakennus, johon on käytetty 1200 kuutiometriä sahatavaraa. [3.]

2 CLT

CLT eli Cross Laminated Timber on ristiin liimattuja massiivipuisia lamelli- eli puukerroslevyjä. Se on alkujaan kehitetty Sveitsissä 1990-luvulla ja myöhemmin sitä on jatkojalostettu Itävallassa. Täysimittaiseen teolliseen tuotantoon menetelmä oli kehitetty 2000-luvun alkuun mennessä. Tuotteen suosio kasvaa koko ajan etenkin Pohjois-Amerikassa ja Keski-Euroopassa. [4.]



Kuva1: Viisilamellinen CLT-seinäelementti

Tavallisesti CLT-elementissä on kolme, viisi tai seitsemän kerrosta (kuva1), mutta niitä voi olla enemmänkin. Nämä kerrokset tuovat tuotteelle jäykkyyttä, lujuutta ja hyvää palonkestävyyttä, kuitenkin pitäen sen kevyenä suhteessa ominaisuuksiin. Normaalit elementtipaksuuden vaihtelevat 60 mm ja 400 mm välillä. Tavallisimmin lamellien raaka-aineena on käytössä C24 lujuusluokan kuusi- tai mäntysahatavaraa. Käytettävät laudat lujuuslajitellaan ja sormijatketaan. Levyjen valmistustekniikoita on useita, mutta Keski-Euroopassa yleisimmin on käytössä tyhjiönävulla tehtävä vakuumiliimaus. Levyt voidaan liimata myös toisiinsa

prässien avulla puristamalla. Pinnanlaatuluokitukset menevät valmistajakohtaisesti, mutta tavallisimmin ne voidaan jakaa hiottuun, teolliseen ja ei-näkyvään laatuluokkaan. [5.]

3 CLT-rakentaminen

CLT-rakentamisella on monia etuja. Se on nopeaa ja elementtien työstäminen työmaaolosuhteissa on helppoa. Elementit ovat myös kevyitä sekä tiiveyden toteuttaminen on helppoa. Puu materiaalina tuo hyvää sisäilmaa ja äänimaailma on erilaista kuin betonielementtirakennuksissa.

Puu on rakennusmateriaaleista ympäristöystävällisin. Puurakentamisessa päästöt ovat muita materiaaleja pienemmät ja se sitoo itseensä hiilidioksidia, jopa 750 kiloa kuutiometriä kohden. Hoisko.fi sivustolla kerrotaan, että Mikko Viljakainen sekä Tero Lahtela ovat todenneet tutkiessaan rakentamisen hiilijalanjälkeä:

CLT-talon biogeenisen hiilen varasto on niin paljon rakentamisen aiheuttamia päästöjä suurempi, että rakennus on hiilineutraali vielä 12,7 vuoden lämmityksen jälkeen, jos lämmitys perustuu kaukolämpöön, ja 55 vuoden jälkeen, jos lämmitys tehdään uusiutuvilla energiamuodoilla. Tähän asti rakennus on hiilinegatiivinen. [6.]

CLT sopii erinomaisesti lähes jokaiseen rakennuksenosaan. Sitä voidaan käyttää ala-, väli- ja yläpohjaelementteinä, sekä rungon kantavina ja ei-kantavina rakenteina. CLT-elementeistä valmistetaan asuinrakennuksia, julkisia tiloja sekä teollisuus- ja liikerakennuksia. Monipuolisuutensa vuoksi sitä voidaan käyttää myös maisemarakentamiseen, kuten meluaidoissa. [4.]

Elementeistä jää toisinaan ns. hukkapaloja, joita voi hyödyntää rakentamalla esimerkiksi pöytäryhmän (kuva 2). Tällaisia ovat esimerkiksi ikkunoiden ja ovi-
aukkojen kohdata poistetut palat, jotka ovat olleet jäykistämässä sekä tuke-
massa elementtiä kuljetuksen ja nostojen ajan. Palat poistetaan elementtien
asennuksen jälkeen, jonka jälkeen ne ovat työmaalle usein hyödyttömiä (Oma
kokemus).



Kuva 2: CLT-elementtien hukkapaloista rakennettu pöytäryhmä.

Palonkestävyys elementeillä on parempi verrattuna tavalliseen puutavaraan. Sen syttyminen on heikkoa, jatulipalotilanteen sattuessa massiivipuu ainoastaan hiiltyy. Rakenteellinen lujuus säilyy myös tulipalosta huolimatta. [7.]

CLT:n sisältämän veden, jota on noin. 12 %, on haihduttava ennen palon syttymistä. Vaikka se syttyisi, pystytään sen käyttäytyminen ja hiiltymisnopeus ennustamaan. Hiiltymisen toimii suojana sisemmille levykerroksille, jonka vuoksi rakenteen romahtaminen tulipalossa on epätodennäköistä. [7.]

CLT:tä käytetään myös paljon hybridirakentamisessa. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennuksessa tai rakennuskohteessa on käytetty ja yhdistelty eri rakennusmateriaaleja. Jos on suunnitteluvaiheessa otettu huomioon materiaalien ominaisuudet ja niiden yhteisvaikutus, saadaan materiaaleista parhaat ominaisuudet käyttöön. Betonin yhdistäminen CLT-elementteihin on suhteellisen helppoa ja

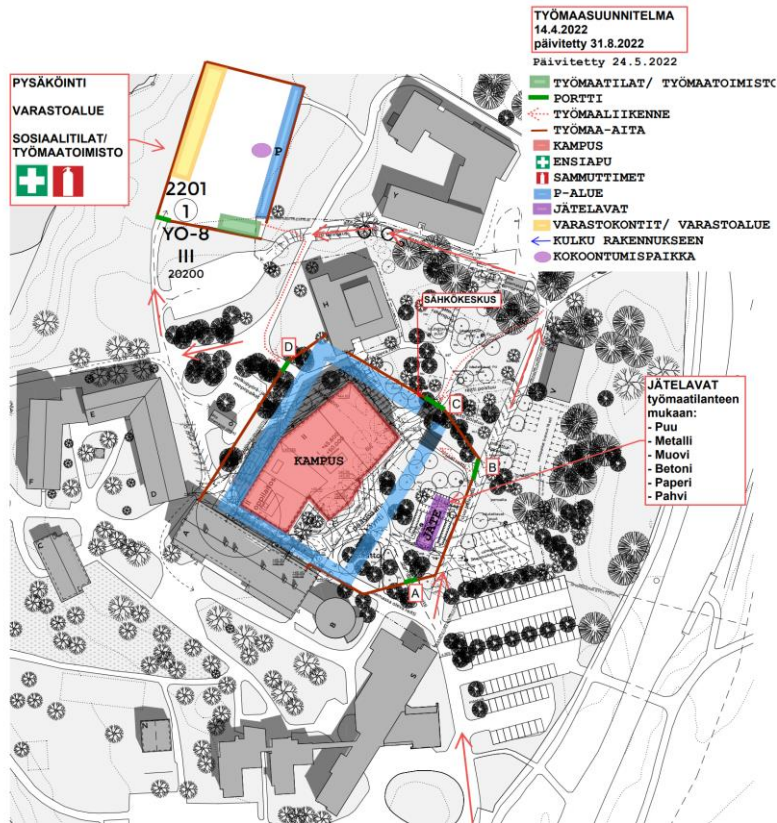
vaivatonta työmaan kannalta. Rakentaminen on voitu toteuttaa esimerkiksi niin, että kantavat- ja pohjarakenteet ovat betonia ja kevyet väliseinät puuta. Tämä tuo rakennuksille moninaisuutta ja mahdollistaa uusiutuvien materiaalien suurempaa käyttöä.

4 Aluesuunnitelma

4.1 Tarkoitus

Aluesuunnitelman laatiminen on tärkeää, kun halutaan rakentamisesta turvallista, laadukasta ja taloudellista. Sen tarkoituksena on helpottaa rakennustyömaan sujuvuutta eri asennusvaiheissa. Aluesuunnitelma on kirjallinen dokumentti, jota tulee ylläpitää koko rakennushankkeen ajan. Suunnitelma ohjaa työmaan sujuvaa käyttöä ja liikennettä, ottaen myös huomioon ulkopuoliset riskitekijät. [8.]

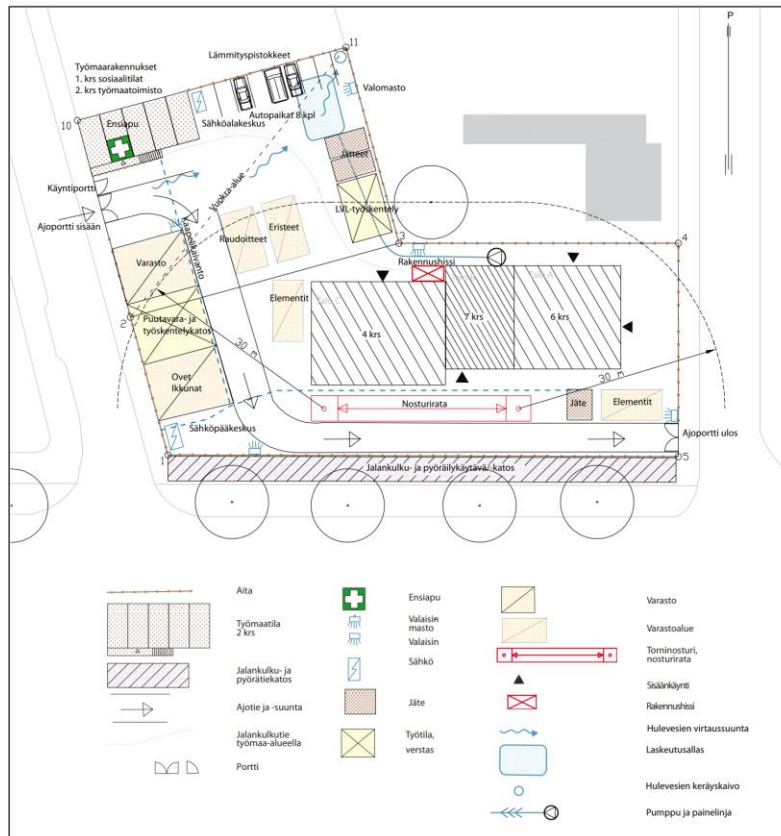
Aluesuunnitelmalla voidaan tiedottaa hankkeen eri osapuolia. Se tulee sijoittaa keskeiselle paikalle, kaikkien nähtäville. Kuva 3. kertoo työmaalla työskenteleville ja asioiville tahoille selkeästi, miten työmaa on suunniteltu toteutettavaksi. Siitä käy ilmi missä menee työmaa-alueen raja-aidat, kierrätyspisteen sijoittelut ja muut huomioon otettavat seikat. Työmaan aluesuunnitelman pohjalta esimerkiksi tavarantoimittajat osataan ohjata oikeaan paikkaan purkamaan ja mahdollisen työtaturman sattuessa jokainen tietää ensiapuvälineistön sijoituspaikan.



Kuva 3: Esimerkki työmaa nro. 2 työmaasuunnitelma

4.2 Sisältö

Aluesuunnitelma päivittyy ja muuttuu rakennushankkeen edetessä. Siitä laaditaan jokaisessa vaiheessa oma kirjallinen esityksensä. Pääpiirteittäin siitä ilmenee työmaa-alueen rajaus ja erotus, liikenne- ja nostojärjestelyt, työmaatilat, ensiapu ja alkusammutuskalusto, jätehuolto, purku-, lastaus- ja varastointipaikat, työskentelytilat, suojaukset ja tilavaraukset sekä työmaa-aikaiset vesi- ja viemäriverkostot, kuten kuvasta 4 on esitetty. [8.]



Kuva 4: Esimerkki runkotyövaiheen aluesuunnitelmasta (RATU C2-0454)

4.3 Huomioitavat asiat

Monella työmaalla käytetään, etenkin puurakentamisessa, sääsuojausta, joka tulee ottaa huomioon aluesuunnitelmaa laadittaessa. Suojan sisällä on rajallinen tila, ja sen pinta-ala vie suuren osan alueellisesta työmaakapasiteetistä. Telttaan on myös mahdollista raskasta kalustoa, joten sääsuojan tulee olla tarpeeksi korkea nostoille ja riittävän iso leveydellisesti, jotta elementit saadaan asennettua sujuvasti. [9.]

Aluesuunnitteluun saadaan lähtötiedot hankeasiakirjoista sekä tuotantosuunnitelmista. Näihin lukeutuu mm.

- Aikataulut
- Viranomais määräykset
- Hankkeen piirustukset ja suunnitelmat

- Turvallisuusasiakirjat
- Pohjatutkimukset
- Alueen kartat (kaapeli- ja putkikartat)
- Käytettävän kaluston tiedot ja vaatimukset (mm. ajoneuvoyhdistelmien ja kuljetuskaluston vaatimukset) [8].

Työmaalla toimivan henkilöstön tulee noudattaa aluesuunnitelmaa ja ylläpitää ennalta sovittua järjestystä. Tavarointa ei tule varastoida muualla, kuin varastointialueella. Pehdytystilaisuudessa käydään sen hetkinen suunnitelma läpi ja allekirjoitetaan asiakirja todenteeksi, että suunnitelmaa noudatetaan. Tämän lisäksi henkilöstöllä tulee olla mahdollisuus tutustua ajantasaiseen aluesuunnitelmaan koko työmaan ajan. [8.]

5 Asennussuunnittelu

Ennen asennustöiden aloittamista on laadittava elementtien asennussuunnitelma. Päätoteuttajan on huolehdittava, että suunnitelma löytyy työmaalta kirjallisena. Jotta asennussuunnitelma voidaan laatia, tarvitaan siihen rakennesuunnittelijalta riittävät lähtötiedot asennusjärjestyksestä, väliaikaisesta tuennasta, lopullisista kiinnityksistä niin, että kaikissa asennustyönvaiheissa rakenteiden vakavuus säilytetään. Rakennesuunnittelijalta tarvitaan myös tiedot elementtien turvalliseen nostoon ja käsittelyyn, sekä turvalliseen asennukseen, kuten tarvittaviin kaiteisiin ja niiden kiinnittämiseen. Lopullinen elementtien asennussuunnitelma on hyväksyttävä eri suunnittelijoilla asianmukaisesti. [10.]

Asennussuunnitelman tavoite on varmistaa turvallinen työskentely. Sen laadinnassa on otettava huomioon työturvallisuusvaatimukset eri osapuolten välillä elementtirakentamisessa.

Asennussuunnitelmassa on esitettävä vähintään:

- Työmaan kohdetiedot
- Elementtien tyypit sekä määrät
- Nostoapuvälineet ja niiden käyttö

- Nostojen suunnittelu sekä niiden erityistoimenpiteet
- Välivarastoinnin ja asennuksenaikaiset siirrot
- Välivarastointi ja sen järjestelyt
- Asennuksien vaiheet
- Asennusjärjestys elementeille
- Toleranssit eli sallittu asennustarkkuuden vaihteluväli
- Väliaikaiset tuennat sekä vähimmäistukipinnat
- Seurantamittaukset
- Lopulliset kiinnitykset
- Tarvittavat työskentelytasot sekä henkilökohtaiset putoamissuojaukset [10].

5.1 Kuljetus

Elementtien kuljetuksessa on kiinnitettävä huomiota erityisesti elementtien suojaukseen ja kuorman kiinnitykseen. Kuorman purkua ja asennusta helpottaa se, että tehtaalla on tiedossa elementtien asennusjärjestys, jolloin kuorma voidaan lastata asennusjärjestykseen tai mahdollisimman lähelle, huomioon ottaen kuitenkin turvallinen kuljetus ja kuorman painopisteiden tasapainotus. Elementit tulee kuljettaa tarkoituksen mukaisilla ajoneuvoilla, erikseen sovitun aikataulun mukaisesti. [10.]

5.2 Työmaa

Työmaalle tulee järjestää asianmukaiset kulkureitit elementtikuormille. Teiden tulee olla tasaisia ja mahdollisimman suorina. Sokkeleiden sekä työmaatekniikan ylityskohdat tulee olla suojattu riittävän hyvin, jotta ne eivät pääse vahingoittumaan. Suojaus voidaan toteuttaa esimerkiksi sepelikerroksella sekä kumimattoilla tai ylityksiin tarkoitetuilla kouruilla sekä ajosilloilla.

5.3 Väliavarastointi

Työmailla on yleensä hyvin vähän tilaa, joten CLT-elementit pyritään asentamaan suoraan kuormasta tai ainakin niin, ettei elementeille tule turhan pitkiä väliavarastointeja.

Jos kuitenkin joudutaan turvautumaan väliavarastointiin, niin elementit on suojattava huolellisesti. CLT Finland Oy suosittaa elementtien varastointia pystyasennossa, suoralle pohjalle tuetuissa väliaikaisissa telineissä, jolloin ne vievät vähemmän tilaa ja niiden suojaus on helpompaa. [15.]

Varastointialueet tulee merkitä aluesuunnitelmaan.

5.4 Nostot

Asennussuunnitelmassa tulee käydä ilmi nostojen osalta:

- Taakkojen painot elementtityypeittäin
- Nostokalusto
- Nostopaikat (nostopaikkasuunnitelma)
- Nostoissa käytettävät apuvälineet elementtityypeittäin
- Nostojen ohjaus
- Mahdolliset rajoitukset.

Nostoihin tulee valita ominaisuuksiltaan riittävä asennusnosturi, jotta pystytään saavuttamaan tarpeellinen nostokyky sekä ulottuvuus. Elementtien nostokohdat on määriteltävä tarkoin. Nostoapuvälineinä saa käyttää vain siihen tarkoitettuja apuvälineitä (kuva 5). CLT-nostoissa käytetään mm. nostokoukkuja sekä -ruuveja.

Nostoihin osallistuvilla henkilöillä on oltava riittävä tietotaito sekä koulutus. Alue on rajattava asianmukaisesti, eikä alueella saa liikkua ylimääräisiä henkilöitä turvallisuusriskien vuoksi. Tiimillä tulee olla selkeät yhdessä sovitut käytänteet, joilla voidaan ohjata työn sujuvuutta turvallisesti. Jos näkö- tai kuuloyhteys on

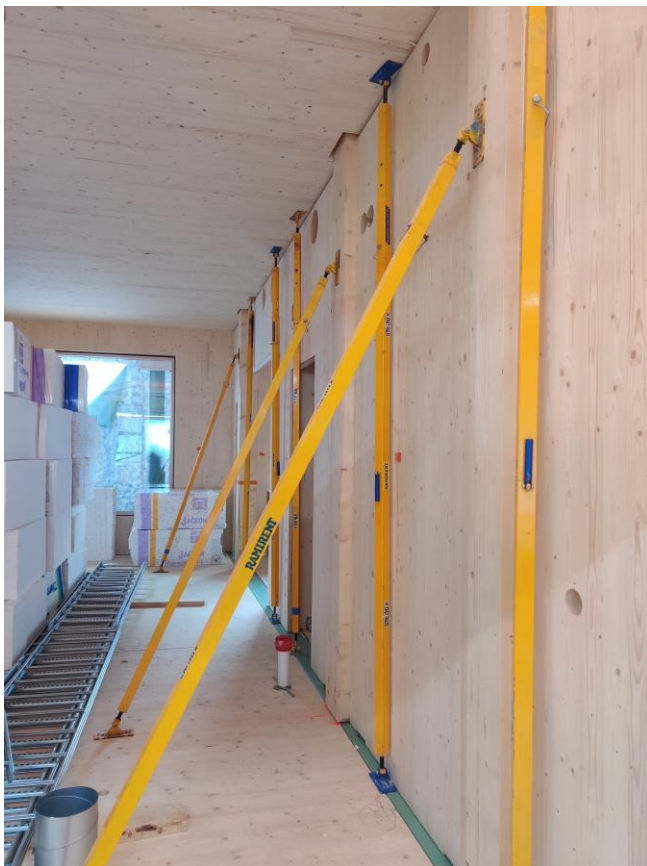
heikko, tulee kommunikoinnissa käyttää apuna esimerkiksi radiopuhelimia. Käytettävät käsimerkit on oltava selkeitä ja yhteneväisiä, jotta asentaminen on mahdollisimman turvallista. Korkealle suoritettavissa nostoissa on huolehdittava riittävästä putoamisturvallisuudesta ylhäällä. Huonoissa keliolosuhteissa on syytä miettiä, voidaanko työ suorittaa toisena ajankohtana. Tällaisia sääolosuhteita ovat mm. voimakas tuuli tai sankka sumu. Tuuli tekee nostettavasta taakasta hallitsemattoman ja sumu heikentää näkyvyyttä (oma kokemus).



Kuva 5: Elementin nostotyöt käynnissä

5.5 Tuennat

Väliaikaisissa tuennoissa on noudatettava rakennesuunnittelijan mitoituksen mukaisia ohjeistuksia. Elementit tuetaan elementtitukien avulla sokkeleihin tai ympärillä oleviin rakenteisiin (kuva 6). Tuennat voidaan poistaa, kun lopulliset kiinnitykset ovat täysin valmiita. [10.]



Kuva 6: Väliaikaiset elementtituennat saa poistaa lopullisten kiinnitysten valmistuttua.

5.6 Toleranssit

Elementtien asennuksessa tulee noudattaa standardin mukaisia asennustoleransseja. SFS 5978 -standardi esittää puurakenteiden toteutukselle vaatimukset, joiden mukaan yhteistyö suunnittelun ja toteutuksen tulisi kulkea käsikädessä.

Jotta asennustoleranssi pystytään paremmin hallitsemaan, jokainen osatoteuttajan on huolehdittava omien tuoteosien sekä työvaiheiden mittauksesta. Päätoteuttajan vastuulla on huolehtia koko rakennuksen mittauksesta. Työvaiheiden välillä on hyvä tehdä tarkemmittauksia, joiden avulla voidaan huomata varhaisessa vaiheessa jo mahdolliset poikkeamat ja ne on helpompi korjata silloin, eikä mittapoikkeamat pääse kertautumaan töiden edetessä [16].

Asennustyössä tulee noudattaa liitteen 1. asennustoleransseja, ellei toteutusasiakirjoissa ole muuta mainittu. Siinä kuvataan suurimmat sallitut mittapoikkeamat rakennusosien välillä. Toleranssit ovat jaettu eri toleranssiluokkiin:

- Toleranssiluokka 1:
 - Rakennusosat, joilla vaaditaan erityistä mittatarkkuutta sekä joille on asetettu erityisen korkeat ulkonäkövaatimukset
- Toleranssiluokka 2:
 - Toimisto-, asuin- ja liikerakennukset tai niitä vastaavien rakennusten rakennusosat. Yleisimmin käytetty asennustarkkuusluokka
- Toleranssiluokka 3:
 - Hallirakennusten yms. tilojen rakennusosat, joille voidaan sallia luokkaa 2 alhaisemmat ulkonäkö- ja mittatarkkuusvaatimukset

Toteutusasiakirjoissa on voitu myös määrittää toleranssiluokkia 1 väljemmät tai luokkaa 3 tiukemmat asennustarkkuudet. Luokassa 1 esitetyt toleranssi ovat olennaisia toleransseja kuitenkin. Niistä saa poiketa ainoastaan lievempään suuntaa, jos se on otettu huomioon rakenteiden mitoituksessa. [16.]

5.7 Työturvallisuus

Työturvallisuus on laissa säädetty ja siitä ei tule joustaa missään tilanteessa. Monet asetukset ohjaavat kohti turvallisempaa rakentamista. Valtioneuvoston päätös, joka sisältää rakennustöissä noudatettavat järjestysohjeet, on annettu huhtikuussa 1969 työturvallisuuslain nojalla. Tämän jälkeen ohjeita on muutettu muutaman kerran osittaismuutoksilla. Keskeisin työsuojeluun liittyvä laki Suomessa on työturvallisuuslaki (738/2002). [18, s. 25.]

Asennustöissä on ensiarvoisen tärkeää huolehtia turvallisesta työskentelystä, noudattamalla annettuja lakeja, määräyksiä ja ohjeita. Esihenkilöt ja työnjohto ovat vastuussa siitä, että asentajat noudattavat turvallista työskentelyä ja he ovat saaneet riittävän perehdytyksen työhönsä sekä työmaalla toimimiseen.

Jokaisen tulee käyttää henkilökohtaisia suojaimia. Putoamissuojaukset tulee olla ensisijaisesti rakenteellisia esteitä. Mikäli putoamisen estäviä kiinteitä järjestelmiä ei voida käyttää, on korkealla työskennellessä huolehdittava vaatimukset täyttävistä valjaista ja putoamisen estävistä työturvallisuus välineistä. [10.]

Pölyävissä töissä on huolehdittava hengityssuojaimista ja riittävästä pölynhallinnasta. Puupöly luetellaan terveydelle haitalliseksi ja on näin ollen työturvallisuusriski. Kaikki lehtipuupölylle sekä sekapuupölylle, joka sisältää lehtipuupölyä, altistuvat henkilöt on ilmoitettava ASA-rekisteriin. Laki syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien rekisteristä ja luettelosta (452/2020) tuli voimaan syyskyn 1. vuonna 2020. ASA-lain perusteella työnantajan velvollisuus on pitää luetteloa henkilöistä, jotka altistuvat lehtipuupölylle ja heidät on ilmoitettava takautuvasti Työterveyslaitoksen ylläpitämään rekisteriin aina seuraavan vuoden alussa. Muutokset ASA-ilmoitusvelvollisuudesta astuivat voimaan siirtymäsäädöksen (STM asetus 1273/2019) nojalla tammikuun 1. vuonna 2020. [20.]

Ennen nostotöiden aloittamista on varmistettava, että käytettävät koneet ja laitteet ovat kunnossa, eikä nostoapuvälineissä ole havaittu poikkeavuuksia. Nostokoneen kuljettajalla on oltava riittävä osaaminen ja asianmukaiset luvat toimintaan. Nostoon osallistuvilla tahoilla on oltava yhteisymmärrys käytettävistä käsimerkeistä tai kommunikointitavoista. Näkö- tai radioyhteys pitää olla esteetön. Nostosuunnitelma tulee olla ajan tasalla. [10.]

Töissä käytettävät laitteet ja välineet on oltava määräysten mukaisessa kunnossa. Väliaikaisista tuennoista on varmistuttava, jotta ne ovat riittävät ja kestävät elementtien veto- ja puristusvoimat, eikä niitä saa poistaa ennen lopullisia tuentoja tai kiinnityksiä. [10.]

Työmaalla on oltava järjestettynä alkusammutus- ja ensiapuvalmius. Työko-
neille ja välineille tulee suorittaa asiaan kuuluvat sekä vaadittavat tarkastukset.
Lisäksi työmaalla suoritetaan mm.TR-mittauksia, joiden avulla saadaan hallittua
työmaan turvallisuutta, korjata havaitut puutteet välittömästi sekä pystytään seu-
raamaan historiikka havaintojen osalta.

5.8 Olosuhdehallinta

Olosuhteidenhallinta on isossa roolissa CLT-elementtien kanssa työskennel-
lessä. Jo ennen asennuksen aloitusta on hyvä tarkkailla kosteusolosuhteita eri-
laisten mittareiden avulla. Työmaalla on huolehdittava siitä, että vesi ei pääse
haitallisesti kosketuksiin elementtien kanssa, eikä näin ollen pääse aiheutta-
maan vahinkoa rakennusmateriaaleille.

Kosteusseuranta tulee tehdä työmaan alusta luovutukseen saakka. Tarvitta-
essa voidaan laatia riskienhallinta-analyysi elementeille, jolla kartoitetaan kos-
teusriskit. [10.] Jokaisesta elementtikuormasta on hyvä mitata kosteudet muuta-
masta kohtaa (kuva 7) ja laatia tästä asiakirja kuvineen arkistoitavaksi. Raja-ar-
vot eivät saa ylittyä missään vaiheessa. Kosteus ei saa ylittää 18 % kuorman
vastaanotto vaiheessa. Rakenteiden kosteusrasitukseen ja -riskeihin varaudu-
taan jo suunnitteluvaiheessa laatimalla kosteudenhallintasuunnitelma.



Kuva 7: Kosteusmittaus työmaalle saapuneesta elementtikuormasta

Olosuhdeseurannasta on huolehdittava koko projektin ajan ja siitä tulee pitää aktiivista kirjaa sekä dokumentointia. Markkinoilla on useita laitteita ja sovelluksia, joiden avulla olosuhteiden hallinnan seuranta on helppoa, esimerkkinä mainittakoon Vatupassi.fi-vuokraamon tarjoama olosuhdeseuranta järjestelmä, jonka avulla voidaan lukea mm. työmaan kosteus- ja lämpötiloja sekä paineeroja reaaliajassa. Data tallentuu pilvipalveluun, josta se on helppo lukea ja näin pystytään välittömästi reagoimaan puutteellisiin olosuhteisiin työmailla [11]. Toisenlainen työmaasovellus esimerkki on Congrid [12], minne kirjataan manuaalisesti työmaalla tehtyjä havaintoja. Työmaalla järjestettävissä kokouksissa tarkastellaan aktiivisesti työmaahan liittyviä olosuhteita ja niiden hallintaa. Tällaisia kokouksia ovat mm. työmaakokoukset, urakoitsijapalaverit ja pääurakoitsijan sisäiset viikkopalaverit.

5.8.1 Kosteudenhallintasuunnitelma rakentamisaikana

Työmaan laatima kosteudenhallintasuunnitelma laaditaan rakennuttajan teettämän kosteudenhallintaselvityksen pohjalta. Rakennuttaja määrittää laatutavoitteet sekä miten niitä varmennetaan, tarkistetaan ja dokumentoidaan. Vastaava työnjohtaja laatii työmaan kosteudenhallintasuunnitelman, joka kertoo kuinka vaaditut tavoitteet tullaan täyttämään. Uudisrakentamisessa voidaan laatia omat suunnitelmat runko- ja sisävalmistusvaiheille. Pääurakoitsijan tulee esittää dokumentit ja hyväksyttää hankkeen tilaajalla. Muilla työmaalla toimivilla urakoitsijoilla on velvollisuus toimittaa omat kosteudenhallintasuunnitelmansa työmaan kosteudenhallintasuunnitelmasta vastaavalle urakoitsijalle. [13.]

Työmaalla tulee noudattaa kosteudenhallintasuunnitelmaa. Pääurakoitsija huolehtii, että jokainen työmaan työntekijä ja aliurakoitsija on perehdytetty asiakirjaan. Jokaisen tulee tiedostaa vastuunsa sekä velvollisuutensa olosuhteidenhallinnassa. Kosteudenhallintasuunnitelmaa tulee päivittää rakentamisen aikana. [10.] Työmailla palkataan erikseen rakennuttajan puolelta kosteudenhallintakoordinaattori, joka valvoo tilaajan etuja sekä ohjaa urakoitsijan toimia. Kosteudenhallintakoordinaattorin pätevyys perustuu ympäristöministeriön asetukseen

rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017. Asetuksen 12§ mukaisesti, on rakennushankkeeseen nimettävä henkilö, joka vastaa hankkeen kosteudenhallinnan valvonnasta. Luvanvaraisessa rakentamisessa hankkeeseen ryhtyvän on ilmoitettava nimetty henkilö rakennusvalvontaviranomaiselle hankkeen kosteudenhallintaselvityksessä. [13.]

Liitteessä 2 on esitetty kosteuslähteet ja niiden huomioitavat seikat rakennustyömaalla [18].

5.8.2 Sääsuojaus

Materiaalit tulee varastoida irti maasta. Varastointiolosuhteet olisi hyvä pitää käyttöolosuhteita vastaavassa paikassa. Tavarantoimittajat antavat lisätietoja yksittäisten tuotteiden varastointiin liittyvistä seikoista. Tuotteiden kotiutusaitaukseen on hyvä kiinnittää huomiota, jotta turhalta välivarastoinnilta vältytään ja näin ollen myös olosuhteiden aiheuttamat riskit pienenevät.

Taulukossa 1. on esitetty erilaista sääsuojauskalustoa, jolla voidaan työmaalla pyrkiä vähentämään säiden aiheuttamaa kuormitusta. Taulukkoon on eritelty käytettävä kalusto, sen käyttökohteet sekä huomioonotettavat seikat.

Taulukko 1: Sääsuojauskalusto [16. s.16]

Sääsuojauskalusto	Käyttökohteet	Huomioitavaa
Sääsuoja	<ul style="list-style-type: none"> - pitkäaikainen suojaus - kattava suojaus lumelta, sateelta ja tuulelta - pitää jonkun verran lämpöä, vaalea sääsuoja voi tuoda valoa - suojaa työntekijät, työkohteen ja rakennusmateriaalit - paljon ratkaisuja, kuten erilliskokoinen sääsuoja, julkisivutelineisiin kiinnitettävä katto-osa 	<ul style="list-style-type: none"> - ilmanvaihdon riittävyys tarkistettava - ankkuroinnissa huomioitava mm. tuulikuormat - suojauksen laajuus ja toimivuus varmistettava nostojen yhteydessä - suojien ja telien kunto tarkastetaan säännöllisesti
Julkisivusuoja	<ul style="list-style-type: none"> - pitkäaikainen suojaus - tiivis julkisivu 	<ul style="list-style-type: none"> - vaatii kantavan alustan telien - ilmanvaihdon riittävyys tarkistettava - suojien ja telien kunto tarkastetaan säännöllisesti
Suojapeitteet	<ul style="list-style-type: none"> - lyhyt- ja väliaikainen suojaustapa - useita käyttökohteita: sateelta suojaus, lämpösuojaus, routasuojaus, maansulatus, likaantumisen estäminen 	<ul style="list-style-type: none"> - riittävän varma kiinnitys tarkistettava - suojapeitteiden kunto tarkistettava säännöllisesti

CLT-elementtien sääsuojauksesta tulee huolehtia erityisen tarkasti, koska kyseessä on puusta tehty kokonaisuus. Suurin osa rungoista asennetaan sääsuojauksen alla, mikä estää veden, lumen sekä muiden sääolosuhteiden suoran kontaktin materiaalien kanssa. Usein sääsuojan käyttö on tilaajan vaatimus isommissa rakennuskohteissa. Vaikka sääsuojan juoksevat kulut ovat isot, antaa se myös paljon hyötyjä. Se vähentää aikatauluviiveitä, jotka johtuvat sääolosuhteista, lisää työtehokkuutta sekä vähentää materiaalien hukkaa ja häviämistä. Myös työturvallisuuden kannalta rakennetulla sääsuojalla on ollut positiivisia vaikutuksia. [20, s.21–22.]



Kuva 8: Sääsuojateltan sisällä rakentuu CLT-päiväkoti

Esimerkkityömaalla numero 1. sääsuojan (kuva 8) pystyttämiseen kului aikaa kuusi viikkoa ja sen hinnaksi tuli n. 850 € per päivä. Toisinaan CLT-elementtejä asennetaan myös ilman sääsuojaa, mutta silloin kosteudenhallinta korostuu entistä enemmän. [21, s. 5.]

6 Asennus

Elementtiasennuksia suunniteltaessa joudutaan toisinaan puntaroimaan asennusjärjestystä ja eri vaihtoehtoja asennuksille. Moni asia vaikuttaa lopullisen asennusjärjestyksen lopputulemaan. Tällaisia voivat olla esimerkiksi tontin koko, tarvittava sääsuoja, säästettävä puusto, rakennuksen muoto tai teltan koko. Materiaalivalinnat, asennustekniikat ja -tavat sekä elementtien koko on myös suuressa roolissa asennusjärjestyksen muodostumiseen. [21, s.14.]

Asennukselle on olemassa vaihtoehtoisia järjestyksiä ja niitä tulee punnita suunnitteluvaiheessa. Rungon asennusjärjestä suunnitellessa tulee ottaa huomioon mahdolliset aikataululliset, taloudelliset sekä muiden töiden samanaikaiset tahditukset.

Lopullinen asennusjärjestys on hyväksyttävä rakennesuunnittelijalla. Rakennesuunnittelija varmistaa, että runko kestää valitun asennusjärjestyksen. [15.]

6.1 Kerroksittain

Kerroksittain asentamisella tarkoitetaan sitä, että elementit asennetaan kerroskerrallaan. Kun yksi taso on saatu valmiiksi, siirrytään seuraavaan. Tämä on vaihtoehto silloin, kun on mahdollista saada tarpeeksi suuri sääsuoja, jolloin nostokalustolla ja muulle asennuksen kannalta oleelliselle välineistölle sekä henkilöille on tarpeeksi tilaa.

Esimerkkikohteessa 1. rungon asennus tapahtui kerros kerrallaan. Rakennus oli muodoltaan suorakaidemainen ja sääsuoja tarpeeksi iso. Asennuksessa käytettiin ajoittain kahta nostokuljetusautoa, jolloin runkoa pystyttiin toteuttamaan samanaikaisesti rakennuksen molemmin puolin. Valitulla asennusjärjestyksellä ei ollut vaatimuksia kahdelle asennusryhmälle, mutta tällä tavoin saatiin kurottua koronapandemian aiheuttamia aikatauluviiveitä kiinni.

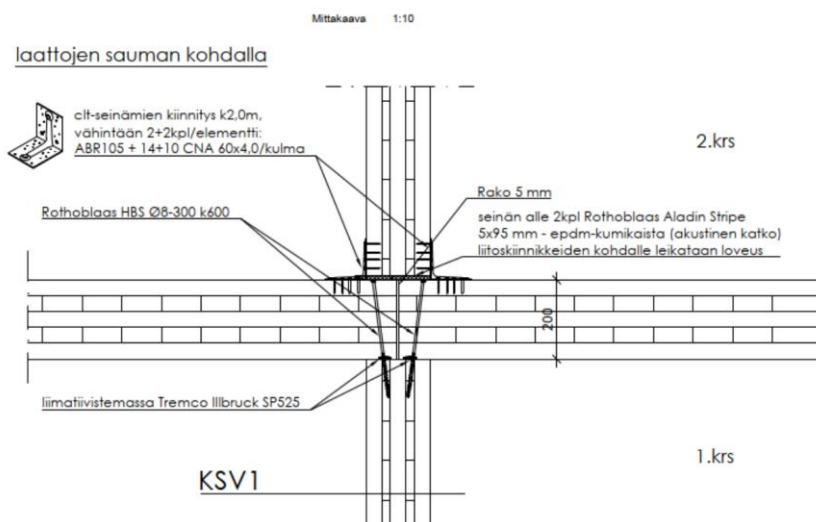
Asennus aloitettiin asentamalla kaikki kantavat väliseinät, kevyet väliseinät ja ulkoseinät nosturin ulottuvuuden ja kantokyvyn sallimille alueille. Tämän jälkeen

siirryttiin seuraavalle asennuspaikalle, jossa toteutettiin sama kaava. Kerroksen seinäelementtien jälkeen, asennettiin väli- ja yläpohjaelementit (kuva 9), joiden asennusjärjestys määräytyi ponttien suunnan sekä elementtien koon perusteella. [21, s.14–15.] Kerroksen rungon valmistuessa pääsee LVIS etenemään asennuksissaan sekä lopullisia kiinnityksiä voidaan alkaa tekemään.



Kuva 9: Ensimmäisen kerroksen seinäelementit sekä välipohjakerros asennettuna

Kuvassa 10. on esitetty liitosdetalji kantavan väliseinän ja kerrosten välisen välipohjan väliltä. Kuvassa nähdään, kuinka välipohjaelementti on suunniteltu päätymään väliseinäelementin kohdalle ja siitä jatkumaan uudella välipohjaelementillä.



Kuva 10: Liitosdetalji kantavan väliseinän ja kerrosten välisen välipohjan väliltä. (IdeaStructura 2020) [21, s. 15]

6.2 Lohkoittain

Lohkoittain toteutettavaan asennusjärjestykseen voidaan päätyä esimerkiksi pienen tontin tai ahtaan tilan vuoksi. Kustannustekniset asiat vaikuttavat myös päätökseen. Kyseinen asennusjärjestys vaatii huolellista suunnittelua. Välipohjat sekä niiden alapuolella olevat elementit jäykistävät runkoa asennuksen edessä, tämän vuoksi lohkojen liittäminen toisiinsa on haasteellista. Lohkoittain toteutettava asennus on kuitenkin mahdollista, silloin järjestys toteutetaan ikään kuin pyramidi-mallisesti. Ensin kasataan alimman kerroksen seinäelementit paikalleen, jonka jälkeen voidaan kasata välipohjaelementit ja siirtyä seuraavaan kerrokseen. Kasauksessa ei voida kuitenkaan käyttää yhtä suurta leveydellistä aluetta, jotta tarvittava jäykkyys säilytetään rakenteessa. [21, s.15.]

Esimerkkinä käyttämässäni kohteessa nro. 2, asennus tapahtui lohkoittain. Tällä tavoin saatiin positiivisia vaikutuksia kustannuksiin ja aikatauluun. Lohkoittain asennuksella saatiin rakennukseen vesikattotyöt nopeammin käyntiin, jonka vuoksi sääsuojateltasta vuokralla oloaika lyheni. Niin kuin aikaisemmin työssäni on jo mainittu, on sääsuoja kallis investointi ja sen juoksevat kulut tuovat merkittävän lisäsumman rakennustyömaan kustannuksiin. Vaikutukset asennusjärjestyksen valinnassa on ollut siis nimenomaisesti aikatauluun ja kustannuksiin [22].

6.3 Vaikutukset aikatauluun

Itse luovutuksen aikatauluun asennusjärjestyksen valinta ei esimerkkikohteisani ole vaikuttanut. Vaikutukset ovat näkyneet sääsuojateltan vuokra-ajassa [22]. Hyvällä suunnittelulla on tässä etunsa. Kun runko kasataan lohkoittain, on suunnittelun otettava huomioon talotekniset liitännät lohkojen välillä, jotta ratkaisut ovat toimivia. [21, s. 16.]

6.4 Taloudelliset vaikutukset

Sääsuojaukset ovat hyvin kalliita hankintoja työmaille. Mitä kookkaampi on suoja ja mitä pidempi vuokralla olo aika on, sitä enemmän se aiheuttaa kustannuksia. Kooltaan pienempi telttä vähentää kustannuksia, mutta työskentely on ahtaampaa ja suunnitelmien merkitys työskentelyssä kasvaa.

Taloteknisten ratkaisuiden kannalta taloudelliset vaikutukset eivät ole merkittäviä, mikäli suunnitelmat on tehty riittävän ajoissa.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyössä halusin ottaa vertailuun kaksi eri tavalla asennettua CLT-runkoa ja tutkia niiden aikataulullisia sekä kustannuksellisia eroavaisuuksia. Aiheesta ei paljoa löytynyt kirjoitettua tietoa, vaan jouduin etenemään haastatteluin ja kokemustiedon varassa.

Koska tein työn itsenäisesti ja omakustanteisesti, ilman toimeksiantajaa, katsoin että on hyvä avata runkovaiheen suunnitelmia myös. Työssä pohjustetaan paljon huomioon otettavia seikkoja asennusta ajatellen ja mielestäni ne ovatkin tärkeitä, jotta rakennusprojekti saadaan vietyä loppuun mahdollisimman kustannustehokkaasti ja turvallisesti aikataulu huomioiden.

Aloittaessani prosessia oli selvää, että aiheeksi tulee CLT, mutta ongelmaksi muodostui se, että siitä on lähiaikoina tehty paljon opinnäytetöitä ja halusin avata sitä vähän eri näkökulmasta. Niinpä päädyin vertailemaan asennusjärjestystä ja siihen liittyvää pohjatyötä. Toisen esimerkkityömaan kerronta oli helppoa, sillä olin itse siellä suorittamassa ensimmäistä työjohtoharjoittelua ja olin rungon asennuksessa näin ollen mukana. Toiseen esimerkkikohteeseen sain tietoja kyseisen työmaan työjohtajalta sekä työpäälliköltä.

Opinnäytetyön pohjalta näyttäisi siltä, että asennusjärjestyksen valinnalla on merkitystä enemmän osa-alueiden aikataulutukseen, kuin itse kokonaisuuteen. Kulurakennetta saadaan säädeltyä sääsuojauksen vuokralla oloajalla. Mitä nopeammin päästään vesikattovaiheeseen, pystytään luopumaan sääsuojateltasta, joka tuo lisäkuluja työmaalle. Suunnittelulla on myös iso rooli työmaan tehokkaalla läpiviennillä.

Lähteet

1. Puuteollisuus 2022. Puurakentamisen markkinaosuus on kasvanut (Tiedote ja uutiskirje 3/2022) Saatavilla: <https://puutuoteollisuus.fi/ajankohtaista/tiedotteet/puurakentamisen-markkinaosuus-on-kasvanut>
2. Stora Enso Oyj 2021. Yhä useampi päiväkotiki ja koulu rakennetaan tänä vuonna puusta – Tuusulan päiväkotiki massiivipuumäärältään Suomen suurin. Saatavilla: <https://www.storaenso.com/de-de/newsroom/press-releases/2021/2/yha-useampi-paivakoti-ja-koulu-rakennetaan-tana-vuonna-puusta-tuusulan-paivakoti-massiivipuumaaraltaan-suomen-suurin>
3. Kirkkopalvelut ry 2022. Järvenpään STEP-koulutuksen uuden oppilaitosrakennuksen peruskivi muurattiin. Saatavilla: <https://www.epressi.com/tiedotteet/koulutus/jarvenpaan-step-koulutuksen-uuden-oppilaitosrakennuksen-peruskivi-muurattiin.html>
4. Kekäläinen R. 2015. Opinnäytetyö. CLT-rakentaminen. Saatavilla: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/87366/Kekalainen_Reeta.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. Puuinfo 2020. Rakenteet, Massiivipuulevyrakenteet, Materiaalivaihtoehdot, CLT (Cross Laminated Timber) Saatavilla: <https://puuinfo.fi/rakenteet/massiivipuulevyrakenteet/materiaalivaihtoehdot/>
6. Hoisko 2021. CLT on vastuullinen ja ympäristöystävällinen rakennusmateriaali <https://hoisko.fi/2021/09/29/clt-on-vastuullinen-ja-ymparistoystavallinen-rakennusmateriaali/>
7. Lahti T. 2015. Opinnäytetyö. Paloturvallisuus CLT-rakentamisessa. Saatavilla: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/126458/Lahti_Taru.pdf?sequence=1
8. RT C2-0454 Rakennustyömaan aluesuunnittelu

9. Viisanen, Toni 2023. Työnjohtaja, Arkta Rakennuskultti Oy, Espoo. Sähköpostikeskustelu 15.8.2023
10. RT 0424 Puuelementtirakentaminen, seinät
11. Vatupassi. Työmaan olosuhdeseuranta. Saatavilla: <https://www.vatupassi.fi/palvelut/olosuhdeseuranta/>
12. Congrid. Saatavilla: <https://www.congrid.fi/>
13. Fise Oy. Pätevyyspalvelu. Kosteudenhallintakoordinaattori. Saatavilla: <https://www.patevyyspalvelu.fi/fi/wagtail/pages/hakuohjeet/valvojat-ja-koordinaattorit/kosteudenhallintakoordinaattori/>
14. Hoisko CLT-elementtien asennus. Saatavilla: <https://hoisko.fi/clt/asennus/>
15. SFS 5978. Puurakenteiden toteuttaminen. Rakennuksien kantavia rakennosia koskevat säännöt. SFS Online. Saatavilla: <https://online.sfs.fi/fi/index/>
(Vaatii käyttäjälisenssin)
16. RT S-1236 Olosuhteiden hallinta rakentamisessa
17. Ratu KI-6034 Rakennushankkeen työturvallisuus
18. Puuinfo 2020. Suunnittelu, tekniset tiedotteet. Kosteudenhallinta puurakentamisessa. Saatavilla: <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/tekniset-tiedotteet/kosteudenhallinta-puurakentamisessa/>
19. Työturvallisuuskeskus 2021. Tietokortti: Puupölylle altistuminen. Saatavilla: <https://ttk.fi/wp-content/uploads/2022/04/Puupoly-tietokortti.pdf>
20. Jurvanen S. 2022. Opinnäytetyö. CLT-rakentaminen työmaan näkökulmasta. Saatavilla: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/788094/Jurvanen_Saku.pdf?sequence=2&isAllowed=y

21. Viisanen T. 2021. Opinnäytetyö. Lämpimenoajan pienentäminen CLT-rungon asennuksessa. Saatavilla: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/499593/L%c3%a4pimenoajan%20pienent%c3%a4minen%20CLT-rungon%20asennuksessa_Toni%20Viisanen.pdf?sequence=2&isAllowed=y

22. Miettinen Jani 2023. Työpäällikkö, Arkta Rakennuskultti Oy, Espoo. Sähköposti- ja puhelinkeskustelu 31.10.2023

Liitteet

Puurakenteiden asennustoleranssit SFS 5978 (Liite 1)

Taulukko 8.1 Puurakenteiden asennustoleranssit.
Olellaiset toleranssit on esitetty harmaalla taustalla

Ulottuvuus ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama		
	Toleranssiluokka 3	Toleranssiluokka 2	Toleranssiluokka 1
<i>Seinät</i>			
Sivusijainti perussuorasta	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Runkotolppien väli	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Ikkuna- ja oviaukon koko	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Ikkuna- ja oviaukon sijainti	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Vapaa väli (vastakkaiset seinät)	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Seinärunгон suoruus ¹⁾	±1,5 ‰	±1,5 ‰	±1,5 ‰
Seinärunгон poikkeama pystysuorasta			
— korkeus enintään 3 m	±5 mm	±5 mm	±5 mm
— korkeus yli 3 m	±8 mm	±8 mm	±8 mm
<i>Ala- ja välipohjakannatteet</i>			
Kannatteiden väli	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Porraskokoon tms. koko	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Porraskokoon tms. sijainti	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Palkiston ylä- tai alapinnan suoruus ¹⁾	±1,5 ‰	±1,5 ‰	±1,5 ‰
<i>Yläpohjakannatteet</i>			
Kannatteiden väli	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Palkiston ylä- tai alapinnan suoruus ¹⁾	±1,5 ‰	±1,5 ‰	±1,5 ‰
<i>Pilarirunko</i>			
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
Suoruu ¹⁾	±1,5 ‰	±1,5 ‰	±1,5 ‰
Poikkeama pystysuorasta			
— korkeus enintään 6 m	±3 mm	±5 mm	±8 mm
— korkeus yli 6 m	±4 mm	±8 mm	±2 mm
<i>Palkkirunko</i>			
Sivusijainti perussuorasta	±6 mm	±12 mm	±20 mm
Vapaa väli	±6 mm	±12 mm	±20 mm
Korkeusasema tuella	±4 mm	±8 mm	±12 mm
Suoruu ¹⁾ ja poikkeama esikorotuksesta, kun palkkia kuormittaa sen oma paino	±1,5 ‰	±1,5 ‰	±1,5 ‰
<i>Seinäelementtien asennustarkkuus</i>			
Seinän sivusijainti perussuorasta	±5 mm	±8 mm	±12 mm
Vapaa väli (vastakkaiset seinät)	±5 mm	±8 mm	±12 mm
Seinän poikkeama pystysuorasta			
— korkeus enintään 3 m	±3 mm	±5 mm	±8 mm
— korkeus yli 3 m	±5 mm	±8 mm	±12 mm
Sauman leveys, poikkeama nimellismitasta	±3 mm	±5 mm	±8 mm
Elementtisauman hammastus	3 mm	5 mm	8 mm

¹⁾ 1,5 ‰ mittauspituudesta, kun mittauspituus on vähintään 2 m.

(jatkuu)

Ulottuvuus ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama		
	Toleranssiluokka 3	Toleranssiluokka 2	Toleranssiluokka 1
<i>Ala-, väli- ja yläpohjajelementtien asennustarkkuudet</i>			
Elementtien sivusijainti perussuorasta	±5 mm	±8 mm	±12 mm
Elementtisauman hammastus	3 mm	5 mm	8 mm
Sauman leveys, poikkeama nimellimitasta	±3 mm	±5 mm	±8 mm
<i>Asennusalusta ja asennusalustassa olevat kiinnikkeet</i>			
— sivusijainti koko asennusalustan pituudella	±3 mm	±5 mm	±8 mm
— korkeusasema koko asennusalustan pituudella	±3 mm	±5 mm	±8 mm
Peruspultit			
— pulttiryhmän sijainti keskilinjan suhteen	±5 mm	±10 mm	±10 mm
— pulttien keskinäinen etäisyys ryhmässä	±3 mm	±3 mm	±3 mm
— pultin korkeusasema	+20 mm	+20 mm	+20 mm
— pultin kallistus pystytasosta (<i>L</i> on pultin näkyvä pituus)	<i>L</i> /100	<i>L</i> /100	<i>L</i> /100
Muut kiinnikkeet, sivusijainti (teräslevyt, tangot yms.)	±3 mm	±5 mm	±8 mm
<i>Naulalevyrakenteet</i>			
Suurin käyryys rakenteen tasosta			
— sauvan käyryys liitosvälillä	15 mm		
— paarteen käyryys koko paarteen pituudella	min(<i>L</i> /300, 50 mm), kun <i>L</i> on paarteen pituus		
Poikkeama pystyasennosta	min(10 mm + <i>H</i> /200, 25 mm), kun <i>H</i> on rakenteen korkeus [mm] tarkasteltavassa kohdassa.		

Kosteudenhallinta puurakenteisessa (Puuinfo 2020) (Liite 2)

	Kohde	Kosteuslähde	Huomioitavia seikkoja
Suunnittelu	Perusmaa	<ul style="list-style-type: none"> Perusmaasta haihtuva kosteus Kapillaarisesti nouseva kosteus Pintavesien valuminen 	<ul style="list-style-type: none"> Perustus- ja alapohjarakenteiden tyyppi Vedeneristys, kapillaarikatkot ja haihtumista estävät katkot Salaojitus ja sadevesikaivot Rakennusmateriaalien kosteudenkestävyys
	Rakennuksen sijainti	<ul style="list-style-type: none"> Rakennuksen mikroilmaston kosteus 	<ul style="list-style-type: none"> Rakenteiden kosteussuojaus ja tuuletus Rakennusmateriaalien kosteudenkestävyys
	Ulkovaippa	<ul style="list-style-type: none"> Sade Sisäilman kosteus 	<ul style="list-style-type: none"> Yläpohjan ja ulkoverhouksen tiiviys Yläpohjan ja ulkoverhouksen tuuletus Yläpohjan, räystäiden ja ulkoverhouksen muotoilu Ulkoverhouksen etäisyys maastosta Kondensoituminen yläpohjaan Rakennusmateriaalien kosteudenkestävyys
	Märkätilat	<ul style="list-style-type: none"> Toiminta märkätilassa Sisäilman kosteus 	<ul style="list-style-type: none"> Vedeneristysjärjestelmä Rakennusosien tuuletus Rakennusosien kosteustekninen toiminta Ilmanvaihto Rakennusmateriaalien kosteudenkestävyys Tilaelementtien jäykkyys ja suunnitteluratkaisut ovat sellaiset, että vedeneristys ja vesiputket säilyvät ehjinä kuljetuksen ja asennuksen aikana
	Rakennuksen käyttö	<ul style="list-style-type: none"> Vedenkäyttö siivouksessa Toiminnan aiheuttama kosteus Sisäilman kosteus 	<ul style="list-style-type: none"> Rakennusmateriaalien kosteudenkestävyys Ilmanvaihto
	Talotekniikka	<ul style="list-style-type: none"> Vesiputket Sprinkleri 	<ul style="list-style-type: none"> Vesiputkien ja jakotukkien sijoittaminen siten, että vuodot havaitaan ennen kuin ne aiheuttavat vaurioita Kondensoituminen putkiin Käytettävät vesiputkien materiaalit (korroosio) Sprinklerin tyyppi (vesimäärä)

Taulukko 1 Suunnittelu

Rakentaminen	Rakennusosien ja tuotteiden valmistus	<ul style="list-style-type: none"> Sade Ulkoilman kosteus 	<ul style="list-style-type: none"> Rakentamisen ajankohta (vuodenaika) Varastointimenetelmä Varastointiajan pituus Kosteussuojausmenetelmät Tuotteiden tuulettuvuus suojattuna
	Rakennusosien ja tuotteiden kuljetus	<ul style="list-style-type: none"> Sade Ulkoilman kosteus Kuljetuskaluston aiheuttama kosteus 	<ul style="list-style-type: none"> Rakentamisen ajankohta (vuodenaika) Kuljetuskaluston tyyppi (avo vai kuomullinen) Kosteussuojauksen kestävyys kuljetuksen aikana Kuljetusaika
	Rakennusosien ja tuotteiden asennus	<ul style="list-style-type: none"> Sade Ulkoilman kosteus Vesiputket 	<ul style="list-style-type: none"> Rakentamisen ajankohta (vuodenaika) Sääsuojausmenetelmät Varastointiaika työmaalla Rakennusaika Vesiputkien asennuksen laatu Tilaelementtien nostaminen suunnitellusti, jotta vesiputket ja vedeneristeet säilyvät ehjinä
	Valmis rakennus	<ul style="list-style-type: none"> Perusmaasta haihtuva kosteus Kapillaarisesti nouseva kosteus Pintavesien valuminen Rakennuksen mikroilmaston kosteus Sade Sisäilman kosteus Vedenkäyttö siivouksessa Toiminnan aiheuttama kosteus Ulkoilman kosteus Vesiputket Sprinkleri 	<ul style="list-style-type: none"> Rakennuksen oikeanlainen käyttö Huoltotarkastukset Vaurioituneiden osien korjaus

Taulukko 1 Rakentaminen

Sähköpostihaastattelu 15.8, Toni Viisanen (Liite 3)

Sähköpostihaastattelu 15.8.2023

Vastaaja: Työnjohtaja Toni Viisanen,
Arkta Rakennuskultti Oy

Mitä aluesuunnittelussa tulee ottaa huomioon koskien CLT-elementtien asennusta?

- Tilanpuute sääsuojan sisällä
- Nostoalueen rajaaminen muiden töiden osalta
- Ajoreittien suunnittelu siten, että kuormat mahtuvat kääntymään teltaan

Mitä erityispiirteitä rungon asennusvaiheessa tulee ottaa huomioon? (elementtien varastointi, kuljetus, sääsuojaus)

- Tavoitteena purkaa kuorma suoraan paikoilleen
- Elementit pakattiin mahdollisimman lähelle asennusjärjestystä jo tehtaalla
- Varastointitilaa on yleensä hyvin rajallisesti
- Elementit on suojattava huolellisesti kuljetuksen aikana
- Suurin osa CLT-rungoista asennetaan sääsuojan alla

Etenikö asennus suunnitelmien mukaisesti vai jouduttiinko tekemään vaihtoehtoisia ratkaisuja?

- Välipohjaelementtien toimituksissa oli haasteita --> tehtiin viimeistelyitä
- Kattoristikoiden asennuksessa oli haasteita teltan korkeuden suhteen
- CLT-toimituksista viimeiset 3 kuormaa tulivat väärässä järjestyksessä --> elementtien varastointi oli haasteellista muiden urakoitsijoiden materiaalitöiden takia

Minkälaiset taloudelliset ja aikataululliset vaikutukset olisi ollut, jos olisi valittu toinen asennusvaihtoehto kohteessanne? (sääsuoja, asennusjärjestys)

- Sääsuoja oli tilaajan vaatimuksena --> ei neuvotteluvaraa

Sähköposti- ja puhelinkeskustelu, Jani Miettinen 30.10.2023 (Liite 4)

Sähköposti ja puhelinkeskustelu 30.10.2023

Vastaaja: Työpäällikkö, Jani Miettinen
Arkta Rakennuskultti Oy

- kohde nro 2, tehtiin lohkoissa, jotta vesikattotyöt saatiin aikaisemmin käyntiin ja lyhennettyä sääsuojan vuokralla olo aikaa. Vaikutus ollut siis nimenomaan aikatauluun ja kustannuksiin. Sääsuoja olisi ollut samankokoinen, olisi talo kasattu lohkoissa tai ei. (Sähköposti)
- Puhelimitse käydyssä keskustelussa Järvenpään kohteen työpäällikkö Miettinen kertoi, että päätyminen lohkoittain asennukseen voi olla monia syitä, tässä kohteessa se oli nimenomaisesti se, että saatiin vesikattotyöt käyntiin ja sääsuojan vuokralla oloaikaa lyhennettyä. Lisäksi Miettinen totesi, että betonirakentamisessa ja puurakentamisessa lohkoittain asennuksessa on monia samankaltaisia piirteitä, joita voidaan soveltaa.

Tietoa uudisrakennuksesta (Järvenpään kampus) (Liite5)



TIETOJA RAKENNUKSESTA:

Urakassa rakennetaan Järvenpään kampusalueelle CLT-runkoinen uudisrakennus sekä laajennetaan nykyistä A-rakennusta betonirunkoisella huoltosiivellä.

Arkkitehti ja pääsuunnittelu: OPEAA, OFFICE FOR PERIPHERAL ARCHITECTURE, Anssi Lassila

Pääurakoitsija: Arkta Rakennuskultti Oy, vastaava työnjohtaja Juha Nikkanen, työpäällikkö Jani Miettinen

- Kohde on kokonaan puurakennus, johon käytetään kotimaista sahatavara n. 1230 m³
- Hanke aloitettiin huhtikuun alussa 2022, käyttöönotto elokuussa 2023
- Hankeen kokonaiskustannukset n. 15,9 milj.€
- Koulurakennuksen laajuustiedot:
 - Huoneistoala n. 2500 m², joista ammatillisen koulutuksen käytössä n. 74 % ja kansanopiston käytössä n. 26 %
 - A-Kerrosala 2884 m²
 - Kerrosluku 2