

# HUNDEGGER SPEED-CUT SC3

Käyttöönotto ja integrointi tuotantoprosessiin

## Tiivistelmä

Tekijä Moilanen, Matti	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 28	Valmistumisaika Kevät 2019
Työn nimi <b>Hundegger Speed-Cut SC3</b> Käyttöönotto ja integrointi tuotantoprosessiin		
Tutkinto Insinööri (AMK), prosessi- ja materiaalitekniikka		
Tiivistelmä VVR Wood Oy on Heinolassa toimiva puurakentamisen yritys. Yritys hankki syksyllä 2018 Hundegger Speed-Cut SC3 koneen. Opinnäytetyön tarkoituksena on koneen purkaminen siirtokuntoon, asennus, kasaus ja integrointi tuotantoprosessiin. Asennuksessa huomioitiin tuotantotilan rajoitteet, mutta pyrittiin mahdollisimman tuottavaan toimintaan. Integrointi tuotantoprosessiin sisältää suunnittelusta lähtevän työn valmistukseen asti. Työssä huomioidaan työstettävien kappaleiden syöttö koneelle, niiden merkintä ja välivarastointi tuotantopisteelle. Tavoitteena on koneen täyden kapasiteetin hyödyntäminen yrityksen toiminnassa. Oman oppimisen kannalta tavoitteena on ymmärtää tuotantoprosessia ja sen sujuvuutta paremmin. Lisäksi tavoitteena on koneen asennukseen liittyvien asioiden hallinnointi ja vaatimukset. Tietokoneohjattu työstökone lisää, automatisoi ja parantaa laatua teollisessa puurakentamisessa. Kasvavan yrityksen työn laadun ja tuotantoprosessin nopeuttaminen on keskeisessä asemassa. Koneen täysi kapasiteetti ei vielä täyty, mutta jatkossa esi-valmistuksen tärkeys kasvaa tuotantomäärän nousun mukana. Työstettävien kappaleiden siirrossa syöttöpöydälle pyrittiin maksimoimaan tehokkaan työskentelyn aikaa.		
Asiasanat puurakentaminen, Hundegger Speed-Cut SC3, tuotantoprosessi		

## Abstract

Author Moilanen, Matti	Type of publication Bachelor's thesis	Published Spring 2019
	Number of pages 28	
Title of publication <b>Hundegger Speed-Cut SC3</b> Commissioning and integrating into the production process		
Name of Degree Bachelor of Materials Engineering		
Abstract <p>VVR Wood Oy is a Heinola-based company specializing in wood construction. In autumn 2018 the company acquired a Hundegger Speed-Cut SC3 machine.</p> <p>The purpose of this Bachelor's thesis was to integrate the Hundegger Speed-Cut SC3 machine in VVR Wood Oy's production process. Integration included several phases such as disassembling the machine for transport and then assembling and installing it as part of the production. Installation was done considering restrictions in the production environment and maximum productivity of the business. The machine's integration into the production process includes all phases from planning the work to manufacturing the products. The objective was to utilize the machine's full capacity in the company's operations. For the sake of own learning the objective was to understand the production process and its flow better. Additionally, the aim of the thesis was to deal with issues regarding machine installation.</p> <p>A computer-controlled machine tool increases, automatizes and improves the quality of products and processes in industrial wood construction. The quality of the products and accelerating the production processes are the key aspects in a growing company like VVR Wood Oy. The machine is not yet functioning at its full capacity but in the future the role of the machine will increase because the pre-preparation of products will be more important as the production volume increases.</p>		
Keywords wood construction, Hundegger Speed-Cut SC3, production process		

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	1
2	TUOTANNONOHJAUS.....	2
2.1	Tuotannonsuunnittelu .....	2
2.2	Laatu .....	3
2.3	Tuotannon layout.....	3
2.4	JIT ja imuohjaus .....	4
3	PUURAKENTAMINEN.....	5
3.1	Puurakentaminen Suomessa.....	5
3.2	Pre-Cut.....	6
3.3	Kerto-Ripa .....	6
4	HANS HUNDEGGER AG .....	8
4.1	Yritys .....	8
4.2	Hundegger Speed-Cut SC3.....	8
5	KOMPONENTTISAHA.....	10
5.1	Purkaminen ja varustaminen siirtokuntoon .....	10
5.2	Lastaus ja parku .....	12
5.3	Koneen asennus.....	14
5.3.1	Asennus ja säätö .....	16
5.3.2	Varustaminen .....	17
6	KÄYTTÖÖNOTTO .....	20
6.1	Käyttöönottohuolto.....	20
6.2	Ylösajo.....	20
7	INTEGROINTI TUOTANTOPROSESSIIN.....	21
7.1	Tuotantoprosessin kulku.....	21
7.2	Työstöohjelman käyttö.....	21
7.3	Syöttöpöydän ja kuljetinradan optimointi.....	22
7.4	Kuljetusvaunujen tarve .....	24
8	YHTEENVETO .....	26
	LÄHTEET .....	27

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi VVR Wood Oy Heinolasta. Yritys on perustettu vuonna 2014, jonka toimitusjohtajan toimii Tero Vesanen ja tuotantojohtajana Ville Valve. Yrityksen toimialana on puurakentaminen ja tuotteisiin kuuluvat puuelementit ja Kerto-Ripa-elementit. Toiminta on ollut nousujohteista perustamisvuodesta lähtien. Liikevaihtoa yrityksellä oli vuonna 2017 2 663 000 €, josta liiketulos on 363 000 €. (Kauppalehti 2019.)

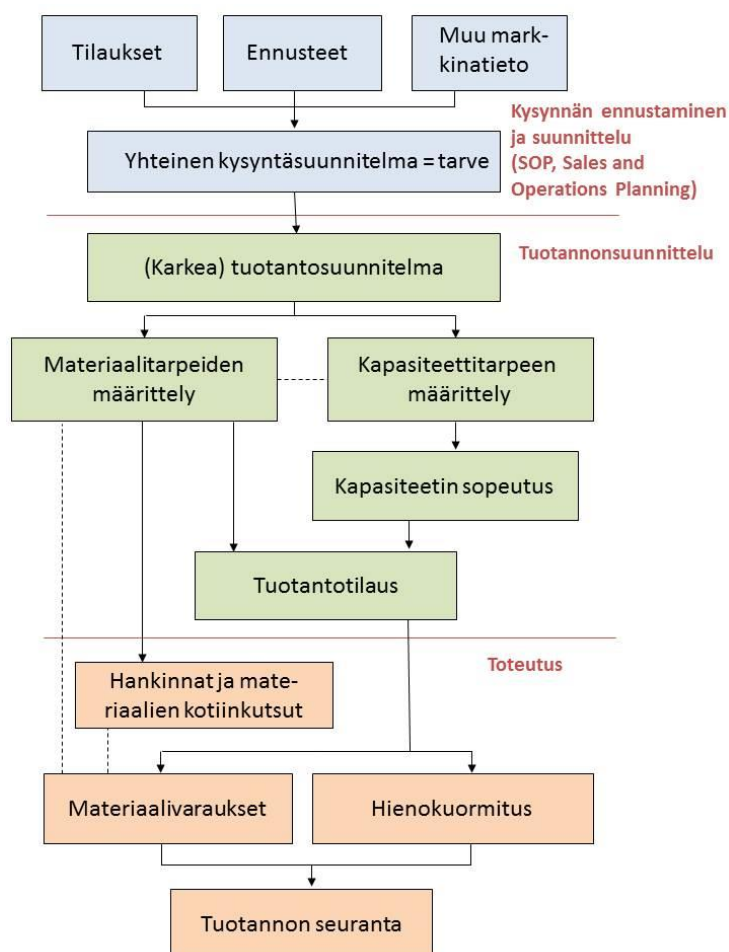
Kasvun myötä yritys hankki Hundegger Speed-Cut SC3-koneen, jotta esivalmisteluastetta ja automatisointia voidaan parantaa. Yritys tarjosi opinnäytetyön aiheen koneen siirrosta, asennuksesta ja integroinnista tuotantoprosessiin. Pelkkä koneen asentaminen ei itsessään riitä kasvattamaan tuotantoa. Koneen integrointi toimivaksi osaksi tuotantoa vaatii toimenpiteitä suunnittelusta aina työstettyjen kappaleiden välivarastointiin asti. Näin pyritään kasvattamaan tehokkaan työskentelyn aikaa ja nopeuttamaan tuotantoprosessia.

Tavoitteena työlle on saada kone siirrettyä ja asennettua uuteen tuotantotilaan. Tuotantotila täytyy hyödyntää tilan, kuljettimien, materiaalin syötön ja vastaanoton kannalta. Kone tulee käyttämään pääsääntöisesti yksi työntekijä, mutta käyttö- ja huoltokoulutus tulee opastaa useammalle työntekijälle. Koneen pääkäyttäjän kanssa tullaan perehtymään tarkemmin koneasetuksiin, työstöparametreihin, tiedoston siirtämiseen käyttöohjelmaan ja optimointiin. Käyttämistä ja materiaalihallinnasta täytyy saada mahdollisimman sujuvaa ja tuottavaa.

## 2 TUOTANNONOHJAUS

### 2.1 Tuotannosuunnittelu

Tuotannosuunnittelulla tarkoitetaan asiakastarpeeseen pohjautuvaa materiaalien ja kapasiteetin suunnittelua ja ohjausta. Tavoitteena on saada tehokkaasti toimiva tuotanto sekä laatu vastaamaan asiakkaan tarpeisiin. Tuotannosuunnittelussa ja ohjauksessa on alakohtaisia eroja ja painotuksia, mutta käytännössä toimenkuva toteutuu pääpiirteittäin samalla tavalla (kuva 1). (Logistiikanmaailma 2019d.)



Kuva 1. Tuotannosuunnittelun prosessi (Logistiikanmaailma 2019a)

Tuotannosuunnittelun perustana on kysyntä. Materiaalin ja kapasiteetin suunnittelu yhdistetään kysyntään. Näin saadaan karkean tason tuotantosuunnitelma, jossa huomioon on otettu olemassa olevat varastot ja toimitusputkessa olevat toimitukset. Huomioon otetut varastot ja käynnissä olevat toimitukset toimivat perustana materiaalihankinnoille ja materiaalien kotiinkutsuille. Kapasiteettia huomioidessa on otettava huomioon pullonkaulojen estäminen. Materiaalien lisäksi kapasiteetilla tarkoitetaan myös henkilö- tai konekapasiteettia. Tuotantosuunnitelma tarkennetaan tuotantotilaukseksi. Tapahtumat toimivat

jossain tietojärjestelmässä ja lattiatason ohjaus tapahtuu visuaalisesti, paikan päällä tapahtuvalla ohjauksella, tietojärjestelmällä tai näiden yhdistelmällä. (Logistiikanmaailma 2019a.)

## 2.2 Laatu

Laadunhallinta ylläpitää tuotteen tai palvelun vaatimuksia. Toimiva laadunhallinta parantaa organisaatiossa useita asioita, kuten tuotteen ja palvelun laatua, tehokkuutta, tuottavuutta, taloudellisia etuja, varaston hallintaa, joustavuutta sekä työntekijöiden ja asiakkaiden tyytyväisyyttä. Edellä mainittujen asioiden kunnossa oleminen tuottaa myös taloudellisia etuja. (Logistiikanmaailma 2019b.)

Laatujohtaminen organisaatiossa tapahtuu tehtävään sitoutuneen tahon toimesta. Toimenkuvana on laadun korostaminen, joka kehittää jatkuvaa parantamista. Toimintaprosessien sisään saatavalla laadulla poistetaan virheet, hukka ja epäkohdat. Toiminta korostaa ja painottaa lyhyisiin läpimenoaikoihin, koska se lisää nopeutta, joustavuutta ja sitoo vähemmän pääomaa. Toimet olisi saatava koko henkilöstön tietoon ja toiminnan oltava ohjeiden mukaista. (Logistiikanmaailma 2019b.)

Laadunvarmistus sisältää laatuvaatimuksen ja niiden tarkkuuden. Laadunhallintajärjestelmä puolestaan ohjaa organisaatiota laadun täyttämiseen. Laadukkaalla johtamisjärjestelmällä varmistetaan asiakastyytyväisyys ja parannetaan tuottavuutta. Lisäksi dokumentoidaan tuotteiden, palveluiden ja prosessin laatua, kehittäen jatkuvasti uusia menetelmiä ja puuttuen epäkohtiin. (Logistiikanmaailma 2019b.)

Auditoinnilla eli järjestelmällisellä ja riippumattomalla selvityksellä arvioidaan laatua. Huomioon otettavaa ovat toiminnot, niiden suunnitelmanmukaisuus, tehokkuus ja se, ovatko ne tavoitteiden kannalta tarkoituksenmukaisia. Yritys voi itse tehdä auditoinnin, tai sen voi myös tehdä ulkopuolinen taho. Auditoinnin voi suorittaa toinen yritys tai kolmas osapuoli. (Logistiikanmaailma 2019b.)

## 2.3 Tuotannon layout

Tuotannon layouttiin sisällytetään laitteiden ja työpisteiden lisäksi kulkureitit, varastot ja muut tarvittavat tehtaaseen sijoitetut asiat. Osa muutoksista tehdaslayoutille on hyvin kalliita, aikaa ja työtä sitovaa. Näin ollen muuttaminen ei ole helppoa. Sillä on kuitenkin suuri merkitys tuotannon sujuvuuteen, tehokkuuteen ja materiaalivirtauksiin. Materiaalivirtaus tarkoittaa tavaran ja tuotteen liikettä tehtaassa. Materiaalivirtausta pyritään ohjaamaan usein suoraan tai U:n muotoiseen liikkeeseen. Hyvällä layoutsuunnitelmalla minimoidaan

työntekijän turhaa liikettä ja nopeutetaan tuotteen läpäisyäikää. (Logistiikanmaailma 2019c.)

Layoutit voidaan karkeasti jakaa kahteen osaan, joita ovat prosessilähtöinen ja tuotelähtöinen layout. Prosessilähtöisessä layoutissa samanlaiset työstöt ja toiminnot on sijoitettu samalle alueelle keskenään. Tämä mahdollistaa laajan tuotekirjon ja tuotteiden vaihtelun, mutta vaatii ohjaukselta todella paljon informaatiota eikä materiaalivirtaus ole suoraviivaista. Tuotelähtöinen layout on toteutettu päätuotteen valmistusta varten mahdollisimman tuottavaksi. Mahdollisuuksia on solulayout, tuotantolinjalayout ja virtautettulayout, joista jokaisella on etunsa eri tuotannoissa. Solulayout sopii parhaiten pienivolyymiseen tuotantoon ja puolivalmistetun tuotteen tekemiseen. Tuotantolinja voi olla pakkotahtinen tai vapaatahtinen. Pakkotahtista tuotantolinjaa käytetään esimerkiksi autotehtaissa, joissa se sovelletaan suurille määrille samankaltaisia tuotteita. Vapaatahtinen tuotantolinja on järjestetty linjamaisesti, mutta tuotteen työpistesierot eivät ole pakkotahtisia. (Logistiikanmaailma 2019c.)

## 2.4 JIT ja imuohjaus

JIT (Just-in-time), joka on suomeksi käännettynä JOT (Juuri Oikeaan Tarkoitukseen), tarkoittaa materiaalin valmistusta, siirtämistä ja kuljettamista todellisen tarpeen mukaan. Imuohjauksella tarkoitetaan tuotannonohjausmenetelmää, joka perustuu asiakastarpeen tahtiin, jossa varastojen ja keskeneräisten tuotteiden määrä on rajoitettu. Tuotteita valmistetaan ja siirretään, kun ketjun seuraava vaihe sen mahdollistaa. Imuohjausta voidaan toteuttaa Kanban-ohjauskorttien avulla. Kanban-kortti antaa luvan valmistaa ja siirtää osan tai tuotteen, kun se on määrätty. Korttien määrällä lisätään tai vähennetään tuotantoa. Visuaalisesti toimiva toteutustapa imuohjaukselle on kaksilaatikkojärjestelmä, jossa osia tai tarvikkeita kulutetaan yhdestä laatikosta. Laatikon tyhjennettyä tarvitaan tilalle uusia osia tai tarvikkeita sama määrä. Täydennyksen tapahtumisen aikana käytetään jäljelle jäänyttä laatikkoa. (Logistiikanmaailma 2019a.)

### 3 PUURAKENTAMINEN

#### 3.1 Puurakentaminen Suomessa

Suomen metsissä kasvaa vuosittaisesti lähes 110 milj. m<sup>3</sup> runkopuuta. Vuosittainen hyöty on viime aikoina ollut 60 ja 65 %:n välillä. Puun käyttöä voitaisiin lisätä muun muassa bioenergianlähteenä, rakentamisessa, puutuoteteollisuudessa ja biojalosteina. Sahatavaran kulutuksesta neljä viidesosaa käytetään rakentamiseen. Suomessa suurimmat kasvumahdollisuudet puurakentamisessa sijoittuvat kerrostalorakentamiseen, julkiseen rakentamiseen, halli- ja tuotantotila rakennuksiin ja siltoihin. (Karjalainen 2018.)

Ekologisuutensa ansiosta puurakentamista pyritään entisestään lisäämään Suomessa. Kasvaessaan yksi kuutiometri puuta sitoo itseensä tonnin ilman hiilidioksidia ja samalla ilmakehään vapautuu 700 kiloa happea. Puun kuivapainosta puolet koostuu hiilestä. Metsät ovat kasvaessaan hiilinieluja ja puutuotteet hiilivarastoja. Ympäristöministeriö on ryhtynyt toimiin kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi, jotka koskevat rakennusmateriaalien ja rakennustuotteiden valmistusta. Säädöksiä pitäisi astua voimaan 2020-luvun puoliväliin mennessä. Tämän johdosta puu tulee olemaan yhä kilpailukykyisempi raaka-aine rakentamisessa. (Karjalainen 2018.)

Suomen nykyiset palomääräykset (1.1.2018-) ja ympäristöministeriön asetus 848/2017 rakennusten paloturvallisuudesta taulukkomitoituksen mukaan voidaan suunnitella ja rakentaa puurunkoisia kerrostaloja aina kahdeksaan kerrokseen saakka. Toiminnallisen paloturvallisuustarkastelun avulla yli kahdeksan kerroksiset puurakennukset ovat mahdollisia. Vuoden 2018 marraskuun loppuun mennessä puisia yli kaksikerroksisia asunkerrostaloja oli Suomessa 65 kpl, joissa on yhteensä 1673 asuntoa. Lähivuosina uusia puukerrostaloja on tulossa lisää noin 1350 asunnon verran. Puisia monikerroksisia työpaikkarakennuksia on rakennettu kolme. Puiset koulurakennukset ovat myös yleistymässä niiden terveellisen ja viihtyisän sisäilmaston ansiosta. Koulurakennuksia on rakenteilla ja vireillä oli kymmenen. (Karjalainen 2018.)

Teollinen esivalmistus nostaa puurakentamisen tuotettavuutta ja tehokkuutta, mikä voi johtaa jopa 70 % lyhyempiin rakennusvaiheisiin. Olosuhteiden hallinnalla huolehditaan puun kosteudesta, kuivaketjun pysyvyydestä ja turvallisesta rakentamisesta. Tarkan suunnittelun ja elementtien valmistelun takia aikataulutuksesta saadaan tarkkaa ja rakennusjätteen määrä jää vähäiseksi. Haittoina on tehokkaan tuottamisen suunnittelu ja prosessin hallinta. (Hurmekoski, Korhonen 2017.)

### 3.2 Pre-Cut

Pre-Cutilla tarkoitetaan yleisesti esivalmistettua puurakentamista. Näin työmaalla tehtävä rakentaminen ja osien esivalmistelu on siirretty tehtaalle. Pre-Cut voi sisältää useita eri valmisteluasteita, esimerkiksi Kastelli tarjoaa peruspaketissaan kuutta eri vaihtoehtoa talopaketeilleen. Näitä ovat sateelta suojaan, säältä suojaan yksi ja kaksi, lämmitysvalmiiksi, perusulkoverhous ja ulkoapäin valmis. Talopaketin puuelementit on siis esivalmistettu tehtaalla asiakkaan ostopäätöksen mukaan. Komponenttisahalla saadaan nopeasti työstettyä rakenneosia, joten puuosien tuotannosta saadaan mahdollisimman kustannustehokasta. (Kastelli 2019.)

### 3.3 Kerto-Ripa

Kertopuu on valmistettu 3 mm paksuista havuviiluista, jotka liimataan yhteen. Kertopuu valmistetaan 1800 mm ja 2500mm leveäksi tuotteeksi, joista sahataan palkkeja ja levyjä tuotteita niiden mittojen mukaisesti. Kerto ja Kertopuu on Metsäliiton Osuuskunnan rekisteröimiä tavaramerkkejä, mutta yleisesti tuotetta kutsutaan myös LVL:ksi (Laminated Veneer Lumber). Kertopuulle ominaista on se, että siitä valmistetaan pitkiä palkkeja ja suuria levylaattoja. Päätuotteita ovat Kerto-S, jotka ovat palkkimaisia tuotteita rakennusten ylä-, väli-, ja alapohjien kannattajiksi. Kerto-T tuotetta käytetään ulko- ja sisäseinien runkotolpiksi. Kerto-Q levytuotetta käytetään jäykistäviksi katto-, seinä-, tai lattialevyiksi. Kertopuun lujuusarvot ovat hyvät ja sen tiheys on noin 480kg/m<sup>3</sup> (kosteus 10%). Sisäilman päästöluokka on M1, eli paras mahdollinen. (PuuProffa 2015.)

Kerto-Ripa on Metsä Woodin kehittämä katto- ja lattiaelementti suunnittelujärjestelmä. Kerto-Ripa elementti valmistetaan Kerto-S palkeista, joihin rakenneliimauksella liitetään Kerto-Q levy. Elementti voi olla avoin ripalaatta (kuva 2), avokotelolaatta (kuva 3) tai kotelolaatta (kuva 4). Tuotteella on mahdollista saavuttaa jopa 25 metrin jänneväli, mutta yleisimmät ovat 9-20 metrin jänneväleille sisältyviä Kerto-Ripa elementtejä. Tämä mahdollistaa joustavan rakennesuunnittelun. Elementit voidaan eristää rakennuksen tarpeiden mukaan. Tehtaalla tuotetut elementit mahdollistavat nopean rakentamisen työmaalla. Säänsuojaus saadaan jopa 1500 m<sup>2</sup> yhden päivän aikana. Verrattaessa betonilevyyn on Kerto-Ripa-elementti viisi kertaa kevyempää. Seuraavat rakennusvaiheet voivat jatkua välittömästi kuivissa olosuhteissa. (MetsäWood 2016.)



Kuva 2. Ripalaatta (VVR Wood 2019)



Kuva 3. Avokotelolaatta (VVR Wood 2019)



Kuva 4. Kotelolaatta (VVR Wood 2019)

## 4 HANS HUNDEGGER AG

### 4.1 Yritys

Hans Hundegger AG aloitti toiminnan vuonna 1978 Saksassa. Koneenrakentajakoulutuksen käynyt Hans Hundegger työskenteli puusepänteollisuuden koneita valmistavassa yrityksessä ennen oman yrityksen perustamista. Türkheimilaisen puurakennusyrityksen johtajan Jakob Maierin innoittamana Hans aloitti vuonna 1981 maailman ensimmäisen täysautomaattisen yhdistelmäkoneen kehittämisen. Yhdistelmäkone P8 valmistui ja otettiin käyttöön neljä vuotta myöhemmin. CAD-tietojen siirtäminen yhdistelmäkoneeseen suoritettiin ensimmäisen kerran 1989. Hans Hundegger keksi ja patentoi myös massiivipuuseinän (Massiv-Holz-Mauer). Vuonna 2002 rakennettiin ensimmäinen MHM-talo, jonka massiivipuuelementit tuotettiin Hundeggerin MHM-valmistuslinjalla. Speed-Cut-koneita on valmistettu ja toimitettu vuoteen 2017 mennessä 900 kappaletta. Maailmanlaajuisesti tällä hetkellä on käytössä noin 5300 Hundeggerin valmistamaa konetta. (Hundegger Speed-Cut SC-3, 2019a.)

### 4.2 Hundegger Speed-Cut SC3

Speed-Cut on kehitetty ensisijaisesti nopeaan ja tarkkaan puuosien sahaukseen, mutta sillä on mahdollista tehdä myös muita puuosien työstöjä. Työstettävien puuosien poikkipinta voi olla 20 x 40 mm - 160 x 450 mm ja pituuden rajoitteena ainoastaan tuotantotilan antamat rajat. Koneessa on sisään- sekä ulossyöttöjärjestelmä, joka mahdollistaa pienen läpimenoajan sahauksessa. Sahauksissa voidaan käyttää monikerroksisia pakkoja (pienoja), joka parantaa sahausoptimointia. Lisäksi koneessa on mustesuihku merkkäusjärjestelmä. (Hundegger Speed-Cut SC-3, 2019c.)

Hundegger SC-3-sahayksiköllä (kuva 5) on mahdollista tehdä suoran sahauksen lisäksi kaksoisleikkaus, kulmaleikkaus, niskaparruleikkaus, sahattu lovi ja sahaus kappaleen tuennalla. Konetta hankittaessa pitää tietää sen käyttötarkoitus tuotannossa, jonka jälkeen lisäyksiköitä voidaan lisätä joustavuuden ja työstömahdollisuuksien lisäämiseksi. Työstöyksiköiden lisäksi terävarustelut vaikuttavat käytettävyyteen paljon. Näin ollen tarvittaviin puuosien työstöihin on saatavilla niihin sopivat terät. (Hundegger Speed-Cut SC-3, 2019d.)

EKP-ohjelma on puuntyöstöön soveltuva yksinkertainen ja käyttäjäystävällinen, joka sisältää mahdollisuuden tietojen vastaanottoon kaikista työstö- ja CAD-ohjelmista automaattisesti. Optimointi mahdollistaa rakennusprojekti kohtaisen optimoinnin.

Raakapuunmitan ilmoittamalla ja valitut rakenneosat optimoimalla saadaan materiaalihukka pieneksi. (Hundegger Speed-Cut SC-3, 2019b.)



Kuva 5. Hundegger Speed Cut SC-3

## 5 KOMPONENTTISAHA

### 5.1 Purkaminen ja varustaminen siirtokuntoon

VVR Wood Oy Heinolasta hankki Hundegger Speed Cut SC-3 konkurssipesän huutokaupasta. Kone sijaitsi Nurmeksessa (kuva 6), joten sitä lähdettiin purkamaan siirtokuntoon keskiviikkona 17.10.2018 työryhmän kanssa. Siirto oli sovittu perjantaiksi 19.10.2018 Nurmeksesta Heinolaan. Työryhmään kuului lisäksi kaksi työntekijää ja Tuotantojohtaja Ville Valve.

Ennen siirtokunnon valmistelua tutustuttiin Hundeggerin käyttöohjeen alkuperäiseen suomenkokeeseen. Koneesta oli katkaistu pääsyöttövirta jo aikaisemmin, joten purkaminen aloitettiin syöttöpöydän irrotuksella työstöyksiköstä. Syöttöpöytä on komponenttisahaan kuuluva, mutta runko on erillään työstöyksiköstä. Syöttöpöydän toimintaa ohjataan työstöyksiköstä paineilmalla ja sähköohjauksella. Irrotetut pneumaattiset letkut ja sähköliitännät merkittiin huolellisesti, jotta takaisin kytkeminen ei tuota ongelmia (kuva 7). Painokytkimet irrotettiin syöttöpöydästä kytkimiseen, koska näin sähköjohtoja ei tarvinnut katkaista. Ennen syöttöpöydän siirtoa, purettiin sen takana ja päädyssä olevat suoja-aidat. Suoja-aitojen ja syöttöpöydän sijainnit mitattiin työstöyksikköön nähden. Samaan aikaan irrotettiin muut suoja-aidat ja suojaseinät. Syöttöpöytä oli kiinnitetty lattiaan kiila-ankkureilla, joten mutterit löysättiin ja ylimääräiset kierreosuudet katkaistiin.



Kuva 6. Hundegger Speed Cut SC-3 Nurmeksessa



Kuva 7. Syöttöpöytä kytkettynä irti työstöyksiköstä

Työstöyksikön ympärillä olevat peltikuoret irrotettiin, jotta työstöyksikön eli koneen ulkomittat pienenevät kuljetusta varten. Koneen päällä oleva muovinen kangas rullattiin kasaan, minkä jälkeen ylhäällä olevat sivupellit irrotettiin. Purunimuputkisto kytkettiin irti koneesta ja koneessa kiinni olevat purunimuputket irrotettiin kannattimineen. Koneen etuosassa olevat pellit irrotettiin myös. Työstöyksikön suojaoven lukko on sähköisesti ohjattu, joten sen lukkoyksikkö irrotettiin ennen suojaoven irrotusta. Lukkoyksikön sijainti on tarkkaan määritelty, jotta tunnistimen vastakappale asemoituu oikein.

Peltisten suojaakkuorien poiston jälkeen työstöyksikön alla sijaitseva kapulakuljetin täytyi irrottaa. Kapulakuljetin oli kannatuksessa koneen etuosassa kulmarauodoilla ja takaosassa tukijaloilla. Kuljettimen matto täytyi katkaista liitoskohdasta, jotta kuljetin voitiin siirtää koneen alta pois. Kuljettimen sähkömoottori oli jo aikaisemmin poistettu hammasratasvaurion takia, joten siitä täytyi enää irrottaa kierroslukuanturi. Vastaanottopuolella sijaitsevan valoverhon paikka mitattiin ja kirjattiin muistiin, jonka jälkeen se kytkettiin irti.

Työstöyksikön sähkökaappi oli asennettu sille tarkoitetuille IPE-palkeille, jotka oli kiinnitetty lattiaan kiila-ankkureilla. Sähkökaappi irrotettiin IPE-palkeista ja nostettiin nostokohdista liinoilla, trukkia apuna käyttäen. Tämän jälkeen se pultattiin koneessa oleviin kiinnityskohtiin. Syöttövirran ollessa aikaisemmin jo kytketty pois, täytyi enää irrottaa maadoitusjohto sähkökaapista kuljetusta varten. Työstöyksikön kuljetuksen aikaiset tuet asennettiin.

Kone oli hitsattu IPE-palkkeihin kiinni, jotka oli kiinnitetty lattiaan kiila-ankkureilla. IPE-palkit päätettiin jättää koneeseen hitsauksistaan kiinni kuljetuksen ajaksi ja nostamisen helpottamiseksi. Näin ollen kiila-ankkureiden mutterit irrotettiin ja ylimääräiset pultit katkaistiin. Kaikkien edellä mainittujen vaiheiden ja pienten lisätöiden jälkeen komponenttisaha oli nosto- ja siirtovalmiina (kuva 8).



Kuva 8. Hundegger Speed Cut SC-3 siirtovalmiina

## 5.2 Lastaus ja parku

Kone siirrettiin tuotantotilasta pumppukärryillä ja trukilla. Lisäksi käytettiin siirtoalustoja, jotka asennettiin IPE-palkkien alle. Kuljetuskuntoon varusteltuna koneen pituus on 11720 mm, leveys 2280 mm ja korkeus 2270 mm. Kiinni jätettyjen IPE-palkkien korkeus lisää koneen kokoroketta, mutta kuljetuksen kannalta muutos ei ollut olennainen. Näin ollen kuljetuskaluston täytyi olla koneen kuljetukselle sopiva. Vetoauton lavalle nostettiin syöttöpöytä ja täysperävaunuun komponenttisaha (kuva 9).



Kuva 9. Kone ja syöttöpöytä lastattuna

Kuljetuksen aikainen suojaus suoritettiin huolellisesti pressuilla. Lisäksi yksittäisiä osia ja komponentteja suojattiin muovein. Koneen siirto Nurmeksesta Heinolaan alkoi suunnitellusti perjantaina 19.10.2018.

Maanantaina 22.10.2018 valmisteltiin koneen nosto tulevaan tuotantotilaan. Tuotantotilassa olevat ovet mahdollistivat täysperän läpiajomahdollisuuden ja näin riitti komponenttisahan nosto ja täysperän siirto alta (kuva 10). Komponenttisaha laskettiin siirtoalustoille, jonka jälkeen se siirrettiin lähemmäs lopullista paikkaansa.



Kuva 10. Komponenttisahan nosto täysperävaunulta (Rajajärvi 2018)

### 5.3 Koneen asennus

Kone nostettiin pukkienpäälle, jotta siirtoalustat saatiin pois. Näin ollen IPE-palkit voitiin myös poistaa. Ennen niiden irrotusta mitattiin IPE-palkkien sijainti ja kiinnityskohdat koneessa olevien asennuslappujen paikoista. Irrotetut IPE-palkit siistittiin ja tasattiin vanhoista hitsausjäljistä, joten niitä voitiin käyttää uudestaan. Kolmeen palkkiin haluttiin jatkoa, paremman asennuksen takaamiseksi.

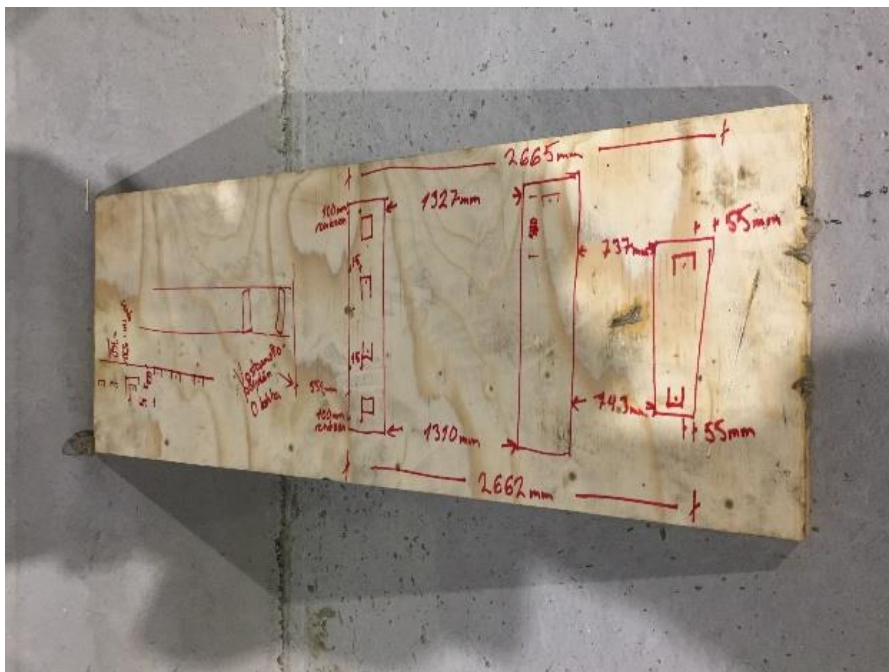
Jatko-osat tilattiin 15mm paksuisena rakenneteräs kappaleina, jotka hitsattiin toisiinsa kourupienahitsauksella kuvan 11 mukaisesti. Jatko-osien liitoskohta palkkiin viistettiin, kuten myös IPE-palkin pääty. Kappaleet kiinnitettiin tasa-V-hitsauksella toisiinsa lujuuden takaamiseksi. (Pere 2016, 19-3.)



Kuva 11. Jatko-osa IPE-palkille

Koneen ulossyöttöpuolelle haluttiin jättää tila 12 metriä työstetylle kappaleelle. Näin ollen nykyinen kappaleen syöttöpituus maksimissaan on 9 metriä. Pituudet rajoittuvat tuotantotilan leveyden takia. Koneen sijoittelulle tuotantotilaan oli tärkeää mahdollistaa nykyiset ja tulevat työstöt. Syöttöpuolelle tullaan jatkossa jalostamaan kappaleen syöttö- ja nostorullat, jonka takia seinään on tehtävä nosto-oviaukko. Tulevat muutokset mahdollistavat jatkossa ulossyöttöpuolen maksimipituuden hyödyntämisen. Kappaleiden maksimipituuden määrittely tässä vaiheessa oli tärkeää, koska seuraavaksi asennettiin IPE-palkit lattiaan. Asennusapuna käytettiin palkkien aikaisempaa sijaintia koneessa ja osittain uudelleen mitoitusta.

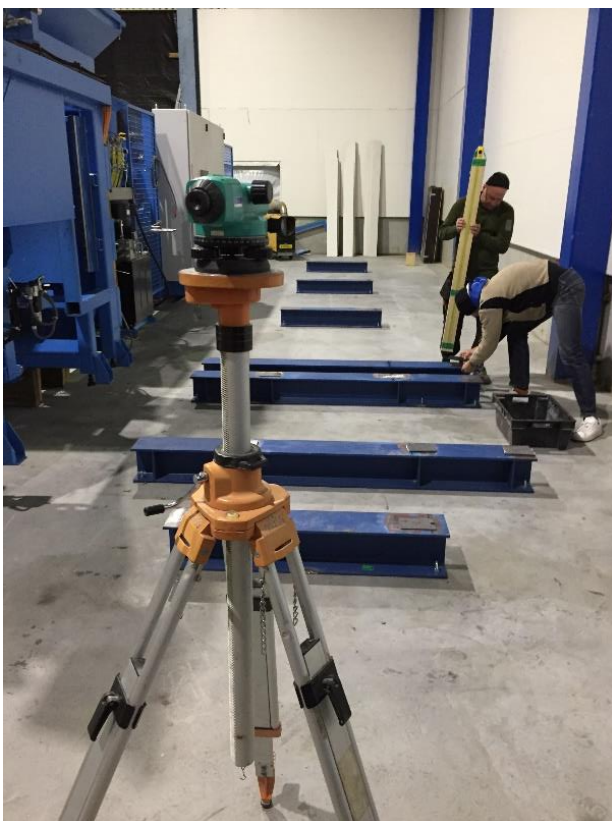
Asennusaikataulun takia mitoituksia kirjattiin puulevyyn (kuva 12), jonka tarkkuus riitti työmaa-asennukseen. Tärkein mitoitus tapahtui vastaanottopäädyn nollakohdasta, josta mitattiin seinään etäisyydeksi haluttu 12,2 metriä. Ylimääräiset 20 cm antaa siirtotilan 12 metriä pitkälle työstetylle kappaleelle. IPE-palkit mitoitetiin päätetystä nollakohdasta. Koneen taakse jäävän tilan määräsi sähkökaapin suojaetäisyydet.



Kuva 12. IPE-palkkien aikaisemmat kiinnityskohdat komponenttisahaan

IPE-palkkeja alettiin sijoittamaan suunnilleen oikeille paikoilleen tuotantotilaan. Ensimmäinen IPE-palkki siirrettiin mitaten lattiaan merkitystä nollakohdasta paikalleen. Sen suoruus tarkistettiin seinälinjan mukaisesti asennetun linjalangan ja ristikkolaserin avulla. Linjalankaa tulnaisiin käyttämään muidenkin IPE-palkkien asennussuoruuden määrittämiseksi. Sijainnit mitattiin ensimmäisen IPE-palkin mukaan, linjalangan mukaan ja ristikkolaseria apuna käyttäen. Oikeista sijainneista varmistuttua IPE-palkit kiinnitettiin lattiaan W-VD-A/S M12-35/160 ankkuripulteilla ja ankkurointimassalla. Ankkurointimassan kovettumisen jälkeen IPE-palkit kiristettiin paikoilleen.

Koneen asennus tasalleen on hyvin tärkeää. Korkeuseroja ei saisi olla koneessa, ja suoruus edesauttaa koneen säätöä vaaka- ja pystysuoraan. Asennuslevyiksi valittiin 0,25mm ja paksummat simmilevyt. Mittalaitteena käytettiin tarkkaa vaaituskojetta ja lattana käytettiin rullamittaa, joka oli asennettu mittatolppaan. Vaaituskojeen läpi katsottaessa pystyi 1mm jakamaan silmämääräisesti neljään osaan. Mittaus suoritettiin komponenttisahan suuntaisesti ja koje sijoitettiin työstöyksiköiden päähän (kuva 13). Kojeen lähellä olevat mittaukset oli helppo suorittaa, mutta viimeiset mittaukset vaativat tarkkuutta. Vaaituksen ollessa valmis kone täytyi siirtää lopulliselle paikalleen.

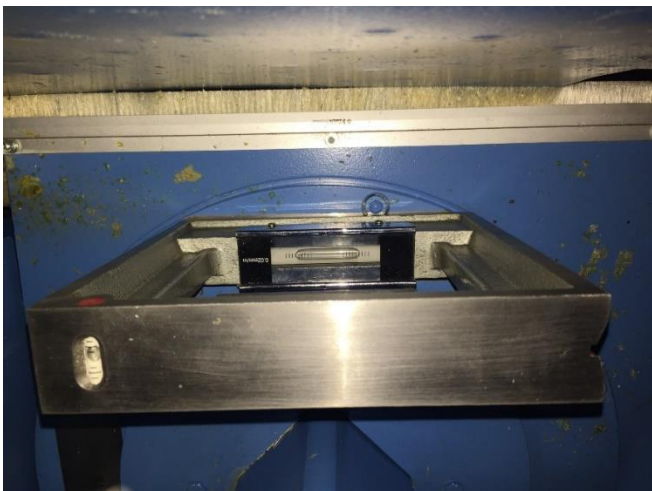


Kuva 13. Komponenttisahan vaaitus

### 5.3.1 Asennus ja säätö

Koneen ollessa puokeilla IPE-palkkien edessä, täytyi se nostaa asennettavaksi oikealle paikalleen. Kone nostettiin trukilla ja palkkinosturilla. Nosto vaati tarkkuutta trukkipäällikiltä ja palkkinosturin käyttäjältä, jotta kone kulkee vaakatasossa ja se saadaan sijoittumaan juuri oikealle paikalleen. Koneen tarkka sijainti oli merkitty IPE-palkkeihin ja simmilevyt sijaitsivat juuri oikeilla paikoillaan.

Kun kone oli asennettu oikealle paikalleen, täytyi se säätää työstöyksikön alla olevilla säätäjälajilla vaaka- ja pystysuoraan. Mittauksessa käytimme kehysvesivaakaa (kuva 14), jonka tarkkuus oli 0,02 mm metrille. Mittalaitteella pystyi suorittamaan vaaka- ja pystysuorat mittaukset. Kuuden säätäjälajin vaaitus osoittautui haastavaksi. Vaaitus pisteet selvitetiin ennen säätäjälajien säätämistä. Kehysvesivaakan ollessa todella tarkka, täytyi säätäjälajien kiristyksen kanssa olla huolellinen ja maltillinen. Säätöjen ja mittauksien ollessa kunnossa, päätettiin kone tarkistaa seuraavana päivänä vielä uudestaan, ennen kuin se hitsattaisiin kiinni. Seuraavana päivänä suoritettavat mittaukset osoittivat koneen suorudessa pieniä muutoksia. Nämä muutokset ovat voineet tapahtua virumisesta. Säätäminen suoritettiin uudestaan ja mittauksien ollessa kunnossa, voitiin hitsaus aloittaa.



Kuva 14. Kehysvesivaa'alla suoritettu mitta

Koneen rungossa olevat metalliset laput ja simmileytyt täytyi hitsata IPE-palkkeihin. Muutamaan kohtiin täytyi asentaa useampia simmileytyjä, jolloin simmileytyypakka hitsattiin ensin toisiinsa kiinni, sitten IPE-palkkiin ja viimeiseksi koneeseen. Parhaassa tapauksessa simmileytyä oli vain muutamia, jolloin hitsaus onnistui suoraan yhdellä saumalla (kuva 15).



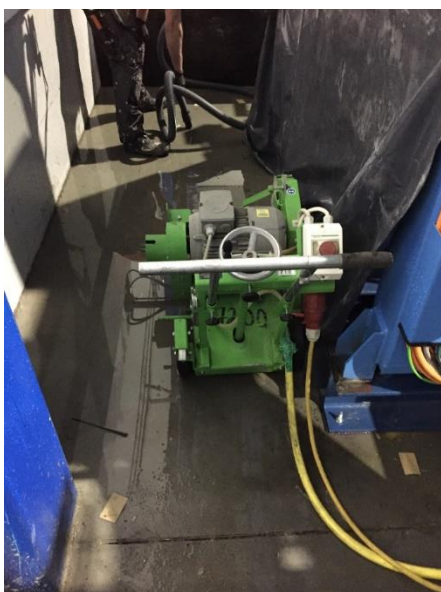
Kuva 15. Kone hitsattuna IPE-palkkeihin

### 5.3.2 Varustaminen

Koneen ollessa hitsattuna ja kiinnitettynä IPE-palkkeihin alkoi syöttöpöydän linjaukset ja siirto paikalleen. Syöttöpöydän linjauksessa apuna käytettiin linjalankaa ja laseria. Linjalanka asennettiin koneen läpi syöttöpuolelta vastaanottopuolelle asti. Näin saatiin koneen sisällä olevista rullalinjoista syöttöpöydälle kohdistuslinja. Vaakalaserin tarkkuus riitti syöttöpöydän korkeuden tarkastukseksi. Syöttöpöydän etäisyys koneesta asennettiin samaksi, kuin se oli aikaisemminkin asennettu. Korkeuden ja suoruuden varmistumisen jälkeen syöttöpöytä kiinnitettiin lattiaan kiila-ankkureilla. Koneen ja syöttöpöydän väliset sähköjohdot ja pneumaattiset letkut asennettiin paikoilleen.

Koneen työstökeskuksen alla oleva kapulakuljetin asetettiin tulevalle paikalleen, jonka sijainniksi tuli sama kuin aikaisemmassa käyttöpaikassa. Näin päästiin suunnittelemaan kapulakuljettimelta kuljetinhihnaa ulos. Yritys oli hankkinut leveän kuljettimen, joka päätettiin lyhentää käyttötarkoitukseen sopivaksi. Kuljettimen pituus määriteltiin kapulakuljettimelta, sokkelin läpi rakennuksen ulkopuolelle. Kuljettimen matto katkaistiin ja kuljettimen metallinen runko lyhennettiin. Rungon ollessa oikean mittainen, täytyi mattoa lyhentää ja liittää oikean pituisena takaisin paikalleen.

Kuljettimelle täytyi tehdä betonilattiaan syvennys, jotta se tulee jatkoksi koneen työstökeskuksen alla olevalle kapulakuljettimelle. Lisäksi kaltevuuskulman sopivana pysymisen takia hallin sokkeliin ja seinäelementtiin täytyi tehdä ulosvientiä varten kuvan 17 mukainen reikä. Betonilattiaan sahattiin timanttisahalla (kuva 16) syvennyksen ulkomitat ja välille uria piikkauksen helpottamiseksi. Urien ollessa valmiina, poistettiin betonilattia piikkaamalla. Kuljettimen rungon leveyden takia täytyi lattiaa poistaa aluseristyksille asti, jonka päälle valettiin harjateräsverkolla jäykistetty noin 30mm paksuinen laatta.



Kuva 16. Betonilattian sahaus timanttisahalla

Betonilattian syvennyksen ollessa valmis, aloitettiin sokkelin sahaus käsikäyttöisellä timanttisahalla. Sokkeliin mitoitettiin tarkat aukon mitat, jonka takia eristyksestä ei tulisi haastavaa. Mitoituksen jälkeen porattiin sokkelin alanurkista reiät läpi ulkopuolelle, jonka jälkeen mitoitus onnistui sokkelin ulkopuolelle. Sahauksen jälkeen sokkelin sivuille asennettiin filmivanerit, jotka eristettiin uretaanivaahdolla. Kuljetin asennettiin ulkoapäin trukkia apuna käyttäen, jonka jälkeen siihen työstettiin tukijalat asfalttia vasten. Näin kuljettimen paino ei kuormita sokkeliä. Kuljettimen asennuksen jälkeen, voitiin koneen alla sijaitseva kapulakuljetin asentaa kiila-ankkureilla betonilattiaan. Ulossyöttökuljetin eristettiin sokkeliin ja sen ala- ja yläpuolelle asennettiin kumimatosta ilmanvirtausta estävät suojat.



Kuva 17. Kuljettimen vaativat muutokset rakenteessa

Kiinteitä koneen ulkopuolisia asennuksia oli jäljellä enää suoja-aidat, turvaovet ja valo-verho, jotka sijoitettiin ohjeiden mukaisille paikoille. Valoverhon säätäminen kohdalleen toteutettiin vatupassilla, jonka tarkkuus yllättävästi riitti toteuttamaan valoverhon toiminnan. Lisäksi tuotantotilaan asennettiin sähkökourut. Koneen suojafeltien asennus toteutettiin vastakkaisessa järjestyksessä kuin purkaminen. Samalla asennettiin purunimuputkistot koneen sisälle.

Yritys hankki uuden paineilmakompressorin, jolle täytyi rakentaa uusi putkisto koko tuotantotilaan. Paineilmasäiliöiden jälkeen haaroitettiin yksi lähtö Hundeggerin käyttöä varten. Kone vaatii suuren paineen, jotta sen pneumaattiset ohjaimet ja sylinterit toimivat. Tämän takia paineilmalinjastoon asennettiin paineenkorotuspumppu (kuva 18). Näin ollen paineilmakompressorilla voidaan tuottaa sopiva paine muualle tuotantotilaan.



Kuva 18. Paineenkorotuspumppu

## 6 KÄYTTÖÖNOTTO

### 6.1 Käyttöönottahuolto

Kaikkien viimeistelytöiden ja asennuksien ollessa valmiit koneen suhteen, päästiin konetta käyttämään ensimmäisen kerran 9.11.2018. Ensimmäinen käyttöönotto suoritettiin maltillisesti ja tarkkailevasti, jotta sahayksikkö ja yhdistelmätuki voivat liikkua esteettömästi raja-arvoihinsa asti. Koneita käytettiin käsikäyttöisesti aluksi, jonka jälkeen voitiin aloittaa työt. Ensimmäiset työt olivat hyvin yksinkertaisia, joiden avulla tarkkailtiin koneen toimimista. Kaikki toiminnot osoittautuivat toimiviksi, eikä asennuksen kannalta huomattu ongelmia.

Koneen asennuksen aikana huomattuja kulumisia ja huoltotarpeita alettiin suorittamaan. Varaosia ja tarvikkeita tuli koneen mukana, joten kuluvia osia voitiin vaihtaa suoraan hyllyssä olevista tarvikkeista. Käyttöönottahuoltona suoritettiin tavanomainen huolto, joka tulee suorittaa säännöllisesti. Lisäksi huollon yhteydessä puhdistettiin liukupintoja.

Saimme avuksi konetta aikaisemmin käyttäneen työntekijän Nurmekselta. Hänen opastuksellansa suoritimme huoltotehtävät ja kulumien osien tarkistuksen. Samalla annoimme työntekijöille perushuollon opastuksen ja tarkastelua vaativat asiat. Purkamisen, siirron ja asennuksen aikana ei ollut tapahtunut mitään vahinkoa tai asennusvirhettä. Näin ollen pääsimme suorittamaan ylösajoa.

### 6.2 Ylösajo

Ylös ajoa lähdettiin suorittamaan yksinkertaisilla työstöillä, joiden mittatarkkuutta oli helppo mitata työstyestä kappaleesta. Mikäli tarkkuus ei vastannut työstönarvoja, muutettiin työstöparametreista työstöyksiköiden sijainteja. Työstöjä suoritettiin jokaisella yksiköllä, jokaisesta suunnasta, jotta saimme kaikki työstöparametrit säädettyä oikein. Tarvitavan mittatarkkuuden saavutettua aloimme käyttämään konetta sahatavaran optimointiin. Toteutusmuotona käytettiin seinäelementtien precut-sahausta, joiden työstyä harjoiteltiin hukan minimoinnin ja työstöajan lyhentämisen kannalta.

Aikaisemman kokemuksen koneen käytöstä omaava henkilö oli tässä tapauksessa todella suuri apu, koska meidän ei tarvinnut kokeilla ja testata asioita. Ylös ajoa suoritettiin tulevan koneen pääkäyttäjän ja muutaman työntekijän kanssa. Saimme opastettua työntekijöille koneen ohjelmiston käyttämisen, materiaalin syöttämisen ja vastaanoton. Käyttökoulutuksen antaminen useammalle henkilölle oli tärkeää, jotta poissaolon, sairastumisen tai muun esteen takia koneen käyttäminen ei ole vain yhden henkilön varassa.

## 7 INTEGROINTI TUOTANTOPROSESSIIN

### 7.1 Tuotantoprosessin kulku

VVR Wood Oy:n tapauksessa työstöyksikön integroinnilla tuotantoprosessiin tarkoitetaan aina suunnittelusta, tuotantopöydälle asti kulkevaa prosessia. Jokainen vaihe on tärkeää saada sujuvaksi ja käyttäjäystävälliseksi, jolla saadaan minimoitua niin sanottu ylimääräinen aika. Tuotantoprosessin kulkua ja jokaisessa vaiheessa tapahtuvaa työtä avataan tarkemmin niille osoitetuissa kohdissa. Koneella tullaan työstämään pääsääntöisesti sahataravaa precut-menetelmällä ja Kerto/LVL tuotteita. Prosessi ja tuotantotavat optimoidaan näille työstötavoille.

### 7.2 Työstöohjelman käyttö

Suunnitteluvaiheessa saadaan valmistettavista elementeistä kappalekohtaiset tiedot siirrettyä Hundeggerin ohjelmistoon. Kappaleet on merkitty elementti- ja osatunnuksella jo suunnitteluvaiheessa, jonka takia koneella tapahtuva vastaanotto ja välivarastointi helpottuu. Lisäksi kappaleiden osatunnukset edesauttavat kasauksessa tapahtuvaa työtä. Elementtitunnukset kappaleissa mahdollistavat useamman elementin optimoinnin kerralla, joka pienentää hukkaprosenttia työstöissä.

Edellä mainittu työ ei varsinaisesti lisää suunnittelijan työmäärää, mutta edesauttaa koneen käyttäjää todella paljon. Näin ollen koneen käyttäjän tarvitsee tuoda suunnittelijan ohjelmasta saatu tiedosto Hundeggerin omaan ohjelmaan. Käyttäjä tarkistaa tiedot oikeaksi, kuten työstettävän kappaleen suunnan ja merkintäkohdat. Näillä toimilla koneen käyttäjä voi valita nopeampia työstötapoja. Optimointi tapahtuu automaattisesti, mutta koneenkäyttäjä voi halutessaan valita tiettyjä kappalepituuksia optimoitavaksi. Tämä on tarpeellista, kun on mahdollisuus käyttää useampaa raakapuunpituutta. Mikäli optimoinnissa jää raakapuunpituudesta hukkaa, kone pilkkoo annetun pituuden puitteissa jätepuut. Jos jätepuun pituus ylittyy, kone syöttää jäännöspuun ulos koneesta. Jäännöspuu voidaan käyttää uudestaan tarvittaessa.

Kaikki edellä mainitut asiat käytiin koneen pääkäyttäjän kanssa läpi ja opastus tapahtui käytännön esimerkeillä. Koneita on käytetty osana tuotantoprosessia ja oppiminen joka päiväisessä työskentelyssä on edesauttanut tulevia suunnitelmia koneen hyödyntämisen parantamiseksi. Käyttämisen kannalta teoreettinen opettaminen ei ole paras mahdollinen tapa, jonka takia koulutus suoritettiin osana työprosessia. Koneen pääkäyttäjän kanssa pyrittiin mahdollisimman helposti lähestyttävään ja luontaiseen toimintatapaan. Käytön yhteydessä tulevat kysymykset selvitettiin ja ratkaistiin heti niiden ilmetyä.

### 7.3 Syöttöpöydän ja kuljetinradan optimointi

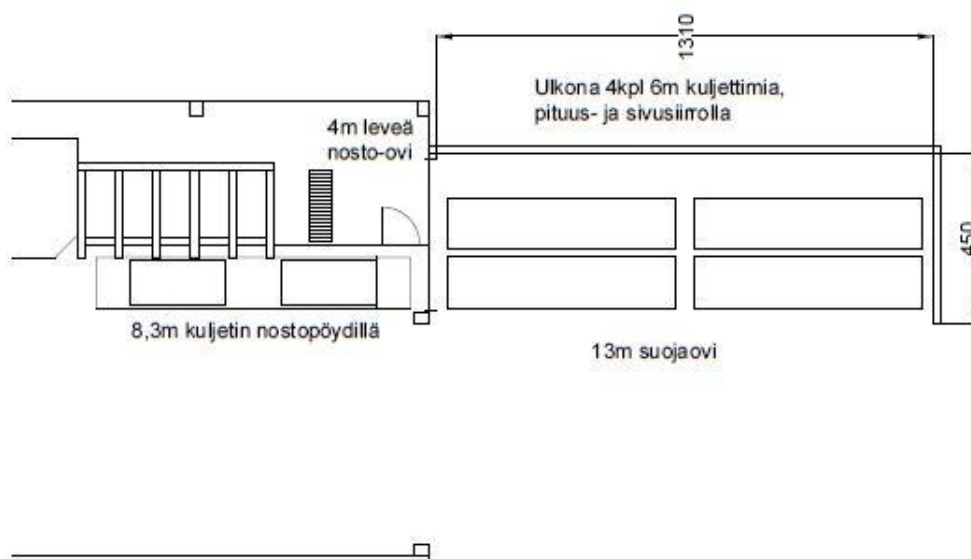
Työstettävät kappaleet koostuvat sahatavarasta ja Kerto/LVL tuotteista. Kerto/LVL tuotteiden työstön rajoitteena voidaan pitää ainoastaan kappaleen leveyttä. Tuotannossa käytettävät Kerto/LVL tuotepituudet vaihtelevat, mutta yleisimmäksi pituudeksi voidaan määrittää noin 8000 mm. Sahatavarapaketin leveys on yleensä 1100 mm, jolloin nostopöydät täytyy olla leveämpiä. Yleisesti sahatavaran maksimipituus on 6000 mm.

Syöttöpöydän eteen tullaan asentamaan nostopöydät, jotta syötettävien kappaleiden siirtäminen syöttöpöydälle helpottuu. Yrityksen käytöstä löytyi vanhoja nostimia, joiden pöytien mitat ovat 2500 x 1200 mm. Kyseiset pöydät kunnostettiin ja niiden sijoittelulla pyrittiin mahdollistamaan sekä Kerto/LVL tuotteiden ja sahatavaranippujen nosto. Pöydät asennettiin kuvan 19 mukaisesti syöttöpuolen pituuden puoliväliin ja pöytien väliin jätettiin 1500 mm. Tämä väli mahdollistaa nostopöydille lastauksen trukilla. Tulevaisuudessa nostopöydille syöttö tulee tapahtumaan kuljetinradalla, mutta vielä tässä vaiheessa lastaus suoritetaan trukilla.



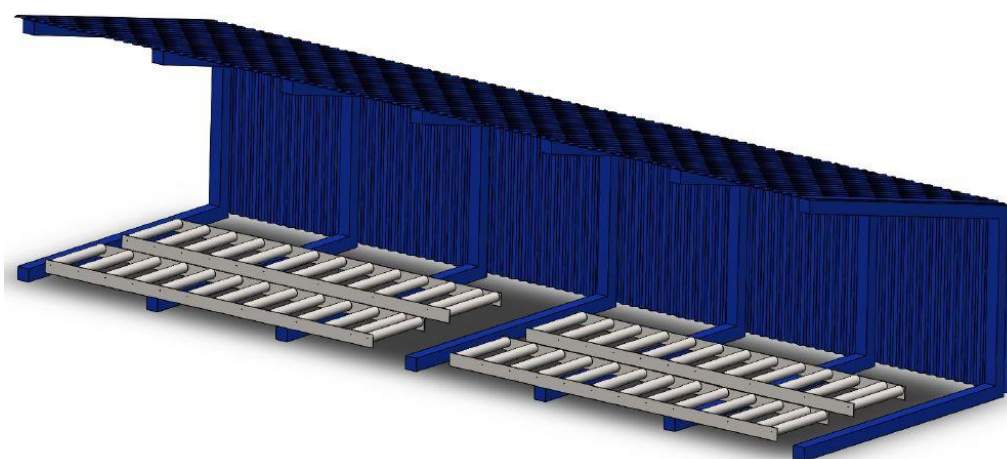
Kuva 19. Nostopöydät

Nykyisessä tilanteessa työstettävä materiaali täytyy kuljettaa sisälle trukilla. Näin ollen sahatavarakuljettimille olisi käyttöä, jotta lastaus voitaisiin suorittaa ulkona. Sahatavara nostetaan ulkona olevilla kuljettimille, joilla se voidaan siirtää sisälle. Sisälle siirtoa varten riittäisi kuljettimen levyinen nosto-ovi. Pelkästään sahatavaran sisälle syötöllä ei saada haluttua hyötyä kuljetinradoista. Vaihtoehtona olisi ratkaisu, jossa neljästä kuljettimesta muodostetaan kuljetinkenttä pihalle. Kuljettimia olisi kaksi peräkkäin, kaksi rinnakkain ja lisäksi yksi kuljetin sisällä. Kuljettimiin täytyisi lisätä myös sivuttaissuuntainen siirtomahdollisuus, jolloin kentälle voisi nostaa kolme sahatavaranippua ja lisäksi yksi olisi sisällä syöttöpöydän edessä (kuva 20). Näin ollen yhdellä lastauskerralla saisi pidemmäksi aikaa työstettävää materiaalia.



Kuva 20. Kuljettimien layout

Sahatavarakuljettimet ja kapea nosto-ovi eivät ratkaise vastaanottopuolen mahdollistavan 12-metrinen kappaleen syöttöä. Näin ollen syöttöpuolelle tehtäisiin 4 metriä leveä nosto-ovi päätyseinään. Pihalla olevien kuljettimien ympärille rakennettaisiin umpinainen katos, joka olisi puolikylmää tilaa. Lastaus tapahtuisi 13 metriä leveästä suojaovesta. Suojaovi estää ilmavirtauksen halliin, kun nosto-ovi on auki. Ongelma on todellinen varsinkin talvella, jotta tuotantotila pysyy lämpimänä. Kuljettimiin lisätään ketjukuljettimet, joilla mahdollistetaan sivuttaissiirto. Katoksen runkorakenne voisi koostua C-pilari kannattimista ja seinät peltielementeistä (kuva 21).



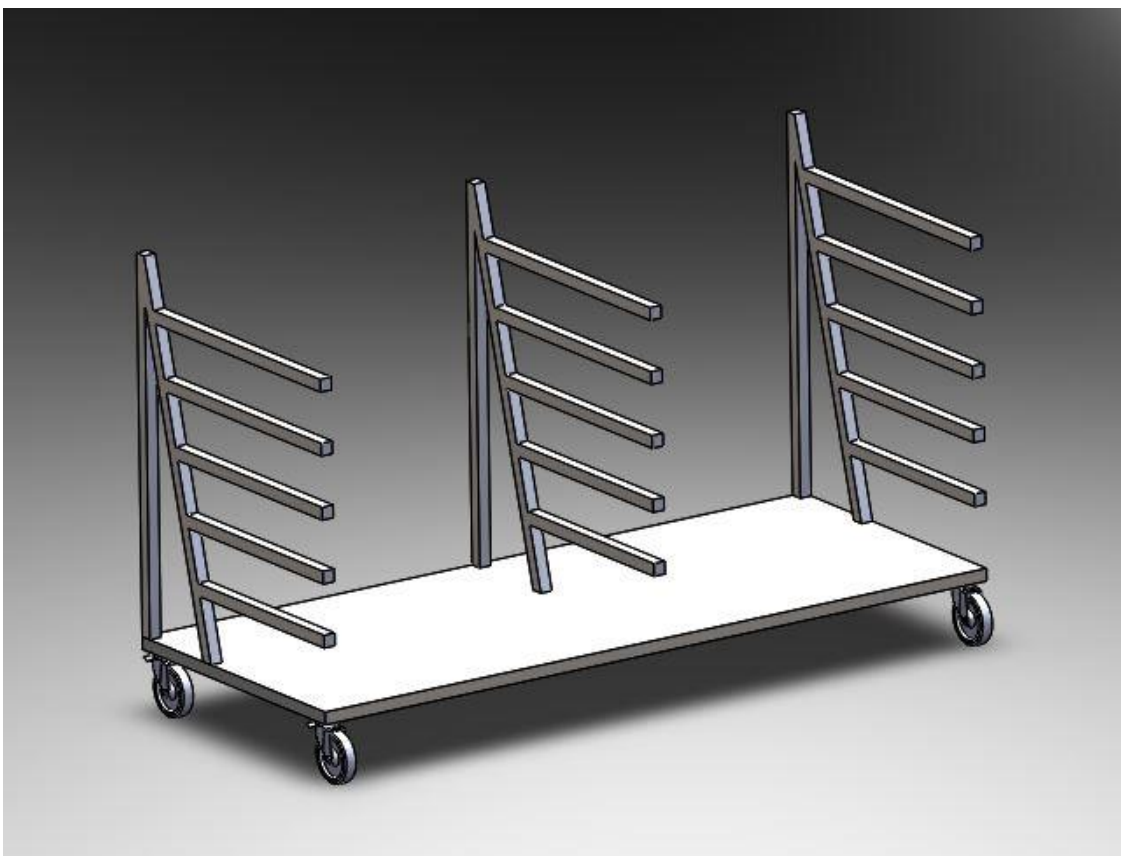
Kuva 21. Havainnekuva kuljetinkatoksesta

#### 7.4 Kuljetusvaunujen tarve

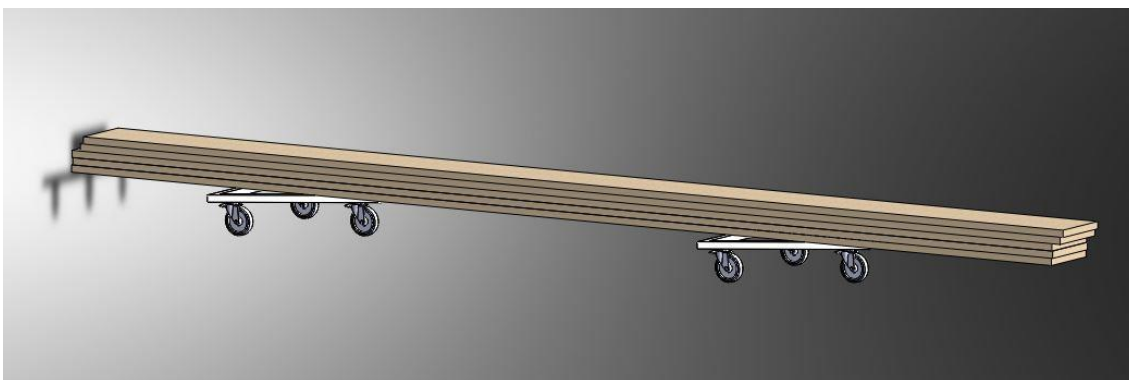
Vastaanottopuolella valmiin kappaleen dimensiot vaihtelet todella suuresti. Tämä on haastavaa kuljetusvaunujen hankinnan kannalta. Lähtökohtainen ajatus on lastata elementin rakenneosat yhteen kuljetusvaunuun, joka siirretään välivarastointitilaan kasaustinjaston lähelle. Elementin valmistuksen aloittamisessa, siirretään vaunu kasauspöytien viereen. Rullilla kevyesti siirrettävät kuljetusvaunut jättävät trukin tarpeen pois. Seinäelementeissä käytettyyn sahatavaran kuljettamiseen voitaisiin käyttää tai soveltaa kuvien 22 ja 23 mukaisia kuljetusvaunuja. Kuljetusvaunujen kappalemäärää rajoittaa välivarastointitila. Näin ollen välivarastossa voisi olla neljä kuljetusvaunua ja yksi vastaanotolla lastauksessa. Kerto/LVL tuotteiden siirtämiseen voitaisiin käyttää kuvan 24 mukaisia kärryjä. Kärryjä tarvittaisiin neljä kappaletta, koska Kerto/LVL rivat täytyy nostaa tasaiselle alustalle välivarastointiin. Näin ollen kaksi paria riittäisi, kun yhtä erää siirretään välivarastointiin, voidaan toista erää jo lastata kärryille.



Kuva 22. Kuljetusvaunu sahatavaralle (ABC-kärry 2019)



Kuva 23. Sahatavaran kuljetusvaunu, alustan koko 1200 x 3000 mm



Kuva 24. Kuljetuskärryt Kerto/LVL tuotteille

## 8 YHTEENVETO

Koneen purkaminen siirtokuntoon Nurmeksessa onnistui hyvin, vaikka aluksi emme oikein tiedäneet mitä kaikkea se tulee vaatimaan. Suunnitelmallinen ja tarkka työskentely edesauttoi todella paljon tulevaa kasaamista huomioon ottaen. Merkintöjä tehtiin paljon, mitauksia suoritettiin ja valokuvia otettiin purku tapahtumista. Tässä vaiheessa emme vielä tiedäneet tarkalleen, mitkä kaikki asiat vaikuttavat siirron kannalta oleellisesti.

Koneen asennuksessa tuotantojohtaja Ville Valveen apu ja tietotaito oli todella tärkeää, opastus tarkkaa ja huolellista. Kävimme läpi tulevia työvaiheita ja huomioon otettavia asioita yhdessä, mutta asennuksessa sain hyvin omaa vastuuta ja aikataulun laatimista työvaiheille. Tuotantotilaan nähden saimme koneen asennettua hyvin, kuten myös koneen vaativat apulaitteet. Kaikki toiminnot eivät ole vielä täysin kunnossa, kuten jätepuun ulosyöttökuljetin siirtää kappaleet suoraan jätepuulavalle, eikä murskaimeen. Avustavia asennuksia tullaan suorittamaan myöhemmin.

Koneen käyttökoulutus ja käyttöönotto sujuivat ongelmitta. Pääkäyttäjä osaa ohjelmiston ja koneen käytön todella hyvin, joka on tullut vahvasti näkyville tapahtuvassa työssä. Yritys on käyttänyt konetta osana tuotantoa jo useammassa projektissa ja esivalmistelu on sujunut ongelmitta. Kuljetusvaunujen ja rullakoiden hankkimisesta yritykseen on jo suunniteltu. Sahanippu kuljettimet löytyvät myös yritykseltä, joten niiden lopullinen suunnittelu ja asentaminen voidaan suorittaa asennuksen ollessa mahdollinen.

Koneen asentaminen ja integrointi tuotantoprosessiin havainnollisti fyysisesti tapahtuvaa työtä tuotannon parantamiseksi. Asennuksessa opin projektin hallintaa, aikataulun suunnittelua ja tulevien työvaiheiden vaatimia valmisteluja ja hankintoja. Tuotantotila loi luonnostaan hyvän materiaalivirtauksen, mutta opin huomioimaan käyttämistä helpottavia ja nopeuttavia asioita.

## LÄHTEET

- ABC-kärry. 2019. Levypukki levyvaunuun [viitattu 26.1.2019]. Saatavissa: <https://abc-karry.fi/levyvaunut/745-levypukki-levyvaunuun-08400.html>
- Hundegger Speed-Cut SC-3, 2019a. Kehityshistoria [viitattu 8.1.2019]. Saatavissa: <https://www.hundegger.de/fi/koneenrakennus/yritys/yrityksemme-tarina.html>
- Hundegger Speed-Cut SC-3, 2019b. SC-3 ohjelmisto [viitattu 8.1.2019]. Saatavissa: <https://www.hundegger.de/fi/koneenrakennus/tuotteet/leikkausautomaatit/speed-cut-sc-3/ohjelmisto.html>
- Hundegger Speed-Cut SC-3, 2019c. Tuotteet [viitattu 8.1.2019]. Saatavissa: <https://www.hundegger.de/fi/koneenrakennus/tuotteet/leikkausautomaatit/speed-cut-sc-3.html>
- Hundegger Speed-Cut SC-3, 2019d. Työstöesimerkkejä SC-3 [viitattu 8.1.2019]. Saatavissa: <https://www.hundegger.de/fi/koneenrakennus/tuotteet/leikkausautomaatit/speed-cut-sc-3/tyoestoesimerkkejiae-sc-3.html>
- Hurmekoski, E & Korhonen, J. 2017. Teollisen puurakentamisen etuja ja varjopuolia [viitattu 9.1.2019]. Saatavissa: <https://metsatieteenaikakauskirja.fi/article/7757>
- Karjalainen, M. 2018. Puurakentamisen asema ja mahdollisuudet Suomessa [viitattu 3.2.2019]. Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/puutieto/puurakentaminen/puurakentamisen-asema-ja-mahdollisuudet-suomessa>
- Kastelli 2019. Talopaketit Pre-Cut [viitattu 13.1.2019]. Saatavissa: <https://www.kastelli.fi/fi/toimitusvaihtoehdot/peruspaketti>
- Kauppalehti 2019. VVR Wood Oy [viitattu 3.2.2019]. Saatavissa: <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/vvr+wood+oy/25969088>
- Logistiikanmaailma 2019a. JIT ja imuohjaus [viitattu 7.2.2019]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/prosessien-kehittaminen/jit-just-in-time-ja-imuohjaus/>
- Logistiikanmaailma 2019b. Laatu [viitattu 7.2.2019]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/laatu/laadunhallinta-laatujohtaminen-ja-jarjestelmat/>
- Logistiikanmaailma 2019c. Tuotannon Layout [viitattu 8.2.2019]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>

Logistiikanmaailma 2019d. Tuotannonohjaus [viitattu 7.2.2019]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotannosuunnittelu-ja-ohjaus/>

MetsäWood 2016. Puuelementit Kerto-Ripa [viitattu 13.1.2019]. Saatavissa: <https://www.metsawood.com/fi/tuotteet/kerto/kerto-kayttokohteet/Pages/puuelementit.aspx#>

Pere, A. 2016. Koneenpiirustus 1 & 2. 12. Painos. Hitsit ja niihin liittyvät käsitteet 19-3. Espoo: Kirpe Oy

PuuProffa 2015. Puujalosteet Kertopuu [viitattu 13.1.2019]. Saatavissa: [http://www.puuproffa.fi/PuuProffa\\_2012/7/puujalosteet/kertopuu](http://www.puuproffa.fi/PuuProffa_2012/7/puujalosteet/kertopuu)

Rajajärvi V. 2018. Kuva 10. Komponenttisahan nosto [viitattu 19.2.2019].

VVR Wood 2019. Kerto-Ripa puuelementit [viitattu 13.1.2019]. Saatavissa: <http://www.vvr.fi/tuotteet/kerto-ripa-puuelementit/>