



Karelia-ammattikorkeakoulu  
Insinööri (YAMK)

# Sahalinjan tehokkuuden parantaminen

Kimmo Korhonen

Opinnäytetyö, kesäkuu 2024

[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Kesäkuu 2024**  
**Uusiutuvan energian koulutus**  
**Ylempi ammattikorkeakoulututkinto**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600 (vaihde)

**Tekijä**  
Kimmo Korhonen

**Nimeke**  
Sahalinjan tehokkuuden parantaminen

Anonyymi toimeksiantaja

**Tiivistelmä**

Tarkoituksena opinnäytetyössä oli selvittää sahalinjan alhaisen tehokkuuden syyt ja ratkaista tehokkuuteen vaikuttavia tuotannollisia haasteita. Kehittämistarpeen syynä oli sahalinjan sahauskapasiteetin kasvattamisen tarve.

Tavoitteena oli selvittää tuotannon tehokkuuden nykytila ja sen haasteet. Kehittämistehävän tutkimusmenetelmänä käytettiin toimintatutkimusta, joka painottui käytänteisiin ja toimintoihin. Tiedonhankinta suoritettiin hyödyntäen sahauslinjalla työskentelevien henkilöiden havaintoja ja sahan tietojärjestelmiä. Havaintoja ja sahan tietojärjestelmistä saatua dataa analysoitiin ja toimenpiteitä suunniteltiin kehityskokouksissa.

Tietoja analysoimalla ja löytyneitä kehityskohteita kehittämällä ratkaistiin tuotannollisia ongelmia tai pienennettiin niiden negatiivisia vaikutuksia etsimällä uusia toimintamalleja. Myös koneiden toiminnallisuuksien virheitä korjattiin kuntoon. Kehitystarpeita löydettiin enemmän kuin tämän opinnäytetyön aikana pystyttiin ratkaisemaan. Suurimmat kehitystarpeet jatkossa liittyvät sahalinjan jälkeisten kappaletavarakoneiden ja niiden kuljettimien toiminnan kehittämiseen.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 47  
Liitteet 5  
Liitesivumäärä 8

**Asiasanat**  
Tuotannon tehokkuus, sahaus, kehittäminen



**THESIS**  
**June 2024**  
**Degree in Renewable Energy**  
**Master's Degree**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600 (switchboard)

Author  
Kimmo Korhonen

Title  
Improving the Efficiency of the Saw Line  
  
Anonymous commissioned

**Abstract**

The purpose of this thesis was to investigate the reasons for low efficiency in the sawmill's production line and to solve its productional challenges. The reason for development was the need to grow the sawing capacity.

The aim was to determine the present state of efficiency in production and its challenges. The research method for the development task was activity analysis, in which was emphasized on practises and activities were emphasized. Data collection was carried out by using the observations from the people who work in the sawmill's production line and data from the sawmill's own information system. The observations and data from the information system were analysed and the actions were planned in development meetings.

As a result of the thesis, production problems were solved and negative impacts were minimised by finding new operating models based on the information analysed and developing the targeted areas. The functionality disorders of machinery were also fixed. More development targets were found during the process which could not be included in this thesis. The biggest development needs in the future will be in cargo machinery and their conveyor's improvement which comes after the sawmill's production line.

Language  
Finnish

Pages 47  
Appendices 5  
Pages of Appendices 8

Keywords  
Production efficiency, sawing, development

# Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Puunjalostuksen historiasta nykyaikaisen sahauksen kannattavuuteen .....	5
2.1	Puunjalostusteollisuuden historiaa .....	5
2.2	Metsän merkitys Suomessa nykypäivänä .....	6
2.3	Puu raaka-aineena .....	6
2.4	Sahausprosessin vaiheet .....	8
2.4.1	Tuotannon suunnittelu .....	9
2.4.2	Tukkien lajittelu .....	9
2.4.3	Sahaus .....	11
2.4.4	Tuorelajittelu .....	12
2.4.5	Rimoitus .....	12
2.4.6	Kuivaus .....	13
2.4.7	Tasaus, paketointi ja varastointi .....	14
2.5	Sahauksen kannattavuus ja kustannusrakenne .....	14
3	Tuotannolliset haasteet .....	17
4	Kehittämistyön tavoite ja tehtävä .....	18
4.1	Kehittäminen ja tuottavuus .....	18
4.2	Kehittämistyön tavoitteet .....	19
4.3	Kehittämistehtävä .....	20
5	Kehitystehtävän toteutuksen menetelmät .....	21
5.1	Toimintatutkimuksellinen lähestymistapa .....	21
5.2	Käytettävät tutkimusmenetelmät .....	22
6	Tiedonkeruu ja alkutilanne .....	23
6.1	Ruuhka .....	26
6.2	Lyhyet häiriöt .....	27
6.3	Sekalaiset syyt .....	28
7	Kehitystehtävän suoritus .....	28
7.1	Kokoukset .....	29
7.1.1	Aloituskokous .....	29
7.1.2	Seurantakokous .....	31
7.1.3	Päätöskokous .....	31
7.2	Terätietoutta .....	32
8	Kehitystyön tuloksia .....	32
8.1	Tuotantotietojen tarkempi analysoiminen ja kohteiden kehitys .....	32
8.2	Kuorimakone ja syöttö .....	33
8.3	Jakosaha ja telasto .....	34
8.4	Laudanerotuskuljetin 2 .....	34
8.5	Pelkkahakkuri 2 syöttö .....	35
8.6	Terät ja niihin liittyvät asiat .....	36
8.7	Henkilöiden toiminta .....	38
8.8	Sahalinjan käyttö- ja täyttöasteen kehitys .....	39
8.9	Lyhyet häiriöt .....	40
8.10	Ruuhkat .....	41
8.11	Muut kehitetyt kohteet .....	42
9	Kehitystutkimuksen luotettavuus .....	44
9.1	Käytetyt menetelmät .....	44
9.2	Tehtävän suorittamisen haasteet ja saavutukset .....	44

9.3	Jatkokehitys tarpeet.....	45
10	Pohdinta.....	46
	Lähteet.....	49

#### Liitteet

Liite 1	Ylimitan vaikutus sahauksen kannattavuuteen
Liite 2	Sahan tietojärjestelmän tuotantotietoa
Liite 3	Vierailun muistio
Liite 4	Muistio terätoimittajien tapaamisesta
Liite 5	Ohje vanneterien merkitsemiseen

# 1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheeksi valikoitui todellinen kehitystilanne eräältä sahalta. Tavoite oli löytää keinoja sahauksen tehokkuuden parantamiseksi. Aihe liittyy vahvasti sahauksen kannattavuuden parantamiseen ja kyseisen sahalinjan kapasiteetin kasvattamisen tarpeeseen.

Sahalla tuotantoa tehdään kahdella erillisellä sahalinjalla. Tämän opinnäytetyön aiheena oli keskittyä suuremmalle sahalinjalle, jolloin sen tuotantokapasiteetin nouseminen vähentäisi mahdollisesti suoraan pienemmän sahalinjan tuotannon tarvetta tulevaisuudessa. Tämä muutos suoraviivaistaisi ja tasoittaisi sahatavaratuotannon ajoittaista epätasapainoa helpottaen seuraavan vaiheen kappaletavarakoneiden toimintaedellytyksiä. Opinnäytetyössä tehtävä selvitys rajautui suuremman sahalinjan alkupään osalle tukin syötöstä saheiden irrottamiseen toisistaan. Kehittäminen rajautui tuotannon näkökulmasta koneiden ja henkilöiden optimaaliseen toimintaan ja toimintatapoihin.

## 2 Puunjalostuksen historiasta nykyaikaisen sahauksen kannattavuuteen

### 2.1 Puunjalostusteollisuuden historiaa

Suomessa 1900-luvun talousdynamiikkaa hallitsi saha- ja paperiteollisuuden muodostama kokonaisuus. Vuosisadan alkupuoliskolla sotien välisen ajan Suomen viennistä 80–90 prosenttia koostui metsästä. Tästä sahat tekivät yli puolet. Sahateollisuuden merkitys kansantaloudelle oli suurimmillaan 1930-luvulla. Selluloosa ja paperi ohittivat sahat viennissä ja valtasivat suurimman vientialan paikan pysyvästi 1950-luvulla. Vielä 1800-luvun alkupuolella Suomi oli yksi Euroopan köyhimmistä maista. Puunjalostusteollisuuden ansiosta Suomi kohosi Euroopan ja samalla vauraimpien valtioiden ryhmään maailmassa vuosisadan

jälkipuoliskon aikana. Vuosisadan lopulla metsäteollisuus yhdessä vastasi 30 prosentin osuutta vientituloista. (Varis 2017, 15,17.)

## **2.2 Metsän merkitys Suomessa nykypäivänä**

Suomi on yksi metsäisimmistä maista maailmassa. Maapinta-alasta metsää on 86 %, kun heikompi kasvuiset kitu- ja joutomaat otetaan mukaan. Kasvukauden pituus puustolla on noin 80 päivää vuodessa ja hakkuita tehdään noin 2 % metsäpinta-alasta vuosittain. (Suomen Metsäyhdisty ry 2011, 5–6.)

Suomessa metsäteollisuus työllisti yhteensä noin 82 800 henkilöä vuonna 2021. Näistä suorat työllisyysvaikutukset olivat 38 400 henkilöä. Verokertymää vastaavasti tuli yhteensä 3082 miljoonaa euroa, joista suora verokertymä oli 1791 miljoonaa euroa. 2017–2021 välillä investointien vaikutukset Suomessa olivat keskimäärin 1,9 miljardia euroa vuodessa. (Metsäteollisuus ry 2023, 4–7,17.)

## **2.3 Puu raaka-aineena**

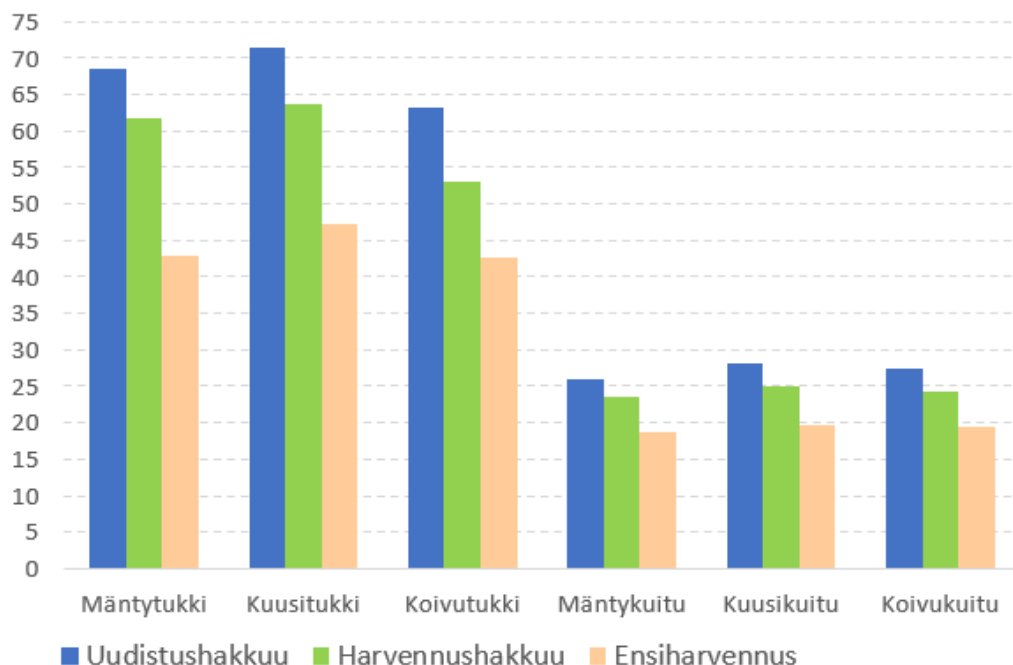
Tulevaisuudessa puun käyttömahdollisuuksien ennustetaan lisääntyvän entistään. Ihmiset haluavat tehdä entistäkin enemmän vastuullisia ja kestäviä valintoja. Puupohjaiset materiaalit ja tuotteet ovat suurelta osin uusiutuvia ja kierrätettäviä. Puupohjaisilla voidaan monesti korvata fossiilipohjaisia materiaaleja, kuten esimerkiksi muovia. Rakentamisessa puun käyttö on vanha keksintö, mutta kun betonille ja teräkselle on etsitty korvaavia ratkaisuja, on puurakentamisen osuus noussut uusien innovaatioiden myötä myös vaativissa kohteissa. Puurakenteiset elementit ovat hengittävinä terveellisiä, kestäviä, yleensä helposti kierrätettäviä, sekä ne pienentävät rakentamisen hiilijalanjälkeä. Suuri osa suomalaisista on tekemisissä erilaisten puupohjaisten materiaalien kanssa päivittäin mm. elintarvikepakkauksien muodossa. Puun mahdollisuuksia kuvaa myös hyvin se, että käyttökohteita löytyy myös lääketieteestä. (UPM 2023)

Metsäteollisuuden muista toiminnoista sahateollisuus poikkeaa siten, että raaka-aineesta alkava tuotteen jalostus alkaa jo metsässä. Raaka-aineena toimii sahatukki. Sahatukki joka hakkuun yhteydessä tehdään, on itsessään jo

jalostusyksikkö. Sen laatu, muoto ja tilavuus määräävät millaista sahatavaraa ja kuinka paljon sitä saadaan tuotettua. Sahatukin arvoon sen jalostajalle vaikuttavia tekijöitä ovat tukin laatu, tukin järeys ja puulaji. Lisäksi tukin pituus ja kartiokkuus vaikuttavat sahatukin arvoon käyttösuhteen kautta. (Vöry 1970, 74–76.)

Hintaan puumarkkinoilla, joka maksetaan puun myyjälle vaikutta puolestaan markkinatilanne, puun laatu, puumäärä hakkuukohteessa, kohteen etäisyys puuta käyttävästä laitoksesta, hakkuutapa, metsäkuljetusmatka leimikolta tienvarteen, maasto ja korjuuajankohta. Lisäksi hinnan vaihtelu voi olla suurta riippuen onko kohde ensiharvennus-, harvennus- vai uudistushakkuu kohde. (Stora Enso Metsä 2023)

	Mänty- tukki	Kuusi- tukki	Koivu- tukki	Mänty- kuitu	Kuusi- kuitu	Koivu- kuitu
<b>Uudistushakkuu</b>	68,49	71,39	63,29	25,88	28,06	27,33
<b>Harvennushakkuu</b>	61,67	63,62	53,13	23,66	24,97	24,21
<b>Ensiharvennus</b>	42,82	47,25	42,53	18,63	19,68	19,52

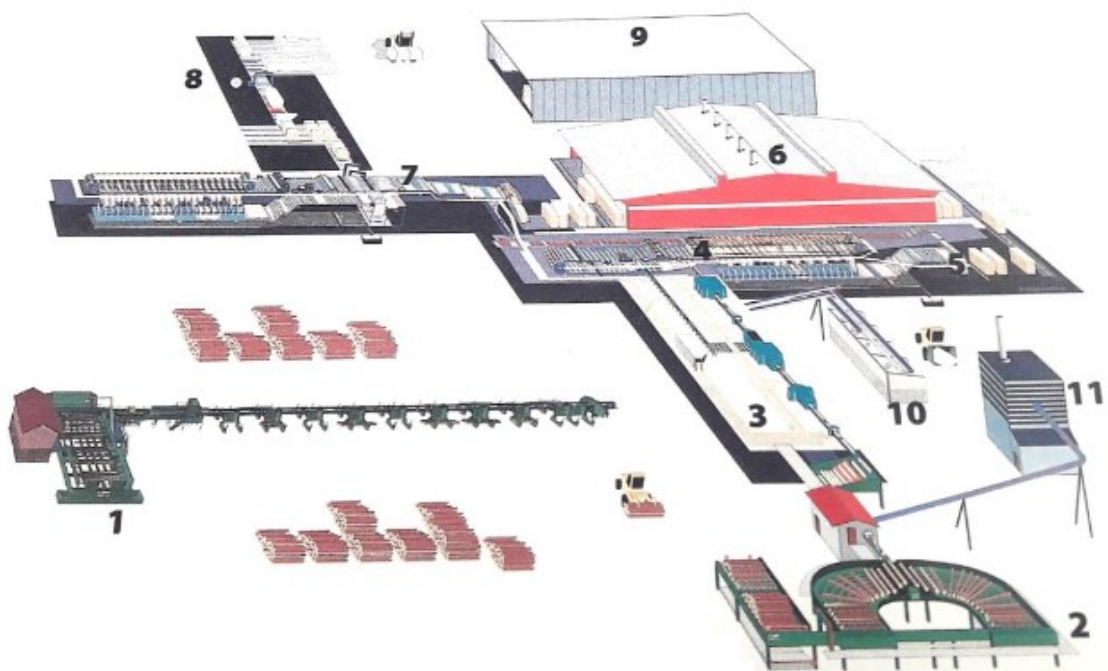


Kuvio 1. Puun hinta pystykaupoissa suomessa 11/2023. (Luonnonvarakeskus 2024)

## 2.4 Sahausprosessin vaiheet

Nykyaikainen sahausprosessi ajatellaan yleisesti alkavan sahalaitoksen tukkilaajittelussa, mutta siihen vaikuttavat asiat alkavat jo metsässä leimikon korjuu vaiheessa. Metsässä hakkuukoneen kuljettaja tekee ensimmäiset päätökset omien havaintojensa ja korjuuohjeiden mukaisesti. Tällä on suuri vaikutus siihen, että ohjautuuko puu mekaanisen metsäteollisuuden (esimerkiksi sahaukseen tai vanerin valmistukseen), selluteollisuuden vai energiantuotannon raaka-aineeksi. Kuljettajan ammattitaidosta on kiinni se, että arvokas tukki saadaan katkottua tarkasti talteen, jolloin siihen kelpaavaa osuutta puusta menee mahdollisimman vähän alempiarvoisiin lajeihin, kuten vaikka selluteollisuudessa käytettäväksi kuitupuuksi.

Sahausprosessi kokonaisuudessaan voidaan ajatella koostuvan seitsemästä osa-alueesta. Alkaen tuotannon suunnittelusta ja päättyen paketointiin. Lisäksi paketoinnin jälkeen on vielä varastointi. Jokaisen näistä vaiheista on toimittava yhteen edellisen ja seuraavan prosessivaiheen kanssa, jotta vältetään ns. pulonkaloilta. Sahausprosessia tukin lajittelusta eteenpäin on kuvattu kuvassa 1.



Kuva 1. Sahausprosessi. (Varis 2017, 83.)

### 2.4.1 Tuotannon suunnittelu

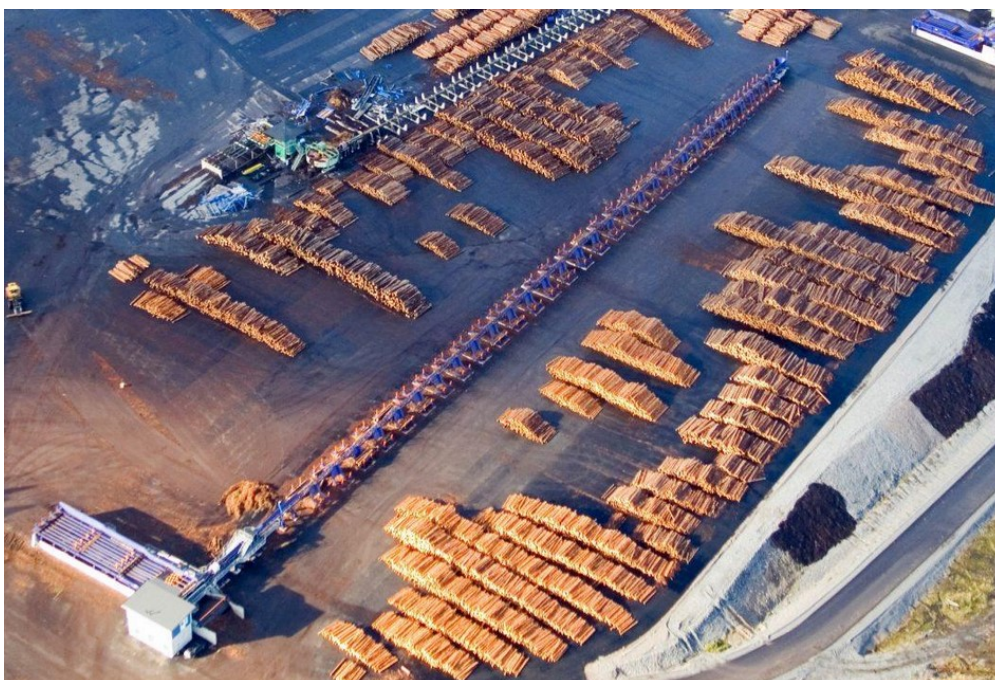
Käytettävä tukki optimoidaan tuotannon suunnittelun toimesta ja tällöin määräytyy sahattavan sahatavaran arvosaanto. Tavoitteena on saada sahatavaran laatu ja toimitusaikataulu vastaamaan asiakkaan tarpeita, hyödyntää raaka-aine mahdollisimman optimaalisesti ja tukea suunnittelulla myös myyntiä. Tuotannon suunnittelu jakautuu pitkän-, keskipitkän- ja lyhyen aikavälin suunnitteluun. Tyyppillisesti 1 vuosi on pitkän aikavälin suunnittelun aikajakso. Pitkän aikavälin suunnittelussa käytetään aikaisemmista tuotannoista kertyneitä tietoja, kuten esimerkiksi jakautumia eri tuotteiden osalta. Vuosi suunnitelma pyrkii sovittamaan yhteen käyttöön tulevan tukkiraaka-aineen ja myynnin tarpeet. Keskipitkän aikavälin suunnittelussa laaditaan sahausohjelmaa kuukauden tai sahausjakson ajaksi. Kuukausi voi jakautua esimerkiksi kahdeksi sahausjaksoksi. Keskipitkän suunnittelun alussa tiedetään jo käytettävän tukkiraaka-aineen määrä, pituus- ja läpimittajakauma. Sahausohjelmaa laaditaan tässä suunnittelussa ja siinä huomioidaan jo varastossa olevat tuotteet, tehdyt kaupat sekä myynnin tarpeet. Lyhyen aikavälin suunnittelussa tehdään yleisesti noin viikon mittainen yksityiskohtainen suunnittelu sahaukselle. Sahaus järjestykseen vaikuttavia tekijöitä ovat valmiin tuotteen sovittu lähetysajankohta, lajiteltu tukkivarasto ja tuotanto prosessin sujuvuuteen vaikuttavat tekijät. (Varis 2017, 60–61.)

### 2.4.2 Tukkien lajittelu

Tukit lajitellaan ja mitataan hyväksytyllä lajittelulaitteistolla (Kuva 1, kohta 1) yleensä suoraan vastaanoton yhteydessä. Lajittelu tapahtuu tukkiluokkiin mm. tukin latvaläpimitan, pituuden, kartiokkuuden, soikeuden, oksaisuuden, oksalaa-dun, oksavälin, lenkouden ja tilavuuden mukaisesti. Muun kuin visuaalisen laa-dun määrittää mittauksen yhteydessä röntgenlaitteisto. Samalla lajittelua suorit-tava henkilö (lajittelija) lajittelee jokaisen tukin omien näköhavaintojensa, eli vi-suaalisen laadun mukaan. Lisäksi lajittelija hylkää seassa mahdollisesti olevat väärän puulajin puut, sekä nähtävissä olevan raakin syyn sisältämät puut. Me-tallinilmaisoin hylkää rautaa sisältävät puut. Jokaiselle ns. tukkiluokalle joihin lajit-telu jakautuu, on luotu omat lajittelusäännöt ja ne ohjataan lajittelulinjastolla omaan taskuunsa. Samassa latvaläpimita luokassa on yleisesti

lajittelusäännöissä muita vaatimuksia, jotka tulevat valmiin lopputuotteen vaatimuksista. Näitä voi olla esimerkiksi pituus, oksaisuus, oksan laatu, oksan suurin sallittu koko tai sydänpuun osuus. Tästä johtuen lajittelulokeroita tarvitaan suuri määrä ja vastaavasti myös lajitellun tukin varastokentältä vaaditaan suurta koosta, koska kaikki lajitellut tukkiluokat on saatava varastoitua omiin pinoihinsa.

Nykyaikainen tukkilajittelulinjasto koostuu yleisesti tukin vastaanottokuljettimina toimivista tukkipöydistä. Annostimista ja kuljettimista, jotka vievät puun metallin ilmaisimen läpi mittaukseen ja röntgenin kuvattavaksi. Röntgenin jälkeen alkaa pitkä kuljetinlinjasto, jonka molemmilla puolilla on taskut lajitelluille tukeille. Taskuista lajitellut tukit kuljetetaan järeillä pyöräkuormaajilla tai vastaavilla materiaalinkäsittelykoneilla tukkikentälle pinoihin. Pinoista tukit siirretään vastaavilla koneilla sahauksensyöttöön sahausjärjestyksen mukaisesti. Varastoitujen tukkien ns. kierto pyritään varmistamaan tuotannon suunnittelun toimesta. Varaston koko voi vaihdella riippuen tukin saatavuuden ja tavoitellun varastomäärän vuoksi paljonkin. Lajitellun tukkivaraston tavoite koko voi olla esimerkiksi 12 000 m<sup>3</sup>. Tällöin tuotannon suunnittelu pystyy tekemään tarvittavan määrän vaihtoehtoisia sahausohjeita ja sahauksen sujuvuus on hyvä eräkokojen pysyessä riittävän suurina.



Kuva 2. Nykyaikainen tukkilajittelun linjasto. (Nordautomation 2023)

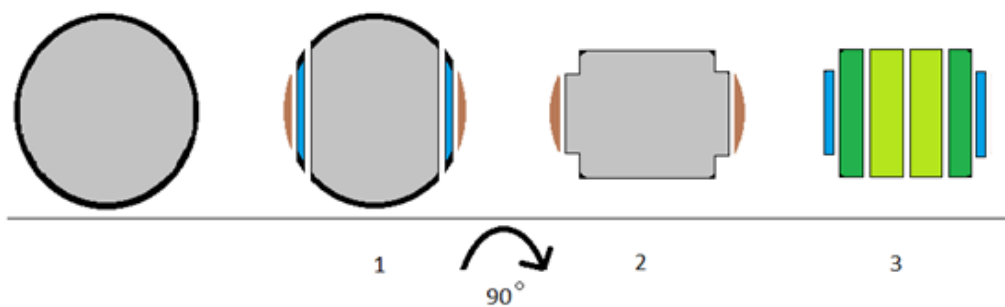
### 2.4.3 Sahaus

Ennen varsinaista sahausta on tukki kuorittava puhtaaksi kuorimakoneella. Kuorimo voi olla erillinen osasto tukkilajittelun yhteydessä tai sitten sahansyötön (Kuva 1, kohta 2) lopussa ennen varsinaista sahalinjaa. Kuoriminen on tärkeää, että sahatavara ja sahauksen sivutuotteena syntyvä massahake pystytään ottamaan talteen ilman kuorta. (Varis 2017, 73.)

Kuorella tarkoitetaan tässä yhteydessä kaikkia jäljen ulkopuolisia solukkoja. Näin määriteltynä kuori jakautuu edelleen kahdeksi osaksi fysiologisen ja rakenteellisen tilan perusteella. Osat ovat ulkokuori ja sisäkuori eli nila. (Kärkkäinen 1977, 76.)

Kuorinnan jälkeen sahalinjalla tyypillisesti on tukkimittari, joka mittaa jokaisen tukin tehden siitä 3D -mallin. Tätä mallia käyttäen tietokone laskee parhaan sahausasennon (ohjaa tukin pyöritystä) ja optimoi profiloitavien sivulautojen leveyden parhaan arvosaannon saavuttamiseksi.

Nelisahaus on yleisin käytössä oleva sahaustapa Pohjoismaissa. Perinteisesti kahdessa vaiheessa tapahtuvassa nelisahauksessa ensin haketetaan tukin kaksi sivua ja sivuilta erotetaan asetteen mukaisesti sivu- ja pintalautoja. Ensimmäisessä vaiheessa syntynyt pelkka käännetään 90 astetta ja suoritetaan pelkan sivujen haketus. Tässä yhteydessä voidaan profiloida pelkan sivuun sivulaudan levyinen saheen muoto, joka sahataan irti seuraavaksi jakosahassa. Jakosahauksessa erotetaan kaikki asetteen mukaiset saheet irti. Sahaustapahtumana sijoittuu kuvassa 1 esitettyssä tapauksessa kohtaan 3. (Varis 2017, 85.)



Kuva 3. Yksinkertaistettu sahausjärjestys tukista sahatavarakappaleiksi eli saheiksi. (Kimmo Korhonen (K.K) 2024)

#### 2.4.4 Tuorelajittelu

Saheet lajitellaan erilleen laudoiksi ja lankuiksi dimensiolajittelussa (Kuva 1, kohta 4). Tässä lajittelussa laudoille määritetään leveys, paksuus, pituus ja mahdollisesti vajasärmäisyys. Samalla mittapoikkeamat ja mahdolliset sahausvirheet tulevat esille. Mittaus suoritetaan yksinkertaisella laser -mittauksella tai konenäköjärjestelmällä, joka hoitaa myös hylkäyksen virheellisille kappaleille. Hylätyt kappaleet poistetaan linjastolta automaattisesti ja ohjataan haketukseen. Laudat ja lankut lajitellaan dimension mukaan omiin lokeroihin tai vaunuihin, joista ne siirretään rimoitukseen. Dimensiot on eriteltävä myöhemmässä prosessivaiheessa tapahtuvaa kuivausta varten. (Varis 2017, 172–173.)

#### 2.4.5 Rimoitus

Rimoituksessa (Kuva 1, kohta 5) saheista tehdään kuivausta varten rimoitetut kuivauskuormat rimoituskoneella. Rimoittamalla saadaan varmistettua tasainen ja hallittu ilman kierto kuivattavassa sahatavaraerässä. Kuivauskuorma muodostuu kerroksista, joissa vuorottelee sahatavarakappaleet ja niiden suuntaan nähden poikittaisessa suunnassa välirimat. Koneellisessa rimoituksessa kappaleet tulevat vieri viereen ja pituussuunnassa kerroksen kappaleet vuorottelevat kuivauskuorman päiden mukaan. Näin kuivauskuorma muodostuu säännöllisesti suorakaiteen muotoiseksi ylhäältä katsottuna. Rimoitettu kuivauskuorma siirretään odottamaan kuivausta (Sipi 2006, 108–109.)

## 2.4.6 Kuivaus

Kuivaus (Kuva 1, kohta 6) tapahtuu kuivauskanavissa ja -kamareissa. Kuivauksella tarkoitetaan kosteuden alentamista puussa halutulle tasolle. Tätä tasoa ohjaa tuleva käyttötarkoitus. Kuivauksella parannetaan puun käytettävyyttä, säilyvyyttä ja ominaisuuksia. Kuivauskaavat määrittävät kuivauksen aikaisen ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden keskinäisen suhteen eri vaiheissa kuivausta. (Sipi 2006, 113,129.)

Kuivaukseen ohjataan samaa dimensiota mahdollisimman paljon peräkkäin, jolloin kaikkien kuivauskuormien sahatavarat kuivuvat lähes identtisesti. Eroa voi tulla sahatavarakappaleen muista ominaisuuksista, joka aiheuttaa hajontaa kuivaustulokseen.

Sahatavarasta suurin osa kuivataan ilmaa kierrättämällä ja sahauksen sivutuotteiden (kuori, puru ja hake) polttamisesta saatavan lämmön yhteisvaikutuksella. Kuivaamossa lämmön siirtyminen tapahtuu puhaltamalla ilmaa kuivauskuormien lävitse rimaraoista. Kuivauksen jälkeen kuivauskuormat siirtyvät välivarastoon odottamaan tasaamolle siirtämistä. (Varis 2017, 132.)

Käyttökohde	Kosteuspitoisuus %
Vientisahatavara	≤ 24
Höylätty sahatavara	≤ 15-18
Ulkoverhouslaudat	≤ 20
Maalattavat ulkoverhouslaudat	≤ 15-18
Sisäverhouslaudat	≤ 16
Lattialaudat	≤ 10
Ulko-ovet	12
Sisäovet	10
Ikkunat	12
Kalusteet	10
Huonekalut	8-12
Liimapuulamellit	8-15
Jatkettava sahatavara	< 18

Taulukko 1. Sahatavaran käyttökosteuksia. (Sipi 2016, 122.)

### **2.4.7 Tasaus, paketointi ja varastointi**

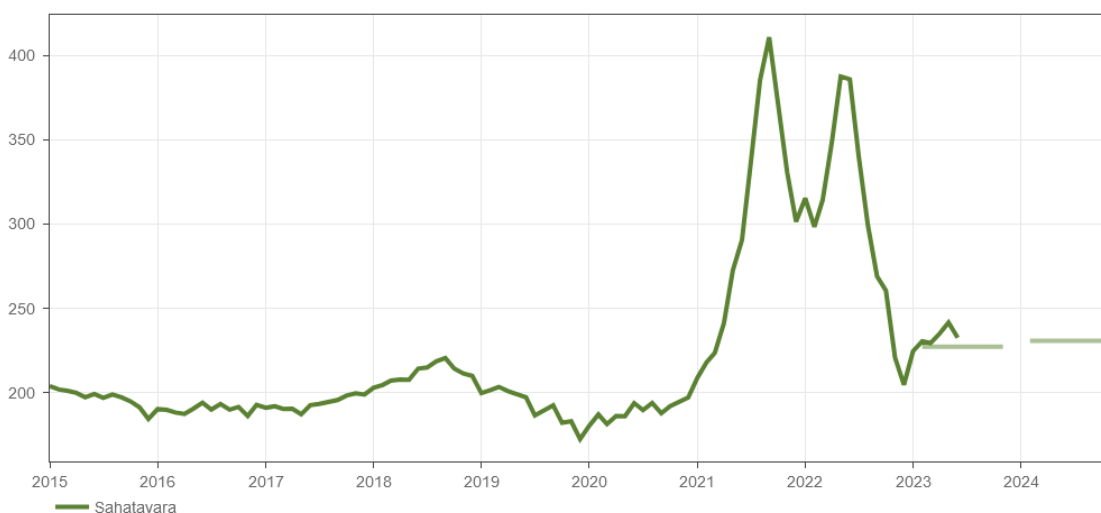
Tasaamalla (Kuva 1, kohta 7) laatulajittelussa sahatavaroiden pituus katkotaan valmiisiin tuotemittoihin ja kappaleille määritetty lopullinen laatu. Laatulajittelu erottaa eri käyttötarkoituksiin sopivat sahatavarat toisistaan. Nykyisin etenkin suuremmilla sahalaitoksilla laadun ja katkaisun määrittely tapahtuu tietokone pohjaisella mittareiden ja kameroiden yhdistelmällä. Koneäolle määritetään laadun vaatimukset ja rajat esimerkiksi tuoreen oksan koosta tai sallitusta vaajasärmäisyyden syvyydestä ja pituudesta.

Laadut jakautuvat neljään päälaatuun, joita on US, V, VI ja VII. US on korkein laatu ja se sisältää tuotannosta lankeavan osuuden US 1–US IV laatuja. Muilla päälaaduilla ei ole alalaatuja. Tämän lisäksi laatu voivat olla päälaatuja yhdistelmiä ja erikseen asiakkaan kanssa sovittua ns. asiakaslaatuja. Lajitellut sahatavarakappaleet kulkeutuvat lokerokuljettimella omiin lokeroihinsa laadun ja pituuden mukaisesti. Lokeroista kuljettimet tuovat paketointiin (Kuva 1, kohta 8) lokerollisen kerrallaan ja paketointi koneella sahatavarat paketoidaan tuotepakettiin. Tämän jälkeen tuotteesta riippuen on pakettin peittäminen ja tuotesetelin kiinnitys. Tuotesetelistä ilmenee pakettin sisältö. Setelissä voi olla on mainittuna mm. dimensio, kappaleiden lukumäärä ja niiden pituus, paketointi päivämäärä, pakettin numero, laatu ja pakettin paino. Paketoinnin jälkeen valmiit sahatavara-paketit kuljetetaan yleisesti haarukkatrukeilla varastoon odottamaan lähettämistä asiakkaalle (Kuva 1, kohta 9). (Varis 2017, 181–183.)

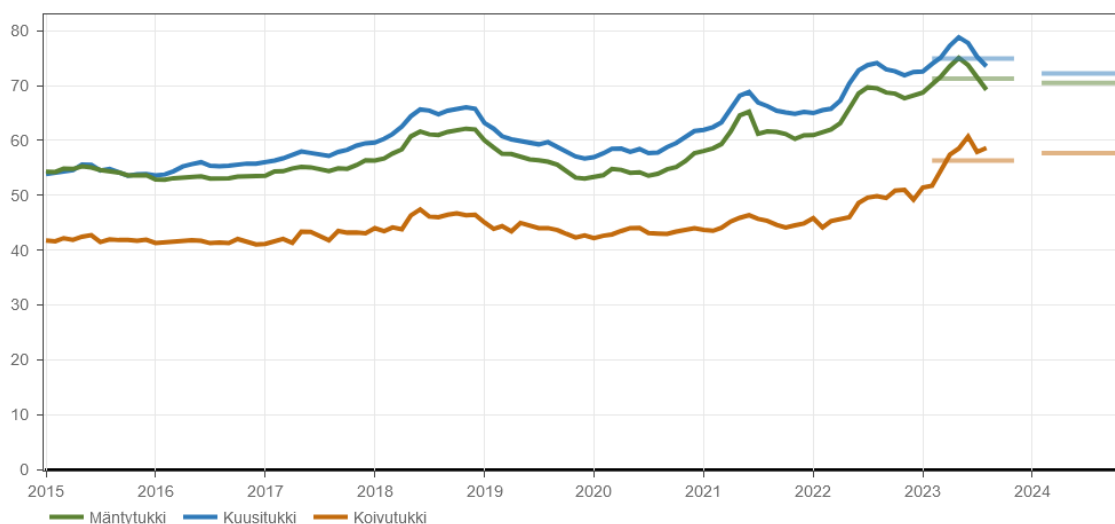
## **2.5 Sahauksen kannattavuus ja kustannusrakenne**

Loppuvuodesta 2023 elettiin sahauskeskuksien osalta laskusuhdanteessa, joka alkoi vuoden 2023 ensimmäisellä puoliskolla. Sahatavaran vienti ja tuotanto olivat laskeneet selvästi vuodentakaiseen verrattuna. Laskun ennustettiin olevan kahdeksan prosenttia. Taustalla ovat talouden epävarmuus, kohonneet kustannukset ja kohonnut korkotasot, jotka vaikuttavat monilla markkina-alueilla rakentamismääriin. Kysynnän lasku on pudottanut sahatavaran hintaa. (Luonnonvarakeskus 2023, 22)

Taloussuhdanteiden mukaan perinteisesti vaihtelevat sahatavaran hinnat ovat heilahdelleet rajusti vuonna 2021 alkaneen nousun jälkeen. Hinnossa on ollut kaksi huippua ja sen jälkeen nopea hinnan lasku. Vastaavasti sahojen raaka-aineena käytettävän tukkipuun kantohinnat ovat olleet nousussa vuoden 2020 alkupuoliskolta saakka kääntyen laskuun vuoden 2023 loppu keväällä.



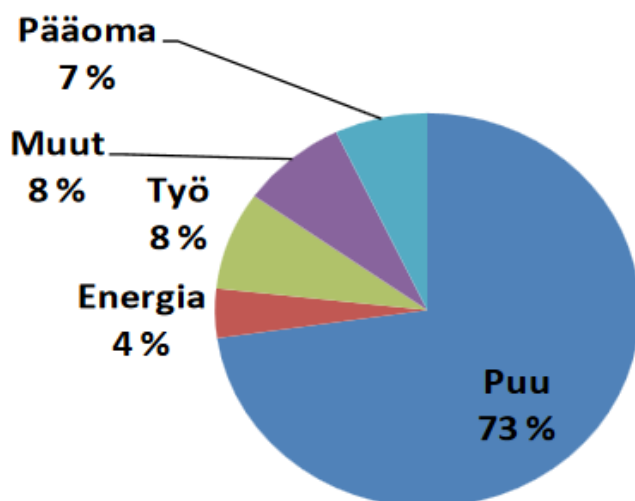
Kuvio 2. Sahatavaran vientihinta €/m³. (PTT 2023)



Kuvio 3. Tukkipuun kantohinnat. (PTT 2023)

Sahateollisuuden kannattavuus on normaalisti suhteellisen alhainen. Keskimääräinen kannattavuus on ollut 3,4 % keskiuurilla sahoilla vuosien 2014–2020 välillä. Keskiuurilla sahoilla tarkoitetaan toimijoita, joiden tuotanto ylittää 200 000 m³ vuodessa. (Spring Advisor 2022)

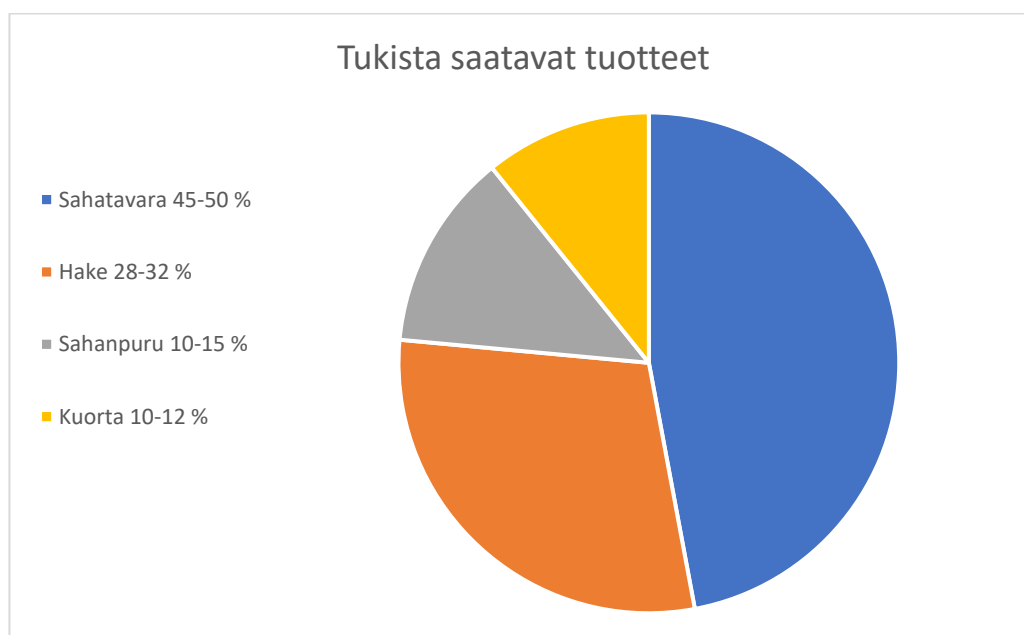
Sahausten kustannuksista suurin osa eli 73% muodostuu raaka-aine kustannuksista eli puusta. Seuraavana ovat työ- ja muut kustannukset 8% osuudella. Pääoman osuus on 7% ja energian 4%. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2012)



Kuvio 4. Suomen sahausteollisuuden kustannusrakenne. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2012)

Puun hintaan ei sahaaja pysty juurikaan vaikuttamaan. Kannattavuuteen puun osalta puolestaan vaikuttaa suuresti, kuinka tarkasti puun voi hyödyntää. Tällöin samasta puun määrästä saadaan enemmän laadultaan korkeatasoista myytävää sahatavaraa tai jatkojalosteita. Tätä suhdetta kuvaa saanto. Yleisesti tässä yhteydessä puhutaan arvosaannosta ja tilavuussaannosta. Tilavuussaanto on suhdeluku, joka kuvaa tukin käytön tarkkuutta. Keskimääräinen tilavuussaanto on 2,0–2,2 k-m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Tämä tarkoittaa, että kuorellista tukkia tarvitaan keskimäärin 2,0–2,2 kiintokuutiota, että saadaan tuotettua 1 m<sup>3</sup> valmista sahatavaraa. Tilavuussaannon merkitys rahallisesti on suuri. Esimerkiksi 1mm ylimitta sahatavarrassa voi aiheuttaa 500 000 m<sup>3</sup> tukin käytöllä noin 275 000 € tappion verrattuna oikealla mitalla sahaukseen (liite 1). Ylimitan osuus vähentää hakkeeksi menevää puun määrää ja aiheuttaa lisäksi laadun alenemaa sahatavarakappaleissa mm. vajaasärmäisyyden lisääntymisen vuoksi. Alempien laatujen hinnan alhaisempi taso aiheuttaa tuotetun sahatavaran keskimääräisen kuutiahinnan alenemisen. (Sipi 2016, 24.)

Sahatavaran valmistuksessa sahatavaraa saadaan 45–50% raaka-aineesta. Sahauksessa ei puusta mene mitään hukkaan vaan kaikki mikä ei ole sahatavaraa tai siksi kelpaavaa ohjautuu hakkeeksi. Lisäksi sahauksessa syntyy sivutuotteita. Niitä ovat hake 28–32 % osuudella, puru 10–15 % ja kuori 10–12 % (Kuvio 5). Prosessissa hylätyt sahatavarakappaleet ja katkonnoista tulevat pätkät ohjataan hakkeeksi ja ovat sitä kautta hyödynnettävissä esimerkiksi selluteollisuuden raaka-aineena tai poltettavissa energiaksi lämpölaitoksessa. Kuori yleisesti poltetaan lämpölaitoksessa ja tästä saatavaa lämpöä käytetään sahalla sahatavaran kuivaamoissa. Puru voidaan polttaa kuoren seassa, jos sille ei ole lähialueella muuta jalostustoimintaa kuten esimerkiksi pellettilaitosta. (Sipi 2016, 25.)



Kuvio 5. Tukista saatavat tuotteet ja niiden suhde. (Sipi 2016, 25.)

### 3 Tuotannolliset haasteet

Sahalinja on kärsinyt pidempää alhaisesta tehokkuudesta. Sahauksen sujuvuus ei ole ollut halutulla tasolla, vaan kapasiteettia on vielä saatavissa lisää. Linjan toiminta on ollut epävakaata, jolloin hyvän tuotantotehokkuuden toistettavuus on vaikeaa. Lisäksi linjan tehokkuuteen vaikuttavia muuttujia on paljon.

Tuotannolliset haasteet usein aiheuttavat tuotannon pysähdysten lyhyeksi tai pidemmäksi ajaksi. Haaste voi myös sallia linjan käynnissäpidon, mutta tehokkuus laskee merkittävästi ja tuotanto ei ole enää sujuvaa. Sujuvuuden haasteet voi johtua esimerkiksi koneiden ja laitteiden vikaantumisesta, sahaavien terien toiminnasta, tuotannon työntekijöiden toiminnasta, olosuhteista (kesän ja talven ero), epäonnistuneesta suunnittelusta tai raaka-aineesta. Sujuvuuteen vaikuttavia tekijöitä on olemassa paljon enemmänkin. Yhtenäistä niille kaikille on, että ne aiheuttavat sahalinjan suunnittelemattoman pysähdysten tai oleellisen tehokkuuden alenemisen käytettävyyden tai esimerkiksi nopeuden osalta. Näiden suunnittelemattomien pysähdysten minimointi on tärkeässä osassa, kun mietitään tuotannon tehokkuuden tasoa. Jokainen pysähdys ja tehokkuuden väliaikainenkin lasku tuotantolinjassa aiheuttaa menetyksen, jota ei voi ns. kuroa kiinni. Sahalinjan tehokkuutta kuvataan kahdella suureella. Käyttö- ja täyttöasteella. Käyttöaste kuvaa sahalinjan käynnissä olemista suunniteltuun ajoaikaan verrattuna. Täyttöaste kuvaa kuinka tehokkaasti sahalinjaa ajetaan. Täyttöasteeseen vaikuttaa linjalla etenevien tukkien väli ja sahalinjan nopeus. Nopeus voi vaihdella esimerkiksi 40–75 m/min välillä ja jokaiselle aseteelle on annettu sahausnopeustavoite. Sahausnopeuden nostaminen on käynnissä pitämisen ohella merkittävä tekijä tehokkuuden näkökulmasta.

Tuotantolinjalta vaaditaan sopeutuvuutta ajatellen, ettei raaka-aine ole homogeenistä. Jokainen sahattava tukki on lajittelusta huolimatta erilainen. Tukin muoto vaihtelee tukkiluokan rajoissa. Esimerkiksi kartiokkuuden ja lenkouden ero voi olla merkittävä linjalle tulevien peräkkäisten tukkien välillä.

## **4 Kehittämistyön tavoite ja tehtävä**

### **4.1 Kehittäminen ja tuottavuus**

Yritykset tarvitsevat jatkuvaa kehittämistyötä mm. kannattavuuden parantamiseen, henkilöstön motivoimiseen, toimintansa tehostamiseen ja organisaatiossa ilmenneiden ongelmien ratkaisemiseen. On kyettävä arvioimaan toteutunutta ja

myös kehitysnäkymiä tulevaisuuteen. Kehittämistyön merkitys yrityksissä on nopeasti kasvanut. Yritysten täytyy yrittää pysyä mukana ympäröivän maailman muutoksissa ja kehityksessä. Pelkästään muutoksiin sopeutuminen ei riitä, vaan on pystyttävä viemään kehitystä eteenpäin. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2020, 12–13)

Yritykset eivät voi kovin paljoa vaikuttaa ulkoisten tekijöiden aiheuttamiin asioihin suhteessa tuottavuuteen. Ulkoiset tekijät määräytyvät mm. valtakunnallisten työehtosopimuksien ja markkinatilanteen kautta. Sen sijaan työn tuottavuuteen ja sisäiseen toimintaan voidaan vaikuttaa. On yrityksen oma asia, kuinka se näihin suhtautuu. Yrityksessä työskentelevillä ihmisillä on suuri vaikutus tuottavuuden kehittymisessä. Työn tuottavuuden kehittämistä suunniteltaessa, on ensin pohdittava aiottuja muutoksien vaikuttavuutta, jotta valituksi tulisi oikeat asiat ja kohteet. (Larikka, Heinilä, Selin & Tuominen. 2007, 120)

Tuottavuuden kehittämisessä jatkuva parantaminen on yhteinen koko henkilöstön toimintatapa. Jatkuvan parantamisen periaate lähtee siitä, että jokainen on paras asiantuntija omassa työssään ja näin ollen paras henkilö kehittämään sitä. Toiminnan laatua, kun jokainen kehittää jatkuvasti riippumatta työtehtävästään. Tapahtuu yrityksen kaikissa toiminnoissa kehittymistä. Tässä toimintatavassa jokaisen tulee havainnoida oman työnsä parannuskohteita ja tuoda niitä esille aktiivisesti. Kehittämistä tukevat muutosehdotukset tulee tuoda muun tiimin tietoon ja käsiteltäväksi. Tiimin tulee ideoida parannusvaihtoehtoja yhdessä ja valita niistä parhaat toteutettavaksi. (Larikka ym. 2007, 206.)

## **4.2 Kehittämistyön tavoitteet**

Kehittämistyön päätavoitteet:

- nostaa sahalinjan käyntiaste  $\geq xx$  %:iin
- saavuttaa kokonaistehokkuuteen pysyvä parannus

Näillä toimilla saadaan sahauksen kapasiteettia nostettua korkeammaksi ja lisäksi parannettua sahauksen energiatehokkuutta. Panos-tuotossuhde muuttuu positiiviseen suuntaa.

Sahalinjan kokonaistehokkuutta kuvataan OEE luvulla (Overall Equipment Efficiency). OEE saadaan kertomalla käyttöaste, täyttöaste ja laatu keskenään. OEE on yleisesti käytetty tuotannon tehokkuutta mittaava tunnusluku. Tämän avulla voidaan arvioida yksittäisen tuotantokoneen tai kokonaisen tuotantolaitoksen tehokkuutta. OEE on osa TPM (Total Productive Maintenance) ajattelutapaa. Tässä pyritään suorittamaan tuotanto mahdollisimman täydellisesti. Pyritään välttämään kaikenlaisia pysähdyksiä, hidasteluja ja konerikkoja. TPM on kehitetty Japanissa 1970-luvun alkupuolella. (Pinja 2022.)

Käyttöasteen laskentakaava:

$$\text{Käyttöaste} = \frac{\text{toteutunut ajoaika} - \text{häiriöt}}{\text{suunniteltu ajoaika}} * 100$$

Tavoiteisiin pääseminen vaatii seuraavaa:

- selvitettävä linjan käytettävyyttä rajoittavat tekijät
- on löydettävä uusia tehokkaampia käytäntöjä työn suorittamiseksi
- saada vakioitua linjan toimintoja
- vakioida työntekijöiden tekemistä ja kehittää toimintatapoja
- linjassa työskenteleville henkilöille lisätä tietämystä tuotannon sujuvuuteen vaikuttavista tekijöistä ja linjalla esiintyvien ongelmien ratkaisemisesta
- linjassa työskenteleville lisää oppia sahanterien teoriasta ja niiden toimintaan vaikuttavista tekijöistä
- tuotannollisten parametrien optimoinnin (mm. sahausnopeus)

### 4.3 Kehittämistehtävä

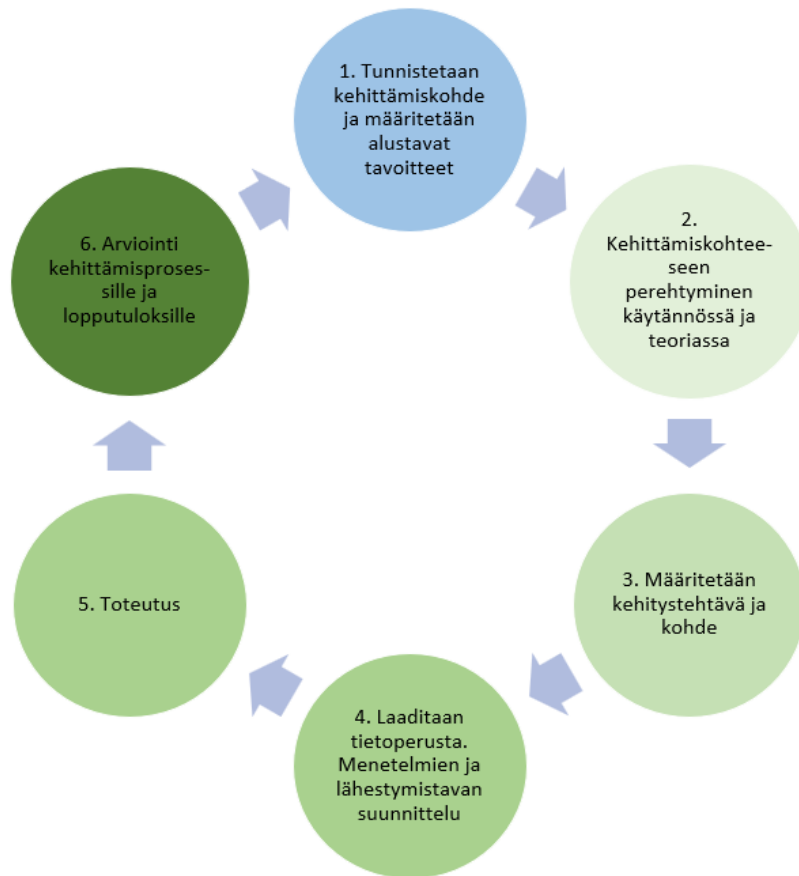
Sahalinja on kärsinyt alhaisesta käytettävyydestä (käyttöaste). Noin vuoden tarkastelujaksolla käyttöaste on ollut keskiarvona xx %. Kehittämistehtävässä keskityttiin tehokkuuden nostamiseen, joka koostuu käyttö- ja täyttöasteesta pureutumalla syvällisesti tekijöihin, jotka aiheuttavat niiden alhaisen tason. Käyttö- ja täyttöasteelle on olemassa annetut tavoite arvot ja niiden saavuttaminen oli minimi tavoite. Tämän lisäksi sahauksen linjanopeuden nostaminen oli keskiössä.

Tarve oli selvittää sahalinjan todellinen kapasiteetti ja saada se suuremmaksi. Työssä tuli selvittää tuotannollisten häiriöiden syyt ja löytää niille paras mahdollinen ratkaisu tehokkuuden näkökulmasta. Korkeamman kapasiteetin saavuttamiseksi tuli selvittää sahalinjan hukkaa aiheuttavat prosessi kohdat ja kirjata ne muistiin. Selvitettäväksi tuli mm. häiriöiden määrä, niiden toistuvuus ja kohdistuminen, sekä häiriöiden juurisyyt. Tämän perustilanteen parannuttua oli mahdollisuus nostaa sahalinjan sahausnopeutta ja tarkastella sen mahdollisesti aiheuttamia haasteita.

## **5 Kehitystehtävän toteutuksen menetelmät**

### **5.1 Toimintatutkimuksellinen lähestymistapa**

Toimintatutkimuksessa painottuu lähtökohtana käytänteisiin ja toimintoihin aikaansaattava muutos. Tutkimus on osallistavaa tutkimusta ja siinä etsitään käytännön ongelmiin ratkaisuja. Tavoitteena on luoda uutta tietoa ja ymmärrystä ilmiöistä samalla, kuin ratkaistaan organisaatiossa esiintyviä ongelmia. Toimintatutkimus lähestymistapana on sellainen, jossa kiinnostaa se, kuinka asioiden tulisi olla eikä se, kuinka ne ovat. Toimintatutkimus yleensä katsotaan laadulliseksi, lähestymistavaltaan kvalitatiiviseksi, jonka menetelmien tulee olla osallistavia. Tässä tutkimustavassa on olennaista ottaa mukaan kehitystyön aktiivisiksi osallistujiksi asioiden parissa toimivat ihmiset. Tästä syystä toimintatutkimus lähestymistapana sopi tutkimusmenetelmäksi tähän työhön. (Ojasalo ym. 2020, 60–61)



Kuvio 6. Tutkimuksellisen kehittämistyön prosessi. (Ojasalo ym. 2020, 24.)

## 5.2 Käytettävät tutkimusmenetelmät

Työssä tutkimusmenetelminä käytettiin osallistavia menetelmiä. Tiedon keruuta suoritettiin havainnoimalla, aivoriihityöskentelyllä ja keskusteluilla avainhenkilöiden kanssa. Avainhenkilöt toimivat työssään sekä sahureina, että linjanvalvojina ja heidän havaintonsa olivat tärkeässä osassa. Sahuri ajaa sahalinjaa ja linjanvalvoja suorittaa mm. tarkistusmittauksia saheille ja selvittää linjalle tulevia ruuhkia. Kerättyä tietoa verrattiin tuotantojärjestelmästä kerättyyn tuotantotietoon ja pyrittiin löytämään yhteyksiä tämän ja henkilöiden havaintojen välillä.

Havainnointi on menetelmänä hyvin suositeltu kaikkeen kehittämistyöhön. Todellista tilannetta tarkkailemalla saa paremmin hyödyllistä tietoa, kuin esimerkiksi kysymällä. Havainnointi on lisäksi yksinkertainen ja helppokäyttöinen, kun tavoite on selvittää eri tapahtumia esimerkiksi tuotantolinjalla. Pienellä otoksella voidaan saada riittävä selvyys kohteesta ja havainnointia voidaan tarvittaessa lisätä. Menetelmänä havainnointi on parhaimmillaan silloin, kun varsinaiset työn

suorittajat havainnoivat toimintaa omiin tarpeisiin esimerkiksi kehittääkseen omaa toimintaansa. (Larikka ym. 2007, 155–156; Ojasalo ym. 2020, 42)

Havainnot kerättiin muistiin eri tavoin. Tavoite oli, että havaintojen kirjaaminen olisi mahdollisimman yksinkertaista. Kirjauksia tuli sekä paperille, että osaston vuorojen väliseen viestintään tarkoitettuun Microsoft Viva Engage -sovellukseen. Tuotantotietoa kerättiin sahan tuotantojärjestelmästä, josta saatavasta tiedosta voitiin seurata toiminnan edistymistä ja tehdä vertailua. Aivoriihi kokouksia järjestettiin 3 kertaa. Kukin aivoriihi kokous oli rajattu kestoltaan maksimissaan yhteen tuntiin. Lisäksi tapaamisia järjestettiin esimerkiksi terätoimittajien kanssa.

## **6 Tiedonkeruu ja alkutilanne**

Tiedon kerääminen aloitettiin tuotantotietojen WPS -järjestelmästä marraskuussa 2023. Tuotantotietojen keräyksen aikaväli rajattiin aluksi syyskuun 2023 alusta maaliskuun 2024 loppuun. Tästä ajanjaksosta on rajattu pois 11.–15.12.2023, koska tällöin vannesahoilla oli suuria mekaanisia haasteita ja nämä olisivat vääristäneet tapahtunutta muutosta liiaksi positiiviseksi. Tuotantotiedoista otettiin talteen tarkasteltavaksi ajoaika ja häiriötiedot. Tietoa kertyi kaikkiaan 21351 riviä Excel taulukkoon (liite 2.). Myöhemmin tietoon otettiin mukaan myös 2023 tammi- ja helmikuun, sekä 2024 vuoden maaliskuu- ja huhtikuun tiedot.

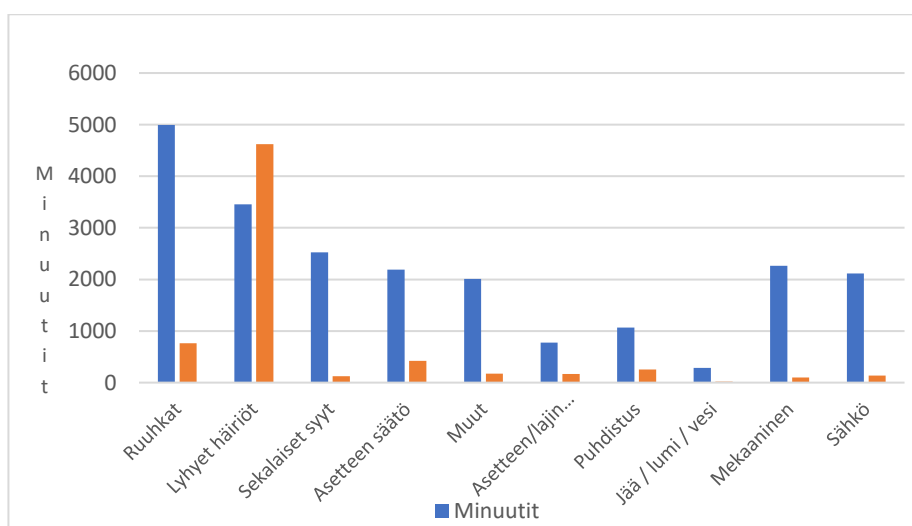
Tiedon keräyksessä pidettiin tärkeänä, että saadaan kokonaiskuvaan mukaan tietoa sekä sulan puun aikaisesta sahauksesta, että talvella jäässä olevan puun sahauksesta, vaikka se voi vääristää kuukausien välistä vertailua ja vertailussa on huomioitava vastaava vuoden aika. Esimerkiksi helmikuu ja syyskuu eivät ole suoraan vertailukelpoisia vuodenajan eron vuoksi.

Alkutietoja analysoitiin ja käsiteltiin havainnollisempaan esitysmuotoon (Taulukko 2, Kuvio 8) ja jaettiin avainhenkilöille ennakkotehtävänä tutustuttavaksi myöhemmin tapahtuvia aivoriihikokouksia varten.

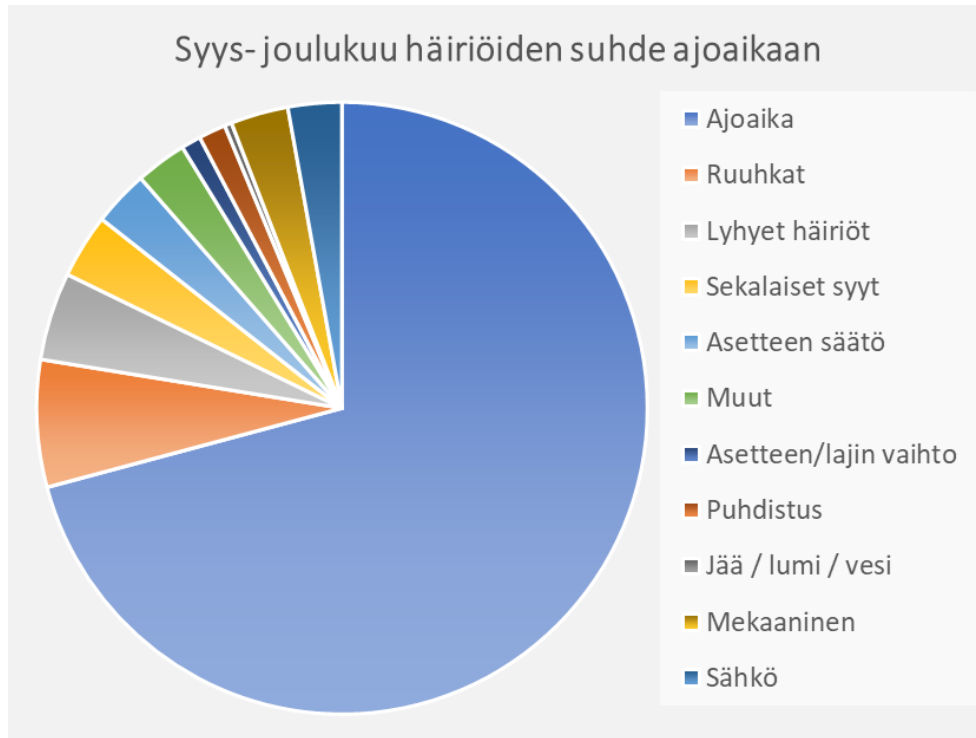
	yht min	kpl	kesto ka. min	ajoajasta %
Ajoaika	52664	354	149	
Ruuhkat	4993	764	7	9,5
Lyhyet häiriöt	3456	4623	0,7	6,6
Sekalaiset syyt	2523	126	20	4,8
Asetteen säätö	2190	424	5	4,2
Muut	2013	172	12	3,8
Asetteen/lajin vaihto	774	167	5	1,5
Puhdistus	1067	252	4	2,0
Jää / lumi / vesi	285	17	18	0,5
Mekaaninen	2266	99	23	4,3
Sähkö	2114	135	16	4,0

Taulukko 2. Tuotantotiedoista koostettu yhteenveto 1.9.–8.12.2023 ajalta.

Taulukossa 2 ja kuvioissa 7 ja 8 esitettyä häiriödataa tutkiessa havaitsi hyvin pian suurimmat kehitystä ja lisäselvitystä tarvitsevat asiakokonaisuudet. Kolme suurinta tuotannollisissa häiriöissä olivat suuruusjärjestyksessä ruuhkat, lyhyet häiriöt ja sekalaiset syyt. Ruuhkien osalta vaihtelevaisuutta ilmeni kohteiden osalta, jotka eivät olleet välttämättä samoja eri kuukausien aikana. Tämän kehityksen alkupuolella syyskuussa suurena yksittäisenä haasteena oli jakosahan tai sen telaston ruuhkaantuminen. Syyskuussa sahalinja seisoj kyseisten ruuhkien vuoksi yhteensä xx min. Tämä oli 17,14 % syyskuun ruuhkien määrästä. Kaikkien häiriöiden yhteismäärä ajoajasta oli xx %. Käyttöasteeksi syyskuussa muodostui näin ollen xx % suunnitellusta ajoajasta.



Kuvio 7. Häiriöiden keskinäinen suhde 1.9.–8.12.2023 välisellä ajalla.



Kuvio 8. Kuviossa kuvataan yleisimpien häiriösyiden vähentävää vaikutusta ajoikaan 1.9.–8.12.2023.

Ruuhat	yht min	kpl	kesto ka. min	ruuhkan mää- rystä %	ajoajasta %
Tukkipöytä	127	34	4	2,5	0,2
Kuorimakone ja syöttö	627	95	7	12,6	1,2
Välivarasto	178	38	5	3,6	0,3
1 vaiheen lautojen siirto	174	48	4	3,5	0,3
Pelkkahakkuri 2 syöttö (PH2 syöttö)	150	27	6	3,0	0,3
Jakosaha ja telasto	623	53	12	12,5	1,2
Jakosahan laudanerotuskuljetin 2 (JS LEK 2)	315	40	8	6,3	0,6
Jakosahan laudanerotuskuljetin 3 (JS LEK 3)	262	27	10	5,2	0,5

Taulukko 3. Valittujen kohteiden ruuhkista johtuvat häiriöt 1.9.–8.12.2023.

Tuotannon tietojärjestelmän, havainnoinnin ja kehittämiskokouksien kerryttämä tieto ja esille nousseet kehitettävät aiheet jakautuivat tuotannollisiin ja kunnosapidollisiin. Esimerkiksi asiat joihin linjalla työskentelevä henkilö voi

välittömästi tai välillisesti vaikuttaa suoraan ovat tuotannollisia. Tuotantokoneiden ominaisuuksista ja mekaanisista- tai sähköisistä poikkeavuuksista johtuvat kuuluvat kunnossapidollisiin. Jako ei ole välttämättä kovin tarkka, koska syy yhteyttä ei voi kaikissa häiriö tilanteissa suoraan luotettavasti jaotella. Sähköiset ja mekaaniset toiminnallisuuksien puutteet usein nousevat esille ensin ruuhkien muodossa. Mekaaninen tai sähköinen häiriö, joka keskeyttää tuotannon voi olla vikaantumisen tai ruuhkan seurauksena tapahtunut asia. Sähköinen häiriö voi olla seurausta linjassa tapahtuneelle ruuhkan jumitilanteelle, jolloin itse ruuhka on nopeasti selvitetty, mutta häiriötä kertyy ennen kuin kunnossapidon sähköhenkilö ehtii sähkökeskuksesta kuittaamaan moottoria ohjaavan taajuusmuuttajan. Sama voi tapahtua toisinkin päin. Mekaaninen tai sähköinen ongelma voi aiheuttaa ruuhkia. Tästä syystä on tärkeä pyrkiä löytämään syyt häiriöille ja ratkaista juurisyy.

Alkaa	Päättyy	Klo				Syy	Seisokit	
		Klo alka	päättyy	Tapahtumapäi	Ajoaika (min)		Kohde	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	05:55:01	14:00:03	01.09.2023 00:00	Ajoaika	26	0,0 Linjasto	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	05:55:01	06:55:10	01.09.2023 00:00	Ajoaika	60	0,0 Linjasto	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	05:55:11	05:59:57	01.09.2023 00:00	Sähköiset häiriöt	0	4,8 Seula	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	05:59:57	06:07:33	01.09.2023 00:00	Paineilma tai hy	0	7,6 Jakosaha	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:07:43	06:11:11	01.09.2023 00:00	Asetteen säätö	3	0,0 Vannesaha	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:12:11	06:12:52	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,7 Prosessi ID puuttuu	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:13:10	06:14:30	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	1,3 Prosessi ID puuttuu	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:14:49	06:17:44	01.09.2023 00:00	Asetteen säätö	3	0,0 Jakosaha	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:19:15	06:19:47	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,5 Prosessi ID puuttuu	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:21:31	06:21:48	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,3 Prosessi ID puuttuu	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:23:23	06:23:37	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,2 Prosessi ID puuttuu	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:25:34	06:25:51	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,3 Prosessi ID puuttuu	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:26:55	06:27:18	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,4 Prosessi ID puuttuu	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:27:44	06:31:52	01.09.2023 00:00	Ruuhka	0	4,1 Sydäntavaran sivullisiirto	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:32:02	06:37:49	01.09.2023 00:00	Ruuhka	0	5,8 Kokoojakuljetin 2	
01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:38:46	06:39:35	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,8 Prosessi ID puuttuu	

Taulukko 4. Excel -taulukkolaskentaohjelmaan siirrettyä sahalinjan tuotantotietoa ajoajasta ja häiriöistä.

## 6.1 Ruuhka

Ruuhka tässä yhteydessä tarkoittaa tilannetta, jossa sahalinja on pysäytettävä linjalla tapahtuvan poikkeaman vuoksi. Se voi olla linjan jonkin osan virheellinen toiminta, joka voi olla seurausta esimerkiksi saheen poikkeavasta muodosta, rikkoontumisesta tai kiinni juuttumisesta. Ruuhkan kirjautuminen tuotantojärjestelmään alkaa 120 sekunnin kuluttua linjan pysähtymisestä. Ruuhka on kuitattava linjaa ohjaavalle tietokoneelle ja kuittaukseen tulee syy (ruuhka) ja kohde.

Vaikka sahalinjan käynnistää ruuhkan selvittyä, niin annostin ei pudota linjalle seuraavaa tukkia, ennen häiriön kuittaamista. Ruuhkan syntymisen havaitsemisessa haasteena on usein näkyvyys. Sahurilla on valvomosta käsin varsin rajoittunut näkyvyys sahalinjalle. Sahalinjaa ajetaan paljon tukeutuen kamera-valvontaan. Seurattavien kohteiden kameroilta tulevia kuvaruutuja voi olla esimerkiksi 20 kpl ja lisäksi sahalinjaa ohjaavan tietokoneen ja mittareiden näytöt.



Kuva 4. Tyypillinen saheiden käsittelyssä tapahtuva ruuhka. Sahalinjalta tulevalta hinnakuljettimelta tulevat laudat kokoavalle ketjukuljettimelle. (K.K 2024)

## 6.2 Lyhyet häiriöt

Lyhyt häiriö (lyhyet seisakit tuotantotiedossa) on linjan pysäyttäminen tai tilanne, jossa tukkimittarille ei tule tukkia alle 10 sekunnin kuluttua edellisen tukin mentyä ohi mittarin. Lyhyt häiriö on kestoltaan 10 sekunnista 120 sekuntiin. Tälle häiriölle ei kuitata kohdetta tai syytä. Lyhyt häiriö kirjautuu tuotantojärjestelmään automaattisesti. Lyhyiden häiriöiden määrä kuvaa tyypillisesti, kuinka sujuvaa sahalinjan toiminta on. Lyhyitä häiriöitä alkaa kertyä, jos linjaa joutuu

pysäyttelemään tai linjaan ei saada aikaisemman prosessivaiheen ongelmien vuoksi riittävästi tukkeja.

### 6.3 Sekalaiset syyt

Tähän kuitataan häiriöt, joille ei ole omaa erillistä syytä tai sitä ei voida yksilöidä tarkasti. Sekalaisiin syihin lisäksi kertyy teränvaihdolle kuitatut häiriöt ja se on selvästi suurin syy tässä.

## 7 Kehitystehtävän suoritus

Kehitystehtävän valmistelu ja suorittaminen alkoi syyskuussa 2023 mm. terätietouden hakemisella ja terien toimintaan keskittyvillä asioilla. Syksystä alkaen oli tiivistä yhteistyötä vanneteriin liittyen Oy SawCenter AB:n ja Nordic Sawmill Support Oy:n kanssa. Lisäksi pyörö- ja hakettavien terien osalta yhteyttä pidettiin TKM TTT Finland Oy kanssa.

Aiemmin kerätyn tiedon pohjalta käynnistetyt kehityskokoukset ohjasivat kehitystehtävän suuntaa ja kohteita. Kokouksissa käsiteltiin lisäksi aikaisemmin vapaissa keskusteluissa esille nousseita selkeitä muutostarpeita, jotka pyrittiin toteuttamaan mahdollisimman pian ja joilla todettiin olevan selkeä kehittävä vaikutus. Näiden vaikutuksia arvioitiin myöhemmin kokouksissa. Kokousten ulkopuolella jatkettiin vapaita keskusteluja ja arvioitiin havaintoihin perustuen tehtävän etenemistä kohteissa.

Lähemmin tarkasteltaviksi kohteiksi valikoitui häiriöiden määrän ja linjahenkilöiden havaintojen pohjalta seuraavat kohteet:

- tukkipöytä
- kuorimakone + kuorimakoneen syöttö
- välivarasto (välivarastokuljetin)
- 1 vaiheen lautojen siirto
- PH2 syöttö (pelkkahakkuri 2 syöttö)

- jakosaha ja telasto
- JS LEK 2 (jakosahan laudanerotuskuljetin 2)
- JS LEK 3 (jakosahan laudanerotuskuljetin 3)

Näissä kohteissa uskottiin olevan saavutettavissa suurin kehityspotentiaali tai näiden kohteiden toiminnalla tiedettiin olevat suuri vaikutus koko linjan toiminnan tehokkuuteen ja sujuvaan tuotannon tekemiseen.

## **7.1 Kokoukset**

### **7.1.1 Aloituskokous**

Ensimmäinen kokous pidettiin 8.2.2024, jossa siihen mennessä kertyneitä tietoja analysoitiin yhdessä. Kokouksessa oli läsnä 7 tuotannon henkilöä ja koollekutsuja. Kokousta pohjustettiin alussa läpi käymällä tämän opinnäytetyön suunnitelma, jossa esiteltiin kehitystehtävä ja tavoitteet. Nykytilanteeseen tutustuttiin tuotannon häiriötietojen läpikäynnillä. Keskusteluun nousivat ruuhkat ja lyhyet häiriöt suunnitellun käyntiajan suhteen, sekä ruuhkien kohteet ja mahdollisten juurisyiden löytäminen näihin. Lyhyistä häiriöistä keskusteltaessa todettiin olevan tärkeää miettiä asioita, jotka aiheuttavat linjan pysäytyksen. Kokouksen lopuksi valittiin seuraavaksi lähempään tarkasteluun otettavat asiat ja kohteet.







Kokouksessa päätetyt toimenpiteet ja niiden vaikutukset:

1. vannelaautojen ja pelkan mittaus (lyhyet häiriöt)
  - a. muutetaan toimintaa niin, että asetteen vaihdon jälkeen ei pelkan tai laudan mittauksien vuoksi pysäytetä sahalinjaa
  - b. pelkkamittarin mittaustuloksella jatketaan sahausta ja mitan korjaukset tämän tiedon pohjalta
  - c. pelkkamittarin toiminta tarkastettava ja sen tarkkuutta seurattava säännöllisesti
2. sahasyötössä ruuhkaa kuorimakoneen syöttöön (ruuhka, kuorimakone ja syöttö)
  - a. selvitettävä tukkikuljetin 1 pysäytys ja käynnistysviiveet
  - b. selvitettävä tukkikuljetin 2 pysäytys ja käynnistysviiveet

3. laudanerotuskuljetin 1 (LEK1) aiheutuu ajoittain usein ruuhkaa
  - a. selvitetään LEK1 toimintaa (lyhyet häiriöt)
4. PH2 syötön ruuhkat
  - a. selvitetään mitkä tekijät ruuhkan voi aiheuttaa

Lisäksi esillä oli sahalinjan mittareiden toiminta ja niiden tarkkuus, vannesahan asetteen korjauksen mahdollisuus ns. vauhdissa ilman linja pysäyttämistä ja häiriölistan päivittämisen tarve. Lisäksi kaikkien yhteiseksi tehtäväksi tuli havainnoida linjan sujuvan toiminnan kannalta asioita seuraavaan kokoukseen.

Kokouksen jälkeen muutettu mittausta kokouksessa tehdyn esityksen mukaisesti. Lisäksi tehty kunnossapitopyyntö sahan kunnossapito järjestelmään tyvi/latva kääntäjän ja kuorimakoneen syötön ruuhkien vuoksi.

Ilmoitus 27755674	
Tyyppi	Järjestelmätila
13 - Kunnossapitopyyntö	ILAV - Ilmoitus avoin
Työpiste	
FIUH1400 - AUTOMAATIO SAHA	
Lyhyt kuvaus	
SS1 Tukkipöytä säätö ja limiin käntö	
     	
Pitkä kuvaus	
<p>04.03.2024 11:13:08 CET Kimmo Tapani Korhonen (KORHOKI02)          Revolveri kääntää tukin välillä pysähtyneelle tukkipöydälle 2. 2 kuljettimella voi olla vielä edellinen tukki ja kuorimakoneelle tulee kuljettimien käynnistyttyä limissä kaksi tukkia osin rinnakkain. Tämä aiheuttaa ruuhkaa kuorimakoneen syötössä ja rikkoo tukin päivtä.</p> <p>Ensiapuna sahurit ovat pidentäneet ulkona annosteluväliä 2800 milliin ja tämä vähentänyt ruuhkia. Tämä vaan ei ole kestävä ratkaisu, kun puu sulaa ja sahausnopeus alkaa kasvamaan, niin tukkeja ei tule riittävästi sisälle. Onko tukin paikka tiedossa tukkipöydällä 1:llä vai miksi pääsee kääntämään edellisen kanssa limiin pysähdyksissä olevalle tukkipöydälle 2:lle?          Vaikutti silmämääräisesti, että latvan paikka olisi oikein kuin annostelua seurasi.</p>	
Luontipäivä	Tekijä
04.03.2024 11:13	KORHOKI02
Ilmoituspäivä	Ilmoittaja
04.03.2024 11:13	KORHOKI02
Haluttu alku	
04.03.2024 12:13	
Ilmoitusnumero	Tilausnumero
27755674	

Kuva 4. Esimerkkikuva kunnossapitopyynnöstä.

### 7.1.2 Seurantakokous

Kokouksessa (20.3.2024) aluksi käytiin läpi edellisessä kokouksessa edistettäväksi päätetyt asiat ja niiden kehityksen sen hetkinen tilanne. Lisäksi käytiin läpi helmikuun häiriödata. Kokouksessa keskityttiin aikaisemmassa kokouksessa tehtäväksi annetun sujuvuuden havaintojen läpikäyntiin. Havaintoja oli kertynyt kaikkiaan kahdeksan kappaletta ja ne painottuivat sähköisiin tai automaation toiminnallisiin puutteisiin. Näiden asioiden edistämiseksi pidettiin erillinen kokous sähkökunnossapidon, sekä logiikoiden ohjelmoinneista vastaavan henkilön kanssa 22.3.2024.

Kokouksessa käsiteltiin lisäksi ennakokeskusteluissa esille nousseita tukkipöydän automaattista täyttymistä ja sivutuotekuljettimen pysähtymisestä seuranneita vaikutuksia. Tukkipöydän täytyminen muutettu toimimaan oikein. Tämän muutoksen vaikutusta ei voitu yksilöidä häiriöistä, mutta henkilöiden mielestä asialla on suuri merkitys asetteen vaihdon yhteydessä, jolloin tukkipöytä on saatava melkein tyhjäksi ennen seuraavan tukkiluokan ottamista siihen. Automaatio huolehtii nyt tarkemmin tukkipöydän täyttämisen seuraavalla tukkiluokalla. Asetteen vaihdon aikaan on niin monta yhtäaikaista toimenpidettä tehtävänä, että pöydän täyttymistä ja käsiajolla ajamista ei välttämättä ehdi riittävästi kameran näytöstä seuraamaan. Jakosahan ja sen syötön ruuhkia analysoitu ja tämän seurauksena löydetty parannusta ruuhkien vähenemisen muodossa.

### 7.1.3 Päätöskokous

Kolmas kokous muodostui päätöskokoukseksi ja siinä käytiin läpi yhteenvetona tarkka analyysi ruuhkien määrästä ja kehityksestä sahalinjalla. Lisäksi esillä olivat kohteet, joissa saatiin kehitystä aikaiseksi ja kohteet, joissa olisi kehittämisen tarvetta. Kokouksessa päätettiin kehitystehtävä opinnäytetyön osalta, mutta kehitystyötä jatketaan eteenpäin opinnäytetyössä hyväksi havaituilla menetelmillä ja kehitetyllä seurannan jatkamisella.

## 7.2 Terätietoutta

Sahalinjan parissa aktiivisesti toimiville operaattoreille ja terämiehille pyrittiin löytämään lisätietoa sahaavien terien teoriasta ja käytännön antamaa tietoa terätoimittajien avustuksella. Heti kehitystyön alussa ja sen aikana hankittiin tietoa erilaisista terien vaihtoehdoista. Terien osalta oli menty pitkään samalla konseptillä ja osana kehitystyötä haluttiin sitäkin kehittää.

Terien osalta kehitystä lähdettiin hakemaan vanneterien ja pelkkahakkureiden pyöröterien toimintaan. Vanneterien osalta järjestettiin vierailu 27.10.2023 Saw-Center yritykseen Lappeenrantaan (liite 3.). Vierailulla käytiin läpi vanneterien toiminnassa ilmenneitä havaintoja, terien huollon vaiheiden sisältöä ja teoriaa. Vierailusta tehtiin jälkikäteen muistiinpanojen pohjalta muistio, joka jaettiin linjan avainhenkilöille. Terätoimittajien kanssa jatkettiin yhteyden pitoa puhelimitse ja sähköpostin välityksellä vierailun jälkeen. Terätoimittajat tapasimme uudelleen 7.3.2024 (liite 4.) tällä kertaa omalla toimipaikallamme. Kävimme läpi kuluneen talven teräasioita.

## 8 Kehitystyön tuloksia

### 8.1 Tuotantotietojen tarkempi analysoiminen ja kohteiden kehitys

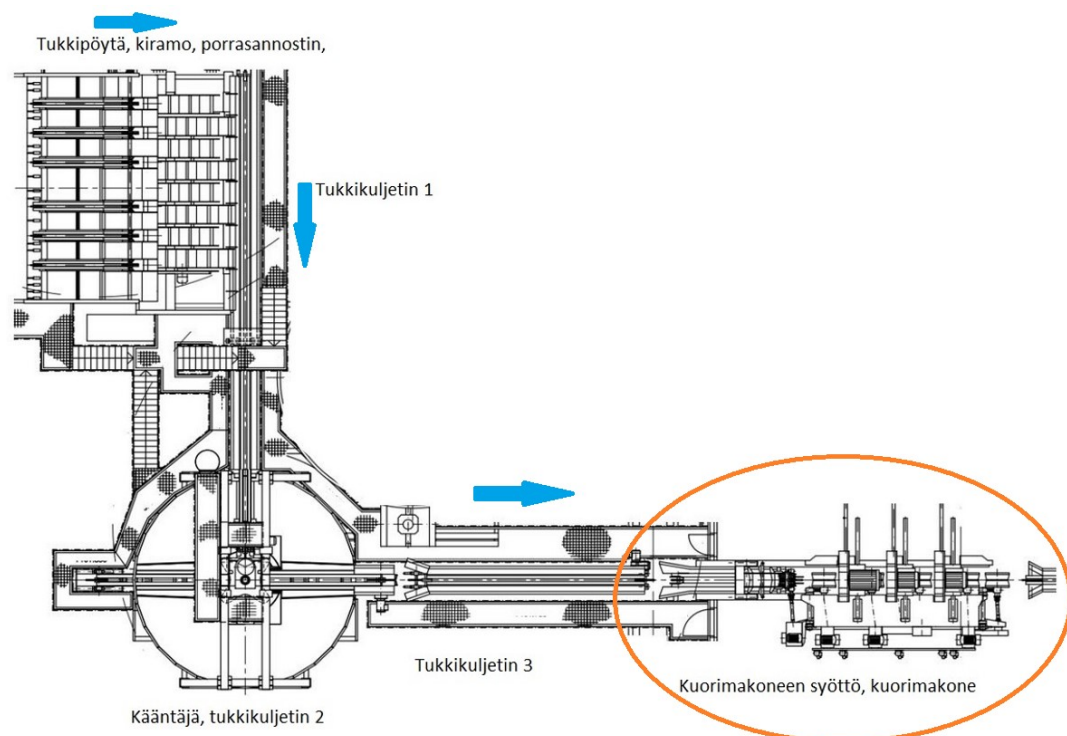
Toisen kehityskokouksen aikana havaittiin, että tuotantotiedot vaativat paljon syvällisemmän analysoimisen, että voi ymmärtää vaikuttavia tekijöitä tarkemmin ja kokonaiskuvasta tulee tarkempi. Kaikille ennakko keskusteluissa esille nousseille kohteille ei tarkemmassa analysoinnissa löytynyt, niin suurta vaikutusta häiriöiden määrään kuin aluksi oletettiin.

Koko seurantajakson tuotantodata oli kerättävä yhteen, jolloin eri kohteiden ta-  
pahtumat olivat seurattavissa tarkemmin ja niiden kehitys havaittavissa. Ruuh-  
kien osalta suurimmat minuuttimäärät oli kirjautunut seurantajaksolla kuorima-  
kone ja sen syöttö kokonaisuuteen. Kuorimakone ja sen syöttö käsitellään

yhdeksi kokonaisuudeksi, koska ruuhkautumiset näissä molemmissa uskottiin johtuvan samasta/samoista juurisista. Seuraavaksi suurimmat olivat jakosaha ja sahan telastot, laudanerotuskuljetin 2 ja PH2 syöttö.

## 8.2 Kuorimakone ja syöttö

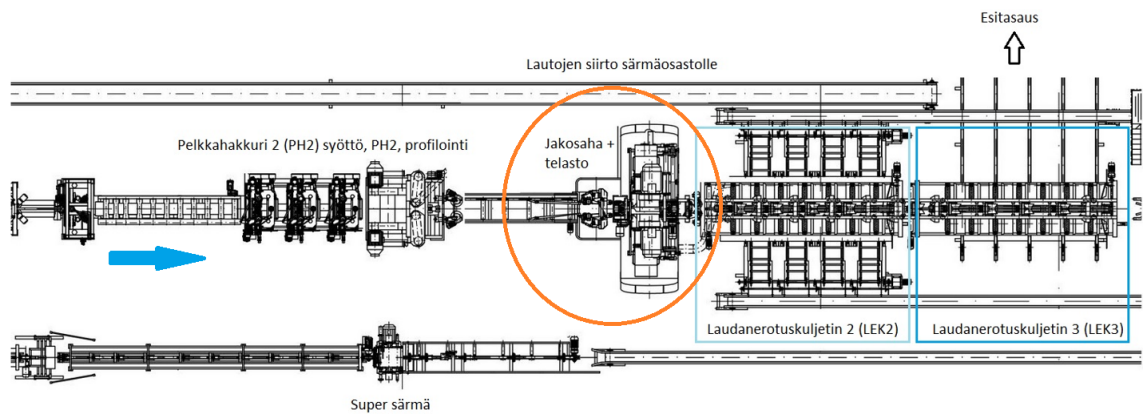
Kuorimakone ja syöttö alkoi ruuhkautumaan marraskuun 2023 aikana ja oli silloin suurimmillaan. Kuorimakoneen syötön ruuhkat jatkuivat korkealla tasolla vielä tammi- ja helmikuussa 2024. Asia oli esillä ensimmäisessä aivoriihikouksessa helmikuun alussa ja tällöin päätettiin tutkia kuljettimen viiveet. Näistä ei tuotannon henkilöt löytäneet syytä ja asiasta kirjattiin kunnossapitopyyntö asian tutkimisen jatkamiseksi sähkö/automaatiokunnossapidon toimesta. Ruuhkaantumista vähentääkseen tuotanto pidensi kuorimakoneen etupuolen kuljettimien tukkiväliä 2200 mm:stä 2800 mm:iin. Tämä vähensi ruuhkia, mutta ei ole varsinainen korjaus asiaan. Sahalinjan nopeuden kasvaessa ei sahalinjalle riitä tarpeeksi tukkeja ja linjalla tukkiväli kasvaa normaalia pidemmäksi.



Kuva 5. Pelkistetty kuva sahasyötöstä. Nuolella kuvattu tukin kulkusuuntaa ja kuorimakoneen syöttö ja kuorimakone ympyröity.

### 8.3 Jakosaha ja telasto

Jakosaha ja telasto ruuhkautui voimakkaasti syys- ja lokakuun 2023, sekä tammikuun 2024 aikana. Ruuhkien määrään löydettiin yksi merkittävä parannus toimenpide. Sahakoneilta sivutuotteita poiskuljettavien kuljettimien pysähtymisen (esimerkiksi metalli hälytys) vaikutuksia linjan pysähtymiseen muutettiin seuraavasti. Nyt sivutuotekuljettimien pysähtyminen sallii automaation tyhjentää sahalinja pidemmältä matkalta, jolloin automaation on helpompi hallita linjalla olevia kappaleita ajoituksellisesti, kun linja seuraavan kerran käynnistyy. Muutos toteutettiin tammikuussa 2024, jonka jälkeen ruuhkien määrä kohteessa laski keskiarvona 0,81 %. Muutoksen positiivinen vaikutus laskettuna esimerkiksi 18200 min kuukausittaisella ajoajalla on 147 min.



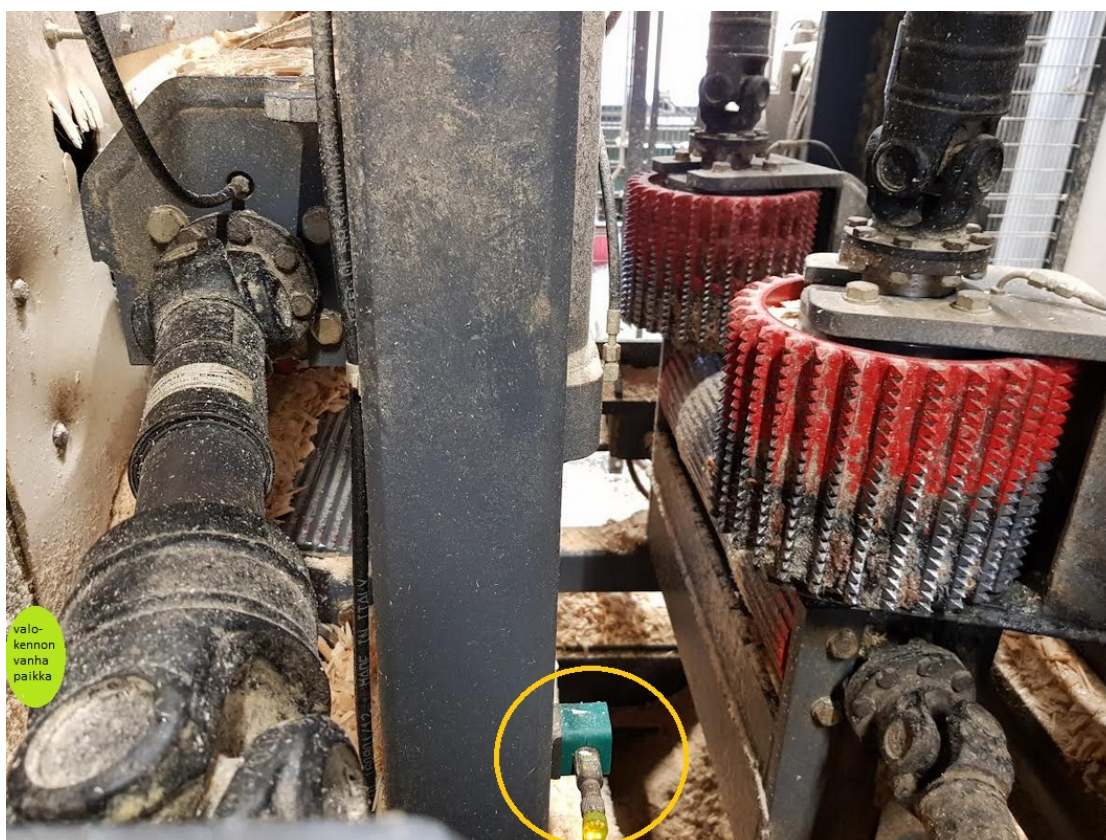
Kuva 6. Pelkistetty kuva sahalinjan loppuosasta PH2 syötöstä LEK3 saakka. Jakosaha ja sahan telasto ympyröity.

### 8.4 Laudanerotuskuljetin 2

LEK2 ruuhkat noudattivat seurantajaksolla pitkälti samaa kaavaa jakosahan ja sen telaston kanssa. Osittaisesti LEK2 ruuhkia tunnistettiin johtuvan jakosahan ja sen telaston ruuhkautumisesta. Jakosahan ruuhkien vähennettyä kyseisen kuljettimen ruuhkia vielä tapahtui, joskin alle seurantajakson keskiarvon. Kuljettimen mekaaninen ikääntyminen alkaa aiheuttamaan säätämisen epätarkkuutta kaikkien toimilaitteiden osalta ja on näin ollen siinä on kohonnut riski tehokkuuden näkökulmasta jatkoa ajatellen.

## 8.5 Pelkkahakkuri 2 syöttö

Pelkkahakkuri 2:en syöttö tunnistettiin alkaneen ruuhkautua voimakkaasti joulukuussa 2023. Toiminta oli heikoimmillaan tammikuussa 2024, jolloin ruuhkien osuus oli 1,91 % ajoajasta. Havainnoimalla tehdyn selvityksen perusteella suurin ongelma vaikutti olevan pelkkahakkurin edessä ennen teriä olevan painotelan laskeutuminen pelkan eteen. Syyksi paljastui pelkkahakkurin edessä olevan valokennollisen optisen anturin yhteyden katkeilu hakkeesta johtuen, jolloin telaston ajoitukset eivät toimineet oikein ja tela sai käskyn laskeutua liian aikaisin. Valokennon paikkaa muutettiin helmikuussa n.400 mm kauemmaksi pelkkahakkurista. Tällöin pelkkahakkurin etuseinän aukosta ajoittain ulkopuolelle pääsevä hake ei voi katkaista valokennoparin yhteyttä. Juurisyynä on pelkkahakkurin etuseinän aukon suojauksen haasteellisuus. Aukko on suojattu kumiverholla, mutta se kuluu nopeasti puun hankauksen seurauksena ja pienempien tukki- luokkien sahauksen yhteydessä suojaus pääsee vuotamaan.

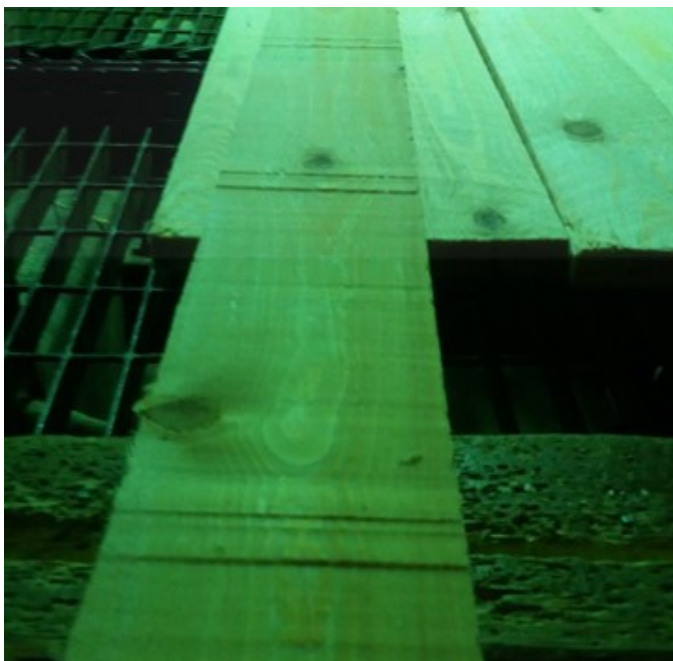


Kuva 7. Pelkkahakkuri 2 syöttö. Kuvassa vasemmalla valokennon vanha paikka ja keskellä kuvaa uusi sijainti. Linjan ajosuunta on oikealta vasemmalle ja tela, jota valokenno ohjaa sijaitsee vasemmalla kumisuojan takana. (K.K 2024)

## 8.6 Terät ja niihin liittyvät asiat

Vanneterien osalta kehitystä saatiin aikaan systematisoimalla terien vaihdon yhteydessä tehtävät merkinnät (liite 5), jolloin oikea tieto meni paremmin terien huoltopaikkaan. Ohjeistettiin merkitseminen tekemään aina yhdenmukaisella tavalla ja varmistamaan tietojen oikeellisuus. Terän tietoihin merkittäviksi asioiksi tuli mm. sahausaika tunteina, mahdolliset poikkeamat terän toiminnassa ja havaitut vauriot. Tätä asiaa kävimme läpi terätoimittajienkin kanssa tapaamisissa ja aikaisemmin sähköpostikeskusteluissa. Lisäksi kehittävänä toimenpiteenä aloitettiin kokeilemaan talvisahauksessa paksumpi runkoista vanneterää (1,47 mm → 1,55 mm). Paksumpi runkoinen terä otettiin käyttöön vuoden 2024 alussa.

Tällä pyrittiin hakemaan kehitystä ns. piikin vääntymiseen. Tämä tarkoittaa sitä, että kesken sahausksen vannesahan terän hammas syystä tai toisesta vääntyy, niin että hampaan kärki alkaa jättämään uraa sahausjälkeen. Lisäksi hammasmuotoa muutettiin kyseisiin vanneteriin.



Kuva 8. Vanneterän vääntyneen hampaan jättämä ura laudan pinnassa. Kyseisessä terässä vääntynyt kaksi lähes peräkkäistä hammasta. (K.K 2024)

Edellä mainitut muutokset osoittautuivat onnistuneeksi. Vannesahoille kuitattujen sekalaisen häiriöiden määrä, joihin vanneterän vaihtaminen sen sattuessa kesken sahauskeskeytyksen kuitataan, laski 0,9 %. Tässä verrattiin toisiinsa vuoden 2023 tammi- ja helmikuun, sekä syyskuusta joulukuun 8. päivään saakka kestänyttä ajanjaksoa, 2024 tammikuusta huhtikuun loppuun kestäneen jakson sahauskeskeytykseen. Tapahtunut kehitys antoi vähentyneiden häiriöiden ansiosta lisää ajoaikaa laskennallisesti yhteensä 532 minuuttia tammi–huhtikuun välisenä aikana. Tämä on erittäin hyvä tulos. Aikaisemmin kyseisessä vannesahassa tammi- ja helmikuu ovat olleet pakkasen aiheuttamien terähaasteiden vuoksi merkittävästi alhaisempia tuotannon tehokkuuden osalta.

Sekalaiset syyt: vannesaha									
2023-2024									
Kuukausi	Yht. min	Kpl	Kesto ka. min	% Ajoajasta		Min (2,8% ajoajasta)	Min (1,9% ajoajasta)	Erotus min	
Tammikuu	476	17	28	3,2	Keskiarvo 2,8%				
Helmikuu	266	22	12	1,6					
Syyskuu	163	9	18	1,6					
Lokakuu	630	31	20	3,3					
Marraskuu	756	37	20	3,8					
Joulukuu	139	5	28	3,3					
Tammikuu	334	23	15	2,1	Keskiarvo 1,9%	446	302	143	
Helmikuu	378	27	14	2,2		477	324	153	
Maaliskuu	217	17	13	1,5		405	275	130	
Huhtikuu	227	15	15	1,9		328	222	105	
Yht								532	

Taulukko 5. Sekalaisten syiden kehitys vannesahoissa ja vertailu aikaisemman ja kehityksen toiminnan välillä.

Pyöröterien osalta ei juuri löydetty suurta kehityspotentiaalia tässä vaiheessa. Pelkkahakkuri 2 silitysterän hammaspohjan muodon muuttamisesta keskusteltiin terätoimittajan kanssa, mutta tämän kehitystyön puitteissa sitä ei ehditty testata.

Havaintojen ja keskustelujen pohjalta kehitettiin terien vaihtoa ja siihen liittyen hankittiin lisää työkaluja. Tämä palveli samalla myös tuotantolaitoksella muutoinkin menossa olevaa 5S:n käyttöönottoa. Havaintojen mukaan työkaluja jouduttiin etsimään ja kaikilla ei jokaisessa tilanteessa ollut tiedossa mitä työkaluja tarvitaan missäkin sahakoneessa terien vaihtamiseen. Tätä systematisoitiin niin, että jokaiselle sahalinjan pääkoneelle teetätettiin oma alumiininen työkalupakki aikaisemman kahden yleispakin sijaan. Pakit nimettiin koneiden mukaisesti ja

niihin merkittiin pakin sisältämien työkalujen nimet. Pakit sisälsivät vain nime-  
tyssä sahakoneessa terien vaihtamiseen tarvittavat työkalut. Nimetyistä pa-  
keista työkalujen lainaaminen muuhun tarkoitukseen kiellettiin. Näin terän vaih-  
dossa oli jatkossa aina oikeat työkalut mukana ja työn sujuvuus parani merkittä-  
västi. Enää teränvaihtoon ryhdyttäessä ei tarvinnut tarkistaa pakin työkaluja.  
Tämä nopeutti sahauksen keskeyttävien terävuorioiden vuoksi tapahtuneita py-  
sähdyksiä. Uusia pakkeja tuli käyttöön kaikkiaan viisi kappaletta. Tavaroiden  
määrä pakissa putosi vajaaseen kolmannekseen alkuperäisestä.



Kuva 9. Vasemmalla työkalupakki ennen työkalujen systematisointia ja oi-  
kealla systematisoinnin jälkeen. (K.K 2024)

## 8.7 Henkilöiden toiminta

Tuotannon henkilöiden toimintaa kehittäessä kävimme lyhyesti läpi jatkuvan pa-  
rantamisen periaatteita ohjeena jatkuvalla oppimiselle. Jatkuva parantaminen  
keskittyy systemaattiseen ja jatkuvaa kehitystä tavoittelevaan prosessiin. Se on  
toimintafilosofia ja käytäntö. Tavoitteena voi olla esimerkiksi tuote, palvelu tai  
prosessi, jonka toimintaa kehitetään pitkäjänteisesti. Ajatuksen perusteena on,  
että jatkuvat pienet parannukset voivat johtaa laadun, tehokkuuden ja innovaati-  
oiden merkittävään lisääntymiseen. Organisaatiolta edellytetään jatkuvaan pa-  
rantamisen toteutumiseksi sitoutumista avoimeen kulttuuriin ja sitoutumista  
muutoksiin. Virheistä opitaan, eikä niistä syytetä ketään. Jatkuvassa

parantamisessa käytetään muista kehitysmenetelmistä tuttuja elementtejä, kuten mm. tiedon keräämistä, standardien asettamista ja tiedon analysoimista. Jatkuva oppiminen on keskeistä jatkuvassa parantamisessa. Tietämyksen jakaminen ja virheistä oppiminen tukee henkilöiden kehitystä ja sitouttaa henkilöitä edistämään tiimityötä. (flovio 2024)

## 8.8 Sahalinjan käyttö- ja täyttöasteen kehitys

Käyttöaste kehittyi seurantajaksolla keskiarvona xx %:sta xx %:iin. Seurantajakson lopuksi käyttöaste oli xx %. Käyttöasteen tarkastelussa on huomioitava, että se sisältää myös kunnossapidolliset häiriöt. Näiden määrä oli vuoden 2023 tiedoissa xx % ja 2024 tiedoissa xx % ajoajasta.

Sahalinjan täyttöaste lähti kehittymään positiiviseen suuntaan vuoden 2024 alussa ollen edellisen vuoden lopulla laskussa. Tammi- ja helmikuun jäi vielä tavoitetasosta, joka oli xx %, mutta maalisi- ja huhtikuussa täyttöaste nousi tavoitetason yläpuolelle ensimmäistä kertaa syyskuun 2023 jälkeen, ollen tällöin seurantajakson toiseksi korkein. Täyttöasteen suuruudessa on nähtävissä yhteys kuorimakoneen ja sen syötön, pelkkahakkuri 2 syötön, sekä jakosahan ja sen telaston ruuhkien määrään. Ruuhkat näissä kohteissa aiheuttivat pysähdyksiä sahalinjaan ja näin sahalinjalle annostelun ja välivaraston täyttymisen haasteet näkyivät täyttöasteen alhaisempana tasona. Yhdessä kohteiden ruuhkien väheneminen ja sahalinjalle annostelevan annostimen, sekä välivarastokuljettimen täyttymisen muutos antoi positiivista kehitystä. Annostimen ja välivaraston täyttymisen toiminnassa olleet ongelmat eivät näy ruuhkien määrässä, vaan näistä aiheutuneet häiriöt kirjautuvat lyhyiksi häiriöiksi kestäessään yli 10 sekuntia. Täyttöasteen laskentakaavaa ei ollut käytettävissä, vaan sitä on kuvattu taulukossa 7 tukkiväli rivillä. Täyttöaste ei ole tuotantodatassa pelkkä tukkiväli vaan se huomio myös asetteen ohjeellisen sahausnopeuden. Tässä yhteydessä riittävä tarkkuus on sahalinjalla etenevien tukkien välimatka. Lisäksi sahausnopeus vaihtelee asete ja tukkien latvaläpimittaluokkien mukaan.

2023-2024		Ruuha kuorimakone + syöttö										
Kuukausi	Täyttöaste				Kesto ka.	Ruuhkan	Ajoajasta			Min (1,1%	Min (1,3%	Erotus
		2023-2024	Yht. min	Kpl	min	määrästä	%	%		ajoajasta)	ajoajasta)	min
Helmikuu	76				7	4,2	0,3					
Maaliskuu	74	Kuukausi										
Huhtikuu	76	Tammikuu	42	6	7	4,2	0,3					
Syyskuu	82	Helmikuu	56	6	9	4,4	0,3					
Lokakuu	84	Syyskuu	111	12	10	10,8	1,1					
Marraskuu	74	Lokakuu	113	12	10	7,4	0,6	Keskiarvo				
Joulukuu	69	Marraskuu	359	65	6	18,9	1,8	1,1%				
Tammikuu	71	Joulukuu	43	10	5	7,8	1,0					
Helmikuu	72	Tammikuu	259	43	6	13,5	1,6		175	207	-32	
Maaliskuu	79	Helmikuu	166	30	6	11,6	1,0	Keskiarvo	187	222	-34	
Huhtikuu	82	Maaliskuu	202	22	9	16,6	1,4	1,3%	159	188	-29	
		Huhtikuu	133	15	9	11,6	1,1		129	152	-23	
		Yht	1484	221	7							-118

Taulukko 6. Täyttöasteen kehitys, sekä kuorimakoneen ja syötön ruuhkien kehitys.

Sahalinja		Arvioitu maksimi	Lähtö-tilanne	Nyky-tilanne	Seuraava kehitys askel
Vuoron pituus	[min]	455			
Käyttöaste	[%]	xx %	xx %	xx %	xx %
	[min]	xxx	xxx	xxx	xxx
Tukin pituus	[m]	4,6	4,6	4,6	4,6
Tukkiväli	[m]	0,7	1,1	0,9	0,7
Sahalinja	[m/min]	80	xx	xx	xx
Kapasiteetti	[tukkia/vuoro]	5151	2920	3452	4507

Taulukko 7. Käyttöasteen ja tukkivälin laskennallinen vaikutus eräällä asetella sahattuihin tukkikappaleisiin. Arvioitu maksimi nykyisellään ja kehityksen kaari lähtötilanteesta.

## 8.9 Lyhyet häiriöt

Lyhyet häiriöt vaikuttavat seurannan mukaan nousseen keskiarvoisesti 1 % vertailu jakson ja alkuvuoden kehitysvaiheen välillä. Tästä seuraa keskimäärin 15 min ajoajan menetys kuukautta kohti. Analysoinnin, havainnoinnin ja keskustelujen perusteella lyhyiden häiriöiden syyt ovat osittain vaihtuneet. Se missä sahalinjalla sahatavaran mittausta on saatu kehitettyä ja täyttöastetta nostettua linjalla, niin sahalinjan alkupään ongelmat ovat korostuneet ja nostavat lyhyiden häiriöiden määrää.

## 8.10 Ruuhkat

Ruuhkien määrä kääntyi laskuun 2023 vuoden päätteeksi. 2024 tammikuussa ruuhkien määrä oli vielä varsin korkea. Helmi- ja maaliskuussa ruuhkat olivat 8,4 % ajoajasta, joka on 4,3 % alhaisempi, kuin tammikuussa. Huhtikuussa ruuhkien määrä nousi 9,8 %:iin. Analysoidessa huhtikuun ruuhkia havaittiin niiden nousun johtuvan pääasiassa sahasyötön alueen haasteista. Paremman maaliskuun jälkeen, ruuhkien määrä nousi eniten kuorimakonetta edeltävässä prosessin osassa. Ruuhkien määrän kasvaminen oli seurausta nousseesta sahausnopeudesta ja vielä kesken olleiden kehitysasioiden yhteisvaikutuksesta. Taulukossa 8 on esitetty ruuhkien määrät prosentteina ajoajasta seurantajak-solla. Tammikuun 2024 jälkeen korostettu värillä kehityksen suuntaa verrattuna koko seurantajakson keskiarvoon. Valkoinen pohja kuvaa, ettei merkittävää muutosta ole tapahtunut. Punertava kuvaa negatiivista muutosta ja vihreä positiivista. Kohteet, joissa toiminta kehittyi positiivisesti tammikuun 2024 jälkeen, saatiin yhteisvaikutukseltaan 1,38 % parannus. Tämä ei riittänyt ruuhkien kokonaisuuden positiiviseen kehittymiseen. Taulukossa on esitetty myös kehitysteh-tävän ulkopuolella olevat SDL1 kuljettimen ja LDL lautakuljettimen ruuhkien tie-dot.

	Tam- mi- kuu 23	Hel- mi- kuu 23	Syys- kuu 23	Lo- ka- kuu 23	Mar- ras- kuu 23	Jou- lu- kuu 23	Tam- mi- kuu 24	Hel- mi- kuu 24	Maa- lis- kuu 24	Huh- ti- kuu 24	Kes- kiarvo
Tukkipöytä /kiramo	0,02	0,05	0,18	0,25	0,31	0,00	0,21	0,35	0,21	0,28	0,19
Tukkikuljetin 1	0,00	0,04	0,06	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01
Tukkikuljetin 2	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,09	0,00	0,14	0,00	0,23	0,05
Tukkikuljetin 3	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,07	0,21	0,00	0,15	0,05
Kääntäjä	0,03	0,17	0,12	0,28	0,09	0,00	0,35	0,15	0,19	0,38	0,18
Kuorimakone syöttö	0,02	0,07	0,22	0,24	0,58	0,76	1,39	0,69	0,30	0,66	0,49
Kuorimakone	0,26	0,26	0,91	0,36	1,25	0,26	0,37	0,28	1,14	0,49	0,56
Potkaisijat	0,07	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00	0,02
Välivarasto	0,15	0,12	0,34	0,34	0,33	0,38	0,16	0,40	0,08	0,37	0,27
Mittauskuljetin	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PH1	0,43	0,07	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04	0,19	0,05	0,09	0,09
Vannesahat	0,09	0,04	0,11	0,00	0,00	1,23	0,21	0,04	0,00	0,04	0,17
1. vaihteen laudat	0,24	0,22	0,69	0,12	0,38	0,07	0,11	0,33	0,27	0,40	0,28
Pelkan kaato	0,02	0,18	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03

PH2 syöttö	0,09	0,37	0,46	0,17	0,07	1,42	1,91	0,53	0,06	0,37	0,54
Profilointi	0,07	0,27	0,05	0,00	0,41	0,57	0,99	0,15	0,15	0,25	0,29
Jakosaha + telat	0,25	0,48	1,78	1,59	0,35	1,87	1,70	0,33	0,39	0,28	0,90
LEK2	1,47	0,88	0,94	0,74	0,37	0,28	0,97	0,31	0,65	0,44	0,71
LEK3	0,12	0,06	0,12	0,41	0,87	0,00	0,09	0,25	0,20	0,16	0,23
Lautojen siirto ET	0,61	0,35	0,72	0,21	0,34	0,64	0,13	0,26	0,41	0,32	0,40
Esitasaus	0,15	0,18	0,20	0,23	0,47	0,14	0,10	0,25	0,39	0,08	0,22
Supersärmä	0,13	0,28	0,66	0,07	0,21	0,07	0,17	0,21	0,32	0,11	0,22
SDL 1 kuljetin	1,10	1,65	0,43	0,40	0,95	2,41	1,17	1,12	0,52	0,80	1,06
LDL lautakuljetin 2	0,47	0,35	0,97	1,31	0,61	0,78	0,64	0,41	0,99	0,85	0,74

Taulukko 8. Taulukossa sahalinjan osat esitetty prosessijärjestyksessä. Kohteiden ruuhkien määrä esitetty prosentteina ajoajasta.

### 8.11 Muut kehitetyt kohteet

Tukkipöydän täyttyminen ja puiden siirtyminen automaattisesti asetteen vaihdon yhteydessä oli puutteellista (Kuva 10). Tulevan asetteen tukit pysähtyivät tukkipöydälle ennen kiramokuljetinta. Tästä keskusteltu linjan henkilöiden kanssa ja kehitysehdotus oli, että tukkien olisi tultava automaattisesti kiramon jälkeiselle porrasannostimelle saakka. Tällöin seuraavan asetteen tukit olisivat lähempänä jo valmiina ja niiden sahalinjalle saaminen nopeutuisi. Tästä tehtiin työtilaus sähkö/automaatioasentajille ja he muuttivat tukkipöydän ketjukuljettimien pysäytysviiveitä pidemmäksi, jolloin tukit ennättivät siirtyä kuljettimelta seuraavalle ns. automaattisesti. Teoreettisesti laskemalla, jos asetteen vaihdon sai nopeutumaan kyseisellä toiminnolla esimerkiksi 0,5 min, niin keskimäärin kuukaudessa sahattujen asetteiden lukumäärillä tämä antaa 55 min lisää käyntiaikaa.

Välivarastokuljetin ei täytynyt oikein. Jos sahalinjaa ajava henkilö joutui pysäyttämään sahalinjan, niin kuorimakoneen syöttö antoi kuorimakoneelle enää yhden tukin, vaikka kuorimakoneen takana välivarastokuljettimella oli tilaa useammalle. Jos henkilö ei pysäyttänyt linjaa vaan laittoi linjalle annostelevan annostimen seis, niin automatiikka osasi täyttää välivarastokuljettimen oikein. Automaation ohjelmista vastaava henkilö teki muutokset ohjelmaan, että välivarastokuljetin täyttyy aina oikein ja tämä virheellinen toiminta saatiin korjattua. Näin linjalle ei tullut tarpeettoman pitkiä tukkivälejä puuttuvien tukkien vuoksi.



Kuva 10. Havainnekuva tukkipöydän täyttymisestä. Yläkuvassa ennen muutosta ja alemmassa ohjauksen muutoksen jälkeen. (K.K 2024)

Sahalinjalle tukkeja annosteleva annostin ei lähtenyt linjan pysähdysten jälkeen automaattisesti toimimaan, vaikka linja käynnistyi. Selvityksen perusteella annostinta ohjaavan logiikan ohjelmasta löytyi virhe. Jos sahalinja pysähtyi, niin annostin ei annostellut ennen kuin sahuri valvomosta ns. käsiajolla annosteli yhden tukin. Automaation ohjelmista vastaava henkilö teki muutokset ohjelmaan ja tämä virheellinen toiminta saatiin korjattua. Näin linjalle ei tullut tarpeettoman pitkiä tukkivälejä pysähdysten jälkeen sahauksen jatkuessa. Tämä paransi linjan tehokkuutta, koska linja ei pyörinyt tyhjänä.

Linjan henkilöstön toiminta kehittyi positiivisesti kehitystyön aikana. Henkilöt toivat aktiivisesti esille kehityskohteita ja linjalla ilmenneitä sujuvuutta rajoittavia tekijöitä. Kehitysryhmässä mukana olleet henkilöt suunnittelivat itsenäisesti ja

yhdessä ratkaisuja löydettiin haasteisiin ja toivat ehdotuksia hyvin esille yhteisiin keskusteluihin.

## **9 Kehitystutkimuksen luotettavuus**

### **9.1 Käytetyt menetelmät**

Toimintatutkimus valikoitui lähestymistavaksi, koska kehitystyö piti sisällään toimintojen ja työtapojen tutkimusta ja tarvittaessa muutoksien hakua niihin. Kehitystutkimuksen avulla pyrittiin uudenlaisen työn ymmärtämiseen ja kehittämiseen. Kehitystyö sisälsi piirteitä myös konstruktivisen tutkimuksen menetelmistä, koska työssä selvitettiin myös yksittäisten laitteiden toimintaa ja niiden toiminnan kehittämistä. Konstruktivinen tutkimus pyrkii hyvin käytännönläheiseen ongelmanratkaisuun luomalla uusi rakenne. Lisäksi siinä pyritään ratkaisemaan aito käytännön ongelma. On paikallaan käyttää konstruktivisen tutkimuksen mallia, kun tarvitaan ehdottomasti myös teoreettista tietämystä ongelman ratkaisemiseksi. (Ojasalo ym. 2020, 67-68.)

Tukea tavoitteille haetaan teoriasta. Tuloksista saatavien hyötyjen siirtäminen käytäntöön ja löydettyjen kehitysideoiden toteuttaminen ovat keskeisiä asioita. Keskeistä on myös havaita mahdolliset ongelmat ja löytää niihin ratkaisut. (Ojasalo ym. 2020, 22.)

### **9.2 Tehtävän suorittamisen haasteet ja saavutukset**

Opinnäytetyössä tuli esitetyksi sahalinjan nykyinen tuotantotehokkuus. Tehokkuus vaihtelee asetteiden välillä kuten on tyypillistä. Kehityksessä päätavoite oli tehokkuuden parantaminen. Samalla sahalinjan kokonaistehokkuutta selvitettiin ja osa tehokkuuteen vaikuttavista haasteista ratkaistiin. Eteen tuli myös haasteita, joita ei onnistuttu ratkaisemaan opinnäytetyössä suoraan vaan ne vaativat tarkempaa tutkimusta ja osa kohteista oli rajattuna pois tästä opinnäytetyöstä.

Kehityksen tuloksia esitetään vertailuna alkutilanteen ja lopputilanteen välillä ja asioiden muutosta näiden sisällä. Vertailun suoraa luotettavuutta heikentää kehitystyön ajankohta. Suurin osa vertailudatasta oli kerättyä syksystä vuoden loppuun kestävältä ajalta ja sitä verrattiin alkuvuoden tuotantodataan. Historiassa tammi-, helmi- ja maaliskuu ovat yleisesti olleet alhaisempi sahausteholtaan talvisista olosuhteista johtuen. Kyseisellä ajan jaksolla alkuvuodesta oli paikkakunnalle jopa poikkeuksellisen korkeat pakkaslukemat. Alkuvuodesta 2024 huoltoseisokin aikana ja sen jälkeen sahauksen alkaessa paikkakunnalla oli lähes  $-40^{\circ}\text{C}$  pakkasta ja korkeat yli  $-25^{\circ}\text{C}$  pakkaslukemat mitattiin useana viikkona. Tähän suhteutettuna osassa kohteissa saavutetut kehitystulokset ovat hyviä.

Kehitystyössä tehtyjen muutoksien vaikutus on pääpiirteittäin todennettavissa sahalinjan tietojärjestelmän datasta, jos vertailua tekee aikaisempaan historia tietoon. Jokaista tehtyä muutosta ja sen vaikutusta ei pystytä todistamaan kerätyn käyttöaste tiedon avulla. Kokonaisuutena ruuhkien määrää vertailujaksojen välillä ei saatu pienennettyä, mutta kehitetyissä kohteissa saatu parannus kuitenkin paransi kokonaisuutta ja sahalinja toimii tehokkaammin ollessaan käynnissä. Linjan toimintaa saatiin vakioitua etenkin täyttöasteen osalta. Tuotantomäärät kasvoivat alkaen tasaantumaan ja vaihtelu väheni.

Tavoitteena ollut käyntiasteen nostaminen xx %:iin pysyvästi ei onnistunut opinnäytetyön aikana. Opinnäytetyön seurantajakson ulkopuolella toukokuussa 2024 käyttöasteessa saavutettiin useita kertoja tavoitetaso yhden tuotantovuoron ajaksi. Suuri haaste on, kun seuraavassa prosessivaiheessa ei pidempää aikaa yhtämittaisesti kyetä vielä käsittelemään kasvanutta lautojen määrää. Seuraavan prosessivaiheen täytyminen aiheuttaa sahalinjan pysäyttämisen ja siitä syystä käyttöaste ei pääse nousemaan. Tästä huolimatta valmista sahatarvaa tuotetaan enemmän kuin aikaisemmin nousseen täyttöasteen ansiosta.

### **9.3 Jatkokehitys tarpeet**

Jatkoa ajatellen kehitystä olisi hyvä jatkaa askel askeleelta eteenpäin. Sahalinjan tehokkuuden noustessa seuraavan prosessivaiheen haasteet nousevat

esille. Suurimmat hyödyt lyhyellä aikavälillä olisi löydettävissä ns. kappaleko-  
neita edeltävien kuljettimien toiminnan kehittämisestä. Suuri ruuhkien määrä  
näillä kuljettimilla estää sahalinjan sujuvan toiminnan. Suuri osa näiden kuljetti-  
mien ruuhkista aiheutuu pienemmän sahalinjan saheiden ominaisuuksista,  
mutta kokonaisuus olisi tutkittava tarkemmin. Lisäksi kehityskokouksissa esille  
nousseista asioista kaikkia ei saatu edistettyä opinnäytetyön aikataulun puit-  
teissa. Esimerkiksi asetteen korjaus pysäyttämättä sahalinjaa ei ole mahdollista  
tämänhetkiselällä linjan ohjauksella, vaan se vaatii ohjelmointityötä ja lisäselvityk-  
siä.

Sahauksen kannattavuuden kannalta merkittävä osa on myös valmiissa sahata-  
varakappaleissa esiintyvä ylimitta. Tämä on asia jota tulee tarkastella jatkossa  
entistä tarkemmin. Osa tästä on seurausta sahakoneiden vioista tai muista toi-  
minnan puutteista, joita joudutaan ns. paikkaamaan ylimitalla. Sahakoneiden  
kunto ja niiden luotettava käynnissä pysyminen vikaantumatta on merkittävä te-  
kijä tehokkuuden näkökulmasta.

## 10 Pohdinta

Sahalinjan tehokkuuteen vaikuttaa moni asia ja siinä toimiminen on ryhmätyötä.  
Siinä on suuressa roolissa henkilöiden yhteen toimiminen ja esimerkiksi tuot-  
teesta johtuvat muuttujat. Linjan ajaminen ja koneiden säätäminen vaatii koke-  
musta. Linjaa on osattava ajaa, sekä tukkeja on osattava ns. lukea ennakolta-  
kin. Tuore tukkipuu on työstämisen suhteen varsin erilaista, kuin esimerkiksi  
kuiva sahatavara. Tukkia avatessa vapautuu puun sisäisiä jännityksiä, jotka voi-  
vat aiheuttavat muodon muutosta kappaleisiin välittömästi ja tämä on yksi  
isoista haasteista, kun tukista tulleita saheita siirrettään. Pääasiassa suurin osa  
kaikista ruuhkista liittyi tavalla tai toisella tähän kappaleen siirtämiseen.

Kehitysryhmään valittiin koko sahalinjan alkupään toiminnasta vastaava tiimi.  
Lähes kaikki henkilöistä toimivat sekä sahureina, että linjanvalvojina. Terähuolto  
oli mukana soveltuvien osin. Pidettiin tärkeänä, että kaikki samoissa

työtehtävissä toimivat henkilöt pääsevät mukaan yhtä aikaa. Henkilöillä oli vaihteleva määrä kokemusta sahalinjalla työskentelystä. Henkilöt työskentelevät kahdessa vuorossa ja eri vuoroissa olevat eivät käytännössä näe toisiaan työviikon aikana. Vuoroviestinnän tärkeys korostuu tässä merkittävästi ja se on ollut erinomaista, joten siihen ei tarvittu kehitystä.

Kehitystyön alkuun saattaminen oli aluksi haasteellista, mutta pian kuitenkin löytyi oikea lähestymistapa asioihin. Kehitysryhmän henkilöt toivat aktiivisesti esille toiminnallisia puutteita ja ajatuksia. Jossakin kohdassa niitä tuli jopa liian monta yhtä aikaa ja osa niistä oli jätettävä odottamaan hetkeksi. Tiedon keräystä tehdessä ja sitä kerättyä tietoa analysoidessa tuli uusia ideoita, kuinka asioita verrataan ja suhteutetaan toisiinsa. Helposti ajattelee, että esimerkiksi asetteen vaihdon jälkeinen mittaaminen on suuri hukka, niin kuin se onkin. Toisaalta, kun miettii sen kehityspotentiaalia, niin se on varsin rajallinen. Asetteen säätö, johon mm. mittaukset kirjautuvat kesti seurantajaksolla keskimäärin 3,87 % ajoajasta. Tätä aikaa ei voi saada millään muutoksella nollaksi, niin esimerkiksi siihen saatava yhden kolmasosan kehitys antaisi 1,29 % (235 min/kk) parannuksen. Hyvällä suunnittelulla tätäkin voidaan pienentää. Tämä vaatii, että sahauksen suunnittelussa tavoitellaan mahdollisimman pitkiä sahauseriä, jolloin asetteen vaihtoja sahalinjalla on mahdollisimman harvoin. Kehitystyön viimeisessä seurannassa huhtikuussa 2024 asetteen säätö oli tasolla 2,8 % ajoajasta. Jos tätä potentiaalia vertaa esimerkiksi ruuhkista johtuviin häiriöihin, niin niiden keskiarvo oli 9,5 %. Ruuhkiin saatava yhden neljänneksen kehitys (2,38 %) vastaa vasti lisäksi ajoaikaa 433 min/kk, joka ajallisesti vastaa lähes yhtä työvuoroa. Tärkeää olisi aina löytää oikea kehityskohde ja juurisyy tapahtumille. Ruuhka on seurausta jostakin. Kaikkia ruuhkia ei ole mahdollisuutta välttää, mutta niiden syntymisen mekanismiin ja sitä kautta esiintymisen taajuuteen voi vaikuttaa.

Tiedonhankinnalle ja kehitystyön varsinaiselle eteenpäin viemiselle suuria haasteita ja useamman viikon viivytyksen aiheuttivat 2024 alkuvuoden aikana olleet poliittiset lakot ja sitä seurannut tuotannon keskeytys.

Uskon, että opinnäytetyönä tehty selvitys antaa tiedon sahalinjan nykyisistä tuotantoa eniten rajoittavista tekijöistä. Sahalinjan tehokkuutta pohdittaessa on

syytä kiinnittää huomiota sekä käyttö-, että täyttöasteeseen. Sahalinjan tehokkuutta pohdittaessa on muistettava, että yksistään käyttöasteeseen keskittyminen ei tuo välttämättä esille kaikkia sujuvuuden haasteita ja ei paranna kokonaisuuden tehokkuutta riittävästi. Sahalinjalle täytyy saada riittävästi tukkeja ja niitä on pystyttävä sahaamaan oikealla nopeudella. Tässä korostuukin täyttöasteen merkitys.

Kehitystyön energian kulutuksen vaikutuksia ei pystytty tarkastelemaan tarkemmin, koska mistään järjestelmästä ei ole saatavissa esimerkiksi sahalinjan sahakoneiden sähkönkulutusta. Toisaalta parantunut sahaustehokkuus automaattisesti antaa tähänkin positiivisen kehityksen. Samassa ajassa valmistuu enemmän sahatavaraa, joten sahauksen käytettävä aika lyhenee sahauserää kohti ja sitä kautta myös käytetty energiamäärä pienenee.

Tämän opinnäytetyön tehtävä oli erittäin mielenkiintoinen ja siinä pystyin hyödyntämään 17 vuoden työkokemusta sahatavaran valmistusprosessin eri työtehtävistä, sekä aikaisempia insinööri opintojani. Opin paljon kehitystyön tekemisestä ja uskon pystyväni hyödyntämään oppimaani jatkossa työtehtävissäni.

## Lähteet

- flovio. 2024. Jatkuva parantaminen. <https://flovio.fi/jatkuva-parantaminen/>. 7.5.2024.
- Kärkkäinen, M. 1977. Puu. Sen rakenne ja ominaisuudet. Helsinki: Helsingin yliopiston monistuspalvelu.
- Larikka, M., Heinilä, P., Selin, K., Tuominen, J. 2007. Tuottavuuden jatkuva parantaminen. Uusi toimintamalli esimiehille, uusia tuttavuusmenetteilyjä tiimeille. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.
- Luonnonvarakeskus. 2023. Metsäteollisuuden suhdannekatsaus 2023–2024. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 93/2023.
- Luonnonvarakeskus. 2024. Tilastotietokanta. Kantohinnat kuukausittain. [https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_04%20Metsa\\_04%20Talous\\_02%20Teollisuuspuun%20kauppa\\_02%20Kuukausitilastot/01a\\_Kantohinnat\\_kk.px/table/tableViewLayout2/](https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_04%20Metsa_04%20Talous_02%20Teollisuuspuun%20kauppa_02%20Kuukausitilastot/01a_Kantohinnat_kk.px/table/tableViewLayout2/). 2.1.2024.
- Metsälehti. 2023. Puunhinta vk.51. <https://www.metsalehti.fi/puunhinta/puunhinta-2/>. 29.12.2023.
- Metsäteho. 2022. Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2022. Metsätehon tuloskalvosarja 12/2023. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja-2023-12-Puunkorjuu-ja-kaukokuljetus-vuonna-2022.pdf>. 29.12.2023.
- Metsäteollisuus ry. 2023. Metsäteollisuuden taloudelliset vaikutukset Suomessa. [https://assets-global.website-files.com/5f44f62ce4d302179b465b3a/65435941df02a2aa725fd654\\_Mets%C3%A4teollisuuden%20taloudelliset%20vaikutukset%20Suomessa.pdf](https://assets-global.website-files.com/5f44f62ce4d302179b465b3a/65435941df02a2aa725fd654_Mets%C3%A4teollisuuden%20taloudelliset%20vaikutukset%20Suomessa.pdf). 3.3.2024.
- Nordautomation. 2023. Tukkienlajittelu. <https://nordautomation.fi/tuotteet/tukkien-lajittelu/>. 25.12.2023.
- Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti, J. 2015. Kehittämistyön menetelmät – Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- PTT Pellervon taloudellinen tutkimus. 2023. Metsäteollisuus sopeutuu hiipuvaan kysyntään – Hakkuut ja puukauppa notkahtavat. 27.12.2023.
- Pinja. 2022. Mitä on OEE / KNL?. <https://blog.pinja.com/mita-on-oee-knl>. 1.1.2024.
- Sipi, M. 2006. Sahatavaratuotanto. Helsinki: Edita Oy.
- Spring Advisor Oy. 2022. Sahat käännekohdassa huippusyklin kääntyessä laskuus. <https://springadvisor.fi/insightit/sahat-kaannekohdassa/>. 3.3.2024.
- Stora Enso. 2023. Puun hinta vaihtelee. <https://www.storaensometsa.fi/puunhinta/>. 26.12.2023.
- Suomen Metsäyhdistys. 2011. Puun monet mahdollisuudet. <https://frantic.s3.amazonaws.com/smy/2014/10/Puun-monet-mahdollisuudet-2011.pdf>. 3.3.2024.
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2012. Metsäalan strateginen ohjelma 2011–2015. Väliraportti ja toimenpideohjelma. <https://tem.fi/documents/1410877/3342347/Mets%C3%A4alan+strateginen+ohjelma+2011-2015+12102012.pdf>. 27.12.2023.

- UPM-Kymmene Oyj 2023. Puu raaka-aineena. <https://www.upm.com/fi/vastuullisuus/metsat/metsakeskustelu/puu-raaka-aineena/> 26.12.2023.
- Varis, R. 2017. Sahateollisuus. Helsinki: Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys ry.
- Vöry, J. 1970. Metsänkäyttöoppi 1. Helsinki: Kirjayhtymä.

## Liite 1

### Ylimittan vaikutus sahauksen kannattavuuteen

	Paksuus	Leveys	Pituus	m3
Sahatavaran keskikoko	38	125	4700	0,00475
Ylimitta +1 mm	39	126	4700	0,004914
				0,000164
				3,45 %

	+3,5%		+3,5%			1mm ylimittaa on 3,5%
Tukki	2,2	1	1	500000	500000	Saanto 2,2
Sahatavaraa	0,4545	0,4702		227272,7	235113,6	
Sahanpuru	0,12	0,12		60000	60000	
Kuori	0,1	0,1		50000	50000	
Kutistuma	0,03	0,03		15000	15000	
Hake	0,31	0,3		155000	150000	

Hakkeen hinta johdettu seuraavista tekijöistä

Mänty kuitupuu	24,53 €/m3	(Metsälehti vk.51)
Korjuukustannus (harvennushakkuu)	15,95 €/m3	(Metsäteho Oy)
Keskimääräinen kuljetuskustannus	11,06 €/m3	(Metsäteho Oy)
Muut hankinnan yleiskustannukset	3,44 €/m3	(Metsäteho Oy)
yht.	54,98 €/m3	

Hakkeen määrä ilman ylimittaa	150000
Hakkeen määrä kun 3,5% ylimittaa	155000
Hakkeen hinta	54,98
	8521900 8247000 274900 €

1mm ylimittassa vaikuttaa 500 000 tukki-m3 käytöllä menetystä noin 275 000 €

## Liite 2

### Sahan tietojärjestelmän tuotantotietoa

1	Alkaa	Päättyy	Klo		Tapahtumapäivä Syy	Seiso			
			Klo alkaa	Klo päättyy		Ajoaika (min)	lkm	Kohde	
2	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	05:55:01	14:00:03	01.09.2023 00:00	Ajoaika	26	0,0	0 Linjasto
3	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	05:55:01	06:55:10	01.09.2023 00:00	Ajoaika	60	0,0	0 Linjasto
4	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	05:55:11	05:59:57	01.09.2023 00:00	Sähköiset häiriöt	0	4,8	0 Seula
5	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	05:59:57	06:07:33	01.09.2023 00:00	Paineilma tai hy	0	7,6	0 Jakosaha
6	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:07:43	06:11:11	01.09.2023 00:00	Asetteen säätö	3	0,0	0 Vannesaha
7	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:12:11	06:12:52	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,7	0 Prosessi ID puuttuu
8	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:13:10	06:14:30	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	1,3	0 Prosessi ID puuttuu
9	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:14:49	06:17:44	01.09.2023 00:00	Asetteen säätö	3	0,0	0 Jakosaha
10	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:19:15	06:19:47	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,5	0 Prosessi ID puuttuu
11	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:21:31	06:21:48	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,3	0 Prosessi ID puuttuu
12	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:23:23	06:23:37	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,2	0 Prosessi ID puuttuu
13	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:25:34	06:25:51	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,3	0 Prosessi ID puuttuu
14	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:26:55	06:27:18	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,4	0 Prosessi ID puuttuu
15	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:27:44	06:31:52	01.09.2023 00:00	Ruuhka	0	4,1	0 Sydäntavaran sivullesiirto
16	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:32:02	06:37:49	01.09.2023 00:00	Ruuhka	0	5,8	0 Kokoojakuljetin 2
17	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:38:46	06:39:35	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,8	0 Prosessi ID puuttuu
18	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:45:41	06:45:51	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,2	0 Prosessi ID puuttuu
19	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:46:46	06:46:56	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,2	0 Prosessi ID puuttuu
20	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:48:11	06:48:35	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,4	0 Prosessi ID puuttuu
21	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:52:53	06:53:20	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,5	0 Prosessi ID puuttuu
22	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:53:46	06:55:10	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	1,4	0 Prosessi ID puuttuu
23	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:55:10	08:15:34	01.09.2023 00:00	Ajoaika	80	0,0	0 Linjasto
24	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:55:10	06:55:59	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,8	0 Prosessi ID puuttuu
25	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:56:09	06:56:30	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,4	0 Prosessi ID puuttuu
26	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:56:40	06:57:56	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	1,3	0 Prosessi ID puuttuu
27	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:58:06	06:58:41	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,6	0 Prosessi ID puuttuu
28	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:58:51	06:59:21	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,5	0 Prosessi ID puuttuu
29	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	06:59:37	07:00:05	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,5	0 Prosessi ID puuttuu
30	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	07:00:28	07:00:43	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,3	0 Prosessi ID puuttuu
31	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	07:00:53	07:03:26	01.09.2023 00:00	Asetteen tai laji	3	0,0	0 Jakosaha
32	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	07:05:03	07:05:59	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,9	0 Prosessi ID puuttuu
33	01.09.2023 00:00	01.09.2023 00:00	07:07:12	07:07:48	01.09.2023 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,6	0 Prosessi ID puuttuu
11830	29.02.2024 00:00	29.02.2024 00:00	16:09:33	16:10:06	29.02.2024 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,6	0 Prosessi ID puuttuu
11831	29.02.2024 00:00	29.02.2024 00:00	16:11:41	16:12:15	29.02.2024 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,6	0 Prosessi ID puuttuu
11832	29.02.2024 00:00	29.02.2024 00:00	16:14:17	16:15:00	29.02.2024 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,7	0 Prosessi ID puuttuu
11833	29.02.2024 00:00	29.02.2024 00:00	16:37:12	16:38:43	29.02.2024 00:00	Lyhyet seisakit	0	1,5	0 Prosessi ID puuttuu
11834	29.02.2024 00:00	29.02.2024 00:00	16:38:43	16:40:08	29.02.2024 00:00	Lyhyet seisakit	0	1,4	0 Prosessi ID puuttuu
11835	29.02.2024 00:00	29.02.2024 00:00	16:40:38	16:41:58	29.02.2024 00:00	Lyhyet seisakit	0	1,3	0 Prosessi ID puuttuu
11836	29.02.2024 00:00	29.02.2024 00:00	16:42:22	16:46:20	29.02.2024 00:00	Seuraava prosessi	0	4,0	0 Lokerokuljetin
11837	29.02.2024 00:00	29.02.2024 00:00	16:47:10	16:47:40	29.02.2024 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,5	0 Prosessi ID puuttuu
11838	29.02.2024 00:00	29.02.2024 00:00	16:59:03	18:55:51	29.02.2024 00:00	Seuraava prosessi	0	96,8	0 Lokerokuljetin
11839	29.02.2024 00:00	29.02.2024 00:00	19:14:34	19:15:54	29.02.2024 00:00	Lyhyet seisakit	0	1,3	0 Prosessi ID puuttuu
11840	29.02.2024 00:00	29.02.2024 00:00	19:28:42	22:47:27	29.02.2024 00:00	Seuraava prosessi	0	188,8	0 Lokerokuljetin
11841	29.02.2024 00:00	29.02.2024 00:00	22:47:37	22:48:14	29.02.2024 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,6	0 Prosessi ID puuttuu
11842	29.02.2024 00:00	29.02.2024 00:00	22:49:18	22:49:49	29.02.2024 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,5	0 Prosessi ID puuttuu
11843	29.02.2024 00:00	29.02.2024 00:00	22:56:14	22:57:05	29.02.2024 00:00	Lyhyet seisakit	0	0,9	0 Prosessi ID puuttuu
11844	29.02.2024 00:00	29.02.2024 00:00	22:57:15	23:00:02	29.02.2024 00:00	Puhdistus	0	2,8	0 Prosessi ID puuttuu

## Vierailun muistio

Lappeenranta SawCenter 27.10.2023

Keskustelussa oli mm seuraavat asiat:

Miksi vanne "haukkoo" (humpailee tasaisesti vannepyörällä eteen-taakse)

- vika on todennäköisesti saumassa tai vanne on liian kireä jostain kohdasta
  - jos näitä ilmenee, niin lähetetään huoltoon viestin kanssa

Huolto toivoo tietoa vanteiden toiminnasta ja mahdollisista ongelmista. Mitä paremmin pystymme kuvaamaan toimintaa viesteissä, niin sen paremmin ymmärrämme kaikki hakea ratkaisuja.

Jos vanneterän sisäpinta on kauttaaltaan pyörän bombeerauksen kohdalta kiiltävä, niin hyvä juttu!

Jos taas sisäpinnassa näkyy kiiltäviä laikkuja, niin terässä on silloin "patteja", jotka ei mene pyörää vasten.

Havaintona, että jostain syystä osa meidän vanteistamme ovat pihkaisia ulkopuolelta huoltoon mennessä. Sisäpuolelta olivat puhtaita.

- Mikä meillä tätä voi aiheuttaa?
- Vaikuttaako puulaji? Voisi kiinnittää huomiota, kun ottaa vannetta sahasta, että onko pihkainen ja sitä kautta voisi päästä jäljille.

Vanteen romutuksesta sovittiin

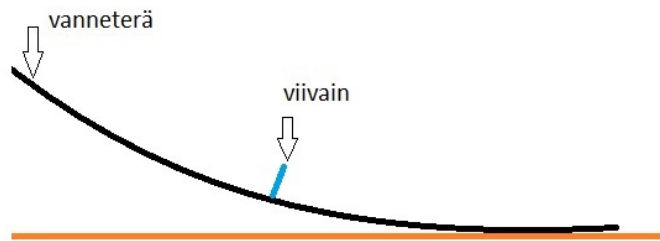
- romuksi jos on 3 tai enemmän repeämiä ja muutoin runko on huono/vanha
- uusi stellitisointi (paloitus) jos terässä <3 repeämää ja runko on hyvä (huolto arvioi kannattaako runko paloittaa uudelleen)

Hammasmuodosta keskusteltiin

- nyt alkuvuodesta pitäisi tulla ensimmäiset paksumpi runkoiset vanneterät meille. Niissä samalla sitä hammasmuotoa haettu "meille"

Jännityksen tarkistus vanneterästä

Viivain vanneterän ulkopuolella



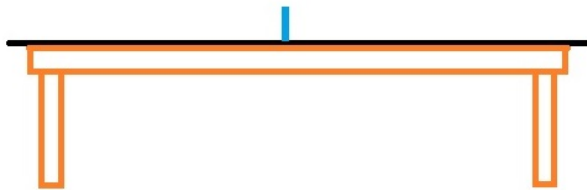
Vannetta taivuttaessa vanne "painuu" kiinni kaarevaa viivainta vasten

viivaimen kovera puoli

Jos vannetta ei taivuta tai jännitys on virheellinen taivutettuna

viivaimen kovera puoli

Vanteen ollessa pöydällä

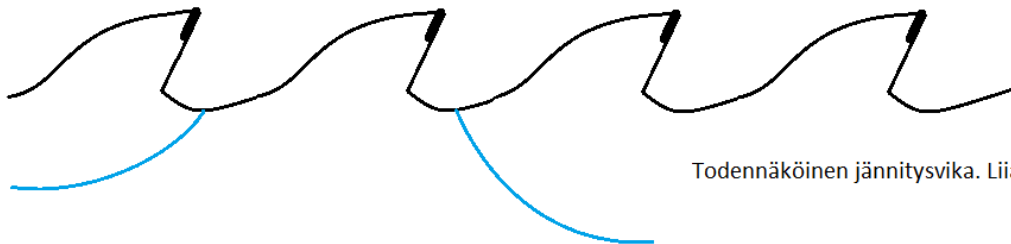


viivaimen suora puoli

Viivaimen koveran puolen muoto on vastaava kuin vannepyörän bombeeraus

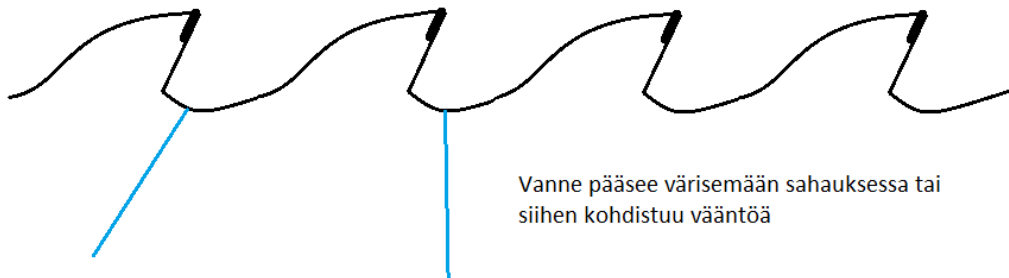
Repeämät

Kaareva repeämä



Todennäköinen jännitysvika. Liian kireä

Suora repeämä



Vanne pääsee värisemään sahauksessa tai siihen kohdistuu vääntöä

**Muistio terätoimittajien tapaamisesta**

Terätoimittajien vierailu sahalla 7.3.2024

Muistio 11.3.2024

**SawCenter vierailu klo.9.15 – 11.00**

Läsnä: Pasi Putkonen (SawCenter, uudet pyöröterät/vanneterät, huolto),  
XXXXX XXXXX (terämies), Kimmo Korhonen

Keskustelun aiheet:

- Tulevan lakon vaikutukset vanneterien huoltokuljetuksiin
- Vanneterien toiminta talven aikana
- Supersärmän terien toiminta talven aikana
- Kuluneelle talvelle tehtyjen muutoksien vaikuttavuuden havainnoista keskustelua.
- Kehitysmielessä kokeiltu talvisahauksessa paksumpi runkoista vanne-terää (1,47 mm → 1,55 mm)

Toimenpiteet / havainnot:

- Kimmo K selvitti lakon vaikutuksia pe 8.3.2024. Sekä posti, että schenker ilmoittivat chat palvelussaan, että lakon ei pitäisi vaikuttaa suomen sisäiseen rahtiliikenteeseen
- Vanneterät toiminut kokonaisuutena paremmin kuin aikaisemmin. Vanneterien huollossa ajoittain epätarkkuutta. Sahalla oltava myös huolellisia merkittävä vanteiden tietoja huoltokorttiin, että terän mahdolliset toiminta häiriöt tulee kirjatuksi ylös
- Superin terien hammasmuutos (Z36 → Z48) on ollut oikea toimenpide.
- Paksunpirunkoinen vanne toiminut hyvin talvisahauksessa

**Nordic Sawmill Support (NSS) vierailu klo.12.15 – 14.30**

Läsnä: Mika Rauha (NSS, uudet vanneterät, huolto), XXXXX XXXXX (terämies), XXXXX XXXXX (terämies), XXXXX XXXXX (sahuri) osan ajasta, Kimmo Korhonen.

Keskustelun aiheet:

- Tulevan lakon vaikutukset vanneterien huoltokuljetuksiin
- Vanneterien toiminta talven aikana
- Kehitysmielessä kokeiltu talvisahauksessa paksumpi runkoista vanne-terää (1,47 mm → 1,55 mm)

- Vanneterän tutkiminen yhdessä
- Vanneterälle tehtävät huoltotoimenpiteet huollossa
- Hammasmuoto ja pituus

Toimenpiteet / havainnot:

- Kimmo K selvitti lakon vaikutuksia pe 8.3.2024. Sekä posti, että schenker ilmoittivat chat palvelussaan, että lakon ei pitäisi vaikuttaa suomen sisäiseen rahtiliikenteeseen
- Vanneterät toiminut kokonaisuutena paremmin kuin aikaisemmin. Sahaalla oltava huolellisia merkittävä vanteiden tietoja huoltokorttiin
- Paksunpirunkoinen vanne toiminut hyvin talvisahauksessa. Mietitään siirtymistä talviaikaan kyseiseen vanneterään
- Tutkittu yhdessä yhtä 8 h sahattua vanneterää terähuoneessa. Terässä havaintoja ns. pateista. Patit on seurausta sahauksen aikana vanneterän ja vannesahan teräpyörän väliin pääsevistä hakkeen palasista. Terän runkoon tulee toiselle puolelle kuoppa ja pullistuma (patti) toiselle puolelle
- Vanteen saapuessa huoltoon sille tehdään seuraavat toimenpiteet
  - a) Huoltaja tarkistaa terien huoltokortista terien toiminnan kommentit ja ilmoitetut sahaus ajat samalla kuin purkaa vanteet kuljetuslaatikosta. Tuotannon tekemät huomautukset voivat olla esimerkiksi, että vanne piirtää tai mutkittelee
  - b) Vanneterä tarkistetaan ja mahdolliset repeämät tai suuremmat hammasviat korjataan. Vanneterä ajetaan oikaisukoneen läpi, joka tasoittaa terärungon mahdolliset patit. Terä menee teroituskoneen läpi, terän rungon jännitys tarkistetaan ja lopuksi terään voidaan tehdä ns. pohjatyssäys
  - c) Vanneterän hampaita suojaava nauha asennetaan paikoilleen ja terät pakataan lähetysvalmiiksi sahalle
- Hammasmuotoa muutettu kuluneelle talvelle Kimmo K:n pyynnöstä. Tällä pyritty vähentämään terähampaan vääntymistä. Hammaspituus ja teroituskulmat todennäköisesti ihan ok. Talvelle jatkossa voi miettiä, kokoilleeko muuttaa rintakulmaa

Kimmo Korhonen 8.3.2024

## Ohje vanneterien merkitsemiseen

20.12.2023

## Vanneterän merkitseminen vaihdon yhteydessä ja huoltoon lähetys

### 1. Vanteen ottaminen sahasta

Merkitse tussilla SELKEÄSTI vanneterään lähelle kiinnitysketjua:

- sahaus päivä (milloin otettu pois sahasta)
- sahaus aika tuntia h
- mahdolliset ongelmat terän toimivuudessa
- jos tiedät terän tunnus/numero

Vältä ylimääräisiä runoiluja (ehkä kait voipi olla tai sitten ei mahdollisesti)

### 2. Pakatessa teriä huoltoon

Alkaessa niputtamaan teriä avaa ensimmäinen teräkieppi ja tee alla ohjeistetut merkinnät. Toista sama toiselle terälle.

Merkitse teräkorttiin SELKEÄSTI:

- terän tunnus
- sahaus aika terästä ja mahdolliset huomautukset toiminnasta. Jos ei huomauttamista, niin ok.
- sahaus päivä
- nimikirjaimet kuittaukseen

Pakkaa kaksi vannetta "yhdeksi kiepiksi" ja laita kuljetuslaatikkoon. Samaan välikköön terien kiepin "sisälle" laita irrallisia suojanauhoja, jotta ne palautuvat huoltoon. Palaa kohdan 2 alkuun ja toista kunnes huoltolaatikko on täysi. **NSS (Nordic Sawmill Support) vaalea laatikko ja SawCenter tumma laatikko.**

- merkitse teräkortin tiedot terähuoneen tietokoneella Teamsista löytyvään excel taulukkoon (huolto merkitsee samaan huollon havainnot ja tehdyt toimenpiteet SC)
- **palauta teräkortti kuljetuslaatikon muovitaskuun**
- nosta kuljetuslaatikko alasahaan
- ilmoita varastohenkilölle laatikon numero mikä on lähdössä huoltoon ja huoltopaikka

Kimmo Korhonen