

Tasaamon yläkerran käytettävyyden kehittäminen

UPM Seikun sahan häiriösyiden selvitys ja analysointi

LAB-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK), Puutekniikka
2023
Emmi Tähkänen

Tiivistelmä

Tekijä(t) Emmi Tähkänen	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2023
	Sivumäärä 42	
Työn nimi Tasaamon yläkerran käytettävyyden kehittäminen UPM Seikun sahan häiriösyiden selvitys ja analysointi		
Tutkinto ja koulutusala Insinööri (AMK), puutekniikka		
Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja) UPM Seikun saha		
Tiivistelmä <p>Tutkimuksessa haluttiin kehittää UPM Seikun sahalla tasaamon käytettävyyttä. Tasaamon käytettävyyden kehittämiseksi keskityttiin vikojen ja häiriöiden poistamiseen. Tutkimuksen tavoitteena oli dokumentoida häiriötä aiheuttavat syyt ja pohtia keinoja niiden ehkäisemiseksi. Linjan pysähdykset vaikuttivat laitoksen käytettävyyteen negatiivisesti, ja laitokselle syntyi tuotannonmenetystä. Häiriöajat olivat pieniä, mutta päivittäin toistuvista pysähdyksistä kerääntyi yhteensä merkittävä häiriömäärä.</p> <p>Tutkimustyö rajattiin tasaamon yläkertaan hissiosastolle ja annosteluun, koska yläkerran käytettävyys ei ollut halutussa tavoitteessa. Tutkimuksessa selvitettiin toistuvia ja kestoiltaan yli kahden minuutin häiriöitä 24 päivän ajalta. Ajallisesti pidemmät ja remonttia vaativat häiriöt rajattiin pois tutkimuksesta. Häiriöseuranta toteutettiin linjaa seuraamalla, ja pysähdysten syitä kirjattiin laitoksen raportointijärjestelmään. Teoria-pohja tutkimuksessa liittyi prosessin kulkuun, nykytilanteeseen, laitoksen automaatioon ja kunnossapitoon.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin dokumentoitua tietoa häiriöistä. Häiriötietojen kirjaaminen linjalla, kuvien ottaminen häiriötapauksista, ja tietojen koonti raportointijärjestelmän Excel-tiedostoista toivat tutkimukseen luotettavuutta. Tutkimuksessa todettiin, että laitteiden kunnonvalvonnan, kunnossapidon ja toistuvien pysähdysten äärelle pysähtyminen ovat tärkeässä osassa käytettävyyden kehittämistä. Laitteisiin ja sahata-varaan liittyvien häiriösyiden lisäksi havaittiin työryhmien välisiä eroavaisuuksia. Jatkotutkimuksena olisi tärkeää selvittää myös alle kaksi minuuttia kestävät pienet häiriöt, joita laitoksella esiintyi paljon.</p>		
Asiasanat Häiriöt, kunnossapito, käytettävyys		

Abstract

Author(s) Emmi Tähkänen	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2023
	Number of Pages 42	
Title of Publication Development of the upper floor's availability of the dry sorting plant Analysis of malfunctions in UPM Seikku		
Degree, Field of Study Engineer (UAS), Wood Technology		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party) UPM Seikku sawmill		
Abstract <p>The purpose of the study was to find out the reasons why the dry sorting plant has a lot of downtime in production. The study was done for Seikku which is one of the UPM sawmills. The production stops affected the availability of the plant and caused a loss of production for the company. The aim of the study was to document the causes of malfunctions and to consider ways of preventing those.</p> <p>The monitoring of the problems was limited to the upper floor of the dry sorting plant, where the lift department and sawn timber grading were located. Monitoring the stops of the conveyor needed writing down and finding out the cause of the malfunction. Data for this study were collected by notes and reporting system in Seikku. The data was stored in the system and the information obtained from the Excel files was modified to the necessary format. The information for the study was gathered from literature, process, current situation, automation of the mill, and maintenance.</p> <p>The result of the thesis was documented information on malfunctions with reliable data and photos about the problem situations. In short, the study concludes that condition control, maintenance, and monitoring repeated stops are essential parts of the development of availability. In addition to the problems related to equipment and sawn timber, differences between working groups are observed. Further study is required to identify minor failures of less than two minutes, which the plant had a lot of.</p>		
Keywords Malfunctions, maintenance, availability		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
1.1	Työn tausta.....	1
1.2	Työn tavoitteet ja rajausta.....	2
2	Sahalaitoksen tuotantoprosessi	3
2.1	Sahausprosessi	3
2.2	Rimointi ja kuivaus.....	5
2.3	Tasaamo	8
3	Automaatio tuotantolaitoksella	13
4	Kunnossapito	14
4.1	Kunnossapitopalvelut.....	14
4.2	Käytettävyys	14
4.3	Häiriöt	16
5	Tutkimusmenetelmät ja -aineisto	17
5.1	Häiriöseuranta	17
5.2	Aineiston muokkaus.....	18
6	Tulokset.....	20
6.1	Häiriötapaukset	20
6.1.1	Lokerot	22
6.1.2	Trimmeri	24
6.1.3	Kitasuojat ja haravakuljetin	27
6.1.4	Pudotusrullasto	29
6.1.5	Tyvisirkkeli.....	30
6.1.6	Vuoronvaihto	31
6.1.7	Hihnakuuljettimet	32
6.1.8	Kiramo 1 ja 2	32
6.1.9	Annostelun syöttökuuljettimet	33
6.1.10	Rimakuuljetin ja rimakiramo.....	34
6.2	Muut huomiot.....	35
6.2.1	Huonot elementit ja uudelleenajopaketit	35
6.2.2	Työvuorojen erot ja työntekijän toiminta.....	37
7	Yhteenveto	39
7.1	Johtopäätökset	39
7.2	Kehitysehdotukset	40
	Lähteet	41

Liite 1. Seikun tasaamon layout

Liite 2. Sahatavara

Liite 3. Häiriötaulukko

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Tutkimustyyppisessä opinnäytetyössä keskitytään UPM Seikun sahan kuivalajittelulaitoksen eli tasaamon käytettävyyden kehittämiseen. Käytettävyyttä halutaan nostaa vähentämällä häiriöaikaa, koska tuotannossa syntyy paljon pieniä häiriöitä aiheuttavia tuotantokatkoksia. Häiriötä syntyy silloin, kun tuotantolinja pysähtyy suunnittelematta erilaisista syistä. Tutkimuksen aluksi tarkastellaan AFRYn asiantuntija Tatu Pekkarisen kokoaman häiriöanalyysin tuloksia Seikun tasaamolta. Analyysin perusteella saadaan selville yleisimmät häiriöpaikat, osittain syyt ja seuraukset sekä niistä aiheutuvat tuotannonmenetykset. Tutkimuksessa keskitytään tarkemmin häiriöitä aiheuttaviin syihin, jotta niitä voidaan vähentää. Tutkimuksessa kirjataan häiriötietoja yksityiskohtaisemmin, mitä laitoksella ei ole systemaattisesti aiemmin tehty.

Yritysten toimintaympäristöt ovat jatkuvassa muutoksessa, jolloin yritysten on menestyttävä kilpailussa sekä ylläpitää asiakastytyväisyyttä. Jokaisella yrityksellä on omat toiminnan kehittämisen ratkaisut, joilla yrityksen tuottavuus saadaan paremmaksi. Tehokkuutta, laadun parantamista ja tuottavuutta voidaan kehittää erilaisin keinoin. Keinoja voivat olla kapasiteetin ja käyttöasteen parantaminen, työmenetelmien kehittäminen tai virheiden ja häiriöiden poistaminen. (Martinsuo ym. 2016.)

UPM Timberiin kuuluu neljä sahalaitosta Suomessa, joita ovat Pietarsaareissa Alholman saha, Kaukaalla Kaukaan saha, Korkeakoskella Korkeakosken saha ja Porissa Seikun saha. Sahoilla valmistuu kuusi- ja mäntysahatavaraa 1,4 miljoonaa kuutiota vuodessa. (UPM Timber 2022a.) UPM Timber valmistaa sekä vakio- että erikoismittaista sahatavaraa, jotka eroavat toisistaan pituuden, laatuominaisuuden, sahaus- ja kuivaustekniikan suhteen. (UPM Timber 2022b). Toimeksiantaja selvitystyölle on Porissa toimiva UPM Timber Seikun saha, joka on perustettu vuonna 1872. Sahalla sahataan PEFC- ja FSC-sertifioitua kuusitukkia noin 400 000 m³ vuodessa. Sahaa on uudistettu ja kehitetty ajan myötä säännöllisesti. Tukat tulevat sahalle Länsi-Suomen alueelta, ja puusta tuotetaan sahatavaraa sekä kotimaan että ulkomaan markkinoille. Sahatavaraa lähtee vientiin noin 85 %. Työntekijöitä Seikussa on 75 henkilöä. (UPM Timber 2022c.) Tuotanto on käynnissä arkipäivinä kahdessa kahdeksan tunnin vuorossa. Yhdessä vuorossa työskentelee 9 työntekijää, ja esimiehenä toimii tasaamon käyttöpäällikkö.

1.2 Työn tavoitteet ja raja

Tavoitteena on selvittää laite- ja paikkakohtaisesti tasaamon yläkerrassa yleisimmin esiintyvät häiriösytyt. Häiriötä aiheuttavia syitä halutaan ehkäistä ja vähentää, jotta laitoksen käytettävyys saadaan paremmaksi. Häiriösyitä kerätään luotettavin menetelmin, jotta tulosten pohjalta voidaan aloittaa muutosten ja toimenpiteiden tekeminen linjalle. Tutkimuksessa esitetään vastauksia kysymyksiin, miksi linja pysähtyi, mikä on pysähdymisen syy, miten pysähdymisiä voitaisiin ehkäistä.

Tuloksissa tarkastellaan häiriöiden määrää ja niiden ajallista kestoa. Sahatavaran eri tuotteet eli laadut ja dimensiot otetaan myös tarkastelussa huomioon. Yleisimmin esiintyneistä häiriöistä kootaan yhteenveto, joka esitetään muun muassa tuotannon työntekijöille ja toimiesintajalle. Tulosten perusteella tehdään ehdotuksia häiriöiden vähentämiseksi.

Häiriöseuranta rajataan tasaamon yläkertaan viiden viikon jaksolle. Tuotantoa seurataan aamuvuoroissa, jotta vuorojen välisiä eroavaisuuksia häiriötapauksiin liittyen voidaan verrata. Yli kaksi minuuttia kestävät häiriöt merkataan vihkoon ja ne kirjataan Seikun sahan raportointipalvelimeen Timnetiin. Tuloksissa ei huomioida remonttia vaativia häiriöitä eikä harvemmin esiintyviä häiriöitä. Linjalla tapahtuvia ongelmia pohditaan yhdessä tuotantolinjan työntekijöiden ja esimiehen kanssa, miksi linja pysähtyi ja häiriötä syntyi. Haasteena syiden selvittämisessä on tapahtumien nopea kulku linjalla sekä häiriöiden yhtenäisen kirjaustavan löytäminen. Tutkimuksessa käsitellään tutkimusprosessin hyötyjä ja työn tavoitteiden toteutumista.

2 Sahalaitoksen tuotantoprosessi

2.1 Sahausprosessi

Sahalaitos koostuu eri laitoksista, joissa tuotantoprosessi etenee vaihe vaiheelta. Tuotanto on suurimmaksi osaksi automatisoitua, jolloin linjalla käytetään mm. konenäkösovelluksia. (Ropilo 2017.) Infograafi sahalaitoksen tuotannonkulusta on esitetty kuvassa 1, josta voidaan hahmottaa tuotannonkulku vaihe vaiheelta.

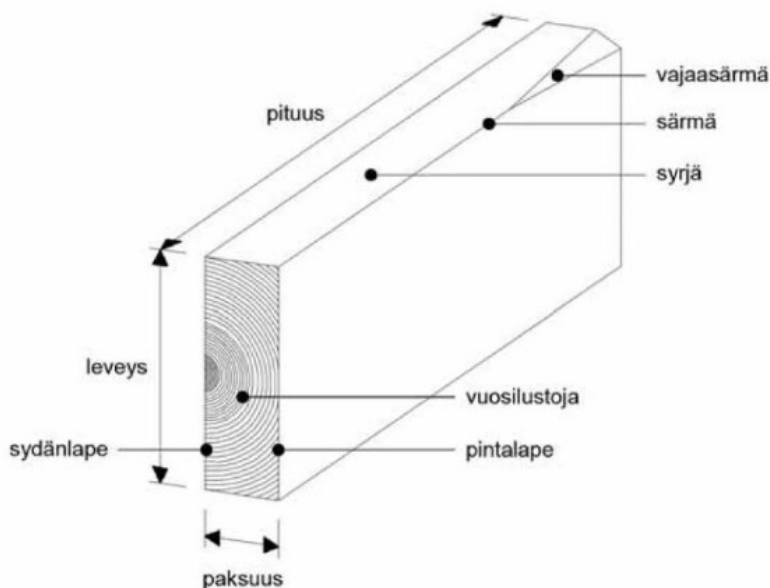


Kuva 1. Sahalaitoksen tuotantoprosessin kulku (mukailtu Ropilo 2017)

Kuvassa 1 ylimpänä nähdään tuotantoprosessin alkavan tuotannonsuunnittelulla, joka vastaa sahatavaran kysyntään. Tuotannon eri vaiheet suunnitellaan aikataulullisesti, kannattavasti ja laadullisesti. Puuraaka-aine tuo suunnitteluun omat haasteensa puun yksilöllisten ominaisuuksien vuoksi. Metsistä tulevat tukit ovat kaikki erilaisia, ja niistä sahataan erilaisia sahatavaratuotteita. Sahatavara lajitellaan erilaisiin pituuksiin, dimensioihin ja laatuihin. Dimensioilla tarkoitetaan kappaleen paksuutta ja leveyttä. Tuotannonsuunnittelussa tukin käytösuhde ja arvosaanto optimoidaan niin, että tukista saadaan paras mahdollinen hyöty sekä sahalle että asiakkaalle. Tukista saadaan sahatavaraa ja sivutuotteita, kuten kuorta, purua ja haketta. (Virtanen 2017, 59.) Metsästä kuljetetaan sahattavat tukit tukkilajittelun vastaanottoon, josta ne siirtyvät lajittelulinjaa pitkin eri lokeroihin. Lajittelussa tukit laadutetaan sahausluokkiin, jolloin jokainen tukki tippuu sille määrättyyn tukkilokeroon. Lokerot tyhjättään tukkikentälle omiin kasoihin varastointia varten, mistä ne haetaan tuotannonsuunnittelun mukaisessa järjestyksessä sahattavaksi. Tukista syntyy erilaisia sahatavaroita, joita tarkastellaan laadullisesti esimerkiksi sydänpuuosuuden tai oksalaadun mukaan. (Ojala 2017, 64, 67.)

Ennen sahausta tukit kuoritaan, jotta kuori saadaan ohjattua oikeaan paikkaan erilleen sahauskessa syntyvästä purusta ja hakkeesta. Tukki käytetään kokonaan, mistä saadaan sahatavaraa 45–50 %, haketta 28–32 %, purua ja kuorta 10–15 %. Märkää haketta syntyy tukin sahausvaiheissa, ja kuivaa haketta syntyy kuivalajittelulaitoksen katkaisupaloista. (Räsänen & Pajuoja 2017, 46.)

Tukkimitari mittaa muun muassa puun pituuden ja muodon, koska puun runko voi olla lenko tai soikea. Tukki syötetään sahaan oikeassa asennossa ja siitä sahataan valitun asetteen mukaiset sahatavarat. Sahausmenetelmiä on useita, joista Pohjoismainen nelisahaus on yleisin tapa. Aluksi sahalinja hakettaa pelkkahakkurilla tukin kahdelta sivulta suorat pinnat, jonka jälkeen siitä sahataan irti asetteen mukaiset sivu- ja pintalaudat. Tukista jäljelle jäänyt pelkka käännetään, jotta tukki saadaan haketettua särmikkääksi. Pinta- ja sivulautoja saadaan myös näistä osista ja jäljelle jäänyt sydäntavara sahataan keskitavarana. (Ropilo & Kauppinen 2017, 85, 91.) Liitteessä 1. kerrotaan sahatavaran laaduista tarkemmin. Sahatavara lajitellaan tiettyjen ominaisuuksien ja vaatimusten mukaan. Asiakas- ja erikoislaatuja valmistetaan myös muokkaamalla laatuja tarpeiden mukaan. Sahatavarassa voi olla vajaasärmäisyyttä, joka tarkoittaa kappaleen sahaamatonta pintaa. Sahatavaran laadutuksessa on määritelty, miltä osin vajaasärmäisyyttä saa olla kappaleen pituudesta. (Puutava-raopas 2019, 22, 25.) Kuvassa 2 havainnollistetaan, mistä kappaleen osasta on kyse.



Kuva 2. Sahatavaran osien nimitykset (Puutavaraopas 2019, 16)

Lappeella tarkoitetaan sahatavaran leveämpää sivua. Pintalappeella tarkoitetaan kappaletta, joka on sahattu tukin keskiosan ulkopuolelta. Särmällä tarkoitetaan kappaleen pituussuuntaista kulmaa, ja syreällä tarkoitetaan kappaleen kapeampaa sivua. (Puuinfo Oy 2020a.)

Valkosen (2017, 118–119) mukaan sahatavarat liikkuvat sahasta kuljettimia pitkin tuorelajitteluun. Lajittelulaitosta kutsutaan nimellä dimensiolajittelulaitos, jossa sahatavara lajitellaan sen mittojen mukaan kuivausta varten omiksi ryhmiksi lokeroihin. Seuraavaksi sahatavarat kootaan rimakuormiksi rimoituksessa.

2.2 Rimoitus ja kuivaus

Sahatavara kuivataan koneellisesti kuivauskuormissa, jotka ladotaan koneellisesti (kuva 3). Ladonnassa sahatavarakerrosten väliin tulee rimat, jotta kerrokset eivät ole toisissaan kiinni. Kuivaamossa lämmin ilma saadaan kulkemaan kaikkien kuormien läpi, jolloin sahatavara saadaan oikeaan kosteuspitoisuuteen. (Leppänen 2017, 127.)



Kuva 3. Seikun rimoituksessa kuivauskuorman ladonta

Leppäsen (2017, 128–129) mukaan kuormasta tehdään tasapituinen niin, että joka toinen kappale päädytetään ladonnassa eri päihin. Rimat ovat 25–50 mm leveitä ja 25–32 mm paksuja. Rimojen pituus on sama kuin kuivauskuorman leveys. Eri dimensioille eli eri kokoisille sahatavaroille on eri rimoitustavat. Rimat kierrätetään uudelleen seuraavissa kuivauskuormissa niin, että rikkoutuneet kappaleet poistetaan joukosta. Valmis kuivauskuorma (kuva 4) laskeutuu alas poistokuljettimelle, ja trukki kuljettaa kuorman välivarastoon odottamaan siirtoa kuivaukseen tai kuorma siirtyy automaattikuljettimilla seuraavaan vaiheeseen.

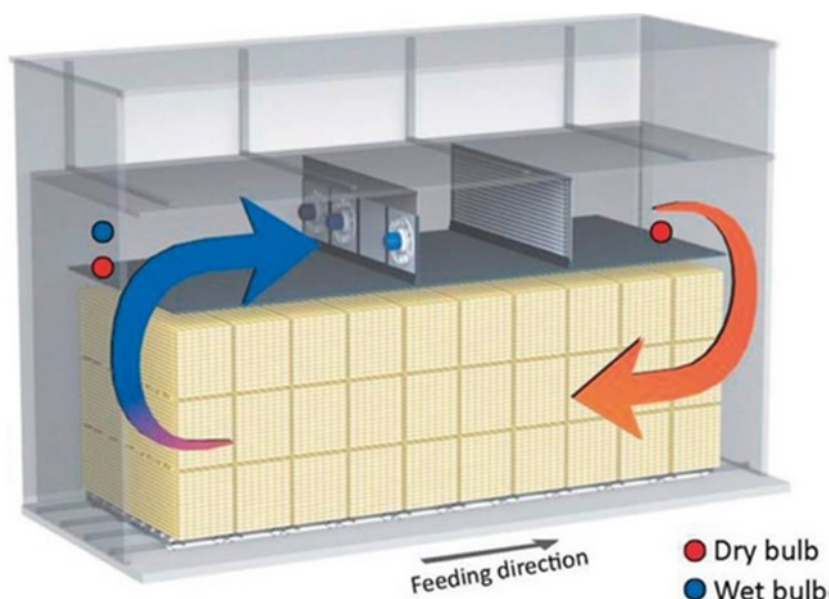


Kuva 4. Valmis kuivauskuorma (Leppänen 2017)

Sahatavara pitää kuivata, koska tuoreen puun kosteusprosentti on 30 %. Jos puuta säilytetään pitkään märkänä, siinä alkaa syntyä hometta, lahoamista tai puun sinistymistä. Puun

ominaisuudet paranevat sen kuivuessa, kuten sen lujuus. Sen lisäksi puun muoto muuttuu kutistuessaan ja se saattaa myös halkeilla. Tavallisesti rakentamiseen tarkoitettu sahatavara kuivataan 20 prosenttiin. (Puuinfo Oy 2020b.) Mitä kuivemmaksi puu kuivataan, sitä enemmän syntyy halkeamia ja muodonmuutoksia. Muodonmuutos näkyy sahatavaralla esimerkiksi kuperuutena tai kieroutuneena puun ominaisuuksien vuoksi, mutta myös rimoitusvirhe kuivauskuormassa aiheuttaa muodonmuutoksia kuorman yläpuolisen painon vuoksi. Kuivauksessa huonolla rimoituksella kieroön taipuva kappale (vinosyisyys) saattaa korostua entisestään. (Pitkänen 2017, 141.) Puutavaraoppaassa (2019, 26) kerrotaan, että vinosyysydellä tarkoitetaan kappaleen pituussuunnassa poikkeavaa puun syysuuntaa, mikä liittyy puun kasvuolosuhteisiin.

Muotovikaisuutta aiheuttavat myös puun ominaisuudet. Jos kappaleessa on reaktiipuuta, se kutistuu eri tavoin kuin muu osa puusta. Kappaleen kupertuminen ei ole varsinaisesti kuivausvika, koska se liittyy puun ominaisuuksiin ja siihen mistä kohdasta tukkia kappale on sahattu. Kuivauskuormat kuivataan lämmintä ilmaa kierrättämällä kuivaamossa kuormien läpi, jolloin vesi poistuu puusta. Kuivaamoja on erilaisia (kuva 5), jolloin voidaan kuivata tiettyjä dimensioita oikeanlaisella tavalla haluttuun kosteusprosenttiin. (Pitkänen 2017, 131–132.)



Kuva 5. 1-vaiheisen kanavakuivaamon toimintaperiaate (Pitkänen 2017, 134)

Sahatavaraa kuivataan kamari- ja kanavakuivaamoissa, joissa lämmintä ilmaa kierrätetään ilmankierron avulla. Kosteus siirtyy puusta ilmanvaihtokanavien kautta vesihöyrynä ulos. Kuivaamotyyppin valinta liittyy sahatavaran loppukosteuden tarpeeseen, sahatavaran paksuuteen tai erän suuruuteen. (Pitkänen 2017, 134.)

2.3 Tasaamo

Kun sahatavara on kuivattu, kuivauskuormat puretaan lajittelua varten kuivalajittelulaitoksella eli tasaamolla. Laitoksella sahatavara lajitellaan eri laatuihin, kappale sahataan lopulliseen pituuteensa, ja lopuksi kappaleet ladotaan paketiiksi. (Miettinen 2017, 148.)

Seikun sahan tasaamon layoutista (Liite 2), nähdään laitoksen eri laitepaikat ja kuljettimet pääpiirteittäin. Layout -kuva luetaan nuolien suuntaan ylhäältä alaspäin. Seikun laitoksella on kolme kerrosta, missä sahatavara kulkee vaihe vaiheelta paketointiin. Ojalan (2017, 101) mukaan sahateollisuudessa on erilaisia kuljetinratkaisuja, kuten ketju-, kola-, hihna-, ruuvi- ja rullakuljettimia, jotka ovat suunniteltu erityisesti sahoille.

Miettinen (2017, 148) kuvaa tekstissään kuivalajittelulaitoksen ensimmäistä vaihetta, jossa kuivauskuormat tuodaan syöttökuljettimelle joko varastokuljettimilla tai trukin siirtämänä. Kuivauskuorman purku alkaa tasaamon purkuhissillä (kuva 6), joka nostaa kuorman ylös.



Kuva 6. Kuivauskuorma purkuhissillä (Miettinen 2017, 48)

Kuivauskuormat kallistuvat hissille, joka nostaa tornia ylös. Ylhäällä kuivauskuorma eli elementti puretaan tiputtamalla kerros kerrokselta lajittelupöydälle. Purkuhissin lisäksi osastolla on apuhissi, joka nostaa kuivauskuorman viimeisimmät kerrokset. Purkuhissi laskeutuu alas seuraavaa kuormaa varten apuhissin kannatella edellistä kuormaa, jotta sahatavaran lajitteluun ei tule tavarapulaa. Kerrosten välissä olevat rimat tippuvat niille tarkoitetulle hihnakuljettimelle, joka vie rimat kiertoon. (Miettinen 2017, 148.)

Kuivauskuormien lisäksi purkuhissillä nostetaan uudelleenajopaketteja, jotka ovat kertaalleen menneet tasaamon läpi. Paketeissa ei ole rimoja, mutta niistä on katkottava vanteita paketin purkamiseksi. Uudelleenajettavia paketteja syntyy esimerkiksi, kun halutaan lisätä vajaat paketit täysiksi, paketeissa oleva sahatavara on vaurioitunut, pituuden tai dimension tarkistamiseksi. (Miettinen 2017, 153.)

Miettisen (2017, 149) mukaan tasaamalla laudat usein siirtyvät purkuhissin jälkeen porrasannostimesta kiramoon. Laudat nousevat kiramosta ylöspäin kolaketjujen kolavälissä ja siirtyvät kuljetinta pitkin kierrerrullastolle. Rullaston tehtävänä on saada kappaleet päädyttyä kuljettimelle, kun ne ovat olleet kuivauskuormassa eri päädyissä. Paksumpi sahatavara voidaan ajaa kiramoiden yli ylityskuljettimella (kuva 7), jolloin kappaleiden kulmat eivät vaurioidu kuten kiramoissa. Eri laitteita käytetään eri sahatavaroilla, jotta tavaravirtaa saadaan säännösteltyä. Esimerkiksi kuivauskuormassa lautoja on määrällisesti enemmän, ja ominaisuuksiltaan ne ovat pääosin kapeampia, vajaasärmäisempiä, kapeapäisiä ja niissä esiintyy muuta epäsäännöllisyyttä. Lautojen kulkuun annostelupöydälle yleensä käytetään porrasannostinta ja kiramoa.



Kuva 7. Ylityskuljetin ja kiramo Seikun tasaamon yläkerrassa

Ajonopeuksia voidaan kasvattaa Miettisen (2017, 149–150) mukaan, jos ylityslaitteet ovat käytössä. Sahatavaran on tarkoitus tulla annosteluun hallittuna mattona, josta kappaleet voidaan ottaa linjalle yksitellen omiin kolaväleihin. Jokaista kuljetinta voidaan ajaa erikseen, mikä auttaa kappaleita kulkemaan tasaisesti. Sahatavara annostellaan omiin kolaväleihin ketjukuljettimella, jolloin kappaleet jatkavat matkaansa yksitellen. Annostelutapoja on erilaisia, joita ovat evä- tai kiekkoannostin, lautamaton pysäytys puristamalla tai tartuntamekanismin avulla annostelu.

Sahatavara lajitellaan Pohjoismaisen sahatavaran lajitteluohjeen mukaisesti. Lajittelussa on apuna joko yksinkertainen lasermittaus tai konenäköön perustuva järjestelmä.

Kappaleista saadaan konenäköjärjestelmän avulla tarkat kuvat, joista saadaan mitattua kappaleen ominaisuuksia. Mittaukset antavat sahatavarasta tietoja, jotka vaikuttavat sen laatuun. Konenäkö pystyy analysoimaan muun muassa kappaleen mitat, vajaasärmäisyyden, oksatiedot, sinistymät ja lahot, pihkataskut, hyönteisvauriot, halkeamat ja muotoviat. (Kenola 2017, 173.) Linjalla tehdään lujuuslajittelua ajo-ohjelmassa suunnitelluille kappaleille. Lujuuslajittelussa käytetään standardin EN14081-1 mukaisia vaatimuksia ja INSTA 142 pohjoismaisen lajitteluohjeen määritystä. Annostelun jälkeen kappaleiden päädyt tasaataan eli katkaistaan niiden tyvipäästä. Katkaisulla saadaan poistettua sahatavaran päädyssä oleva vika, jolloin sen laatu saadaan paremmaksi. Joko kamera tai työntekijä tekee katkaisupäätöksen visuaalisesti. Katkaisuun on erilaisia tapoja eri laitoksilla. Useimmiten laitoksilla on automaatin ohjaama moniteräinen trimmeri (kuva 8), joka sahaa kappaleet 300 mm välein. (Miettinen 2017, 150–151.)



Kuva 8. Trimmerin suojakansi auki Seikun tasaamolla

Sahatavarasta sahataan moduulimittaisia kappaleita tai asiakasmittoja eli erikoismittoja. Katkotut palat ja puru tippuvat trimmerin alle hihnakuljettimelle, joka ohjaa hukkapalat hakettavaksi. Kosteusmittari mittaa jokaisen kappaleen kosteusprosentin, millä erotetaan kosteat kappaleet eri lokeroon. Servovastetta käytetään, kun kappale halutaan tiettyyn erikoismittaan. Vaste toimii automaattisesti. Eri kuljettimilla on nopeuksia, joita voidaan säätää eri dimensioiden välillä hitaammaksi ja nopeammaksi. Nopeudet ovat ennalta määritelty ja ne vaihtelevat laitospokohtaisesti. Yleensä linjanopeudet ovat 100–180 kappaletta minuutissa,

mikä vaihtelee ajettavan dimension mukaan. Kappaleet kulkevat yksittäin lokeroihin (kuva 9), joihin ne ovat laadutettu. (Miettinen 2017, 151–153.)



Kuva 9. Seikun tasaamon pystylokerot haravakuljettimilla

Lokerot voivat olla vaaka- tai pystysuunnassa. Pystylokeroilla voi olla laahaavia tai riiputtavia kuljettimia. Haravakuljetin on riiputtavakuljetin, joka tiputtaa kappaleen oikean lokeron kohdalla kääntämällä koukut alas. Kun lokero on täynnä, se lasketaan alas lokerokuljettimelle. (Miettinen 2017, 151–152.)

Tasaamon tuotantoprosessin seuraava vaihe on paketointi, joka alkaa lokeroilta tulevien sahatavaroiden siirtyessä purkukuljetinta pitkin kiramolle. Siitä eteenpäin kappaleet kulkevat ketjukuljettimia pitkin ylivientirullille. Rullat päädyttävät kappaleet ja siirtyvät syöttölaitteelle. Eri laitevalmistajilla on erilaisia syöttölaitteita, mutta tarkoituksena on ajaa kappaleet yksitellen omiin kolaväleihin. Kuljettimien loppupäässä oleva ladinkuljetin annostelee kappaleet vieretysten yhden kerroksen leveydeltä, jonka jälkeen latimet siirtävät kerroksen pakettihissille. Ladonnassa työntekijä seuraa kappaleiden asettumista kerroksittain asianmukaiseksi paketiksi. Kun paketti on ladottu, hissi laskee sen alas kuljettimelle. Paketti saa matkalla sitomoon painotiedot ja vanteutuskone puristaa ja vanteuttaa paketin tiiviiksi kuljetusta varten. Sitomossa (kuva 10) paketin päälle laitetaan muovi suojaamaan pakettia tai se jätetään suojaamatta ohjelman ohjeen mukaan. (Nikula 2017, 154–156.)



Kuva 10. Seikun sahan sitomossa paketin automaattinen muovitus

Operaattori tai automaattinen robotti levittää suojakääreen paketin päälle. Muovi antaa sahatavarapakettille viiden sivun suojauksen. Lopuksi pakettiin tulee pakettilaput ja muovin päälle kone sitoo vanteet. Valmis sahatavarapaketti lähetetään ulkoradalle trukin vietäväksi eteenpäin. Trukki kuljettaa paketit varastoon joko katokseen tai varastohalliin asiakkaalle lähteväksi. (Nikula 2017, 157.)

3 Automaatio tuotantolaitoksella

Sahateollisuudessa automaatio on isossa osassa prosessin kulkua, jolloin kappaleet saadaan kulkemaan laitoksella tarkoituksenmukaisesti. Automaatiikka ohjaa koneita ja laitteita. Kappaleiden kulkua mittaavat erilaiset mittarit, jotka lukevat ja tallentavat dimensio- ja laatu-tietoja. Datan perusteella prosessi ohjautuu tuotannonohjausjärjestelmään. Tavoitteena on prosessin toimiminen ilman häiriöitä. Tehokkaampi tuotanto pienin kustannuksin voidaan saavuttaa kehittyvillä automaatoratkaisuilla. (Pakarinen 2017, 161.)

Kappaletavarateollisuudessa voidaan käyttää apuna konenäköä, joka on modernin teollisuuden kasvavaa teknologiaa. Älykamera kuvaa haluttua kohtaa linjalla, mikä toimii ominaisuutensa perusteella joko niin, että ihminen tekee kuvan tulkintaan säännöt tai koneoppivassa laitteessa ohjelma oppii itse sille syötetyn kuvamassa perusteella. Konenäkö käyttää kuvaamaansa kuvaa ja siitä tehtyä laskentaa hyväksi. Kone tekee päätöksen esimerkiksi ohjaamalla laitetta ennakoimattomissa olosuhteissa. (Hirvonen 2021.)

Tuotantoprosessista kerätään Pakarisen (2017, 162–163) mukaan erilaisten mittareiden ja antureiden avulla tietoa. Tiedot kerääntyvät PLC- tai PC-tietokoneisiin, jotka ohjaavat linja-automaatiota. Tieto välittyy moottoreille, venttiileille ja taajuusmuuttajille. Hyvin kontrolloidut prosessit välittävät molempiin suuntiin tietoa. Järjestelmään kuuluvat myös turvalaitetoiminnot, jotka ohjaavat myös automaatiikkaa. Erilaisia antureita ovat esimerkiksi rajakytkimet, valokennot ja valoverhot. Itsessään sisältäviä antureita sisältää erilaiset mittarit, joita ovat esimerkiksi sahatavaran laaduttavat mittarit, lujuuslajittelumittarit, kosteusmittarit ja pituusmittarit. Laitteita ohjataan automaatiikalla välillisten ohjainten, kontaktorien ja releiden kautta.

Sahatyöntekijä toimii operaattorina automatisoidulla linjalla. Hän valitsee ajo-ohjelman, ja kuittaa ohjeen järjestelmän mukaan tai säätää parametrejä. Linjan toimintaa seurataan myös valvontakameroiden avulla sekä automaation käyttöliittymästä. Linjalla tapahtuvien häiriöiden selvittämiseen tai huoltoa varten käyttöliittymän näyttöjä on eri paikoissa käytävissä. (Pakarinen 2017, 165.)

4 Kunnossapito

4.1 Kunnossapitopalvelut

Sahalaitos tarvitsee kunnossapitoa, johon osallistuvat eri toimijat. Kunnossapitopalvelua voivat olla yrityksen sisäisiä tai ulkoistettuja palveluja. Sisäisellä kunnossapidolla tarkoitetaan yrityksen omaa kunnossapitoa, ja ulkoinen kunnossapitopalvelu on hankittu ulkopuolisesta yrityksestä. Käytännössä myös tuotantotyöntekijät tekevät aistinvaraisia huomioita laitteiden ja koneiden toiminnasta, ja laitetoimittajat tuovat omaa erikoisosaamistaan laitehuolloissa. Kunnossapitoa ohjaa myös viranomaisten antamat lakisääteiset velvoitteet. Suunniteltavan kunnossapidon merkitys kasvaa sahalaiteksissa, jolloin vuosihuoltoseisokin toteutus vaatii hyvää valmistautumista. Huoltoseisokin kunnossapitotöiden onnistumisella on suuri merkitys sahan käytettävyyteen seuraavaa tuotantojaksoa varten. Suuremmat huoltotyöt tehdään vuosihuollossa, ja pienemmät työt tehdään osasto- ja viikkohuoltojen aikana oman henkilöstön avustamana. Korjausta ja huoltoa vaativat välittömät tilanteet tehdään heti laiterikon jälkeen, ellei niitä voida siirtää. Kunnossapidon ja tuotannon työajat mahdollistavat kunnossapitotyöt sellaiseen ajankohtaan, jolloin tuotanto ei ole käynnissä. Laitoksen omaa henkilöstöä tulee hyödyntää huolloissa ammattitaidon ylläpitämiseksi, jolloin ongelma- ja häiriötilanteita voidaan selvittää ilman laitetoimittajan apua (Romppainen 2017, 209–210, 212.)

Kunnossapitotyöt Seikun sahalla tehdään yrityksen sisäisen kunnossapitoasentajan Koivuniemen (2022) mukaan suunnitellusti öisin ja viikonloppuisin. Päivisin tuotannossa ilmeneviä välitöntä korjausta vaativia töitä tehdään vikojen ilmennyttyä. Isommat remontit tehdään viikonlopun aikana, mikä on ajallisesti riittänyt hyvin. Viime kesänä ei ollut lainkaan tehdas-
seisokkia, jolloin tuotanto on käynnissä koko vuoden laitoksen määritellyinä työaikoina.

4.2 Käytettävyys

Kunnossapidon tavoitteeseen kuuluu Järviön ja Lehtiön (2017, 59) mukaan tuotannon kokonaistehokkuus (KNL) ja käyttövarmuus. Kun nämä molemmat toimivat hyvin, saadaan myös hyvä käytettävyys ja käyttöaste. Toiminnan luotettavuutta kasvatetaan hyvällä käytövarmuudella. Tavoitteita voidaan tarkastella näistä saatavista tunnusluvuista (taulukko 1). Standardin (PSK 7501 2010, 2) mukaan kunnossapitotoimintaa mitataan tunnusluvuilla, joiden tarkoituksena on yhdenmukaistaa tunnuslukujen laskentaa ja käyttöä.

KNL muodostuu sanoista käytettävyys, nopeus ja laatu. Käytettävyydellä voidaan laskea, kuinka tehokkaasti työaika on käytetty. Nopeudella ilmaistaan tuotantotoiminnan

tehokkuutta ja laatu ilmaisee markkinoille toimitettavan tuotemäärän osuuden. (Järviö & Lehtiö 2017, 59.)

Tunnus	Nimi	Yksikkö	Laskentakaava tai määrittely
<i>Indicator</i>	<i>Name</i>	<i>Unit</i>	<i>Definition</i>
M512.1	Käyttöaste	%	$\frac{\text{Käyttöaika}}{\text{Kalenteriaika}}$
	<i>Utilization rate</i>		$\frac{\text{Utilization time}}{\text{Calendar time}}$
M512.2 (T1)	Käytettävyyys (K)	%	$\frac{\text{Käyntiaika}}{\text{Käyntiaika} + \text{Seisokkiaika}}$
	<i>Availability</i>		$\frac{\text{Operating time}}{\text{Operating time} + \text{Down time}}$
M512.3	Toiminta-aste (N)	%	$\frac{\text{Tuotanto}}{\text{Nimellistuotantokyky} \times \text{Käyttöaika}}$
	<i>Performance rate</i>		$\frac{\text{Production volume}}{\text{Nominal production capacity} \times \text{Operating time}}$
M512.4	Laatukerroin (L)	%	$\frac{\text{Tuotanto} - \text{Hylätty tuotanto}}{\text{Tuotanto}}$
	<i>Quality rate</i>		$\frac{\text{Production} - \text{Reject}}{\text{Production}}$
M512.5	Kokonaistehokkuus (KNL)	%	Käytettävyyys x Toiminta-aste x Laatukerroin
	<i>Overall equipment effectiveness (OEE)</i>		$\text{Availability} \times \text{Performance rate} \times \text{Quality rate}$

Taulukko 1. Tunnuslukujen laskentakaavat luotettavuuden saavuttamiseksi (PSK 7501 2010, 7)

Käytettävyyttä lasketaan taulukon 1 kaavan mukaan, jossa seisokki tarkoittaa suunniteltua tuotannon keskeytystä tai häiriön aiheuttamaa keskeytystä. Kunnossapidon merkitys kasvaa silloin, kun laitteet ja koneet ovat tuotannon kannalta tärkeässä osassa liiketoimintaa. Tunnuslukujen avulla kunnossapidon toimintoja voidaan kehittää, ja arvioida kunnossapidon vaikutusta luotettavuuteen ja tuotannon laatuun. (PSK 7501 2010, 5, 7.)

Tuotantokatkosten ehkäisemiseksi henkilöstö tekee kunnonvalvontaa, jolloin tarkastellaan aistinvaraisesti laitteiden kuntoa. Laitteiden ongelmat ja pitkät häiriöt kirjataan, jotta mitausta ja seuranta voidaan analysoida laiterikkojen ennakoimiseksi. Automaatiojärjestelmät keräävät tuotantolaitteiden häiriötietoja, joita voidaan käyttää reaaliaikaisesti hyväksi. Nykypäivänä esineiden internet (IoT) tulee muuttamaan kunnossapidon ja laitehuollon toimintatapoja. IoT:in kautta voidaan analysoida prosessiin liitettyjä laitteita, jonka perusteella saadaan tukea päätösten tekoon ennakoivassa kunnossapidossa. (Romppainen 2017, 214.)

4.3 Häiriöt

Vialle, vikaantumiselle ja häiriölle on omat määritelmänsä. Häiriö voi olla vikaantumisen seuraus eli vika. Häiriö voidaan korjata heti, mutta siitä aiheutuu tuotannonmenetystä. Laite ei ole tällöin rikki, vaan korjauksella saadaan laite takaisin toimintakykyiseksi puhdistamalla, säätämällä tai uudelleen käynnistyksellä. (Järviö & Lehtiö 2017, 71.)

Koneet ja laitteet ikääntyvät, jonka seurauksena ilmenee muutoksia niiden toiminnassa. Näihin muutoksiin tulee kiinnittää huomiota, mutta usein se jää tekemättä erilaisten syiden vuoksi. Vikoihin totutaan helposti ja niistä tulee tavanomaisia, eikä niitä pidetä tärkeinä muiden kiireiden mennessä edelle. Laitteen vian syntymiseen on aina jokin syy. Jos syy saadaan ajoissa selvitettyä, mahdolliset vauriot saadaan pienemmiksi. Laitteiden käyttäjien ja kunnossapidon toiminta heijastuu myös vikojen määrään. (Järviö & Lehtiö 2017, 76, 92.)

Laitteet antavat automatiikalta erilaisia hälytyksiä laitteen käyttäjälle. Hälytys voi tarkoittaa, että jokin osa-alue tarvitsee operaattorin huomiota tai hälytys voi pysäyttää linjan. Laitteet voidaan käynnistää uudelleen häiriön poistettua ja operaattorin kuitattua sen. Hälytykset tallentuvat tietoihin, jolloin niihin voidaan myöhemmin keskittyä paremmin. Vika- ja ongelmatilanteiden ennaltaehkäisy ja uusiutuminen voidaan estää jatkossa. Hälytyksistä syntyvästä raportista saadaan linjan käyntiaika, tehokkuus ja käyntiasteen tiedot. (Pakarinen 2017, 166.)

Kunnossapitoon ei varsinaisesti kuulu vikojen ja vikaantumisen selvittäminen, mutta se olisi kuitenkin tärkeää. Nykyaikaisten koneiden keräämän tiedon analysoinnin avulla päästäisiin vikaantumisten juurisyihin. Juurisyyn selvittäminen on yksi menetelmä, jossa vian perimmäinen syy selvitetään. Syyn selviämisen perusteella voidaan tehdä toimenpiteitä ja pienentää vikaantumisia merkittävästi. Laitteiden ja koneiden käyttäjällä on merkittävä rooli poistaa juurisyitä, johon riittää operaattorin ydinsaaminen tuotannossa. Ensimmäinen ja haastavin vaihe vikojen poistamisessa on niiden tiedostaminen. (Järviö & Lehtiö 2017, 52, 86.)

5 Tutkimusmenetelmät ja -aineisto

5.1 Häiriöseuranta

Nykytilanteen selvittämiseen käytettiin Tatu Pekkarisen tekemää häiriöanalyysia UPM Seikulle. Analyysin tulosten mukaan tasaamon yläkerrassa ilmeni paljon linjan pysäytyksiä eli häiriöitä. Toistuvat ja ajallisesti pisimmät häiriöt syntyivät tasaamon yläkerrassa, jossa sijaitsi purkuhissi ja sahatavaran lajittelu. Häiriöiden varsinaisia syitä analyysin tietojen perusteella ei saatu, mitä opinnäytetyön tutkimuksella haluttiin selvittää. Tutkimuksen tietolähteinä käytettiin erilaisia aineistoja muun muassa kirjallisuudesta, internetistä, Pekkarisen tekemän häiriöanalyysin tiedoista, ja käytännön seurannasta.

Häiriötietojen kerääminen aloitettiin seuraamalla linjan toimintaa. Tuusplan-käyttöjärjestelmän häiriöseuranta merkitsi automaattisesti alle kahden minuutin kestäviä häiriöitä, jotka tallentuivat Timnet-raportointijärjestelmään. Kun linja pysähtyi yli kahdeksi minuutiksi, Tuusplan pyysi kuittauksen laitteen käyttäjältä. Näyttöpäätteeltä valittiin valmiista valikosta mekaaninen, sähkömekaaninen tai tuotannollinen syy ja laitepaikka. Lisäksi vapaaseen tekstikenttään kirjoitettiin tarkentava selitys eli syy häiriölle.

Tutkimukseen kerättiin aineistoa seuraamalla linjan toimintaa ja kirjaamalla häiriötapahtumat myös manuaalisesti vihkoon. Häiriöseurannan ensimmäinen neljä viikkoa ajoittui ajalle 14.11.–8.12., ja toinen seurantajakso ajoittui ajalle 19.–23.12. Seurantapäivän aluksi vihkoon kirjattiin päivämäärä, dimensio, eränumero, linjan nopeus ja työryhmä. Kun linja pysähtyi yli kahdeksi minuutiksi, vihkoon merkattiin kellonaika, laitepaikka, mitä tapahtui, miksi tapahtui ja lisäksi muuta huomioitavaa. Vihon avulla kirjaukset saatiin tehtyä missä tahansa paikassa linjaa. Myöhemmin vihon kirjausten perusteella Tuusplaniin päivitettiin häiriösyöt, ellei laitteen käyttäjä ollut jo tehnyt sitä. Tuli kuitenkin varmistaa, että syyt oli kirjattu johdonmukaisesti oikean laitepaikan kohdalle tiedon luotettavuuden toteamiseksi.

Tuusplanista tiedot tallentuivat Timnetiin, joka on koko sahalaitoksen kattava raportointijärjestelmä. Timnetiin pystyttiin kirjaamaan myös häiriösyitä jälkeenpäin. Linjaa seurattiin 24 päivän ajan aamuvuorossa, joka oli kestoltaan kahdeksan tuntia. Tällöin tutkimukseen saatiin kerättyä työryhmien välisiä eroavaisuuksia häiriökuittauksiin liittyen. Timnetistä saadusta Excel-tiedostosta muokattiin viikoittain häiriökuittausten eteen häiriösyille numerot, jotta eri tavoin kirjatut syyt saatiin yhtenäiseksi.

Linjan pysähdyttyä häiriö selvitettiin, esimerkiksi purkamalla ruuhka/tukkeuma, jotta linja saatiin uudelleen käyntiin. Samalla pohdittiin, mikä tapahtuman syynä oli, ja olisiko syyhyn jokin ratkaisu tapahtuman ehkäisemiseksi. Tapahtuma ennen häiriön aiheutumista oli seurannan kannalta tärkeää, jotta häiriösyyn päästiin kiinni.

5.2 Aineiston muokkaus

Timnet -järjestelmästä valittiin seurantajakson häiriötiedot, joita käytettiin tutkimuksen tulosten koonnissa. Häiriötietoa kertyi 347 Excel -riviä, joista tutkimuksen rajauksen mukaan tarkasteluun otettiin 267 riviä. Tutkimuksen rajauksen mukaan ne Excel -rivit jätettiin tutkimuksesta pois, joita ilmeni harvoin, olivat kestoltaan alle kahden minuuttia tai häiriösyyt, jotka vaativat kunnossapidon remonttia. Tiedot lajiteltiin Excel –taulukosta tutkimuksen kannalta tarkoituksenmukaiseen ja esitettävään muotoon. Häiriökuittauksia oli tehty Tuusplanin eri sanoin ja kuvailuin, minkä vuoksi häiriösyiden eteen lisättiin numerot (taulukko 2). Numeroiden avulla eri tavoin merkatut häiriösyöt saatiin vastaamaan samaa tarkoittavia syitä.

Yleisimmät paikat ja niiden syyt numeroituna
Lokerot
1. Kpl tippunut lokeron päälle
1.1 Ylitäyttö, monta kappaletta sikin sokin
1.2 Lokerot täynnä
1.3 Alakerrasta johtuva pysäytys
1.4. Erän/lajinvaihto, lisäselv. Lujarikone päälle tms.
Haravakuljetin
2. Kitasuoja, kappaleet jumissa
Trimmeri
3. Vinolauta, pala mukana trimmeristä
3.1 Vinolauta, muotoväärä kpl
3.2 Mittaus/tarkistus
Rimakuljetin
4. Kappaleet vinoon
Rimakiramo
5. Katkennut rima/kappale jumi
Kiramo 1 ja 2
6. Kpl Ajatunut poikittain
6.1 Pala jumissa
6.2 Rima mukana, välissä
Hihnakuljettimet
7. Pätkäremmi tukos, ohituskuljetin
Tyvisirkkeli
8. Puruputki tukossa
Vuoron vaihto
9. Erinnäisiä merkintätapoja
Pudotusrullasto
10. Kpl ajautunut pitkittäin eri syistä
Annostelun syöttökulj.
11. ruuhka

Taulukko 2. Häiriösyöt numeroituna

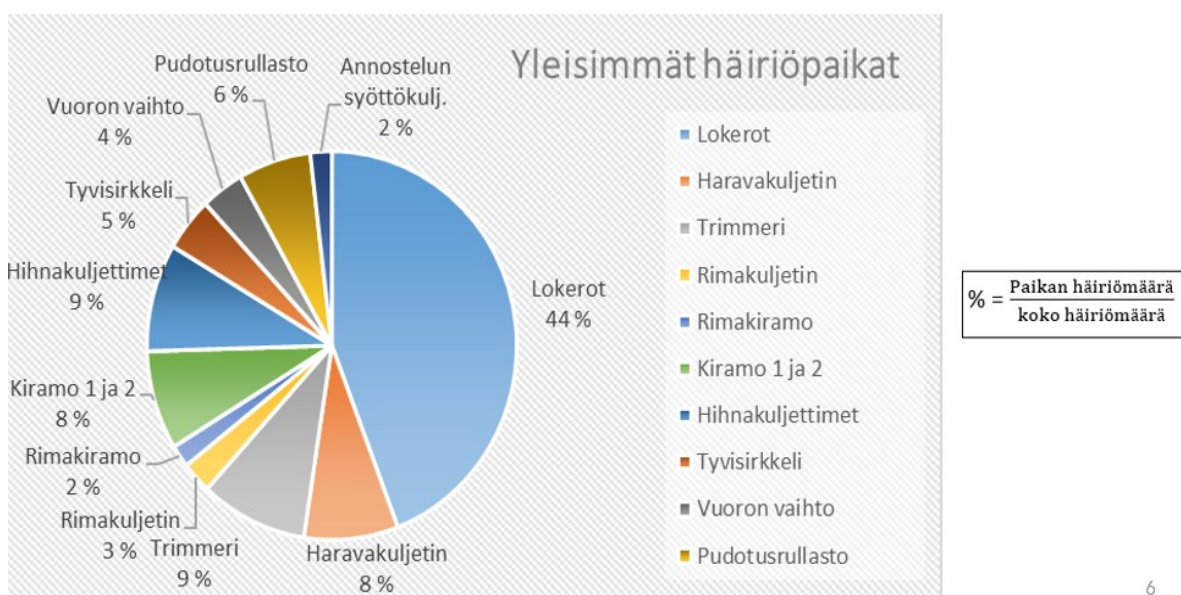
Häiriösyöt numeroitiin laitepaikan alle, jolloin ne selvensivät häiriöiden keruuta ja analysointia. Taulukkoon otettiin myös pienemmät häiriömäärät huomioon, koska niissä esiintyy

pienhäiriötä (alle 2 minuuttia) jonkin verran. Kerättyä aineistoa tarkasteltiin viikoittain, jotta kaikkiin häiriötapauksiin löydettiin syy. Excel-ohjelmalla saatiin muodostettua häiriövertailua määrällisesti, ajallisesti ja työryhmien välillä. Häiriötapauksista otettiin valokuvia tulosten esittämisen ja luotettavuuden tueksi. Häiriötietoa kerääntyi paljon, jolloin PowerPoint-esityksiä tehtiin kaksi. Ensimmäisessä esityksessä esiteltiin kolme yleisintä häiriöpaikkaa, ja muut häiriöt esitettiin toisessa esityksessä. Esitykset jaettiin sähköpostilla toimeksiantajalle, ja ne esitettiin eri ryhmille keskustelujen avaamiseksi ja toimenpiteiden suunnittelun tueksi.

6 Tulokset

6.1 Häiriötaapahtumat

Häiriötä aiheuttavia syitä löydettiin, ja ne kirjattiin esitettävään muotoon toimeksiantajalle käytettävyyden kehittämisen tueksi. Syitä on pohdittu seuraavissa luvuissa laitepaikkakoh-
taisesti. Häiriömäärät ja ajat koottiin häiriötaulukoon (Liite 3), johon otettiin mukaan 11 häi-
riötaapahtumaa. Häiriötaulukon pohjalta koottiin erilaisia koonteja esitystä varten, jotka ha-
vainnollistivat tuloksia selkeämmin kuin pelkkä taulukko. Häiriötaulukoon kirjattiin myös
alle 10 häiriömäärän paikkoja, koska niissä ilmeni myös alle kahden minuutin pienhäiriöitä.
Kolme eniten toistuvia häiriöitä aiheuttavat laitepaikat olivat lokerot, trimmeri ja haravakul-
jetin. Kuviossa 1 esitetään prosenttiosuuksilla laitepaikkojen osuus verrattuna kaikkiin häi-
riöihin.



Kuvio 1. Yleisimmät häiriöpaikat 24 päivän seurantajaksolta

Lokerot, trimmeri ja haravakuljetin sijoittuvat linjalla peräkkäin, ja näiden kolmen paikan summa on koko häiriömäärästä merkittävä. Vähemmän toistuvat häiriöt olivat annostelun syöttökuljettimilla, rimakiramolla ja rimakuljettimilla. Näissä molemmissa paikoissa syntyy pienhäiriöitä, jolloin häiriötä ei kuitata vaan automatiikka tallentaa häiriön. Tässä tutkimuk-
sessa tarkasteltiin vain kuitattuja häiriöitä. Nämä paikat haluttiin tuoda kuitenkin esille, koska työryhmien välillä rimakuljettimilla huomattiin eroavaisuutta. Tästä tutkimustuloksesta
kerrotaan luvussa 6.3 Muut huomiot.

Ajallisessa vertailussa (kuvio 2) tyvisirkkelin avaaminen ja puhdistus aiheutti keskimääräi-
sesti eniten häiriöaikaa.



Kuvio 2. Yli neljä minuuttia keskimäärin kestävät häiriösyyn

Kuviossa 2 ja 3 häiriösyyn laitepaikka kerrotaan ensin, jonka jälkeen rivitekstissä on numerolla merkitty häiriösyyn. Erityisenä huomiona ajallisesti vuoron vaihdoista syntyi viidenneksi eniten häiriöaika. Asia oli alun perin tiedossa, mutta tutkimustyö osoitti syyn näkyväksi ja perustellusti luotettavan aineiston avulla. Alle neljän minuutin häiriösyitä on esitetty alla olevassa kuviossa 3.



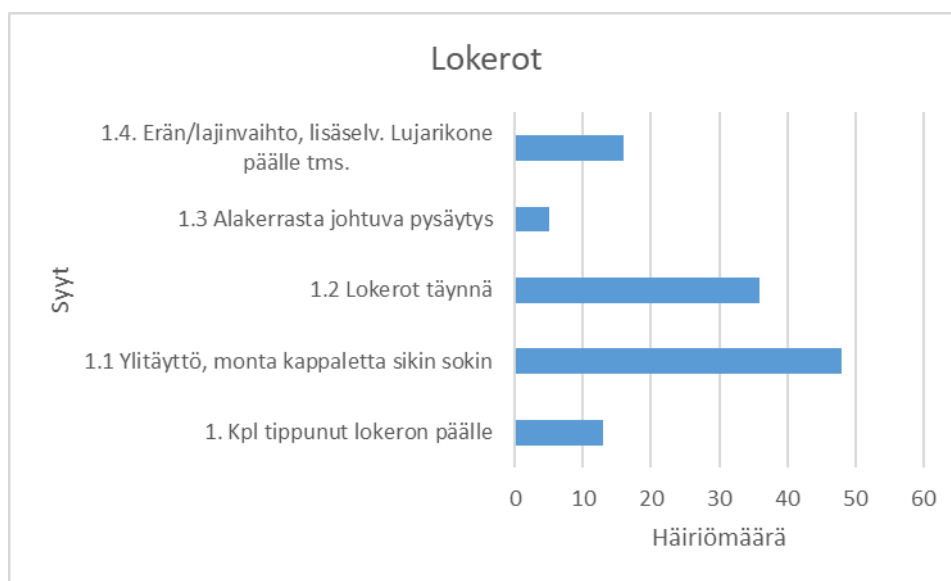
Kuvio 3. Alle neljä minuuttia keskimäärin kestävät häiriösyyn

Trimmerin jälkeen muotovikaisuudesta aiheutuvaa vinolautahäiriötä on kerääntynyt keskimäärin 3 minuuttia 39 sekuntia/häiriö, minkä lisäksi trimmeristä kulkeutuvan palan vuoksi vinolautahäiriöksi kuitattua häiriötä kerääntyi melkein saman verran. Samoin voidaan

verrata ja yhdistää lokeroiden samankaltaisia häiriötapauksia syynumeroilla 1. ja 1.1, jotka tarkoittavat molemmat ruuhkaa lokeroilla.

6.1.1 Lokerot

Lokeroiden häiriösyöt näkyvät kuviossa 4, josta nähdään, että eniten häiriötä aiheutti monta kappaletta sikin sokin lokeroiden päällä. Tämän lisäksi syyksi eriteltiin, jos lokeroilla oli vain yksi kappale tippunut lokeron päälle. Lokerohäiriöiksi merkattiin myös ”lokerot täynnä”, jos lokerot täyttyivät erän vaihdon yhteydessä.



Kuvio 4. Lokeroiden häiriösyöt

Alakerrasta aiheutunut pysäytys erilaisista syistä pysäytti myös yläkerran linjan. Lisäksi erän vaihtoon liittyvien muutosten teko Tuusplaniin tai lujuuslajittelukoneen päälle ja pois kytkeminen aiheuttivat häiriöaikaa.

Seikun sahan tasaamalla Ahlströmin pystylokeroiden määrää on kasvatettu alkuperäisestä, jotka eroavat toisistaan. Ensimmäiset 40 lokeroa olivat pystysuorassa, ja 35 uutta lokeroa olivat kaltevassa asennossa. Haravakuljetin kuljetti kappaleita lokeroille ja tiputti niitä lokeroihin automaattisesti. Häiriöseurannan aikana yksi harava oli uutuuttaan jäykkä ja toisen haravan jarrukumi oli vääntynyt. Haravat tiputtivat kappaleita hitaasti lokeroille, eikä kappale ehtinyt tippumaan oikeaan kohtaan. Tämä korostui alkupään pystymässä olevien lokeroiden kohdalla. Jos kappale tippui loppupään vinon lokeron päälle, se liukui siitä helpommin alas. Se selitti myös satunnaiset, mutta toistuvat lokeroruuhkat. Lokeroilla tapahtuvat häiriöt olivat pääasiassa haravien vioista aiheutuneita ruuhka/tukkeumia (kuva 11). Kun kappale tippui haravilta väärään paikkaan, kappale alkoi aiheuttaa ongelmia.



Kuva 11. Seikun tasaamon lokeroilla häiriö ”ruuhka/tukkeuma”

Linja pysähtyi automaattisesti, kun valokenno antoi hälytyksen ja pysäytti linjan. Valokenno havaitsi kappaleita väärässä paikassa välillä liian myöhään, jolloin lokeroille oli syntynyt isompia ruuhkia. Operaattorin tuli selvittää ja kuitata häiriö, jotta linja voitiin käynnistää. Lokeroilla esiintyi eniten häiriöitä laudan dimensiolla 22x100 mm, joita olivat syykodilla ruuhka/tukkeumat (taulukko 3). Lautaerät olivat usein isoja, jolloin häiriömäärään vaikutti myös ajettava kuutiomäärä.

Paikkaselite: Lokerot. Syy: 620 Ruuhka / tukkeuma			
Dimensioittain lokeroilla kpl/kappaleet sikin sokin 1.-1.1			
Lauta		Lankku	
19x100	5	35x150	2
22x100	20	38x150	5
22x150	1	44x100	2
25x100	7	47x150	2
25x225	1	50x150	1
30x110	3	50x160	3
30x125	2	50x225	1
31x193	1	63x150	1
32x150	2	63x200	1
32x200	1		
yhteensä	43		18

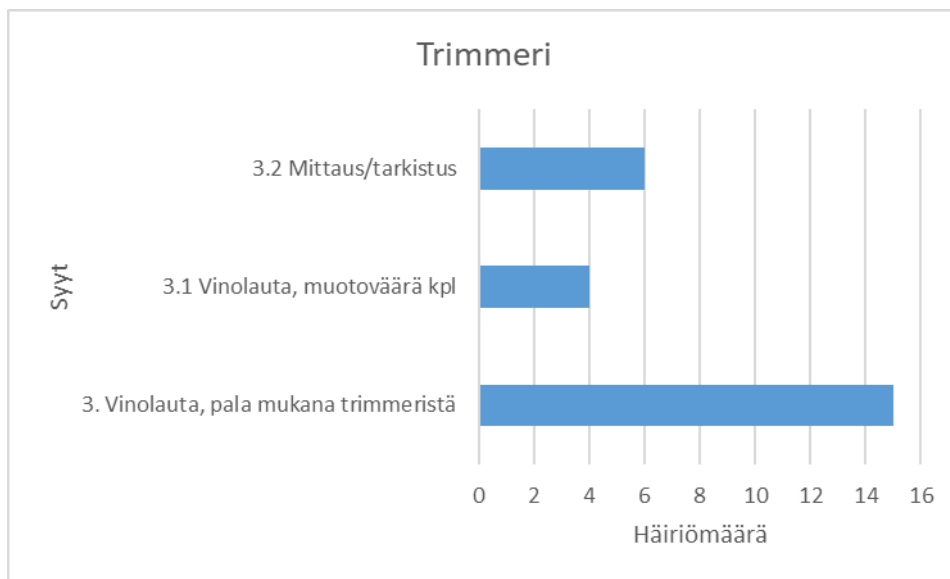
Taulukko 3. Lokerohäiriöiden dimensiovertailu

Yleisesti taulukon 3 mukaan laudan dimensiot aiheuttivat eniten lokerolla ruuhkia. Haravien piikkiviat korostuivat ohuimmilla dimensioilla, koska lauta oli ohutta ja 100 mm leveää. Leveämmät dimensiot asettuivat haraville paremmin, eikä piikkivikaisuus tällöin aiheuttanut ruuhkia lokeroilla. Lokeroruuhkia ilmeni paljon ajalla 14.–23.11., jolloin haravissa oli paljon vikoja. Korjausten jälkeen häiriömäärä pieneni huomattavasti verrattuna päiväkohtaiseen laskettuun vertailulukuun. Lokeroruuhkat olivat yleisiä, joita tulisi seurata varsinkin silloin, kun niitä ilmenee vuoron aikana toistuvasti.

Lokeroiden häiriömäärä on käytännössä suurempi, mitä kuitattavat häiriöt kertovat. Alle kahden minuutin pienhäiriötä syntyy myös lokeroilla aiheutuvista ruuhkista. Jos lokeroruuhkassa oli ainoastaan yksi lauta vinossa, sen selvittämiseen kului alle kaksi minuuttia.

6.1.2 Trimmeri

Trimmeristä aiheutuneita häiriöiden syinä olivat muotovikaiset kappaleet, vinoon pomppaavat kappaleet erinäisistä syistä ja trimmerin tarkistukseen liittyvät pysäytykset. Kuviosta 5 nähdään, että vinolautahäiriöitä on ollut eniten, missä katkaisupala on liikauttanut kappaletta.



Kuvio 5. Trimmerin häiriösyöt

Vinolautahäiriötä aiheuttivat myös muotovikaiset kappaleet, jolloin ne eivät pysyneet omissa kolaväleissä. Mittaus/tarkistus häiriösyötä kuitattiin silloin, kun trimmeristä tuli palaneen hajua tai alakerran palautteen perusteella jokin teristä ei ollut saannut oikein. Trimmerissä oli 300 mm välein pyörösahanteriä, jotka katkaisivat kappaleen lajittelun mukaisesti. Katkaisussa irtoava puun pala kulkeutui kuljettimen päällä huoltotasolle (kuva 12) ja

jäi seuraavan kappaleen alle. Kappale ajautui palan tönäisemänä kuljettimella vinoon ja jäi sen jälkeen haraviin jumiin, joka kuitattiin kitasuojahäiriöksi.



Kuva 12. Katkaisukappaleita kuljettimella ja huoltotasoilla

Ajoittain katkaisukappaleet tippuivat tarkoituksenmukaisesti alas hihnakuljettimelle, mutta satunnaisesti. Erityisesti paksummalla dimensiolla 63x150 mm katkaisupalat jäivät huoltotasolle ja kuljettimelle. Trimmerin jälkeisen kuljettimen reunaan oli aiemmin hitsattu jarrukappaleita häiriöiden vähentämiseksi, jolloin katkaisupala tippuisi paremmin alas. Muutos ei kuitenkaan ole täysin auttanut häiriöiden määrään. Palojen kulkeutumista ja pomppimista kuljettimella tapahtui eniten paksummilla dimensioilla (taulukko 4).

Paikkaselite: Trimmeri. Syy: 620 Ruuhka / tukkeuma+mittaus/tark.+valokenno3.-3.2			
Dimensioittain			
Lauta		Lankku	
19x100	1	47x150	1
25x225	1	47x200	1
30x110	2	50x100	2
32x125	1	50x125	1
32x175	1	50x175	2
32x200	1	50x225	1
34x127	1	63x125	1
		63x150	3
		63x200	1
		63x205	1
		75x150	2
yhteensä	8		16

Taulukko 4. Trimmerin häiriöiden dimensiovertailu

Dimensio 63x150 on huomioitu keltaisella värillä, koska se erottui seurannan aikana. Aiemmassa Pekkarisen analyysissä sama dimensio pidemmällä aikavälillä tarkasteltuna, nousi

trimmerin laitepaikassa esiin. Taulukon 4 mukaan yleisesti paksummat dimensiot aiheuttavat trimmerillä tapahtuvia häiriöitä. Trimmerin jälkeen linjalla sijaitsevat valokennoja, jotka pysäyttivät linjan havaitessaan vinolaudan. Häiriöseurauksen aikana valokennojen paikkaa aikaistettiin, koska kappaleet ajautuivat helposti haraviin jumiin eli kitasuojaan. Muutoksen jälkeen kitasuojahäiriöt kuitenkin jatkuivat, koska trimmeristä irtoava katkaisupala jäi huoltotasolle liikauttamaan kappaletta vielä valokennojenkin jälkeen. Huoltotasolle tehtiin tarkasteluajana muutosta, massiivipuut vaihdettiin pinnoitettuun vaneriin, jotta palat luistaisivat paremmin alas. Vain yksi taso muutettiin kokeeksi, jos siitä olisi hyötyä. Olisi kokeilun arvoista muuttaa useampaan kohtaan vaneri, koska massiivipuutaso on melko kuluneen oloinen.

Katkaisupalojen aiheuttamien vinolautahälytysten lisäksi muotovikaiset kappaleet likahtivat trimmerissä, eivätkä pysyneet kuljettimen kolavälissä (kuva 13). Tämän seurauksena syntyi vinolautahälytys ja/tai kappaleet ajautuivat kitasuojaan jumiin. Häiriöseurannan perusteella myös seksta-laadun (VI-laatu) sahatavarakappaleet aiheuttivat helpommin vinolautahäiriötä.



Kuva 13. Muotovikaisten kappaleiden ja katkaisupalojen aiheuttamia häiriötapahtumia

Kuljettimen keltaisia pallukoita oli suunniteltu vaihdettavan korkeampiin, etteivät paksummat dimensiot ajaudu kolavälin yli muotovikaisilla kappaleilla. Trimmeristä aiheutuvat häiriötapahtumat vaikuttivat seuraavan laitepaikan häiriösyihin eli kitasuojaan. Kitasuojahäiriöt ja lokeroilla tapahtuvat häiriöt liittyivät alun perin trimmeristä aiheutuviin ongelmiin. Trimmerin toimintaan tulisi tulosten perusteella kiinnittää enemmän huomiota, koska siitä aiheutuvat häiriöt vähenisivät merkittävästi seuraavissakin laitepaikoissa.

Trimmerin ongelmia oli aikaisemmin yritetty korjata eri muutoksilla. Tasaamon käyttöpäällikkö Kari (2023) päivittää toimenpidelistaa, johon merkataan muutostyöt käytettävyyden parantamiseksi. Muutoksia ovat olleet esimerkiksi isoimpien dimensioiden linjanopeuden

laskeminen ja trimmerin katkaisupalojen mukana ajautumiseen on tehty kuljettimelle muutoksia. Listasta voidaan tarkastella, onko näistä ollut hyötyä ajan kuluessa, ja pitääkö vielä tehdä lisää joitain muutoksia.

6.1.3 Kitasuoja ja haravakuljetin

Neljänneksi eniten syntyi häiriötä kitasuojassa. Kitasuojalla (kuva 14) tarkoitettiin haravakuljettimen alkamiskohtaa. Kitasuojahäiriössä kappaleet ajautuivat ristikkäin trimmerin jälkeen ja/tai vinossa haraville, jolloin linja pysähtyi.



Kuva 14. Sahatavarakappaleita kitasuojassa eli haravakuljettimella jumissa

Kappaleet olivat jumissa haravan piikeissä, jolloin piti joko sahata tai ajaa linjaa väkisin eteenpäin tukkeuman selvittämiseksi. Häiriöselvityksen kannalta kitasuojaan ajautuneen häiriön jälkeen tulisi tarkistaa ja puhdistaa valokennot. Ajoittain vinolautatunnistus ei toiminut tai sitten katkaisupala trimmeristä ehti heilauttaa kappaletta. Valokennojen likaantuminen peitti anturit, jolloin tunnistusta ei tapahtunut, ja kappaleet ajautuivat ristikkäin kitasuojaan. Kitasuojahäiriötä aiheutti taulukon 5 mukaan paksummat lankun dimensiot.

Paikkaselite: Haravakuljetin/haravat/läpät. Syy: 620			
Dimensioittain kitasuoja jumi 2.			
Lauta		Lankku	
22x100	1	38x150	2
30x110	1	45x140	1
32x150	1	63x150	9
32x200	1	63x205	3
34x127	1	63x225	1
		75x150	2
		75x225	1
yhteensä	5		19

Taulukko 5. Kitasuojahäiriöiden dimensiovertailu

Dimensio 63x150 mm erottuu selvästi muista dimensioista taulukon dimensiovertailussa. Laudan dimensiot ovat olleet vähemmän kitasuojahäiriössä tai niistä on selvitty alle kahden minuutin pienhäiriöllä. Paksumpaa dimensiota piti sahata haravista irti, jolloin häiriöaika piteni. Haravakuljettimella oli lähemmäs 300 haravaa, jotka kuljettivat ja tiputtivat kappaleita lokeroihin. Jos jokin haravan piikeistä oli liian pystyssä muihin piikkeihin verrattuna, kappale jäi vinoon haravalle ja tippui huonosti satunnaisen lokeron päälle. Seuraava kappale, jonka piti tippua siihen lokeroon, olikin tukkeutunut vahingossa tippuneen kappaleen vuoksi. Tästä syntyi ylitäyttö tai ruuhka hälytys Tuusplan-käyttöjärjestelmään. Kappale tippui niin, että se jäi pystyyn lokeroilla, johon jokainen ohimenevä harava ja kappale osui liikauttaen tai tiputtaen kappaleita. Muotovikaiset kappaleet eivät asettuneet haraville hyvin, jolloin kappaleita tippui väärin paikkoihin.

Haravan piikin vääntyminen tapahtui kitasuojahäiriössä, joka alun perin aiheutui mahdollisesti trimmeristä aiheutuvista ongelmista. Haravan piikki jäi kitasuojassa kappaleeseen jumiin, jolloin eteenpäin kuljetinta ajaessa piikki oli koetuksella, varsinkin paksummalla dimensiolla. Jatkossa häiriöseurannan apuna voisi käyttää kirjaamista, jotta päästäisiin helpommin häiriösyyn kiinni. Haravan numero, joka on ollut kitasuojassa jumissa, merkitäisiin lokeroilla olevaan listaan. Lokeroruuhkien ilmetessä voitaisiin seurata sitä haravaa, jonka piikki on ollut jumissa aikaisemmin ja mahdollisesti vääntynyt. Haravan piikkejä voidaan suoristaa ilman kunnossapidon hälyttämistä paikalle, mutta tähän voisi olla apuna suorakulma, vatupassi tai jokin muu suoraa mittaava apuväline. Apuvälineen avulla saisi nopeasti katsottua, mikä piikki on eri asennossa muihin verrattuna. Käytännössä haravan piikkiä tarkasteltiin silmämääräisesti haravan päädyistä. Toisaalta, kun yhtä piikkiä vääntää, onko sen jälkeen joku toinen piikki korkeampana.

Haravan vääntyneen piikin lisäksi harava voi olla jäykkä, jolloin kappaleen tiputus oli hidas ja kappale jäi huonosti vinoon lokeron päälle tukkien lokeron. Jos koko harava vaihdetaan, sitä pitää jäädä seuraamaan sen toimivuuden vuoksi. Kunnossapidon tai laitekäyttäjän seuranta muutoksia tehdyissä paikoissa on merkityksellistä. Tuloksissa (taulukko 6) näkyy selkeä ero, milloin korjaukset tehtiin.

Häiriösyiden selvitys->korjaus 21.11. ja 23.11.	Määrä	% Kaikista lokeroruuhkista
14.11.-23.11. (8pv) Lokeroruuhkat (syyt 1.-1.1)	40	67
Seuraavat päivät (16pv) tuloksista laskettuna	21	33
Vikamäärä lokerot syyt 1.-1.1/vuoro		
Ennen korjausta	5	
Korjauksen jälkeen	1,3125	

Taulukko 6. Häiriötä aiheuttavien syiden korjaustulokset

Taulukossa 6 laskettu vikamäärä on laskettu lokeroilla tapahtuneet häiriömäärät jaettuna tuotantopäivillä yhtä vuoroa kohden. Häiriöseurannan aluksi haravakuljettimilla havaittiin monta häiriösyitä, jotka korjattiin heti merkittävin tuloksin. Tulosten perusteella lokeroruuhkiin puuttumisella saadaan häiriömäärää vähennettyä huomattavasti.

6.1.4 Pudotusrullasto

Pudotusrullastolla häiriösyitä olivat vinoon ajautuvat kappaleet. Muotovikaiset tai tietyssä kohdassa tulevat kappaleet tökkäsivät tyvipäästä kuljettimen moottoriin, mikä aiheutti sekalaisen kasan kappaleita eli ruuhka/tukkeuman. Ellei purkuhissillä oleva työntekijä huomannut ruuhkaa ajoissa, saattoi häiriöstä tulla pidempi. Kasa ajautui seuraavaksi kiramoon jumiin. Toinen pudoturullastolla häiriötä aiheutti päätyhihnan nouseminen (kuva 15).



Kuva 15. Pudotusrullaston päätyhihna

Ensimmäisen kiramon jälkeen rullat päädyttivät kappaleet, ja päätyhihnan tarkoituksena oli auttaa kappaleita kulkemaan sujuvammin. Häiriöseurannan aikana päätyhihna toimi päinvastoin tarkoitustaan. Lisäksi kiramo yhden ja pudotusrullaston välissä oli pieni matka luiskaa, mitä pitkin kappaleet tippuvat rullastolle. Luiskaan jäi välillä kappaleen pääty kiinni, mikä ajoi kappaleen vinoon. Tähän suunniteltiin ratkaisuksi kaltevaa peltiä kappaleen sujuvamman kulkemisen edistämiseksi. Päätyhihnan nouseminen oli aiemmin tiedossa, mutta sille ei ollut tehty toimenpiteitä. Dimensiovertailussa ei ollut eroja laudan ja lankun välillä, mutta lyhin pituus erottui häiriöseurannassa. 2400 mm pituinen sahatavara kulki linjalla huonosti ja ajautui monesti vinoon.

6.1.5 Tyvisirkkeli

Annostelun jälkeen olevan tyvisirkkelin imurin putki oli usein tukossa, mikä aiheutti pidempiä keskeytyksiä linjaan. Tyvisirkkelistä aiheutunut keskimääräinen häiriöaika oli suurin häiriöajan vertailussa. Kun tyvisirkkeli tasasi kappaleen päädyn, siitä jäi kapea pala helposti pyöröterän ja seinämän väliin. Kun paloja kerääntyi paljon, tukos syntyi ja putki piti tyhjentää. Vuoron aikana puhdistus jouduttiin tekemään kaksikin kertaa. Taulukossa 7 nähdään dimensiovertailu tyvisirkkelin puruputken aiheuttaman syyn vuoksi.

Paikkaselite: Tyvisirkkeli. Syy: 620 Ruuhka/tukkeuma			
Dimensioittain 8. Puruputki tukossa			
Lauta		Lankku	
25x225	1	42x150	1
31x136	1	42x200	1
31x193	1	44x150	1
		47x186	1
		50x175	2
		50x225	2
		63x200	1
yhteensä		3	9

Taulukko 7. Tyvisirkkelihäiriön dimensiovertailu

Tuloksissa selvisi, että paksummat dimensiot aiheuttivat eniten häiriötä tyvisirkkelissä. Tyvisirkkelin oikeanlaista toimintaa tulisi tarkastella häiriöiden vähentämiseksi. Toimiiko laite oikealla tavalla, koska tyvisirkkelin tarkoitus on tasata kappaleen tyvi ja paloja kerääntyä tukokseksi asti, eikä laite ei toimi. Tämän syyn selvittämiseen ja laitteen oikeanlaiseen toimintaan tulisi kiinnittää huomioita enemmän.

6.1.6 Vuoronvaihto

Vuoronvaihto ei varsinaisesti ole laitepaikka, mutta tutkimustuloksista selvisi sen aiheuttavan häiriöaikaa. Vuoronvaihdosta syntyi häiriötä, koska vuoron työntekijät lopettivat vähän aikaisemmin kuin mitä on suunniteltu ja seuraava vuoro aloitti myöhässä (taulukko 8).

Selite: Vuoronvaihto. Syy: 9. Erinnäisiä merkintätapoja		
Alkupvm	Loppupvm	Kesto
15.11.2022 13.56.54	15.11.2022 14.05.01	0:08:08
16.11.2022 13.58.16	16.11.2022 14.05.01	0:06:46
22.11.2022 13.58.26	22.11.2022 14.02.41	0:04:16
23.11.2022 13.58.04	23.11.2022 14.00.35	0:02:32
28.11.2022 13.56.34	28.11.2022 14.02.03	0:05:30
29.11.2022 13.57.13	29.11.2022 14.00.17	0:03:04
01.12.2022 13.55.54	01.12.2022 14.00.56	0:05:03
02.12.2022 13.56.16	02.12.2022 14.00.14	0:03:58
05.12.2022 13.58.49	05.12.2022 14.01.59	0:03:11
06.12.2022 13.57.19	06.12.2022 14.01.06	0:03:48
	Keskiarvo	0:04:38

Taulukko 8. Otanta Excelin häiriötiedoista vuorojen vaihdon yhteydessä

Häiriöseurannassa selvisi erilaisten häiriösyiden merkintä vuoronvaihdossa, joten niitä tuli myös tarkastella tutkimuksessa. Vuoronvaihdossa vaihtelevat häiriökuittaukset aiheuttavat

jatkossa häiriöseurantaan virhetietoa. Tulisi myös pohtia, onnistuuko vuoronvaihto ilman linjan pysäytystä. Seuraava vuoro aloittaisi linjan käydessä, ettei sitä tarvitsisi lainkaan pysäyttää. Tämä vaatisi käytännön ja asenteen muuttamista työhön. Asian perusteluina on tutkimuksen tulos häiriöistä vuoronvaihdossa sekä työohjeen noudattaminen. Keskimääräinen häiriöaika vuoronvaihdon syynä tässä tutkimuksessa on neljänneksi suurin häiriösyy.

6.1.7 Hihnakuuljettimet

Katkaisupalat ja muu puuroska kulkeutuivat häiriöseurannan aikana hihnakuuljetin kautta ohituskuljettimelle. Ohituskuljetin oli väliaikaisesti käytössä, koska murska oli rikkouman vuoksi pois käytöstä. Normaalissa käytössä tasaamalla murska haketti puun palat ja erotteli sahanpurun.

Ohituskuljetin ohjasi roskat ulos väliaikaisesti, jolloin ilmeni, että ohituskuljetin ei ole riittävä tasaamon jätemäärälle. Ohituskuljettimessa oli lyhyempi kuljetin (pätäkremmi), jonka tilalla tavallisesti oli tärykuljetin. Täry auttoi kappaleita liikkumaan sujuvammin murskaan. Tärykuljetin oli myös alempana pystykuuljettimeen nähden, jolloin tukkeumaa ei syntynyt helposti pitkistäkään kappaleista. Ajoittain puun pala jäi pätäkremmin kohdalle jumiin, mikä aiheutti myös tukkeuman. Tukos hihnakuuljettimella pysäytti yläkerran, jolloin syntyi häiriötä keskimäärin häiriöseurannan aikana jopa 7 minuuttia. Ajoittain aamuisin huomattiin ruuhkan syntyessä, että ohituskuljetin ei ole automaattilla. Murska saatiin takaisin käyttöön 21.12., mikä oli normaali tilanne tasaamalla.

6.1.8 Kiramo 1 ja 2

Kiramossa 1 ja 2 häiriönä oli ruuhka/tukkeumaa, koska kappaleet tippuivat vinossa kiramon pohjalle tai sinne ajautui katkennut kappale. Kun kappale oli vinossa, muut kappaleet eivät päässeet nousemaan kuljetinta ylös tai kiramoon muodostui sekalainen kasa kappaleita (kuva 16).



Kuva 16. Kiramo 1 ja 2 häiriötapahtumat

Laudan dimensiolla 19x100 mm häiriötä tapahtui eniten, kuten kuvassa 16 ilmenee lauta-ruuhka. Ohuesta laudasta katkeili helposti kappaleita, jotka ajautuvat jumiin erilaisiin koloihin tai vinoon pitkittäin. Elementin alimmasta kerroksesta tuli trukiin piikin aiheuttamia kappalevaurioita, joiden palaset juutuivat erinäisiin väleihin kuljettimella. Pakettiajossa vanteita ajautui kappaleiden mukana ja niitä jäi pyörimään kiramon pohjalle kappaleiden ympärille. Dimensiota ajettiin isoja eriä ja kappaleet olivat pintalautaa eli sahatavara on usein vajaasärmäistä. Vajaasärmäisessä kappaleessa on toisella lappeella tukin pyöreää pintaa jäljellä ja silloin laudat pyörivät helpommin linjalla varsinkin, kun ajonopeudet ovat korkeita.

6.1.9 Annostelun syöttökuljettimet

Annostelussa satunnaisesti sahatavara ajautui vinoon ja kappaleet ajautuivat kasaksi, jolloin linja piti pysäyttää. Syynä olivat linjanopeuksissa tehtävä kappaleiden suoristaminen ja/tai rimoja kulkeutui purkuhissiltä annosteluun. Annostelussa seurattiin, että kappaleet kulkevat eteenpäin omissa kuljettimen kolaväleissä. Kappaleiden oikeanlaisen kulun seuraamisen lisäksi, työpisteellä tuli seurata myös näyttöjen kautta sahatavaran kulkua muualla linjalla.

Rimojen kulkeutuminen annosteluun liittyi siihen, että hissillä oleva työntekijä ei ollut huomannut rimojen kulkevan sahatavaroiden mukana. Ohuen ja leveän dimension kappaleet pomppivat enemmän annostelussa ja menivät helposti ristikkäin, jolloin kuljetin piti pysäyttää. Tässä kohdassa nopea kuljetinten liikkuminen ja työntekijän reagoiminen oli nopeatempoista, jolloin automaation tai kameraohjauksen lisääminen toisi helpotusta annosteluun.

Käyttöpäällikkö Karin (2023) mukaan ajonopeuksia on kasvatettu vuodesta 2017 noin 10 kappaleella minuutissa. Käytettävyyden seurantahistoriasta käy ilmi aikaisempiin vuosiin verrattuna, ettei linjanopeuden kasvattamisella ole ollut merkitystä käytettävyyteen. Tämänhetkiset nopeudet ovat jo maksiminopeuksia, mitä linjalla voidaan ajaa laitteiden oikeanlaisen toiminnan kannalta.

6.1.10 Rimakuljetin ja rimakiramo

Rimakiramossa rimat nousivat rimakuljettimelle (kuva 17), joka ohjasi rimat takaisin rimoitukseen. Kiramon ja rimakuljettimen toimintaa seurattiin kameroiden avulla näytöltä, jotta rimojen kulku olisi oikeanlaista.



Kuva 17. Rimakiramo ja rimakuljetin Seikun tasaamolaitoksella

Rimat ajautuivat kuljetinta pitkin kasoina eteenpäin, jolloin niiden piti olla suorassa. Rimakiramo aiheutti enemmänkin pienhäiriöitä, jolloin vika saatiin poistettua alle kahdessa minuutissa. Kiramon pohjalle jäi katkennut riman pala, mikä esti rimojen nousun kiramoon. Lisäksi puun pala jäi kiramon yläpäässä jumiin, jolloin rele pysäytti kuljettimen. Rimakuljettimilla rimat ajautuivat ajoittain vinoon, jolloin niitä piti käydä oikomassa. Pidempää häiriötä aiheutti ketjun lähteminen paikoiltaan, mitä esiintyi myös jonkin verran samassa paikassa. Joskus ketju saatiin operaattorin voimin paikoilleen, mutta välillä piti soittaa kunnossapidon apu paikalle.

Ketjun irtoamiseen pitäisi kiinnittää huomiota häiriöajan vähentämiseksi, koska sitä tapahtui usein. Katkenneet rimat aiheuttivat paljon häiriötä. Missä vaiheessa rimat katkeavat vai onko katkenneita rimoja jo elementeissä? Rimoituksen rimaseuranta on yksitoikkoista työtä, jolloin keskittyminen on haasteellista. Toisaalta työn pystyisi tekemään robotti, joka oikoi rimoja ja poistaisi joukosta katkenneet kappaleet. Rimoituksessa syntyy myös ruuhkia, jotka aiheuttavat kuivauskuormiin virheitä. Virheet aiheuttavat kuivaamon elementteihin vikoja ja tasaamon purkuhissillä ongelmia.

6.2 Muut huomiot

Syiden perimmäisiä aiheuttajia on tärkeä pohtia, jotta niitä voidaan ennalta ehkäistä. Muut huomiot tuovat lisätietoa häiriötapauksiin. Muut huomiot on kerätty linjan kulkua seurattaessa. Häiriösyiden vähentämiseksi näihin asioihin tulisi kiinnittää myös huomiota.

Miksi muotovikaisia kappaleita on paljon linjalla, jotka aiheuttavat häiriötä monessa paikassa tai paljonko vuorojen kesken jaetaan hyviä käytäntöjä sujuvampaan tuotannon kulkuun. Näitä asioita pohditaan seuraavissa alaluvuissa.

6.2.1 Huonot elementit ja uudelleenajopaketit

Häiriöseurannassa ilmeni, että elementin päällimmäiset ja alimmaiset sahatavarakappaleet olivat ajoittain vääntyneitä ja muotovikaisia. Puun ominaisuuksien myötä puu vääntyy kuivauksen aiheuttamien muutosten myötä, mutta voimakkaasti laineikkaat kappaleet olivat peräisin selvästi rimoitusvirheestä. Elementin välissä oli myös muotovikaisia kappaleita rimojen puuttumisen vuoksi (kuva 18).



Kuva 18. Rimoitusvirhe elementissä ja muotovikaisia kappaleita Seikun tasaamolla

Kuivaamon tiiminvetäjän, Puustisen (2022) mukaan elementtien rimoitus aiheuttaa muodonmuutoksia sahatavaraan, kun yläpuolella olevien sahatavaroiden paino painaa rimoitusvirheisen kerroksen päälle. Huonossa elementissä rimoja saattaa puuttua kerroksen välistä tai katkennut riman pala on jäänyt kerroksen väliin. Tämän lisäksi lämmin kuivausilma kuivaamossa ei pääse kulkemaan kerrosten läpi, jolloin kappaleet jäävät märäksi tavoite-kosteuteen nähden.

Ylikosteat kappaleet ajettiin omaan lokeroon, ja ne sijoittuivat märkäläatuun. Ylikosteat kappaleet jäivät myös helpommin kiinni rimoihin purkuhissillä kerrosten purussa. Alimmasta

elementin kerroksesta tuli kuljettimelle myös trukin piikkien katkomia kappaleita, jotka jäivät jumiin sopiviin koloihin kuljettimella. Toinen huonon elementin ongelma oli, kun toinen pääty kuormasta oli alempana kuin toinen (kuva 19). Purkuhissillä kerrosten tiputtaminen vaikeutui ja kappaleet putosivat hajoituskuljettimelle vinoon.



Kuva 19. Huonosti rimoitettu elementti Seikun purkuhissillä

Vinossa lähtevät kappaleet aiheuttivat ruuhka/tukkeuman. Muotovikaiset, katkenneet kappaleet ja huonot elementit aiheuttivat häiriötä ennen annostelua. Elementissä olevat rimat jäivät joskus kerrokseen kiinni niin, että rimoja kulkeutui annosteluun saakka. Jos rima kulkeutui linjalla pitkittäin, siitä seurasi nopeasti ruuhka. Tässä kohdassa purkuhissillä olevan työntekijän tuli poistaa rimat, jos ehti niitä huomata.

Uudelleen ajettavat paketit aiheuttivat häiriöitä, kun paketeissa oli vanteet (kuva 20). Toisaalta kappaleet olivat jo kertaalleen menneet tasaamon läpi, joten pakettien vähentämiseen oli Seikussa kiinnitetty huomiota. Vanteita kulkeutui kappaleiden mukana kuljettimilla ja kiramoissa, jolloin niitä jäi kiinni esimerkiksi pudotusrullaston kuljettimiin ja käänsi kappaleet vinoon.



Kuva 20. Uudelleenajopakettien vanteita Seikun tuotannossa

Osa vanteista oli ajoittain poistettu ennen pakettien nostoa kuljettimelle, mikä vähensi vanteiden määrää linjalla. Vanteita oli poistanut siivoojavuorossa ollut henkilö, mutta tämä käytäntö ei ollut varsinaisesti lähtenyt toimimaan.

6.2.2 Työvuorojen erot ja työntekijän toiminta

Häiriöseurannan tuloksissa vuorojen välillä oleva yksi eroavaisuus selittyi sillä, että rimakuljettimella oleva ongelma korjattiin 1. ryhmässä samalla, kun ajomies annostelussa seurasi purkuhissiä. Tällöin linjaa ei pysäytetty pitkäksi aikaa, eikä kuitattavaa häiriötä syntynyt. Tästä aiheutui pienhäiriötä, kuten aikaisemmin rimakiramo ja rimakuljetin osiossa kerrottiin. 2. vuorossa hajotuskuljetin ja purkuhissi pysäytettiin kokonaan rimakuljettimen häiriön selvittämisen ajaksi.

Häiriöseurantaa tehtiin 14 päivää 1. työryhmän aikana ja 10 päivää seurattiin 2. vuoroa, joten tuloksia ei voi suoraan vertailla keskenään. Ryhmien väliset erot näkyvät häiriötaulukossa liitteessä 3. Keltaisella maalatut kohdat ovat niitä, joissa eroavaisuus voidaan todeta. Esimerkiksi lokerot ovat enemmän täynnä ja pudotusrullastolla enemmän ruuhkaa 1. vuorossa. Rimakuljetin- ja kitasuojahäiriöitä on ollut enemmän 2. vuorolla. Työryhmien olisikin hyvä vaihtaa enemmän hyviä käytäntöjä keskenään, koska tutkimustuloksissa eroavaisuuksia kuitenkin ilmeni. Kummatkin vuorot tekevät samaa työtä yhteisen tavoitteen eteen, jolloin sitä tulisi käyttää voimavarana kehittämisen kannalta. Työntekijän toiminta häiriötilanteissa vaikutti häiriöajan keston. Esimerkiksi kuinka nopeasti työntekijä alkoi toimia tai ratkaisi tilanteen kuitenkin turvallisesti toimien.

Kun kaikki työntekijät olivat paikalla, vuorossa oli yhdeksän työntekijää. Käytännössä kaksi työntekijää toimi siivousvuorossa, jolloin he vastasivat laitoksen siisteydestä. Vuoro oli

kestoltaan kahdeksan tuntia, jolloin yhteensä 16 tuntia oli aikaa siivoukselle yhdessä vuorossa. Työajan käyttöä voisi suunnitella paremmin niinä päivinä, kun siivoojia on kaksi. Siivousvuorossa olevan työntekijän hyödyntäminen häiriöseurannassa tai häiriöiden selvittämisessä parantaisi käytettävyyttä tasaamalla. Tuotannon työntekijät tietävät parhaiten tuotannon kulun ja laitteet, miten ne toimivat käytännössä. Tiedon ja taidon hyödyntäminen on tärkeää myös työn motivaation säilyttämisen kannalta. Seikussa on käytössä aloitejärjestelmä, johon työntekijöitä kannustetaan kertomaan kehitysideoita.

7 Yhteenveto

7.1 Johtopäätökset

Häiriösyinä olivat pääosin pienet ongelmat, jolloin syynä ei ollut laitteen rikkoutuminen. Tuotantoa pystyttiin jatkamaan häiriöistä huolimatta. Pienistä häiriöistä oli tullut normaalia, eikä niihin ollut kiinnitetty tarpeeksi huomiota. Käytettävyyden kehittämisen kannalta olisi tärkeää sopia, kuka häiriöiden määrää ja ilmenemistä seuraa vuoron aikana. Häiriöt ovat aina poikkeustilanne tuotannossa, jolloin turvallisuudenkin kannalta häiriöiden määrään tulee kiinnittää huomiota ja tehdä toimenpiteitä. Pienten vikojen poistaminen on merkityksellistä, ettei niistä synny piileviä tai suurempia vikaantumisia. Pienet viat koetaan niiden toistuvuuden vuoksi normaaleiksi, eikä niihin kiinnitetä sen suurempaa huomiota. Linjan tulisi käydä häiriöttömästi, koska häiriöiden vuoksi laitos ei tuota sahatavaraa, syntyy tuotannonmennytystä ja laatu laskee. Monen pienen häiriön yhteenlaskettu summa oli merkittävä. Tutkimuksen tuloksena saatiin monta häiriötä aiheuttavaa syytä toimeksiantajalle pohdittavaksi, mitä asioita voisi kehittää. Tutkimuksen tulosten esittelyssä häiriöpaikkojen rajausta olisi voinut vielä tiivistää, esimerkiksi alle 10 häiriömäärän paikat olisi voinut jättää pois.

Pekkarisen tekemän häiriöanalyysin perusteella vuorojen välinen eroavaisuus selvisi loke-roiden häiriökuittauksissa. Tästä syystä tiedettiin tarkkailla kuittausten luotettavuutta. Häiriöseurannan aikana ilmeni erilaisia merkintätapoja häiriökuittauksiin. Kuitattaviin häiriöihin laitteen käyttäjä valitsi häiriöpaikan ja syykoodin, jotka vaihtelivat kunkin kokemuksen mukaan. Häiriökuittausten yhtenäistäminen oli tärkeää tiedon luotettavuuden kannalta, ettei tehty vääriä toimenpiteitä häiriöiden vähentämiseksi. Häiriötiedot tallentuivat Timnet-raportointijärjestelmään, josta oikeat tiedot saatiin luotettavasti lajiteltua esitettäväksi tulokseksi. Vuorojen vaihdoista syntyi häiriöaikaa, mikä oli yllättävä tulos. Käytännössä tämä syy oli jo tiedossa osittain. Tutkimustulosten perusteella saatiin oletetun tiedon tueksi dokumentoitua faktaa. Tässä ei ollut kyse sahatavaran ominaisuudesta tai laitteen toiminnasta aiheutuneesta häiriötapauksesta. Tämä olisi helppo tapahtuma korjata, jolloin saataisiin käytettävyyttä paremmaksi.

Linjanopeuksien kasvattamisessa laitteet ja koneet ovat kovassa käytössä, jolloin ne kuluvat nopeammin. Kunnossapidon ja kunnonvalvonnan rooli korostuu, jotta laitteiden vikaantumiset voidaan ennaltaehkäistä. Riittääkö kunnossapidon aika kaikkiin remontteihin, joita tehdään öisin ja viikonloppuisin, ja ovatko tasaamon pienet häiriöt jääneet tämän vuoksi korjaamatta? Käyttäjäkunnossapito nousi tärkeäksi toiminnaksi häiriöiden selvittämisessä, eikä kunnossapidon hälyttämistä paikalle aina tarvittu.

Trimmeri laitepaikkana osoittautui useamman häiriön aiheuttajaksi. Trimmeristä aiheutuvat häiriöt liittyivät kitasuojaan, haravakuljettimiin ja lokeroihin. Toimiko trimmeri oikealla tavalla, oliko tavallista, että palat kulkeutuivat kuljettimilla? Perimmäinen syy vaikutti olevan trimmerissä eikä niinkään katkaisupaloissa. Trimmerillä hihnojen katkeilu oli myös yleistä ja paloja jäi trimmerin sisään aiheuttaen palaneen hajua. Linja jouduttiin pysäyttämään ja mennä selvittämään hajun syytä.

7.2 Kehitysehdotukset

Häiriötapauksien yhteydessä pohdittujen ehdotusten lisäksi tehtiin muita havaintoja, joiden avulla tasaamon käytettävyyttä voitaisiin kehittää. Pohdittavaa voisi vielä olla nostetuissa linjanopeuksissa. Kun nopeutta oli nostettu, oliko muita muutoksia tehty linjalla, esimerkiksi automaation lisääminen. Nykyään monipuolisilla älyratkaisuilla voidaan helpottaa linjalla tehtävää työtä lisäämällä tuotantoon esimerkiksi älykameroita. Työntekijöillä on useampi näyttö seurattavana kappaleiden kulun ja laaduttamisen lisäksi, missä voitaisiin hyödyntää älykkäitä ratkaisuja. Työntekijöitä voisi jatkossa haastatella, ovatko nykyiset kamerat ja näytöt oikeissa paikoissa, ja olisiko niiden siirtämisestä tai lisäämisestä apua esimerkiksi ruuhkien ennakoinnissa.

Henkilöstöresurssien hyödyntämistä suunnitellusti voisi olla apua tuotannon häiriöiden vähentämisessä. Siivoojavuorossa olevan työntekijän roolia voisi tarkastella uudelleen erityisesti silloin, kun kaikki vuoron työntekijät ovat töissä. Vuoron aikana siivousvuoron työntekijä pystyisi seuraamaan häiriöraporttia Timnetistä, ja selvittää mahdollisia häiriöiden syitä jatkossa.

Edellisen tuotannon prosessivaiheen, rimoituksen, tarkastelu voisi vähentää muotovikaisten kappaleiden syntymistä kuivauskuormissa. Huonojen elementtien muodostumisen syiden tarkastelu, voidaanko ehkäistä huonojen elementtien ladonta. Rimoituksen häiriöseurannasta ja syiden selvittämisestä olisi hyötyä myös tasaamon häiriöihin.

Häiriökuittauksissa ilmeni eroja, minkä vuoksi olisi hyvä sopia yhteisesti, mikä häiriö kuitataan mihin laitepaikkaan. Häiriöseurannan luotettavuuden kannalta häiriömerkintöjen yhtenäistämiseen tulisi kiinnittää huomiota. Kuitattavien häiriöiden lisäksi syntyi pienhäiriötä, joka olivat kestoltaan alle kaksi minuuttia. Ajallisesti pienet ja isot häiriöt oli rajattu tästä tutkimuksesta pois, mutta jatkotutkimuksen kannalta pienhäiriöiden tutkimus on kannattava työ. Pienhäiriöseurannassa voitaisiin hyödyntää samankaltaisia tutkimusmenetelmiä kuin tässä työssä. Opinnäytetyön tutkimuksen tulokset ja Pekkarisen häiriöanalyysi yhdessä antavat hyvät lähtökohdat tasaamon käytettävyyden kehittämiseksi.

Lähteet

- Hirvonen, J. 2021. Konenäköjärjestelmät ja -menetelmät tutuksi. @SeAMK-verkkolehti. Katgoria: TKI, Älykkäät ja energiatehokkaat järjestelmät. Viitattu 10.2.2023. Saatavissa <https://lehti.seamk.fi/alykkaat-ja-energiatehokkaat-jarjestelmat/konenakojarjestelmat-ja-menetelmat-tutuksi/>
- Järviö J. & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Kunnossapidon julkaisusarja – n:o 10. 6. täydennetty painos. Helsinki: Promaint ry.
- Kari, K. 2023. Tasaamon käyttöpäällikkö. UPM Seikun saha. Keskustelu 16.1.2023.
- Kenola, P. 2017. Sahatavaran laadutusjärjestelmät. Teoksessa Varis, R. (toim.) Sahateollisuus. Helsinki: Suomen sahateollisuusmiesten yhdistys ry, 173.
- Koivuniemi, P. 2022. Kunnossapitoasentaja. UPM Seikun saha. Keskustelu 19.11.2022.
- Leppänen, T. 2017. Rimoitus ja kuivaus. Teoksessa Varis, R. (toim.) Sahateollisuus. Helsinki: Suomen sahateollisuusmiesten yhdistys ry, 127–129.
- Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2016. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. E-kirja. Helsinki: Edita Publishing Oy. LAB-Primo.
- Miettinen, J. 2017. Sahatavaran lajittelu kuivauksen jälkeen, tasaamo. Teoksessa Varis, R. (toim.) Sahateollisuus. Helsinki: Suomen sahateollisuusmiesten yhdistys ry, 148, 149–153.
- Nikula, H. 2017. Sahatavaran paketointi, varastointi ja merkintä. Teoksessa Varis, R. (toim.) Sahateollisuus. Helsinki: Suomen sahateollisuusmiesten yhdistys ry, 154–157.
- Pakarinen, J. 2017. Sahalaitoksen prosessiautomaatio. Teoksessa Varis, R. (toim.) Sahateollisuus. Helsinki: Suomen sahateollisuusmiesten yhdistys ry, 161–163, 165–166.
- Pitkänen, M. 2017. Kuivausmenetelmät ja kuivaamotyypit. Teoksessa Varis, R. (toim.) Sahateollisuus. Helsinki: Suomen sahateollisuusmiesten yhdistys ry, 131–132, 134, 141.
- PSK 7501. 2010. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.
- Puustinen, M. 2022. Kuivaamon tiiminvetäjä/sahateknikko. UPM Seikun saha. Keskustelu 1.12.2022.
- Puutavaraopas. 2019. Puuinfo Oy. Opas. Viitattu 20.1.2023. Saatavissa https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/06/Puutavaraopas_2019_netti.pdf

Puuinfo Oy. 2020a. Puutieto. Puutavarasanastoa ja käsitteitä. Viitattu 17.1.2023. Saatavissa. <https://puuinfo.fi/puutieto/sahatavara-ja-sen-jalosteet/puutavarasanastoa-ja-kasitteita/>

Puuinfo Oy. 2020b. Puutieto. Kosteustekniset ominaisuudet. Viitattu 17.1.2023. Saatavissa <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/puun-kosteustekniset-ominaisuudet/>

Romppainen, J. 2017. Kunnossapito. Teoksessa Varis, R. (toim.) Sahateollisuus. Helsinki: Suomen sahateollisuusmiesten yhdistys ry, 209–210, 212, 214.

Ropilo, J. & Kauppinen, T. 2017. Sahausprosessi tukista sahatavaraksi. Teoksessa Varis, R. (toim.) Sahateollisuus. Helsinki: Suomen sahateollisuusmiesten yhdistys ry, 85, 91.

Ropilo, J. 2017. Sahatavaran valmistus. E-kirja. Helsinki: Suomen sahateollisuusmiesten yhdistys ry. eSaha.

Räsänen, T & Pajuoja, H. 2017. Sahateollisuuden puuraaka-aine. Teoksessa Varis, R. (toim.) Sahateollisuus. Helsinki: Suomen sahateollisuusmiesten yhdistys ry, 46.

UPM Timber. 2022a. Merkittävä pohjoismaisen sahatavaran tuottaja. Viitattu 12.11.2022. Saatavissa <https://www.upmtimber.com/fi/tietoa-meista/>

UPM Timber. 2022b. Pohjoismaiset sahatavaratuotteet kestävästi hoidetuista metsistä. Viitattu 12.11.2022. Saatavissa <https://www.upmtimber.com/fi/tuotteet/>

UPM Timber. 2022c. UPM Seikun saha. Viitattu 12.11.2022. Saatavissa <https://www.upmtimber.com/fi/tietoa-meista/tuotantolaitokset/upm-seikun-saha/>

Valkonen, J. 2017. Dimensiolajittelu ja välivarastointi. Teoksessa Varis, R. (toim.) Sahateollisuus. Helsinki: Suomen sahateollisuusmiesten yhdistys ry, 118–119.

Virtanen, S. 2017. Sahan tuotannonsuunnittelu. Teoksessa Varis, R. (toim.) Sahateollisuus. Helsinki: Suomen sahateollisuusmiesten yhdistys ry, 59.

Liite 1. Sahatavara

SAHATAVARA



Keskimääräinen tuotannosta lankeava osuus eri laatuluokkia syntyy kärkeästi ottaen siten, että US I – USI V -laatujen sahatavaraa syntyy vähiten ja V-laatuja eniten. Tästä syystä US-laadun sahatavara on vaikeammin saatavaa ja kalliimpaa.

Laatu US

Laatu US on korkein laatuluokka, joka sisältää tuotannosta lankeavan osuuden laatuja US I – US IV. Näistä US I laatu on korkein.

Laatu V

Tuotannosta lankeava V laatu.

Laatu VI

Tuotannosta lankeavat laadut V ja VI eivät jakaannu alalaatuihin.

Laatu VII

Laadulle VII ei ole numeerisia arvoja. Kaikki puun ominaisuudet on sallittu. Sahatavarakappaleen on kuitenkin pysyttävä koossa. Sahanteen on kosketettava pääosaa kappaleen pinnoista. On hyväksyttävää, että terä ei ole kosketanut yhtä kolmasosaa kappaleen pituudesta.

Sahatavara lajitellaan kauppasopimuksen mukaisesti lajitellen joko jokainen laatu erikseen tai yhdistelemällä eri laatuja seuraavan esimerkin mukaisesti:

Laatu US + V

Sahatuottoinen (ST) I – V. Sisältää tuotannosta lankeavan osuuden laatuja US+V.

Laatu US + V + VI

Sahatuottoinen (ST) I – IV. Sisältää tuotannosta lankeavan osuuden laatuja US+V+VI.

Ylläolevan esimerkin mukaiset laatu yhdistelmät voivat vaihdella:

- maantieteellisesti eri alueilla
 - eri sahatavaramittojen osalta
 - eri sahajien osalta jopa samalla maantieteellisellä alueella
- Muutkin kauppasopimuksen mukaiset laatu yhdistelmät ovat mahdollisia.

Pintalaudat ovat vähintään laadun VII vaatimukset täyttävät vakipaksuiset ja 75-125 mm levyiset vajasärmäiset laudat. Pintalaudoissa on oltava sahauspintaa molemmissa syrjissä sekä pintalappeessa koko sahatavarakappaleen pituudelta.

Pintalauta vientilaatu (PLVI)

Sahauspintaa oltava vähintään 1/4 molemmilla syrjillä ja pintalappeella koko kappaleen pituudella. Muilta osin täytettävä vähintään laadun VI vaatimukset. Poikkeavat vaatimukset määriteltävä kauppasopimuksessa.

Pintalauta kotimaan laatu (PLKI)

Sahauspintaa oltava vähintään 85 % ulkopinnan koko pituudesta. Syrjällä saa olla terävää reunaa, mutta leveys ei saa kaventua. Muilta osin täytettävä vähintään laadun VII vaatimukset. Poikkeavat vaatimukset määriteltävä kauppasopimuksessa.

3-sivun oksaton pintalauta

Kolmelta sivulta oksattoman laudan pintalape ja molemmat syrjät ovat täysin oksattomia sekä muilta ominaisuuksiltaan ne ovat laatuja US I. Muilta osin sen tulee täyttää vähintään laadun US III vaatimukset. Vajasärmän osuus määritellään yleensä kauppasopimuksessa.

HVS (höylävajasärmä)

Sahauspintaa oltava vähintään 1/3 molemmilla syrjillä ja pintalappeella kappaleen koko pituudella. Muilta osin täytettävä laadun US vaatimukset. Poikkeavat vaatimukset määriteltävä kauppasopimuksessa.

Vajasärmäinen keskitavara

Vajasärmäisen keskitavaran tulee täyttää laadun VI vaatimukset. Kuitenkin sahauspintaa tulee olla 1/3 paksuudesta molemmissa syrjissä kappaleen koko pituudella.

Asiakas- ja erikoislaadut

Peruslaatuja voidaan käyttää sellaisenaan useimpiin sahatavaran käyttökohteisiin ja lopputuotteisiin. Näistä voidaan myös muokata laatu yhdistelmiä asiakas- ja käyttökohteiden mukaisiin tarkoituksiin. Tällaisten asiakas- ja erikoislaatuojen ominaisuudet on määriteltävä sopimuskohtaisesti.

Terveoksainen sahatavara on erikoislaatu, jossa terveiden oksien määrä ja kokoa ei ole yleensä rajoitettu. Muitten ominaisuuksien osalta vaatimukset sovitaan edellisen kohdan periaatteiden mukaisesti.

Laadun ja koon valinta

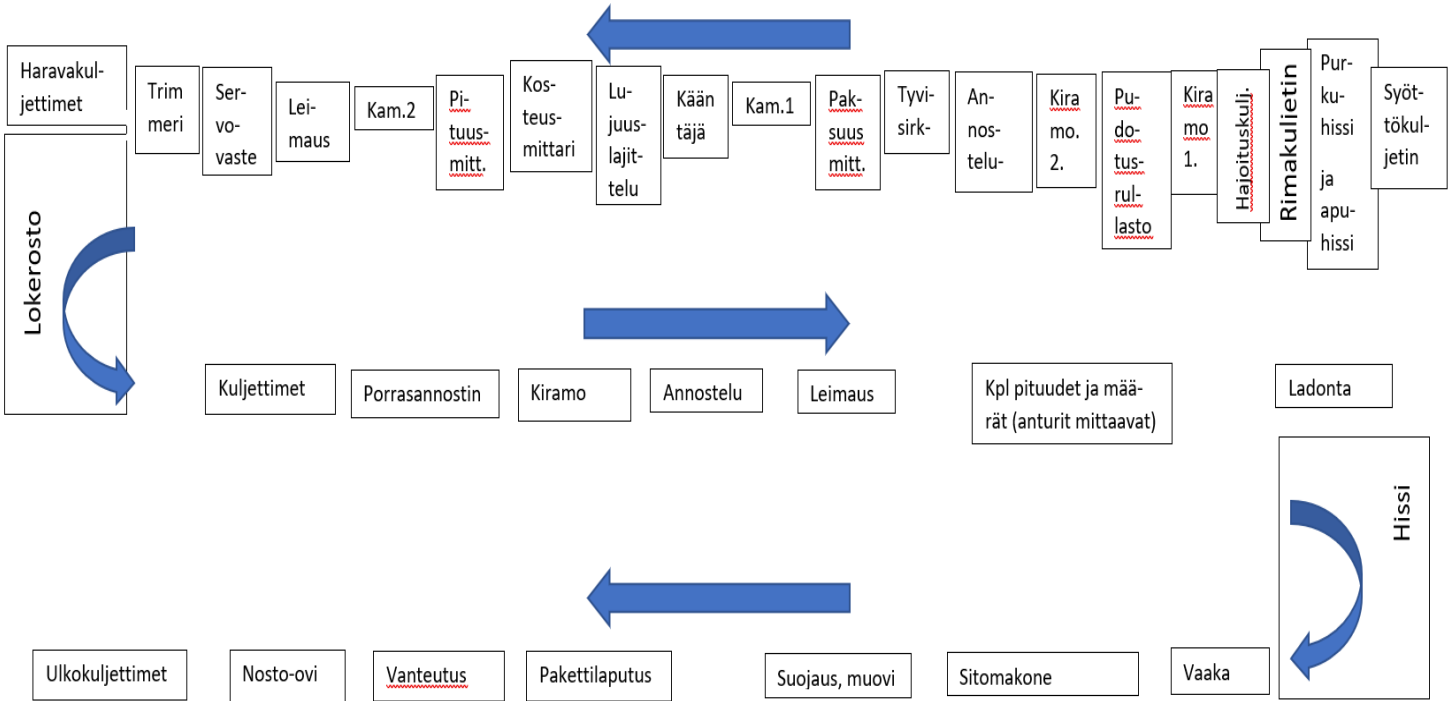
Rakennuspuutavarana käytetään ensisijaisesti kuusta ja puusepäntöihin perinteisesti mäntyä.

Ulkovuorauksena kuusi on kestävämpää, koska se imee kosteutta huomattavasti hitaammin kuin mänty.

Ollessasi epävarma valitse mieluummin paksu kuin ohut puutavara. Sahatavaran paksuus vaikuttaa sen kestävyys ja lujuuteen. Yli neljän metrin jänneväleille on edullista käyttää liima- tai kertosuupalkkeja.

Kantavien rakenteiden mitoituksessa on syytä käyttää kokenutta rakennesuunnittelijaa.

Liite 2. Seikun tasaamon layout



Liite 3. Häriötaulukko

Seurantajakso 24 päivää 14.11.-8.12, 19.-23.12.					14pv	10pv
Yleisimmät paikat ja niiden syyt numeroituna	Määrä	Kesto	Keskiarvo	Pisin aika	Ryhmä1	Ryhmä 2
Lokerot	118	11:35:55	0:05:54		80	38
1. Kpl tippunut lokeron päälle	13	0:50:08	0:03:51	0:05:48	5	8
1.1 Ylitäyttö, monta kappaletta sikin sokin	48	3:20:55	0:04:11	0:09:52	31	17
1.2 Lokerot täynnä	36	5:02:42	0:08:24	0:21:24	33	3
1.3 Alakerrasta johtuva pysäytys	5	1:24:28	0:16:54	0:32:49	2	3
1.4. Erän/lajinvaihto, lisäselv. Lujarikone päälle tms.	16	0:57:42	0:03:36	0:08:30	9	7
Haravakuljetin	22	2:06:11	0:05:44		8	15
2. Kitasuoja, kappaleet jumissa	22	2:06:11	0:05:44	0:14:28	8	15
Trimmeri	25	1:35:28	0:03:49		13	12
3. Vinolauta, pala mukana trimmeristä	15	0:53:38	0:03:35		6	9
3.1 Vinolauta, muotoväärä kpl	4	0:14:38	0:03:39		2	2
3.2 Mittaus/tarkistus	6	0:27:12	0:04:32		5	1
Rimakuljetin	7	0:24:14	0:03:28		1	6
4. Kappaleet vinoon	7	0:24:14	0:03:28		1	6
Rimakiramo	5	0:14:37	0:02:55		2	3
5. Katkennut rima/kappale jumi	5	0:14:37	0:02:55		2	3
Kiramo 1 ja 2	22	1:28:45	0:04:02		9	13
6. Kpl Ajatunut poikittain	10	0:41:10	0:04:07		5	5
6.1 Pala jumissa	8	0:34:41	0:04:20		1	7
6.2 Rima mukana, välissä	4	0:12:54	0:03:14		3	1
Hihnakuljettimet	24	2:50:20	0:07:06	0:18:34	13	11
7. Pätkäremmi tukos, ohituskuljetin	24	2:50:20	0:07:06		13	11
Tyvisirkkeli	12	1:44:01	0:08:40	0:13:43	8	4
8. Puruputki tukossa	12	1:44:01	0:08:40		8	4
Vuoron vaihto	10	0:46:16	0:04:38		4	6
9. Erinnäisiä merkintätapoja	10	0:46:16	0:04:38		4	6
Pudotusrullasto	17	1:03:45	0:03:45		15	2
10. Kpl ajautunut pitkittäin eri syistä	17	1:03:45	0:03:45		15	2
Annostelun syöttökulj.	5	0:15:10	0:03:02		3	2
11. ruuhka	5	0:15:10	0:03:02		3	2
Yhteensä	267	24:04:42			156	112