



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

CLT-ELEMENTTIPARVEKKEEN NOSTO TEHTAALLA JA TYÖMAALLA

TEKIJÄ:

Tommi Ojaniemi

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Tommi Ojaniemi			
Työn nimi CLT-elementtiparvekkeen nosto tehtaalla ja työmaalla			
Päiväys	10.5.2021	Sivumäärä/Liitteet	34/10
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) PuuIdea Oy ja Sweco Rakennetekniikka Oy			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää toimiva ratkaisu CLT-elementtiparvekkeiden nostoon tehtaalle ja työmaalle. Kehitys koostui nostoapuvälineiden ennakkoselvityksestä, valitun nostovälineen toimivuuden tarkastelusta ja tarvittavien nostodetaljien laadinnasta. Tämän opinnäytetyön tilaajina toimivat PuuIdea Oy ja Sweco Rakennetekniikka Oy.</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin kahdessa eri vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin markkinoilla olevien nostoapuvälineiden käyttömahdollisuuksia. Selvityksessä olleita nostoapuvälineitä laitettiin paremmuusjärjestykseen tilaajien kanssa yhteistyössä ja lopuksi sopivin ratkaisu valittiin yksityiskohtaisempaan tarkasteluun. Alkuseelvityksen pohjalta jatkettiin selvittämällä kehitysidean reunaehdot ja nostotyön suunnitteluun sekä toteutukseen vaikuttavat tekijät. Opinnäytetyö tehtiin kirjallisuusselvityksenä ja kehitystyönä. Opinnäytetyön suorittamisessa hyödynnettiin tilaajien kehitysideoita ja materiaaleja. Lisäksi tietoa kerättiin nostotyötä koskevasta lainsäädännöstä ja suunnittelustandardeista.</p> <p>Tuloksena saatiin CLT-elementtiparvekkeen noston ratkaisun alustavat ohjeet ja detaljit. Tilaajat saivat tiiviin ja havainnollistavan selvityksen markkinoilla olevista CLT-elementtien nostoon tarkoitetuista nostoapuvälineistä ja niiden ominaisuuksista. Lisäksi työssä on käsitelty nostotyöhön liittyviä ohjeita ja vaatimuksia, jotka selventävät elementtien noston suunnittelua.</p>			
Avainsanat nostoapuväline, CLT, elementtiparveke			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering	
Author Tommi Ojaniemi	
Title of Thesis Lifting of the CLT Balcony Element at the Factory and on the Site	
Date 10 May 2021	Pages/Appendices 34/10
Client Organisation /Partners PuuIdea Ltd and Sweco Rakennetekniikka Ltd	
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final project was to develop a workable lifting solution for the CLT balcony element which can be used in the factory and on construction site. The development comprised a preliminary review of lifting equipment, examination of the functionality of the selected lifting equipment and drafting the necessary documents. This final project was commissioned by PuuIdea Ltd and Sweco Rakennetekniikka Ltd.</p> <p>The project was carried out in two different phases. First, the use of the lifting equipment that is available on the market was found out. The lifting equipment that was examined was ranked in cooperation with the client and the most appropriate solution was selected for a more detailed review. Based on the initial report, the development was continued by clarifying its requirements and finding out the factors that affect the implementation and design of the lifting work. The project was carried out as a literary research and development work. The development ideas and materials provided by the client were utilized for the thesis. In addition, information was collected from the legislation and standards relative to lifting work.</p> <p>As a result of the thesis there were preliminary instructions and details for the lifting work of the CLT balcony element. The clients received concise and illustrative information about the CLT lifting equipment that are available on the market and their characteristics. In addition, the thesis discussed instructions and requirements related to the lifting work which clarify the design process of the element lifting.</p>	
<p>Keywords lifting equipment, CLT, balcony element</p>	

TERMIT JA MÄÄRITELMÄT

Kettinkiraksi

Nostamisessa käytetty lyhytlenkkisistä ketjuista ja siihen yhdistetyistä lisäosista kasattu nostoapuväline. Kettinkiraksit voivat olla yksi- tai monihaaraisia. (Työsuojeluhallinto 2010, 21.)

Muotokerroin

Muotokertoimella lasketaan nostovälineen nimelliskuorma (WLL). Muotokertoimella huomioidaan nostovälineen rakenne ja käyttötapa tapauskohtaisesti. (SFS-Käsikirja 79-2. Nostoapuvälineet. Osa 2: Nostokettingit, kettinkiraksit, tekstiiliraksit, raksien komponentit ja irrotettavat nostoapuvälineet 2010, 310.)

Nimelliskuorma

Nimelliskuormalla tarkoitetaan massaa, joka nostovälineellä voidaan nostaa suorana vetona yleisissä nostotapauksissa (SFS-Käsikirja 79-2. Nostoapuvälineet. Osa 2: Nostokettingit, kettinkiraksit, tekstiiliraksit, raksien komponentit ja irrotettavat nostoapuvälineet 2010, 310).

Nostoapuväline

Nostoapuvälineitä ovat nostolaitteen ja taakan välissä käytettävät välineet, jolla tartutaan kuormaan. Nostoapuvälineitä ovat esimerkiksi kettinkiraksit, nostovyöt, nostokolmiot, nostopalkit, koukut ja renkaat. (Palolahti, Lahtinen, Mäki & Mittaviiva Oy 2010, 6; Työsuojeluhallinto 2010, 9.)

Nostoelin

Nostoelimiä ovat nostettavaan taakkaan kiinteästi kiinnitetyt nostovälineet, kuten nostoankkurit ja nostolenkit (Palolahti, Lahtinen, Mäki & Mittaviiva Oy 2010, 6).

Vaikea nosto

Poikkeuksellisen painaville ja muotoisille taakoille suoritettava nosto. Vaikeaksi nostoksi määritellään useammalla kuin yhdellä nostolaitteella suoritettava yhteisnosto. (Hietavirta, Hokkanen, Lapalainen, Patrikainen, Päivärinta 2018, 77.)

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	8
1.1	Työn tausta ja tavoite	8
1.2	PuuIdea Oy	8
1.3	Sweco Rakennetekniikka Oy	9
2	CLT- JA TILAELEMENTIT	10
2.1	CLT-elementit	10
2.2	CLT-tilaelementti ja puuparveke-elementti	10
3	YLEISTIETOA NOSTAMISESTA	12
3.1	Nostotyötä koskeva lainsäädäntö	12
3.2	Suunnittelu ja nosto-ohjeet	12
3.3	Elementin valmistajan ohjeet	12
3.4	Elementtikuorman hallittu purkaminen ja nostaminen	13
3.5	Sääolosuhteiden vaikutus nostotyöhön	13
3.6	Kuorman kiinnittäminen	13
4	NOSTON AIKAISET KUORMAT	15
4.1	Kuorman jakautuminen nostotilanteessa	15
4.2	Haara- ja nostokulman vaikutus	16
4.3	Noston aikainen kuorma	18
5	NOSTOAPUVÄLINEET	20
5.1	Yleistietoa nostoapuvälineistä	20
5.2	Varmuuskertoimet	20
5.3	Kettinkiraksit	21
5.3.1	Nimelliskuorma	21
5.3.2	Kettinkiraksien tarkastaminen ja turvallinen kiinnittäminen	22
5.4	Nostovyöt ja päällysteraksit	22
5.4.1	Yleistietoa	22
5.4.2	Nimelliskuorma	24
5.4.3	Nostovyön valinta ja turvallisuus	25
5.4.4	Nostovöiden vaatimukset ja tarkastaminen ennen käyttöä	26
5.5	CLT-elementtien nostossa käytettävät nostoapuvälineet	26
5.5.1	Nostokoukut ja -ruuvit	26

5.5.2	Pitzl PowerClamp	27
5.5.3	Eurotec HebeFix.....	27
5.5.4	Rothoblaas Octopus	27
5.5.5	Rothoblaas Dragon Lifting Belt.....	28
5.5.6	RAMPA Lifting System	28
5.5.7	Yhteenveto	29
6	POHDINTA.....	30
	LÄHTEET	32
	LIITE 1: NOSTODETALJIT	34

KUVALUETTELO

KUVA 1.	CLT-levyn rakenne (Stora Enso 2012)	10
KUVA 2.	Woodia-ripustettava CLT-elementtiparveke (PuuIdea 2017).....	11
KUVA 3.	Varmuuskoukun kiinnittäminen (Ojaniemi 2021)	14
KUVA 4.	Toimivat nostoelimet (Ojaniemi 2021)	15
KUVA 5.	Pewag kuorman tasauslevy (Certex julkaisuaika tuntematon)	15
KUVA 6.	Nostotilanteen aiheuttamat rasitukset (Lawson, Grubb, Prewer, Trebilcock 1999)	16
KUVA 7.	Haara- ja nostokulma (Betoniteollisuus ry 2010a, 11).....	17
KUVA 8.	Haarakulman aiheuttama lisäkerroin z (Betoniteollisuus ry 2010a, 11).....	17
KUVA 9.	Nosturityypin mukaiset dynaamisen kertoimen arvot (Betoniteollisuus ry 2010a, 10).....	18
KUVA 10.	Nostoapuvälineiden tarkastusvärit (Työturvallisuuskeskus ry julkaisuaika tuntematon).....	20
KUVA 11.	Kettinkiraksien tyypit (Työsuojeluhallinto 2010, 21).....	21
KUVA 12.	Kettinkiraksien kuormituskertoimet (Haklift 2018, 2).....	21
KUVA 13.	Kettinkiraksin nimelliskuorman pienennyskerroin (Työsuojeluhallinto 2010, 18).....	22
KUVA 14.	Silmukkanostovyö (Haklift julkaisuaika tuntematon)	23
KUVA 15.	Umpinostovyö (Haklift julkaisuaika tuntematon)	23
KUVA 16.	Päällysteraksi (Haklift julkaisuaika tuntematon)	23
KUVA 17.	Silmukkanostovyön kuormituskertoimet (Certex 2019, 5).....	24
KUVA 18.	Terävän kulman määritelmä (Certex 2019, 6)	24
KUVA 19.	Silmukkanostovyön kulmasuoja (Certex julkaisuaika tuntematon).....	25
KUVA 20.	Silmukkanostovyö ja varmuuskoukku (Ojaniemi 2021).....	25
KUVA 21.	Nostokoukku ja -ruuvi (Stora Enso 2016).....	26
KUVA 22.	Pitzl PowerClamp III D40/90 (Pitzl 2021)	27
KUVA 23.	Eurotec HebeFix (Eurotec 2021).....	27

KUVA 24. Rothoblaas Octopus and Percussion Nut (Rothoblaas 2021)	28
KUVA 25. Rothoblaas Dragon (Rothoblaas 2021).....	28
KUVA 26. RAMPA Lifting System (RAMPA julkaisuaika tuntematon)	28

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoite

Nostotyön suunnittelijan tulee tuntea sitä koskeva lainsäädäntö ja standardit, jotta nostotyön vaaratilanteet saadaan estettyä. Suunnittelussa on huomioitava asennettavan elementin ja käytettävien nostotarvikkeiden ominaisuudet turvallisen nostotyön varmistamiseksi. Rakennesuunnittelijan ja elementtivalmistajan välinen yhteistyö on ratkaisevassa roolissa onnistuneen nostotyön toteutukselle.

Tilajilla on tavoitteena saada tietoa nostoapuvälineistä ja kehittää ratkaisu CLT-puuparveke-elementtien nostamiseen toiminnan tehostamiseksi. Nostoratkaisun on oltava ominaisuuksiltaan sellainen, että se ei vaurioita puuparveke-elementin valmiita pintoja. Tällä hetkellä puuparveke-elementtien nostossa käytetään nostoruuveja ja niihin liitettäviä nostokoukkuja sekä kuormaa tasaavia nostopalkkeja. Nostopalkkien käytöstä halutaan luopua elementtiparvekkeiden nostossa ja siksi tässä opinnäytetyössä tarkastellaan elementtien vinonostoa. Nostoratkaisun kehityksen tarkoituksena on parantaa elementtinstonon työturvallisuutta ja vähentää nostosta syntyviä häiriöitä sekä kustannuksia.

Opinnäytetyö aloitetaan selvittämällä markkinoilla olevien nostoapuvälineiden ominaisuudet ja niiden soveltuvuus käytettäväksi puuparveke-elementtien nostossa. Nostoapuvälineistä laaditaan kirjallinen selvitys, jonka perusteella kehitystyötä jatketaan. Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään nostotyöhön ja -apuvälineisiin liittyviä asioita. Työn suorittamisessa hyödynnetään tilaajien aineistoa ja kirjallisuutta. Tavoitteena on valita puuparveke-elementin noston suorittamiseksi soveltuva ratkaisu, josta tehdään tilaajille nostodetailit. Nostoratkaisua hyödynnetään tehtaalla ja työmaalla tehostamaan turvallista sekä kustannustehokasta elementtien nostoa. Lisäksi opinnäytetyöllä luodaan selkeämpi kuva noston suunnittelusta ja nostotyölle asetetuista vaatimuksista.

1.2 PuuIdea Oy

PuuIdea Oy on puurakentamisen asiantuntija, joka tarjoaa Woodia-parvekeratkaisut betoni- ja puukerrostaloihin sekä piharakennukset ja muut kevyet elementit rakentamiseen. PuuIdea Oy:n palveluihin kuuluvat rakennesuunnittelu, tietomallinnus, palosuunnittelu, ripustuksen ja tuennan suunnittelu sekä asennus- ja nostosuunnittelu. (PuuIdea 2021.)

Woodia parveketyypit:

- ripustettava elementtiparveke
- ulokelaattaparveke
- parveketorni
- ranskalainen parveke.

Woodia muut tuotteet ja palvelut:

- puuportaat
- porrashuoneet
- kaide-elementit
- hissikuilut
- CLT-palosuojaus.

1.3 Sweco Rakennetekniikka Oy

Sweco on rakennetun ympäristön ja teollisuuden asiantuntija, joka tarjoaa laadukkaita suunnittelu- ja konsultointipalveluita kaiken kokoisiin hankkeisiin. Swecolla on 17 500 asiantuntijaa, joista 2 700 työskentelee Suomessa. Sweco on Euroopan johtava suunnittelun ja konsultoinnin asiantuntijayritys, joka palvelee asiakkaitaan seuraavilla aloilla. (Sweco 2021a.)

- arkkitehtuuri
- asiantuntijapalvelut
- projektinjohto ja rakennuttaminen
- rakennetekniikka
- talotekniikka
- teollisuus
- ympäristö- ja yhdyskuntatekniikka.

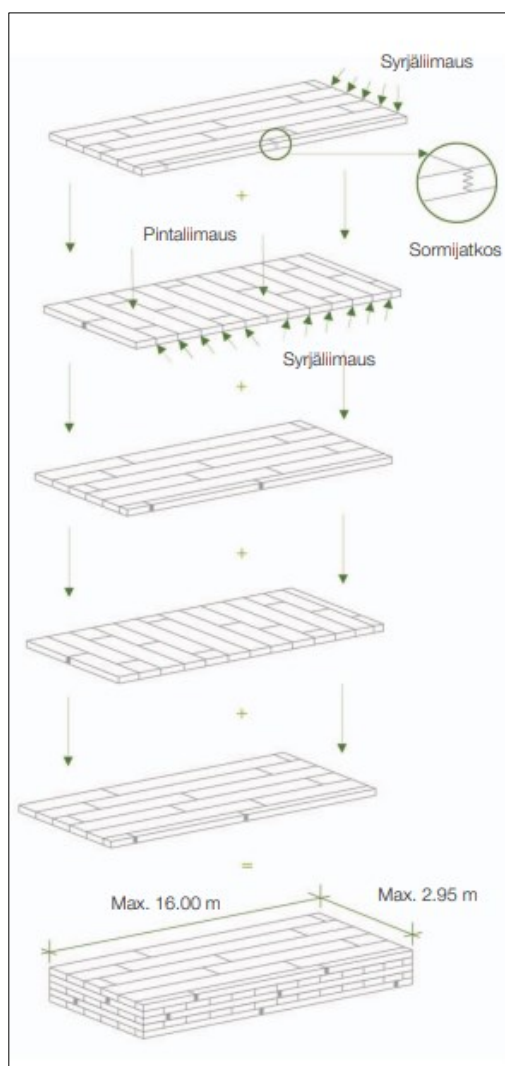
Sweco Rakennetekniikka on markkinajohtaja Suomessa. Palvelut kattavat koko rakennesuunnittelun osa-alueet, kohdetyypit ja materiaalit. Maailmanlaajuisesti Swecolla työskentelee yli 800 rakennesuunnittelijaa. (Sweco 2021b.)

Swecolla on Suomen suurin puurakennesuunnitteluosasto, jossa työskentelee yli 70 puurakennesuunnittelijaa. Suunnittelijoiden vahvalla osaamisella varmistetaan laadukkaat ja kilpailukykyiset ratkaisut. Swecon puurakennesuunnitteluosaston osa-alueita ovat muun muassa tilaelementtirakenteet, pilari-palkkirakenteet, CLT ja LVL massiivipuurakentaminen sekä rankarakenteet. (Sweco 2021c.)

2 CLT- JA TILAELEMENTIT

2.1 CLT-elementit

CLT tarkoittaa ristiinliimattua massiivipuulevyä. Ristiinliimattuja kerroksia on kolme, viisi, seitsemän tai useampia. CLT-elementtejä voidaan käyttää seiniin, välipohjiin ja kattoihin. Ne toimivat rakennuksessa kantavana sekä jäykistävänä pysty- ja vaakarakenteena, joten erillisiä jäykisterakenteita ei tarvita. CLT-levyllä on hyvä rakenteellinen lujuus ja sen liitostekniikka on yksinkertainen, joten sen vuoksi se on kilpailukykyinen rakennustuote. CLT-elementin lujuus- ja muodonpitävyysominaisuudet johtuvat ristiinliimauksesta. Käytetyt liimat ristiinliimauksessa ovat formaldehydittömiä. CLT-elementtien koko voi yleensä olla 2,65 x 16 metriä ja sen paksuus on enintään 400 mm. (kuva 1.) (Tolppanen, Karjalainen, Lahtela ja Viljakainen 2013, 43–45.)



KUVA 1. CLT-levyn rakenne (Stora Enso 2012)

2.2 CLT-tilaelementti ja puuparveke-elementti

CLT-tilaelementit ovat valmiiksi koottuja tilayksiköitä. Tila-elementit valmistetaan tehtaalla sisäolosuhteissa ja korkean valmiusasteen vuoksi asennusvaihe on työmaalla nopea. Tila-elementtien kokoa rajoittavat elementtien kuljetusta koskevat enimmäismitat. Yleensä tilaelementtien enimmäismitat ovat 12 x 4,2 x 3,2 metriä. (Puuinfo 2020.)



KUVA 2. Woodia-ripustettava CLT-elementtiparveke (PuuIdea 2017)

Kuvassa 2 on esitetty ripustettava puuelementtiparveke, jonka materiaalina on käytetty siperianlehtikuusta. Parveketyyppinä voi toimia myös maasta perustettava parveketorni. Puuparvekkeet valmistetaan tehdasolosuhteissa säältä suojassa elementeiksi tai tilaelementeiksi. Suunnittelussa huomioidaan rakentamista koskevat määräykset ja korkean valmiusasteen ansiosta puuparveke-elementin asentaminen työmaalla on kustannustehokasta. (PuuIdea 2021.)

3 YLEISTIETOA NOSTAMISESTA

3.1 Nostotyötä koskeva lainsäädäntö

Nostotyötä suunniteltaessa tulee tuntea sitä koskevat määräykset ja lait, jotta voidaan varmistua asianmukaisesta nostotyön toteutuksesta. Nostotyötä koskevia asetuksia ovat:

- Valtioneuvoston päätös työvälineiden turvallisesta käytöstä (1403/1993)
- Työturvallisuuslaki (738/2002)
- Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta (400/2008)
- Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (403/2008)
- Valtioneuvoston asetus alusten lastauksen ja purkamisen työturvallisuudesta (633/2004)
 - o Alusten lastauksen ja purkamisen työturvallisuutta käsittelevää valtioneuvoston asetusta (633/2004) on muutettu säädöksellä (405/2008)
- Valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta (205/2009).

3.2 Suunnittelu ja nosto-ohjeet

Nostotyö on suunniteltava etukäteen ennen toteutusta. Suunnittelussa tulee kiinnittää erityisesti huomiota nostolaitteen valintaan, nostoalueen turvallisuuteen sekä maaperän kantavuuteen. Lisäksi suunnittelussa rakennesuunnittelijan on huomioitava työturvallisuus siten, että nostoapuvälineiden valinta ja kiinnittäminen tehdään asianmukaisesti. Nostotyösuunnitelman tekeminen tehdään päätoimeuttajan ja rakennesuunnittelijan välisellä yhteistyöllä. Kirjallinen nostosuunnitelma tulee tehdä silloin, kun kyseessä on vaikea nostotyö tai suoritetaan yhteisnostoa useammalla nostolaitteella. Elementtikohtaiset nosto-ohjeet laaditaan rakennesuunnittelijan toimesta ja suunnittelun tarkoituksena on turvallisen, riskittömän ja hallitun noston onnistunut toteuttaminen. Nostotyöhön nimetään vastaava työnjohtaja, jonka on oltava riittävän pätevä nostotyön toteuttamiseen. Nostotyön vastuuhenkilön tehtävänä on huolehtia nostotyön suunnitelmien mukaisuudesta. Nostoturvallisuuden varmistamiseksi on tärkeää, että työnjohto, nostolaitteen kuljettaja sekä nostotyöhön osallistuvat työntekijät perehtyvät nostosuunnitelmaan ennen työn suorittamista. (Hietavirta ym. 2018, 77–78.)

Nostolaitteen valinnassa on huomioitava, että se on suorituskyvyltään käyttötarkoitukseen riittävä. Nostolaitteen nostokyvyn tulisi olla 10–15 % nostotaakan omapainoa suurempi, jotta voidaan varmistua noston turvallisuudesta. Lisäksi nostolaitteen valinta on hyvä suorittaa siten, että nostotyö voidaan toteuttaa yhdellä nostolaitteella, koska useammalla nostolaitteella suoritettava yhteisnosto määritellään vaikeaksi nostotyöksi. Nostolaite tulee sijoittaa tasaiselle alustalle, jotta nostolaite pysyy noston aikana stabiilina eikä liiku hallitsemattomasti. (Hietavirta ym. 2018, 76–78.)

3.3 Elementin valmistajan ohjeet

Elementtivalmistajan tulee laatia ohjeet kaikista elementin käsittelyn vaiheista. Ohjeissa käsitellään elementtien varastointi, kiinnittäminen, nostot ja asennuksen aikainen tuenta. Lisäksi ohjeista on selvittävä turvallisen käsittelyn kannalta tarpeelliset työvaiheet ja elementteihin on merkittävä tunnistetiedot. Elementtivalmistajan tekemät ohjeet tulee olla kirjallisena työmaalla. (Hietavirta ym. 2018, 122.)

3.4 Elementtikuorman hallittu purkaminen ja nostaminen

Rakennesuunnittelijan on laadittava tarvittavat suunnitelmat elementtityypeittäin elementtien nostosta. Suunnitelmien avulla on tarkoituksena varmistaa, että nostoelimet valmistetaan ja asennetaan jo tehtaalla. Puuelementtien nostopisteet tulee tarkistaa halkeamien ja muiden vaurioiden varalta ennen noston suorittamista. (Hietavirta ym. 2018, 117–120.)

Tasapainoisen noston turvaamiseksi on selvitettävä kuorman paino, muoto, painopiste ja nostoasento. Tilaelementtien nostotyön suunnittelussa on tärkeää määrittää painopisteen sijainti, jotta nostopisteet saadaan määritetty symmetrisesti. Määritetty painopisteen sijainti täytyy olla havainnollistettuna elementtipiirustuksessa. Nostoapuvälineitä kiinnittäessä on huomioitava asennusohjeet, jotta vältytään nostotyötä vaarantavalta asennusvirheeltä. Asennusvirheiden välttämiseksi nostopisteiden kiinnitys tulee tarkastaa huolellisesti ennen nostotyön aloittamista. Turvallinen kiinnitys ja elementin tasapaino varmistetaan tarvittaessa suorittamalla koenosto. Koenosto suoritetaan nostamalla elementti rauhallisesti alhaisella nostonopeudella irti maasta. (Palolahti ym. 2010, 9; Työsuojeluhallinto 2010, 13.)

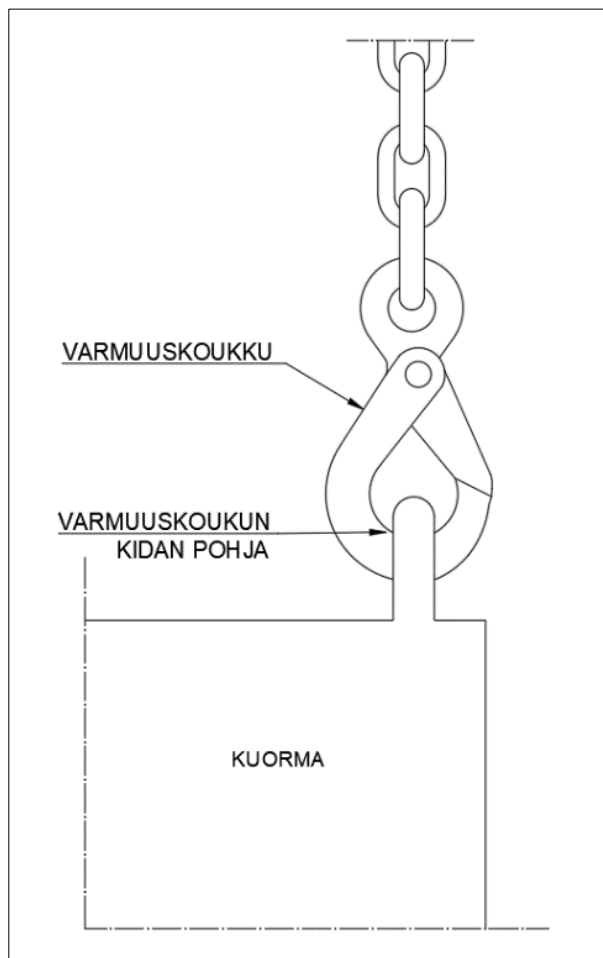
3.5 Sääolosuhteiden vaikutus nostotyöhön

Elementtien asentaminen on lähtökohtaisesti aina ulkona suoritettava työvaihe. Nostotyön suunnittelussa ja toteutuksessa tulee huomioida sään aiheuttamat olosuhteet, jotka voivat vaarantaa nostotyön turvallisuuden. Nostotyötä vaarantavia sääolosuhteita voivat olla sakea räntä- ja lumisade, rankkasade sekä kova tuuli. Tuulen nopeuden suositeltu maksimiarvo nostotöissä on 15 m/s. (Palolahti ym. 2010, 13 & 37.) Tuulikuorman vaikutusta tarkasteltaessa voidaan käyttää sääennustukseen pohjautuvaa tuulennopeuden perusarvoa nopeissa toteutusvaiheissa, kun nostotyön kesto on alle kolme päivää. Nostotilanteen aikaisen tuulikuorman modifioimattoman perusarvon tulee olla vähintään 10 m/s. (RIL 201-2-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 87.) Yleensä nostotilanteen aikana lumikuorman vaikutuksen voidaan todeta olevan vähäinen. Lumikuorman ollessa mahdollinen, sen vaikutuksen pitää arvioida olevan vähintään 0,5 kN/m² (Betoniteollisuus ry 2010b, 4).

3.6 Kuorman kiinnittäminen

Nostotyön turvallisessa suorittamisessa merkittävässä roolissa on kuorman asianmukainen kiinnittäminen. Kuorman kiinnittämisen ja nostamisen merkinannon suorittaa yleensä nostotyössä alamiehenä toimiva työntekijä. Alamiehen on tärkeää tietää nostoa koskevat työmenetelmät ja hänen on tunnettava turvallisuusriskit. (Hietavirta ym. 2018, 81.) Valtioneuvoston asetuksen (403/2008) mukaan työntekijällä on oltava työnantajan myöntämä kirjallinen lupa 1.3.2020 alkaen taakan kiinnittämiseen asennuskäyttöön tarkoitettuun nosturiin. Ennen luvan myöntämistä työnantajan on oltava varma työntekijän riittävästä perehdytyksestä ja koulutuksesta taakan kiinnittämiseen. Alamieheltä vaaditaan lupa aina, kun hän kiinnittää nostettavaa taakkaa työmaa-alueella asennuskäyttöön tarkoitettuun nostolaitteeseen. Asennuskäyttöön tarkoitettuja nostolaitteita ovat esimerkiksi torni- ja autonosturi. Kirjallista lupaa ei edellytetä työmaalle kuormaa tuovalta ajoneuvolta, johon kiinnitettyä kuormausnosturia käytetään kuorman purkuun. (Työsuojeluhallinto 2020.)

Taakan kiinnittämisessä on huomioitava nostokoukkujen yhteensopivuus taakan kiinnityspisteen kanssa. Kiinnittämisen aikana tulee käyttää lukittuvia varmuuskoukkuja ja yleensä avoimia nostokoukkuja ei saa käyttää nostotilanteessa, koska ne voivat irrota kesken nostotyön. Nostokoukun kaarevuussäteen tulee olla riittävän suuri, jotta nostosilmukka tai nostovyö on yhteensopiva ja turvallinen käytettäväksi. Sen on oltava ominaisuuksiltaan sellainen, että kuormitus saadaan kohdistettua koukun kidan pohjaan ja mahdollinen irtoaminen voidaan estää. (kuva 3.) Koukku ei saa olla lukittautuneena paikoilleen vaan sen on kyettävä liikkumaan esteettömästi vaurioitumisen ehkäisemiseksi. (Työsuojeluhallinto 2010, 18; SFS-Käsikirja 79–2. Nostoapuvälineet. Osa 2: Nostokettingit, kettinkiraksit, tekstiiliraksit, raksien komponentit ja irrotettavat nostoapuvälineet 2010, 278.)

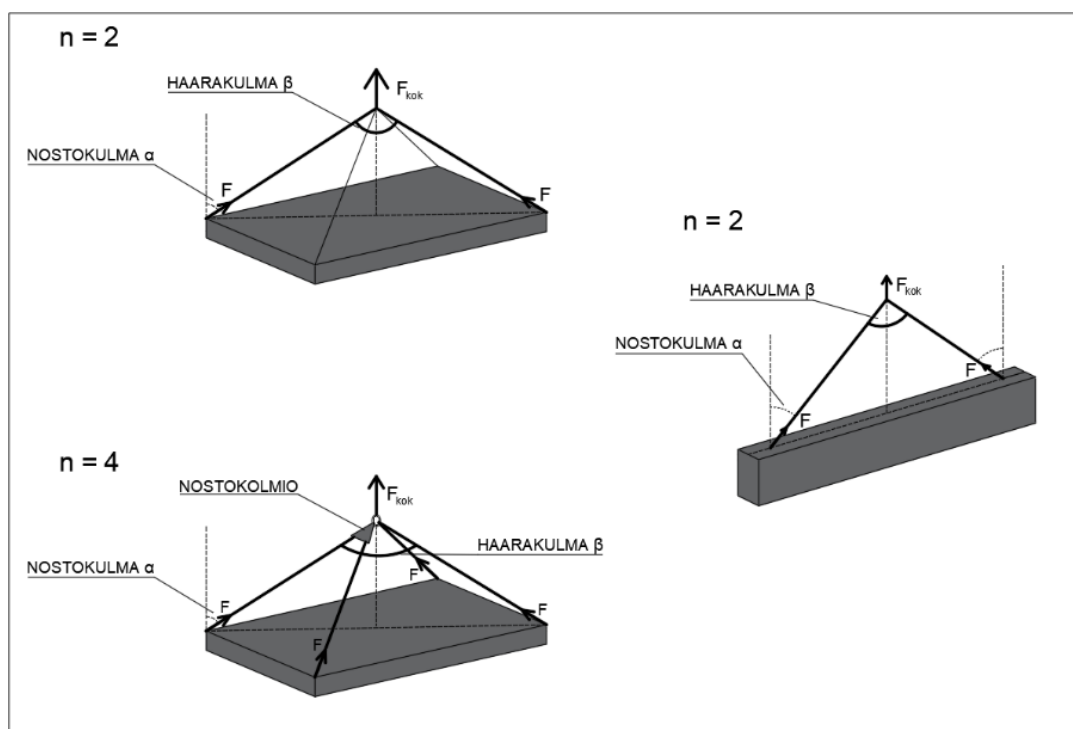


KUVA 3. Varmuuskoukun kiinnittäminen (Ojaniemi 2021)

4 NOSTON AIKAISET KUORMAT

4.1 Kuorman jakautuminen nostotilanteessa

Nostopisteiden sijoituksessa tulee huomioida haara- ja nostokulman suuruus sekä elementin painopiste, jotta elementin nostaminen tapahtuu tasapainoisesti. Kuormaa tasaavia nostoapuvälineitä käyttämällä saadaan kuormitus jaettua tasaisesti nostopisteille. Kuorman tasaamisessa käytettäviä nostoapuvälineitä ovat esimerkiksi nostupuomit, -kehikot ja -kolmiot. Nostettavan taakan nelipistetnostossa kuormitetuiksi nostovälineiksi lasketaan kaksi vastakkaista nostopistettä, jos ei käytetä kuormaa tasaavaa laitetta. Elementtiin sijoitetut nostopisteet tulee sijoittaa symmetrisesti painopisteen suhteen, jos ei käytetä kuormaa tasaavaa nostopalkkia. (Palolahti ym. 2010, 11.)



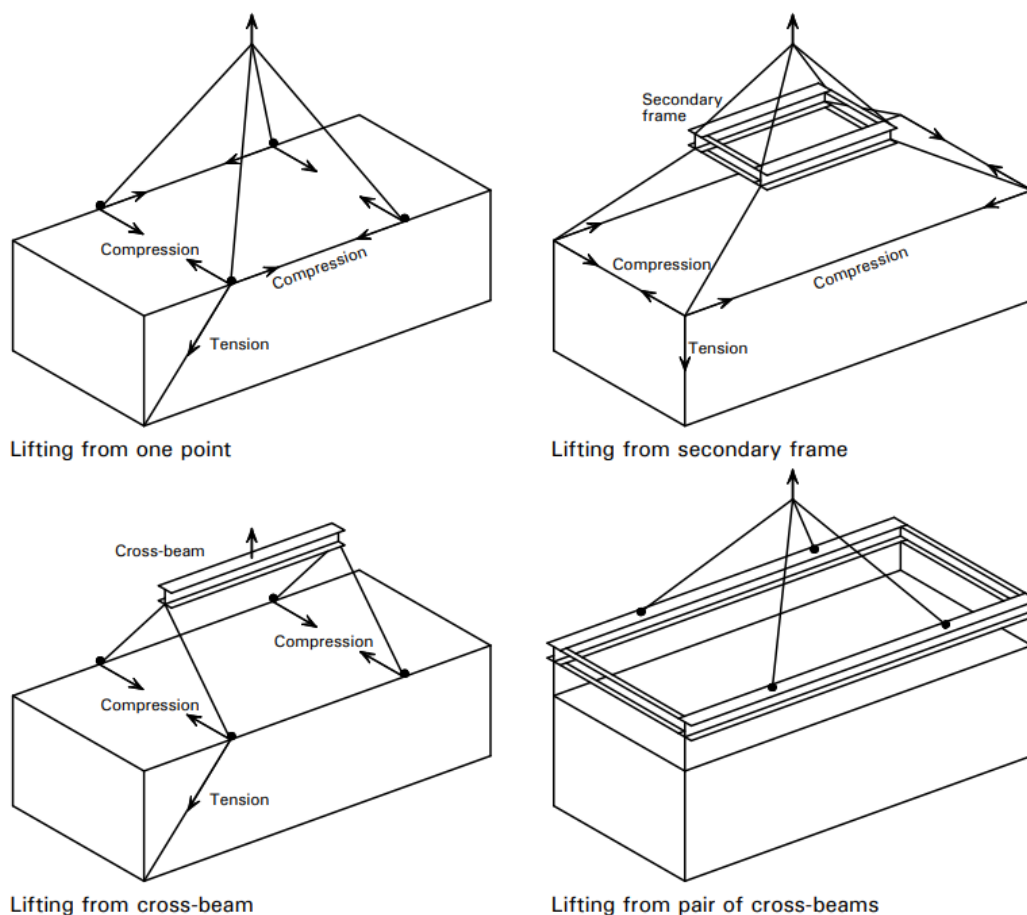
KUVA 4. Toimivat nostoelimet (Ojaniemi 2021)

Toimivien nostoelinten määrä vinonostotilanteessa huomioidaan kuvan 4 mukaisella tavalla. Neljästä pisteestä nostettaessa tasauslevyä käytettäessä voidaan laskea neljä nostoelintä toimiviksi (kuva 5). Nostopisteet tulee sijoittaa elementin painopisteen mukaan symmetrisesti ja nostopisteen tulee sijaita painopisteen kohdalla, jotta nostoelimiin kohdistuva rasitus on tasainen.



KUVA 5. Pewag kuorman tasauslevy (Certex julkaisuaika tuntematon)

Vinonostotilanteessa taakan nostopisteisiin kohdistuu voiman vaakasuora komponentti. Voiman vaakasuora komponentti tulee huomioida elementin mitoituksessa vaurioiden välttämiseksi. Nostokulman kasvaessa elementtiin kohdistuva voima suurenee ja sen vuoksi on varmistettava nostokulman suuruus nostotyön suunnitteluvaiheessa. (SFS-Käsikirja 79–2. Nostoapuvälineet. Osa 2: Nostokettingit, kettinkiraksit, tekstiiliraksit, raksien komponentit ja irrotettavat nostoapuvälineet 2010, 276.)

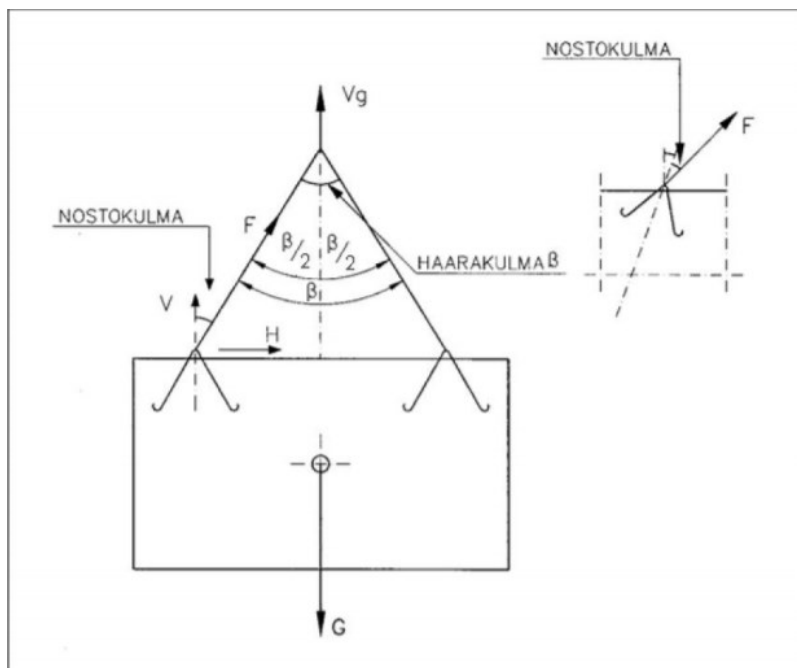


KUVA 6. Nostotilanteen aiheuttamat rasitukset (Lawson, Grubb, Prewer, Trebilcock 1999)

Kuvassa 6 on esitetty nostotilanteen aiheuttamat rasitukset, joiden muodostumiseen vaikuttaa käytettävä kuormaa jakava nostoapuväline. Voiman vaakasuoran komponentin vähentämiseksi yleensä nostotilanteessa käytetään kuormaa tasaavaa nostokehikkoa tai -palkkia (Lawson, Grubb, Prewer, Trebilcock 1999, 30.) Sorrin (2017, 66) tekemien rakennesuunnittelijoiden haastatteluiden mukaan elementtiin kohdistuvia rasituksia on pyritty välttämään tasauspalkkeja käyttämällä.

4.2 Haara- ja nostokulman vaikutus

Nostoraksien välinen kulma on haarakulma ja nostoraksin sekä pystysuoran välinen kulma on nostokulma. Suositeltu maksimiarvo haarakulmalle on 90 astetta ja suurin sallittu arvo 120 astetta. Haarakulman ollessa yli 90 astetta nostoa ei tule suorittaa, jos nostoelimiä ei ole mitoitettu tapauksen mukaisesti. (Palolahti ym. 2010, 19.)



KUVA 7. Haara- ja nostokulma (Betoniteollisuus ry 2010a, 11)

Kuvassa 7 on esitetty haara- ja nostokulma. Haara- ja nostokulman kasvaessa nostoelimiin kohdistuva vino vetorasitus suurenee. Nostoapuvälineeseen kohdistuvaa vinoa vetorasitusta määrittäessä haarakulman vaikutus huomioidaan kertoimella z . (Betoniteollisuus ry, 2010a. 9–11.)

β	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°
z	1,00	1,01	1,03	1,08	1,15	1,26	1,41	1,64	2,00

KUVA 8. Haarakulman aiheuttama lisäkerroin z (Betoniteollisuus ry 2010a, 11)

Kuvassa 8 on esitetty haarakulman mukainen kerroin z . Nosto-osaan vaikuttava kuorma voidaan laskea seuraavan mukaisesti, kun nosto-osat on sijoitettu symmetrisesti elementin painopisteeseen nähden:

$$F = \frac{F_{kok}}{\cos(\frac{\beta}{2})} \quad (1)$$

Kaava voidaan merkitä yksinkertaisempaan muotoon merkitsemällä:

$$z = 1 / \cos(\beta/2) \quad (2)$$

Kerroin z sijoitetaan kaavaan:

$$F = F_{kok} \cdot z \quad (3)$$

Nostoelimeen kohdistuva voima voidaan ratkaista kaavasta, kun nosto-osat sijaitsevat painopisteen suhteen symmetrisesti:

$$F = \frac{G}{n} \times z \quad (4)$$

jossa

G on rakenneosien taakka

n on toimivien nostopisteiden määrä

z on haarakulman mukainen kerroin

4.3 Noston aikainen kuorma

Elementtien noston suunnittelussa ja valinnassa tulee huomioida elementin omapaino. Puuelementtien painoon vaikuttavat puun tiheys ja kosteuspitoisuus. Elementin omapainon määrittämisessä käytetään yleensä puun keskiarvotiheyttä, jonka suuruus on välillä 400 - 600 kg/m³. Puun tiheys on suositeltavaa tarkistaa valmistajalta ennen omapainon määrittämistä. (Karacabeyli & Douglas 2013, 30.)

CLT levyn omapaino voidaan laskea seuraavasti:

$$P = V \times \rho_{CLT} \quad (5)$$

jossa

V on elementin tilavuus

ρ_{CLT} on puun tiheys

Elementin tilavuus lasketaan kaavalla:

$$V = b \times L \times h \quad (6)$$

jossa

b on elementin leveys

L on elementin pituus

h on elementin paksuus

Noston aikana elementteihin kohdistuu dynaamisia kuormia, jotka tulee huomioida mitoituksessa. Dynaamiset voimat lisäävät elementin omapainon suuruutta ja niihin vaikuttavat nostolaitteen valinta ja maanpinnan muoto. (Betoniteollisuus ry 2010a, 9; Karacabeyli & Douglas 2013, 31.) Dynaamisen kertoimen ψ_{dyn} arvot on esitetty kuvassa 9.

Nostotilanne	Ψ_{dyn}
Torni- tai siltanosturi	1,2 *)
Autonosturi	1,4 *)
Liikkuva nosturi tasaisessa maastossa	2,0 - 2,5
Liikkuva nosturi epätasaisessa maastossa	3,0 – 4,0
*) Alemmatkin arvot voivat olla mahdollisia tehtaissa ja erityisjärjestelyin työmaalla	

KUVA 9. Nosturityypin mukaiset dynaamisen kertoimen arvot (Betoniteollisuus ry 2010a, 10)

Nostotilanteen mitoitusarvo saadaan kaavasta:

$$E_d = \gamma_G \times G + (\psi_{dyn} - 1)\gamma_Q \times G \quad (7)$$

jossa

G on nostettavan taakan omapaino

Kuorman osavarmuus saadaan kaavasta:

$$\gamma_L = \gamma_G + (\psi_{dyn} - 1)\gamma_Q \quad (8)$$

jossa

γ_G on 1,15 (pysyvien kuormien osavarmuusluku)

γ_Q on 1,5 (muuttuvien kuormien osavarmuusluku)

ψ_{dyn} on nosturin tyyppin mukainen dynaaminen kerroin

Yksinkertaistetaan kaavaa merkitsemällä kokonaisosavarmuutta merkinnällä γ_L , jolloin nostotilanteen mitoitusarvo voidaan laskea:

$$E_d = \gamma_L \times G \quad (9)$$

(Betoniteollisuus ry 2010a, 9–10.)

5 NOSTOAPUVÄLINEET

5.1 Yleistietoa nostoapuvälineistä

Nostoapuvälineeksi luokitellaan nostolaitteen ja taakan välissä oleva väline, joka ei ole liitetty nostolaitteeseen pysyvästi. Nostoapuväline voi olla kiinnitetty pysyväksi kuorman osaksi, jolla kuormaan voidaan tarttua. Nostoapuvälineiden on kestettävä siihen kohdistuva rasitus ilman pysyvän vaurion tai vian muodostumista. Nostoapuvälineeseen on oltava aina merkittynä sen suurin sallittu nimelliskuorma ja sitä ei pidä käyttää, jos merkintä puuttuu. Nimelliskuorman suuruutta ei saa ylittää. (Työsuojeluhallinto 2010, 15).

Nostoapuvälineiden turvallisuuden varmistamiseksi täytyy huolehtia niiden säännöllisestä tarkastamisesta. Säännöllisellä tarkastamisella tarkoitetaan nostoapuvälineiden kunnan valvontaa ja määräaikaistarkastuksia. Silmämääräiset tarkastukset tulee suorittaa päivittäin nostoapuvälineille, joita käytetään useasti. Nostoapuvälineiden määräaikaistarkastukset on suoritettava vuoden välein ja tarkastuksessa on huomioitava valmistajan ohjeet. Yleensä ohjeiden mukaiseen tarkastukseen kuuluu tarkastaminen silmämääräisesti ja ainetta rikkomattomilla kokeilla. Nostoapuvälineiden käyttöönotto tarkastaminen suoritetaan ennen työmaalla käyttöönottoa. Asianmukaisessa kunnossa oleville nostoapuvälineille tehdään merkinnät tarkastuksen suorittamisesta. (Ratu TT 7.10 Nostoapuvälineet ja käsikäyttöiset nostotaljat, tarkastukset 2000, 1–3.) Kuvassa 10 on esitetty nostoapuvälineisiin merkittävät vuosikohtaiset tarkastusvärit.

Vuosi	Tarkastusväri
2018	Oranssi
2019	Sininen
2020	Keltainen
2021	Valkoinen
2022	Vihreä

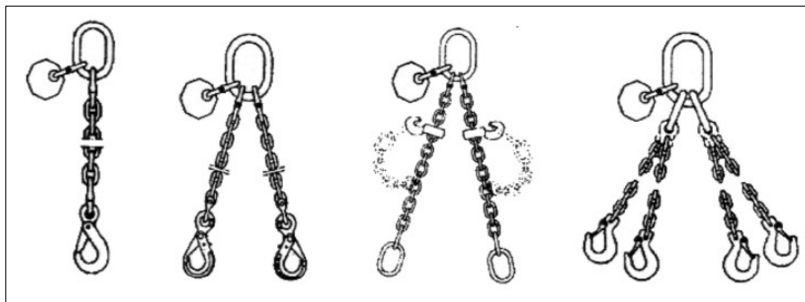
KUVA 10. Nostoapuvälineiden tarkastusvärit (Työturvallisuuskeskus ry julkaisuaika tuntematon)

5.2 Varmuuskertoimet

Varmuuskertoimella varmistetaan nostovälineen kestävyys nostotilanteissa. Varmuuskertoimella huomioidaan nostolaitteen käytöstä aiheutuva heikentyminen sekä nostossa tapahtuvat nykimiset. Varmuuskertoimella käytämällä ei tule ylittää määritettyä nimelliskuormaa. Nostoapuvälineiden lujuuslaskelmissa turvallisuustaso varmistetaan staattisen testin kertoimella 1,5 (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6/2008; Työsuojeluhallinto 2010, 9.)

5.3 Kettinkiraksit

Kettinkiraksit ovat yleisesti nostoissa käytettävä nostoapuväline ja ne voivat olla yksi- tai useampihaaraisia (kuva 11). Kettinkiraksit valmistetaan lyhytlenkkisistä ketteingeistä ja niihin yhdistettävistä lisäosista. Yhdistettäviä lisäosia ovat päärenkaat, varmuuskoukut ja muut kettinkien liittämiseen sekä lyhentämiseen käytettävät varusteet. Lisäksi kettinkiraksissa täytyy olla standardin SFS-EN 818-4 mukainen merkintälevy, josta ilmenevät sen ominaisuudet ja CE-merkintä. Merkintälevyssä ilmoitetaan kaltevuuskulmien mukaiset kettinkiraksin työkuormat. (Työsuojeluhallinto 2010, 21.)



KUVA 11. Kettinkiraksien tyypit (Työsuojeluhallinto 2010, 21)

5.3.1 Nimelliskuorma

Kettinkiraksin suurimpaan sallittuun nimelliskuormaan vaikuttavat käyttötapa ja kaltevuuskulmat. Kettinkiraksien nimelliskuorma voidaan laskea tapauskohtaisesti kerrointa käyttäen. Luokan 8 kettinkiraksien kertoimet on esitetty kuvassa 12. Kuormitustaulukon käyttämisessä tulee huomioida, että ne ovat tehty tietyntyylisille raksien halkaisijoille ja luokille, joten oikean taulukon käyttäminen on varmistettava ennen tarkastelua (Työsuojeluhallinto 2010, 15).

Ketju mm	1-haaraiset	2-haaraiset		3- ja 4-haaraiset	
	kg	45° kg	60° kg	45° kg	60° kg
6	1120	1600	1120	2360	1700
7	1500	2120	1500	3150	2240
8	2000	2800	2000	4250	3000
10	3150	4250	3150	6700	4750
13	5300	7500	5300	11200	8000
16	8000	11200	8000	17000	11800
19	11200	16000	11200	23600	17000
20	12500	17000	12500	26500	19000
22	15000	21200	15000	31500	22400
26	21200	30000	21200	45000	31500
32	31500	45000	31500	67000	47500
36	40000	56000	40000	84000	60000
40	50000	70000	50000	105000	75000
45	63000	88200	63000	132300	94500
SALLITTUJA KUORMIA LASKETTAESSA KÄYTETYT KERTOIMET					
	1	1,4	1	2,1	1,5
KIRISTÄVÄSSÄ NOSTOSSA KERROTAAN TAULUKON ARVOT 0,8:LLA					

KUVA 12. Kettinkiraksien kuormituskertoimet (Haklift 2018, 2)

Mikäli monihaaraisen kettinkiraksin kaikki haarat eivät ole käytössä, tulee käyttämättömät haarat kiinnittää lisärenkaaseen, siten etteivät ne pääse vapaasti roikkumaan noston aikana. Vapaasti roikkuessaan ne aiheuttavat vaaratilanteita työntekijöille ja ne voivat takertua hallitsemattomasti. Tällaisessa nostotilanteessa kettinkiraksin nimelliskuormaa pienennetään tapauskohtaisesti kertoimen avulla (kuva 13). (SFS-Käsikirja 79–2. Nostoapuvälineet. Osa 2: Nostokettingit, kettinkiraksit, tekstiiliraksit, raksien komponentit ja irrotettavat nostoapuvälineet 2010, 286.)

Raksityyppi	Käytössä olevien haarojen lukumäärä	Raksin nimelliskuormasta saa käyttää nostoon
Kaksihaarainen	1	1/2
Kolmi- ja neliharainen	2	2/3
Kolmi- ja neliharainen	1	1/3

KUVA 13. Kettinkiraksin nimelliskuorman pienennyskerroin (Työsuojeluhallinto 2010, 18)

5.3.2 Kettinkiraksien tarkastaminen ja turvallinen kiinnittäminen

Kettinkiraksit ovat nostoapuvälineitä ja ne tulee tarkastaa ennen käyttöä turvallisuutta vaarantavien vaurioiden varalta. Käytön aikana tulee huomioida oikeanlainen kiinnitystapa ja kuorman painopiste, jotta nosto on tasapainoinen kettinkirakseilla nostettaessa. Turvallisuuden varmistamiseksi kettinkiraksin suurin työkuorma tulee tarkastaa ennen noston suorittamista. Kuormituksen ollessa epäsymmetrinen, kettinkiraksin haarioihin kohdistuvat eri suuruiset kuormat ja siksi kuorman suuruutta tulee tarkastella ennen nostotyön suorittamista. Kaksi- tai useampihaaraisilla kettinkirakseilla suurin rasitus kohdistuu siihen haaraan, jonka kaltevuuskulma on pienin. Sen vuoksi kaltevuuskulmat tulisi olla yhtä suuret nostoa suorittaessa. (Haklift 2018, 1–8.)

Kuorman symmetrisyyden ehtoja kettinkirakseilla ovat:

- kuorma on pienempi kuin 80 % kettinkiraksin työkuorman suuruudesta.
- kettinkiraksin haarojen kaltevuuskulmat eivät ole alle 15 astetta.
- kettinkiraksin haarojen kaltevuuskulmien välinen ero on alle 15 astetta.
- Haarojen tasokulmien ero on alle 15 astetta käytettäessä kolmi- tai neliharaista kettinkiraksia. (SFS-Käsikirja 79–2. Nostoapuvälineet. Osa 2: Nostokettingit, kettinkiraksit, tekstiiliraksit, raksien komponentit ja irrotettavat nostoapuvälineet 2010, 282-284.)

5.4 Nostovyöt ja päällysteraksit

5.4.1 Yleistietoa

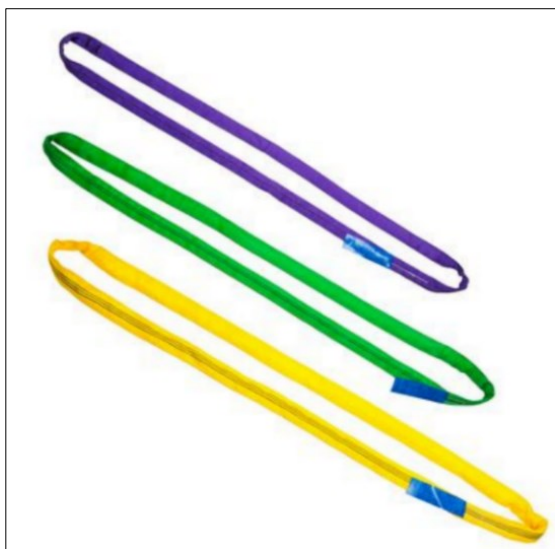
Silmukkanostovyöt, umpinostovyöt ja päällysteraksit valmistetaan synteettisistä kuitulangoista (kuvat 14–16). Valmistusmateriaaleja ovat polyesteri, polyamidi tai polypropeeni. Yleisimmin käytetty valmistusmateriaali on polyesteri. Valmistusmateriaali on merkitty nostoliinon etiketteihin värikoodilla ja niitä ovat sininen, vihreä ja ruskea. Polyesteri on merkitty sinisellä etiketillä, polyamidi vihreällä etiketillä ja polypropeeni ruskealla etiketillä. (Työsuojeluhallinto 2010, 30.)



KUVA 14. Silmukkanostovyö (Haklift julkaisuaika tuntematon)






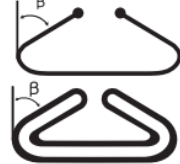
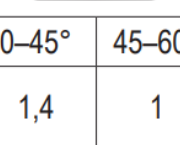
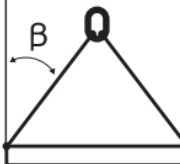
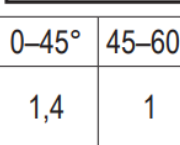
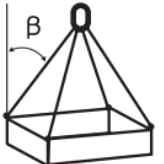
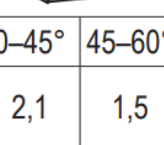
KUVA 15. Umpinostovyö (Haklift julkaisuaika tuntematon)



KUVA 16. Päällysteraksi (Haklift julkaisuaika tuntematon)

5.4.2 Nimelliskuorma

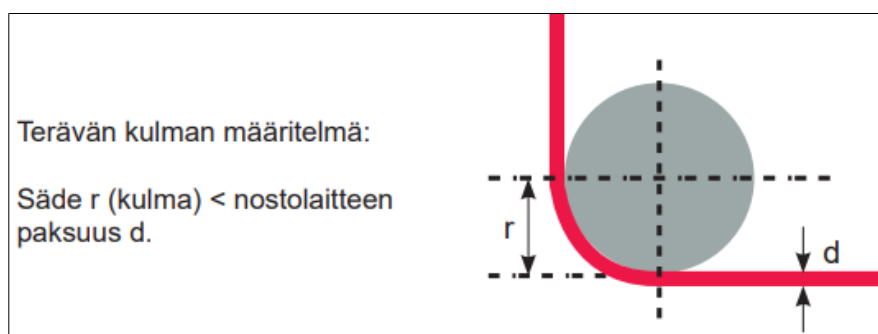
Nostoliinujen nimelliskuormaa merkitään nauhaosan värillä. Nostoliinujen suurimmat sallitut nimelliskuormat ovat riippuvaisia käyttötavasta. Nostoliinujen värikoodit, työkuormat ja nostokulmasta riippuvat muotokertoimet on esitetty kuvassa 17.

Kaltevuuskulma	1-haarainen	U-nostin	Sidottu	1-haaraisen kulma		2-haaraisen kulma		3-, 4-haarainen raksi	
									
				0–45°	45–60°	0–45°	45–60°	0–45°	45–60°
Kuormituskerroin	1	2	0,8	1,4	1	1,4	1	2,1	1,5
Väri	WLL (tonnia)								
Liila	1,0	2,0	0,8	1,4	1,0	1,4	1,0	2,1	1,5
Vihreä	2,0	4,0	1,6	2,8	2,0	2,8	2,0	4,2	3,0
Keltainen	3,0	6,0	2,4	4,2	3,0	4,2	3,0	6,3	4,5
Harmaa	4,0	8,0	3,2	5,6	4,0	5,6	4,0	8,4	6,0
Punainen	5,0	10,0	4,0	7,0	5,0	7,0	5,0	10,5	7,5
Ruskea	6,0	12,0	4,8	8,4	6,0	8,4	6,0	12,6	9,0
Sininen	8,0	16,0	6,4	11,2	8,0	11,2	8,0	16,8	12,0
Oranssi	10,0	20,0	8,0	14,0	10,0	14,0	10,0	21,0	15,0

KUVA 17. Silmukkanostovyön kuormituskertoimet (Certex 2019, 5)

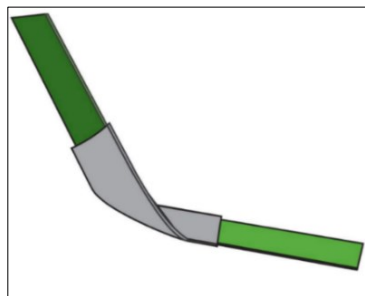
Nostovöiden kestävyys vaikuttavat heikentävästi terävät kulmat (kuva 18). Nostettavan taakan heilahdukset ja nostovöissä olevat vauriot lisäävät terävien kulmien heikentävää vaikutusta. Terävien kulmien vaikutuksesta nostovyön nimelliskuorma voi puolittua. (Työsuojeluhallinto 2010, 32).

Certex Finland Oy:n mukainen terävän kulman määritelmä:



KUVA 18. Terävän kulman määritelmä (Certex 2019, 6)

Nostovyön vaurioitumisen suojaamiseksi voidaan käyttää kulmasuojia, joka tulee asettaa terävän kulman kohdalle. Kulmasuojia on saatavilla sekä silmukkanostovöille, että päällysterakseille. Kiristävää nostoa suorittaessa tulee käyttää silmukan vahvikkeita, joka voi olla kestävästä materiaalista, kuten nahasta valmistettu suoja (SFS-Käsikirja 79–2. Nostoapuvälineet. Osa 2: Nostokettingit, kettingiraksit, tekstiiliraksit, raksien komponentit ja irrotettavat nostoapuvälineet 2010, 318.) Kuvassa 19 on esitetty silmukkanostovyön kulmasuoja.



KUVA 19. Silmukkanostovyön kulmasuoja (Certex julkaisuaika tuntematon)

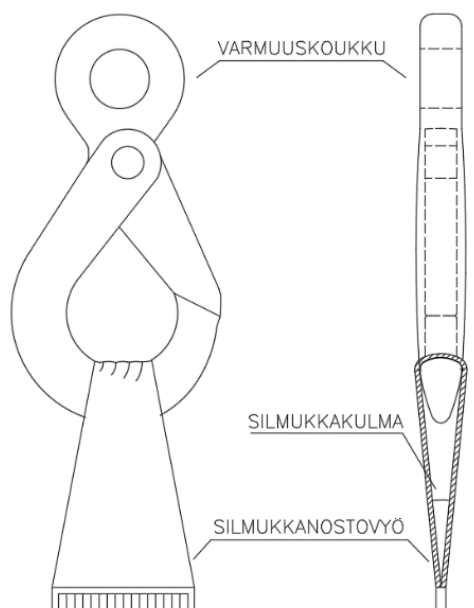
5.4.3 Nostovyön valinta ja turvallisuus

Nostovyötä valitessa tulee huomioida vyön nimelliskuorma, käytettävä nostotapa ja kuorman ominaisuudet. Kuorman ominaisuuksia ovat koko, paino ja muoto. Nostovyön on oltava ominaisuuksiltaan riittävän luja ja pituudeltaan sopiva. Nostovöiden on oltava ominaisuuksiltaan vastaavanlaiset, mikäli pituuden lisäämiseksi joudutaan käyttämään useampia vöitä samanaikaisesti. Kiinnitysosissa tulee huomioida kiinnitysosien sopivuus silmukoiden kanssa, jotta kuorma jakautuu tasaisesti koko nostovyön leveydelle, koska väärä kiinnitystapa voi vaurioittaa nostovyötä. (SFS-Käsikirja 79-2. Nostoapuvälineet. Osa 2: Nostokettingit, kettinkiraksit, tekstiiliraksit, raksien komponentit ja irrotettavat nostoapuvälineet 2010, 344.) Kuvassa 20 on esitetty silmukkanostovyön kiinnitys nostokoukkuun, jonka kaarevuussäde on pienempi, kuin 0,75 kertainen nostovyön leveyteen nähden. Silloin silmukkanostovyölle kohdistuva kuormitus ei ole tasainen ja nostovyö voi vaurioitua käytön aikana.

Nostovyön rakenteelliset ominaisuudet:

- Silmukan pituus on oltava vähintään 3,5 kertaa koukun paksuutta suurempi
- Koukun kaarevuussäteen tulee olla vähintään 0,75 kertaa nostovyön leveys
- Silmukkanostovyön haarojen kulma ei saa olla suurempi kuin 20 astetta.

(SFS-Käsikirja 79-2. Nostoapuvälineet. Osa 2: Nostokettingit, kettinkiraksit, tekstiiliraksit, raksien komponentit ja irrotettavat nostoapuvälineet 2010, 344.)



KUVA 20. Silmukkanostovyö ja varmuuskoukku (Ojaniemi 2021)

Lisäksi noston suorittamisen aikana tulee välttää kuorman heilahduksia, koska ne lisäävät nostovöille kohdistuvaa rasitusta. Hallittavuuden varmistamiseksi ennen nostotyön suorittamista tulee suorittaa koenosto, jonka aikana varmistetaan tasapaino ja nostovöiden kiinnitys. Mikäli nostettava taakka heiluu tai pyörii hallitsemattomasti, nostettava kuorma tulee laskea maahan vaurioiden välttämiseksi. Nostovöiden kiristyessä kädet ja muut ruumiinosat tulee pitää irti nostovöistä puristumisesta ja muiden vammojen välttämiseksi. Lisäksi turvallisen noston suorittamisessa on huomioitava, että nostettavan taakan alapuolella ei ole ketään noston suorittamisen aikana. (SFS-Käsikirja 79–2. Nostoapuvälineet. Osa 2: Nostokettingit, kettinkiraksit, tekstiiliraksit, raksien komponentit ja irrotettavat nostoapuvälineet 2010, 346–350.)

5.4.4 Nostovöiden vaatimukset ja tarkastaminen ennen käyttöä

Nostovyö tulee kiinnittää nostokoukkuun siten, että nostovyön silmukka asettuu koukun kidan pohjaan. Nostotyötä ei saa suorittaa, mikäli nostoliinassa on solmu tai se on muulla tavoin vaurioitunut. Ennen nostotyön suorittamista tulee nostovyölle tai päällysteraksille tehdä silmämääräinen tarkistus, jossa kiinnitetään huomiota ulkoisiin vaurioihin. (Työsuojeluhallinto 2010, 33–34.) Valmistajat antavat tarkemmat ohjeet nostovyön tai päällysteraksin hylkäysperusteista.

Vaurioituneita nostovöitä tai päällysterakseja ei tule käyttää vaan ne on korvattava ehjillä nostovöillä. Nostovöiden ja päällysteraksien puhdistus suoritetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti vedellä ja pesuaineella. (Työsuojeluhallinto 2010, 35).

5.5 CLT-elementtien nostossa käytettävät nostoapuvälineet

5.5.1 Nostokoukut ja -ruuvit

Puuelementtien nostokoukut ja -ruuvit ovat yleisesti Euroopassa käytetty nostoapuväline puuelementtirakentamisessa (kuva 21). Järjestelmä perustuu betonielementtirakentamisessa käytettäviin nostoankkureihin. Nostokoukku kiinnitetään itseporautuvalla täysikierreruuvilla puuelementin pintaan ja kiinnittäminen voidaan tehdä puun lape- sekä syrjäpinnalle. Nostoruuveja saa käyttää yleensä vain kerran ja ne on tarkastettava säännöllisesti vaurioiden vuoksi. Nostokoukkujen käytössä tulee huomioida nostokulmien suuruus, koska kapasiteetti riippuu siitä. Lähtökohtaisesti nostokoukkujen ja -ruuvien on syytä olla saman toimittajan valmistamia toimivuuden varmistamiseksi ja tiedot tulee tarkistaa valmistajan ohjeista ennen tuotteen asennusta. (Karacabeyli & Douglas 2013, 20; Rothoblaas 2021c; Stora Enso 2016, 2.)



KUVA 21. Nostokoukku ja -ruuvi (Stora Enso 2016)

5.5.2 Pitzl PowerClamp

Pitzl PowerClamp on nostoapuvälinemarkkinoilla suhteellisen uusi ja vielä vähän käytetty nostoapuväline (kuva 22). PowerClampin ominaisuuksia ovat helppo asennettavuus, vähäinen huoltotarve, eikä se tarvitse toimiakseen lisäosia. PowerClamp asennetaan yksinkertaisimmillaan poraamalla reikä ja poratun reiän puhdistuksen jälkeen tuote voidaan asentaa. PowerClampia on tällä hetkellä saatavilla kahta eri mallia, D40/90 ja D25/70. Näiden mallien kapasiteetit ovat 1 500 kg ja 500 kg. (Pitzl 2021.)



KUVA 22. Pitzl PowerClamp III D40/90 (Pitzl 2021)

5.5.3 Eurotec HebeFix

Eurotec HebeFix on markkinoilla oleva puuelementtien nostoon kehitetty nostoankkuri (kuva 23). Nostoankkurin kiinnitys tapahtuu poraamalla ankkuria varten reikä, jonka jälkeen ankkuri kiinnitetään ruuvauksella. Ankkuriin kiinnitetään kuulakiinnityksellä varustettu itselukittuva nostokoukku. Yhdistelmän ominaisuuksia ovat uudelleenkäytettävyys ja yksinkertainen asennettavuus. Ankkuri voidaan kiinnittää liimapuuhun sekä CLT-levyihin. (Eurotec 2021.) Nostoankkuri on lähtökohtaisesti tarkoitettu seinälevyjen nostoon, joten sen kapasiteetti on rajallinen. Nostoankkurille on annettu vaadittavat reunaetäisyydet. Valmistajalla on saatavilla nostoankkureita eri ominaisuuksilla.



KUVA 23. Eurotec HebeFix (Eurotec 2021)

5.5.4 Rothoblaas Octopus

Rothoblaas Octopus on metallivaijeri nostosilmukka. Nostosilmukan kiinnitys tapahtuu lyöntiankkuriin, joka asennetaan puuelementtiin (kuva 24). Tällä hetkellä nostosilmukkaa on saatavilla kolmella eri kapasiteetilla. Kapasiteetteja ovat 500 kg, 1 200 kg ja 2 000 kg. Nostosilmukka on uudelleenkäytettävä, mutta lyöntiankkuri on kertakäyttöinen. (Rothoblaas 2021b.)



KUVA 24. Rothoblaas Octopus and Percussion Nut (Rothoblaas 2021)

5.5.5 Rothoblaas Dragon Lifting Belt

Rothoblaas Dragon on metallivaarnalla varustettu nostovyö, joka on tarkoitettu puuelementtien ja palkkien nostoa varten (kuva 25). Nostovyön kapasiteetti on 500 kg ja sen ominaisuuksiin kuuluvat metallivaarnan ohjausnarut, joiden avulla metallivaarna saadaan ohjattua nostettavasti taakasta irti. Asennus suoritetaan tekemällä halkaisijaltaan 35 mm reikä, jonka läpi nostovyö pujotetaan. Nostovyö on uudelleenkäytettävä, mutta sen tarkastuksessa ja käytössä on huomioitava nostovöitä koskevat ohjeet. (Rothoblaas 2021a.)



KUVA 25. Rothoblaas Dragon (Rothoblaas 2021)

5.5.6 RAMPA Lifting System

RAMPA-nostojärjestelmä soveltuu käytettäväksi esimerkiksi liimapuu- ja CLT-elementeille (kuva 26). Sen ominaisuuksia ovat helppo asennettavuus ja jopa 3 600 kg nostokapasiteetti. Toiminta perustuu ruuvattavaan kiinnikkeeseen, johon kiinnitetään itselukittuva nostokoukku. Kiinnitys voidaan tehdä puun lape- ja syrjäpinnalle. Nostokoukku on vapaasti pyöriä asennuksen jälkeen, joten se asettuu nostosuuntaan nähden automaattisesti. (RAMPA 2021.)



KUVA 26. RAMPA Lifting System (RAMPA julkaisuaika tuntematon)

5.5.7 Yhteenveto

Opinnäytetyössä tarkastellaan puuparveke-elementtien nostoa ja tällä hetkellä käytössä on nostoruuvit, joiden kantaan kiinnitetään nostokoukku. Nostoruuvit porataan elementtiin ennen nostotyön suorittamista, minkä jälkeen elementti siirretään nostolaitetta käyttäen. Nostokoukkuja on elementin painosta ja muodosta riippuen kaksi tai useampi kappale. Nostoapuvälineiden käyttöä ja ominaisuuksia tarkasteltiin parveke-elementtien nostoa varten. Opinnäytetyössä ei tarkastella erikseen elementin nostoa, joka suoritetaan elementin alta nostovöitä käyttäen, koska se voi vaurioittaa puuparveke-elementin valmiita pintoja.

Tarkastelussa todettiin useiden nostoapuvälineiden kohdalla haasteeksi kapasiteetti tai asennuksen reunaetäisyydet. Lisäksi tarkastelussa huomioitiin nostoapuvälineiden asennustekninen toiminta. Markkinoilla olevista tarkastelluista tuotteista todettiin potentiaalisiksi nostoapuvälineeksi Pitzl PowerClamp. PowerClampilla on valmistajan ohjeet ja sertifikaatit, mutta sillä on tällä hetkellä kohtuullisen korkea listahinta, joten sitä valittiin ensisijaiseksi nostoapuvälineeksi opinnäytetyön tarkastelussa. Markkinoilla olevan nostoapuvälineen sijasta opinnäytetyössä päädyttiin kehittämään CLT-elementtiin kiinteästi sijoitettavaa liitosta, jota käytetään nostopisteenä.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää nostoratkaisu tilaajien käyttöön tehtaalle ja työmaalle. Nostoratkaisun toimivuus rajattiin koskemaan CLT-elementtiparvekkeita. Työn rajausta toteutettiin tilaajien kanssa yhteistyössä ja työn etenemistä ohjattiin tilaajien toimesta aktiivisesti opinnäytetyön suorittamisen aikana.

Tavoitteena oli kehittää mahdollisimman kustannustehokas ja turvallinen ratkaisu puuparveke-elementtien nostamiseen tehtaalle ja työmaalle. Puuelementtien nostamiseen käytettäviä ratkaisuja tarkasteltiin alkuselvityksellä. Alkuselvityksessä kartoitettiin markkinoilla olevia nostoapuvälineitä ja niiden ominaisuuksia. Alkuselvityksen jälkeen karsittiin soveltumattomat nostoapuvälineet pois ja keskityttiin selvittämään jäljelle jääneiden vaihtoehtojen ominaisuuksia syvällisemmin. Tarkastelussa huomioitiin nostoapuvälineiden nostokapasiteetit, asennusominaisuudet, vaadittavat reunaetäisyydet ja voimassa olevat tuotestandardit. Useimmiten nostoapuvälineen käytön soveltuvuuden haastekohdaksi muodostui vaadittavat reunaetäisyydet ja nostokapasiteetti. Työn aikana huomasin, että CLT-elementtien nostoratkaisun kehitys ei ollut niin suoraviivaista kuin oli etukäteen suunniteltu. Lisäksi haasteeksi muodostui se, että CLT on kohtuullisen uusi tuote Suomen markkina-alueella ja osa sitä varten kehitetyistä nostoapuvälineistä on luotu Euroopan ulkopuolisille markkina-alueille. Euroopan ulkopuolisilla alueilla määräykset ja sertifikaatit ovat erilaisia, joten näiden nostoapuvälineiden käyttö sellaisenaan ei ole mahdollista Suomessa. Siitä syystä näitä tarkasteltuja nostoapuvälineitä ei ole esitelty tässä työssä.

Opinnäytetyöhön keräsin materiaalia nostoapuväline valmistajilta ja työn etenemistä suoritin tilaajien asettamien toiveiden sekä mielipiteiden mukaisesti. Haasteena oli suunnitteluun ja selvitystyöhön kuluva aika, koska lähdeaineiston keräämisessä kului huomattavasti työtunteja. Suurin osa nostotyötä koskevista materiaaleista olivat betoniteollisuutta käsitteleviä julkaisuja ja materiaaleja eikä puuelementtien nostoa käsitteleviä materiaaleja ollut saman verran löydettävissä. Nostoapuvälineitä ja -menetelmiä karsittiin niiden ominaisuuksien sekä turvallisuuden näkökulmasta. Työn tilaajilla oli valmiita ratkaisuehdotuksia CLT-levyjen noston toteuttamiseksi, mutta ne eivät olleet valmiita käytettäväksi ja niiden kehitystä suoritettiin opinnäytetyössä. Nämä nostoratkaisut olivat elementtiin kiinteästi sijoittuvia nostoelimiä, mutta haasteena oli liitosten mitoitus, koska se ei onnistunut suoraan standardien mukaisesti.

Kehitykseen valittu nostoratkaisu oli CLT-elementtiin sijoittuva nostoelin, jonka toiminta perustuu kiinteästi elementtiin asennettavaan teräsvaaraan ja siihen liitettävään silmukkanostovyöhön. Työssä tärkeänä lähtökohtana oli selvittää liitoksen toimivuuden reunaehdot ja käytettävät tuotteet sekä nostoapuvälineet. Haasteeksi muodostui se, että ei ollut myynnissä ominaisuuksiltaan sopivaa silmukkanostovyötä, mutta opinnäytetyössä selvitettiin räätälöidyn silmukkanostovyön saatavuus. Toiseksi haastekohdaksi muodostui teräsvaaran ja CLT-levyn välinen liitos, koska sen mitoittaminen ei onnistunut suoraan Eurokoodien mukaisesti. Mitoituksellisen haasteen vuoksi Sweco Rakennetekniikka Oy kehitti liitokselle Mathcad-laskentapohjan. Laskentapohjaa hyödynnettiin opinnäytetyössä liitoksen kapasiteetin selvittämiseksi sekä nostodetaljien suunnittelussa. Kehityksessä ollut nostoelin

ei ole valmis käyttöönotettavaksi sellaisenaan opinnäytetyön jälkeen, koska mitoituksessa on käytetty varmentamattomia kaavoja, joten lisäksi on suoritettava asianmukainen vaatimuksenmukaisuuden arviointi käyttöönottamiseksi. Kehitettyä nostoratkaisua ei tässä työssä julkaista.

Opinnäytetyöstä tilaajat saavat tukea nostotyön suunnitteluun ja toteuttamiseen. Nostoapuvälineiden ja -osien suunnittelua sekä toteutusta koskevat asiat selvitettiin opinnäytetyön aikana. Suunnittelun ja havainnollistamisen toteutuksessa oli haasteita opinnäytetyön aikana, koska lähdeaineistot eivät olleet helposti löydettävissä ja puuttuvia tietoja jouduttiin keräämään epävirallisilla haastatteluilla. Epävirallisia haastatteluja ja kyselyjä suoritettiin nostoapuvälinevalmistajille. Nämä haastattelut liittyivät nostoapuvälineiden valmistukseen ja niiden ominaisuuksiin. Näitä tietoja käytetään nostoratkaisun kehityksessä reunaehtoina, koska ne asettavat rajoitteita toimivuudelle ja mitoitukselle.

Opinnäytetyön suorittamisesta opin, mitkä tekijät voivat vaikuttaa nostotyön suunnitteluun ja toteutukseen. Tarkempaa aikaisempaa kokemusta minulla ei ollut nostotyön suunnittelusta, mutta nyt hallussani on selkeämpi kokonaiskuva siihen vaikuttavista tekijöistä.

LÄHTEET

- Betoniteollisuus Ry 2010a, Betonielementtien nostolenkit ja -ankkurit. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy. Pdf-tiedosto. Julkaistu 2010. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/asennus/nosto-ohjeet>. Viitattu 15.2.2021.
- Betoniteollisuus Ry 2010b, Rungon asennusaikainen toiminta. Pdf-tiedosto. Julkaistu 31.8.2010. Saatavissa: <https://www.elementtisuunnittelu.fi/rakennejarjestelmat/rakennuksen-jaykistys/asennusvaihe>. Viitattu 15.2.2010.
- Certex Finland Oy. Powertex käyttöohje, Round Slings/Webbing Slings. Pdf-tiedosto. Julkaistu 7.8.2019. Saatavissa: <https://www.certex.fi/tuotteet/nostovyot-ja-paallysteraksit/nostovyot-ja-paallysteraksit/nostoliinat-nostovyot/silmukkanostovyot-powertex-p94733>. Viitattu 10.4.2021.
- Eurotec 2021. Lifting anchor. Esite. <https://www.eurotec.team/en/products/timber-engineering/lifting-anchor>. Viitattu 29.3.2021.
- Karacabeyli, Erol & Douglas, Brad 2013. CLT-Handbook, U.S. Edition. Cross-laminated timber. Québec: FPIInnovations.
- Haklift Oy 2018. Alkuperäinen käyttöohje, Ketjuraksit, luokka 8. Pdf-tiedosto. Julkaistu 10.10.2018. <https://www.haklift.com/tuotteet/nostovyot-ketjutuotteet-teraskoysiraksit/2-nostoketjut-teraskoysiraksit/nostoketjuyhdistelmat/nostoketjuyhdistelma-4-haarainen-salpakoukuilla-luokka-8-p345050>. Viitattu 29.4.2021.
- Hietavirta, Jukka, Hokkanen, Janne, Lappalainen, Ville, Patrikainen, Harri, Päivärinta, Keijo 2018. Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen 2018. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Palolahti, Tuomas, Lahtinen, Matti, Mäki, Tarja & Mittaviiva Oy 2010. Betonielementtien nostot. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy. https://betoni.com/wp-content/uploads/2020/08/Betonielementtien_Nostot_100114.pdf#page=37. Viitattu 15.2.2021.
- Pitzl 2021. Lifting clamp PowerClamp III. Esite. <https://www.pitzl-connectors.com/en/products/product-list/55890.4000>. Viitattu 29.3.2021.
- Puuinfo 2021. Puutieto: Insinööripuutuotteet, monikerroslevy (CLT). Puuinfo Oy verkkosivut. <https://puuinfo.fi/puutieto/insinoorituotteet/monikerroslevy-clt/>. Viitattu 1.3.2021.
- Ratu TT 7.10 Nostoapuvälineet ja käsikäyttöiset nostotaljat, tarkastukset 2000. STUL Rakennusinfo, RTK-Fakta Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/21182#page=1>. Viitattu 24.3.2021.
- RAMPA 2021. RAMPA lifting gear. Esite. https://www.rampa.com/service/en/products/wood-applications/lifting_gear/. Viitattu 29.3.2021.
- RIL 201-2-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- R M Lawson, PJ Grubb, J Prewer, PJ Trebilcock 1999, Modular Construction using Light Steel Framing: An Architect's guide. Berkshire: The Steel Construction Institute.
- Rothoblaas 2021a. Dragon lifting belt. Esite. <https://www.rothoblaas.com/products/machines-and-tools/transport-and-lifting/dragon>. Viitattu 29.3.2021.
- Rothoblaas 2021b. Octopus lifting eye bolt and percussion nut. Esite. <https://www.rothoblaas.com/products/machines-and-tools/transport-and-lifting/octopus>. Viitattu 29.3.2021.

Rothoblaas 2021c. Wasp hook for timber elements transport. Esite. <https://www.rot-hoblaas.com/products/machines-and-tools/transport-and-lifting/wasp#description>. Viitattu 29.3.2021.

SFS-Käsikirja 79-2. Nostoapuvälineet. Osa 2: Nostokettingit, kettinkiraksit, tekstiiliraksit, raksien komponentit ja irrotettavat nostoapuvälineet 2010, 2. painos. Helsinki: Suomen Standarditoimisto-liitto. Viitattu 8.3.2021.

Sorri, Senni 2017. CLT-tilaelementtikerrostalon rakennussuunnitteluohjeistus. Diplomityö. Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/25019/Sorri.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Viitattu 12.4.2021.

Stora Enso 2016. Lifting points for CLT. A Practical Guide. Saatavissa <https://www.cltsk.info/wp-content/uploads/2019/10/STATIKA2-Lifting-points-for-Stora-Enso-CLT-EN1.pdf>. Viitattu 12.4.2021.

Sweco 2021a. Verkkójulkaisu. Tietoa Swecosta. <https://www.sweco.fi/tietoa-swecosta/>. Viitattu 29.3.2021.

Sweco 2021b. Verkkójulkaisu. Palvelumme, rakennesuunnittelu. https://www.sweco.fi/palvelumme/Rakennetekniikka/?gclid=EAIaIQobChMIw-677ysug8AIVT_IRCh32pQsxEAAYASAAEgKYFfD_BwE. Viitattu 29.3.2021.

Sweco 2021c. Verkkójulkaisu. Palvelumme, rakennesuunnittelu, rakennetekninen suunnittelu ja konsultointi, puurakenteet. <https://www.sweco.fi/palvelumme/Rakennetekniikka/palvelut/rakennetekninen-suunnittelu-ja-konsultointi/puurakenteiden-suunnittelu/>. Viitattu 29.3.2021.

Tolppanen, Janne, Karjalainen, Markku, Lahtela, Tero, Viljakainen, Mikko 2013. Suomalainen puukerrostalo. Rakenteet, suunnittelu ja rakentaminen. Tampere: Opetushallitus, Puuinfo.

Työsuojeluhallinto 2010. Nostoapuvälineet Turvallisuus. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12. Tampere: Työsuojeluhallinto. https://nostokonepalvelu.fi/sites/nostokonepalvelu.fi/files/Nostoapuvalineet_turvallisuus.pdf. Viitattu 8.3.2021.

Työsuojeluhallinto 2020. Taakan kiinnittäminen asennusnosturiin vaatii kirjallisen luvan. Verkkójulkaisu. Työsuojeluhallinto verkkouutiset. Päivitetty 3.6.2020. <https://www.tyosuojelu.fi/-/taakan-kiinnittaminen-asennusnosturiin-vaatii-kirjallisen-luvan>. Viitattu 15.3.2021.

Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 12.6.2008/403. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080403>. Viitattu 15.2.2021.

Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080400>. Viitattu 15.2.2021

Woodia 2021. Parvekkeet, Piharakennukset. PuuIdea Oy verkkosivut. <https://woodia.fi/>. Viitattu 1.3.2021.

LIITE 1: NOSTODETALJIT

Liitettä ei julkaista.