



Teräongelmien tutkiminen talvisahauksessa

Markus Haakanen

Konetekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

KEMI 2013

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Stora Enso Oyj Fine paper Veitsiluodon sahalle Kemissä 04.02-13.05.2013 välisenä aikana.

Haluan kiittää Stora Enso Oyj Fine paper Veitsiluodon tehdaspäällikkö Mika Kuusela mielenkiintoisesta aiheesta sekä työn ohjaamisesta ja valvonnasta. Tahdon myös kiittää sahan käyttöhenkilökuntaa sekä työnjohtoa avusta ja asiantuntemuksesta.

Lisäksi haluan kiittää TkL Lauri Kantolaa opastuksesta ja työni valvonnasta.

Lopuksi haluan kiittää kaikkia läheisiäni työn suorittamiseksi saamastani tuesta ja kannustuksesta.

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma:	Kone- ja tuotantotekniikka
Opinnäytetyön tekijä:	Markus Haakanen
Opinnäytetyön nimi:	Teräongelmien tutkiminen talvisahauksessa
Sivuja (joista liitesivuja):	48
Päiväys:	13.05.2013
Opinnäytetyön ohjaaja:	TkL, Lauri Kantola
Toimeksiantaja:	Stora Enso Oyj
Yrityksen valvoja:	Ins (AMK),Mika Kuusela
<p>Tässä opinnäytetyössä tutkittiin talvisahauksessa esiintyviä teräongelmia. Veitsiluodon saha on käynnistetty uudelleen vuonna 2006, jonka jälkeen terähuolto siirtyi ulkopuoliselle yritykselle. Siitä lähtien sahan käyttöhenkilökunta on vaihtanut terät itse, koska omia terämiehiä ei ole ollut. Työn tavoitteena oli ratkaista, mistä ongelmat johtuvat, kuinka ongelmia saadaan pienemmäksi ja tuotannon tehokkuutta suuremmaksi Työ rajattiin koskemaan vain sahalinjaa ja siinä ilmeneviä teräongelmia.</p> <p>Työssä esiteltiin puutavaranvalmistuksen pääkohdat, sahalinjalla käytettävät terät sekä sahalinjan toimintaperiaate. Työssä tuotiin esille pakkasen vaikutus sahattavaan tukkiin sekä jäätyneen tukin aiheuttamat ongelmat sahalinjalle ja siinä käytettäville terille.</p> <p>Lähtötilanne oli vaikea, koska teristä johtuvat häiriöt olivat suuria ja ongelmia oli kaikissa sahayksiköissä. Työn haastavuutta lisäsi se, että eri yksiköissä käytetään erilaisia teriä ja siitä johtuen ongelmatkin olivat erilaisia. Työssä tutkittiin, johtuvatko ongelmat terien huollosta, terien laadusta, terien ikääntymisestä, sahakoneista vai vääristä toimintatavoista. Työssä kokeiltiin myös erilaisia teriä ja niiden kestävyyttä.</p> <p>Tutkimusten perusteella sahalinjalla oli paljon puutteita toimintatavoissa. Niistä johtuen eri sahayksiköiden terille määriteltiin vaihtovälit ja tehtiin taulukot, joilla voidaan kontrolloida teränvaihtoja. Terien seurantaan tehtiin taulukko. Taulukosta voidaan seurata terien elinkaarta, tehtäviä huoltoja ja terissä tapahtuvaa vikaantumista. Ongelmat olivat niin moninaisia, ettei niistä johtuvia häiriöitä saada heti poistettua. Työssä annetaan työkalut, joilla häiriöt saadaan laskemaan, jos niitä noudatetaan.</p>	
Asiasanat: tuotanto, tehokkuus, terät.	

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degreeprogramme:	Mechanical and Production Engineering
Author(s):	Markus Haakanen
Thesistitle:	Research of Cutter Problems during Wintertime Sawing
Pages (of whichappendixes):	48
Date:	13 May 2013
Thesis instructor(s):	Lic.Tech, Lauri Kantola
Company:	Stora Enso Oyj
Supervisor from Company:	B.Sc.Eng, Mika Kuusela
<p>In this final Study the cutter problems occurring during the wintertime sawing were researched. Veitsiluoto sawmill started its production again 2006, after that the maintenance of cutters was outsourced to a company and since this moment the sawmill have not had any employees of their own responsible for maintenance of cutters. So the operators have changed the cutters by them selves . The goal of this Study was to solve where the problems come from, how to reduce and minimize the problems and on this way make more effective production. The Study was restricted to deal only with the sawing line and the problems occurring in that.</p> <p>The main stages in the manufacturing of timber, the cutters used in the sawing line and the main operation principle are described. The influence of cold weather on the log to be milled, the problems caused by a frozen log in a sawing line and to the cutters are introduced.</p> <p>The starting phase was difficult because of the large amount of disturbances caused by the cutters and problems were occurring in every sawing unit. The fact that different units use different cutters with different problems, makes the work more challenging. It was analyzed if the problems due to the maintenance of the cutters, the cutter quality, a long operating time of the cutters or wrong operation. Also different cutters were tested and their duration was analyzed.</p> <p>As the conclusion of this research lot of shortages in the operation of the sawing lines were found. That is why the cutter changing intervals for the sawing units were defined and charts to monitor cutter changes were made. A chart to observe the cutters was also made. With the chart the e life cycle of the cutter, the maintenance and the faults occurring in the cutter can be followed. The problems were so different that the disturbances caused by these problems cannot be eliminated at once. In the Study, the tools making the number of disturbances to reduce are given if these tools are implemented.</p>	
Glossary: production, efficiency, cutters.	

SISÄLLYS

just äsken	
ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	7
2 STORA ENSO PRINTING AND READING VEITSILUODON TEHDAS.....	9
2.1 Historia	10
2.2 Uudelleen käynnistyminen 2006	12
2.3 Organisaatio.....	13
2.4 Tuotantoprosessi.....	13
3 SAHALLA KÄYTETTÄVÄÄ SANASTOA.....	17
4 SAHAUSPROSESSI	19
5 TALVISAHAUS.....	23
5.1 Puun jäätyminen	23
5.2 Jäätyneen puun lujuusominaisuudet	24
5.3 Puun jäätymisestä aiheutuvat ongelmat.....	25
6 SAHAUKSESSA KÄYTETTÄVÄT TERÄT.....	27
6.1 Sahayksiköiden terät ja niissä esiintyvät ongelmat	27
6.2 Terien seuranta	32
6.3 Erilaisten terien kokeilu ja seuranta	35
6.4 Terien vaihtovälit	36
6.5 Terätoimittaja/huoltaja	39
6.5.1 LSAB	39
6.5.2 Terähuolto	39
7 TULOKSET	43
8 POHDINTA	47
LÄHTEET.....	48

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Atj	Sahalinjanohjaajan pc, Heinolan Sahakoneet Oy:n sahalinjan ohjausjärjestelmän tietokone
LSAB	Terätoimittaja sekä terien huoltaja.
Op	Opintopiste
Plc	Sahurin/asete pc, koneelta voidaan säätää linjan nopeuksia ja parametrejä

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Stora Enso Oyj Fine paper Veitsiluodon sahan teräongelmien selvittämiseksi talvisahauksessa. Työ aloitettiin kartoittamalla, minkälaisia ongelmia sahalla ilmenee. Sen jälkeen haastateltiin käyttöhenkilökuntaa sekä työnjohtajia ja kirjattiin mitä ongelmia eri sahayksiköissä ilmenee talvisahauksessa. Tällä kartoitettiin ongelmat, jotka tarvitsevat eniten tutkimista. Suurimmaksi ongelmaksi ilmeni jakosaha ja sen terien kestävyys.

Opinnäytetyön tavoitteena on kartoittaa ja ratkaista keskeisimmät teräongelmat, joita sahalla ilmenee eri sahakoneissa. Tästä johtuen saadaan myös ylimääräisistä teränvaihdosta johtuvat häiriöt vähenemään ja sitä kautta tuotantoon tehokkuutta. Opinnäytetyötä tehtäessä käytetään jo olemassa olevaa materiaalia kuten häiriöraportteja, vanhoja teränvaihto- ja työohjeita, teränvaihtotaulukoita, kokemuspohjaista tietoa henkilöstöltä, sekä on tutkittu asioita sahalinjalla. Terähuoltoon on tarkoitus tehdä toimiva seurantajärjestelmä sekä vaihto-ohjeet eri sahayksiköiden terille. Myös yksittäisille terille tehdään seuranta-taulukko, josta voidaan seurata terien elinkaarta ja vikaantumista.

Työ rajoittuu prosessin mukaisesti sahalinjalle, jossa tutkittavia yksiköitä ovat yläpelkkahakkuri, vannesaha, alapelkkahakkuri, jakosaha sekä särmäsahat. Fyysisesti työn rajaus alkaa sahalinjan syöttöpöydästä ja loppuu jakosahayksikköön. Tutkittava alue on havainnollistettu visuaalisesti (kuvassa 1), jossa tutkittava alue on rajattu punaisella värillä.

2 STORA ENSO PRINTING AND READING VEITSILUODON TEHDAS

Stora Enso on yksi maailman suurimmista paperin, kartongin ja sahatavaran tuottajista. Yrityksellä on 30000 työntekijää5 maassa. Henkilöstömäärästä noin 3 % on Veitsiluodossa, 27 % muualla Suomessa ja 70 % ulkomailla. Liikevaihto on noin 11 miljardia euroa (2012). Yritys on ainoa suomalainen maailman sadan vastuullisimman yrityksen listalla.

Stora Enso Printing and Reading Veitsiluodon tehdas sijaitsee Kemissä Veitsiluodossa. Tehdas on maailman pohjoisin paperitehdas. Veitsiluodon tehdas toimittaa 570 000 t/a tulostus-, kirjekuori- ja vihkopapereita, 440 000 t/a päällystettyjä aikakauslehtipapereita sekä 160 000 m³/a sahatavaraa. Tehdas käyttää sertifioitua puuta Pohjois-Suomesta. Puun käyttö noin 2,7 miljoonaa m³/a (2012). Puuraaka-ainetta toimittaa Stora Enso Metsä, Pohjois-Suomen alue. Puuraaka-aineesta 99 % on koneellisesti korjattua, Yli 70 % puusta on sertifioituista lähteistä. Veitsiluodon tehtailla on noin 800 työntekijää. Tehdasintegraatioon kuuluvat paperikoneet 1,2,3 ja 5, arkittamo, hiomo, sellutehdas, voimalaitos ja saha.(Stora Enson sisäinen intranet, Hakupäivä 1.3.2013)



Kuva 2. Saha sijaitsee Stora Enso Veitsiluodon integraatiossa. (Stora Enson sisäinen intranet, Hakupäivä 1.3.2013)

Veitsiluodon saha on osa hienopaperitehdasta. Sahan päämarkkinat ovat Japanissa, Isossa-Britanniassa, Irlannissa, Välimeren maissa ja Skandinaviassa. Alla on kuvattuna sahan tunnuslukuja:

- Tukinkäyttö	350 000 m ³ /a
- Myyntituotanto	160 000 m ³ /a
- Kuivauskapasiteetti	300 000 m ³ /a
- Työntekijät	n.50 Hlö
- Pinta-ala	n.19 ha
- Puulaji	Mänty, tarvittaessa myös kuusi.

Stora Enso Oyj, Veitsiluodon sahan avainluvut vuonna 2013.

(Kuusela 12.03.2013, Sähköpostiviesti)

2.1 Historia

Veitsiluodon saha perustettiin valtioneuvoston päätöksellä 1921 turvaamaan valtion etuja pohjoisten metsämaiden omistajana. Veitsiluodonsaha aloitti toimintansa vuonna 1922. Veitsiluodon sahan alue on esitetty kuvassa 2. Alla on kuvattuna sahan erivaiheita vuosilukuina.

- 1949: Nykyinen uudempi kaarihalli ja saha valmistuivat.
- 1950: Ensimmäinen kuivaamo rakennettiin.
- 1981: Sahalla oli tuhoisa tulipalo.
- 1982: Tulipalon seurauksena laitos korjattiin ja särmäsahat uudistettiin.
- 1988: Sahalinja uudistettiin perusteellisesti. Siirryttiin raamisahauksesta nykyaikaiseen pelkkahakkuri, vanne- ja pyörösahalinjaan. Myös tukkilajittelu uudistui ja siirtyi maalle.
- 1989-1990: Sydäntavara dimensio uusittiin.
- 1995: Veitsiluoto ja Enso yhdistyivät.
- 1998: Nykyinen pelkankaataja uusittiin. Samana vuonna myös särmäsahat uudistettiin. Samana vuonna uusittiin myös alasaahan seulat ja lisättiin tärykuljettimet kuljettamaan särmien soirot ja dimension pätkät hakkurille.

- 1999: Uusi laatulajittelulaitos valmistui. Samana vuonna sahalle uusittiin myös valon kuorimakone. Tukkilajitteluun uusittiin mittavalvonta nykyiseen mikropuun mittalaitteeseen.
 - 2000: Rakennettiin uudet kamarikuivaamot, joita oli 5kpl, kuuden rimakuorman täytölle.
 - 2002: Rimoitus uudistettiin.
 - 2003: Valmistui OTC-kaksivaihekuivaamo sekä uusittiin nykyinen vaununpalautusrata.
 - 2004: Sahalinjan logiikka uudistettiin nykyiseen Siemensin S7. Vanhaa logiikkaa jäi särmille ja sahansyöttöön.
 - 2004: Sahalinjalle asennettiin toinen vannesaha heti ensimmäisen vannesahan jälkeen.
 - 2004: Syöttölaitteisto, 1. vaiheen keskitys ja pelkkahakkurin ohjainlevyt uusittiin.
 - 2004: Dimension ja sahalinjan ohjausjärjestelmät uusittiin nykyisiksi Heinolan sahakoneiden ATJ:ksi ja Jaavamon tekemään dimensiolajittelun käyttöliittymiin.
 - 2004: Tasaamalla manuaalilajittelu muutettiin Finskanin nykyaikaiseen automaattilajitteluun.
 - 2005: Sahatuotteiden hintojen laskiessa ja raaka-aineen hintojen noustessa päätettiin toukokuussa Stora Enso Timberillä pysäyttää sahaaminen ja lomauttaa koko sahan henkilökunta.
 - 2007: Revolverikäännin lisättiin sahansyöttöön.
 - 2008: Lisker Boardmaster dimensiomittari ja sivulauta-aihioiden optimointi lisättiin kokonaisuuteen sekä rimoituskoneella uudistettiin rimakasetit. Tukkilajittelun Mikropuu-järjestelmä uusittiin.
 - 2009: Kuivaamon 8-kanavan muutos OTC-kaksivaihekuivaamoksi sekä kuormanpainajien lisäys. Kuivaamolle hankittiin lisää kuivausvaunuja.
 - 2010: Vannesahaan lisättiin uudenlaiset teräohjaimet. Rimoituskoneeseen lisättiin rimakuormankorkeudensäätö. Saha siirtyi Fine Paperin alaisuuteen.
- (Raatikainen 2009, 8)

2.2 Uudelleen käynnistyminen 2006

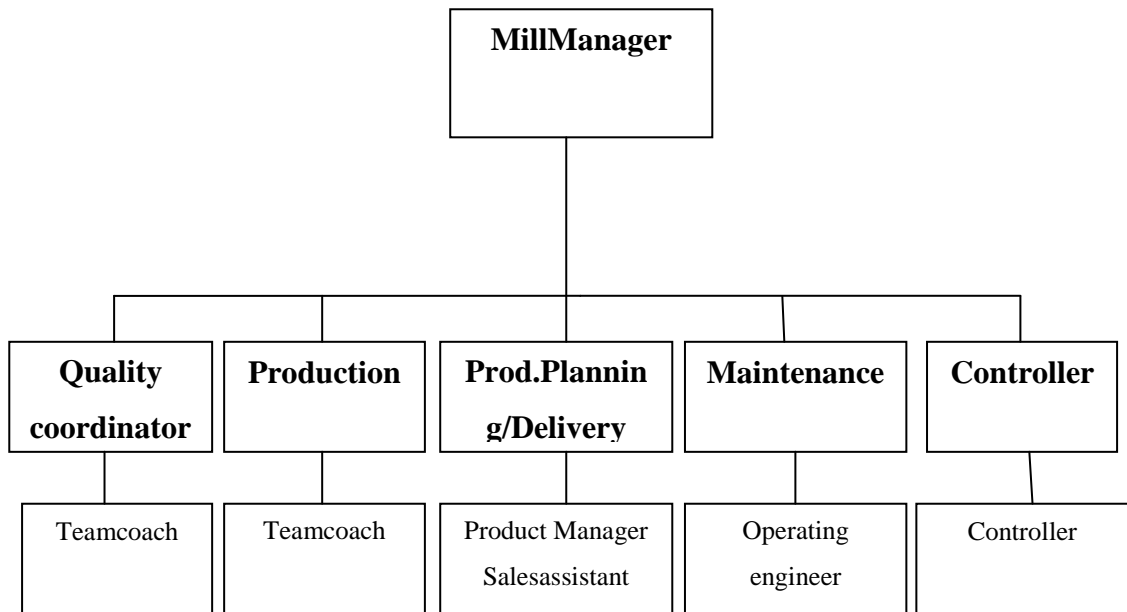
Saha käynnistettiin uudelleen täysin uudella strategialla huhtikuussa 2006. Strategian muutoksen seurauksena raaka-aine alettiin hankkia vain kotimaasta. Metsäosasto hankkii tarvittavan raaka-aineen selluteollisuuden tarpeisiin. Sieltä tulevat tukit sahataan mahdollisimman tarkasti ja edullisesti, tarkoittaen sekä asetteiden tarkastelua että sitä, että tukista tuleva saanto on mahdollisimman tehokasta ja mahdollisimman pienellä henkilöstömäärällä. Sahauksesta tulevat sivutuotteet, kuten kuorimolta tuleva kuori, sahausessa tuleva hake ja puru, toimitetaan sellun ja bioenergian raaka-aineeksi.

Henkilöstö tarve ja hoidettavat työtehtävät kartoitettiin uudelleen. Tukkilajittelu, terähuolto, lähetys ja sosiaalitulojen siivous siirtyivät ulkopuolisten yritysten hoidettaviksi. Terähuoltoon ei jäänyt tehtyjen muutosten jälkeen henkilöstöä. Työtehtäviä yhdistettiin esimerkiksi: särmäri/alahahuri, kuivaukseen tuli schemajärjestely. Viikonloppuisin kuivaamolla ja siivouksessa käytetään apumiehinä opiskelijoita. Kunnossapitoon osallistuu myös käyttöhenkilöstö. Rimoitukseen jäi 1 hlö tehtyjen muutosten jälkeen. Työvuoron miehitys muuttui tehdyin muutoksin seuraavasti: saha 11 >> 6 hlö, rimoitus/kuivaamo 10 >> 5 hlö, tasaamo 9 >> 6 hlö.

Kunnossapidossa tehtyjen muutoksien jälkeen siirryttiin käyttäjä kunnossapitoon, mistä johtuen miehitystä vähennettiin. Kunnossapitoon on lisätty myöhemmin henkilöstöä lisää. (Raatikainen 2009, 9)

2.3 Organisaatio

Toimihenkilöiden tehtävien uudelleen kartoituksen jälkeen sekä tehtäviä yhdistämällä toimihenkilöiden määrä väheni 12:sta 6:een. Alla on esitetty Veitsiluodonsahan organisaatio tehtyjen muutosten jälkeen.



Kaavio 1. Veitsiluodonsahan organisaatio. (Kuusela 14.04.2013, sähköpostiviesti)

2.4 Tuotantoprosessi

Kappaleessa esiintyvät numerot viittaavat sivun 16 kuviin.

Sahatavaran tuotantoprosessi alkaa metsästä(1), josta tukit hankitaan ilmoitettujen laatuvaatimusten ja mittojen mukaisesti. Tukit kuljetetaan metsästä tehtaalle tukkilajitteluun maanteitä pitkin rekoilla tai rautateitä pitkin junilla.

Tukkilajittelussa tukit puretaan junavaunuista ja rekoista tukkilajittelun (2) syöttöpöydälle, josta tukit siirtyvät kuljetinta pitkin tukkimittarin ja metallinilmäsimen läpi lajittelulokeroihin. Mittari mittaa tukin pituuden, latvahalkaisijan, käyryyden sekä tilavuuden ja määrittää sen ennalta annettujen arvojen mukaisesti 32 luokkaan. Lajittelulokeroita, joihin tukit putoavat mittaustulosten mukaan, on myös sama määrä.

Lokeroista tukit kasataan omiin pinoihinsa (3) kurottajalla sekä pyöräkoneella odottamaan sahausta (4).

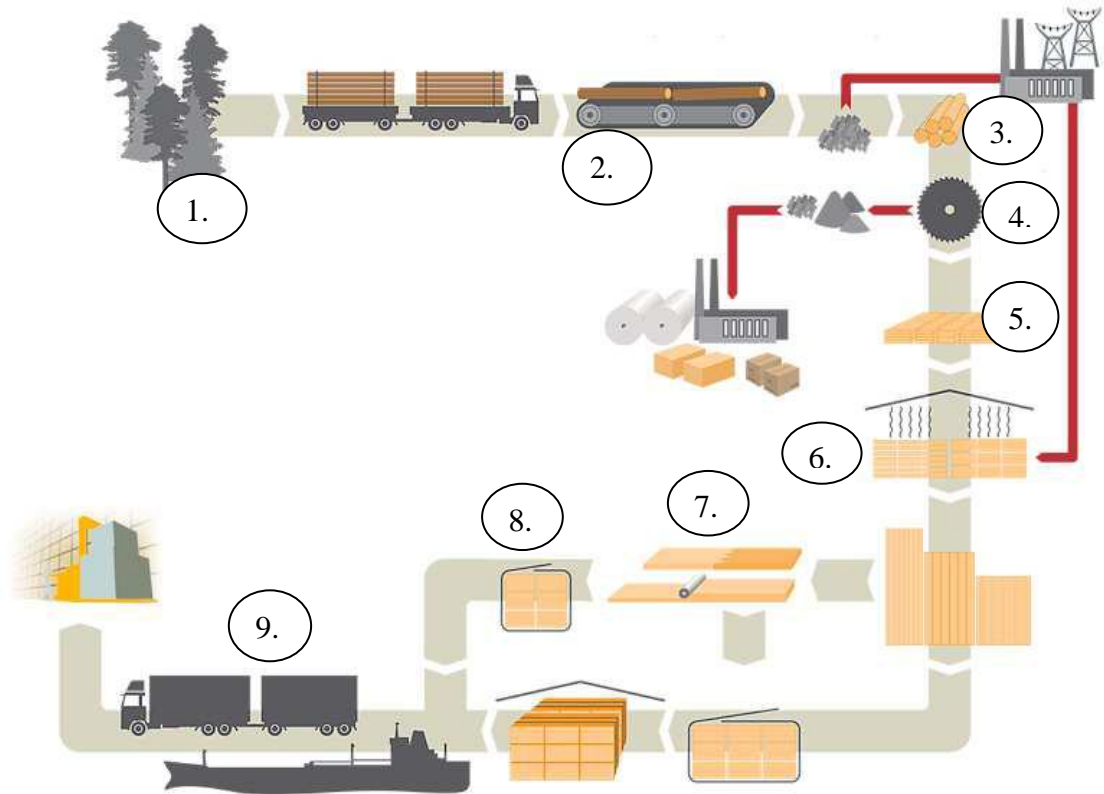
Sahaukseen valmistava prosessi alkaa sahansyötöstä, jossa sahansyöttäjänä toimiva työntekijä ilmoittaa kurottajan kuljettajalle sahattavan erän tukkiluokan, laadun sekä määrän paljonko erää sahataan. Kurottajan tuodessa tukit pöydälle lähtevät tukit kulkemaan kiramoita ja kuljettimia pitkin tukkimittarin läpi kääntäjälle, missä tukit kääntyvät latvapää edellä kohti kuorimakonetta ja sahalinjaa. Sahan syöttäjä tarkkailee raaka-aineen laatuja ja mittoja. Syöttöpöydän ja kuorimakoneen välillä tukit kulkevat mittalaitteen läpi laadun ja mittojen varmistamiseksi, väärän kokoiset tukit tippuvat pois linjalta ennen kuorimakonetta ja menevät uudelleenlajitteluun. Sahansyöttäjän vastuualueeseen kuuluu myös huolehtia kuorinnasta ja varmistaa, että puut ovat hyvin kuorittuja sekä tukkeja riittää sahalinjanohjaajalla riittävästi sahuuta varten.

Sahalinjan ohjauksesta ja valvonnasta vastaa sahuri. Tukki annostellaan sahalinjalle, josta se lähtee kolakuljettimella kohti jälkipäätä Ensimmäisessä vaiheessa sahuri pyörittää tukin oikeaan asentoon kohti pelkkahakkuria, jonka jälkeen vannesaha leikkaa tukista sivulaudat. Tämän jälkeen tulee laudanerotin, jossa sivusta leikatut lauta-aihiot putoavat särmälle vieville kolakuljettimille. Seuraavaksi tukki jatkaa pelkankääntäjälle, joka kääntää tukin sahattu pinta alaspäin. Sen jälkeen tulee toinen vaihe. Tässä vaiheessa pelkka syötetään toiselle pelkkahakkurille. Seuraavaksi pelkka menee jakosahaan, jossa pelkasta sahataan sydäntavara sekä lauta-aihiot. Jakosahan jälkeen tulee laudanerottaja, mistä lauta-aihiot putoavat särmille vieville kuljettimille. Sydäntavara jatkaa matkaa dimensiohalliin sydäntavaravaunuihin. Vaunut tyhjennetään kattonosturilla dimensiohallin vaunuihin, mistä ne siirtyvät isomman erän kerääntyessä rimoitukseen, joka rimoitetaan kuivaamokuormaksi.

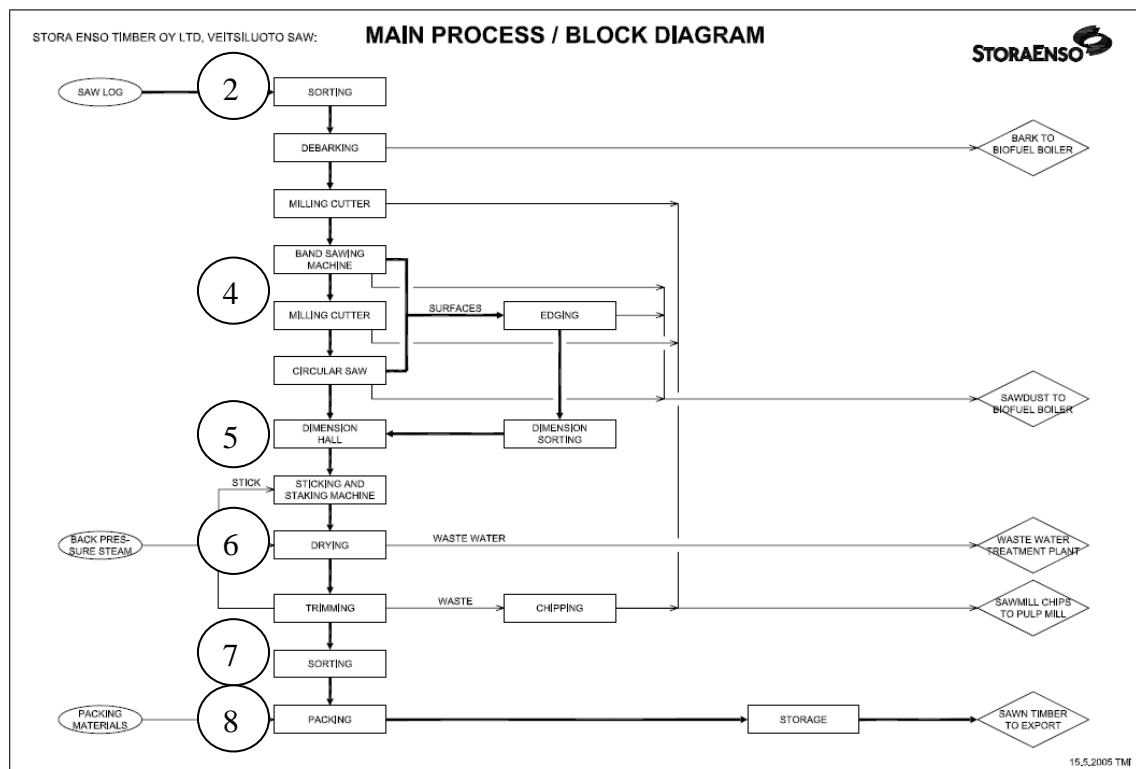
Sahalinjalta putoavat sivulauta-aihiot kulkevat kuljettimia pitkin kolmelle eri särmälle. Särmillä lauta-aihioiden sivut sahataan tasaisiksi annettujen arvojen mukaan. Laudan arvoon vaikutetaan vajasärmäsäännöillä, laadulla, hinnalla sekä kysynnällä. Särmillä aihiot kulkevat mittalaitteen läpi, joka mittaa laudan sahaten parhaan tuottavuuden saavuttamiseksi. Särmillä laudat jatkavat dimensiolajitteluun.

Seuraavassa vaiheessa laudat kulkevat kolakuljettimella, jossa lautojen katkaisusta ja laaduttamisesta vastaa Lisker-mittalaite. Lisker-mittalaite kuvaa laudan vajaasärmän puolelta ja siirtää tiedon Heinolan sahakoneen ohjelmaan, josta tieto välittyy trimmeriin ja lokero-ohjaukseen. Rimoituksessa sahatavara rimoitetaan kolmen eri valinnan mukaan joko dimensio-, laatu-, tai eräkohtaisesti. Rimoituskone muodostaa edellä mainittujen valintojen mukaan rimapaketin (5) kuivausvaunun päälle. Rimakuorman korkeus on noin 6 m vaunun kanssa. Seuraavaksi rimapaketti siirtyy kuivaamolle (6). Veitsiluodon sahallä on käytössä seitsemän kanaalikuivaamoä, kymmenen kamarikuivaamoä ja kaksi OTC-kuivaamoä. Kuivauskapasiteetti on noin 350 000 m³ kuivaa sahatavaraä vuodessa.

Veitsiluodossa on käytössä täysin automaattinen laatulajittelulaitos (7). Rimapaketin sinne siirtyessä ensimmäinen vaihe on rimapaketin purkaminen lajitteluun lähtevälle kuljettimelle. Lajittelussa oleva erä menee kuljetinta pitkin laatumittarille, jota hoitaa Finskanin järjestelmä. Kamera kuvaa jokaisen sahatavarakappaleen jokaisen sivun ja lajittelee ne annettujen arvojen mukaisiin sahatavaralaatuihin. Tavara menee haravakuljettimella lokeroihin, josta ne ohjataan paketointiin missä niistä tehdään trukki- tai pituuspaketteja (8). Sieltä paketit siirtyvät varastoihin odottamaan lähetystä (9). (Raatikainen 2009, 11)



Kuva 3. Tuotantoprosessi. (Stora Enson sisäinen intranet, Hakupäivä 22.3.2013)



Kuva 4. Veitsiluodon sahan prosessikaavio.(Stora Enson sisäinen intranet, Hakupäivä 22.3.2013)

3 SAHALLA KÄYTETTÄVÄÄ SANASTOA

Alla lueteltuna sahalla esiintyviä termejä sekä sanastoa :

Alapelkkahakkuri	Sahayksikkö, joka hakettaa pelkan kääntäjän jälkeen.
Annostin	Annostimella annostellaan tukki sahalinjalle.
Asete	Määrätystä tukista saatava sahatavara.
Asetekorjaus	Sahurin tekemä korjaus asetteeseen, jolla kompensoidaan poikkeamia sahauksessa.
Jakosaha	Sahaa pelkan sahatavarakappaleiksi.
Kaatunut terä	Jakosahan terä joka leikkaa vinossa keskilinjan oikealta tai vasemmalta puolelta.
Kanaalikuivaamo	Kanaali eli kanavakuivaamo on prosessimainen kuivausmenetelmä, jossa kuorma siirtyy vaiheittain märästä päästä kuivaan päähän ja otetaan kuivana ulos. Aina kuin kuiva kuorma siirtyy ulos, lisätään tuore kuorma sisälle.
Kamarikuivaamo	Kamarikuivaamossa kuivataan koko erä haluttuun kosteusprosenttiin, simuloinnin avulla.
Keskittäjät	Keskitin joka keskittää tukin tai pelkanylä-/alapelkkahakkurille.
Kiinteäasetteinen	Jakosahan terien asemaa ei voi muuttaa ohjelmallisesti.
Kiramo	Tukkien tai sahatavaran siirtolaite, millä tukit kuljetetaan ylä- tai alamäkeen.
Kovapala	Metalliseos, jota käytetään pyörö- ja vannesahojen terissä.
Käyräsahaus	Menetelmä, jossa sahataan tukin käyryyden mukaan.
Mittalaite	Fysikaaliseen suureen mittaamiseen tehty laite.
Märkämitta	Saheelle määritelty mitta sahausta varten, kutsutaan myös tuoremitaksi.
Nimellismitta	Kuivatun saheen mitta.
Painotela	Tela, millä tukkia tai pelkkaa painetaan kuljetinta vasten yläpuolelta.
Pelkankorkeus	Pelkankorkeus mennessään jakosahaan.
Pelkankääntäjä	Kaataa tukin ensimmäisten hakkurien jälkeen makaamaan hakettu pinta alaspäin seuraavaa sahausvaihetta varten.

Pelkkahakkuri	Sahakone, joka hakettaa tukista uloimman pinnan.
Raakki	Hylky, laatuihin kelpaamaton sahe tai tukki.
Sahuri	Sahalinjaa valvova/ohjaava käyttökäyttäjähenkilö.
Sahausrako	Sahatavarakappaleiden välissä oleva rako. Syntyy terän leikatessa kappaleet erilleen.
Sahe	Sahatavara kappale, lauta tai sydäntavara.
Sahurinpöytä	Sahanohjaamon edessä oleva ketjukuljetin taso, joka toimii puskurivarastona.
Seecon	Reaaliaikainen konenäkömittari joka mittaa sahatavaroiden mitat.
Soiro	Särmällä lauta-aihiosta leikattava vajasärmä.
Stelliitti	Metalliseos, jota käytetään pyörö- ja vannesahojen terissä.
Sydäntavara	Puun sisemmästä osasta tehty sahatavarakappale.
Syöttönopeus	Tukin tai pelkan etenemisnopeus sahalinjalla m/min.
Särmäri	Särmäyslinjaa valvova käyttökäyttäjähenkilö.
Särmäys	Sahausmenetelmä, jossa lauta-aihiosta tehdään täysisärmäistä sahatavaraa.
Taajuusmuuttaja	Taajuusmuuttajaa käyttämällä saadaan sähkömoottori pyörimään eri nopeuksilla prosessin tarpeiden mukaan.
Teränopeus	Terän kehän pyörimisnopeus.
Teräohjain	Terää kehältä ohjaava ohjainpala. Estää terän taipumista/kaatumista.
Tyssi	Tyssi tehdään vanne- tai pyöröterän purutilan pohjaan jotta puru poistuisi paremmin.
Terän kaatuminen	Terä kallistuu keskilinjasta joko oikealle tai vasemmalle.
Vannesahaus	Sahauskone, jossa nauhamainen vanneterä sahaa puuta.
Veitset	Hakkureiden ja jakosahan terien jälkeen olevat ohjaimet, ohjaavat pelkkaa sahan sisällä.
Välirengas	Jakosahan terien tai teräohjainten väliin asennettava tarkkamittainen rengas.
Yläpelkkahakkuri	Sahakone, joka hakettaa tukin ensimmäisessä vaiheessa ennen vannesahaa.

4 SAHAUSPROSESSI

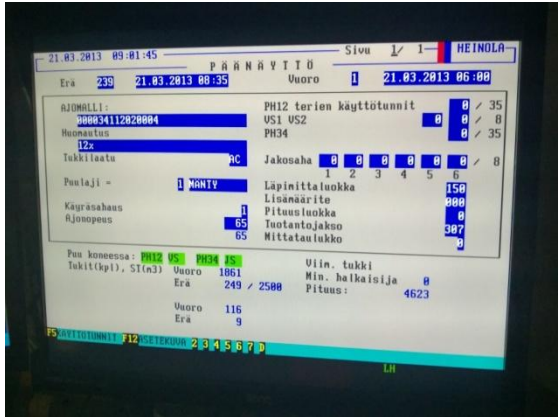
Sahalinjalla työskentelee kuusi henkilöä, heistä kolme henkilöä itse sahalinjalla, yksi sahasyötössä ja kaksi dimenssiohallissa. Sahalinjalla toimivat sahuri ja kaksi särmäriä. Sahuri toimii sahanohjaamossa ohjaten sahalinjaa ja särmärit ovat 1 ja 3 särmällä. Särmäreiden työnkuvaan kuuluvat mm. teränvaihdot ja asetteen teko. Sahalinjasta menee vuorossa läpi noin 4000-7000 tukkia riippuen asetteesta ja sahattavasta tukkikoosta.

Sahausprosessi alkaa sahanohjaamosta, jossa sahuri ohjaa sahalinjan toimintaa. Sahurin tehtäviin kuuluu:

- asetteen ohjaus
- mittatarkkuuden valvonta (Kuva 5)
- vannesahan terien kiristys
- vanteiden tiltaus
- asetteen valinta
- sahalinjan käynnistys
- annostelulinjan käynnistys ja ohjausjännitteen käynnistäminen kuorintalinjalle
- sahaus
- suojele- ja työturvallisuus
- saha ja sivutuotelinjan valvominen
- asetteenvaihdot
- pitää yhteyttä työnjohtajaan ja tuotannosuunnittelijaan
- valvoa valmistavaran mittoja Seecon mittareilta. (Kuva 6).

(Stora Enson sisäinen intranet, Hakupäivä 22.3.2013)

Veitsiluodossa on pelkkahakkuri-vannesahalinja. Ensimmäisessä vaiheessa tukki annostellaan sahalinjalle (Kuva 7), jonka jälkeen sahuri pyörittää tukin ohjaamosta käsin kynnelle (Kuva 8), josta se jatkaa pelkkahakkurin sisään, jonka jälkeen vannesaha leikkaa tukista ns. ylälaudat (Kuva 9). Tämän vaiheen jälkeen tulee vanteen jälkeinen laudaneroituskuljetin, jossa tukin sivusta leikatut lauta-aihiot putoavat särmille vievälle kuljettimille (Kuva 10). Tukki jatkaa matkaa pelkankääntäjälle (Kuva 11), jossa pelkka kaadetaan sahapinta alaspäin rullakuljetinta vasten (Kuva 12)



Kuva 5. Asete pc Heinola .



Kuva 6. Seecon järjestelmä.



Kuva 7. Sahalinjan syöttöpöytä ja annostin. Kuva 8. Tukinpyöritys.



Kuva 9 Tukin keskitys pelkkahakkuriin. Kuva 10 Laudanerotuskuljetin



Kuva 11. Pelkka tulossa kääntäjälle.



Kuva 12. Pelkka käännettynä kuljettimelle.

Tämän jälkeen alkaa toinen vaihe. Pelkka menee kääntäjältä pelkankeskittäjälle (Kuva 13), joka syöttää pelkan alapelkkahakkuriin (Kuva 14). Alapelkkahakkurin ominaisuuksiin kuuluu myös kaarisahaus, eli sahurin kynnelle kääntämä tukki käännetään aina samoin päin kaarevaksi tätä vaihetta varten. Tämän jälkeen pelkka menee jakosahaan (Kuva 15), jossa pelkka leikataan sydäntavara-aihoiksi sekä lauta-aihoiksi (Kuva 16). Lautaihiot putoavat tämän jälkeen laudanerotajalla (Kuva 17), josta ne menevät kuljettimia pitkin särmille. Sydäntavara-aihiot jatkavat matkaa suoraan linjaa pitkin dimensiollahiin.



Kuva 13. Pelkan keskityslaitteisto.



Kuva 14. Pelkka tulee alapelkkahakkurista.



Kuva 15. Pelkka menossa jakosahaan. Kuva 16. Pelkka tulossa jakosahasta.



Kuva 17. Laudanerotuskuljetin. Kuva 18. Jakosaha sisältä päin.



Kuva 19. Särmälinjat.

Kuva 20. Särmälinjat.

5 TALVISAHAUS

Talvisahauksella tarkoitetaan yksinkertaisesti talvella sekä pakkasella tapahtuvaa sahuuta. Pohjois-Suomessa tämä tarkoittaa 6-7 kuukautta vuodessa, jolloin pakkasia esiintyy. Talvikausi aiheuttaa ongelmia sahauksessa, ja muodostaa siksi merkittävän laajan ongelmakentän.

5.1 Puun jäätyminen

Pakkasessa olevien aineiden jäätymisprosessi jakautuu kolmeen vaiheeseen, jäähtymiseen, jäätymiseen ja loppujäätymiseen ympäröivien olosuhteiden lämpötilaa vastaavaan lämpötilaan.

Vuonna 1975 on tutkittu mäntytukkien jäätymistä ja sulamista erilaisissa olosuhteissa. Tutkimuksien perusteella voidaan puun jäätymistä yleisesti kuvailla seuraavasti: Aluksi tukin joutuessa pakkaseen sen lämpötila laskee suhteellisen hitaasti. Lämpötilan laskiessa 0°C:een tai hieman alemmas puu jäätyy, jolloin siitä vapautuu sulamislämpöä vastaava energiamäärä. Tämä prosessi vaatii tietyn ajan, tällöin lämpötila puussa ei laske. Kun puussa oleva vesi on jäänyt, lämpötila alkaa laskemaan lineaarisesti ajan suhteen kunnes saavutetaan noin 5...10°C lopullista jäätyislämpötilaa korkeampi lämpötila. Tämän jälkeen käyrät lähestyvät lopullista jäätyislämpötilaa. Tutkimuksien perusteella voidaan todeta jäätymisnopeuden olevan hyvin erilainen eri kohdissa puuta. Kun pintakerrosten lämpötila on noin -15 °C, saattaa puun sydän olla vielä sula. Tukin pituudella ei ole vaikutusta sen sulamiseen tai jäätymiseen. (Usenius & Viitaniemi. 1976, 18)

Lämpötilan vaikutuksesta tukin jäätymiseen voidaan todeta, että puun pintaosat saavuttavat jäätyislämpötilansa noin 20 % pidemmässä ajassa kuin puolet ko. lämpötilasta. Esimerkiksi lopullisen jäätyislämpötilan ollessa -20°C tukin pintaosat saavuttavat -10°C lämpötilan noin 18 tunnissa. Vastaava aika tukin sydänosalle on noin 40% pidempi. Tämä on seurausta siitä, että jäätyminen on suhteellisen hidasta. Tukin pintaosien lämpötilan muuttuminen 1 °C vaatii keskimäärin tunnin. Sydänpuun osalta

vastaava muutos vaatii noin 1,5 tuntia. Tukin pinta jäätyy luonnollisesti sydänpuuta huomattavasti nopeammin. Samoin lämmön siirtyminen on huomattavasti nopeampaa syysuunnassa, eli tukit jäätyvät ensin pinnasta ja päistä. Erot tasoittuvat kuitenkin tasapainolämpötilaa lähestyttäessä. (Usenius & Viitaniemi. 1976, 20-21)

5.2 Jäätyneen puun lujuusominaisuudet

Puun lujuusominaisuudet ovat ilmiönä hyvin monimutkaiset. Puu ei ole tasajakoista ainetta, vaan puu on rakenne. Kuten monet muutkin ominaisuudet, myös puun lujuusominaisuudet ovat erilaiset puun pääsuuntien, eli syiden, säteen ja tangentin suunnissa.

Pintapuun sydänpuuta korkeampi kosteuspitoisuus aiheuttaa suuremman pääleikkuuvoiman sahattaessa pintapuualueella, sekä jäätynyttä että sulaa puuta. Toisaalta myös korkeammasta kosteuspitoisuudesta johtuen pintapuuosalla aiheutuu pienempi syöttövoima pintapuualueella, sekä jäätyneellä että sulalla puulla. Jäätyneitä puita sahattaessa pääleikkuuvoima on siis suurempi ja syöttövoima pienempi kuin sulia puita sahattaessa.

Suurempi pääleikkuuvoima johtuu siitä, että puuaineksen ja veden yhdistelmän kovuus kasvaa veden jäätyessä. Vannesahausta koskeneesta tutkimuksesta selvisi, että jäätyneen puun pelkkauksessa tehon ja energian tarve kasvoi yli 40 % sulaan puuhun verrattuna ja halkaisuvannesahauksessa vastaava nousu puolestaan oli noin 50 %.

Lämpötilan laskiessa puun lujuus kasvaa. Esimerkiksi männyn vetolujuus lisääntyy lämpötila-alueella $-20^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$ noin 10%, taivutuslujuus 5% ja puristuslujuus yli 100%. Lämpötilan vaikutuksen voidaan sanoa olevan suoraviivainen. Juuri puristuslujuus vaikuttaa jäätyneen puun sahaukseen eniten. Puun jäätyminen vaikuttaa siis jossain määrin puun ominaisuuksiin ja puu jäätyy varsinkin pinta puun osalta hyvin nopeasti. Toisaalta pintapuun ollessa sulaa, saattaa sydänpuu olla edelleen jäässä. Tällöin on hyvinkin mahdollista, että sahoilla joudutaan tietyn ajanjakson aikana vuodessa sahaamaan puuta joka on osittain tai kokonaan jäistä. (Mustajärvi 2003, 28)

5.3 Puun jäätymisestä aiheutuvat ongelmat

Jäätyneen puun sahauksessa esiintyviä ongelmia ovat:

- purun takertuminen saheen pintaan
- mittatarkkuuden huonontuminen
- kuorintatuloksen huonontuminen
- terien rikkoutuminen
- terien nopeampi tylsyminen
- puun ja sahaustuotteiden käsittely.

Purun takertumisella tarkoitetaan sen jäätymistä sahattuun pintaan kiinni. Sahanpurun takertuminen sahattuun pintaan vaikeuttaa saheen analysointia automaattisilla lajittelijoilla. Automaattinen lajittelija saattaa luokitella purun viaksi ja tämän vuoksi lajitella kappaleen alempaan laatuluokkaan kuin se mahdollisesti kuuluisikaan. Jäätynyt puru pinnoissa aiheuttaa mm. mittatarkkuuden huonontumista seuraavassa työvaiheessa jos pintaa, johon puru on jäätynyt, käytetään ohjauspintana. Merkittävä tekijä purun takertumisessa on pintapuu-sydänpuu-suhteella. Kappaleen ollessa puhdasta pintapuuta tai sydänpuuta, ei takertumista juuri tapahdu. Muita vaikuttavia tekijöitä purun tarttumiselle ovat mm. terän terävyys, purun koko ja muoto. Tarttumisriski on sitä pienempi mitä terävämpi terä on.

Puun jäätymisellä on suuri vaikutus mittatarkkuuteen. Tutkimusten mukaan sulan puun halkaisussa pyöröterän sivuttaisliike oli keskimäärin 0,2...0,3 mm ja jäätyneen puun halkaisussa se kasvoi noin 0,7 mm:iin, ollen ajoittain jopa 1 mm. Mittatarkkuutta huonontaa olennaisesti ns. tiukat asetteet. Laitimmaisten terien ns. ulkona käyminen tiukoissa aseteissa yleensä kaataa terät, jolloin aiheutuu myös seisokkia.

Huono kuorintatulos laskee hakkeen laatua ja tätä kautta sen arvoa. Huono kuorintatulos edistää myös terien lisääntyntä kulumista. Terien lisääntyneeseen kulumiseen voidaan vaikuttaa lisäämällä kuorintakoneen painetta jolloin kuorintatulos paranee. Tämä taas johtaa kuorintalaitteiden ja työkalujen lisääntyvään kulumiseen sekä puuaineksen menettämiseen. Kuorintatulosta voidaan parantaa myös syöttönopeutta pienentämällä.

Kuten jo aiemmin on todettu kasvaa puun lujuus sen jäätyessä, mikä taas kasvattaa leikkuuvoimia sahattaessa jäätynyttä puuta. Terien rikkoutumista esiintyy terien kaatumisena, hampaiden hajoamisena sekä hampaiden irtoamisena. Terien rikkoutuminen aiheuttaa heikompa pinnanlaatua, mittatarkkuuden huonontumista ja seisokkia, jota syntyy kun teriä joudutaan vaihtamaan usein. Terien rikkoontumista voidaan vähentää laskemalla syöttönopeutta, mutta tämä puolestaan huonontaa tuottavuutta. Terien rikkoontuminen ja nopeampi kuluminen vaikuttaa luonnollisesti sahan terähuoltoon ja lisää kustannuksia myös sitä kautta.

Jäätyneen puun sahauksessa suurimmat ongelmat aiheutuvat puista, joiden pintaosa on jäässä ja sydänosa sulaa, koska pintaosan lujuus kasvaa enemmän sen jäätyessä suuremmasta kosteudesta johtuen. Tästä seuraa huomattavia vaihteluja terään kohdistuvassa leikkuuvoimassa sahauksen aikana. (Mustajärvi 2003, 29)

6 SAHAUKSESSA KÄYTETTÄVÄT TERÄT

6.1 Sahayksiköiden terät ja niissä esiintyvät ongelmat

Sahalla on käytössä erilaisia teriä ja terämalleja. Yläpelkkahakkurissa on haketus- ja sievistysterät (Kuva 21,22). Näissä ongelmana on säännöllisen vaihtovälin puuttuminen. Sievistysterissä pitkä vaihtoväli aiheuttaa seuraavanlaisia ongelmia: Teräpalan tylsyminen on niin suurta että sitä joudutaan teroittamaan paljon, josta puolestaan aiheutuu, että teräpala kuluu loppuun noin neljällä teroituskerralla. Säännöllisellä vaihtovälillä teräpala voisi teroittaa noin kahdeksan kertaa, sen jälkeen se paloitetaan uudelleen.

Haketusterissä on myös ongelmana pitkä vaihtoväli. Haketusterien kuluessa leikkuuvoima kasvaa ja puun läpimeno hidastuu. Suuren kulumisen johdosta terää joudutaan teroittamaan todella paljon ja terä kuluu nopeasti loppuun. Säännöllisellä vaihdolla puun läpimeno sahakoneessa olisi parempi ja terien kestoikä pitempi.

Sievistysterien tylsyessä alkaa tulla seuraavanlaisia ongelmia: Tukit alkavat tarttua kiinni pelkkahakkurin veitsiin. Tästä seuraa, että toinen tukki työntää edellisen liikkeelle ja tukit tulevat peräkkäin ulos hakkureista ilman rakoa, josta puolestaan aiheutuu ongelmia pelkankääntäjällä.

Vannesahassa on noin 10 m pitkä nauhamainen päättymätön vanneterä (Kuva 21). Vanneterissä ei juuri ole ongelmia esiintynyt, kuitenkin niille pitää määrittää säännöllinen vaihtoväli, eli kuinka paljon niitä maksimissaan pyöritetään ennen vaihtoa.



Kuva 21. Yläpelkkahakkurin haketusterä. Kuva 22. Yläpelkkahakkurin sievistysterä.



Kuva.23 Vannesahan terä.

Alapelkkahakkurissa on myös haketus- ja sievistysterät (Kuva 24,25), joissa ongelmana on myös säännöllisen vaihtovälin puuttuminen. Ongelma ei ole yhtä suuri kuin yläpelkkahakkurissa, missä leikattavaa ja hakettavaa pintaa on enemmän, kuitenkin samoja ongelmia esiintyy. Alapelkkahakkurin terien kulumisesta aiheutuu samat ongelmat teroituksessa kuin yläpelkkahakkurissa.



Kuva 24. Alapelkkahakkurin haketusterä. Kuva 25. Alapelkkahakkurin sievistysterä.

Jakosahasta löytyy pyöröterät (Kuva 26), joita yleensä pyörii koneessa asetteesta riippuen kolmesta viiteen kappaletta (Kuva 27). Jokaista terää ohjaa teräohjain (Kuva 28), joka tukee terää kummaltakin puolelta, jotta terä ei pääsisi kaatumaan. Teräohjaimet sijaitsevat terien etupuolella mistä pelkat menevät koneeseen (Kuva 29). Teräohjaimilla on suuri merkitys terien toiminnassa. Jokaisessa teräohjaimessa on säädettävät palat (Kuva 30,31). Paloja on kolme kappaletta kummassakin parissa. Ohjainpalat säädetään tarpeen mukaan ja paloille on koulutettu huoltaja. Palojen huolto ja säätö on tärkeää, ettei terä olisi liian tiukalla eikä löysällä kun se laitetaan ohjaimen väliin. Kaikki ongelmat eivät siis välttämättä johdu yksistään teristä.

Suurimmat teräongelmat aiheuttavat kuitenkin jakosahanterät. Suurin ongelma on ollut kaatuminen, eli terä poikkeaa keskilinjalta joko oikealle tai vasemmalle puolelle. Kaatuminen johtuu yleensä terän jännityksestä tai tarkemmin sen puuttumisesta, mutta se voi johtua myös teräohjaimista. Tutkittaessa teriä on selvinnyt, että osa sahattavista asetteista on liian tiukkoja. Siitä johtuu että pelkan ollessa lenko, sen oikea puoli on niin vajaa että terä käy välillä ulkona puusta jolloin se alkaa kaatua. Kaatuminen johtuu siitä, että terän mennessä lähelle puun pintaa, terä alkaa hakea keveintä kohtaa, jolloin se pyrkii ulos puusta. Jakosahan teriä on kierrossa kaikkiaan noin 140 kpl.

Teriä tutkittuani huomasin, että erilaisia teriä on kierrossa todella paljon. Kierrosta löytyi teriä, joiden hammasmäärissä on eroja. Jos samassa asetteessa on teriä, joiden hammasmäärät eivät ole samat, myös leikkuuvoimissa tulee eroja. Pienemmällä hammasmäärällä oleviin teriin kohdistuu suurempi leikkuuvoima, kuin suuremmilla hammasmäärillä oleviin, se myös kuormittaa silloin enemmän pienemmällä hammasmäärillä olevia teriä. Myös eri hammaskulmilla olevia teriä löytyi kierrosta. Näiden leikkuuvoimissa ei eroa ole. Eri hammasmäärät ja hammaskulmat aiheuttavat

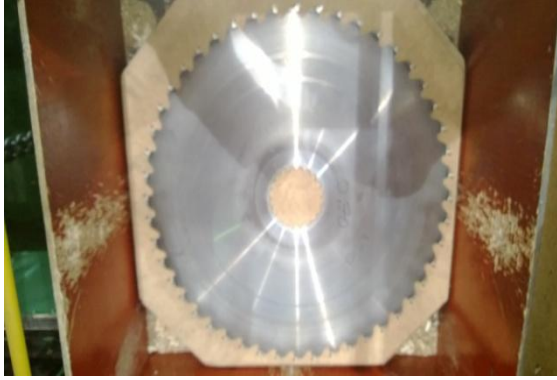
kuitenkin ongelmia huollossa. Huollossa on käytössä automaattinen teroituskone. Teroituskoneeseen syötetään hammaskulmat ja hampaiden lukumäärä, josta johtuen eri hammaskulmilla ja hammasäärillä olevat terät joudutaan teroittamaan erikseen. Terien lajittelusta aiheutuu siis ylimääräistä työtä huollossa.

Terillä pitäisi pystyä ajamaan noin yksi vuoro vaihtamatta. Koska terien kesto on ollut niin huonoa, niitä on jouduttu vaihtamaan jopa kymmeniä vuoron aikana, tästä johtuen terien vaihtovälit on todella lyhyitä ja sitä on hankala kontrolloida.

Terässä leikkaava osa on kovametalli- tai stelliittipala (Kuva 32), joka kiinnitetään juottamalla terän kehälle. Terä voidaan paloittoa uudestaan kun vanha pala kuluu teroituksessa pieneksi. Terissä on ilmennyt palojen irtoamisia sen jälkeen kun se on paloitettu uudelleen, myös hampaita joihin palat juotetaan, on katkeillut. Tähän ongelmaan on terätoimittajan/huoltajan toimesta kiinnitetty huomiota, mistä johtuu että ongelmaa ei ole juurikaan esiintynyt enää.

Tukkien sahausuksessa pienemmän syöttönopeuden lisäksi voitaisiin parantaa sahaustulosta muun muassa terien harvemman hammastuksen, pienemmän leikkuunopeuden, pienempien sivuvälyksien, hampaiden muotoilun ja/tai hammaspohjatyssäyksen ja erilaisten teräpaksuuksien avulla. Paksumpi terä lisää kestävyyttä, mutta ohuempi terä puolestaan vähentää purun tarttumista pintoihin. Ohuemmalla terällä myös sahausrako on pienempi, jolloin muhaa tulee vähemmän. Tämä taas lisää tuottavuutta. Yleisesti voidaan sanoa, että jäätyneen puun sahausuksessa voi esiintyä monenlaisia ongelmia riippuen sahattavasta materiaalista, sahakoneista, henkilökunnan osaamisesta ja ympäristöolosuhteista. Voidaan kuitenkin sanoa, että jokainen esiintyvä ongelma aiheuttaa jonkinlaisen häiriön sahausprosessiin tai tuotteiden laatuun, jolloin se vaikuttaa sahan tuottavuuteen ja tuotokseen. Jäätyneen puun sahaus vaikuttaa myös sahan talouteen.

Terähuolto on ulkoistettu veitsiluodon sahalla vuonna 2006. Terät huoltaa LSAB Suomi Oy, Raision toimipisteessä. Kun terä otetaan sahakoneesta pois, se laitetaan sille tarkoitettuun laatikkoon. Laatikossa terät kuljetetaan huoltoon joka maanantai, jolloin tulee huolletut terät takaisin.



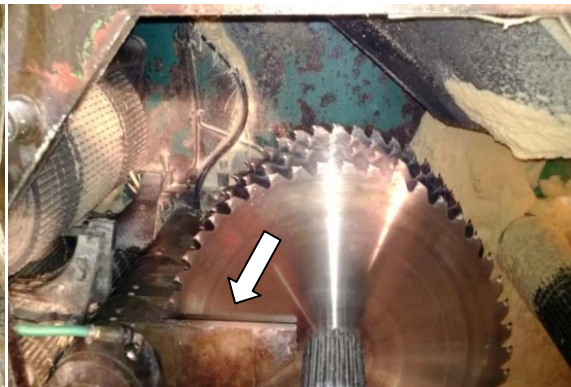
Kuva 26. Jakosahan pyöröteriä.



Kuva 27. Jakosahan terät paikoillaan.



Kuva 28. Teräohjaimet pareittain.



Kuva 29. Teräohjaimet paikoillaan.



Kuva 30. Ohjauspalan säätö.



Kuva 31. Ohjauspalan säätölevy.



Kuva 32. Jakosahan pyöröterän kovametallipala.

6.2 Terien seuranta

Teräseurannalla tarkoitetaan terien yksilöllistä seuranta. Teräseurannalla saadaan tietoa, kuinka pitkä on terien elinkaari, kuinka monta kertaa terät voidaan teroittaa ennen paloitusta, kuinka monta kertaa terät on paloitettu ja kuinka vanhoja terärungot ovat. Teräseuranta piti olla terätoimittajan puolesta kunnossa. Tutkittuani asiaa, näin ei kuitenkaan ollut, vaan teriin oli merkattu ainoastaan käyttöönotto-kuukausi ja -vuosi. Terät oli ollut tarkoitus numeroida, mutta selvityksessä tuli esille, että terätoimittaja oli numeroinut vain ne terät jotka oli tilattu heiltä. Teriä voidaan tilata myös muualta, mutta sama yritys huoltaa kaikki terät. Muualta tilatut terät on numeroimatta. Erityisesti muualta tulleiden terien seuranta on nyt mahdotonta kun ei tiedetä kuin vanhoja ne ovat. Numeroinnista huolimatta teriä ja niiden historiaa ei seurata.

Teräseurannan selvityksen jälkeen on tarkoitus numeroida terät niin, että niitä pystyttäisiin seuraamaan. Seuranta tehdään laatimalla Exceliin taulukko (Taulukko 1), johon terien numerot tulevat. Taulukkoon lisätään myös otsikot vikaantumiselle, jotta voidaan seurata vikaantumista saman terän kohdalla. Tavoitteena on saada huonot terät, joissa sama vikaantuminen toistuu, pois kierrosta. Terille tehdään myös oma taulukko numeroiden perusteella, missä on sarakkeet tehdyille huoltotoimenpiteille (Taulukko 2).

Siten voidaan nähdä, kuinka paljon teriä on kierrossa, koska ne ovat tulleet ja koska menevät hylkyyn. Taulukon avulla voidaan myös pitää kirjaa siitä, kuinka usein terä on paloitettu ja teroitettu. Tarkoitus on ottaa käyttöön vikakoodit (Taulukko 3), vikaantumisille on omat numerot jotka merkataan listaan kun terä vikaantuu, tämän avulla huollossa nähdään heti miksi terä vaihdettu.

Taulukko 1. Terien vikaantumisen seuranta.

Lista tulostetaan jakosahan viereen ja merkataan terän kaatumiset ja vikanumerot. Kun terälaatikko tulee täyteen ja lähtee huoltoon, lista siirretään koneelle ja lähetetään huoltofirmaan sähköpostilla.					
Teränumero	Käyttöönotto pv.	Poistettu käytöstä	Kaatuu	Vikanumero	
1.	12\12				
5.	12\12				
6.	12\12				
8.	12\12				
9.	12\12				
19.	2\13				
20.	2\13				
22.	2\13				
23.	2\13				
24.	2\13				
25.	2\13				
26.	2\13				
28.	2\13				
29.	2\13				
30.	2\13				
31.	2\13				
32.	2\13				
33.	2\13				
34.	2\13				

Taulukko 2. Terien elinkaaren seuranta.

Laitetaan rasti terän kohdalle kun paloitettu tai teroitettu,					
S alkuiset numerot stelliitti teriä					
Teränumero	Käyttöönotto	Poistettu käytöstä	Teroitus	Paloitus	
1.	12\12				
5.	12\12				
6.	12\12				
8.	12\12				
9.	12\12				
19.	2\13				
20.	2\13				
22.	2\13				
23.	2\13				
24.	2\13				
25.	2\13				
26.	2\13				
28.	2\13				
29.	2\13				
30.	2\13				
31.	2\13				
32.	2\13				
33.	2\13				
34.	2\13				
S1.	2\13				
S2.	2\13				
S3.	2\13				
S4.	2\13				
S5.	2\13				
S6.	2\13				
S7.	2\13				
S8.	2\13				
S9.	2\13				

Taulukko 3. Terien vikakoodit.

Vikakoodit		
1.	Repii	
2.	Vapisee	
3.	Aaltoileva pinta	
4.	Sahaa mutkaisesti	
5.	Puru jää pintaan	
6.	Sahattu vieraaseen esineeseen	
7.	Kaatuu oikealle	
8.	Kaatuu vasemmalle	

6.3 Erilaisten terien kokeilu ja seuranta

Teriä tilattiin sahalle lisää, jotta voitaisiin kokeilla uusia teriä ja niiden kestävyyttä talvisahauksessa. Teriä tilattiin kahdelta yritykseltä, jotta huomattaisiin löytyykö niistä eroja. Myös paksummalla rungolla olevia teriä tilattiin mutta näyttäisi siltä, että niiden tilausaika on niin pitkä, ettei niitä päästä kokeilemaan pakkasella ollenkaan. Tilatut terät numeroitiin ja niille tehtiin taulukko(Taulukko4), johon käyttöhenkilöstö kirjasi teränvaihdot ja syyt jos terät jouduttiin vaihtamaan rikkoutumisen vuoksi. Terien seuranta tehtiin noin seitsemän viikon ajan, tältä ajalta kirjattiin kaikki terävaihdot ja vikaantumiset.

Teriä tilattiin kahdelta yritykseltä, LSAB:lta ja SAW Centeriltä, kummaltakin yritykseltä 20 kpl. Terillä ajettiin ja niiden toimintaa tarkasteltiin, sekä kirjattiin tukkimäärät ja vikaantumiset. Vikaantumisia ei seurantajaksoilla esiintynyt. Terien seuranta jatkettiin kun terät tulivat huollosta takaisin, sekä SAW center että LSAB huolsivat toimittamansa terät. Terien mennessä uudelleen ajoon, huomattiin että SAW centerin huoltamat terät eivät toimineet vaan kaatuivat todella nopeasti käytössä. Terät lähetettiin seuraavaan huoltoon LSAB:lle, jolla on huoltosopimus sahan kanssa. LSAB:een huoltamissa terissä ei ilmennyt ongelmia ollenkaan, ei myöskään SAW Centerin terissä jotka kävivät seuraavassa huollossa LSAB:lla. LSAB:lta tilattiin myös stelliittipalalla olevia teriä 20 kpl. Ongelmia ei terissä ilmennyt vaikka terät kävivät kierrossa neljä kertaa.

Taulukko 4. Yksittäisten terien seuranta.

	Terien seurantataulukko	uudet terät		
Päivämäärä	Terän numero	Vaihdon syy	Kellon aika	
12.2.2013	543.	asetteen vaihto, ei ongelmia	6.00	Tukki 285, 75x200
	566.	asetteen vaihto, ei ongelmia		sahattu 4500kpl
	569.	asetteen vaihto, ei ongelmia		
	575.	asetteen vaihto, ei ongelmia		
	565.	asetteen vaihto, ei ongelmia		
	535.	asetteen vaihto, ei ongelmia		
12.3.2013	564.	asetteen vaihto, ei ongelmia	14.30	tukki 190, 30x110
	545.	asetteen vaihto, ei ongelmia		sahattu 8600kpl
	567.	asetteen vaihto, ei ongelmia		
	572.	asetteen vaihto, ei ongelmia		
	534.	asetteen vaihto, ei ongelmia		
13.3.2013	570.	asetteen vaihto, ei ongelmia	6.00	tukki 202, 34x112
	531.	asetteen vaihto, ei ongelmia		sahattu 6500kpl
	538.	asetteen vaihto, ei ongelmia		
	541.	asetteen vaihto, ei ongelmia		
	574.	asetteen vaihto, ei ongelmia		
15.3.2012	571.	asetteen vaihto, ei ongelmia	7.00	tukki 150, 47x100
	547.	asetteen vaihto, ei ongelmia		sahattu 5800kpl
	548.	asetteen vaihto, ei ongelmia		

6.4 Terien vaihtovälit

Terähuollon mennessä yrityksen ulkopuolelle vuonna 2006 sahalla ei ole enää omia terämiehiä. Siitä johtuen terien vaihdot joutuu tekemään käyttöhenkilöstö. Henkilöstön vähydestä johtuen terien säännöllisestä vaihdosta on ollut hankala pitää kiinni, eikä siihen ole löytynyt ohjetta. Terien säännöllinen vaihto on tärkeää, näin terät pysyvät terävinä koko kierron ja linja toimii ongelmitta. Myös teroituksessa päästään vähemmällä, jolloin terää pystyy teroittamaan useamman kerran ennen paloitusta.

Terävässä terässä leikkuuvoima on pienempi kuin tylsässä. Siitä johtuen terän runko ei kuormitu niin paljon ja terässä pysyy jännitykset parempana.

Tutkittuani teriä sekä niiden vaihtovälejä tuli ilmi, että terät ajetaan nykyisin aivan liian loppuun, siitä seuraa ongelmia linjan käynnissä, sekä terien huollossa. Haastattelin linjan käyttöhenkilöstöä sekä huoltofirman edustajaa, keskustelun tuloksena päätettiin tehdä teränvaihtotaulukot (Taulukko 5,6,7), ylä- ja alahakkurille, vannesahalle, ja särmille.

Taulukko 5. Ylä- ja alahakkurien terien vaihdon seuranta ja vaihtovälit.

Hakkureihin vaihdetaan sievistys- ja haketusterät joka toinen päivä.		
Listaan laitetaan rasti päivän kohdalle koska terät on vaihdettu.		
Sieivistys- ja haketusterät vaihdetaan aina samaan aikaan.		
Joka päivä on tultava rasti listaan kun sahataan.		
Vaihto pv.	Yläpelkkahakkuri	Alapelkkahakkuri
13.5.2013		
14.5.2013		
15.5.2013		
16.5.2013		
17.5.2013		
18.5.2013		
19.5.2013		
20.5.2013		
21.5.2013		
22.5.2013		
23.5.2013		
24.5.2013		
25.5.2013		
26.5.2013		
27.5.2013		
28.5.2013		
29.5.2013		
30.5.2013		
31.5.2013		

Taulukko 6. Vannesahan terien vaihdon seuranta.

Vanteet vaihdetaan joka päivä.		
Vanteilla ajetaan max. 2 vuoroa.		
Listaan laitetaan rasti vaihtopäivän kohdalle.		
Vaihto pv.	Vanne oikea	vanne vasen
13.5.2013		
14.5.2013		
15.5.2013		
16.5.2013		
17.5.2013		
18.5.2013		
19.5.2013		
20.5.2013		
21.5.2013		
22.5.2013		
23.5.2013		
24.5.2013		

Taulukko 7. Särmiä terien vaihdon seuranta.

Särmänterät vaihdetaan kolmen päivän välein.			
Joka päivä vaihdetaan terät yhdelle särmälle.			
Laitetaan listaan rasti päivän ja särmän kohdalle koska terät vaihdettu			
Vaihto pv.	Särmä 1	Särmä 2	Särmä 3
13.5.2013			
14.5.2013			
15.5.2013			
16.5.2013			
17.5.2013			
18.5.2013			
19.5.2013			
20.5.2013			
21.5.2013			
22.5.2013			
23.5.2013			
24.5.2013			
25.5.2013			
26.5.2013			

6.5 Terätoimittaja/huoltaja

6.5.1 LSAB

Terät toimittaa/hooltaa LSAB. LSAB:lla on noin 230 työntekijää ja sen vuosittainen liikevaihto on 350 miljoonaa ruotsin kruunua. Yhtiö harjoittaa puun- ja metallintyöstöön suunniteltujen työkalujen myyntiä, valmistusta ja huoltoa Ruotsin, Suomen, Tanskan, Norjan, Viron, Latvian ja Venäjän markkinoilla. LSAB kuuluu Latour Industries -konserniin, joka on yksi Latourin neljästä kokonaan omistamasta liiketoiminta-alueesta. Sen kokonaisliikevaihto on 1,6 miljardia Ruotsin kruunua. LSAB:n lisäksi Latour Industries -konserniin kuuluvat yhtiöt harjoittavat puu- ja kalusteteollisuuden sähkötyökalu- ja tarvikekauppaa ja valmistavat ruuviliitoksia, käsityökaluja, sähköisiä toimilaitteita, nostojärjestelmiä, tiivisteitä ja tiivisterenkaita. LSAB tarjoaa työkaluratkaisuja, jotka parantavat asiakkaiden tuottavuutta: omaamalla runsaasti tietoa asiakkaiden prosesseista, tarjoamalla laajan valikoiman tuotteita ja ratkaisuja, tarjoamalla paikallista läsnäoloa tuotannolla ja palveluilla. Suomessa LSAB:lla on toimipisteet Kajaanissa ja Raisiossa. (Tepponen. Haastattelu 10.04.2013)

6.5.2 Terähuolto

LSAB:lla on huoltosopimus Veitsiluodon sahan kanssa. Huollettavia teriä ovat jakosahanterät, särmänterät, vannesahanterät ja pelkkahakkurien sievistysterät. Sahalla huolletaan itse bruksinterät ja pelkkahakkurien haketusterät. LSAB toimittaa uusia teriä kun vanhat ovat elinkaarensa päässä, myös bruksinteriä ja pelkkahakkurien haketusteriä.

LSAB:en sopimukseen kuuluu että terät haetaan ja toimitetaan sahalle. Kun terät poistetaan koneesta, ne harjataan puhtaaksi ja laitetaan kuljetuslaatikkoon (Kuva 33,34), laatikko haetaan joka maanantai jolloin tuodaan huolletut terät takaisin.

Terien saapuessa Raisioon tai Kajaaniin alkaa terien varsinainen huoltoprosessi. Ensimmäisenä toimenpiteenä on terälaatikoiden purkaminen. Siitä terät siirtyvät pesukoneeseen (Kuva 35). Pesukoneessa terien epäpuhtaudet, kuten pihka pestään pois.

Toisessa vaiheessa terät kirjataan sisälle. Kirjaus sisältää sen millaisia teriä huoltoon on tullut, kuinka paljon ja mitä terille tehdään. Tässä vaiheessa terät lajitellaan paloituskeskukseen, osapaloituskeskukseen sekä teroitukseen.

Kolmannessa vaiheessa terät siirtyvät tarkastuspisteelle. Teristä tarkastetaan rungon jännitys, sekä rungon suoruus. Seuraavassa vaiheessa terät jaetaan eri prosesseihin, teroitukseen ja palanpoistoon. Palanpoisto sekä paloitus tapahtuvat samassa vaiheessa. Tämä tapahtuu lämmittämällä hammasta, jolloin vanha pala irtoaa terästä. Uudelleen paloitus tapahtuu sille tarkoitettussa koneessa (Kuva 36). Terää lämmitetään, harjataan, sekä hiotaan pohja, jonka jälkeen terä paloitetaan uudelleen. Sen jälkeen terä siirtyy teroitukseen.

Teroitus tapahtuu teroituskoneessa (Kuva 37). Teroituskone on täysin automaattinen. Koneeseen syötetään teränkehän halkaisija, hampaiden lukumäärä sekä hammaskulma. Koneesta säädetään myös otto, eli kuinka paljon kone teroittaa hammasta yhdellä kerralla ja kuinka monta kierrosta terää teroitetaan jotta terä saadaan teräväksi. Teroituskone tasoittaa myös terien sivut uudelleen paloitetuista teristä, jotta terän poskivälitys on tasainen eikä terä piirrä sahauksessa. Tässä työvaiheessa eri hammaskulmat sekä hammasmäärät tuottavat ylimääräistä työtä, koska koneeseen joudutaan syöttämään erilaisille terille uudet arvot. (Kuvat eivät ole LSAB:een toimipisteestä mutta vastaavanlaisista koneista)

Seuraavaksi terät menevät uudelleentarkastukseen. Suurella halkaisijalla olevat terät joudutaan tarkastamaan uudelleen, koska paloituksessa joudutaan lämmittämään terän runkoa ja terän jännitys voi muuttua tai kadota kokonaan. Pelkkahakkurien haketusterät teroitetaan tasohiomakoneessa. Koska haketusterissä on monenlaisia kulmia, koneeseen joudutaan laittamaan jiggi, jonka avulla kulmat saadaan halutunlaisiksi. (Kuva 38).

Vannesahan terät huoltaa LSAB Ruotsin toimipisteessä. Vannesahan terillä on myös huoltolaatikat joissa terät kulkevat huoltoon. Huoltoa tarvitsevat terät haetaan ovelta ja tuodaan samalla huolletut takaisin. Ensimmäisenä terät tarkastetaan huoltoon saapuessa. Vannesahan terillä on käytössä vikakoodit. Sahalla merkataan teriin numerot, jonka perusteella terä on vaihdettu. Toisena toimenpiteenä terät lajitellaan huoltotarpeen mukaan. Terien huoltotoimenpiteet ovat samanlaiset kuin pyöröterillä, mutta koneet, joilla terät huolletaan, ovat erilaiset. (Tepponen. Haastattelu 10.04.2013)



Kuva 33, Jakosahan terienhuoltolaatikko.



Kuva 34. Särmän terien huoltolaatikko.



Kuva 35. Terien pesukone.



Kuva 36. Terien paloituskone.



Kuva 37. Volmer teroituskone.



Kuva 38. Göckel tasohiomakone

7 TULOKSET

Lähtötilanteena sahalla oli, että ylimääräisistä teränvaihdosta johtuvat häiriöt talvisahauksessa olivat suuret (Taulukko 8). Häiriöitä tutkiessani tuli ilmi, ettei häiriöraportteihin voinut luottaa. Usein terän- tai lajinvaihdon aikana tehdään remontti- tai huoltotöitä mitä linjalla ilmenee, jolloin kuitataan häiriö terän- tai lajinvaihtoon ja huoltotöiden häiriö menee teränvaihdoksi. Tutkiessani tammikuun häiriöraporttia ilmeni, että teränvaihdosta johtuvat häiriöt olivat 23,04 tuntia, josta lajinvaihtoja 18,8 % ja ylimääräisiä teränvaihtoja 59,8 %. Kokonaiskäyntiajasta nämä häiriöt olivat 14,7 %. Häiriöitä oli todella paljon ja häiriöissä kokonaisuudessaankin pitäisi pyrkiä tämän alle mitä yksistään teristä johtuu.

Taulukko 8. Tammikuun häiriöt jakosahan teränvaihdosta.

JAKOSAHAUSL. SY	10.9	17.03	0.0	56.4	41.7	0.5	0.0	0.0	0.0
JAKOSAHAUSL. PE	4.1	6.29	0.0	24.9	9.8	6.7	0.0	50.1	0.0
JAKOSAHAUSL. JA	14.7	23.04	0.0	14.5	6.0	0.0	18.8	59.8	0.0
JAKOSAHAUSL. PE	0.1	0.07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
JAKOSAHAUSL. KU	1.8	2.53	13.9	75.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tutkittuani minkälaisia teriä jakosahassa on kierrossa, huomasin ettei terissä ole numerointia vaikka se oli pitänyt hoitaa huoltofirman toimesta. Tästä syystä teristä ei löytynyt minkäänlaista historiatietoa, eikä siitä johtuen saatu tietoa kuinka vanhoja kierrossa olevat terät olivat. Sahalle tilattiin 60 kpl uusia teriä, terät oli numeroituja ja niitä seurattiin numeroiden perusteella, miten terät kestävät sahuussa. Terät kävivät huollossa tänä aikana 3-4 kertaa ja terillä sahattiin kaikkiaan noin kuusi viikkoa. Huollon jälkeen ongelmaksi koitui, että terät olivat sekaisin kuljetuslaatikossa vanhojen terien kanssa, jolloin laatikko täytyi purkaa ja etsiä uudet terät erilleen. Kuuden viikon aikana ylimääräisistä teränvaihdosta johtuvat häiriöt jäivät pieneksi (Taulukko 9). Asetteiden vaihtojen välillä vaihdettiin vain 3 terää, niistä yksi terä piirtämisen vuoksi. Myös kappalemäärät mitä terillä sahattiin, olivat huomattavasti suuremmat kuin aiemmin.(Taulukossa 9) on otettu yhden viikon häiriöt kun uusilla terillä sahattiin. Taulukosta huomaa, että kaikkien terän- sekä lajinvaihtojen häiriöt olivat yhteensä 2 % kokonaiskäyntiajasta.

Taulukko 9. Terän vaihdoista johtuvat häiriöt uusilla terillä.

PELKANSAHAUS VA	0.4	0.03	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
JAKOSAHAUSL. PE	2.5	0.21	0.0	0.0	23.8	0.0	0.0	76.2	0.0
JAKOSAHAUSL. JA	2.0	0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
JAKOSAHAUSL. KU	3.0	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Vanhoja teriä on kierrossa kuitenkin niin paljon, ettei niitä voi heti ottaa kierrosta pois, koska ei tiedetä kuin vanhoja terät ovat ja missä terässä vika esiintyy. Terät päätettiin numeroida ja tehdä niille oma taulukko (Taulukko 1). Taulukon avulla teriä voidaan seurata, missä terässä vika esiintyy toistuvasti, sillä tiedolla vanhat ja huonokuntoiset terät saadaan otettua kierrosta pois. Teräongelmat esiintyvät pääsääntöisesti talvisahauksessa, koska leikkuuvoimat ovat silloin suuremmat ja terät joutuvat kovemmalle. Sahalla suurimmat ongelmat olivat perusasioissa, teränvaihdosta puuttui säännöllisyys. Säännöllinen teränvaihto pienentää teräkustannuksia ja häiriöitä, lisää tuotannon tehokkuutta sekä käyttöastetta. Perusasioiden kuntoon saattaminen auttaa sahausta ympäri vuoden, ongelmat tulevat esiin vasta talvella, kun olosuhteet muuttuvat vaikeaksi. Jakosahan teräongelmaan kannattaisi miettiä seuraavaa ratkaisua seurannan tilalle, että vanhat terät saataisiin nopeasti pois kierrosta. Paloituksen ja uuden terän hintaero ei ole niin huomattava, että terän kuluessa loppuun, kannattaisi paloituksen sijaan miettiä vanhan terän korvaamista uudella.

Teriä tutkiessani ja sahuuta seurattessani tuli ilmi, etteivät kaikki terien kaatumiset johdu pelkästään terien jännityksestä tai vanhoista terärungoista. Aseteluokat ovat niin tiukkoja, että pelkan ollessa lenko, käy terä lähellä pelkan pintaa tai kokonaan ulkona pelkasta. Tukkilajittelussa on käytössä alituumaus. Alituumauksella tarkoitetaan, että tukin ollessa lenko se pudotetaan pienempään tukkiluokkaan. Alituumauksista ei ilmeisesti käytetä tarpeeksi, koska isoissa tukkiluokissa ongelmaa esiintyy todella paljon. Tästä johtuen myös lautoja menee paljon hylkyyn, koska niissä on paljon vajaata. Suuri hylkyprosentti näkyy myös tuotannonmenetyksenä sekä pienentyneenä saantona.

Sahalla on myös käytössä käyräsahaukseen soveltuva keskityslaitteisto alapelkkahakkureilla. Pienillä pelkoilla käyräystä käytettäessä saadaan tukin käyryyttä jonkun verran kompensoitua, isoilla tukkiluokilla sekä korkeilla pelkoilla käyräystä ei pystytä käyttämään. Käyräyksessä on ongelmana sen huono hallinta, koska linjalla ei

ole mittaria, jolla tukin käyryys pystyttäisiin mittaamaan. Nyt käyräminen tapahtuu vapaasti eli käyräminen tapahtuu pelkan käyryyden mukaan. Tästä johtuen maksimi-käyräystä ei voida rajoittaa millään. Terähuollosta saadun tiedon mukaan terissä on ilmennyt paljon kuperuutta. Kuperuuden syytä on vaikea tutkia, mutta yksi todennäköinen syy on käyräys. Käyttöhenkilöstöä haastatellessa tuli ilmi, että kun käyräslaitteita otettiin käyttöön, käyrättiin myös isoja tukkeja ja pelkkoja, jolloin myös terien kuperuutta esiintyi enemmän. Koska jakosahan pyöröterän halkaisija on 700 mm ja hakkureilta tulevassa pelkassa voi käyryys olla 30mm, ei jakosahan syöttölaitteisto ja ohjausveitset jaksa vääntää pelkkaa suoraan. Pelkan käyryyden ollessa suuri, se alkaa vääntää eriä ja terien vääntyessä teräohjurit rasittuvat. Sahalla käytössä oleva jakosaha on vanha eikä sitä ole tehty käyräsahaukseen soveltuvaksi, joskin sitä siihen käytetään. Ongelmia tulee isoilla tukkiluokilla, joilla käyräystä ei käytetä. Käyrillä tukeilla menetetään toisen puolen laudat sekä sydäntavarassakin ilmenee vajaata, joka taas pienentää saantoa ja kannattavuus heikkenee. Nykyisellä jakosahalla ei sahuuta saa tehokkaaksi, linjanopeus on jo maksimitasolla eikä sitä voida enää juurikaan nostaa. Pelkkahakkurien käyräsahauslaitteistoa ei voida hyödyntää täysimääräisesti, koska jakosaha ei sovellu isoilla tukkiluokilla käyräkseen. Isoilla tukkiluokilla käyräys olisi kuitenkin tärkeää, koska valtaosa tukeista on käyriä, joissa menetetään käyrien puiden osalta leveät laudat ja saanto putoaa.

Hakkureiden terissä ongelmia aiheutti säännöllisen vaihtovälin puuttuminen. Terien kuluessa jouduttiin tukkiväliä jatkamaan ja linjan nopeutta laskemaan, tämä taas pienentää tuotantoa ja tehokkuutta. Terien säännöllinen vaihto pienentää teräkustannuksia sekä häiriöitä. Terien ollessa kunnossa koko kierron, ei tukkiväliä tarvitse jatkaa eikä linjanopeutta laskea, siitä johtuen tuotanto pysyy tehokkaana jatkuvasti. Terien teroittaminen lisääntyy säännöllisen vaihdon yhteydessä, teriä ei kuitenkaan tarvitse teroittaa niin paljon saadakseen ne teräväksi. Haketusterät teroitetaan sahallä itse. Säännöllisestä vaihdosta johtuen teriä joudutaan teroittamaan päivittäin. Teroituksen hoitaa sahallä koulutettu henkilö, joka myös vaihtaa terät. Teroituksen ja vaihdon lisääntyessä, olisi kannattavaa jos sahallä nimettäisiin terämies, joka hoitaisi myös teräseurannan. Terämies olisi päivävuorossa, koska hakkureiden terien vaihto vie yhdeltä henkilöltä aikaa noin puoli tuntia. Teränvaihtoja ei pysty suorittamaan taukojen aikana, koska ne kestää 15 min kerrallaan. Terämiehen työaika

tulisi alkaa tunti ennen kuin sahaus alkaa, tällä tavalla ei tehokasta työaikaa menetettäisi ollenkaan ja terät pysyisivät kunnossa.

Sahausta seuratessa huomioin, että kun ykkösvaiheessa ei oteta lautta, silloin vannesahahalla ei sahata ollenkaan, jolloin vanneterät on otettava pois paikaltaan. Kun taas ykkösvaiheesta lautta otetaan, on vanneterät laitettava takaisin paikalleen. Terien pois ottamisesta sekä paikalleen laittamisesta aiheutuu seisokkia. Seisokin välttämiseksi voitaisiin tutkia pystyttäisiinkö ohjelmaa muuttamaan, että kun lautta jätetään pois, niin ohjelma ajaisi vannesahat turvaetäisyyteen. Tällöin vanneteriä ei tarvitse ottaa pois ollenkaan, vaan sahausta voitaisiin jatkaa ilma häiriöitä.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää talvisahauksessa ilmeneviä teräongelmia. Talvisahauksen teräongelmien selvittäminen oli mielenkiintoinen ja haastava tehtävä. Olen työskennellyt vastaavalla tehtaalla 12 vuotta, siitä huolimatta työ toi esille paljon uusia asioita ja toimintatapoja. Tutkiessani pakkasen vaikutusta puun jäätymiseen ja sulamiseen toivat työhön laajuutta. Haastetta työhön toi kevät ja sään lämpeneminen. Työssä oli tarkoitus kokeilla vielä paksurunkoisia teriä, sään lämmentyä ja linjalla ilmenneiden ongelmien vuoksi kokeilu jäi tekemättä. Teriä on tarkoitus kokeilla syksyllä pakkasten taas saavuttua. Työ tuntui aloittaessa suppealta, mutta tutkiessani huomasin että ongelmiin vaikuttavat monet eri tekijät kuten pakkasen, toimintatavat, terät, terähuolto, kommunikaatio ja henkilökunta. Edellä mainitut asiat osoittivat, että työstä tulee oletettu laajempi.

Työssäni todella suureksi avuksi osoittautui niin sanottu hiljainen tieto, jota sain kunnossapito- ja käyttöhenkilökunnalta. Teräongelmiin ei löytynyt vain yhtä ratkaisua, johtuen siitä ei häiriöiden ja ongelmien poistaminen käy nopeasti. Tehdyillä toimenpiteillä ja työkaluilla häiriöt saadaan laskemaan toivotulle tasolle, mutta se vaatii työtä työnjohdolta ja käyttöhenkilökunnalta. Korjaamista vaativat myös asenteet ja toimintatavat. Isossa tehtaassa toimintatapojen muuttaminen osoittautui haasteelliseksi, oma työkokemus vastaavalta alalta auttoi asiassa, mutta asioita ja asenteita ei muuteta kuitenkaan hetkessä. Käyttöhenkilökunnan huomattessa, että tehtyjen muutosten ja seurantojen vaikutuksesta häiriöitä saatiin pienennettyä, alkoi heilläkin esiintyä muutoksia asenteissa ja toimintatavoissa.

LÄHTEET

- Kuusela, Mika, Tehdaspäällikkö, Stora Enso Oyj, sähköpostiviesti, 12.03.2013
- Mustajärvi, Suvi 2003. Puun jäätyminen ja jääntyneen puun ominaisuudet sahauksen kannalta. Diplomityö. Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto, Lappeenranta.
- Raatikainen, Seppo, Sahalinjan tehostaminen Veitsiluodon sahalla, Kone- ja tuotantotekniikan opinnäytetyö, Kemi-Tornion Ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö, Kemi.
- Stora Enson sisäinen intranet, Hakupäivä 01.03.2013
- Tepponen Timo, työnjohtaja, LSAB Oy, Haastattelu, 10.04.2013.
- Usenius, Arto & Viitaniemi, Pentti. 1976. Mäntytukkien jäätyminen ja sulaminen. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuslaitos VTT.