



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SORVAUSLINJAN TUOTANTO- HÄIRIÖIDEN TUNNISTAMINEN SEKÄ KORJausehdotukset

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Puutekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Ilkka Solismaa			
Työn nimi Sorvauslinjan tuotantohäiriöiden tunnistaminen sekä korjausehdotukset			
Päiväys	25.3.2014	Sivumäärä/Liitteet	57/0
Ohjaaja(t) Risto Pitkänen, tuntiopettaja; Mauno Multamäki, projekti-insinööri			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Metsä Wood Suolahden vaneritehtaat, tehdaspäällikkö Matti Sipilä			
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Metsä woodin Suolahden havuvaneritehtaan sorvauslinjaston tehokkuutta ja selvittää mitkä tekijät laskevat linjaston tehokkuutta. Työn tarkoituksena oli tehokkuuden selvittämisen lisäksi löytää ratkaisuja tehokkuutta laskeviin tekijöihin. Sorvauslinjan tehokkuuslaskelma suoritettiin KNL-laskennan avulla. KNL-laskennan tulos antaa linjaston tehokkuudesta näyttöä antavan kuvan ja sen lisäksi laskennan tuloksista voidaan selvittää missä linjaston osissa suurimmat häiriöt tapahtuvat. Työssä sorvauslinjasto käsittää vaiheet aina tukkinostimelta valmiiksi viiluarkeiksi ja pinkoiksi. Tämän lisäksi sorvauslinjaston tehokkuuteen liitettiin sorvauksen sivutuotteiden käsittely, kuten purilaiden kuljetus purilasvarastoihin sekä puujätteen kulku hakkuriin ja hakesiiloihin.</p> <p>Työ aloitettiin perehtymällä KNL-laskentaan ja selvittämällä mitä tietoja sorvauslinjastolta tulee tietää laskennan suorittamiseksi. Työn käytännönsuus tehtiin tammikuun 2014 aikana. Käytännönsuudessa tietoja kerättiin paikalla Suolahden havuvaneritehtaan sorvilla 17 työvuoron ajan. Työvuoroja tehtiin jokaisen työryhmän kanssa mahdollisimman tasaisesti, jotta työssä voitaisiin myös tutkia työvuorojen välisiä eroja. Tammikuun tiedonkeruun aikana jokainen sorvauslinjaston pysäyttänyt häiriö kirjattiin käsin ylös, sen kesto mitattiin ja syy kirjattiin ylös. Arvoista tehtiin jälkepäin sähköinen Excel-taulukko tulosten analysointia varten. Tarkastelujakson aikana oli myös mahdollisuus keskustella jokaisen sorvarin kanssa linjaston toiminnasta ja korjausideoista.</p> <p>Työn tuloksena saatiin aikaiseksi lista tammikuun aikana tapahtuneista häiriöistä, niiden kestosta ja syystä. Tämän listan perusteella työssä on luotu korjausehdotuksia suurimpien häiriönaiheuttajien korjaamiseksi. Työssä esitellään myös linjaston tehokkuuslaskelma ja sen tulokset.</p>			
Avainsanat Vaneri, sorvaus, KNL, OEE, tuotantohäiriö, kokonaistehokkuus			
Julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Wood Technology			
Author(s) Ilkka Solismaa			
Title of Thesis Identification of Log Peeling Line Production Errors			
Date	25 March 2014	Pages/Appendices	57/0
Supervisor(s) Mr Risto Pitkänen, Full-Time Teacher; Mr Mauno Multamäki, Project Engineer			
Client Organisation /Partners Metsä Wood Suolahti plywood mill, Mr. Matti Sipilä, Mill Manager			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to research the effectiveness of the log peeling line at the Suolahti plywood mill and to find out the problems that cause decrease in effectiveness. In addition, the aim was to create solutions for the problems that cause the decrease in effectiveness. The effectiveness was evaluated with OEE/KNL calculations. The result of these calculations gives a picture of the effectiveness of the peeling line and by analyzing the results the locations of the biggest problems can be located. In this thesis, the peeling line includes all the processes starting from the log crane all the way to the point where the log is peeled, cut to sheets and stacked. Besides this the process also includes the treatment of all the byproducts such as the peeler cores and the chipping of the woodwaste.</p> <p>The thesis was started by researching how KNL calculations work and by finding out what kind of information is needed to complete the calculations. The practical part of this thesis work was done in January 2014. During the practical period information was collected by investigating the peeling line on the spot at the Suolahti plywood mill. Information was collected from 17 shifts to make sure enough data was collected to make plausible calculations. The mill runs three shifts per day and six days per week and the information was collected from each shift and each working group. In this way the different shifts and work groups could be compared with the results gained from the KNL calculations. During the practical period every fault which stopped the peeling line was documented, clocked and categorized.</p> <p>The result of this thesis is a list of production errors that happened during January 2014. Based on the list of faults, solutions were found for the causes that decrease the effectiveness of the peeling line. With the information collected at the plywood mill the KNL calculation was completed and it is presented in this thesis.</p>			
Keywords Plywood, log peeling, KNL, OEE, Overall effectiveness			
Public			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Taustat ja tavoitteet	7
1.2	Metsä Group.....	8
1.3	Metsä Wood Suolahden vaneritehtaat.....	9
2	KNL-LASKENNAN ESITTELY	10
2.1	Yleistä tietoa KNL-laskennasta	10
2.2	KNL:n historia.....	11
2.3	KNL - Käytettävyys, nopeus ja laatu	11
2.4	Käytettävyys.....	13
2.5	Nopeus	14
2.6	Laatu.....	15
2.7	KNL-menetelmän käyttö opinnäytetyössä.....	15
3	VANERIN VALMISTUS	17
3.1	Valmistusprosessi lyhyesti	17
3.2	Suolahden havuvaneritehtaan sorvauslinjasto ja työalueen rajaus.....	19
4	SORVAUSLINJASTON NYKYTILANTEEN KARTOITUS	21
4.1	Sorvauslinjaston nykytilanne ennen tutkimusta	21
4.2	Insinööriyön tiedonkeruu	23
4.2.1	Käytettävyysarvo	24
4.2.2	Nopeusarvo.....	24
4.2.3	Laatuarvo	24
4.3	KNL-laskenta	25
4.4	Tulosten analysointi.....	26
5	HÄIRIÖIDEN SELITTEET JA KORJausehdotukset	29
5.1	Perustiedot.....	29
5.2	Pöllikuljetin.....	29
5.3	Sorvi.....	32
5.4	Leikkuri.....	38
5.5	Pinkkari.....	41
5.6	Jätematto.....	45
5.7	Hakkuri	47

5.8	Purilashäkki.....	49
5.9	Siivoukset.....	50
5.10	Aseteajat.....	51
5.11	Linjastopysähdykset	51
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO.....	53
6.1	Tulosten arviointi	53
6.2	Yhteenveto.....	54
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT.....	56

1 JOHDANTO

1.1 Taustat ja tavoitteet

Viime vuosikymmeninä kaupankäynti ja teollisuus on globalisoitunut erittäin rajusti. Moderni tekniikka ja tietoliikenne mahdollistavat tiedon kulun vaivattomasti, mikä lisää globaalia kilpailua huomattavasti. Jotta yritykset pärjäävät tässä kilpailutilanteessa, on niiden tehostettava toimintansa mahdollisimman kustannustehokkaaksi. Puuteollisuus on tärkeä osa Suomen teollisuutta. Erilaisten puutuotteiden kysyntä eritoten rakentamisessa tulee todennäköisesti kasvamaan jatkossa puun ekologisuuden vuoksi. Nykymaailmassa vallitsevalla ekologisella ajattelutavalla pyritään säästämään luontoa pienentämällä päästöjä ja hyödyntämällä paremmin uusiutuvia materiaaleja. Puutuoteteollisuudella on pitkä historia Suomessa ja se onkin aina ollut yksi Suomen suurimpia osaamisalueita. Suomessa puuteollisuutta vaivaa korkea puunhinta sekä muut tuotantokustannukset. Tämän vuoksi suomalaisten puuyritysten toiminnan on oltava äärimmäisen kustannustehokasta, jotta voisimme kilpailla esim. erilaisten halpatuotantomaiden kanssa.

Ollessani kesän 2013 Suolahden vaneritehtaalla töissä, kiinnostuin mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyöni tehtaalle. Tehtäväni tehtaalla oli havuvaneritehtaan sorvaaja, mikä antoi erinomaisen pohjustuksen opinnäytetyön teolle. Ennalta tuttu työlinjasto ja tutut työmiehet helpottaisivat opinnäytetyöni valmistamista huomattavasti. Opinnäytetyön tarkoitus on kehittää Suolahden havuvaneritehtaan sorvauslinjaston toimintaa tehokkaammaksi. Sorvauslinjasto tuottaa tehtaalle raaka-ainetta, viilua, josta valmistetaan vaneria erilaisiin käyttötarkoituksiin. Sorvauslinjasto on useita koneita kattava pitkä linjasto ja se on melko häiriöherkkä, mikä aiheuttaa helposti viiluvajetta muualla tehtaassa. Opinnäytetyön tarkoituksena on siis löytää syyt, jotka aiheuttavat sorvauslinjastolle ylimääräisiä tuotantokatkoja sekä tutkia myös onko pakollisista tuotantokatkoksista, esimerkiksi siivouksista tai teräsvaihdoista mahdollista tehdä nopeampia, tarkempia tai muutoin tehokkaampia.

Tuotannon tehostamiseen on kehitetty monenlaisia menetelmiä ja työkaluja. Tässä opinnäytetyössä sorvauslinjan tehokkuutta tutkitaan OEE eli Overall equipment effectiveness menetelmällä. OEE:sta käytetään Suomessa yleisesti nimeä KNL, joka on lyhenne sanoista käytettävyys, nopeus ja laatu. Tässä opinnäytetyössä käytetään jatkossa KNL termiä kuvaamaan kokonaistehokkuuslaskelmaa. Opinnäytetyön kirjallisuusosassa selvitetään KNL-laskennan teoriapohjaa ja sen soveltamismahdollisuuksia Suolahden havuvaneritehtaan sorvauslinjastolle. Opinnäytetyön käytännönosuus on tehty tutkimalla linjaston toimintaa paikanpäällä tehtaalla. Linjaston tutkimisen aikana kaikki tuotantohäiriöt on kerätty ylös ja myöhemmin työssä häiriöitä analysoidaan ja niille pyritään löytämään korjaus.

Työn perimmäisenä tavoitteena on siis luoda tehtaan henkilökunnalle selkeä kuva siitä, mistä sorvauslinjaston tuotantohäiriöt koostuvat. Työssä tehdään listausta siitä, mitä häiriöitä linjastossa on ja luodaan niiden keston perusteella lista, josta käy ilmi suurimmat tuotantokatkoja aiheuttavat syyt. Työn tarkoituksena on myös pohtia erilaisia ratkaisuja häiriöiden poistamiseen. Työn perimmäinen tavoite on saada sorvauslinjaston tuotannosta tehokkaampaa ja luoda sorvauslinjastosta mieluisampi ja turvallisempi työpiste työntekijöille.

1.2 Metsä Group

Metsä Group on suomalainen metsäteollisuuskonserni, jonka emoyhtiönä toimii Metsäliitto osuuskunta. Metsä Groupin tuotevalikoiman pääraaka-aineena käytetään pohjoismaista puuta, josta yhtiö valmistaa erilaisia kemiallisen ja mekaanisen puuteollisuuden tuotteita. Metsä Group on jaettu useisiin tytäryhtiöihin joista Metsä Tissue valmistaa pehmo- ja ruoanlaittopapereita, Metsä Board kartonkeja sekä paperia ja Metsä Fibre, joka tuottaa sellua. Konserni on mukana myös mekaanisessa metsäteollisuudessa sillä Metsäliitto osuuskuntaan kuuluva Metsä Wood valmistaa kertopuuta, vaneria, tavallista sahatavaraa sekä lämpökäsiteltyä puuta. Konsernin tytäryhtiöt ja niiden tunnusluvut voidaan nähdä kuvassa 1. Metsä Groupin tuotteissa pyritään yhdistämään kotimainen puhdas raaka-aine, asiakaslähtöisyys, innovatiivisuus sekä kestävä kehitys, jotta saadaan aikaiseksi mahdollisimman laadukas lopputuote kuluttajan käytettäväksi. Metsä Groupin liikevaihto vuonna 2012 oli 5,0 miljardia euroa, josta mekaanisen puunjalostuksen liikevaihto oli noin 0,9 miljardia euroa. Metsä Group on kansainvälinen yritys ja sillä on toimintaa yli 30 maassa, työllistäen noin 25 000 henkilöä. Suomessa henkilöstöä on noin 11 500. Metsä Groupin emoyhtiön Metsäliitto osuuskunnan historia on kaukana osuuskuntaliikkeessä, joka rantautui Suomeen 1900-luvun alkupuolella. Suuret metsänomistajat päättivät tehdä yhteistyötä voidakseen tehdä suurempia puukauppoja ja siten saada parempia tarjouksia ja vahvemman neuvotteluaseman. Yhteismyyntien lisäksi vuonna 1934 syntynyt Metsäliitto Oy alkoi viemään puuta ulkomaille. Tämän jälkeen 1940-luvulla yhtiö alkoi jalostaa itse puuta ja 1950-luvulla käynnistyi yhtiön kemiallisen puunjalostuksen toiminta. (Metsä Group www-sivu.)

Metsäliitto osuuskuntaan kuuluu noin 125 000 suomalaista metsänomistajaa, joiden omistama metsäpinta-ala on noin puolet Suomen yksityismetsistä. Osuuskunnan jäseneksi voi liittyä kuka tahansa henkilö, joka omistaa vähintään kome hehtaaria metsää Suomessa. Metsä Groupin konserninjohtajana toimii Kari Jordan. Metsä Woodilla on Suomessa kaksi vaneritehdasta, jotka sijaitsevat Suolahdessa ja Punkaharjulla, jossa sijaitsee myös yhtiön toinen kertopuutehdas. Muut Metsä Woodin mekaanisen puunjalostuksen toimipisteet ovat kertopuutehdas Lohjalla, jaloste ja lämpöpuutuotanto Kaskisissa, kyllästämö Kolhossa ja liimapuutehdas Hartolassa. Näiden lisäksi yhtiö omistaa useita sahoja esimerkiksi Vilppulassa, Rengossa ja Lappeenrannassa. (Metsä Group www-sivu.)



Kuva 1 Metsä Groupin rakenne (Metsä Group www-sivut.)

1.3 Metsä Wood Suolahden vaneritehtaat

Suolahdessa vanerinvalmistus on aloitettu jo 1920-luvulla ja se onkin yksi vanhimpia vaneritehtaita Suomessa. Nykyään Metsä Woodin omistuksessa olevilla Suolahden vaneritehtailla on sekä koivu- että havuvaneritehtaat. Kahden vaneritehtaan lisäksi tontilla sijaitsee vanerin jatkojalostustehdas. Tehtaat tuottavat vuosittain noin 50 000 m³ koivuvaneria ja 150 000 m³ havuvaneria. Suolahden vaneritehtailla tehdään monipuolisesti erilaisia vanerilaatuja ja tuotteisiin kuuluu myös laaja määrä erilaisia pinnoitettuja vanereita. Suolahden vaneritehtaat työllistävät yhteensä noin 500 henkilöä. (Suomen metsäyhdistys www-sivu.)

2 KNL-LASKENNAN ESITTELY

2.1 Yleistä tietoa KNL-laskennasta

OEE-luku on lyhenne englanninkielisestä termistä overall equipment effectiveness. OEE-luku kertoo tuotantokoneen, tuotantolinjaston tai jopa koko tehtaan tehokkuuden prosenttilukuna. OEE:stä käytetään Suomessa myös termiä KNL, joka tarkoittaa käytettävyys, laatu ja nopeuslukua. Laskemalla kokonaistehokkuus linjastolle tai sen osalle, nähdään tuloksesta esim. linjan todellinen kapasiteetti, käyttämätön kapasiteetti ja voidaan myös selvittää laskelmien avulla mistä käyttämätön kapasiteetti koostuu. KNL-laskelmia voidaan hyödyntää dokumentoimalla linjaston kokonaistehokkuutta ja vertaamalla sitä esimerkiksi aiempien vuosien arvoon. Näin luodaan perusta jatkuvalla tuotannon tehostamiselle. (Pernu 2007.)

Ihannetehtaassa jokainen koneyksikkö toimisi ympäri vuorokauden seitsemän päivää viikossa ja koneen nopeus olisi aina maksimissa eikä tuotannon laadussa olisi mitään virheitä. Todellisuudessa koneissa on aina häiriöitä, jotka alentavat koneen tehokkuutta. KNL-luku on yksi avainluvusta tuotavassa kunnossapidossa ja sen avulla voidaan paljastaa mistä koneiden häiriöt johtuvat. (Knuutinen 2010.)

KNL-laskelmat liitetään usein osana tuottavaan kunnossapitoon, eli TPM:ään (Total Productive maintenance). TPM on kokonaisen organisaation käsittävä menetelmä jolla pyritään parantamaan laitteiden tehokkuutta ja kestävyyttä. TPM:n avulla laitteistoista ja koko organisaatiosta pyritään poistamaan ja minimoimaan kaikki mahdolliset tuotantohävikit. (Rajala 2011.)

Linjaston kokonaistehokkuus saadaan laskettua seuraavalla kaavalla: (1) (Insolution www-sivu.)

$$\text{Kokonaistehokkuus} = \text{Käytettävyys} * \text{nopeus} * \text{laatu} \quad (1)$$

Useita valmistavia teollisuudenaloja tutkimalla on laskettu referenssiarvo maailmanluokan KNL-luvulle. Tutkimusten mukaan kokonaistehokkuuden ollessa 85 % tai enemmän voidaan puhua niin sanotusta "world class" - tason tehokkuudesta. Tämän arvon tulisi muodostua 90 % käytettävyydestä, 95 % nopeudesta ja 99 % laadusta. Valmistavan teollisuuden keskimääräinen tehokkuus on noin 60 %. (Moilanen 2012.)

Huippuluokan tehokkuuslukema ei kuitenkaan tarkoita parasta mahdollista tuotantoa ja se on usein saanut aikaan väärinkäsityksiä analysoitaessa tuloksia. KNL-luku ei yksinään ole hyvä mittari vertailtaessa eri koneita tai tehtaita keskenään. Tehokkuuden osatekijöiden osuus kokonaisuudesta voi vaihdella huomattavasti ja niiden merkitykset eivät välttämättä vastaa toisiaan, jolloin esimerkiksi osatekijöiden taloudellisia merkityksiä ei voida suoraan vertailla. Esim. 5 % heikentyminen laadussa saattaa olla taloudellisesti paljon merkittävämpi tekijä kuin 5 % heikkeneminen nopeudessa. (Pernu 2007.)

2.2 KNL:n historia

KNL-laskennan kehittäjä on japanilainen Seiichi Nakajima. KNL esiteltiin osana Nakajiman tuottavan kunnossapidon järjestelmää vuonna 1971. Tämänäyttävät käynnissäpidon järjestelmät ovat olleet suurten japanilaisten yritysten, kuten Toyotan huipputaamista ja ne ovat rantautuneet eurooppalaisiin yrityksiin huomattavasti japanilaisia yrityksiä myöhemmin. (Pernu 2007.)

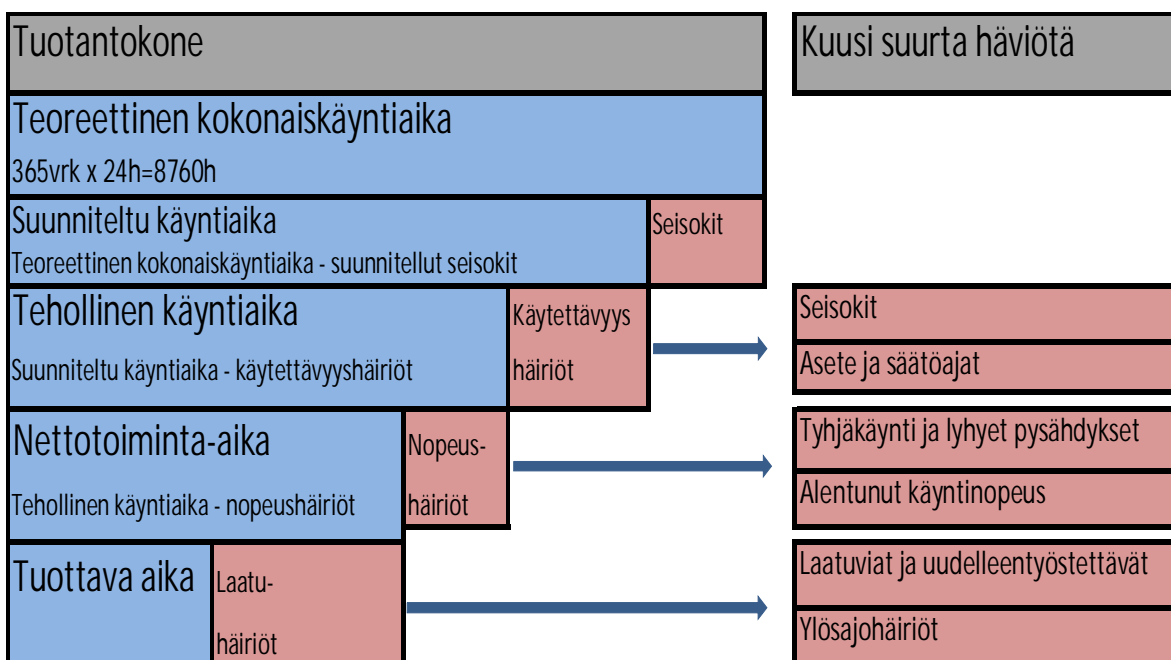
Ensimmäisen kerran Nakajiman tuottavan kunnossapidon aatteet tuotiin Japanin ulkopuolelle 1980-luvulla, kun Fujifilm rakensi 3 suurta tehdastaan Hollantiin. Menetelmät todettiin erittäin tehokkaiksi tuotannon tehokkuuden mittareiksi ja sen jälkeen TPM:stä ja sen mukana KNL:sta on tullut erittäin monen suuryrityksen tehokkuudenmittausmenetelmä. (OEE Foundation [www-sivut](#).)

2.3 KNL - Käytettävyys, nopeus ja laatu

KNL-laskennan tarkoitus on saada laskettua linjastolle sen kokonaistehokkuus hyödyntämällä laitteistosta kerättyä tietoa. KNL-laskennassa ensimmäisenä tulee kerätä tietoa tutkittavasta kohteesta. Laitetta tarkkaillaan paikanpäällä, videoiden tai hyödyntämällä tiedonkeruujärjestelmiä. Tietoa kohteen toiminnasta voidaan kerätä erilaisia aikoja, esim. kokonaisia työvuoroja tai tietoa voidaan jopa kerätä jatkuvasti. Mitä enemmän tietoa kerätään laitteista, sen tarkempia tutkimustuloksia voidaan laskennalla saada. Tiedonkeruun aikana koneen toimintaa tutkitaan, ja kirjataan ylös koneen häiriöt, pysähtymiset ja hidastumiset. Myös koneen tuottaman materiaalin laatua tarkkaillaan. Tutkittavat ongelmat jaetaan kolmeen pääkategoriaan: Käytettävyshäiriöihin, nopeushäiriöihin ja laatuhäiriöihin. Jokaisen kategorian alle kirjataan sinne kuuluvat häiriöt, esim. mikäli koneen tuottama materiaali on laadultaan kelpaamatonta, kirjataan häiriö laatuhäiriöiden alle. (Myerson 2012, 68-71.)

KNL-laskennan kolme pääkategoriaa, käytettävyys, nopeus ja laatu jaetaan myös kuuteen eri osaan, joita kutsutaan kuudeksi suureksi häviöksi. Käytettävyshäiriöt jaetaan seisokkiaikoihin sekä asetus ja säätöaikoihin. Nopeushäiriöt jaetaan tyhjäkäyntiin ja lyhyisiin pysähdyksiin sekä alentuneeseen käyntinopeuteen. Laatuhäviöt ovat taas laatuhäiriöiden ja uudelleentyöstöjen sekä ylösajohäiriöiden summa. (Fadector [www-sivu](#).)

KNL-laskennan perustana on verrata tuotantokoneen todellista käymistehoa teoreettiseen maksimitehoon. Kuten kuvioista 1 nähdään, laskenta aloitetaan kuvittelemalla koneen käyvän ympäri vuoden 24 tuntia vuorokaudessa. Tällöin tuotantokoneen teoreettinen tuotantoaika olisi 8 760 tuntia vuorokaudessa. Kun tästä ajasta poistetaan suunnitellut seisokkiajat, esimerkiksi vuosihuollot, vapaapäivät yms. jää jäljelle koneen suunniteltu tuotantoaika. Suunniteltu tuotantoaika on siis aika, joka tuotantokoneen tulisi käydä vuosittain. Kun suunnitellusta tuotantoajasta vähennetään käytettävyyshäviöihin kulutettu aika jää jäljelle koneen nettotoiminta-aika. Nettotoiminta-aika on aika, jonka kone todellisuudessa käy. Kun nettotoiminta-ajasta poistetaan nopeushäviöt, jää jäljelle koneen tuottava aika, eli aika jolla kone tuottaa suunnitellusti tuotantoa. Kun tuottavana aikana syntyneistä tuotteista vähennetään vielä laatuhäviöt, eli tuotteet jotka eivät laadullisesti kelpaa, tai joudutaan uudelleentyöstämään jää jäljelle koneen todellinen tuotanto. (Fadector www.sivu.fi.)



Kuvio 1 Tuotantohäiriöt (Hagberg, Hautanen, Henriksson, Laine, Löppönen ja Riikonen 1996, 153.)

2.4 Käytettävyys

Käytettävyys on yksi osa KNL-laskennan tiedonkeruuta. Verrattuna menetelmän muihin käsitteisiin, nopeuteen ja laatuun, käytettävyys on selkeästi monimutkaisempi käsite. Nopeus ja laatu ovat hyvin konkreettisia mitattavia, mutta käytettävyyden mittaaminen on huomattavasti vaikeampaa rajata.

Käytettävyys kuvaa koneen suunnitellusta tuotantoajasta sitä osaa, minkä kone todellisuudessa on käyttövalmiina ja valmiina tuotantoon. Yleisimmät käytettävyyteen vaikuttavat ongelmat ovat koneen hajoamiset ja niistä johtuvat huoltoseisokit. Koneen käytettävyys voidaan määrittää laskukaa- valla. (2) (Reivilä ja Varis 2013-01-02.)

$$\text{Käytettävyys } (K) = \frac{\text{Tehollinen tuotantoaika}}{\text{Kokonaistuotantoaika}} \quad (2)$$

Ja edelleen kaavoilla (3,4):

$$K = \frac{\text{Kokonaistuotantoaika} - \text{seisokkihäviöt}}{\text{Kokonaistuotantoaika}} \quad (3)$$

$$1 - \frac{\text{Seisokkihäviöt}}{\text{kokonaistuotantoaika}} \quad (4)$$

Tehollisella tuotantoajalla tarkoitetaan aikaa, jonka kone toimii ja tekee tuotantoa. Kokonaistuotantoajalla tarkoitetaan suunniteltua työaikaa, eli aikaa jonka koneen pitäisi toimia. Esim. yhdessä työvuorossa kokonaistuotantoaika on 8h. Seisokkihäviöillä tarkoitetaan aikaa, jonka tuotantokone seisoo odottamattoman ongelman vuoksi.

Käytettävyysarvon analysoinnin helpottamiseksi mitatut häiriöt voidaan luokitella eri kategorioihin, kuten tuotannollisiin, mekaanisiin ja kunnossapitoon liittyviin alaryhmiin. Tämän avulla on helpompi hahmottaa, mistä haluamattomat seisokit johtuvat. Tämän lisäksi on hyvä ottaa huomioon esim. vuorojen vaihdokset, koeajot, koneiden käynnistäminen yms. asiat, jotka vaikuttavat laskennan tulokseen vääristäen sitä. (Reivilä ja Varis 2013-01-02.)

Yleisesti käytettävyyttä laskettaessa tarvittavat tiedot saadaan suoraan tiedonkeruujärjestelmistä. Mitä suuremman kokonaisuuden käytettävyyttä arvioidaan, sen suurempaan rooliin nykyaikainen tietotekniikka asettuu. Kokonaisen tehtaan käytettävyyden laskeminen ilman tiedonkeruujärjestelmien apua on erittäin suuri työ ja virheiden todennäköisyys lisääntyy huomattavasti. Yksinkertaisten koneiden ja tuotantolinjojen käytettävyyttä voidaan kuitenkin melko vaivattomasti mitata ilman moder- nien tiedonkeruujärjestelmien apua. (Reivilä ja Varis 2013-01-02.)

2.5 Nopeus

KNL-laskennassa toinen mitattava asia on tuotantokoneen nopeusarvo. Nopeusarvo pitää sisällään tuotantokoneen nopeushäiriöitä, eli kaikki tilanteet, jolloin kone tai linjaston toiminta on hidastunut alle koneen teoreettisen maksiminopeuden. Tällaisia häiriöitä voivat olla huono raaka-aine, terien si- säänajo, laitteiden kuluneisuus, koneenkäyttäjän huolimattomuus tai kokemattomuus. (Rajala 2011.)

Nopeushäviöksi voidaan myös laskea se, mikäli lopputuotteen laatu heikkenee huomattavasti ajetaessa teoreettisella maksiminopeudella. Usein koneiden maksiminopeudet voivat olla niin suuria, että tuotteen laatu kärsii tai nopeus aiheuttaa muita odottamattomia ongelmia linjastossa tai konees- sa. Kaikki nämä asiat aiheuttavat sen, että teoreettista maksiminopeutta ei voida saavuttaa, mikä aiheuttaa kokonaistehokkuuden laskua. Kokonaistehokkuuslaskelman nopeustekijä voidaan laskea kaavalla (5) (Pernu 2007.).

$$\text{Nopeus} = \frac{\text{Todellinen nopeus}}{\text{Ideaalinopeus}} \quad (5)$$

Kaavan todellisella nopeudella tarkoitetaan nopeutta, joka mittauksen aikana toteutuu. Se on siis keskimääräinen nopeus mittauksen aikana. Todellinen nopeus voidaan laskea kaavalla. (6)

$$\text{Todellinen nopeus} = \frac{\text{Toteutunut tuotanto}}{\text{Tehollinen tuotantoaika}} \quad (6)$$

Ideaalinopeudella tarkoitetaan koneen teoreettista maksiminopeutta. Oikean ideaalinopeuden valit- seminen on tärkeää, sillä liian suuri ideaalinopeus voi aiheuttaa nopeus tai laatuhäiriöitä tukkojen tai huonon työstöjäljen kautta. Laskettaessa kokonaistehokkuutta kokonaiselle linjastolle, voi linjastossa olla useita eri koneita, joiden ideaalinopeudet ovat hyvin poikkeavia toisistaan. Tällöin voidaan ide- aalinopeus valita linjaston hitaimman koneen mukaan, eli ns. pullonkaulan avulla. Ideaalinopeuden valinnassa on myös huomioitava ettei se voi ylittää 100%. Tällöin KNL-laskelma alkaa vääristyä ja vaikeuttaa häviöiden tunnistamista. (Pernu 2007.)

2.6 Laatu

Laatu kuvaa linjaston kykyä tehdä virheetöntä tuotantoa. Mikäli tuotteen laatu ei vastaa vaadittua, tuote voidaan työstää uudelleen, korjata tai hävittää. KNL-laskennan laatuarvo lasketaan kaavalla. (7) (Pernu 2007.)

$$Laatu = \frac{Hyväksytty\ tuotanto}{Kokonaistuotanto} \quad (7)$$

Laskukaava hyväksytty tuotanto saadaan vähentämällä kokonaistuotannon määrästä kappaleet, jotka joudutaan työstämään uudelleen tai korjaamaan.

2.7 KNL-menetelmän käyttö opinnäytetyössä

Kun aletaan laskemaan Suolahden vaneritehtaan kokonaistehokkuutta on selvitettävä tarkasti, mitä tarkkailuaikana on mitattava. Käytettävyyssarvoa laskiessa tulee tietää linjaston tehollinen tuotantoaika sekä kokonaistuotantoaika. Tehtaan tiedonkeruujärjestelmä kerää automaattisesti linjaston tuotannon määrän sekä tehollisen työajan.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehokkuuslaskelman lisäksi luoda linjastolle lista linjaston pysäyttävistä tuotantohäiriöistä. Koska tehtaan oma tiedonkeruujärjestelmä ei kerää tietoa siitä, miksi linjasto on pysähtynyt, tulee nämä tiedot kerätä manuaalisesti. Jokainen linjaston pysäyttävä häiriö on kirjattava ylös ja mitattava pysähdykseen kulunut aika. Nämä häiriöt voidaan vielä jakaa erilaisiin kategorioihin niiden syyn perusteella. Tehollista tuotantoaika laskiessa voidaan hyödyntää mitattuja tuotantohäiriöiden kestoja laskemalla yhteen häiriöiden yhteisajan eli seisokkihäviöt ja vähentämällä se kokonaistuotantoajasta kaavan (3) mukaisesti.

Nopeusarvoa laskiessa tulee ottaa huomioon koneen ideaalinopeus. Sorvauslinjasto koostuu useasta itsenäisestä laitteesta, joilla on erilaisia nopeuksia ja siten on haasteellista valita sopiva nopeus, jotta laskennan tuloksesta saadaan mahdollisimman paikkansapitävä. Opinnäytetyötä tehtäessä on päätetty, että ideaalinopeus määritetään linjaston huipputuotantomäärän mukaisesti. Opinnäytetyössä valitaan tietty yhden vuoron aikana tehty huipputulos pinkatuista viilujuoksumetreistä. On tärkeää, että ideaalinopeus on myös mahdollista saavuttaa, muuten laskelmien tarkkuus heikkenee. Laatuarvoa määritettäessä on otettava huomioon, että sorvausvaiheessa valmistettua tuotetta ei voida työstää uudelleen tai korjata. Suurimmat laatuviat viiluissa ovat yleensä liian suuret reiät ja vioittuneen tai väärin asennetun terän aiheuttama hankauma viilun pinnassa. Mikäli viilussa on liian suuria reikiä, märkäleikkaukone leikkaa viilun pieniksi siivuiksi, jonka jälkeen se siirtyy roskakuljettimelle. Suurin osa laatuviallisista viiluista hylätään myöhemmissä työvaiheissa, kuten lajittelussa. Tämän vuoksi on päätetty, että laatuarvona laskelmissa käytetään jotain ennalta päätettyä kiinteää arvoa, esim. 1. Koska laatuviat ei aiheuta sorvauslinjastolla juurikaan hävikkiä, on laatuarvon vaikutus koneistehokkuuslaskelmaan hyvin pieni.

3 VANERIN VALMISTUS

Vanerin valmistuksen historia ulottuu aina 1700- ja 1800-luvun vaihteeseen, vaikka puusta valmistettujen ohuiden viilujen käyttö liimaamalla on ollut käytössä jo huomattavasti kauemmin. Suomeen vaneriteollisuus rantautui 1800-luvun lopulla ja ensimmäinen vaneritehdas valmistuikin vuonna 1893. Varsinainen koivuvanerin valmistus alkoi Suomessa 1912 ja vanerinvalmistus kehittyi huomattavasti seuraavina vuosikymmeninä. 1960-luvulla järeän koivutukin vaikea saatavuus rajoitti tuotannon kasvua, joten koivun lisäksi alettiin valmistamaan vaneria myös järeästä kuusesta. Seuraavina vuosikymmeninä vanerin kysyntä kasvoi rajusti ja vaneria alettiin käyttämään mm. kuljetusvälineiteollisuudessa. (Koponen 2002, 13–14.)

Suomalainen vanerinvalmistus on kehittynyt viimeisen sadan vuoden aikana huomattavasti ja siksi Suomi onkin saavuttanut Euroopan johtavan vanerinvalmistusmaan aseman. Suomalainen koivuvaneri on erinomainen puupohjainen levytuote, jonka käyttökohteet ovat hyvin monimuotoiset aina rakennusteollisuudesta kuljetusvälineiteollisuuteen. Suomalainen puumateriaali sopii erittäin hyvin vanerin valmistukseen, sillä Suomalaisessa ilmastossa puun kasvu on hidasta, mikä johtaa puun tiheään syyrakenteeseen ja tasalaatuisuuteen. (Vanerikäsikirja 2006, 5.)

3.1 Valmistusprosessi lyhyesti

Vanerinvalmistuksen työvaiheet voivat vaihdella hieman eri tehtailla. Etenkin prosessin alkupään työvaiheet voidaan suorittaa useammassa eri järjestyksessä. Vanerinvalmistus aloitetaan tukkien haudonnalla. Haudontamenetelmiä on useita, ja Suomen vaneritehtailla yleisin menetelmä on hauduttaa tukkeja lämpimässä vedessä. Haudonnan tarkoituksena on nostaa puun kosteus ja lämpötila tasolle, jossa viilun leikkaus on mahdollisimman helppoa. Kosteus ja lämpötila vaikuttaa paljon puun muovautuvuuteen ja poikittaisvetolujuuteen, joka helpottaa viilun sorvausta. (Koponen 2002, 29.)

Haudonnan jälkeen tukit kuoritaan ja katkotaan sopivanmittaisiksi sorvipölleiksi. Katkonnan ja kuorinnan jälkeen pöllit ovat valmiita sorvattaviksi. Sorvauksessa viilu irrotetaan pöllistä spiraalimaisesti terän avulla. Pölli kiinnitetään päistään kiinni karoilla, jotka alkavat pyörittää pölliä. Pyörivästä pöllistä viilun irrotus tapahtuu teräkelkkaan kiinnitettyjen terien avulla. Kuvassa 2 voidaan nähdä yksinkertaistettu malli sorvauksesta. Ennen sorvausta pölli kulkee aina keskittäjän läpi, jossa lasermittauslaitteiden avulla pöllistä luodaan 3-ulotteinen malli, ja tietokone laskee pöllin oikean asemoinnin karoille sen muodon ja käyryyden suhteen. Keskittämisen merkitys viilun saantoon on erittäin ratkaiseva. Koska pöllin pinnassa oleva puuaines on laadultaan parempaa kuin sydänosat, pöllin tarkka keskitys kasvattaa parempilaatuisten viilujen osuutta. Keskityksen jälkeen pölli siirretään sorvin karoille, josta pölli sorvataan viilumatoksi. (Koponen 2002, 37–39.)



Kuva 2 Viilun valmistus sorvaamalla (Puuproffa [www-sivut](http://www.puuproffa.fi).)

Sorvauksen jälkeen viilu voidaan leikata arkeiksi ja lajitella, jonka jälkeen niistä tehdään pinkkoja. Sorvauksen jälkeisten tapahtumien järjestys riippuu tehtaan tavasta kuivata viilut. Viilu voidaan kuivata joko telakuivauskoneella tai verkkokuivauskoneella. Mikäli viilut kuivataan telakuivauskoneella, tulee viilumatto leikata oikeankokoisiksi arkeiksi ennen kuivausta, kun taas verkkokuivauskonetta käytettäessä viilu ajetaan kuivauskoneeseen pitkänä mattona suoraan sorvista. Verkkokuivauskoneessa viilujen leikkaus ja lajittelu tapahtuu kuivauksen jälkeen. Telakuivauskoneen jälkeen viiluarkit lajitellaan laadun mukaan eri pinkkoihin. Laadutus tapahtuu konenäön avulla, joka tunnistaa viilussa olevat aukot. Arkit erotellaan lajittelussa ehjiin viiluarkkeihin, jotka sisältävät useita eri laaturyhmää, ja saumausarkkeihin. Seuraavat työvaiheet tehtaassa ovat viilun jalostamista. Kuivattuja ja lajiteltuja viiluja jalostetaan eri tavoin, jotta niistä saadaan tarpeeseen sopivia kappaleita. Viilussa olevat reiät voidaan paikata, viilua voidaan jatkaa ja saumata ja viiluja joissa on viallinen pää voidaan leikata. Näillä keinoilla voidaan parantaa viilun saantoa selkeästi. (Koponen 2002, 56–59.)

Viilun jalostamisen jälkeen seuraa yksi vanerin valmistuksen tärkeimpiä työvaiheita eli liimaus, sillä sen vaikutus vanerin ominaisuuksiin, kuten lujuuteen ja kestävyteen erilaisissa olosuhteissa on merkittävä. Vanerilevy muodostetaan liimaamalla viiluja kerroksittain ja sitomalla kerrokset korotussa lämpötilassa ja paineessa toisiinsa. Yleisin vanerin valmistuksessa käytettävistä liimoista on fenoliformaldehydihartsit. Vanerin liimausprosessi pitää sisällään liiman levittämisen, ladonnan sekä esi- ja kuumapuristuksen. Liiman levittämisen jälkeen viilut kootaan vaneriaihioksi. Yleinen menetelmä on levittää liima telalevittimellä joka toiseen viiluun, jotka ladotaan väli- ja pintaviilujen suhteen ristiin. Ladonnan jälkeen vaneriaihiot ladotaan pinkoiksi odottamaan seuraavaa työvaihetta eli puristusta. Aihoiden esipuristus tapahtuu huoneenlämpötilassa ja varsinainen levyn muodostus tapahtuu erillisessä kuumapuristimessa. (Koponen 2002, 65–70.)

Kun vanerilevyt ovat tulleet puristimesta, voidaan ne viimeistellä valmiiksi tuotteiksi. Viimeistelyssä levyjen reunat sahataan, jolloin levystä voidaan poistaa liimauksen vaatima työvara, joka on usein noin 30—50 millimetriä. Sahauksen jälkeen levyt hiotaan tasapaksuiksi ja toleranssit täyttäväksi. Hiannon jälkeen levyt voidaan sahata asiakkaan toivomiin pienempiin määrämittoihin tai vakiomitoista poikkeaviin dimensioihin. Tämän jälkeen levy on valmis pakattavaksi ja lähetettäväksi asiakkaalle. (Koponen 2002, 74–77.)

3.2 Suolahden havuvaneritehtaan sorvauslinjasto ja työalueen rajaus

Suolahden havuvaneritehtaan sorvauslinjaston katsotaan työssä alkavan siitä, kun sorvattavat pöllit saapuvat haudonnasta sorville johtavalle kuljettimelle. Pöllin matka kohti sorvia alkaa siitä, kun tukkinostin nostaa haudontaltaassa hautuneen tukin tukkinostimen pöydälle. Tukkipöydän ketjukuljetimet siirtävät pöllin pitkittäispöllikuljettimelle, joka johdattaa tukin vaneritehtaan sisätiloihin. Sisälle saavuttuaan pölli kulkee kiramon ja varastopöydän kautta keskityslaitteen porrasannostimelle. Porrasannostimen pohjalla pöllii tasataan paineilmatoimisilla sylintereillä. Tämän jälkeen annostin nostaa puun eteenpäin aina keskittäjän nostohaarukoille saakka.

Kun pölli on saapunut keskittäjän nostohaarukoille, pölli nostetaan keskittäjän karoille. Keskittäjä mittaa pöllin muodon ja asettaa pöllin optimaaliseen asentoon karoille. Kun keskittäjä on saanut keskitettyä pöllin laskemallaan tavalla, siirretään pölli siirtovarsilla sorvin karoille. Sorvin karoilla pölliä aletaan pyöristämään ja kun riittävä määrä pöllistä on pyöristetty ja viilumatto alkaa näyttää ehjältä, aletaan viilua ajamaan viilukuljetinta pitkin kohti märkäleikkuria. Pöllistä pois pyöristetty pinta-viilu putoaa suoraan sorvin jälkeen roskakuljettimelle, josta se siirtyy erinäisiä kuljettimia pitkin hakkurille. Sorvauksesta jäljelle jäävä purilas putoaa sorvin karoilta sorvin alla kulkevalle purilasmatolle. Matto kuljettaa purilaat purilasketjulle, josta purilaat päätyvät niille tarkoitettuihin varastoihin eli purilashäkkeihin.

Viilun saavutettua märkäleikkurin, alkaa leikkuri leikata viilumattoa määrätynkokoisiksi arkeiksi. Arkit siirtyvät sen jälkeen kuljetinta pitkin pinkkarille. Pinkkari imee viilut alipaineen avulla imuhihnoja vasten ja hihnat kuljettavat arkit kosteuden perusteella 4 eri nostolavalle. Kosteudenmittaus tapahtuu ennen märkäleikkausta, ja kosteuden lajittelurajat on asetettu märkäleikkurin pc:lle. Pinkkarin ensimmäiselle nostolavalle tulevat viilut ovat kuivaa viilua. Toinen lava sisältää puolikuivat ja kolmas sekä neljäs lava sisältävät märän viilun. Kun nostolava on tullut täyteen viilua, laskeutuu nostolava alas ja täysi viilupinkka siirtyy poistorullastoa pitkin pinkkarin ketjuille. Ketjut kuljettavat täyden viilupinkan kuljettimen päähän, josta trukkikuski nostaa pinkan ja siirtää sen parhaaksi näkemäänsä paikkaan, joko kuivaajan kuljettimille tai sopivalle paikalle odottamaan pääsyä kuivaukseen.

Yleisesti viilun sorvauksen katsotaan käsittävän kaikki työvaiheet tukkien katkonnasta aina viilujen kuivaukseen asti. Opinnäytetyössä aluetta on rajattu käsittämään työvaiheet alkaen siitä, kun sorvattavat pöllit tulevat sorviin johtavalle kuljettimelle ja loppuen siihen, kun trukki poimii täydet viilupinkat pinkkauskoneen kuljettimelta. Koska opinnäytetyön aiheena on tutkia sorvauslinjaston tuotantohäiriöitä, eivät tukkien katkaisu ja haudonta ole olennaisia työvaiheita, sillä ne eivät epätoiminnallaan

aiheuta välittömiä pysähdyksiä sorvaukseen. Opinnäytetyön sorvauslinjasto käsittää edellä mainittujen työpisteiden lisäksi prosessissa muodostuvien sivutuotteiden käsittelyn, kuten purilaiden siirtymisen niille varattuun varastoon sekä puujätteen kuljetuksen hakkuriin ja siitä edelleen hakesiiloihin.

4 SORVAUSLINJASTON NYKYTILANTEEN KARTOITUS

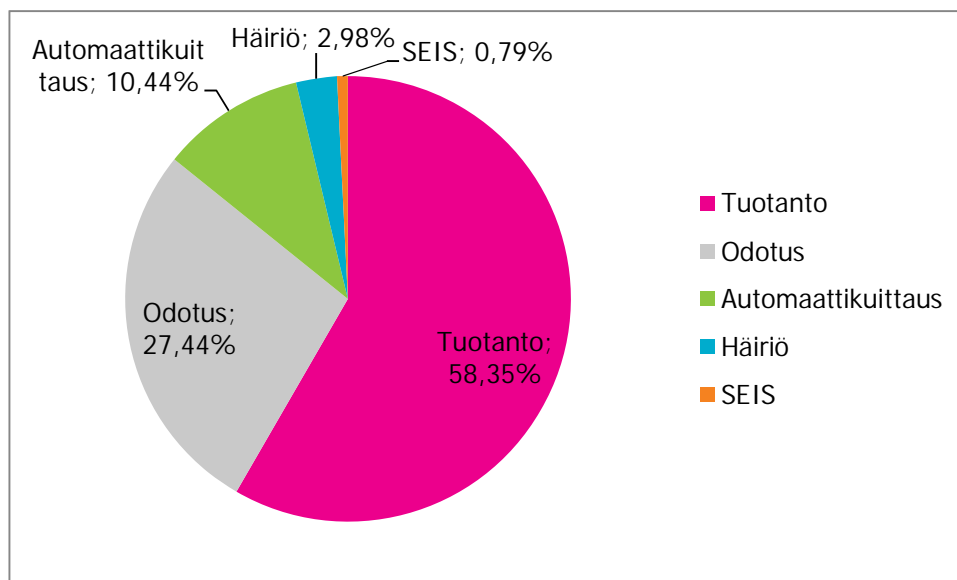
4.1 Sorvauslinjaston nykytilanne ennen tutkimusta

Tämän insinööriyön tarkoitus on tutkia Suolahden havuvanertehtaan sorvin toimintatehokkuutta ja syitä mitkä johtavat tehollisen työajan heikkenemiseen. Työssä pyritään löytämään linjastossa ongelmia aiheuttavat osat ja sen lisäksi yritetään tutkia, onko työryhmien työtavoissa on huomattavia eroja, jotka voivat vaikuttaa linjaston tehokkuuteen. Tutkimisen jälkeen pyritään löytämään ongelmia aiheuttaneisiin kohteisiin ratkaisuja, joilla ongelmaa voidaan pienentää tai poistaa se kokonaan.

Tutkimuksen aikana sorvauslinja pyörii kolmessa vuorossa kuusi päivää viikossa. Työvuoron mitta on kahdeksan tuntia ja käytössä on myös 20 minuutin mittainen työajan liukuma. Sorvilla toimii 4 eri työryhmää, joissa jokaisessa on kaksi sorvaajaa. Toinen sorvareista istuu valvomossa ja käyttää sorvikoneistoa sekä seuraa monitoreilta linjaston toimintaa, kun taas toinen sorvareista on ns. "pinkkavahti", joka yleensä toimii pinkkarin luona kuitaten häiriöitä ja siivoten. Pinkkavahtin tehtävä on siis varmistaa linjaston toiminta. Tämän lisäksi pinkkavahti seuraa aktiivisesti viulun laatua ja koneiden toimintaa. Sorvarit vaihtavat rooleja tietyin väliajoin. Olennaisena osana sorvin toimintaan kuuluu myös yksi trukkikuljettaja ja tukkinostimen käyttäjä.

Tehtaalla on käytössä jyvaskyläläisen Arrow engineeringin toimittama tiedonkeruujärjestelmä, joka kerää sorvilta erilaisia käyttötietoja. Järjestelmästä saadaan selville linjaston tuotannon määrä sekä sen pyörimisajat. Järjestelmä ei kuitenkaan erittele tarkkoja syitä siihen, miksi linjasto on pysähtynyt. Mikäli linjasto pysähtyy, mutta jatkaa toimintaansa alle 400 sekunnin kuluttua pysähtymisestä, kirjautuu pysähtyminen tiedonkeruujärjestelmään automaattikuittauksena. Näiden alle 400 sekunnin pysähdyksien aiheuttajista ei voida saada tietoa järjestelmän kautta. Mikäli pysähdys on pidempi kuin 400 sekuntia, se kirjautuu järjestelmään joko odotus- tai häiriöaikana. Odotusaikoihin sisältyvät erilaiset ruuhkatilanteet, siivoukset, asete- ja teränvaihtoajat, ennakkohuollot sekä esim. vuorottajan puutteesta johtuvat katkokset. Häiriöajat sisältävät erilaiset mekaanisten tai sähköisten häiriöiden aiheuttamat pysähdykset.

Tutkimalla tehtaan tiedonkeruujärjestelmästä saamia tuloksia lokakuulta 2013 (kuvio 2) voidaan huomata, että suurin pysähdyksiä aiheuttava kategoria on odotusaika, jonka osuus lokakuun työajasta on noin 24,5%. Seuraavaksi suurin kategoria on automaattikuittaus, jonka kokonaisosuus on noin 10,5% työajasta. Odotusajan suuruutta voidaan selittää siivouksilla, teränvaihoilla ja tauoilla, jotka kaikki ovat yleensä yli 400 sekunnin mittaisia. Myös isommat konerikot näkyvät taulukossa odotusaikana.



Kuvio 2 Sorvauslinjaston kokonaistyöajan jakautuminen lokakuussa 2013

Yhteensä sorvin toiminta-ajasta noin 42 % kuluu tuotantopysähdyksiin. Insinööriyön yksi päätarkoituksena on pureutua linjaston lyhytkestisiin taukoihin, joiden syytä ei saada selville tiedonkeruujärjestelmän keräämästä tiedosta. Tiedonkeruujärjestelmästä saatuja tietoja tutkimalla voidaan huomata työryhmäkohtaisten erojen olevan melko pieniä, eikä kuukauden otannalla tutkittuna ei voida tehdä pitäviä johtopäätöksiä vuorokohtaisista eroista. Työryhmien erilaiset työtavat voivat kuitenkin vaikuttaa melko paljon linjaston teholliseen työaikaan. Työryhmien työtavoilla voidaan vaikuttaa etenkin lyhytkestisiin taukoihin eli kuvan 4 osoittamiin automaattikuittausaikoihin. Odotusaikaan työtavat eivät vaikuta yhtä selkeästi kuin automaattikuittausaikoihin, sillä ennaltamäärätyt siivoukset on suoritettava säännöllisesti ja työntekijä voi harvoin vaikuttaa koneiden tai niiden osien hajoamiseen.

Sorvareiden työnkuvaan kuuluu siivota linjasto säännöllisesti. On sovittu, että aamu- ilta- ja yövuorossa on oma siivouskohteensa. Aamuvuorojen siivouskohde on sorvin siivous, eli sorvareiden tulee putsata linjasto pöllipukkarilta aina leikkurin pöydälle saakka. Iltavuoron siivouskohde on hakkurihuoneen putsaaminen ja yövuorossa tulee siivota pinkkarin ympäristö. Yleensä linjasto siivotaan lakaisemalla enimmäkseen roskat pois ja lopulta puhaltamalla paineilmalla loput roskat pois. Tämän jälkeen roskat lapioidaan kipperiin. Tutkimalla tiedonkeruujärjestelmän tietoja lokakuun ajalta voidaan huomata, että iltavuorojen odotusaika on aamu- ja yövuoroa pienempi. Tämä voidaan selittää sillä, että hakkurihuoneen siivouksen aikana toinen sorvareista voi sorvata, eikä linjaston sulkeminen ole tarpeen, sillä siivouksen aikana ei tarvitse liikkua paikoissa, joka aiheuttaisi työntekijöille vaaratilanteita. Aamu- ja yövuorojen siivouksia ei voida suorittaa linjaston pyöriessä, mikä johtaa suurempiin odotusaikoihin.

4.2 Insinööriyön tiedonkeruu

Insinööriyön tiedonkeruu suoritettiin tammikuussa 2014. Tietoa kerättiin linjastolla 17 vuoron ajan. Ensimmäisenä osana tiedonkeruuta tuli valmistaa Excel-pohja, johon tiedot on helppo dokumentoida. Tiedonkeruun aikana kirjattiin ylös kaikki sorvin tuotannon pysähtymiset, sekä niiden kesto ja syy mistä tuotantopysähdys johtui. Tämän lisäksi tiedonkeruuseen kuului sorvareiden haastattelu vuorojen aikana. Tutkimuksessa tiedot on kerätty aamuvuoroissa kello 6:00—14:00, iltavuoroissa 14:00—22:00 ja yövuoroissa kello 22:00—06:00. Tiedonkeruu pyrittiin järjestämään siten, että tietoa kerättäisiin mahdollisimman tasaisesti jokaisen työryhmän kanssa ja jokaisessa työvuorossa. Jokaisen työryhmän kanssa käytiin vähintään yhden aamuvuoron, kahden iltavuoron sekä yhden yövuoron ajan tutkimassa linjaston toimintaa. Tiedonkeruu suoritettiin jokaisen työryhmän kanssa ns. pitkän viikon aikana, eli viikolla, jolloin työryhmällä oli kaikki 6 työvuoroa peräkkäin maanantai-lauantai välisenä aikana.

Tiedonkeruun aikana kaikki häiriöt jaettiin niiden tapahtumapaikan mukaan eri osioihin. Kaikkiaan sorvauslinjasto jaettiin 7 eri osioon. Jaetut osiot ovat pöllikuljetin, sorvi, leikkuri, pinkkari, jätematto, hakkuri ja purilashäkki. Näiden lisäksi siivoukset kirjattiin omaan alaryhmäänsä ja muut pysähdykset, kuten vuoropalaverit ja tauot kirjattiin "linjasto" osioon. Pöllikuljetin osioon kuuluvat välivastokuljetin, pukkari ja pukkarille tukkeja tuova kuljetin. Seuraava osio on "sorvi" joka alkaa keskitäjän porrasannostimelta ja sisältää kaikki laitteet aina leikkurin pöydälle asti. Sorviin kuuluu siis keskittäjä, purilasmatto, sorvi, ja viilukuljettimet. Leikkuriosio alkaa viilukuljettimien päästä trayn kennolta ja loppuu pinkkarin nieluun. Pinkkari alkaa pinkkarin nielusta ja sisältää kaiken aina pinkkarin ketjujen päähän, josta trukkikuljettaja voi nostaa täydet niput pois. Jättematto sisältää koko sorvauslinjan alla kulkevan jätematon ja hakkurille johtavat jätekuljettimet. Hakkuri-alaryhmällä tarkoitetaan kaikkea hakkurihuoneen sisällä olevaa ja sen lisäksi hakesiiloon johtavia hakekuljettimia. Purilashäkki sisältää purilasketjun, joka alkaa purilasmaton päästä sorvin vierestä ja johtaa purilashäkeille. Siivousosio pitää sisällään ennaltasovitut linjaston siivoukset ja linjasto-osio pitää sisällään pysähdykset, jotka eivät suoranaisesti johdu mistään sorviin liittyvästä tekijästä. Linjasto-alaryhmä pitää

sisällään pysähdykset jotka johtuvat esim. tauoista ja vuoropalavereista. Näiden lisäksi on eritelty aseteajat, joihin kuuluvat terien vaihdot ja sorvausohjelman muutokset.

4.2.1 Käytettävyyssarvo

Käytettävyyssarvoa laskiessa tulee ensin jakaa kerättyjen tietojen häiriöt nopeus- ja käytettävyyshäviöihin. Kerätyistä häiriöistä kaikki alle 5 minuuttia kestävät pysähdykset otetaan huomioon nopeushäviöinä, kun taas yli 5 minuuttia kestävät häiriöt lasketaan käytettävyyshäviöiksi. Nopeus- ja käytettävyyshäviöiden välinen ero ei ole kovin konkreettinen, joten ne on melko vaikeaa erotella toisistaan. Häviöiden jakamisella ajan suhteen ei kuitenkaan ole merkitystä KNL-laskennan lopputulokseen, sillä niin kauan kuin häiriöajat lasketaan jompaankumpaan, joko käytettävyyshäviöihin tai nopeushäviöihin, on lopputulos on sama. Tarkastelujakson aikana tehtaassa pidettiin jokaiselle vuorolle vuoropalaverit, jotka aiheuttivat huomattavia pysähdyksiä linjastossa. Näitä palavereja ei kuitenkaan oteta huomioon KNL-laskennassa sillä ne ovat ennalta suunniteltuja seisokkeja, eivätkä johdu linjastosta millään tavalla. Vuoropalaverien yhteiskesto tarkastelujakson aikana oli noin 6 tuntia.

4.2.2 Nopeusarvo

Nopeusarvoa laskettaessa otetaan huomioon tammikuun tiedonkeruun aikana saaduista häiriöistä ne, joiden kesto on alle 5 minuuttia. Nopeushäiriöt aiheutuvat siis lyhyistä pysähdyksistä, kuten sotkuista, pienistä tukoksista ja muista vähäisistä konehäiriöistä. Siivoukset, tauot ja konerikot otetaan siis huomioon käytettävyyssarvossa. Nopeusarvoa laskiessa on päätetty valita ideaalinopeudeksi nopeus, joka vastaa 8h työnteon aikana 42 000 juoksumetrin määrää pinkatuissa viiluissa. Jos määrää tutkitaan tasaisella vauhdilla, tulisi linjaston pyöriä 87,5 metrin minuuttivauhtia. Todellisuudessa sorvauslinjaston eri laitteilla on erilaisia nopeuksia, esimerkiksi sorvia ja viilukuljettimia ajetaan yleensä 200 metrin minuuttinopeudella, kun taas leikkuri pyörii 120–130 metrin minuuttinopeudella. Koska linjaston häiriöt ja muut syyt hidastavat tuotantoa, linjaston toteutunut nopeus ei tasaisella vauhdilla saavuta 87,5 metrin minuuttinopeutta.

4.2.3 Laatuarvo

Laadun määrittäminen sorvauslinjastolla on hyvin vaikeaa sillä sorvattua viilua ei voida korjata tai työstää uudelleen. Sorvauslinjastolla ei erotella viilua laadun perusteella, vaan ainoastaan kosteuden mukaan. Koska viiluarkkeja hylätään laadun vuoksi vasta kuivaajan syötöissä sekä lajittelussa, on erittäin haasteellista määrittää sorvauslinjastolta tuleen hyväksytyt ja hylätyn tuotannon määrä. Siksi opinnäytetyössä käytetään laatuarvona 1. Tämä tarkoittaa, että kaikki sorvattu tavara on laadusta eikä sitä hylätä tai työstetä uudelleen puutteellisen laadun vuoksi. Koska opinnäytetyössä keskitytään linjaston tuotantohäiriöihin, eivät laatuviat ole merkittävä asia työn tuloksen suhteen.

4.3 KNL-laskenta

Taulukko 1 KNL-laskenta

Vuoro	Pvm	Ideaalinopeus (jm/min)	Tuotanto (jm)	Käytettävyys			Nopeus			Laatu	KNL	
				Vuoron kesto	Tuotantoaika	Käytettävyys	Tuotantoaika	Toteutunut nopeus (m/min)	Nopeusarvo			
1	7.1	87,5	26153	8:00:00	6:20:43	79,3 %	7:19:25	59,52	68,0 %	1	53,95 %	
1	8.1	87,5	29847	8:00:00	7:18:00	91,3 %	6:55:32	71,83	82,1 %	1	74,91 %	
1	9.1	87,5	26408	8:00:00	6:22:25	79,7 %	7:15:42	60,61	69,3 %	1	55,19 %	
1	10.1	87,5	27190	8:00:00	7:09:35	89,5 %	7:00:11	64,71	74,0 %	1	66,19 %	
2	2.1	87,5	17039	8:00:00	4:30:48	56,4 %	7:10:30	39,58	45,2 %	1	25,52 %	
2	3.1	87,5	29101	8:00:00	7:04:43	88,5 %	6:52:38	70,53	80,6 %	1	71,32 %	
2	4.1	87,5	32588	8:00:00	7:31:09	94,0 %	7:01:37	77,29	88,3 %	1	83,03 %	
2	29.1	87,5	16784	8:00:00	7:17:45	91,2 %	7:21:31	38,01	43,4 %	1	39,62 %	
2	31.1	87,5	23537	8:00:00	6:39:19	83,2 %	7:16:06	53,97	61,7 %	1	51,31 %	
3	21.1	87,5	12569	5:50:00	5:37:30	96,4 %	5:36:41	37,33	42,7 %	1	41,14 %	
3	22.1	87,5	28438	8:00:00	6:58:23	87,2 %	7:17:31	65,00	74,3 %	1	64,75 %	
3	23.1	87,5	23903	8:00:00	6:33:07	81,9 %	7:18:07	54,56	62,4 %	1	51,07 %	
3	24.1	87,5	20877	8:00:00	6:22:31	79,7 %	6:52:24	50,62	57,9 %	1	46,11 %	
4	14.1	87,5	25159	8:00:00	6:12:00	77,5 %	7:06:18	59,02	67,4 %	1	52,27 %	
4	15.1	87,5	26866	8:00:00	6:31:18	81,5 %	6:51:53	65,23	74,5 %	1	60,77 %	
4	16.1	87,5	13186	4:21:00	3:43:45	85,7 %	3:58:19	55,33	63,2 %	1	54,21 %	
4	17.1	87,5	26546	8:00:00	3:27:30	43,2 %	7:03:42	62,65	71,6 %	1	30,95 %	
				Käytettävyys ka				Nopeus ka		Nopeus ka	KNL ka	
										66,3 %	KNL ka	54,25 %

Kun kaikki mitatut tuotantohäiriöt on kirjattu Excel-taulukkoon, voidaan laskea KNL-arvo. Taulukosta 1 voidaan nähdä, että tarkastelujakson keskimääräinen tehokkuus on 54 %. Tämä tarkoittaa, että vain hieman yli puolet linjaston suunnitellusta toiminta-ajasta on tehokasta, tuottavaa aikaa. Tavoitearvo KNL-laskennassa on 99 % ja ns. maailmanluokan tehokkuusarvo on 85 %. Laskennan tulos todennäköisesti muuttuisi suuntaan tai toiseen, mikäli tarkastelujaksoa pidennettäisiin. 17 vuoron mittainen tarkastelujakso on hyvin suppea ja jo yksi isompi häiriö tai konerikko saattaa vaikuttaa huomattavan paljon kokonaistehokkuuteen. Koska tarkastelujakson aikana pidettiin vuoropalavereja, jotka olivat suunniteltuja seisokkeja, on nämä ajat poistettu laskennasta kokonaan. Tämän vuoksi 16.1 sekä 21.1 vuorojen pituudet ovat lyhyemmät kuin 8 tuntia. Suurimmat käytettävyyshäiriöt linjastolla ovat sorvaajien pitämät kahvi- ja ruokatauot, terien vaihdot ja teroitukset, linjaston säännölliset siivoukset ja hakkurin häiriöt.

4.4 Tulosten analysointi

Häiriölistaa tutkittaessa on helppo todeta, että tuotantopysähdyksiä aiheuttaa erittäin suuri määrä erilaisia ongelmia. Seisahduksien takana ei siis ole muutamaa yksittäistä ongelmaa, vaan ongelmia aiheuttaa suuri määrä erilaisia tapahtumia. Kuitenkin useiden hyvinkin erilaisten häiriöiden syyt johtuvat harvemmasta määrästä ongelma-kohtia prosessissa, kuten puukkojätteen kulkeutumisesta pinkkarille. Käytettävyyshäiriöitä linjastolla aiheuttavat ei suunnitellut, pidemmät tuotantokatkokset ja erilaiset konerikot. Tarkastelujakson aikana ei tullut juuri lainkaan isompia koneiden hajoamisia, vaan suurimmat katkokset aiheutuivat aseteajoista, siivouksesta ja tauoista. Tärkeä osa käytettävyyden parantamisessa on toimiva ennakkohoito.

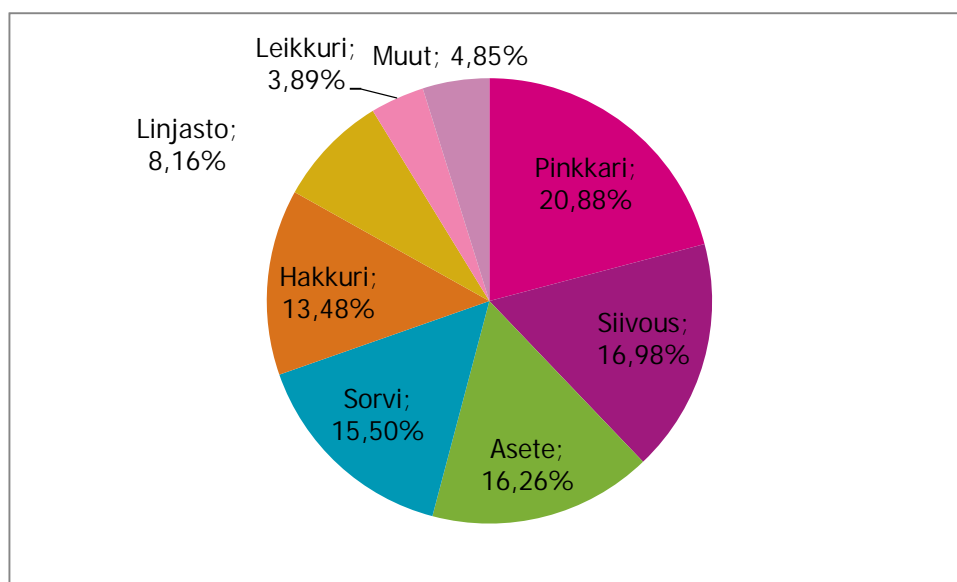
Nopeushäiriöt ovat lyhyitä tuotantokatkoksia, joita karsimalla linjaston nopeutta saataisiin parannettua huomattavasti. Pitkään samalla työpisteellä toimineelle työntekijälle lyhyet häiriöt ja tuotantokatkokset voivat tuntua välttämättömiltä, työnkuvaan kuuluvilta pysähdyksiltä, vaikka todellisuudessa minkään tuotantokatkoksen ei tulisi kuulua työhön. Nopeushäiriöiden parantamiseen voidaan siis osittain vaikuttaa työntekijöiden luovalla asennoitumisella työhön, esimerkiksi miettimällä syitä ja korjauksia katkoksiin. Jotkin lyhyet katkokset johtuvat hyvin yksinkertaisesta ongelmasta, joka voidaan korjata hyvin pienin investoinnein ja muutoksin.

Linjaston tehokkuutta voidaan myös kasvattaa lisäämällä sorvauksen nopeutta. Nopeuden lisäämisellä ei kuitenkaan saa olla heikentävää vaikutusta sorvauksen laatuun tai laitteiston käytettävyyteen. Liian nopea sorvaus aiheuttaa helposti viulun pinnan liiallista karheutta, mikä vaikeuttaa arkkien jatkokäsittelyä. Nopea sorvaus lisää myös pöllien korkkausta. Mikäli sorvia ajetaan hyvin nopeasti, korostuu sorvaajien valppauden merkitys. Ajamalla koneita erittäin kovaa vauhtia, myös ongelmia tulee nopeammin. Yleinen sorvausnopeus työryhmissä on 200 metriä minuutissa, joka on todettu hyväksi nopeudeksi sorvauksen laadun ja koneiden käytettävyyden kannalta. Sorvaustuotanto on myös hyvin paljon riippuvainen sorvattavan puun läpimitasta. Läpimitaltaan hyvin pientä puuta ajettaessa sorvauksen nopeuttaminen on hyödytöntä, sillä keskittäjä ei pysty keskittämään puita riittävästi vauhtia ja tämä aiheuttaa toistuvia, lyhyitä katkoksia tuotannossa. Hyvin suurikokoisia puita

sorvattaessa liiallinen nopeus aiheuttaa helposti puun korkkauksen ja pahimmassa tapauksessa puuta ei saada sorvattua lainkaan, vaan se on siirrettävä trukilla pois sorvilta.

Tarkastelujakson aikana oli helppo huomata myös ilmanlämpötilan vaikutuksen sorvaukseen. Kaksi ensimmäistä viikkoa tarkastelujaksosta oli hyvin lauhaa, jopa nollakeliä. Kun kolmannella viikolla pakkasen kiristyi jopa $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ asteeseen, alkoi se vaikuttaa huomattavasti puun laatuun. Sorville tulleiden puiden lämpötilat vaihtelivat rajusti ja puiden lämpötila oli jopa alle $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ astetta. Näin kylmä puu ei kestä sorvauksesta aiheutuvia voimia ja se ilmenee viulumaton voimakkaana halkeilemisena. Halkeillut viulumatto joudutaan leikkaamaan jätematolle, sillä siitä ei tule lainkaan ehjiä arkkeja. Tällaiset halkeilleet arkit sotkevat hyvin herkästi pinkkaria ja viulunippuja, aiheuttaen paljon ongelmia muun muassa pinkkarin valoverhoilla. Kylmä puu on seurausta liian lyhyestä haudonta-ajasta, sekä odottamattomista odotusajoista sorvilla. Kun sorvaus pysähtyy, jäävät tukkinostimen ulkopöydälle nostetut tukit kylmän ilman armoille ja jäähtyvät. Lämpimiltään hyvin suuret puut ovat kylmänä lähes mahdottomia sorvattavia, ja niistä saadaan hyvin vähän, jos lainkaan kelpollista viilua. Lämpimiltään pienemmät puut ovat siis suuria puita helpompia sorvattavia kylmänä, ja vaativat lyhyemmän hautoma-ajan lämmitäkseen.

Kun tutkitaan häiriöiden jakautumista linjaston osien välillä, voidaan erotella alueet, jossa tapahtuu eniten häiriöitä. Kuvassa 5 on esitetty tarkastelujaksolla tapahtuneiden tuotantokatkosten jakauma linjaston osien kesken.



Kuvio 3 Häiriöaikojen jakautuminen tammikuussa 2014

Kuviossa 3 Häiriöt on jaettu häiriöiden aiheutusalueen mukaisesti, ja prosenttiosuudet ovat suhteessa kokonaishäiriöaikaan tarkastelujakson aikana. Yhteenlaskettuna kirjatut häiriöajat tammikuun ajalta on 43 tuntia 8 minuuttia.

Kuvion 3 mukaisesti eniten katkoksia aiheuttava linjaston osa on pinkkari. Pinkkarilla tapahtuvien häiriöiden kesto on jopa yli viidenneksen tarkastelujakson kokonaishäiriöajasta. Seuraavaksi suurin häiriöalue on noin sorvi 15,5 % ja hakkuri 13 % osuudella. Terien ja puukkojen vaihtoon sekä niiden teroittamiseen kuluva aika on noin 16 % ja siivoukseen kuluva aika on 17 % häiriöajasta. Huomattavaa on, että linjastohäiriöiden osuus on noin 8 % ja se koostuu lähes kokonaan tauoista. Tällaisia pysähdyksiä ei pitäisi olla lainkaan, sillä sorvia tulisi vuorottaa taukojen ajan. Tarkastelujakson aikana oli vain yksi vuoro, jolloin sorvauslinjastolla oli töissä yksi sorvaaja. Tällöin työn vuorottaminen on mahdotonta. Vuorotuksessa toinen sorvareista käy tuuraamassa tukkinostimen työntekijää tauon ajan ja tämän jälkeen molemmat sorvarit pitävät taukonsa vuorotellen. Huomattavaa on kuitenkin liukuman erinomainen toimiminen sorvauslinjastolla. Työajan liukuma ei aiheuttanut tarkastelujakson aikana lainkaan pysähdyksiä, vaan sorvaajat noudattavat liukumaa, ja poistuvat työpisteeltä vasta seuraavan vuoron tullessa. Tämä on hyvin tärkeää, sillä vuoronvaihdoksen aikana aiemman vuoron sorvari voi ilmoittaa, mikäli linjastossa on jotain epäilyttävää, tai erityishuomion kohteita.

Tarkastelujakson lyhyt kesto vaikuttaa laskennan tulokseen heikentävästi, sillä yksittäisten konerikojen vaikutus laskentaan voi olla huomattavan suuri. Vaikka tiedonkeruu-aika oli lyhyt, saatiin kuitenkin selvitettyä suurimpia häiriönaiheuttajia. Eniten harmia linjaston toiminnalle on toistuvista pikkukuvioista ja tukoksista, eikä niinkään suuremmista konerikoista. Jotta KNL-laskennasta saataisiin mahdollisimman suuri hyöty, tulisi laskentaa tehdä säännöllisesti. Tällöin tehokkuuslaskelmalla voitaisiin peilata helposti esimerkiksi korjausten ja linjastomuutosten vaikutusta toiminnan tehokkuuteen. Yksittäisestä laskelmasta voidaan kuitenkin saada yleiskuva linjaston tehokkuudesta. KNL-laskennan mukaisesti linjaston tehokkuutta olisi helpointa lisätä tarkastelemalla nopeushäviöitä. Nopeushäviöiden keskiarvo on 66 % kun käytettävyyden arvo on jopa 83 %.

5 HÄIRIÖIDEN SELITTEET JA KORJausehdotukset

5.1 Perustiedot

Tarkastelujakson aikana on myös tutkittu häiriöiden aiheuttajia ja koitettu keksiä ratkaisuja häiriöiden aiheuttajiin. Ongelmiin voidaan puuttua joko kehittämällä laitteistoa tai työtapoja. Korjausehdotukset on pyritty luomaan siten, että ne voitaisiin toteuttaa ilman suuria resursseja. Korjausehdotuksia luodessa on tärkeää pyrkiä etsimään häiriön todellinen syy, eikä poistaa häiriötä myöhemmin linjastolla. Mitä aikaisemmassa vaiheessa häiriö saadaan poistettua, sitä vähemmän siitä on haittaa tuotannon kannalta. Tämän lisäksi on pyritty tarkkailemaan työryhmien työtapoja, ja etsitty niistä kehitettäviä asioita. Usein samalla työpisteellä pitkään työskennellyt työntekijä ei välttämättä huomaa tai kiinnitä huomiota työtapoihinsa yhtä tarkasti. Tarkastelemalla työskentelytoimintaa kokonaisuutena, voidaan monesti huomata korjattavaa ja kehitettävää myös työtavoissa. Suuri osa korjausehdotuksista on saatu haastatteleamalla sorvareita tammikuun aikana. Linjaston työmiehillä on paljon kokemuksen kartuttamaa tietoa linjaston toiminnasta ja kehitysideoista ja tätä resurssia on pyritty hyödyntämään oppinäytetyön korjausideoita luotaessa.

5.2 Pöllikuljetin

Pöllikuljettimen aiheuttamat häiriöt olivat hyvin vähäisiä tarkastelujakson aikana. Kuljetin on hyvin varmatoiminen eikä usein toistuvia ongelmia esiintynyt. Yleisimmät häiriöt pöllikuljettimen alueella ovat pukkarille peräkkäin jumittuneet pöllit, välivarastokuljettimen valokennon likaantuminen ja liiallinen usva nostimen pöydällä.

Kun pukkarille pääsee kaksi pöllä peräkkäin, ei pukkarilla työnnä pöllejä edestään välivarastokuljettimen kiramolle.



Kuva 3 Pöllikuljettimen pukkarilla. Kuva: Ilkka Solismaa 2014.

Kuvassa 3 näemme (1) pukkarin, (2) pölliketjun vastalevyn ja (3) pölliketjun. Ongelma aiheutuu, kun pölliketjua pitkin tuleva puu ajautuu kiinni vastalevyyn, eikä pukkarin työnnä sitä kiramoon, jossa kuvan puu makaa. Tällöin pölliketju kuljettaa uuden puun pukkarille, kunnes puiden päät törmäävät ja linjasto pysähtyy. Häiriö ei aiheuta sorvin pysähtymistä, mutta estää puiden tulon sorville ja siten estää sorvauksen. Häiriö aiheutuu hyvin usein siitä, kun pölliketju sammutetaan nostimen kopista. Pukkarin toiminta on kytketty ajastuksella pölliketjun seinämässä olevaan valokennoon. Kun valokennon ohi lipuu puu, ajastin laskee tietyn ajan ja antaa pukkarille käskyn tehdä työntöliike. Jostain syystä tämä signaali häiriintyy, kun pölliketju sammutetaan. Pukkarin häiriö on melko harvinainen ja ei aiheuta yleensä pitkiä katkoksia. Puiden ollessa jumissa, pitää sorvarin tulla pukkarin vieressä olevalle paneelille ja pukata puu käsiajolla kiramolle. Koska kuljetin on välillä pakko sammuttaa nostimelta, on vaikeaa kehittää ongelmaan poistoratkaisua. Häiriön purkua voidaan kuitenkin helpottaa sijoittamalla sorvin ohjaamoon nappi, millä pukkaria voidaan ohjata manuaalisesti.

Toiseksi yleisin ongelma pöllikuljettimella on välivarastokuljettimen kennon likaantuminen. Kenno sijaitsee heti välivarastokuljettimen kiramion jälkeisessä seinämässä.



Kuva 4 Välivarastokuljettimen valokenno. Kuva Ilkka Solismaa 2014.

Kuvassa 4 voidaan nähdä välivarastokuljettimen valokenno (1) ja vastakappaleena toimiva prismapeili (2). Yleensä häiriön aiheuttaa peilin likaantuminen. Kun peili likaantuu, valokenno lukee jatkuvasti, että sen edessä on puu ja tällöin pukkarilta ei tule lainkaan puita välivarastokuljettimen kiramoon. Häiriö ei siis suoraan pysäytä sorvausta, mutta se johtaa välivarastokuljettimien tyhjenemiseen puista ja siten sorvauksen pysähtymiseen. Pöllikuljettimen häiriöt purkaa yleensä sorvauskopissa työskentelevä henkilö ja siten sorvi on pysäytettävä aina kun häiriöitä lähdetään purkamaan. Helppo ratkaisu ongelmaan on siirtää peiliä hieman pois päin kuljettimen seinämästä. Mikäli peiliä siirretään 10 senttimetriä taaksepäin, ei märistä puista tuleva höyry ja roiskeet likaa kennoa.

Kolmas merkittävä ongelmakohta sijaitsee nostimella. Kylminä talvipäivinä hautomoaltaiden vesi höyryää niin voimakkaasti, että se estää tai vaikeuttaa huomattavasti puiden nostamista tukkipöydille. Tämä ongelma korostuu etenkin yö- ja iltavuoroissa, kun suurin osa työajasta on pimeää. Nostimen työntekijöiden mukaan ongelma on hyvin yleinen talviaikana, ja pahimmillaan se on kovilla pakkasil- la. Sankka usva estää nostimen käyttäjää näkemästä tukkipöytiä, joihin tukkeja tulisi nostaa ja siten hidastaa työntekoa. Tämä on myös työturvallisuusriski, sillä välillä nostimenkäyttäjä joutuu nosta- maan puita näkemättä pöytää kunnolla. Tämän takia puita saattaa pudota pöydän ohi, tai ne mene- vät vinoon pöydällä, mikä aiheuttaa ruuhkan. Kun puita ei voi nostaa, aiheuttaa se välillisesti ongel- mia myös sorvilla. Kun sorvin välivarastokuljetin pääsee tyhjenemään, välivarastokuljettimella kulke- vat puut pääsevät helpommin poikittain. Tyhjällä kuljettimella liikkuvat yksittäiset puut kääntyvät vi- noon huomattavasti herkemmin kuin silloin, kun kuljetin on täynnä puuta. Nostimen alle on asennet- tu kaksi puhallinta, joiden tehtävä on puhaltaa enimmäkseen usvat pois, jotta nostimenkäyttäjä näkee työskennellä. Molemmat puhaltimista olivat kuitenkin särkyneet, eivätkä ne toimineet lainkaan. Pu- haltimien korjaamisella voitaisiin helpottaa nostimenkäyttäjän työtä, sekä tehdä puun nostamisesta altaasta tukkipöydälle jatkuvaa, mikä takaisi jatkuvasti riittävän puunsaannin sorville. Tarkastelujak- son aikana tämä ongelma ei aiheuttanut järin pitkiä taukoja, koska pakkasjakso oli hyvin lyhyt. Pu- haltimet voidaan nähdä kuvassa 5.



Kuva 5 Näkymä nostimen kopilta hautomolle. Kuva: Ilkka Solismaa 2014.

5.3 Sorvi

Sorvi käsittää tässä tapauksessa keskittäjän, sorvin sekä viilukuljettimet aina leikkurin pöydän alkuun saakka. Sorvissa ei ole yleensä ollut kovin paljoa säännöllisiä vikoja, vaan sorvin häiriöt ovat hyvin vaihtelevia. Odottamattomat tuotantoseisokit ovat usein hyvin läheisesti yhteydessä sorville tulevan puun laatuun. Kun sorville saapuvat pöllit ovat kylmiä, hyvin suuria, runsasoksaisia tai erittäin lenkkoja, aiheutuu paljon ongelmia sorvauslaitteistossa. Sorvaus on linjaston vaativin ja monimutkaisin prosessi ja se selittää osaksi sorvin häiriöiden suuren määrän. Puun matka keskittäjän lävitse sorville ja siitä eteenpäin viilumattona leikkurille vaatii hyvin monenlaisten koneiden ja niiden osien virheetöntä toimintaa.

Yksi ylivoimaisesti eniten pysähdyksiä aiheuttava ongelma on puukkojätteen poistopuhaltimet. Kun pölli sorvataan viilumatoksi, leikataan matto sorvauksen yhteydessä oikeaan mittaansa puukkoterillä. Puukot sijaitsevat molemmin puolin sorvin teriä. Puukotuksessa viilumaton päistä irtoaa muutaman sentin paksuista siivua, jonka kuuluisi pudota sorvin rähjäläpän jälkeen sorvin alla kulkevalle jätekuljettimelle. Rähjäläpän ylle on tehty kaksi erillistä puhallinta, joiden tehtävä on puhaltaa puukkojäte viilumaton reunoilta ja päältä alas jätekuljettimelle. Puhaltimien toiminnassa on kuitenkin paljon toivomisen varaa, sillä viilumattojen päälle jää hyvin paljon puukkojätettä. Tämä puusilppu ei aiheuta suoranaisia pysähdyksiä sorvilla, mutta aiheuttaa hyvin paljon ongelmia pinkkarilla. Puukkojäte aiheuttaa linjastolla ylivoimaisesti eniten ongelmia ja katkoksia. Se pääsee kulkeutumaan viilumaton päällä leikkurin pöydälle, jossa se aiheuttaa ongelmia, kuten jatkuvaa roskanleikkausta ja ruuhkakennojen hälytyksiä. Näitä ongelmia selvitetään enemmän luvussa 6.4. Puukkojäte aiheuttaa suurimmat ongelmat pinkkarilla, jossa silppu aiheuttaa sotkua ja häiriöitä. Puusilppu kulkeutuu viilun mukana pinkkarille, ja kun arkit iskeytyvät nostolavalle, lentää arkkien päällä oleva puukkojäte pinkkarin lattioille. Pinkkari siivotaan yövuorojen aikana ja se on sorvilla tapahtuvista siivouksista aikaa-
vievin ja vaikein suorittaa. Jäte menee myös hyvin herkästi pinkkarin imukoteloihin aiheuttaen vaillinaista imua ja siten arkit eivät pysy imussa vaan putoilevat pois väärissä paikoissa aiheuttaen pahaa sotkua. Viilupinkkojen välissä olevat puukkojätteen palaset kulkeutuvat aina kuivaajalle saakka, jossa ne voivat pudota kuivaajan sisään aiheuttaen siivoa. Pinkkarin ongelmista enemmän luvussa 6.5.

Tutkittaessa viilupuhaltimien toimintaa, voidaan helposti huomata, että eniten puukkojätettä kulkeutuu viilukuljettimen alaradalla menevän viilumaton päällä. Yläradalla kulkevan maton päälle puhaltimet puhaltavat huomattavasti tehokkaammin ja putsaavat siten viilumaton. Puhaltimet eivät siis puhalla riittävästi alaradalle, jotta puukkojäte lentäisi matolta alas. Kuvassa 6 voidaan nähdä vanha puhallin (1). Viiluradan ylle on myös jälkeempään asennettu uusi ja tehokkaampi puhallin, joka puhaltaa tehokkaasti ylemmän viiluradan puhtaaksi, mutta sen vaikutus ei yllä alemmalle viiluradalle.



Kuva 6 Puukkojätteen poisto vanhalla puhaltimella. Kuva Ilkka Solismaa 2014.

Jotta ongelma saataisiin korjattua on välttämätöntä muokata nykyistä puhallinjärjestelmää, jotta sen toiminta ylittäisi myös viilukuljettimen alaradalle. Tehokkain ratkaisu olisi tehdä alaviiluradalle täysin oma puhallusjärjestelmä. Sorvin rähjäläpän ja tippelin jälkeen viiluradan poikki kulkee tukipalkki, joka tukee ylempää viilurataa. Palkki on alapuoleltaan ontto, ja sen sisään olisi helppo laittaa puhaltimen letkut niiden olematta ali- tai ylikulkevien viilujen tiellä. Tällä tavoin alaradan viilumaton putsaus voitaisiin varmistaa ja siten vähentää selkeästi siivouksen ja muiden häiriöiden aiheutumista myöhemmissä työvaiheissa. Myös nykyisten puhallusletkujen asentoa voisi muuttaa, jotta niiden vaikutus kohdistuisi oikeassa kulmassa.

Tämän lisäksi viilukuljettimen hautomonpuoleiselle sivulle voisi tehdä levyn, jotta alaspuhallettu puukkosilppu ei lentäisi sorvin alle lattialle, vaan putoaisi jätekuljettimelle. Kuljettimen sivua on levytetty muutaman metrin matkalta sorvin jälkeen, mutta levytystä voisi jatkaa hieman edemmäs. Viilukuljettimien seinämät ovat täysin avoimet ja silppu lentää jätekuljettimen ohi suoraan hallin lattioille, mikä aiheuttaa paljon siivoamista. Etenkin hautomon puolelle olisi erittäin hyödyllistä tehdä seinä, sillä paikka on hyvin ahdas siivottava. Kuivaajan puolelta viilukuljettimen ja jätematon tulee olla avoin, sillä mikäli alaradalle syntyy ruuhka, on se mahdollista purkaa tältä puolen. Kuivaajan puolella puukkojätteen siivous ei ole lainkaan niin vaikeaa, sillä tila on selkeästi avoimempi. Kuvassa 7 voimme nähdä alueen, joka tulisi sulkea seinämällä. Kuva on otettu sorvin hydraulikkakoneikkojen vierestä lähes sorvauskopin alta. Kuvassa voidaan nähdä kuinka puhaltimet puhaltavat roskat viilun päältä suoraan lattioille. Siivoaminen on vaikeaa, sillä roskat lentävät juuri viilukuljettimen sivuille johtavan portaikon alle. Kuva on otettu aamuvuorossa, sorvin siivouksen jälkeen, joten kuvassa näkyvissä oleva roskakasa on syntynyt hyvin lyhyessä ajassa.



Kuva 7 Jättematon hautomonpuoleinen sivu. Kuva Ilkka Solismaa 2014.

Yksi eniten aikaavieviä katkoksia sorvilla on terien ja puukkojen hionta. Sorvin teriin tulee hyvin helposti pieniä jälkiä, jotka heikentävät viilun laatua merkittävästi. Tällöin sorvi on pysäytettävä ja terä on käytävä hiomassa hiomakivellä sileäksi. Mikäli sorvari näkee terässä olevan jäljen liian isoksi, tulee molemmat sorvin terät vaihtaa. Liian suuria halkeamia terästä ei voi hioa pois, sillä se aiheuttaa terään suuremman epätasaisuuden, joka näkyy viilun paksuuden muuttumisena. Usein teriin aiheuttaa jälkiä puut, joihin on tarttunut hiekkaa tai kiviä ja joskus puissa saattaa olla jopa nauvoja. Myös hyvin suuret ja oksaiset puut saattavat pyöristysvaiheessa lyödä sorvin terään niin lujaa, että terään tulee jälki.

Sorvin terien lommoutumista on hyvin vaikeaa korjata tai ennaltaehkäistä. Mikäli sorvin karoille tulee hyvin oksainen ja suuri puu, sorvarit yleensä pienentävät pyöristyspaksuuden 2 millimetriin ja hidastavat sorvausnopeutta hieman. Tällä tavoin voidaan pienentää teriin kohdistuvien iskujen voimaa, mutta mikäli puussa on kiviä tai metallia, on mahdotonta estää terien hajoaminen.

Tammikuun aikana hyvin yleinen ongelma sorvilla oli, kun keskittäjän porrasannostin ei saanut puuta nostettua ylöspäin. Tätä tapahtui etenkin läpimitaltaan pienillä puilla. Ongelma ei aiheuttanut pitkää katkosta tuotantoon, mutta kappalemäärällisesti katkoksia tuli hyvin paljon. Ongelma saatiin korjattua liikuttamalla porrasannostimen rajaa eteenpäin. Porrasannostimen alla on induktiivinen raja, joka määrää annostimen liikkeen pituuden. Raja oli päässyt aukeamaan kiinnityksistään valumaan alaspäin, mikä aiheutti annostimen liikkeen lyhenemisen.

Toisinaan katkoksia aiheuttaa pölliin kääntyminen poikittain keskittäjän porrasannostimella.



Kuva 8 Keskittäjä ja keskittäjän porrasannostin. Kuva Ilkka Solismaa 2014.

Kuvassa 8 voidaan nähdä keskittäjän porrasannostin (1). Kun puu pääsee kääntymään välivarastokuljettimen päässä poikittain ja tulee pituussuunnassa keskittäjän porrasannostimelle, ei sorvarilla ole muuta mahdollisuutta kuin pysäyttää sorvaus ja sulkea sorvi kokonaisuudessaan. Tämän jälkeen kääntynyt puu pitää käydä kääntämässä joko katossa olevan sähkötoimisen ketjupaljan avulla tai käsin nostamalla. Pahimmassa tapauksessa puu voi jäädä porrasannostimelle siten, että mitkään annostimen valokennot eivät rekisteröi puuta, jolloin välivarastokuljetin työntää poikittain olevan puun päälle lisää puita. Mikäli sorvari ei ole valppaana, saattaa annostimelle tulla hyvinkin suuri sotku, jonka purkaminen on aikaavievää. Suurempien ruuhkien purkamistilanteissa tulee aina käyttää katossa olevaa ketjupaljaa, koska sen avulla puita voidaan nostaa olematta itse puiden lähetyvillä. Mikäli puita on suuri kasa, on olemassa riski, että puukasa purkautuu työntekijän päälle.

Puiden kääntymisen syy on epäselvä. Osassa tapauksista puut kääntyilevät, koska välivarastokuljetin on päässyt tyhjenemään liiallisesti. Tällöin pöllit kääntyvät helpommin, koska niillä on tilaa kääntyillä. Joissain tapauksissa kääntymisen voi aiheuttaa välivarastokuljettimen päässä olevien stopparien toiminta. Välivarastokuljettimen päästä nousee kolme stopparia, joiden tehtävänä on estää puiden pääsy keskittäjän porrasannostimelle silloin, kun siellä jo on puita. Hautomonpuoleisen stopparin nousuliike tapahtuu kuitenkin selkeästi myöhemmin kuin muiden. Tällöin keskittäjälle menevän puun pää saattaa livahtaa laitimaisen stopparin ohi ja kääntyä siten poikittain. Ei ole kuitenkaan varmaa, aiheutuuko puiden kääntyminen tästä. Kuvassa 9 näemme ongelmakohdan tarkemmin.



Kuva 9 Välivarastokuljettimen stopparit. Kuva Ilkka Solismaa 2014.

Mikäli puiden kääntyminen aiheutuu kuvassa 9 näkyvän kameraa lähimmäisen stopparin liikehitaudesta, on ongelman korjaaminen melko helppoa asiantunteville huoltomiehille.

Toisinaan pidempiä pysäyksiä sorvilla aiheuttaa ruuhkan syntyminen purilasmatalle tai purilaskuuluun. Purilasmaton tehtävä on kuljettaa sorvilta putoavat purilaat purilasketjulle ja sitä pitkin purilashäkeille, josta purilaat voidaan kerätä esimerkiksi rekan lavalle. Purilasmatto on noin 5 metriä pitkä kuljetin, joka pyörii keskittäjän ja sorvin välissä. Maton pyörimissuuntaa voidaan ohjata sorvin oh-

jaamosta, ja tarvittaessa sillä voidaan kuljettaa esimerkiksi sorvinkaroilta tai siirtovarsilta pudonnut pölli teränvaihtotasanteelle. Purilasmaton ruuhkat voidaan jakaa kahden tekijän aiheuttamiksi. Yleisin aiheuttaja on sorvattavasta tukista irronneet puunpalaset, tai karoille katkenneet purilaat, jotka voivat estää purilaiden vierimisen purilasmatolle. Toinen yleinen syy on, että purilasmatto unohdetaan laittaa käyntiin. Aina, kun sorvaaja joutuu käymään sorvin ja keskittäjän välisellä alueella, on purilasmatto pakko sammuttaa. Koska sorvauskopista on rajoittunut näkymä purilasmaton pyörintään, saattaa matto jäädä huomaamatta pois päältä. Mikäli sorvaaja ei ole tarkkaavainen, voi matolle kertyä hyvinkin suuri purilaskasa ennen kuin häiriö huomataan. Tällöin purilaat voidaan ajaa teränvaihtotasanteelle, josta ne yksi kerrallaan syötetään takaisin purilasmatolle. Myös siirtovarsilta tai karoilta pudonneet puut aiheuttavat tukoksia purilaskuljettimissa, etenkin purilaskuilussa, joka on purilasmaton päässä. Joskus siirtovarsilta putoaa pieni pölli, eikä sorvaaja huomaa tapahtumaa. Tällaiset pöllit jäävät monesti kiinni purilaskuiluun ja estävät tulevien purilaiden pääsyn purilasketjulle. Purilaskuiluun ei ole suoraa näköyhteyttä sorvin ohjaamosta. Sorvin vieressä on kuitenkin peili, josta voi nähdä kuilun reunalle. Kuvassa 10 voimme nähdä purilasmatolle syntyneen ruuhkan.

Purilasmaton ruuhkat eivät siis johdu viallisista laitteista ja siten suoranaisia korjausehdotuksia ongelmaan on vaikea keksiä. Yksi vaihtoehto olisi laittaa purilaskuilun ylle valo, jotta sorvin ohjaamosta olisi parempi näkymä sinne. Näkymä peilistä purilaskuiluun on melko epäselvä, ja purilaskuilun alue jää sorvin ohjaamokopin alle, joten alue on hyvin hämärä. Valo helpottaisi häiriöiden huomaamisessa, mutta olisi myös hyödyllinen työturvallisuuden kannalta, sillä teränvaihtojen aikana sorvarit kulkevat ohjaamokopin alta purilasmatolle.



Kuva 10 Ruuhka purilasmatolla. Kuva Ilkka Solismaa 2014.

Yksi sorvin säännöllisimmistä ongelmista on purilaiden tarttumisen kiinni terään tai karoihin. Usein, kun pölli on saatu sorvattua ja karat aukeavat jotta purilas pääsisi putoamaan matolle, ei purilas puotoakaan alas. Purilas jää kiinni karoihin tai leikkaavaan terään. Kun purilas jää kiinni terään, se voi aiheuttaa ongelmia uuden puun tullessa karoille. Kun siirtovarret tuovat puun karoille, vastaa terässä kiinni oleva purilas tulevaan puuhun, ja pahimmassa tapauksessa puu lipeää siirtovarsien otteessa ja sen keskitys menee pilalle.

Toisessa tapauksessa purilas jää päästään kiinni sorvin karaan. Joskus purilas saadaan pudotettua karalta pyöräyttämällä karoja, tai laittamalla sorvin karat kiinni tyhjänä. Joskus purilas tarrautuu karan päähän niin, että se on käytävä irrottamassa käsin. Purilaan tarttumista terään voisi vähentää muuttamalla sorvin liikkeiden ajoituksia. Kun puu on saatu sorvattua, tulisi teräpenkin liikkuu takasentoon ja vasta sen jälkeen karat voisivat avautua. Tällä hetkellä karojen aukeaminen tapahtuu lähes samanaikaisesti teräpenkin peruutuksen kanssa. Ajoituksia muutettaessa on kuitenkin otettava huomioon, että karojen on oltava hyvin nopeasti valmiina vastaanottamaan uusi puu siirtovarsilta, joten ajoitusta ei voida muuttaa kovin paljoa tai puu siirtovarsilla joutuu odottamaan pääsyä karoille. Tämä hidastaisi koko sorvin toimintaa.

Syy, miksi purilaat tarttuvat karojen päihin voi olla sisäkarojen kulumisessa. Karojen päässä on eräänlaisia piikkejä, joiden tehtävä on parantaa karojen pitävyyttä puun päässä. piikit kuitenkin joutuvat rajuun kulutukseen, sillä ne joutuvat painautumaan useaan tuhanteen puuhun päivittäin. Sisäkarojen vaihto voisi vähentää purilaiden tarttumista karoihin, sillä nykyisten karojen päät ovat kuluneet hyvin teräviksi. Tutkittaessa uusien karojen päitä, ovat karan päässä olevat piikit huomattavasti tylpemmät kuin kuluneissa karoissa. Tällöin sisäkara hylkii purilasta enemmän, ja vähentää tarttumisen mahdollisuutta.

5.4 Leikkuri

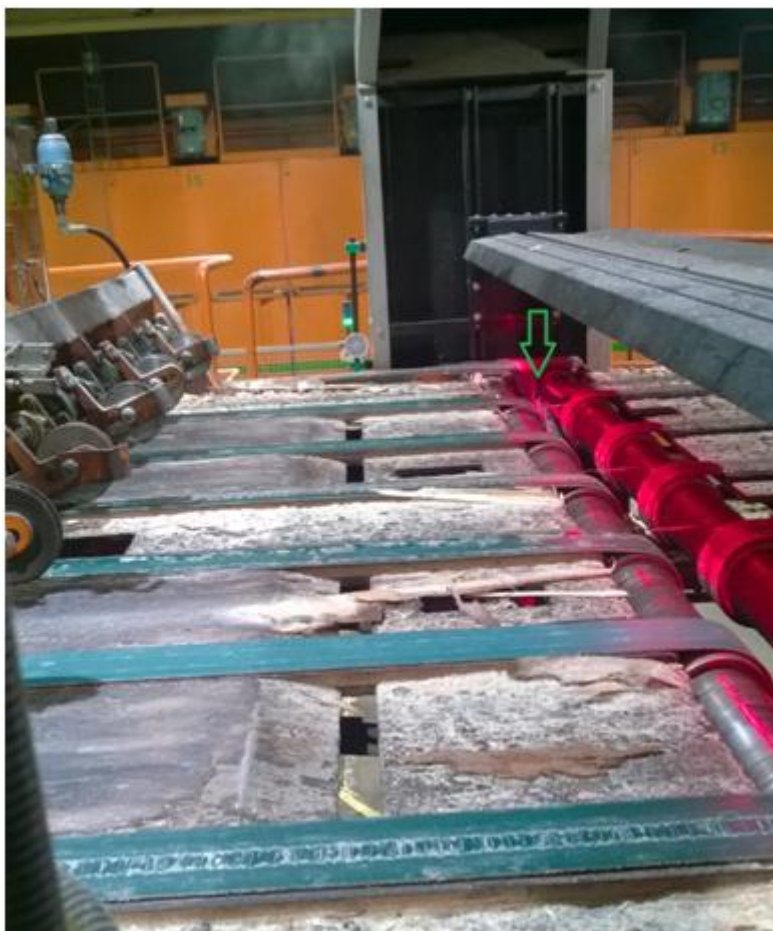
Leikkuri alue alkaa välittömästi viilukuljettimien päästä niin sanotulta trayn kennolta ja päättyy pinkarin nieluun. Alue on melko pieni, eikä se aiheuta yleensä pitkäkestoisia katkoja tuotantoon. Säännöllisiä katkoksia kuitenkin leikkurilta tulee melko paljon. Leikkurin pöytää ja sen ruuhkautumista vahditaan usealla eri valokennolla, joiden tehtävä on pysäyttää linjasto, mikäli tukoksia syntyy. Leikkurin pöydällä on yhteensä kolme valokennoa, jotka vahtivat kuljettimien ruuhkautumista. Lähes aina näiden kennojen aiheuttamat hälytykset johtuivat roskanpalasta, esimerkiksi puukkojätteestä kennon edessä. Kuvassa 11 voimme nähdä ongelmia aiheuttavan trayn kennon. Kenno katsoo leikkurin pöytään tehdyn reiän lävitse, ja kennolla ei ole vastakappaleena peiliä. Yleisin hälytys trayn kennolta aiheutuu, kun pöydässä olevan reiän päälle jää viilunkappale tai puukkojätettä. Tällöin kenno lukee jatkuvasti ja luulee pöydällä olevan ruuhka. Näin ollen se pysäyttää linjaston kunnes häiriö kuitataan leikkurin ohjauspulpetista ja kuljettimet käynnistetään uudelleen. Trayn kennon hälytykset ovat hyvin yleisiä ja lähes aina hälytys aiheutuu roskasta kennon edessä. Myös leikkurin painimen edessä on täysin samanlainen ruuhkakkenno, mutta se ei aiheuta läheskään yhtä paljon pysähdyksiä kuin trayn kenno.



Kuva 11 Trayn kenno. Kuva Ilkka Solismaa 2014.

Jotta ongelma poistuisi, tulisi roskien pääsy kennon aukolle estää. Yksi vaihtoehto tähän on suurentaa aukkoa lattiassa. Aukkoa suurentamalla estettäisiin pienemmän puukkojätteen kiinnijäänti kenno alle. Aukon suurentamisella on kuitenkin rajansa, ja sillä ei luultavasti voitaisi poistaa ongelmaa kokonaan. Vaihtoehtoisesti aukon alle voitaisiin tehdä paineilmatoiminen putsaus, joka tietysti väliajoin puhaltaisi paineilmaa aukon lävitse, jolloin roskat poistuisivat. Ongelmana puhalluksessa on sen ajoitus. Puhalluksen pitäisi olla lähes jatkuvasti päällä, jotta se voisi estää roskien jäämisen kennon alle. Kolmas vaihtoehto on korvata ylhäältäpäin kuvaava ruuhkakkenno kennolla, joka tarkkailisi pöytää vaakatasossa. Leikkurin pöydällä on jo käytössä yksi vaakatasossa tarkkaileva kenno, joka sijaitsee leikkurin kameran ja painimen välisessä tilassa. Kyseinen kenno on erinomainen, sillä se ei aiheuta pysähdyksiä pienistä roskakappaleista, mutta on silti erittäin varma pysäyttämään linjaston mikäli todellinen ruuhka syntyy.

Toinen pysähdyksiä aiheuttava syy leikkurilla on jatkuva roskanleikkaus. Kun leikkurin kamera näkee, että viilumatto on viallista, alkaa leikkuri leikkaamaan mattoa kapeiksi suikaleiksi, jonka jälkeen suikaleet putoavat pinkkarin nielusta jätematolle. Jos leikkaus jatkuu liian kauan, pysähtyvät kuljettimet ja märkäleikkurin pc hälyttää jatkuvaa roskanleikkausta. Jatkuva roskanleikkaus johtuu lähes aina leikkurin pöydälle päässeestä puukkojätteestä. Viilumattoa kuvaava kamera on yhtä leveä kuin leikkurin pöytä, joten kamera kuvaa viilumaton päistä yli noin 10 senttimetriä molemmin puolin. Mikäli tälle ylimenevälle alueelle jää kiinni puukkojätettä, kamera luulee, että alimenevässä viilumatossa on vikaa ja se leikataan automaattisesti roskaksi.



Kuva 12 Leikkurin kamera. Kuva Ilkka Solismaa 2014.

Kuvassa 12 vihreällä nuolella osoitettu alue on kriittinen jatkuvan roskanleikkuun kannalta. Jos nuolen osoittamalle alueelle jää kiinni puukkojätettä, leikkuri kaiken alimenevän viulun roskaksi kunnes linjasto pysähtyy häiriön vuoksi. Häiriö toistuu kunnes viilunpala käydään poistamassa kameran alta. Nuolen osoittama ongelmakohta sijaitsee myös kuljettimen toisessa reunassa. Ongelman perimmäinen syy on puukkojätteen kulkeutuminen viilumaton päällä leikkurin pöydälle. Luultavasti jatkuvan roskanleikkauksen määrä vähenee selkeästi, mikäli sorvin viilupuhaltimia muokataan siten, että myös alemman viiluradan viilumatto putsautuu roskista. Näillä näkymin kameran alueelle ei ole kannattavaa tehdä muutoksia, sillä on järkevintä puuttua ongelman todelliseen aiheuttajaan eli puukkojätteeseen.

Suurin syy leikkurin pöydälle syntyviin suurempiin ruuhkiin on kuvan 12 vasemmassa reunassa näkyvä painin. Painimen tehtävä on painaa viilumatto kiinni kuljettimiin ennen leikkausta. Mikäli paininta ei olisi, voisi viilu mennä leikkurin terälle mytyssä ja aiheuttaa sotkun. Painin toimii yleisesti hyvin, mutta ongelmia aiheuttaa painimen hihnojen kulumisen ja katkeaminen. Painimessa on kuusi erillistä rullastoa, jotka painavat viilumattoa. Jokaisella rullastolla on oma hihnansa, joka pyörittää rullastoja. Hihnat kuluvat hyvin nopeasti ja katkeavat lopulta täysin. Yksittäisen hihnan katkeaminen ei aiheuta juurikaan ongelmia, mutta mikäli hihnoja katkeaa useampi kuin kaksi, lisääntyy ruuhkan riski merkittävästi. Ongelmallista on myös se, että hihnat putoavat helposti jätematolle ja kulkeutuvat aina hakkurille saakka. Hihnan joutuminen hakkeen sekaan pilaisi suuren erän haketta.

Hihnojen katkeamisesta johtuvia ruuhkia voidaan vähentää tarkkailemalla hihnoja säännöllisesti, ja vaihtamalla katkenneet tai selkeästi kuluneet hihnat välittömästi.

5.5 Pinkkari

Pinkkarin osuus häiriöiden aiheuttajana on kaikista linjaston alueista suurin. Yli viidesosa tarkastelujakson pysähdyksistä kirjattiin pinkkarista johtuviksi. Pinkkarilla tapahtuu hyvin monenlaisia häiriöitä, mutta muutama selkeä ongelma aiheuttaa suurimman osan häiriöistä. Kuten leikkurilla, iso osa pinkkarin ongelmista aiheutuu roskan, kuten puukkojätteen kulkeutumisesta viilun päällä. Kun arkki, jonka päälle on jäänyt puukkojätettä kulkeutuu pinkkarin nieluun ja imuihin, imeytyy jäte pinkkarin imukoteloihin. Kun riittävä määrä silppua on imukoteloidissa, heikentää se imun tehoa huomattavasti. Tämä ongelma on vain pinkkarin alkupäässä, välittömästi nielun jälkeen. Imutehon heikentyessä eivät viilut enää pysy imussa kiinni, vaan putoavat tai kääntyvät vinoon. Imusta putoavat viilut aiheuttavat usein pahojakin sotkuja esimerkiksi nostolavojen väliin. Suurin osa pudonneista viiluista putoavaa kuitenkin pinkkarin alkupäässä jätematolle ja kulkeutuvat sitä kautta hakkurille. Vinossa kulkevat viilut sotkevat nostolavoilla olevia pinkkoja, ja niistä tulee helposti sotkuisia, joka taas aiheuttaa myöhemmässä vaiheessa häiriöitä pinkkarin ketjun valoverhoilla.

Puukkojätteen lisäksi imuihin kulkeutuu paljon roskaa viilumaton alkupäästä. Kun pölli pyöristetään sorvilla, pyöristyksestä syntyvä jäte ajetaan sorvin jälkeen sijaitsevasta rähjäläpystä alas jätematolle. Pyöristys kuitenkin suoritetaan siten, että viilumatto ei ole täysin ehjä kun sitä aletaan ajamaan leikkurille. Jokaisen viilumaton alkupää on siis hieman repaleinen ja epätasainen ja siten siitä irtoaa paljon silppua, joka kulkeutuu pinkkarille. Viilumaton alkupäästä saadaan hyvin harvoin ehjiä arkkeja ja lähes jokaisessa tapauksessa repaleinen alkupää leikataan leikkurilla silpuksi ja pudotetaan pinkkarin nielusta jätematolle. Pinkkarin nielussa alkupäästä irtoava silppu imeytyy imukoteloihin heikentäen pinkkarin alkupään imutehoa. Imuista putoavat viilut aiheuttavat sotkun lisäksi paljon tuotantopysähdyksiä linjastolla kuten nostolavojen jääntiä alas tyhjennyksen jälkeen, nostolavojen varvasrajojen laukeamisia sekä pinkkarin valoverhojen laukeamisia. Etenkin pinkkarin ketjujen valoverhot aiheuttavat paljon pysähdyksiä.



Kuva 13 Pinkkarin ketjut sekä valoverhot. Kuva Ilkka Solismaa 2014.

Kuvassa 13 on näkyvillä pinkkarin ketjukuljettimet ylhäältäpäin. Numerot 1 ja 2 ovat ketjujen valoverhot. Niiden tehtävä on toimia turvalaitteena, ettei pinkkarin alueelle pääse koneen ollessa käynnissä. Kuvassa näkyvä 2. valoverho on mahdollista laukaista, ilman että koneet pysähtyvät. Tämä sallii täysien nippujen noutamisen ketjukuljettimien päästä. Mikäli molemmat valoverhot laukeavat yhtä aikaa, pysähtyvät pinkkarin imuhihnat sekä nostolavojen hydraulikat. Numerot 3 ja 4 ovat valokennoja, jotka pysäyttävät täydet niput ketjujen päihin. Mikäli ketjut ovat tyhjä, kulkeutuu täysi nippu valokennon 3 päälle. Mikäli valokenno 3 on vaikutettuna, tulee seuraava täysi nippu valokennon 4 päälle, kunnes valokenno 3 vapautuu. Valoverhot laukeavat hyvin usein rähjäisten nippujen vuoksi. Kun viilut putoavat imusta huonosti nostolavoille, jää täysien pinkkojen välistä sojottamaan viiluja kuten kuvassa 14 on nähtävillä. Valoverhojen laukeaminen tapahtuu, kun valokennolla 3 on täysi nippu odottamassa trukkipuljettajan noutamista. Kun kennolle 4 tulee rähjäinen nippu, katkaisee nipusta ulkonevat viilunpalat ensimmäisen valoverhon. Kun trukkipuljettaja nostaa ketjujen päissä olevan nipun, katkeaa toinenkin valoverho, jolloin molemmat verhot ovat yhtä aikaa lauenneet. Tämä johtaa pinkkarin pysähtymiseen, kunnes pinkkavahti käy kuittaamassa häiriöt ja käynnistämässä pinkkarin uudelleen.

Pinkkarin ketjujen päässä on valomajakka, joka on merkitty kuvaan 13 numerolla 5. Valomajakka ilmoittaa kolmella eri merkkivalolla ovatko valoverhot lauenneet, ja milloin ketjuilta voi noutaa täyden

nipun. Osa tapauksista voitaisiin estää, mikäli trukkikuski katsoisi majakasta, voiko ketjuilta hakea nipun. Kun valomajakassa palaa vihreä valo, voi täyden nipun ottaa ilman, että linjasto pysähtyy. Mikäli kennojen 3 ja 4 päällä on täydet pinkat eikä valomajakassa pala vihreä valo, tarkoittaa tämä, että valoverho 1 on lauennut. Tällaisessa tilanteessa trukkikuljettajan tulisi ajaa ketjukuljettimen ohjauspulpetista takimmaista nippua hieman taaksepäin, kunnes majakkaan syttyy vihreä merkkivalo.



Kuva 14 Rähjäinen nippu. Kuva Ilkka Solismaa 2014.

Ongelmaa saataisiin vähennettyä, kun trukkikuljettajat ohjeistettaisiin paremmin valoverhojen toimintaan. Täysiä nippuja saa ottaa vain, mikäli valomajakassa palaa vihreä merkkivalo. Tämäkin ongelma luultavasti vähenisi, ilman puukkojätteen pääsyä pinkkarille. Ongelmaa voisi vähentää merkittävästi myös siirtämällä kuvan 13 valokennoa 4 taaksepäin noin 30–50 senttimetriä. Tällöin pinkkoista ulkonevat viilut eivät ylettyisi valoverhon eteen ja katkaisisi valoverhoa. Kennon liikuttaminen todennäköisesti vaatisi automaatioasentajan muuttamaan laitteiston logiikkaa, sillä ketjujen toiminta on ajastettu. Mikäli kennoa liikuttaa taaksepäin muuttamatta logiikkaa, ei nippu liiku riittävän pitkälle ketjujen päähän, ja sitä on käsin ajettava lähemmäs, jotta trukkikuljettaja saa sen kyytiinsä. Tämän lisäksi häiriöiden kuittausta voitaisiin nopeuttaa sijoittamalla pinkkarin käynnistämiseen vaadittavat kytkimet myös kuivaajan puolelle. Nykytilanteessa valoverhojen lauetessa tulee sorvaajan käydä kuittaamassa valoverhot pinkkarin ketjujen päässä olevasta ohjauspulpetista ja tämän jälkeen kiertää koko pinkkarin toiselle puolelle, josta sorvaaja tulee käynnistää uudelleen pinkkarin imuhihnat sekä nostolavojen hydraulikat. Jos imuhihnojen ja nostolavojen hydraulikkojen käynnistäminen voitaisiin tuoda samaan ohjauspulpettiin mistä valoverhot voidaan kuitata, nopeutuisi häiriön kuittaaminen huomattavasti.

Viilujen putoaminen ja valoverhojen laukeaminen käsittää suurimman osan pinkkarin häiriöistä. Tämän lisäksi on pienempiä häiriöitä kuten pinkkarin nielun valokennon hälytyksiä. Nielussa olevan valokennon tehtävä on pysäyttää linjasto, mikäli se havaitsee ruuhkan. Suurimmassa osassa tapauksista kennon aiheuttama pysähdys johtui viilunhännästä, joka oli juuttunut kennon alle.

Pinkkarilla yleistynyt ongelma on täysien viilupinkkojen vajaa siirtyminen pinkkarin ketjuille. Kun nostolavalla oleva pinkka tulee täydeksi, nousee pinkkarin ketjujen ylle poistorullasta ja täysi pinkka tyh-

jenee lavalta poistorullastolle. Pinkkarin viiluradalla on kolme ketjua, joiden päälle täyden pinkan tulisi siirtyä poistorullaston ollessa ylhäällä. Kun tietty aika on kulunut, poistorullastot laskeutuu alas ja pinkka laskeutuu poistorullaston lomassa olevien ketjujen päälle, jotka lähtevät kuljettamana pinkkaa kohti ketjujen päätä. Poistorullissa ei ole lainkaan vetoa, vaan täysi pinkka saa vauhtinsa nostolavoissa olevista teloista, jotka pyörivät moottorin avulla. Tämän lisäksi poistorullasto on yläasennossaan kalteva kuivaajalle päin, mikä aiheuttaa pinkan liikkumisen painovoiman avulla.

Ongelmatilanteessa täysi pinkka ei liiku riittävän nopeasti, jotta se kulkeutuisi viimeisten ketjujen päälle. Pinkka jää kahden ketjun päälle ja tällöin on riskinä, että pinkka kääntyy poikittain tai jopa putoaa ketjuilta pois. Ongelmatilanne korjataan yleensä nostamalla poistorullasto manuaalisesti ylös ja sen jälkeen työntämällä pinkka käsin rullaston päähän saakka. Toisena vaihtoehtona on pinkan jättäminen kahdelle ketjulle ja mikäli pinkka alkaa kääntymään ketjuilla, ajetaan sen taakse toinen täysi pinkka ja työnnetään sillä molemmat pinkat ketjujen päihin. Ongelma on verrattain harvinaisen, mutta se on selkeästi lisääntynyt kesän 2013 jälkeen. Tarkastelujakson aikana häiriö tapahtui kahdeksan kertaa.

Syitä ongelman syntyyn voi olla useita. Toisinaan täysistä viilupinkoista tulee niin sotkuisia, että pinkasta riippuvat viilut hidastavat pinkan liikettä niin rajusti ettei pinkka pääse poistorullaston päähän asti. Toisinaan poistorullien välit ja päät pääsevät sotkeentumaan viilusta, joka estää poistorullien vapaan pyörimisen. Sorvarien mukaan ongelmaa aiheuttaa talvella myös kylmyys. Kun pinkkarin päässä oleva suuri ovi pidetään talvella raollaan, syntyy lattianrajaan kylmä ilmavirta, mikä jäykistää poistorullaston toimintaa. Ongelma on talvella selkeästi yleisempi kuin lämpiminä kesäkuukausina. Poistorullastojen toiminta voidaan varmistaa putsaamalla pinkkarin siivouksen yhteydessä poistorullat huolellisesti. Talviaikaan pinkkarin päässä oleva suuri trukkiovi tulisi pitää suljettuna, jotta kylmyys ei pääse jäykentämään rullien toimintaa. Huomiota ongelmassa sai myös poistorullien nostoventtiilien hyvin vaikea sijainti. Mikäli poistorullastot halutaan nostaa manuaalisesti ylös, on niiden venttiilit rullastojen päässä kuivaajan puolella. Venttiilit sijaitsevat aivan lattianrajassa ja ne jäävät turvaverkkojen taakse, joten niihin ei ole hyvää näköyhteyttä. Rullien nostaminen on hidasta koska työntekijän pitää ryömiä rullastojen päässä kääntäen venttiilit auki puukonkärjellä. Rullastot tulee nostaa ylös aina, kun pinkkari siivotaan, jotta kaikki roskat saadaan pinkkarilta pois. Ongelma voidaan ratkaista tekemällä rullastojen päässä olevaan betonipilariin pulpetti, jossa venttiilien säätö on mahdollista.

Kuten leikkurilla, suuri osa ongelmista voitaisiin välttää, mikäli puukkojäte saataisiin pudotettua jätekuljettimille heti sorvin jälkeen. Myös ennakkohuollolla ja säännöllisellä imukoteloiden putsauksella voidaan välttää suuremmat sotkut pinkkarilla. Erittäin tärkeää on myös muistaa tyhjentää pölyasema viikoittain ja sen lisäksi pölyaseman pölypussit on ravisteltava huolellisesti. Pölypussit pihkaantuvat ajan saatossa ja pihkaan tarttuu puusilppua ja pölyä, mikä vaikeuttaa pölypussien ilman läpäisyä. Tällä on suuri heikentävä vaikutus koko pinkkarin toimintaan. Pölypussit tulisi myös vaihtaa riittävän usein.

Yleisin huoltotehtävä pinkkarilla on aisojen vaihtaminen. Pinkkarin aisojen tehtävä on lyödä imussa kulkeva viiluarkki oikealle nostolavalle. Jokaisen lavan yllä on neljä aisia, jotka on kytketty paineilmasylintereihin. Aisojen toiminta on kytketty ajastuksella pinkkarin nielussa sijaitsevaan valokennoon, jotta aisojen iskuliikkeet tapahtuisivat oikeaan aikaan. Aisat ja sylinterit joutuvat hyvin koville, sillä aisojen liike on nopea ja raju. Tämä johtaa usein joko aisian katkeamiseen, irtoamiseen sylinteristä tai sylinterin irtoamiseen. Myös paineilmaletkuja ja sylinterin nippoja hajoaa säännöllisesti. Tällaisissa tilanteissa sorvareiden on soitettava huoltomiehet vaihtamaan hajonnut osa uuteen.

Aisian hajoamisen kaltaisia odottamattomia konerikkoja on erittäin vaikeaa ennakoida tai poistaa kokonaan. Aisian tai sylinterin korjaaminen on nopea työ huoltomiehille, mutta tarkastelujakson aikana suurin osa pysähdysajasta oli osien etsimistä. Aisian kiinnittäminen sylinteriin ei kestä viittä minuuttia kauempaa, mutta pultteja, joilla aisa kiinnitetään sylinteriin, säilytetään huoltotunnelissa. Huoltoajasta saataisiin nipistettyä huomattava osa pois, mikäli huoltomiesten ei tarvitsisi lähteä etsimään sopivia osia hallin toisesta päästä. Pinkkarin viereisellä seinustalla on kaappeja, jossa voisi säilyttää yleisimpiä osia, joita huollossa tarvitaan. Näitä ovat esimerkiksi aisan kiinnityspultit, paineilmasylinterin nipat ja sylintereissä käytettävät paineilmaletkut. Suurin osa pinkkarin ongelmista voidaan korjata näillä yksinkertaisilla osilla. Mikäli kaapissa olisi valmiina osat yksinkertaisiin huoltotöihin, työhön kuuluva aika voitaisiin helposti puolittaa.

Verrattain yleinen ongelma pinkkarilla on turva-aitojen vaillinainen toiminta. Kun pinkkarin alueelle joutuu menemään, joutuu kulkemaan pinkkaria kiertävän turva-aidan porteista. Portit estävät pinkkarin käynnistämisen niin kauan kuin portit ovat auki. Ongelmana on porttien huono toiminta. Portteja sulkiessa on joskus hyvin vaikeaa saada porttien turvarajakytkimet kuitattua. Vaikka portit sulkee, ei porttien hälytystä saada kuitattua vaan ohjauspulpetin merkkivalo näyttää, että portit olisivat auki. Ongelmana on porttien yläreunoissa olevat turvarajakytkimet, jotka ovat vuosien saatossa rispaantuneet ja murtuneet. Joskus kytkimiä pitää sovitella hyvinkin pitkään ennen kuin portit saadaan kuitattua kiinni. Toisinaan portit pysäyttävät sorvauksen, kun ne laukeavat tärinän takia. Jotta ongelma saataisiin poistettua, tulisi sähkömiesten korjata rajakytkimet ja tarvittaessa vaihtaa särkyneet kytkimet uusiin.

5.6 Jättematto

Jättematto käsittää kaikki hakkurille johtavat jätekuljettimet. Pinkkarin nielun alta alkava kaitamatto, sorvin alla kulkeva leveä matto sekä hakkurille johtava, kuivurien syötön vieressä kulkeva jätekuljetin kuuluvat jättemattoihin. Pääosin nämä jätematot ovat hyvin varmatoimisia eivätkä aiheuta paljoa pysähdyksiä linjastoon. Suurin ongelmakohta tarkastelujakson aikana on pinkkarin nielun alla oleva kaitamatto. Matto ei ole yhtenäinen, vaan se koostuu useasta noin 15 senttimetriä leveästä maton-suikaleesta. Ongelma on, kun pinkkarin nielusta putoavat viilunpalaset ja puukotusjäte putoaa matolle, mutta jäävät mattokaistaleiden väliin. Kun roskaa putoaa riittävästi kaitaleiden väliin, nielusta putoavat leikatut viilut jäävät roskien päälle eivätkä lähde maton mukana kohti hakkuria. Pian maton päähän syntyy iso tukko, joka pitää käydä tyhjentämässä käsin. Kuvassa 15 voimme nähdä esimerk-

kitapauksen tukoksesta pinkkarin nielun alla. Tämäkin ongelma aiheutuu lähes täysin puukotuksesta syntyvästä jätteestä sekä viilumaton alkupäästä irtoavasta silpusta.



Kuva 15 Tukos kaitamatolla, pinkkarin nielun alla. Kuva Ilkka Solismaa 2014.

Toinen ongelmakohta on kuivaajien syötön takana kulkeva jätekuljetin, joka johtaa hakkurille. Tämä kuljetin koostuu kahdesta erillisestä kuljettimesta, joiden välissä on noin 1,5 metrin korkuinen pudotus. Tähän pudotukseen jää silloin tällöin viiluja kiinni ja lyhyessä ajassa pudotukseen kertyy erittäin suuri tukos. Tukos on hidasta avata ja usein se on mahdotonta, tai ainakin erittäin hidasta saada auki käsin. Yleensä tukos avataan trukin piikeillä työntäen. Vaikka tukos saadaan avattua, johtaa tukos yleensä ongelmiin hakkurilla, sillä pudotuksessa kiinni ollut viilukasa lähtee liikkumaan hakkurille päin korkeana kasana. Tämä aiheuttaa usein hakkurin korkeusrajan laukeamisia sekä hakkurin tukkeutumisia. Tämä jätekuljettimen tukoksen purku saattaa pahimmassa tapauksessa kestää jopa yli tunnin. Tukoksen purkamisessa usein ongelmia aiheuttaa myös se, että molemmat kuljettimet ovat saman käynnistyksen alaisia. Tällöin kuljettimia ei voi käynnistää yksitellen, vaan molemmat ovat käynnistettävä yhtä aikaa. Mikäli tukko pudotuksessa on huomattava, on viilua saattanut kertyä pitkälle matkalle kuljetinta. Kun molemmat jätekuljettimet käynnistyvät yhtä aikaa, ei tätä tukosta voida säännöstellä pienempinä osina, vaan koko tukos lähtee kerralla liikkeelle.

Tämä jätekuljettimien välinen pudotus on ongelmallinen paikka, sillä sorvilta ei ole lainkaan näköyhteyttä siihen. Se on myös kuivaajien työntekijöiden selän takana, joten aina hekään eivät huomaa tukosta ajoissa. Lähes aina tukoksen huomaa ensimmäisenä kuivaajan työntekijät, jotka pysäyttävät kuljettimet kuljettimen vieressä kulkevasta narurajasta. Tukoksen aiheutumisen syy on hyvin vaikea löytää, eikä kuljettimissa ole silmämääräisesti tutkittuna mitään erityisen poikkeavaa, joka voisi tukoksia aiheuttaa. Ongelmaa voitaisiin ennaltaehkäistä asentamalla pudotuksen ylle kamera, jonka välityksellä tilannetta voisi tarkkailla sorvin ohjaamosta. Tämän avulla tukosten huomaaminen hel-

pottuisi huomattavasti ja suuria tukoksia tuskin pääsisi syntymään. Tämän lisäksi molemmille jätekuljettimille tulisi olla oma käynnistys. Tällä keinolla suuria tukoksia voitaisiin säännöstellä käynnistämällä vain toinen kuljettimista. Nykyään kuljettimia voi pyörittää yksitellen vain sähkömiehen avulla, ja silloinkin se on hyvin vaikeaa.

Hakkurille johtavissa jätekuljettimissa ongelmia aiheuttaa myös kuljettimen ja seinän välissä kulkeva naruraja, joka joskus laukeaa kuljettimilta roikkuvien viilujen takia. Jätekuljettimissa riittäisi vain yksi naruraja kuivaajien puolella ja siten seinän puoleisen rajan voisi poistaa kokonaan käytöstä. Rajan aiheuttamat pysähdykset ovat harvinaisia, mutta kaikki sorvaajat eivät tiedä rajan olemassaolosta lainkaan, joten rajan lauetessa on ongelman paikantaminen vaikeaa ja usein paikalle joudutaan kutsumaan sähkömies.

5.7 Hakkuri

Hakkurihuoneessa tapahtuvat häiriöt pysäyttävät linjastoa kolmanneksi eniten kaikista linjaston osista. Toistuvia, päivittäin esiintyviä ongelmia hakkurilla on kolme, mutta niiden lisäksi hakkurilla tapahtuu hyvin paljon satunnaisia häiriöitä.

Hakkurin tukkeutuminen on melko yleinen ongelma hakkurihuoneessa. Hakkurin tukkeutumisessa hakkuri ei pysty enää hakettamaan tulevaa viilua. Kun hakkuri saa liikaa viilua, ei hake enää lennä riittävästi hakkurin kuilusta alas ruuvikuljettimelle vaan jää kasaksi terien taakse. Kun hakkuri menee tukkoon, pysäyttää se automaattisesti kaikki jätekuljettimet ja siten estää sorvin toiminnan. Hakkuri on erityisen herkkä menemään tukkoon kuivasta puutavarasta. Hakkurin oikeanlainen toiminta on kannattavuuden kannalta hyvin tärkeää, sillä oikein toimivalla hakkurilla saadaan aikaiseksi enemmän haketta ja vähemmän purua. Myös hakkeen laatu on huomattavasti parempaa oikein toimivalla hakkurilla. Kuivan viulun lisäksi hakkuri menee hyvin herkästi tukkoon, mikäli terät ovat hyvin tylsät tai hakkurin terän ja vastaterän vällys on liian suuri.

Hakkurin tukkeutuminen aiheuttaa usein kohtalaisen pitkän pysähdyksen sorvauksessa, noin 20–30 minuuttia. Koneen tukkeutuessa hakkuri tulee pysäyttää ja sen sivuluukku avata. Tämän jälkeen hakkuri putsataan paineilmalla kunnes hakkurin sisällä ei ole enää hakesilppua. Tämän jälkeen hakkuri voidaan käynnistää uudelleen ja koettaa alkaako hakkuri vetää viilua. Suurin osa hakkurille menevästä kuivasta viilusta tulee kuivaajan jälkeen hylätystä arkeista. Trukkikuski nostaa kasan kuivia arkkeja ja kaataa ne hakkurille johtavaan roskakuljettimeen. Trukkikuskien tulee säännöstellä kuiva viilu pienissä kasoissa kerrallaan hakkurille, jotta hakkuri ei pääse tukkeutumaan. Seinän vieressä kulkevan kuljettimen alla on pieni aakkosporras, jonka päältä trukkikuski voi tyhjentää kuormaa käsin kuljettimelle. Trukkikuskit hoitavat tämän asian kiitettävästi, eikä tukoksia aiheuta suoranaisesti trukkikuskien toimet. Toinen hyvin tärkeä tekijä hakkurin tukoksien ennaltaehkäisyyn on säännöllinen terienvaihto ja välyksien tarkastus. Hakkurin terien vaihto on merkitty tapahtuvaksi joka toinen maanantai. Vaihdon yhteydessä on kuitenkin muistettava viedä kuluneet terät suoraan teräkoppiin teroitettavaksi, jotta ne ovat valmiina vaihdettavaksi seuraavassa teränvaihtovuorossa. Toisinaan te-

riä vaihdettaessa on huomattu, että vanhoja teriä ei ole viety teroitettavaksi, vaan ne ovat jääneet hakkurin viereen. Tällöin teriä ei voida vaihtaa ennen kuin tilalle saadaan teroitettut terät.

Yksi yleisimpiä häiriöitä, joka pysäyttää sorvauslinjaston on hakkurin korkeusrajan heilahtus. Hakkurin korkeusraja sijaitsee noin 2 metriä ennen hakkurin nielua. Korkeusraja on aisa, joka kulkee hakkuriin johtavan kuljettimen yläpuolella. Korkeusrajan tehtävä on estää liian suurten roskakasojen kulkeutumisen suoraan hakkurin nieluun. Liian suuri viilukasa aiheuttaa usein hakkurin ylikuormaa tai tukkeutumista sekä aiheuttaa helposti erilaisia ongelmia hakkurin ylätelojen kanssa. Korkeusrajan tehtävä on toimia myös suojalaitteena, joka mahdollistaa kuljettimien pysäytyksen, mikäli linjastolle on joutunut henkilö. Kun liian korkea viilukasa kulkee korkeusrajan ali, se osuu kuljettimen yli kulkevaan aisaan ja heilauttaa aisaa, jolloin aisassa oleva raja hälyttää ja pysäyttää jätekuljettimet.

Hakkurin korkeusrajan aiheuttamia hälytyksiä voidaan huomattavasti vähentää työtapojen muutoksilla. Huomattava osa korkeusrajan hälytyksistä aiheutui siitä, kun trukkikuljettaja nosti liian suuren kasan viilua kerralla jätekuljettimelle. Joissain tapauksissa viilua ei tarvitse olla suurta kasaa vaan riittää, kun yksi viilu osoittaa viilukasan seasta pystyssä, jolloin se voi työntää korkeusrajan paikoiltaan ja aiheuttaa hälytyksen. Korkeusrajojen hälytykset korostuu tilanteissa, joissa sorvin trukkikuljettaja vaihtuu päivittäin, eli jos trukkikuljettajilla on työpistekierto. Kun trukkikuljettaja tyhjentää rähjäviilua hakkuriin johtavalle kuljettimelle, tulee viilut annostella pienissä erissä, eikä kipata kaikkea viilua kerralla kuljettimelle. Tämä aiheuttaa hyvin usein korkeusrajan hälytyksen ja sorvauslinjaston pysähdysten. Tämän lisäksi suuri viilukuorma aiheuttaa lähes aina korkeusrajan hälytyksen lisäksi hakkurin ylikuormaa ja joskus myös hakkurin ylätelojen häiriöitä. Hakkurin korkeusrajan laukeamista voitaisiin myös hieman vähentää jäykentämällä korkeusrajan aisaa. Nykytilanteessa aisa on melko löysä ja on hyvin herkkä heilahtamaan mikäli viilukasasta sojottaa yksi viilu ja osuu päittäin korkeusrajaan. Tehokkain korjaustoimenpide korkeusrajan aiheuttamiin pysähdyksiin on kuitenkin trukkikuljettajan maltillinen rähjäviilun tyhjennys hakkuriin johtaville kuljettimille.

Hakkurin ylikuormassa hakkuri nielee suuren määrän viilua, mutta ei mene tukkoon, vaan alkaa pikkuhiljaa "nielemään" viilua sisäänsä. Nielemisvaiheen aikana kaikki jätekuljettimet pysähtyvät ja pysäyttävät siten myös sorvauksen. Mikäli hakkuri ei ylikuorman seurauksena mene tukkoon, ei ylikuorma vaadi sorvareilta erillisiä toimenpiteitä, vaan kaikki jätekuljettimet käynnistyvät uudelleen välittömästi kun hakkuri on saanut nieltä ongelmia aiheuttaneen viilukasan. Ylikuorman aiheuttama pysähdys on yleensä verrattain lyhyt, korkeintaan noin 2 minuuttia. Hakkurin ylikuorman vähentämiseen pätee samat korjaukset kuin korkeusrajan heilahtamiseen. Ylikuorman syntyyn vaikuttaa myös erittäin paljon terien kunto, joten hakkurin terien säännöllinen vaihtaminen on tärkeää.

Tarkastelujakson aikana ongelmia aiheutti muutamana päivänä siiloon johtavan ketjukuljettimen pyörintävahdin hälytys. Siiloon johtavan ketjukuljettimen tehtävä on kuljettaa hake seuloilta hakesiiloon. Ketjukuljetin on hyvin pitkä kuljetin ja se kulkee hakkurihuoneesta koko havuvanerihtehtaan yli hakesiiloille. Yleensä siiloon johtava ketjukuljetin on hyvin toimintavarma eikä aiheuta ongelmia usein. Ongelmat keskittyvät usein talvelle, jolloin pakkanen saattaa jäädyttää kuljettimen. Pyörintävahdin tehtävä on tarkkailla jatkuvasti, että kuljetin pyörii. Tarkastelujakson aikana tapahtuneet pyö-

rintävahdin hälytykset aiheutuivat löystyneestä ketjusta. Ketjukuljettimen ketju oli päässyt löystymään, ja se hyppäsi välillä rattaan yli, joka aiheutti välittömästi pyörintävahtihälytyksen. Siiloon johtavan ketjukuljettimen pyörintävahti pysäyttää välittömästi myös muut jätekuljettimet ja hakkurin koneet ja aiheuttaa siten myös sorvauksen pysähtymisen. Siiloon johtavan pyörintävahdin hälytykset ovat melko harvinaisia, ja niitä voidaan estää säännöllisellä ennakkohuollolla. Ketjukuljettimen kireys tulisi käydä tarkistamassa säännöllisesti ja kiristämässä mikäli ketju on päässyt liian löysälle. Tehtaan huoltomiehet ovat hoitaneet kuljettimen ennakkohuollon kiitettävästi ja siten kyseinen hälytys on harvinainen.

Hakkurin ylikuormiin ja tukkeutumiin liittyy läheisesti ylätelaston hälytykset. Hakkurin ylätelasto sijaitsee hakkurin nielun yläpuolella. Ylätelojen tehtävä on painaa hakkuriin kulkeutuvaa viilua kasaan ja avustaa viilujen kulkua hakkurin terille. Hakkurin ylätelaston häiriö on ollut melko toistuva vaiva viimeisen vuoden ajan. Häiriö pysäyttää kaikki jätekuljettimet ja siten estää sorvauksen. Hakkurin ylätelasto saattaa mennä häiriötilaan vaikka hakkuriin ei mene lainkaan viilua. Joskus ylätelaston häiriöitä aiheuttaa liian suuren viilukasan ajaminen hakkuriin. Ylätelaston häiriö pitää kuitata hakkurihuoneen alakerrassa olevasta sähköhuoneesta. Todellinen syy häiriöön on vielä tuntematon ja hakkurin yläteloja tulisi tutkia ammattilaisten toimesta.

5.8 Purilashäkki

Purilashäkiksi kutsutaan ketjuja, joille sorvatut purilaat kuljetetaan. Häkki sisältää kaksi roikkuvaa ketjuja, joiden varaan purilaat putoavat. Sorvin alla kulkeva purilasmatto kuljettaa purilaat tehtaan ulkoseinällä kulkevalle purilasketjulle, joka johtaa purilashäkeille. Purilashäkin ongelmat ovat yleensä harvinaisia ja hyvin lyhyitä. Häkkien ongelmat eivät usein aiheuta katkoksia sorvauksessa, sillä purilashäkkejä on kaksi rinnakkain. Mikäli jompikumpi häkeistä vikaantuu, on toinen aina varalla. Tämä mahdollistaa sorvin pyörittämisen lähes aina, vaikka häkillä olisikin ongelmia. Yleisimmät ongelmat ovat pienet tukokset häkkien pukkarien edessä. Näitä tukoksia aiheutuu monesti, mikäli purilasmattolle on päässyt syntymään ruuhkia. Lämpimien kelien aikaan häkkien toiminnassa ei ole juurikaan moittimista ja häiriöt ovat harvinaisia. Pakkasjakson aikana häkkien ketjut aiheuttivat linjastolle joitain häiriöitä.

Purilashäkeille ajettavat purilaat ovat usein hyvin kosteita, ja siten häkkien ketjut usein jäätyvät pakkasten aikana. Kun ketjut jäätyvät riittävästi, ne käyvät hyvin jäykiksi ja alkavat ketjujen laskeutuessa hyppiä rattaiden yli. Tämä aiheuttaa sen, että häkin ketjut voivat olla hyvinkin vinossa ja ketjuille tulevat purilaat eivät pysy ketjujen päällä. Jäätymistä voidaan ehkäistä ketjujen riittäväällä voitelulla talviaikaan.

Myös purilashäkin ketjujen jarrut sekä valokennot aiheuttavat joitain ongelmia etenkin talviaikaan. Ketjujen korkeus säätty valokennojen avulla. Kun ketjuilla on riittävästi purilaita ja ketjujen yläpäässä oleva valokenno alkaa lukemaan, laskeutuu ketjut alaspäin, jotta niihin saadaan lisää tilaa purilaille. Talviaikaan lumi voi peittää valokennon tai purilaista lähtevä höyry tiivistyy ja jäätyy valokennoon kiinni. Tällöin ketjut eivät pysy ylhäällä vaan laskeutuvat maanpintaan, koska kenno luulee pu-

rilashäkin olevan täynnä. Myös ketjujen jarrut aiheuttaa häkkien ketjujen laskeutumista alas. Talviaikaan ketjujen jarrut eivät pidä ja ketjut pääsee pikkuhiljaa laskeutumaan maanrajaan saakka. Tarkastelujakson aikana purilashäkin jarrut ja kennot aiheuttivat kuitenkin marginaalisen määrän pysähdyksiä, joten niiden prioriteetti ei ole suuri.

5.9 Siivoukset

Sorvauslinjasto siivotaan kolmessa eri osassa eri vuoroina. Työvuorokierron jälkimmäisenä aamuvuorona siivotaan sorvi aina pöllipukkarilta leikkurin pöydälle, jälkimmäisenä iltavuorona siivotaan hakkurihuone ja yövuorona pinkkari. Tämän lisäksi keskiviikon huoltopäivänä siivotaan alueita, jotka vaativat siivousta, kuten pölyasema ja purilashäkki. Hitain ja vaikein siivottava on pinkkarin alue, sillä se on hyvin vaikeakulkuinen ja siivottavaa on eniten. Pinkkarin siivous kestää yleensä tunnista kahteen tuntiin. Sorvin siivous kestää yleensä noin tunnin ja hakkurin siivous voidaan suorittaa linjaston pyöriessä, jolloin turhia seisokkeja ei synny.

Sorvilinjan siivouksessa pahimmat siivouskohdat ovat viilukuljettimen alkupään alla lattioilla. Suuri osa alaspuhalletusta puukkojätteestä lentää hallin lattialle, aiheuttaen suuria roskakasoja. Tämän lisäksi tärkeä siivouskohta on pöllikuljettimen alla kulkevan leveän jätematon alapuoli. Jättematon alla on raappa, jonka tehtävä on putsata pyörivää mattoa. Tämän raapan alle syntyy usein suuri pölykasa, joka tulee lapioida kipperille. Nämä kaksi kohtaa vievät ylivoimaisesti suurimman osan siivouksesta sorvin alueella.

Puuta jalostettaessa pölyä syntyy aina, joten siivouksista on hyvin vaikea päästä eroon kokonaan. Siivoukseen käytettävästä ajasta voidaan kuitenkin saada poistettua iso osa muuttamalla työtapoja, ja tekemällä linjastoon muutamia muutoksia. Tutkittaessa työryhmien työtapoja voidaan huomata selkeitä eroja, jotka vaikuttavat siivouksen keston. Yksi keino jolla aikaa voidaan lyhentää on siivous linjaston pyöriessä. Tiettyjä alueita sorvista voidaan siivota turvallisesti, vaikka sorvauslinjasto pyörii. Esimerkiksi leveän jätematon alle syntyvä roskakasa voidaan siivota turvallisesti vaikka toinen sorvareista käyttäisi linjastoa. Myös hallin lattioita voidaan siivota, mutta viilukuljettimien ja jätematon välittömään läheisyyteen tai alle ei voi mennä siivoamaan linjaston pyöriessä. Tämän lisäksi viilukuljettimen alkupäähän voisi rakentaa seinämää, kuten luvussa 6.3. selvitetään. Tämän seinämän avulla saataisiin poistettua siivouksesta yksi ahdas ongelmakohta. Siivousta ei voi millään poistaa kokonaan, mutta tervettä järkeä käyttäen pinkkavahti voi siivota linjaston aluetta myös sorvin pyöriessä. Tällä keinolla siivousaikoja on mahdollista lyhentää ilman konkreettisia muutoksia linjastoon.

Pinkkarin siivous on hitain ja vaativin siivous tilan ahtauden ja suuren roskamäärän takia. Pinkkarin siivous koostuu lähes yksinomaan puukkojätteen poistamisesta nostolavojen alueelta. Yleensä enimmäkseen roskat tulevat poistettua lastan ja lapion avulla. Tämän jälkeen alue puhalletaan puhtaaksi paineilmalla. Puhaltaminen on hidasta sillä paineilmaletkun kuljettaminen sokkeloisen pinkkarin alla on hidasta ja vaivaloista. Pinkkarin aluetta on mahdotonta siivota linjaston käydessä työturvallisuuden vuoksi ja sen vuoksi se onkin suojattu turva-aidoilla. Jälleen kerran puukkojätteen poistaminen välittömästi sorvin yhteydessä vähentäisi siivouksen tarvetta merkittävästi.

5.10 Aseteajat

Aseteaikoihin kuuluu teränvaihtoihin kuluva aika. Yleensä terät vaihdetaan 10 000 sorvatun juoksumetrin jälkeen, mutta toisinaan teriä joudutaan vaihtamaan aikaisemmin, mikäli ne ovat vioittuneet kelvottomiksi. Kesäaikaan terillä voidaan kuitenkin sorvata 15 000 juoksumetriä ennen teränvaihdosta, mikäli terän toiminta muuten on moitteetonta eikä terä aiheuta jälkiä viiluun. Tarkastelujakson aikana teränvaihtoon kului 16 % kaikesta häiriöajasta. Teränvaihdossa ensimmäisenä sorvi tulee puhallaa paineilmalla puhtaaksi liasta. Tämän jälkeen käytetyt terät irrotetaan ja viedään tylsien terien laatikkoon. Tässä vaiheessa usein tarkastetaan puukkoterien mitta ja ne teroitetaan tai vaihdetaan tarpeen vaatiessa. Tämän lisäksi tietyt työryhmät säätävät uusien sorvinterien korkeudet teränvaihtotasanteella. Uudet terät asetetaan sorviin ja katsotaan ettei terien väliin jää suuria rakoja, jonka jälkeen terät suljetaan kiinni. Tämän jälkeen terää voidaan kevyesti hioa mikäli sorvari näkee sen tarpeelliseksi.

Teränvaihto on välttämätön tuotantokatkos sorvauslinjastolla. Tutkittaessa työryhmien välisiä eroja, teränvaihtoon kuluviissa ajoissa on selkeitä eroja. Erot johtuvat uusien terien säätämiseen kuluva ajasta. Toisissa vuoroissa sorvaajat säätävät itse uusien terien korkeudet tulkin ja lenkkiavaimen avulla. Merkittäviä eroja viulun laatuun terien säädöllä ei kuitenkaan ole sillä terät esisäädetään teroituksen yhteydessä ja yleensä terien korot ovat erittäin hyvät. Mikäli vuoron sorvaajat haluavat säätää terät itse, voisi säätämisen suorittaa sorvauksen aikana. Aikaa voitaisiin säästää, jos esimerkiksi teränvaihdon jälkeen toinen työntekijöistä lähtisi käynnistämään sorvia, kun toinen työntekijä säätäisi seuraavassa teränvaihdossa tarvittavat terät valmiiksi. Tällä tavoin voitaisiin nopeuttaa teränvaihtoa jopa viisi minuuttia.

Puukkoterien vaihdon merkitys tulevien häiriöiden kannalta on merkittävä. Huonoilla puukoilla leikatessa viilumaton päähän jää paljon repaleita, jotka putoavat matkalla pinkkarille aiheuttaen samoja ongelmia mitä viilumaton päällä kulkeva puukkojäte aiheuttaa. Puukkojen vaihto on erittäin tärkeää ja jokaisen teränvaihdon yhteydessä puukkoja tulisi teroittaa ja puukkojen korkeus ja kunto tarkastaa. Sorvarit antavat moitteita puukkojen kiinnityspulteille, sillä kuusiokolopäällä varustetut pultit likaantuvat ja pyörivät nopeasti käyttökelvottomiksi. Kolot täyttyvät pihkalla ja purulla ja avattaessa pultteja avain lipsuu reiässä tai ei mene sinne lainkaan. Tämän seurauksena pultin kolo pyörityy ja terän vaihto vaikeutuu. Sorvin ohjaamossa on kuitenkin vaihtopultteja, jotta vioittuneet pultit voitaisiin vaihtaa. Tilanteessa olisi järkevämpää, mikäli teräpultit olisivat normaalilla pulttikannalla, eivätkä kuusiokolokannalla. Tällöin likaantumisen merkitys olisi pienempi ja puukkojen vaihtaminen nopeutuisi, sillä terät voisi avata hyvin nopeasti esimerkiksi räikkävaimella.

5.11 Linjastopysähdykset

Linjastopysähdykset pitävät sisällään kaikki pysähdykset, mitkä eivät johdu häiriöistä tai tukoksista. Tarkastelujakson kaikki linjastopysähdykset johtuvat joko sorvareiden kahvi- ja ruokatauoista tai sorvausohjelman muutokseen kuluneesta ajasta. Linjastopysähdyksien osuus kaikista pysähdyksistä

on jopa 8 %, mikä on merkittävä määrä. Huomattavaa asiassa on se, että sorvauslinjaston ei tulisi pysähtyä lainkaan kahvi- tai ruokataukojen ajaksi, sillä sorvilla on käytössä vuorotus. Vuorotuksen aikana toinen sorvaajista vuorottaa nostinmiehen. Tämä mahdollistaa sorvin pyörittämisen ilman taukoja koko vuoron ajan. Osassa vuoroista vuorotus toimi erittäin hyvin ja linjasto pyöri taukojen yli, kun taas toisissa vuoroissa vuorotusta ei tapahtunut lainkaan. Mikäli vuorotus saataisiin toimimaan kaikissa vuoroissa tulisi tehollista työaikaa selkeästi lisää. Tarkastelujakson aikana kahvitaukoihin kului aikaa lähes 3 tuntia. Mikäli vuorotus saataisiin toimimaan suunnitellulla tavalla, saataisiin kuukauteen helposti yhden tai jopa kahden työvuoron verran tehollista tuotantoaikaa lisää. On kuitenkin huomattava, että on myös tilanteita, jolloin vuorotus on mahdotonta. Tarkastelujakson aikana oli yksi vuoro, jolloin sorvauslinjastoa pyöritti yksi työntekijä. Tällöin vuorottaminen on mahdotonta ja linjasto on pakko sulkea taukojen ajaksi.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

6.1 Tulosten arviointi

Tämän insinööriyön tavoitteena oli tehdä sorvauslinjastolle tehokkuuslaskelma ja selvittää mistä puuttuva tehokkuus aiheutuu. Tämän lisäksi työssä on yritetty keksiä mahdollisia ratkaisuja tehokkuuden lisäämiseksi ja ongelmakohtien korjaamiseksi. Koska tiedonkeruu on tapahtunut käsin mitaamalla ja kirjaamalla, on suuri mahdollisuus, että joitain hyvin lyhyitä häiriöitä on jäänyt kirjaamatta täysin. Tällaiset pysähdykset eivät kuitenkaan hyvin paljoa muuta tehokkuuslaskelman lopputulosta. Mikäli tehokkuuslaskelmasta haluttaisiin tehdä tarkempi ja luotettavampi, tulisi hyödyntää tehtaan automaattista tiedonkeruuta. Järjestelmästä saatavia tietoja olisi kuitenkin huomattavasti vaikeampaa analysoida sillä niistä ei saada syitä, miksi linjasto ei pyöri. Tarkastelujakson lyhyys vaikuttaa heikentävästi laskennan tulokseen ja siten tietyt häiriöt saattavat korostua liikaa. Pidemmällä aikavälillä tutkittaessa saataisiin laskennasta huomattavasti tarkempi ja todenpitävämpi. Vaikka tutkimusaika oli lyhyt, tuloksista voidaan selvittää toistuvat häiriöt, jotka heikentävät linjaston suorituskykyä. Tällaiset toistuvat häiriöt aiheuttavat ison osan linjaston seisokkijajasta ja tällaisiin häiriöihin on myös helpointa puuttua. Pitkillä ja monimutkaisilla linjastoilla tapahtuu hyvin monenlaisia häiriöitä ja jotkut häiriöistä ovat niin satunnaisia ja sattumanvaraisia ettei niiden syitä voida nähdä lainkaan. Näihin ongelmiin on erittäin vaikeaa puuttua sillä häiriön todellinen syy on vaikea löytää tapahtuman jälkeen. Moniin satunnaisiin häiriöihin syy löytyy puusta ja sen vaihtelevasta laadusta. Tiedonkerujakson aikana sorvin ja sorvareiden toimintaa tarkkailtiin paikanpäältä. Joissain tilanteissa todellista kuvaa työntekijöiden työtavoista ei voida saada, sillä työntekijät saattavat muuttaa toimintaansa ulkopuolisen tarkkailijan ollessa paikalla. Häiriötilanteessa ulkopuolisen tarkkailijan paikallaolo saattaa aiheuttaa työntekijöille suorituspainetta ja nopeuttaa häiriöihin reagoimista. Tämän vaikutus laskelman paikkansapitävyyteen on todennäköisesti hyvin pieni.

Laskelman paikkansapitävyyteen vaikuttaa myös laatuarvon jättäminen pois laskennan tuloksesta. Sorvauslinjastolla laadun määrittäminen on erittäin vaikeaa, ja mikäli todellinen laatu haluttaisiin selvittää, tulisi tutkimukseen ottaa mukaan osia kuivaajasta, sekä viiluarkkien lajittelu, jossa suurin osa hylkäämisistä tapahtuu. Opinnäytetyö rajattiin siten, että työ koskee vaan sorvauslinjastoa ja siten on helpointa määrittää laatuarvoksi 1, jolloin se ei vaikuta laskelmaan millään tapaa.

Laskennan tulokseen vaikuttaa myös tarkastelujakson päivien valinta. Työryhmien työvuorot kulkevat neljän viikon sykleissä, eli joka neljäs viikko on samanlainen työvuoroiltaan. Tarkastelu tehtiin jokaisen työryhmän kanssa syklin samassa vaiheessa, eli pitkän viikon aikana. Pitkällä viikolla työryhmällä on töitä 6 päivää peräkkäin, maanantaista lauantaihin. Jokaisen työvuoron kanssa tarkkailua suoritettiin 4 vuoron ajan, alkaen jälkimmäisestä aamuvuorosta aina ensimmäiseen yövuoroon. Tämä vuorojen suppeus vaikuttaa etenkin siivouksien kestoihin, sillä tarkastelua ei suoritettu lainkaan pinkkarin siivouksen aikana. Todennäköisesti siivouksen osuus kasvaisi hieman, mikäli tarkastelua suoritettaisiin pidemmän aikaa.

6.2 Yhteenveto

Insinööriyössä tehdyn tehokkuuslaskelman mukaan sorvauslinjaston kokonaistehokkuus noin 54 %. Suurimmat häiriöt aiheutuvat nopeushäiriöiden muodossa, joten helpoin tapa parantaa linjaston tehokkuutta on puuttua näihin lyhyisiin pysähdyksiin. Opinnäytetyössä pyrittiin löytämään korjauskehdotuksia löydettyihin ongelmiin. Tutkimuksen aikana oli helppo huomata tiettyjen prosessin vaiheiden vaikuttavan ongelmien syntyyn huomattavasti. Puukkojäte aiheuttaa erittäin paljon pysähdyksiä linjastolle, joten sen poistaminen prosessin alussa on ensisijaisen tärkeää tehokkuuden kasvattamisen kannalta.

Tärkeimmät korjaukset ja korjaukset joista saadaan suurin hyöty ovat puukkojätteen poistamiseen liittyvät korjaukset sekä pinkkarin ketjun valoverhojen häiriöitä vähentävät korjaukset. Puukkojätteen puhaltimia tulee kehittää eteenpäin ja alemmalle viiluradalle tulee tehdä oma puhallin. Tämän lisäksi teränvaihdon yhteydessä tulee aina tarkastaa puukkojen kunto sillä puukoilla on ratkaiseva merkitys puukkojätteen kulkeutumiselle pinkkarille. Pinkkarin ketjujen valoverhojen hälytyksiä saadaan vähennettyä siirtämällä kuvan 13 kennoa 4 taaksepäin. Tällä voidaan estää suurin osa valoverhojen laukeamisista. Tämän lisäksi on erittäin tärkeää ohjeistaa trukkikuljettajat valoverhojen toimintaan ja etenkin hälytysvalomajakon merkitykseen. Pinkkarin valoverhojen aiheuttamia seisokkeja voidaan lyhentää merkittävästi asettamalla imuhihnojen ja nostolavojen hydraulikkojen käynnistysvaloverhojen kuittauspainikkeiden yhteyteen. Tällöin sorvarin ei tarvitse kiertää koko pinkkaria ennen kuin linjasto saadaan taas käyntiin. Trukkikuljettajia tulisi myös ohjeistaa kuivan viilun tyhjentämiseen jätekuljettimille tarkemmin. Iso osa hakkurin korkeusrajan hälytyksistä aiheutui liian suuresta viilukasasta, jonka trukkikuljettajat ovat asettaneet jätekuljettimelle.

Pinkkarilla sattuvia konerikkojen korjausaikoja saadaan lyhennettyä selkeästi säilyttämällä yleisimpiä korjauksessa tarvittavia osia pinkkarin seinustalla olevissa kaapeissa. Näitä osia ovat esimerkiksi aisojen kiinnityspultit, paineilmaletkut ja sylinterin nipat. Tarvittaessa myös sorvari voisi tällöin vaihtaa esimerkiksi särkyneen paineilmaletkun mikäli huoltomiehiä ei ole välittömästi saatavilla.

Siivoukseen kuluva aikaa voitaisiin pienentää, mikäli puukkojätteen puhaltimet saataisiin toimimaan paremmin. Myös työntekijöiden toimintatavoilla vaikutetaan siivouksen nopeuteen merkittävästi. Linjaston pyöriessä pinkkavahti voi siivota tiettyjä alueita, jonne voi mennä linjaston pyöriessä. Aseteajoja voidaan pienentää, jos pinkkavahti säätäisi seuraavan teränvaihdon terät linjaston pyöriessä. Tällöin aseteajoista saadaan pois huomattava osa. Näiden lisäksi linjastolla tapahtuva vuorotus tulee saada toimimaan jokaisessa vuorossa. Tämä on helppo tapa lisätä tehollista työaikaa merkittävästi. Jokaisessa vuorossa on sorvaaja, joka pystyy käyttämään tukkinostinta, joten vuorottamiselle ei ole merkittävää estettä.

Opinnäytetyössä selvitettyt häiriöt ovat vain osa sorvauslinjastolla tapahtuvista ongelmista. Jotta kaikki ongelmat saataisiin kirjattua tulisi linjastolla viettää aikaa huomattavasti enemmän. Myös automaattisen tiedonkeruujärjestelmän käyttäminen helpottaa häiriöiden tunnistamista huomattavasti. Häiriöitä on mahdollista poistaa hyvin pieninkin investoinnein ja muutoksin ja linjaston seuranta

kannattaa jatkaa, jotta sorvauksen tehokkuutta voidaan lisätä jatkossa. Tehokkuuden lisääminen ei vaadi valtavia resursseja vaan usein kehittämistä voidaan löytää hyvin pienistä asioista. On tärkeää, että sorvauslinjaston työntekijöitä kuunnellaan aktiivisesti, sillä heillä on tarkka kuva linjaston toiminnasta ja häiriöiden syistä. Hyödyntämällä tätä kokemuksen kartuttamaa tietoa voidaan häiriöitä tunnistaa huomattavasti helpommin. Opinnäytetyön tiedonkeruun aikana saaduista häiriölistoista myös tehtaan henkilökunta saa tarkemman kuvan sorvin käyntiä haittaavista tekijöistä ja he voivat puuttua ongelmiin erilaisilla keinoilla. Erilaiset näkemykset ongelmien ratkaisemisessa on tärkeitä ja koko vanerivalmistuksen kokonaisprosessin tunteminen auttaa näkemään sorvauslinjaston ongelmien kokonaisvaikutukset.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

HAGBERG, L, HAUTALA, S, HENRIKSSON, T, LAINE, H, LÖPPÖNEN, P, ja RIIKONEN, E. Käynnissäpidon johtaminen ja talous. Scandinavian center for maintenance management Finland ry. Painoyhtymä Oy, Loviisa 1996

HEISKANEN, Pertti. Suomen metsäyhdistys, www-sivut. Finnforest Oyj:n Suolahden vaneritehtaan esittely ja tehdasvierailu [Viitattu 2013-10-31] Saatavissa:
[http://www.smy.fi/smy/Materiaalitdeve.nsf/Images/18D3ABFBE01F8507C22570AE0030D4F2/\\$file/PMA20-PerttiHeiskanen-slides.pdf](http://www.smy.fi/smy/Materiaalitdeve.nsf/Images/18D3ABFBE01F8507C22570AE0030D4F2/$file/PMA20-PerttiHeiskanen-slides.pdf)

InSolution Oy. OEE. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2013-11-01] saatavissa:
<http://fadector.insolution.fi/OEE.php?tab=3>

KNUUTINEN, Ilja 2010. Jatkojalostamisen seuranta ja kehitys tuotannossa. Savonia ammattikorkeakoulu. Puutekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 2013-12-11] Savonia-Ammattikorkeakoulun kirjasto

KOPONEN, Hannu 2002. Puuteollisuus 4: Puulevytuotanto. 3.uudistettu painos. Edita Oy, Helsinki.

Metsä Group. Konsernin rakenne ja omistus. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2013-10-15] Saatavissa:
<http://www.metsagroup.fi/Metsagroup/rakennejaomistus/Pages/Default.aspx>

Metsä Group. Historia. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2013-10-15] Saatavissa:
<http://www.metsagroup.fi/Metsagroup/historia/Pages/Default.aspx>

Metsäteollisuus RY. Vanerikäsikirja. Lahti: Kirjapaino Markprint 2006. [Verkkodokumentti] [Viitattu 2013-12-12] Saatavissa: http://www.wisaplywood.com/en/downloads/brochures/general-brochures/Documents/Handbook_FI.pdf

MOILANEN, Juha 2012. Arkkisalin kokonaistehokkuuden kartoitus. Saimaan ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka. Opinnäytetyö. [Viitattu 2013-12-11] Saatavissa:
http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/40725/Moilanen_Juha.pdf?sequence=1

MYERSON, Paul 2012. Lean supply chain & logistics management. New York : MacGraw-Hill.

OEE. Implementing OEE. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2013-11-15] Saatavissa:
<http://www.oeec.com/implementing-oeec.html>

OEE. Calculating OEE. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2013-11-15] Saatavissa:
<http://www.oeec.com/calculating-oeec.html>

OEE Foundation. Origin of OEE.[Verkkoaineisto]. [Viitattu 2013-11-04] Saatavissa:
<http://www.oeefoundation.org/origin-of-oeec/>

PERNU, Manu 2007. Komponenttituotannon OEE-mittauksen kehittäminen ja suunnittelu. Savonia Ammattikorkeakoulu. Tietotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 2013-10-31] Savonia-Ammattikorkeakoulun kirjasto.

Puuproffa. Viilun valmistus. Kuva. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2013-12-12] Saatavissa:
http://www.puuproffa.fi/proffin/images/stories/jalosteet/_sorvaus2.jpg

RAJALA, Joni 2011. Laadunvalvonta osana konepajaprosessin kokonaistehokkuuden mittauksia. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka. Opinnäytetyö. [Viitattu 2013-10-31] Saatavissa:
http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/29266/Rajala_Joni.pdf?sequence=1

REIVILÄ, Sampo ja VARIS, Antti. 2013-02-01. Käytettävyydestä vahva kilpailutekijä. Automaatiöväylä [Digilehti] [Viitattu 2013-10-24] Saatavissa:
http://www.automaatiovayla.fi/images/stories/lehdet/Automaatiovayla2_2013.pdf