

Veistosahalinjan tuotannon tehostaminen

Pullonkaula-analyysi ja tavoitenopeuksien
määrittäminen

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Puutekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Ville-Markus Virtanen

Lahden ammattikorkeakoulu
Puutekniika

VIRTANEN, VILLE-MARKUS: Veistosahalinjan tuotannon
tehostaminen
Pullonkaula-analyysi ja
tavoitenopeuksien määrittäminen

Puutekniikan opinnäytetyö, 29 sivua, 6 liitesivua

Kevät 2017

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö käsittelee sahatuotantolinjan tehostamista. Opinnäytetyössä tutkittiin Versowood Oy:n Veistosahalinjan pullonkaulatyyppivaihtoa sekä määritettiin sahalinjan tavoitenopeudet. Pullonkaulatyyppivaihe on prosessi, työvaihe tai työpiste, joka rajoittaa tuotantolaitoksen kokonaiskapasiteettia.

Opinnäytetyöprosessin aikana tehtiin havainnointitutkimus, jonka avulla kerättiin tietoa eri asetteiden prosessinopeuksista ja tuotantolinjan nopeuksiin vaikuttavista syistä. Aineiston perusteella tutkittiin, mihin prosessilinjan kohteisiin tulisi kiinnittää huomiota sahalinjan tuotannon kehitystä ajatellen sekä millaisilla nopeuksilla prosessi pystytään suorittamaan. Opinnäytetyö koostuu teoriaosuudesta ja tutkimusosuudesta.

Työn teoriaosuudessa tutustutaan Versowood Oy:n Veistosahalinjaan ja sen toimintaan. Lisäksi tehdyn tutkimuksen vuoksi teoriaosuudessa käsitellään Lean-toimintatapaa.

Työn tutkimusosuudessa kuvataan havainnointitutkimuksen suorittamista, kerätyn aineiston analysointia sekä aineiston analysoinnin perusteella tehtyjä havaintoja. Tutkimusosuus pitää sisällään tutkimusaineiston keräämisen ja tutkimustulokset. Lopuksi opinnäytetyön tutkimustulosten perusteella tehtyjen havaintojen pohjalta laadittiin tavoitenopeustaulukot sekä työkalut jatkotoimenpiteisiin.

Asiasanat: lean, pullonkaula-analyysi, tavoitenopeus, havainnointitutkimus, sahalinja, Versowood Oy

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Wood Technology

VIRTANEN, VILLE-MARKUS: Rationalization of the Veisto sawmill
production
Bottleneck analysis and definition of
target speeds

Bachelor's Thesis in Wood Technology, 29 pages, 6 pages of appendices

Spring 2017

ABSTRACT

The thesis deals with the rationalization of a sawmill production line. The objective was to study the bottleneck stage of Versowood Oy's Veisto sawmill production line and to determine target speeds for the production stages. A bottleneck stage is a process, work stage or workstation that limits the total capacity of a production plant.

The thesis is based on an observation study to gather information on the process speeds of different settings and the factors affecting the production line. This information was used to examine where to pay attention to on the production line and what kind of speeds can be achieved.

The theoretical part of the work presents Versowood Oy's Veisto sawmill line and its mode of operation. The theoretical part also describes lean manufacturing.

The empirical part of the thesis describes the observation study, to analysis of the collected material, and findings made on the basis of the analysis. Based on the findings, target speed tables and the tools for follow-up were developed.

Key words: lean, bottleneck analysis, target speed, observation study, sawmill, Versowood Oy

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET	3
3	ANALYYSIMENETELMÄT	4
3.1	Pullonkaula-analyysi	4
3.2	Jatkuva virtaus	5
4	VEISTOSAHALINJA	6
4.1	Kuorimakone	6
4.2	Sahan syöttö	6
4.3	Sahalinja	7
4.4	Dimensio	9
4.5	Trimmeri ja haravakuljetin	10
4.6	Rimoitus	11
5	LINJANOPEUDET	12
5.1	Tuotantoon vaikuttavat tekijät	12
5.1.1	Sahattavat dimensiot	12
5.1.2	Tukkiluokka	13
5.2	Tavoitetaulukko	14
6	TULOSTEN ANALYSOINTI	16
6.1	Pullonkaula	18
6.1.1	Sahalinja ja kuorimakone	18
6.1.2	Tuorelajittelu	20
6.2	Tuotannon rajoittavat tekijät	20
6.2.1	Hakkeen- ja purunsiirto	21
6.2.2	Tukkipöytä	22
6.2.3	Rimoitus	22
6.2.4	Tuorelajittelu	23
6.3	Nopeustaulukko	23
6.3.1	Sahausnopeudet	24
6.3.2	Tuorelajittelu	24
7	JATKOTUTKIMUSSUOSITUKSET	25
7.1	Tuotannon kehittäminen	25
7.2	Linjanopeudet	25

8	YHTEENVETO	26
8.1	Testausvaihe	26
8.2	Tulosten analysointi	26
8.3	Lopputulos	27
	LÄHTEET	28
	LIITTEET	29

1 JOHDANTO

Kilpailu yritysten välillä on kovaa, ja tuotantoja järjestellään uudelleen. Tuotantoprosesseja tehostettaessa täytyy tietää, mihin aika kuluu kappaleita käsiteltäessä. Tehostaminen vaatii usein muutoksia ja niihin on tartuttava. Useissa tapauksissa tämä vaatii investointeja, jotta hukka- ja lisäarvoa tuottavat ajat saadaan ratkaistua. Investointipäätöksiä tehtäessä tarvitaan faktoja siitä, mihin strategisesti tärkeät päätökset tulisi kohdistaa. Kun faktat ovat kunnossa, päätösten tekeminen helpottuu ja investoinnin tarpeellisuuden perusteleminen on helpompaa. Faktojen kerääminen prosessissa käytettävien laitteiden kunnosta ja itse prosessin suorituskyvystä määritetään järjestelmistä tehtävillä analyyseilla. Tutkimuksessa käytetään pullonkaula-analyysia, jonka avulla pyritään löytämään kohteet, joihin seuraavien investointien tulisi kohdistua.

Sahalinjan valmistaja lupaa koneille näiden käyttöön liittyviä maksiminopeuksia, joilla linjaa voidaan käyttää. Usein tuotanto kuitenkin törmää erilaisiin tilanteisiin, jolloin nämä prosessin suorittamiseen annetut nopeudet eivät enää päde, ja he joutuvat muuttamaan linjan nopeuksia. Jokaisella työntekijällä on omat tottumuksensa, joiden mukaan he toimivat. Kun jokainen toimii oman tapansa mukaisesti, syntyy suuria eroja prosessissa käytettyyn aikaan.

Sahausprosessiin vaikuttaa se, mitä puuta sahataan. Kuusi- ja mäntytukkeja sahatessa puulajien väliset erot eivät ole niin suuret, että ne vaikuttaisivat sahaprosessiin huomattavasti. Suurempi vaikutus prosessiin on vuodenajalla. Keväällä ja syksyllä kuori irtoaa tukista parhaiten. Kesällä kuori irtoaa tukeista helposti, kun taas talvella se on tiukasti kiinni tukeissa. Lisäksi talvella sahattava jäänyt tukki on hankalampi sahata, kuin muiden vuodenaikojen sulat tukit. Vuodenaikojen vaikutusta ei kuitenkaan ole päästy testaamaan, sillä suurin osa testeistä on tehty syksyllä, jolloin kelit ovat parhaimmillaan sahausta varten.

Opinnäytetyössä on käytetty puhekielisiä ilmaisuja. Tällaisia ovat sahaajan sijaan käytetty sahuri, tuorelajittelun sijaan käytetty dimensio ja

sahatavarakappaleiden sijaan käytetty termi sahe. Nämä sanat ovat yleisesti käytössä sahateollisuudessa ja ne helpottavat tekstin tulkintaa.

2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Opinnäytetyön tarkoituksena on löytää pullonkaula-analyysiä käyttäen tuotantoprosessin ongelmakohdat, joihin tulisi jatkossa kiinnittää huomiota investointeja tehtäessä. Tuotantoa tehostettaessa, pienillä asioilla voi olla suuret vaikutuksen prosessiin käytetyn ajan suhteen, ja näihin epäkohtiin tulee kiinnittää huomiota. Tavoitteena on löytää sahalinjasta kohteet, joihin panostamalla prosessista saataisiin enemmän irti, ja näin ollen tuotannon määrät nousisivat.

Sahalinjan tavoitenopeuksien määrittämisellä pyritään löytämään eri vaiheille sellaiset käyttönopeudet, jotka olisivat keskenään tasapainossa ja tuotanto olisi jouhevaa. Jokaisella käyttäjällä on omat tottumuksensa laitteiden käytöstä, mikä aiheuttaa huomattavia eroja eri vuorojen välisissä tuotantomäärissä. Kun linjaan sopivat käyttönopeudet löytyvät ja niitä aletaan käyttämään, ei eri käyttäjien välillä tulisi syntyä enää eroja, vaan tuotannon määrien tulisi vakioitua. Tavoitenopeuksien löytyminen helpottaa myös jatkossa mahdollisten uusien henkilöiden kouluttamista, sillä heille on näyttää jotain konkreettista, jonka mukaan nopeuksia käytetään.

3 ANALYYSIMENETELMÄT

Tuotannon tehostamisen ja sen ongelmakohtien löytämiseen on olemassa monia erilaisia tapoja. Yksi näistä on Japanissa kehitetty ja Toyotan käyttämä Lean-periaate. Lean-ajattelutapa on toimintastrategia, joka korostaa resurssitehokkuuden sijasta virtaustehokkuutta. Kun tuotanto pyörii jatkuvasti ilman häiriöitä, saadaan tällä suurin hyöty ja paras tuottavuus.

Menetelmät ja työkalut ovat ratkaisuja. Ne ovat ratkaisuja ongelmiin, joihin yritys on törmännyt pyrkiessään parantamaan virtaustehokkuutta, ja ne ovat tällä hetkellä yrityksen parhaita tapoja ratkaista ongelmia. (Modig & Åhlström 2013, 146)

3.1 Pullonkaula-analyysi

Analyysityökaluja ongelmien ratkaisuihin löytyy useita erilaisia, ja ne soveltuvat hieman erilaisten ongelmien ratkaisujen etsimiseen. Valitsin käyttööni pullonkaula-analyysin, joka on yksi Lean-tekniikan käyttämistä malleista. Pullonkaulalla tarkoitetaan prosessin hitainta vaihetta, joka hidastaa koko prosessin etenemistä.

Sahalinjan pullonkaula-analyysissä on otettu koko tuotantolinja huomioon. Keskustellessani tuotantolinjan- ja huollon työntekijöiden kanssa sain kaikilta yksimielisen selvityksen siitä, että tuorelajittelu, eli dimensio, on prosessia hidastava paikka. Tästä ei kuitenkaan ole tehty vastaavia tutkimuksia, joten koko prosessilinjan tarkkailu oli ainut tapa lähteä lähestymään aihetta.

Testausmenetelmänä toimi linjan vauhdin lisääminen. Kun sahaajat, eli sahurit olivat hetken sahanneet nopeuksilla, joihin he olivat tottuneet, nostettiin hiljalleen nopeuksia sahalinjassa, syötössä, kuorinnassa ja dimensiassa. Nopeuksien lisäykset tehtiin maltillisesti, jotta nähtiin, mitä esimerkiksi 5 m/min nopeuden nostaminen sahalinjassa aiheuttaa. Samaan aikaan muidenkin pisteiden nopeuksia nostettiin ja seurattiin,

miten se vaikuttaa kyseisten pisteiden työntekoon tai koneiden käyttäytymiseen. Tarkoituksena ei ollut rikkoa koneita, joten keskustelin aina muutoksen jälkeen siitä, miten nopeuden nostaminen vaikutti pisteeseen ja vieläkö voimme lisätä vauhtia. Tällä tavoin löysimme tuotantoa hidastavat kohdat, joiden vuoksi emme voineet suorittaa prosessia enää nopeammin.

3.2 Jatkuva virtaus

Lean-tuotannon kehitys edellyttää tuotannon virtauttamista. Virtauttamisen päätavoite on valmistaa tuotteita nopeasti valmiiksi välittömän tarpeen perusteella. Käytännössä tällä tarkoitetaan vain niiden tuotteiden valmistamista, joita milläkin hetkellä tarvitaan (Kouri 2009, 20). Varastojen kasvattaminen ja tuotteiden valmistaminen ennakkoon ei ole yritykselle järkevää taloudellisesti, sillä suurissa varastoissa on paljon kiinni rahaa jotka voisi käyttää johonkin muuhun (Huotarinen 2014). Tuotanto pyritään toteuttamaan siten, että valmistuneet tuotteet saadaan toimitettua mahdollisimman nopeasti niiden valmistuttua.

Jatkuva virtaus tarkoittaa myös virtaustehokkuutta. Tuotanto on tehokkain silloin, kun mikään tuotannon vaihe ei joudu olemaan seis, vaan prosessi kulkee tasaisesti läpi linjan (Liker 2009, 90). Sahattaessa tämä tarkoittaa käytännössä sitä, ettei sahausta jouduta lopettamaan, jos johonkin kohtaan prosessia syntyy häiriö joka täytyy selvittää. Kun tukit kulkevat tasaisesti sahalinjan läpi, saadaan tällä taloudellisesti paras tulos.

4 VEISTOSAHALINJA

Versowoodin Veistosahalinja on suomalaisten valmistama sahalinja. Itse sahalinja on hankittu Mäntyharjusta Veisto Oy:ltä, mutta ohjelmistolliset puolet tulevat Heinolan Sahakoneilta, Liskeriltä ja FinScanilta.

4.1 Kuorimakone

Jokainen tukki kulkee kuorimakoneen läpi ennen sen sahaamista. Tukista poistetaan kuori, joka käytetään hyväksi sivutuotteena kuten kuorikatteenä tai lämpölaitoksen biopolttoaineena (Paloheimo 1998, 110). Kesällä ja talvella sahattaessa kuorimakoneessa on käytössä erilaiset terät, jotka soveltuvat kyseiseen vuodenaikaan paremmin. Kuorinnassa on tarkoituksena poistaa tukista koko kuori siten, ettei tukista irtoaisi itse puuta mukaan.

Puiden kuorinta parantaa nykyaikaisen tuotantolaitoksen prosessia monin tavoin. Yleinen peruste kuorinnalle (esim. Skandinaviassa) liittyy sivutuotteena saatavan hakkeen laatuvaatimukseen. Selluteollisuuden raaka-aineena käytettävän hakkeen on oltava riittävän puhdasta sopiakseen sellun ja siitä valmistettavan paperin valmistukseen. (Valon Kone 2016.)

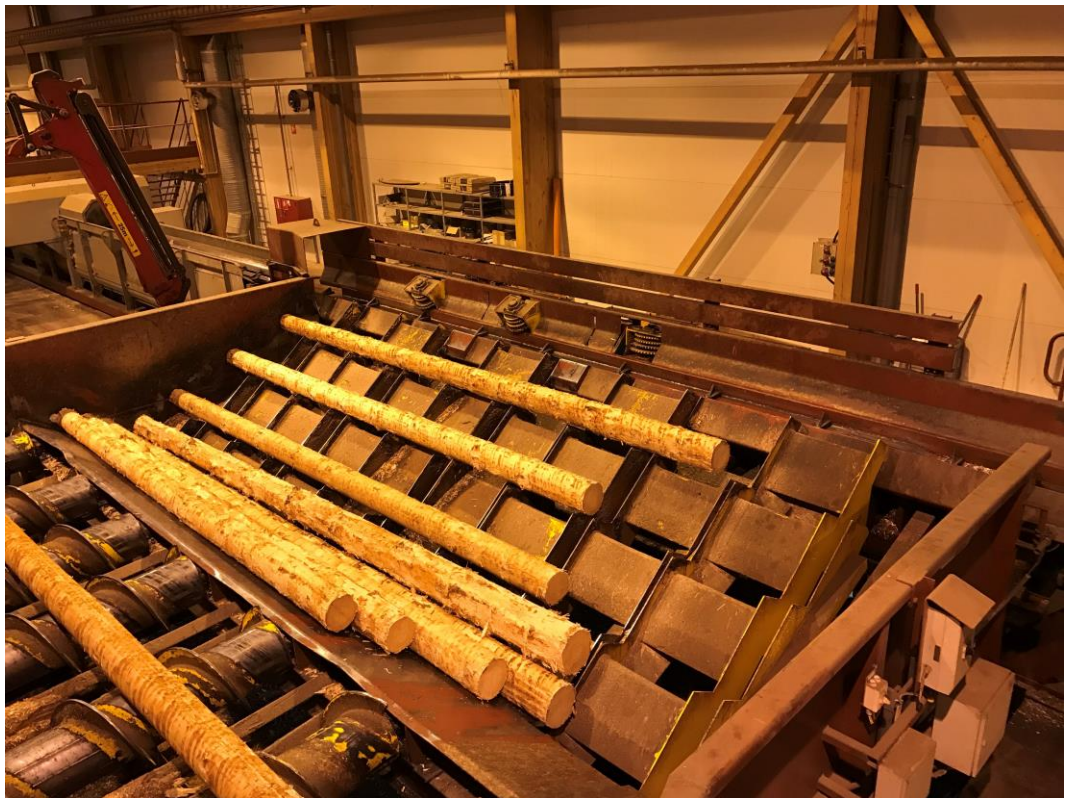
Lähtökohtaisesti kuorimakoneen ei tullut vaikuttaa prosessin edistymiseen juurikaan. Kuorimakoneen nopeus oli testauksia tehtäessä noin 10 m/min suurempi kuin sahalinjan nopeus, joka riitti hyvin tuottamaan kuorittua tukkia tasaisesti linjaan.

4.2 Sahan syöttö

Veistosahan sahan syöttö on toteutettu porrassannostimella kuvan 1 mukaisesti. Sahan syöttöön vaikuttavia tekijöitä ovat tukkien pituudet, tukkiväli, sahalinjan nopeus ja kuorimakoneesta tulevat tukit. Linjaan syötettäessä tukkia linjan vauhdin noustessa ei tukkivälin oletusarvoa muutettu lainkaan, vaan halutuksi tukkiväliksi oli määritetty kiinteillä asetteilla sahatessa noin puoli metriä. Linjanopeuden noustessa tukkien

väli kuitenkin hieman nousi, mutta suurta muutosta ei tässä kuitenkaan ollut huomattavissa.

Vaikka tukkiväli syötössä hieman nousikin, se ei vaikuttanut sahan saantiin negatiivisella tavalla. Kappalemäärät nousivat jokaisessa ajossa, mutta jos tukkiväliä olisi pienentänyt, olisi se vaikuttanut negatiivisesti muihin vaiheisiin, kuten itse sahalinjaan.



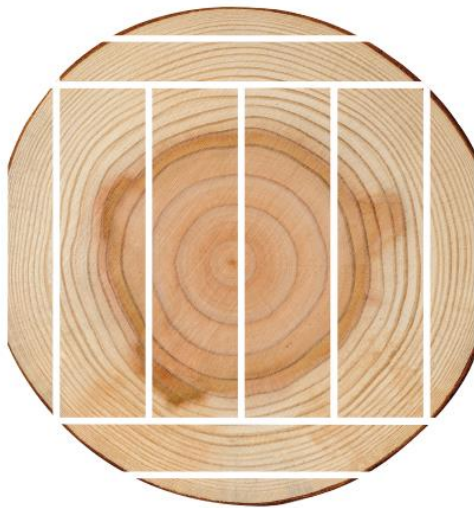
KUVA 1. Sahaan syöttö

4.3 Sahalinja

Sahalinjassa tapahtuu tuotantoprosessin tärkein vaihe. Kuoritut tukit mitataan aluksi ja ne käännetään oikeaan asentoon, jotta tukista saataisiin suurin hyöty irti sahatessa. Pyörittäjä asettaa tukin tukkimittarin mittaamien tietojen pohjalta parhaaseen mahdolliseen asentoon sahausasetteen mukaisesti. Yleensä optimaalisin asento sahattaessa on lenkous käännettynä ylös tai alas. Pyörytykseen vaikuttavat muun muassa tukin geometrinen muoto, kuten lenkous, soikeus ja muhkuraisuus, pyörityslaitteiston kunto ja tyyppi sekä sahalinjan nopeus.

Tukin optimaalinen pyöritys-asento on sellainen, että se mahdollistaa sahauksen, josta kaikkien tukista saatavien sahatavaroiden, hakkeen ja purun nettoarvojen summa on mahdollisimman suuri (Usenius, Heikkilä, Song, Fröblom, Usenius 2010, 131).

Heti pyrittäjän jälkeen tukki sahataan pelkkasahassa, joka tutkitussa linjassa käyttää pyörösahaa, sekä kursoja sivulaudan talteen ottamista varten. Tämän jälkeen pelkankääntäjä kääntää tukin toiselle sahatulle sivulle, ja matka jatkuu jakosahaan. Jakosaha sahaa sydänkappaleet pyörösahalla. Jakovaiheessa voimme ottaa pelkkavaiheeseen poiketen kaksi sivulautaa kummaltakin sivulta.



KUVA 2. Tukin saheet (Mainostoimisto Luode Oy 2012)

Sahalinjan ajonopeuteen vaikuttavia tekijöitä ovat saheiden, eli sahatavarakappaleiden määrä ja sahattavan tukin koko. Mitä suurempia tukkeja sahataan, sitä suurempi saatu saheiden määrä on kuvan 2 mukaisesti, kuin taas pienistä tukeista saatavissa määrä on pienempi. Nopeuteen vaikuttaa sahauksessa syntyvän purun ja hakkeen määrä. Mitä suurempia tukkeja sahataan, sitä suurempi on hakkeen ja purun tuotanto. Lisäksi jokainen pyöröterä tekee lisää purua ja näin ollen saheiden määrä vaikuttaa linjanopeuksiin. Veistosahalla hakkeen ja purun siirto tapahtuu puhaltamalla puru ja hake suurella paineella putkia pitkin omiin siiloihinsa.

4.4 Dimensio

Dimensio, eli tuorelajittelu sijaitsee sahalinjan jälkeen. Kun sivulaudat ja sydänekappaleet on saatu sahattua erilleen tukista, ne siirtyvät sivuttaiskuljetinta pitkin kiramoihin, ja tästä eteenpäin dimension annosteluun. Heinolan sahakoneissa on luvattu ajonopeudeksi 150 kpl/min, mutta todellisuudessa ehdoton maksiminopeus on 130 kpl/min. Dimension annostelussa kuvan 3 mukaisesti kone laskee linjalle yhden saheen kerrallaan kolaväliin, josta FinScan-järjestelmä kuvaa kappaleet kahdelta sivulta ja lappeelta, eli jokainen sivu kappaleesta tulee kuvattua. Sääntöjen ja ohjeiden mukaan, joita FinScan-järjestelmään on syötetty, kone automaattisesti lajittelee kappaleet, jotta ne kulkeutuvat oikeisiin lokeroihin odottamaan rimoitusta ja kuivausta (Simi 2006, 106).

Dimension kulkuun vaikuttaa sahattavien kappaleiden koot. Jos kappaleiden paksuudet ja leveydet vaihtelevat paljon, hankaloituu annostimen käyttö. Jos kappaleiden mittaerot ovat suuria, ei annostelijan painaja ehdi tippua alas tarpeeksi nopeasti, jolloin ohut ja kapea lauta ehtii mennä paksun ja leveän kappaleen perässä annostimesta kolaväliin. Jos näin pääsee tapahtumaan, eikä linjaa pysäytetä ja oteta toista kappaletta pois, mittaa FinScan-ohjelma väärät mitat ja trimmeri pilkkoo molemmat kappaleet hakkuriin hakettavaksi.



KUVA 3. Tuorelajittelun annostin

Lähtötilanteessa tuorelajittelua on pidetty prosessin pullonkaulana, jonka päällimmäisenä syynä on pidetty annostinta. Oman hankaluutensa kyseisessä kohtaa ovat aiheuttaneet myös sivuttais-siirron jälkeen olevat kiramot. Suurilla dimensioeroilla kappaleet eivät pysy kiramoiden kuljettimilla, jolloin annostin ei saa tarpeeksi kappaleita pitääkseen täyttöastetta korkeana.

4.5 Trimmeri ja haravakuljetin

Katkonta on yksi sahauksen vaativimmista vaiheista, sillä asiakkaat asettavat vaatimuksia yhä enemmän. Vapaakatkontalaitteet ovat yleistyneet sahoilla, sillä siinä kappaleet ovat nähtävillä koko prosessin ajan.

FinScan-järjestelmän kuvattua kappaleet, ne kulkevat trimmeriin, joka sinne syötettyjen ohjeiden mukaan ottaa kappaleista virheet pois, katkoo ne moduulimittoihin tai pilkkoo kappaleet pätkiksi, josta ne kulkeutuvat

haketus terille. Tällä vaiheella tuotteista pyritään saamaan mahdollisimman hyvä hinta, kun ne myydään eteenpäin.

Katkonnan jälkeen tuotteet siirtyvät haravakuljettimelle. Haravakuljetin tiputtaa oikean tuotteet sille varattuun lokeroon, mistä tuote jatkaa matkaansa rimoitukseen.

4.6 Rimoitus

Rimoituksessa valmiit saheet ajetaan rutilöiksi, jolloin kerrosten väliin laitetaan rimat jotka mahdollistavat kuivatessa ilman kiertämisen kappaleiden välissä. Valmiiden rutilöiden korkeus vaihtelee sen mukaan, missä kanava- tai kamarikuivaamossa kappaleet on määrä kuivata. OTC – kanavassa kuivatessa, kuivattavien rutilöiden korkeus on 4,5m ja Wsab-kamarissa tai Satekon kanavassa kuivatessa korkeus on 3m.

Rimoituskoneessa kerros muodostetaan kolakuljettimella, jossa ylivientirullasto vie kappaleet vuorotellen eri päihin. Tämän jälkeen siirtovarret siirtävät kokoajakuljettimelta kerroksen muodostettavan rimapaketin ylimmäiseksi. Rimat pudotetaan yleensä ns. kaseteista jokaisen kerroksen päälle. Purettavilta kuivauskuormilta rimat palautuvat takaisin rimoituskoneelle (Sahatavaran valmistus 2016).

Rimoittamossa työpisteitä on kaksi. Toisella pisteellä seurataan rimojen kulkemista rimakoneelle ja toisella pisteellä seurataan kokoonajakuljettimen toimintaa, sekä tarvittaessa korjataan kappaleita käsin, jotta ne kulkevat linjalla oikein. Rutilän valmistuttua kone laskee rutilän hissiltä kuljetusrautojen päälle, joiden avulla kuormat kuljetetaan vaunulla oikeaan kanavaan tai ulosottoraiteelle, mistä trukki siirtää kuorman oikeaan kanavaan.

5 LINJANOPEUDET

Asettamalla linjan tavoitenopeudet, saadaan sahalinjasta irti maksimihyöty. Kun nopeuksiin on asetettu tavoitteet, on kaikkien helppo katsoa, millaisilla nopeuksilla kyseisiä ajoja on hyvä sahata, jotta sahaus sujuisi jouhevasti ja tulosta syntyisi. Nopeuksia testaamalla pitkissä sahausjaksoissa nähdään, miten linja reagoi nopeuksien vaihteluun. Suurinta hyötyä ei saada sillä, että esimerkiksi sahalinja tuottaa tuotetta enemmän kuin dimensio ehtii niitä lajitella. Kun kaikki osa-alueet ovat keskenään tasapainossa ja jossain kohtaa syntyy ruuhka jota tarvitsee purkaa, ei linjaa tarvitse välittömästi pysäyttää. Tavoitenopeudet löytämällä, myös työntekijöiden erilaiset sahaustottumukset jäävät pois ja tuotannon tulisi pysyä vakiona vaikka henkilöt koneiden äärellä vaihtuisivatkin.

5.1 Tuotantoon vaikuttavat tekijät

Kappaleiden dimensioiden erot vaikuttavat prosessin läpikulkuun paljon. Jos sydänkappaleet ovat paksuja ja leveitä, sekä sivulaudat ohuita ja kapeita, hankaloituu prosessin läpivienti. Saheiden määrä on yksi suurimmista osatekijöistä prosessin kulun suhteen. Mitä enemmän saheita saadaan tukista, sitä suuremman paineen alle tuorelajittelu jää. Kun saheiden määrä kpl/min lähestyy tuorelajittelun maksiminopeutta, sitä herkemmin sahaus joudutaan lopettamaan, jos tuorelajittelussa tulee ruuhka.

Tukkiluokkien väliset erot tuovat omat haasteensa nopeuksia ajatellen. Tukkien latvan halkaisija määrittää suurelta osin sen, kuinka paljon sahauksesta syntyy haketta, purua sekä saheita.

5.1.1 Sahattavat dimensiot

Kappaleiden dimensioiden vaihtelulla on suuri merkitys tuotteiden läpimenoaikaan linjalla. Mitä pienemmillä kappaleiden leveys- ja

korkeuseroilla päästään toimimaan, sitä jouhevampaa on työnteko. Suurin vaikutus kappaleiden dimensioiden eroilla on tuorelajittelussa, missä kiramoista nousevat kappaleet eivät tipu niin herkästi takaisin lähtöpisteeseen, jos koot eivät vaihtele paljoa.

Koska käytössä on yksi tuorelajittelulinja, ja kaikki saheet tulevat saman annostelijan kautta, hankaloittavat eri paksuiset ja leveysiset kappaleet annostelijan toimintaa. Annostelija ei aina ehdi tehdä liikettään, ja niin sanotut tuplasyötöt pääsevat tapahtumaan.

5.1.2 Tukkiluokka

Tukkiluokan vaikutus näkyy sahattaessa siten, että mitä suurempia tukkeja linjalle tulee, sitä enemmän syntyy haketta ja purua. Hakkeen määrä vaikuttaa prosessin kulkuun omalta osaltaan siten, että mitä enemmän haketta tulee, sitä kovemmalle rasitukselle hakkeen siirto joutuu, sekä hakettavien kursojen terät kuluvat enemmän, jolloin niitä joudutaan vaihtamaan useammin. Hakkeen siirto toimii puhaltimen avulla, joka puhaltaa hakkeen seulonnan jälkeen putkea pitkin sille tarkoitettuun siiloon.

Suuria tukkeja sahatessa, myös purun syntyminen on suurempaa. Sahatessa täytyy ottaa huomioon se, että terät ehtivät puhdistua syntyneestä purusta. Muutoin ne jäävät aiheuttamaan kitkaa ja saheisiin syntyy tummumia. Purun siirto toimii samalla tavalla, kuin hakkeen siirto. Kun sahatessa syntyy paljon purua, rasittuvat siirtoon tarkoitettu putki ja puhallin. Suurilla määrillä on vaarana, että putki tukkeutuu.

TAULUKKO 1. Asetteiden ajonopeudet, 75 - 186mm:n tukkiluokat

Tukkiluokka	75	108	115	125	135	142	147	150	157	165	167	174	186															
Asetteet	K075000AB 75_75 SLM 0_0_0_0_KD20 K	K075000AB 75_90 SLM 0_0_0_0_KD20 K	K108000AB 75_75 SLM 0_0_0_0_KD20 K	K108000AB 75_90 SLM 0_0_0_0_KD20 K	K115000AB 100_47_47 SLM 0_0_0_0_KD18 K	K125000AB 100_32_32 SLM 0_0_0_0_KD18 K	K125000AB 100_50_50 SLM 0_0_0_0_KD18 K	K135000AB 100_44_44 SLM 16_16_16_16_KD18 K	K135000AB 100_38_38 SLM 0_0_0_0_KD18 K	K142000AB 100_44_44 SLM 0_0_0_0_KD18 K	K147000AB 100_44_44 SLM 0_0_0_0_KD18 K	K147000AB 100_38_38 SLM 0_0_22_22_KD18 K	K150000AB 100_50_50 SLM 16_16_16_16_KD18 K	K157000AB 100_50_50 SLM 16_16_16_16_KD18 K	K165000AB 115_32_32 SLM 22_22_16_16_KD18 K	K165000AB 115_30_30 SLM 16_16_16_16_KD18 K	K167000AB 125_44_44 SLM 0_0_22_22_KD18 K	K174000AB 112_34_34_34 SLM 16_16_16_16_KD12 K	K174000AB 112_34_34_34 SLM 16_16_16_16_KD12 K	K174000AB 112_34_34_34 SLM 16_16_16_16_KD12 K	K174000AB 112_34_34_34 SLM 16_16_16_16_KD12 K	K186000AB 150_44_44 SLM 0_0_25_25_KD18 K	K186000AB 150_44_44 SLM 0_0_25_25_KD18 K	K186000AB 150_47_47 SLM 0_0_25_25_KD18 K	K186000AB 150_47_47 SLM 0_0_32_32_KD18 K			
Kuorinta m/min	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130		
Sahaansyöttö kpl/min	31	31	32	32	30	25	25,3	25	24	24	23	23	23	22	15	15,2	15,8	15	20	18	20	15	14,3	16	16	16	16	
Sahalinja m/min	140	140	140	140	150	130	150	140	130	130	130	110	100	100	100	90	90	100	90	90	90	86	86	95	100	100	100	100
Dimensiolajittelu kpl/min	90	90	90	90	90	100	87	87	100	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110

TAULUKKO 2. Asetteiden ajonopeudet, 187 – 217mm:n tukkiluokat

Tukkiluokka	187	190	191	193	195	205	210	217	225	251	256	257																		
Asetteet	K187515AB 112_34_34_34 SLM 25_25_25_25_KD12 K	K187515AB 100_50_50 SLM 22_22_25_25_KD18 K	K187515AB 150_44_44 SLM 0_0_25_25_KD18 K	K190000AB 112_34_34_34 SLM 25_25_25_25_KD12 K	K190000AB 150_44_44 SLM 0_0_25_25_KD18 K	K191405AB 150_44_44 SLM 0_0_32_32_KD18 K	K193425AB 150_44_44 SLM 16_16_25_25_KD18 K	K193425AB 150_50_50 SLM 16_16_25_25_KD18 K	K193425AB 150_44_44 SLM 0_0_32_32_KD18 K	K193425AB 150_44_44 SLM 18_18_32_32_KD18 K	K195000AB 100_44_44 SLM 16_16_32_32_KD18 K	K195000AB 100_30_30 SLM 10_10_25_25_KD12 K	K200000AB 112_34_34_34 SLM 25_25_19_19_KD12 K	K200000AB 112_34_34_34 SLM 32_32_19_19_KD12 K	K210000AB 175_63_63 SLM 75_75_75_75_KD18 K	K200000AB 150_35_35 SLM 10_10_32_32_KD12 K	K200000AB 150_03_03 SLM 22_22_22_22_KD18 K	K210405AB 112_34_34_34 SLM 25_25_16_16_KD12 K	K211405AB 150_25_25_25 SLM 22_22_25_25_KD16 K	K217000AB 150_35_35 SLM 25_25_19_19_KD12 K	K217000AB 175_75_75 SLM 75_75_19_19_KD18 K	K217000AB 175_50_50 SLM 0_0_32_32_KD12 K	K225000AB 144_73_73 SLM 75_75_25_25_KD14 K	K251545AB 200_63_63 SLM 19_19_19_19_25_25_19_KD18 K	K256000AB 150_45_45_45 SLM 32_32_22_22_KD12 K	K207545AB 200_03_03 SLM 19_19_19_19_25_25_19_KD10 K				
Kuorinta m/min	95	115	110	95	110	110	120	100	105	100	100	105	100	100	90	100	100	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	
Sahaansyöttö kpl/min	16	13,6	16	16	16	14	17	16,6	16	16	15	15	15	15	15	15,3	14	15	15	14,4	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
Sahalinja m/min	85	105	100	85	100	100	110	113	100	100	99	95	95	90	90	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Dimensiolajittelu kpl/min	125	110	110	120	110	110	110	113	125	115	120	120	120	125	125	105	120	105	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125

Taulukoihin 1 ja 2 on kerätty tietoa siitä, millaisia ajonopeuksia eri aseteilla on käytetty. Näitä tutkiessa huomaataan suurempien tukkiluokkien, sekä suurempien sahemäärien vaikutus prosessilinjan eri vaiheisiin.

5.2 Tavoitetaulukko

Haettaessa tavoitenopeuksia sahalinjalle, oli testaus suoritettava siten, että mahdollisimman moni erilainen asete tulisi testattua. Kaikkia sahauskessa käytettäviä asetteita ei tarvinnut kuitenkaan testata, sillä kun ajolle oli löydetty hyvä nopeus, voitiin vastaavanlaisen sahauskseen nopeudet päätellä sen mukaan.

Tavoitenopeuksien suhteen ei ollut järkevää määritellä jokaiselle omalle sahauskseen nopeuksia, vaan taulukoita 3 ja 4 oli kannattavampaa lähestyä saheiden määrien kautta. Koska saheiden määrät ja niiden

paksuudet ovat suurimmat osatekijät prosessin kulun suhteen, oli järkevintä lokeroida tavoitenopeudet kappaleiden paksuuksien ja saheiden määrän mukaan.

TAULUKKO 3. Sahurin ajonopeus taulukko m/min

		Saheita kpl.				
		1	2-3	4-5	6-7	8
Sydän paksuus mm.	-29	-	-	-	110	90
	30-42	-	150	140	105	90
	43-50	-	150	120	90	75
	51-65	-	-	-	85	-
	66 +	150	-	-	80	-

Muuttuvalla asetteella + 20m/min

Tuorelajittelussa käytettyjen nopeuksien taulukko on suoraan verrannollinen siihen, montako sahetta sahalinja tuottaa minuutissa. Tuorelajittelun tulee annostella vähintään yhtä monta kolaväliä minuutissa, jotta tuotantoa ei jouduttaisi pienentämään lajittelusta johtuvista syistä.

TAULUKKO 4. Dimension nopeustaulukko kolaa/min

		Saheita kpl.				
		1	2-3	4-5	6-7	8
Sydän paksuus mm.	-29	-	-	-	120	130
	30-42	-	85	105	115	130
	43-50	-	85	90	100	110
	51-65	-	-	-	95	-
	66 +	85	-	-	90	-

6 TULOSTEN ANALYSOINTI

Lähtökohtana oppinäytetyölle oli löytää sahalinjan pullonkaulat ja sahalinjan tavoitenopeudet. Aloittaessani työtä, keskustelin tuotannossa toimivien henkilöiden kanssa siitä, mitkä kohteet tuotannossa ovat pullonkauloja, ja mihin mahdolliset investoinnit tulisi keskittää. Kaikki tuotannossa toimivat henkilöt, joiden kanssa keskustelin, sanoivat tuorelajittelun olevan ongelmakohta. Tämän kuuleminen vaikutti koetestauksiin siten, että lähtökohtaisesti minun kannatti lähteä lähestymään tuorelajittelua kokeen pääkohtana.

TAULUKKO 5. Pullonkaula taulukko

Tukkiluokka	157			165			167		174		186				187		
Asetteet	K157000AB100_50_SLM16_16_16_KD12 K	K157000AB100_50_SLM19_19_19_KD18 K	K165000AB115_32_32_SLM22_22_16_16_KD12 K	K165000AB115_50_SLM16_16_19_19_KD18 K	K165605AB125_44_44_SLM0_0_22_22_KD18 K	K167515AB100_50_SLM22_22_22_KD10 K	K167515AB125_44_44_SLM0_0_22_22_KD18 K	K174000AB112_34_34_SLM19_19_19_19_KD12 K	K174485AB125_50_SLM16_16_22_22_KD12 K	K186000AB112_34_34_SLM25_25_25_25_KD12 K	K186000AB150_44_44_SLM0_0_25_25_KD18 K	K186000AB150_44_44_SLM0_0_32_32_KD18 K	K186000AB150_47_47_SLM0_0_25_25_KD18 K	K186000AB150_47_47_SLM0_0_32_32_KD18 K	K187515AB112_34_34_SLM25_25_25_25_KD12 K	K187515AB125_50_SLM22_22_25_25_KD18 K	K187515AB150_44_44_SLM0_0_25_25_KD18 K
Kuorinta	0,731	0,723	0,731	0,731	0,846	0,769	0,846	0,769	0,738	0,731	0,846	0,846	0,846	0,846	0,731	0,885	0,846
Sahalinja	0,567	0,56	0,567	0,567	0,667	0,6	0,667	0,6	0,573	0,633	0,667	0,667	0,667	0,667	0,567	0,7	0,667
Dimensiolajittelu	0,846	0,846	0,846	0,846	0,846	0,885	0,885	0,923	0,877	0,962	0,846	0,846	0,846	0,846	0,962	0,846	0,846

Liitteissä 3 ja 4 on käytetty taulukon 5 mukaista jäsentelyä. Asetteet on jaettu tuokkiluokkiinsa, missä määrittävänä tekijänä on tukin latvan halkaisija. Asetteet-kohdasta nähdään, mitä asetteita on testattu ja millä tavalla. Keltaisella pohjalla oleva asete on testattu muuttuvana asetteena, missä tukkimittareiden keräämien tietojen perusteella koneet osaavat laskea sen, saadaanko pelkka- tai jakosahan vaiheessa sivulautoja vai ei. Ruskealla pohjalla olevat asetteet on testattu kiinteinä asetteina, jolloin koneet eivät omatoimisesti päästä sitä, tuleeko asetteesta lautoja, vaan kaikista tukeista otetaan sivulaudat, olivat ne sitten huonoja tai hyviä. Vaaleansinisellä pohjalla olevia asetteita ei ole testattu erikseen, vaan

niiden saamat arvot on pystytty päättämään sen mukaan, millaisia arvoja testatuissa aseteissa on saatu.

Asetteen sisällä koodi, esimerkiksi K157000AB 100_50_50 SLM 19_19 19_19 KD18 K tarkoittaa seuraavaa. Koodin alussa K tarkoittaa puulajia, joka kyseisellä aseteella on kuusi. Vastaavasti M tarkoittaisi mäntyä. 157000 kertoo tukkiluokan, jota kyseisessä aseteessa ajetaan. 157 tarkoittaa tukin latvan halkaisijaa, joka kyseisellä tukilla on 157mm. Kolme seuraavaa numeroa kertovat sen, onko tukit pituuslajiteltuja vai ei. 000 tarkoittaa sitä, ettei kyseistä tukkiluokkaa ole pituuslajiteltu. Jos kyseisessä kohdassa olisi esimerkiksi 515, tarkoittaisi tämä sitä, että tukit olivat pituuslajiteltuja ja lyhimät tukit olisivat 5,15m pitkiä. 100_50_50 taas kertoo sydäntavara-kappaleiden koon. 100 tarkoittaa pelkan ja samalla kappaleen leveyttä. 50_50 kertoo kappaleiden paksuuden ja sen, kuinka monta kappaletta sahauksessa saadaan. SLM 19_19 19_19 tarkoittaa sivulautamallia. Ensimmäisellä 19_19 yhdistelmällä kerrotaan se, montako lautaa pelkkasahassa saadaan ja sen paksuuden, toisella 19_19 -riimillä kerrotaan taaskin jakosahassa saatavat sivulaudat. Tämä tarkoittaisi sitä, että kyseisessä aseteessa saataisiin 19mm paksut laudat pelka- ja jakosahan vaiheissa. KD18 K lopussa on asettamassa sydäntavarakappaleille niiden kuivausasteen sekä sen, ajetaanko kyseistä asetetta kiinteänä vai muuttuvana. KD18 tarkoittaa sitä, että sydäntavarakappaleet kuivataan 18 % kosteuteen ja lopussa K tarkoittaa kiinteätä asetetta. Vastaavassa kohdassa M tarkoittaisi muuttuvaa asetetta.

Asetteen alapuolella olevat kohdat kertovat sen, mitä kohtaa kyseinen luku tai merkintä koskee. Taulukossa 5 on käytetty pullonkaulan etsimiseen käytettyjä kohteita, jotka voidaan luokitella joko metriä minuutissa tai kappaletta minuutissa. Kyseisiä kohteita olivat kuorinta, sahalinja sekä dimensiolajittelu.

6.1 Pullonkaula

Pullonkauloja etsiessä suoritettiin testauksia erilaisilla asetteilla siten, että nostimme sahauksen vauhtia ja katsoimme missä kohtaa linjaan alkoi muodostua ongelmia. Kerättyäni prosessin nopeuksia taulukkoon (Liite 1 ja Liite 2), pystyttiin muodostamaan muille asetteille nopeuksia, joita kullakin asetteella olisi käytetty. Näitä taulukointeja hyväksikäyttäen muodostettiin samoille asetteille linjan maksiminopeuksiin perustuvan taulukon (Liite 3 ja Liite 4), mistä näkee suoraan milloin prosessissa käytetty nopeus on ääriarajoilla.

Mitä lähemmäksi arvoa 1 (Liite 3 ja Liite 4) prosessin nopeus meni, sitä lähempänä linjan maksiminopeus kyseisessä tuotantokohdassa oli määritettyä maksiminopeuttaan. Liitteissä 3 ja 4 tätä on korostettu väreillä, jotta taulukon lukeminen olisi selkeämpää. Mitä lähemmäksi arvoa 1 päästään, sitä punaisempi kyseinen ruutu on.

6.1.1 Sahalinja ja kuorimakone

Liitteitä 3 ja 4 katsottua huomataan, että pienillä tukeilla, latvahalkaisijaltaan 75 mm – 135 mm, ovat kuorinta- ja sahalinjan nopeus maksiminopeudessaan tai hyvin lähellä sitä, tuorelajittelun saadessa arvon noin 0,7. Tämä kertoo sen, että pienempiä tukkeja sahatessa prosessin pullonkaulaksi muodostuu itse sahalinja, sekä kuorinta. Vaikka kyseiset prosessin kohdat ovat kyseisillä asetteilla pullonkauloja, ei niiden vaikutus tuotantomääriin ole kuitenkaan suuri. Kyseisissä prosessivaiheissa sahuri pystyy määrittämään sen, millaisilla tukkiväleillä tukit liikkuvat linjassa. Kuorimakoneeseen tukit on järkevintä syöttää siten, että tukit kulkevat linjalla kanta kannassa. Tämä kuluttaa kuorimakoneen teriä vähemmän ja lisää niiden käyttöikää. Tämäntapainen toiminta varmistaa myös sen, että kuorittuja tukkeja saadaan riittävästi sahasyöttöön, jottei tuotantolinja pyöri tyhjää.

luokkia huomataan se, että kuorinnassa ja sahalinjassa käytettyjen nopeuksien arvot ovat vain 0,6 – 0,8; kun taas dimension arvot lähestyvät arvoa 1. Tämän perusteella taulukkoa 7 tutkittaessa huomataan, että sahalinjassa olisi vielä potentiaalia nostaa sahalinjan nopeuksia suuria tukkeja sahatessa.

6.1.2 Tuorelajittelu

Tarkastellessa taulukoita 6 ja 7 huomataan hyvin se että, mitä suuremmaksi tukki muuttuu, sitä lähemmäksi maksimiarvoaan dimensiossa siirrytään. Tästä voidaan päätellä, että kyseisillä tukkiluokilla prosessin pullonkaulana toimii jo tuotannolta kuultu tuorelajittelu. Useiden saheiden ja kappaleiden dimensioerojen vaikutuksesta, tuorelajittelu ei tahdo pysyä sahalinjan perässä. Kuten taulukoista voidaan lukea, mitä enemmän saheita saadaan, sitä suurempi pullonkaula tuorelajittelu on.

Dimensio pystyy lajittelemaan neljänkin kappaleen sahuita siten, ettei se vaikuta sahalinjassa käytettäviin nopeuksiin. Kun saheita saadaan viisi tai enemmän, alkavat dimensiossa käytettävät nopeudet lähentymään maksimiarvoaan siten, että pienenkin häiriön sattuessa on mahdollisuus sille, että sahalinja täytyy pysäyttää.

Tuorelajittelussa linjan nopeutta pystyy säätämään aina 130 m/min saakka, mutta kolaväli pysyy vakiona. Tämä aiheuttaa sen, että niin sanottuja hyviä sahauksia sahatessa, missä saheet ovat lähes samankokoisia, ei hyviä sahauksia pystytä tuottamaan yhtä nopeasti mitä sahalinjalla pystyisi muutoin tuottamaan. Näiden perusteella, voidaan varmistaa tuorelajittelun olevan sahausprosessin pullonkaula.

6.2 Tuotannon rajoittavat tekijät

Kaikkia prosessiin vaikuttavien kohtien nopeuksia ei voida taulukoida linjanopeuksina. Tällaisia kohteita ovat muun muassa hakkeen- ja purunsiirto, tukkipöytä ja rimoitus. Alustavasti tutkimustyöhön ei kuulunut

näiden pisteiden seuranta, mutta testauksia suorittaessa vastaan tuli tilanteita, missä prosessia ei voitu suorittaa suuremmalla nopeudella muiden rajoittavien tekijöiden vuoksi. Liitteissä 5 ja 6 on taulukoituna tuotantoon vaikuttavia tekijöitä, sekä itse sahalinja. Koska rajoittavia tekijöitä ei voitu kaikissa kohdissa mitata nopeudella, on liitteiden taulukoihin laitettu merkki siihen kohtaan, mikä kullakin asetteella on toiminut rajoittavana tekijänä.

TAULUKKO 8. Sahausta rajoittavat tekijät

Tukkiiluokka	75	108	115	125	135	142	147	150	157	165	167	174	
Asetteet	K075000AB 75_75_SLM_0_0_0_KD20 K K075000AB 75_90_SLM_0_0_0_KD20 K K108000AB 75_75_SLM_0_0_0_KD20 K K108000AB 75_90_SLM_0_0_0_KD20 K K115000AB 100_47_SLM_0_0_0_KD18 K K125000AB 100_32_SLM_0_0_16_16_KD18 K K125000AB 100_50_SLM_0_0_0_KD18 K K125000AB 100_47_SLM_0_0_0_KD18 K K125000AB 75_44_44_SLM_16_16_0_KD18 K K135000AB 100_35_35_SLM_0_0_19_19_KD12 K K135000AB 100_38_38_SLM_0_0_16_16_KD18 K K142000AB 100_44_44_SLM_0_0_16_16_KD18 K K142000AB 125_100_SLM_0_0_0_KD18 K K142000AB 90_46_46_SLM_16_16_16_16_KD12 K K147000AB 100_44_SLM_16_16_16_16_KD18 K K147000AB 100_47_SLM_16_16_16_16_KD18 K K147000AB 105_38_SLM_0_0_22_22_KD18 K K150425AB 100_50_SLM_16_16_16_16_KD18 K K150425AB 112_34_34_SLM_0_0_22_22_KD12 K K167000AB 100_50_SLM_16_16_16_16_KD12 K K167000AB 100_50_SLM_19_19_19_KD18 K K165000AB 115_32_32_SLM_22_22_16_16_KD12 K K165000AB 115_50_SLM_16_16_19_19_KD18 K K165605AB 125_44_SLM_0_0_22_22_KD18 K K167515AB 100_50_SLM_22_22_22_KD10 K K167515AB 125_44_SLM_0_0_22_22_KD18 K K174000AB 112_34_34_SLM_19_19_19_KD12 K K174485AB 125_50_SLM_16_16_22_22_KD12 K												
Tukkipöytä	X	X	X	X	X								
Kuorinta													
Sahaansyöttö													
Sahalinja													
Sivuttaisiirto													
Dimensiolajittelu													
Rimoitus													
Purun- / hakkeensiirto												X	

Taulukko 8 on otos rajoittavien kohteiden liitteestä. Taulukkoon on merkittynä kohteet, jotka ovat tai ovat voineet rajoittaa sahaamista jollain tavalla. Taulukointi on tapahtunut yksinkertaisesti laittamalla X kohtaan, mikä on hidastanut prosessin kulkua.

6.2.1 Hakkeen- ja purunsiirto

Hakkeen- ja purunsiirto Veistosahalta siiloihin, tapahtuu puhaltamalla hake ja puru suurella paineella putkea pitkin omiin siiloihinsa. Sahuri pystyy seuraamaan putkissa olevan paineen suuruutta, sillä jos paine putkessa kasvaa liian suureksi, menevät putket tukkoon ja niiden avaamiseen kuluu paljon aikaa, milloin sahaus ei onnistu.

Kuten taulukosta voidaan lukea, pienten tukkien kanssa, hakkeen ja purun siirrolla ei ollut merkitystä sahauksen kulkuun. Mitä suurempia tukkeja sahalinjalla sahattiin, sitä enemmän haketta ja purua syntyi. Suurilla

hakkeen ja purun määrillä putkien paineet alkoivat kasvaa ja ne antoivat usein hälytyksiä. Tässä kohtaa sahauksen vauhtia ei voitu enää nostaa, vaikka usein se olisi ollut mahdollista sahalinjan puolesta.

6.2.2 Tukkipöytä

Tukkipöydällä ei yleensä ollut vaikutusta sahauksen kannalta. Kuitenkin, sahatessa pieniä tukkeja suurilla nopeuksilla ja pienellä tukkivälillä, saattoi linja päästä hetkellisesti tyhjäksi tukkipöydästä johtuen. Tukkipöydän aiheuttamat rajoittavat tekijät syntyivät, kun tukit menivät pitkittäin pöydälle, näin ollen estäen tukkien kulkemisen kuorintaan ja siitä eteenpäin sahalinjaan.

Suurempia tukkeja sahatessa tukit liikkuvat pöydällä rauhallisempaa tahtia, jonka vuoksi niiden aikana häiriöitä syntyi hyvin harvoin. Vaikka suuremmilla tukeilla joitain häiriöitä pääsi syntymään, ehdittiin ne silti purkamaan ennen kuin sahaan syöttö kerkesi tyhjäksi.

6.2.3 Rimoitus

Tukkien koon noustessa ja saheiden määrien lisääntyessä, pitkissä sahauksissa rimoituksella oli välillä hankalaa pysyä sahalinjan tahdissa. Sahausnopeutta jouduttiin laskemaan joillain kahdeksan saheen sahauksista, sillä lokerot alkoivat täyttyä uhkaavaa tahtia. Rimoituksen tahdissa pysymiseen vaikutti suurelta osin myös se, tehtiinkö kyseisessä kohteessa matalia 3 m:n ritilöitä vai korkeita 4,5 m:n ritilöitä. Korkeita ritilöitä tehdessä, yhtä ritilää varten varataan kolme pystylokeroa, mistä saheet tippuvat kuljettimille kohtalaisen nopealla tahdilla. Matalia ritilöitä tehdessä, yksi ritilä varaa vain 2 lokeroa, mutta rimoituksen ohessa tehtäviä toimenpiteitä tulee tiuhempaan tahtiin. Jokaisen valmiin ritilän jälkeen toisen rimoituksesta vastaavista henkilöistä tulee viedä ritilään pakettilappu, missä kerrotaan kyseisen ritilän tiedot. Lisäksi hänen tulee käydä asettamassa linjaan uudet uuniraudat, jotta rimoitus pysy jouhevana ja tulosta saataisiin syntymään.

Nämä oheistoiminnat, joita toinen rimoittaja joutuu suorittamaan, hankaloittaa aina rimakuormien valmistusta. Sillä aikaa kun toinen työntekijä on hoitamassa muita tehtäviä, on toisen hoidettava kaikki rimoituksen vaativa, eli kappaleiden ladonnan seuraus ja rimojen kulkeminen rimasiiloihin. Jos jompaankumpaan tehtävään tulee häiriö, menee sen selvittämiseen huomattavasti enemmän aikaa, kuin jos paikalla olisi kaksi henkilöä. Tämä on johtanut varsinkin matalia ritilöitä rimoittaessa siihen, että lokeroista uhkaa loppua tilat, ja sahaus on lopetettava.

6.2.4 Tuorelajittelu

Tuorelajittelu on pullonkaulan tavoin yksi suurista rajoittavista tekijöistä. Koska kaikki saheet menevät saman annostimen kautta, ovat saheiden kokoerot yksi suurimmista syistä sille, miksei linjaa voida ajaa tietynlaisilla asetteilla kovempaa. Paksut sydänkappaleet ja ohuet laudat ovat kaikkein hankalin yhdistelmä, ja se aiheuttaa suuria ongelmia annostimella. Vajaasärmäiset pienet laudat ajautuvat hyvin usein paksujen sydänkappaleiden alle, jolloin lajittelijan on pysäytettävä linja, ja korjattava kappaleet omiin kolaväleihinsä.

Juuri kappaleiden kokoerojen vuoksi myös pienemmillä tukeilla, useissa asetteissa, on rajoittavana tekijä dimensio. Kun siirrymme suurempiin tukkiluokkiin, on rajoittava tekijä taaskin linjan nopeus. Suurempien tukkien laudat ovat paksumpia, eikä niissä ole niin suurta vajaasärmää kuin pienempien tukkien laudoissa. Tällöin suuret sahemäärät eivät mahdollista nopeampaa sahaamista.

6.3 Nopeustaulukko

Nopeustaulukoiden tekeminen sahurille, sekä tuorelajittelun työntekijälle tapahtui testattujen asetteiden pohjalta. Kun asetteille oli löydetty toimivat nopeudet, saatiin niistä pääteltyä saheiden määrään perustuvat nopeustaulukot. Koska sahalinjan nopeus mitataan metriä minuutissa, ja

tuorelajittelun nopeus kolaa minuutissa, oli molemmille tehtäville luotava omat taulukkonsa.

6.3.1 Sahausnopeudet

Sahausnopeuksien taulukkoa lähdettiin miettimään sen kannalta, miten taulukosta saataisiin mahdollisimman selkeä, sekä yleispätevä.

Tarkoituksena oli se, että kenet tahansa sahurin paikalle laittaa, osaa hän säätää asetukset kullekin sahaukselle kohdalleen.

Taulukkoa laatiessa päädyttiin ratkaisuun, missä saheiden määrä toimii määräävänä tekijänä nopeuksia mietittäessä. Mitä useampia saheita tukista otetaan, sitä hitaammat ajonopeudet ovat käytössä. Tämä selittyy yksinkertaisesti sillä, että suuremmista tukeista tulevien sivutuotteiden, eli hakkeen ja purun määrät nousevat niin paljon, ettei sahausta voi suorittaa nopeammin. Jos nopeutta nostaisi hieman, ei esimerkiksi puru enää ehtisi poistua teristä ja laatu tuotteilla heikkenisi.

6.3.2 Tuorelajittelu

Tuorelajittelun nopeustaulukko oli mietittävä sen mukaan, millaisia määriä sahauksesta syntyy. Kun sahausnopeudet oli saatu kohdalleen, oli tuorelajittelun nopeuksien määrittäminen helppoa. Saheiden määrä saatiin laskettua siitä, kun tiedetään kuinka monta tukkia minuutissa menee läpi sahalinjasta, ja kerrotaan tämä luku saheiden määrällä.

Tuorelajittelun nopeuksien tuli olla vähintään sen verran, kuin mitä saheita syntyy minuutissa. Ideaali tilanne olisi se, että tuorelajittelussa kulkisi vähintään viisi kolaa enemmän minuutissa, kuin mitä sahalinja niitä tuottaa. Tällöin pienten häiriöiden syntyminen tuorelajittelussa ei haittaisi sahausta, vaan se pystyisi toimimaan jatkuvasti.

7 JATKOTUTKIMUSSUOSITUKSET

Tutkimuksella saatiin luotua työkaluja jatkoa ajatellen. Taulukot kertovat selkeästi mahdollisten jatkotoimenpiteiden kohteet ja kehittämipaikat. Jatkoa ajatellen, on tulosten läpikäymisellä helppoa ottaa työpiste kerrallaan työn alle ja tehdä päätös sen suhteen, mitä tälle tulisi tehdä.

7.1 Tuotannon kehittäminen

Tehty tutkimustyö toimii hyvänä pohjana mahdollisia sahalinjan investointeja ajatellen. Taulukoista voidaan kohdentaa eri tuotantoprosessien vaiheita, mihin tulisi kiinnittää huomiota tuotannon kehityksen kannalta. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että budjentoiteja harkittaessa tiedossa on kohteita, jotka vaikuttavat sahausmääriin. Tämä helpottaa budjetointia siten, ettei kohteita tarvitse arvata, vaan selkeistä tuloksista on suoraan nähtävissä, mikä piste toimii tuotannon pullonkaulana.

Kehittäminen ei kuitenkaan aina tarkoita suoraan kohteeseen tehtävien investointien kohdistamista. Kehittäminen voi usein vaatia vain pieniä muutoksia työtapoihin tai koneisiin. Nyt saatujen tulosten pohjalta on helppoa haastaa tuotannossa toimivat henkilöt, sekä kunnossapito luomaan uusia ratkaisuja siihen, mitä kohteille tulisi, tai voidaan tehdä.

7.2 Linjanopeudet

Linjan tavoitenopeuksien taulukot on jaettu operaattoreille, ja tällä tapaa vuorojen välisiä toiminnallisia eroja on saatu karsittua. Tämän avulla eri vuorojen väliset tuotantomäärät ovat kaventuneet, ja saadut tuotantomäärät ovat nousseet. Määriteltyjen nopeuksien käyttöä seurataan jatkuvasti, ja mahdollisten nopeuspoikkeamien kautta rajoittavien tekijöiden määrittäminen on jatkuvasti toiminnassa.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyöni tekeminen oli mielenkiintoinen projekti. Työstäessäni tätä, opin paljon uutta sahateollisuudesta ja varsinkin sahauksesta. Varsinkin Versowoodin Veistosaha tuli projektin aikana tutuksi, ja opin paljon sen käytöstä ja tuotantomahdollisuuksista. Projektia suorittaessani pystyin hyvin haastamaan tuotantoa, selvittäen miksi kyseiset nopeudet ovat käytössä missäkin kohtaa.

8.1 Testausvaihe

Testausvaiheessa pyrin käymään läpi mahdollisimman kattavasti erilaisia asetteita, jotta saisin selvitettyä mahdollisimman hyvin sen, mihin linja kykenee, ja missä kohtaa linjan toimintavarmuus heikkenee. Tätä testausta suorittaessa, tuotannossa toimivat henkilötkin saivat itse oppia siitä, millainen potentiaali linjalla on. Testausten vaikutuksen huomasin positiivisesti, sillä testausten loppua kohden edetessä, suorittamisessa linjanopeudet olivatkin jo usein niin korkealla kuin ne vain pystyi kyseisellä sahuulla asettamaan. Tämän johdosta, tuotantotehokkuutta saatiin lisättyä useilla kymmenillä moteilla vuoroaan kohti.

8.2 Tulosten analysointi

Lisäsin tuloksia taulukoihin sitä mukaa, kun testauksia saatiin suoritettua. Tulosten listaamisesta alkoi nopeasti kehittyä kuva siitä, millaisilla nopeuksilla kutakin dimensiota kannattaa sahata. Saatujen tulosten pohjalta oli helppo aloittaa keskustelu sahureiden ja muun tuotannon kanssa siitä, miten mikäkin asete toimii. Tämän pohjalta saatiin nopeasti työstettyä taulukot, jotka antavat kuvan siitä miten mikäkin asete on ajettavissa.

8.3 Lopputulos

Opinnäytetyöni antoi selkeän kuvan siitä, missä kohtaa prosessia pullonkaulat ovat tällä hetkellä, ja mihin tulevaisuudessa kannattaa investoida. Lisäksi rajoittavien tekijöiden taulukko antaa hyvän kuvan siitä, mitä kaikkia osatekijöitä prosessissa vaikuttaa. Pelkän linjan tutkiminen ei riittänyt löytämään mahdollisia kehittämiskohteita, vaan muihinkin ongelmakohtiin on tartuttava.

Kaiken kaikkiaan pidän työtä onnistuneena. Työn pohjalta löytyi selkeästi tarvittavat kehittämisen kohteet, sekä sahurille ja tuorelajitteluun saatiin selkeät tavoitenopeudet, mitä tuotanto jatkossa seuraa.

LÄHTEET

Huotarinen J, 2014. Ota nämä Lean-tekniikat käyttöösi [viitattu 21.9.2016].
Saatavissa: <https://gofore.com/ota-nama-lean-tekniikat-kayttoosi/>

Inx-Service, 2012. OptiLog – asetteen optimointi ja simulointi [viitattu 14.3.2017]. Saatavissa: <http://inx.fi/fi/sahalinja/optilog-asetteen-optimointi-ja-simulointi>

Kouri, I. 2009. Lean taskukirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova.

Liker, J. 2006. Toyotan tapaan. Helsinki: Readme.fi.

Modig N, Åhlström P. 2013. Tätä on Lean. Rheologica.

Paloheimo, E. 1998. Metsä ja puu II – Tukista tuotteeksi. Saarijärvi:
Gummerus kirjapaino Oy.

Sahatavaranvalmistus 2016 [viitattu 1.10.2016]. Saatavissa:
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/ensijalostus/sahatavaratuotanto/sahatavaran_valmistus.html

Simi, M. 2006. Sahatavaratuotanto. Helsinki: Edita Oy.

Usenius A, Heikkilä A, Song T, Fröblom J, Usenius, T. Joustavat ja itseoppivat tuotantojärjestelmät sahateollisuudessa. VTT tiedote 2544. 131. Helsinki: Edita Prima Oy.

Valon Kone 2016. Roottorikuorinta [viitattu 21.9.2016]. Saatavissa:
<http://www.valonkone.com/roottorikuorinta/>

LIITTEET

Liite 1. Kuusiasetteet prosessinopeudet

Liite 2. Mäntyasetteet prosessinopeudet

Liite 3. Kuusiasetteet prosessin pullonkaulat

Liite 4. Mäntyasetteet prosessin pullonkaulat

Liite 5. Kuusiasetteet prosessin rajoittavat tekijät

Liite 6. Mäntyasetteet prosessin rajoittavat tekijät

Liite 2

Tukkiluokka	80	111	126	138	145				157	158	165	170	172	177	182				186	189												
Asetteet	M080000AB75_SLM_0_0_0_KD20 K	M111000AB100_32_32_SLM_0_0_16_16_KD18 K	M111000AB75_SLM_0_0_0_KD20 K	M126000AB100_32_32_SLM_0_0_19_19_KD18 K	M138000AB100_38_38_SLM_0_0_19_19_KD16 K	M145000A112_34_34_SLM_0_0_25_25_KD12 K	M145000A93_43_43_SLM_16_16_16_16_KD16 K	M145000B100_35_35_SLM_0_0_19_19_KD12 K	M145000B100_47_47_SLM_16_16_16_16_KD18 K	M157000B100_50_50_SLM_19_19_19_19_KD18 K	M157000B105_38_38_SLM_16_16_25_25_KD16 K	M158000A100_50_50_SLM_19_19_19_19_KD18 K	M165000B100_35_35_35_SLM_19_19_16_16_KD12 K	M165000B115_32_32_32_SLM_16_16_16_16_KD12 K	M170000A100_35_35_35_SLM_25_25_19_19_KD12 K	M172000B112_34_34_34_SLM_19_19_19_19_KD12 K	M172000B125_50_50_SLM_16_16_25_25_KD18 K	M177000A112_34_34_34_SLM_19_19_19_19_KD12K	M182000B110_40_40_SLM_19_19_25_25_KD12 K	M182000B112_34_34_34_SLM_25_25_25_25_KD12 K	M182000B115_32_32_32_SLM_25_25_25_25_KD12 K	M182000B130_35_35_35_SLM_19_19_25_25_KD12 K	M186000A125_32_32_32_SLM_19_19_0_0_KD18 K	M186000A112_34_34_34_SLM_25_25_25_25_KD12 K	M189000B115_32_32_32_SLM_25_25_25_25_KD12 K	M189000B130_35_35_35_SLM_19_19_25_25_KD12 K	M189000B130_38_38_38_SLM_19_19_19_19_KD16 K	M189000B150_44_44_SLM_0_0_25_25_KD18 K	M189000B150_47_47_SLM_0_0_25_25_KD18 K	M189000B150_50_50_SLM_0_0_25_25_KD18 K		
Kuorinta	130	130	130	130	120	125	120	130	120	125	125	120	110	115	110	105	120	105	125	105	105	105	120	105	16	16	15,4	16,4	16	16	16	16
Sahaansyöttö	31	25	32	25	25	22	24	24	22	23	24	24	23	17	17	17	18	16	18	17	17	17	16	16	15,4	16,4	16	16	16	16	16	
Sahalinja	140	130	140	130	130	116	110	130	110	110	115	120	100	105	100	95	110	95	115	95	95	95	112	95	84	95	95	100	100	100	100	
Dimensiolajittelu	90	110	90	110	110	110	115	110	120	120	125	125	120	120	120	125	115	125	120	125	125	120	120	120	125	120	120	115	115	120	120	
Tukkiluokka	195		206						216						225		229															
Asetteet	M195000A115_32_32_32_SLM_25_25_16_16_KD12 K	M195000A150_50_50_SLM_16_16_25_25_KD18 K	M206000A112_34_34_34_SLM_25_25_19_19_KD12 K	M206000A125_32_32_32_SLM_25_25_19_19_KD18 K	M206000A125_75_75_SLM_25_25_19_19_KD18 K	M206000B112_34_34_34_SLM_25_25_19_19_KD12 K	M206000B115_32_32_32_SLM_25_25_19_19_KD12 K	M206000B125_63_63_SLM_25_25_25_25_KD18 K	M216000A125_75_75_SLM_25_25_19_19_KD18 K	M216000A130_35_35_35_SLM_32_32_19_19_KD12 K	M216000A150_32_32_32_SLM_25_25_25_25_KD18 K	M216000B112_34_34_34_SLM_25_25_19_19_KD12 K	M216000B125_32_32_32_SLM_32_32_25_25_KD18 K	M225000B150_35_35_35_SLM_25_25_25_25_KD12 K	M225000B150_75_75_SLM_25_25_25_25_KD18 K	M229000A150_75_75_SLM_25_25_25_25_KD18 K																
Kuorinta	100	110	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100																
Sahaansyöttö	15,4	16	15	15	15	15	14,5	15	15	15	15	15	15	15	15	15																
Sahalinja	90	100	90	90	90	85	90	90	90	85	85	85	85	85	90	90																
Dimensiolajittelu	127	125	125	125	116	125	120	116	116	125	125	125	120	125	116	116																

Liite 4

Tukkiluokka	80	111		126	138	145			157	158	165	170	172	177	182			186						
Asetteet	M080000AB75_75 SLM 0_0_0 KD20 K	M111000AB100_32_32 SLM 0_0_16_16 KD18 K	M111000AB75_75 SLM 0_0_0 KD20 K	M126000AB100_32_32 SLM 0_0_19_19 KD18 K	M138000AB100_38_38 SLM 0_0_19_19 KD16 K	M145000A112_34_34 SLM 0_0_25_25 KD12 K	M145000A93_43_43 SLM 16_16_16_16 KD16 K	M145000B100_35_35 SLM 0_0_19_19 KD12 K	M145000B100_47_47 SLM 16_16_16_16 KD18 K	M157000B100_50_50 SLM 19_19_19_19 KD18 K	M157000B105_38_38 SLM 16_16_25_25 KD16 K	M158000A100_50_50 SLM 19_19_19_19 KD18 K	M165000B100_35_35_35 SLM 19_19_16_16 KD12 K	M165000B115_32_32_32 SLM 16_16_16_16 KD12 K	M170000A100_35_35_35 SLM 25_25_19_19 KD12 K	M172000B112_34_34_34 SLM 19_19_19_19 KD12 K	M172000B125_50_50 SLM 16_16_25_25 KD18 K	M177000A112_34_34_34 SLM 19_19_19_19 KD12 K	M182000B110_40_40 SLM 19_19_25_25 KD12 K	M182000B112_34_34_34 SLM 25_25_25_25 KD12 K	M182000B115_32_32_32 SLM 25_25_25_25 KD12 K	M182000B130_35_35_35 SLM 19_19_25_25 KD12 K	M186000A125_32_32_32 SLM 19_19_0_0 KD18 K	M186000A112_34_34_34 SLM 25_25_25_25 KD12 K
Kuorinta	1	1	1	1	0,923	0,962	0,923	1	0,923	0,923	0,962	0,962	0,846	0,885	0,846	0,808	0,923	0,808	0,962	0,808	0,808	0,808	0,923	0,808
Sahalinja	0,933	0,867	0,933	0,867	0,867	0,773	0,733	0,867	0,733	0,733	0,767	0,8	0,667	0,7	0,667	0,633	0,733	0,633	0,767	0,633	0,633	0,633	0,747	0,633
Dimensiolajittelu	0,692	0,846	0,692	0,846	0,846	0,846	0,885	0,846	0,923	0,923	0,962	0,962	0,923	0,923	0,923	0,962	0,885	0,962	0,923	0,962	0,962	0,923	0,923	0,923

Tukkiluokka	189						195		206						216				225	229		
Asetteet	M189000B115_32_32_32 SLM 25_25_25_25 KD12 K	M189000B130_35_35_35 SLM 19_19_25_25 KD12 K	M189000B130_38_38_38 SLM 19_19_19_19 KD16 K	M189000B150_44_44 SLM 0_0_25_25 KD18 K	M189000B150_47_47 SLM 0_0_25_25 KD18 K	M189000B150_50_50 SLM 0_0_25_25 KD18 K	M195000A115_32_32_32 SLM 25_25_16_16 KD12 K	M195000A150_50_50 SLM 16_16_25_25 KD18 K	M206000A112_34_34_34 SLM 25_25_19_19 KD12 K	M206000A125_32_32_32 SLM 25_25_19_19 KD18 K	M206000A125_75_75 SLM 25_25_19_19 KD18 K	M206000B112_34_34_34 SLM 25_25_19_19 KD12 K	M206000B115_32_32_32 SLM 25_25_19_19 KD12 K	M206000B125_63_63 SLM 25_25_25_25 KD18 K	M216000A125_75_75 SLM 25_25_19_19 KD18 K	M216000A130_35_35_35 SLM 32_32_19_19 KD12 K	M216000A150_32_32_32 SLM 25_25_25_25 KD18 K	M216000B112_34_34_34 SLM 25_25_19_19 KD12 K	M216000B125_32_32_32 SLM 32_32_25_25 KD18 K	M225000B150_35_35_35 SLM 25_25_25_25 KD12 K	M225000B150_75_75 SLM 25_25_25_25 KD18 K	M229000A150_75_75 SLM 25_25_25_25 KD18 K
Kuorinta	0,731	0,808	0,808	0,846	0,846	0,846	0,769	0,846	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,846	0,769	0,769
Sahalinja	0,56	0,633	0,633	0,667	0,667	0,667	0,6	0,667	0,6	0,6	0,6	0,567	0,6	0,6	0,6	0,567	0,567	0,567	0,567	0,567	0,6	0,6
Dimensiolajittelu	0,962	0,923	0,923	0,885	0,885	0,923	0,977	0,962	0,962	0,962	0,892	0,962	0,923	0,892	0,892	0,962	0,962	0,962	0,923	0,962	0,892	0,892

Liite 6

Tukkiluokka	80	111	126	138	145	157	158	165	170	172	177	182	186
Asetteet	M080000AB 75_75 SLM_0_0_0_KD20K	M1110000AB 100_32_32 SLM_0_0_16_16_KD18K M1110000AB 75_75 SLM_0_0_0_KD20K	M126000AB 100_32_32 SLM_0_0_19_19_KD18K	M138000AB 100_38_38 SLM_0_0_19_19_KD16K	M145000A 112_34_34 SLM_0_0_25_25_KD12K M145000A 93_43_43 SLM_16_16_16_16_KD16K M145000B 100_35_35 SLM_0_0_19_19_KD12K M145000B 100_47_47 SLM_16_16_16_16_KD18K	M157000B 100_50_50 SLM_19_19_19_19_KD18K M157000B 105_38_38 SLM_16_16_25_25_KD16K	M158000A 100_50_50 SLM_19_19_19_19_KD18K	M165000B 100_35_35 SLM_19_19_16_16_KD12K M165000B 115_32_32 SLM_16_16_16_16_KD12K	M170000A 100_35_35 SLM_25_25_19_19_KD12K	M172000B 112_34_34_34 SLM_19_19_19_19_KD12K M172000B 125_50_50 SLM_16_16_25_25_KD18K	M177000A 112_34_34_34 SLM_19_19_19_19_KD12K	M182000B 110_40_40 SLM_19_19_25_25_KD12K M182000B 112_34_34_34 SLM_25_25_25_25_KD12K M182000B 115_32_32_32 SLM_25_25_25_25_KD12K M182000B 130_35_35 SLM_19_19_25_25_KD12K	M186000A 125_32_32_32 SLM_19_19_0_KD18K M186000A 112_34_34_34 SLM_25_25_25_25_KD12K
Tukkipöytä	X	X	X										
Kuorinta													
Sahaansyöttö													
Sahalinja													
Sivuttaissiirto													
Dimensiolajittelu				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rimoitus													
Purun-/hakkeensiirto				X	X								X

Tukkiluokka	189	195	206	216	225	229
Asetteet	M189000B 115_32_32 SLM_25_25_25_25_KD12K M189000B 130_35_35 SLM_19_19_25_25_KD12K M189000B 130_38_38 SLM_19_19_19_19_KD16K M189000B 150_44_44 SLM_0_0_25_25_KD18K M189000B 150_47_47 SLM_0_0_25_25_KD18K M189000B 150_50_50 SLM_0_0_25_25_KD18K M195000A 115_32_32_32 SLM_25_25_16_16_KD12K M195000A 150_50_50 SLM_16_16_25_25_KD18K M206000A 112_34_34_34 SLM_25_25_19_19_KD12K M206000A 125_32_32_32 SLM_25_25_19_19_KD18K M206000A 125_75_75 SLM_25_25_19_19_KD18K M206000B 112_34_34_34 SLM_25_25_19_19_KD12K M206000B 115_32_32_32 SLM_25_25_19_19_KD12K M206000B 125_63_63 SLM_25_25_25_25_KD18K M216000A 125_75_75 SLM_25_25_19_19_KD18K M216000A 130_35_35_35 SLM_32_32_19_19_KD12K M216000A 150_32_32_32 SLM_25_25_25_25_KD18K M216000B 112_34_34_34 SLM_25_25_19_19_KD12K M216000B 125_32_32_32 SLM_32_32_25_25_KD18K M225000B 150_35_35_35 SLM_25_25_25_25_KD12K M225000B 150_75_75 SLM_25_25_25_25_KD18K M229000A 150_75_75 SLM_25_25_25_25_KD18K					
Tukkipöytä						
Kuorinta						
Sahaansyöttö						
Sahalinja						
Sivuttaissiirto						
Dimensiolajittelu		X		X	X	
Rimoitus				X	X	X
Purun-/hakkeensiirto	X	X		X	X	X