



Tukkilajittelijan toiminnan häiriöt Luvian sahall

Jyri-Jaakko Pasto

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2020

Metsätalousinsinööri

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalousinsinööri

Pasto, Jyri-Jaakko
Tukkilajittelijan toiminnan häiriöt Luvian sahall

Opinnäytetyö 37 sivua.
Toukokuu 2020

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Luvian sahan tukkilajittelijan toimintaa sekä lajittelua keskeyttäviä häiriöitä. Työn tavoitteena oli kerätä aineistoa tukkilajittelijan toiminnasta ja selvittää lajittelun keskeytyksiä aiheuttavat syyt ja mahdollisesti tuoda esiin kehityskohtia, joilla tukkilajittelun ja sitä kautta koko sahan tuotantoa voitaisiin nostaa.

Opinnäytetyössä esitellään lyhyesti Luvian sahaa, käydään läpi tukkilajittelua sekä tukkilajittelutekniikan taustoja. Työssä käydään myös läpi aineisto, josta havaitaan tukkilajittelussa tapahtuneet häiriöt sekä syyt niiden taustalla. Työssä hahmotellaan mahdollisia kehitysehdotuksia tukkilajittelun tehostamiseksi ja lopuksi aineistonkeruuta tarkastellaan onnistumisien sekä epäonnistumisien näkökulmista.

Opinnäytetyön aineisto hankittiin Luvian sahan tukkilajittelun työvuoroja seuraamalla ja merkitsemällä jokainen vähintään minuutin kestävä häiriö tarkennuksineen Excel taulukkoon. Hankittua aineistoa analysoitiin laskemalla tilastotieteellisiä arvoja Excel-taulukosta.

Työn tuloksista voidaan huomata, että tukkilajittelun toiminta keskeytyy melko usein ja lajittelun seisonnan keskimääräinen aika työvuoron aikana on jokseenkin suuri. Eniten pysähdyksiä tukkilajittelussa aiheutti tukkilokeron täytyminen. Toiseksi eniten lajittelun pysähdyksiä aiheutti toimituspula. Keskimäärin lajittelu oli pysähdyksissä 1 tunti 32 minuuttia työvuoron aikana, jonka kesto oli 8 tuntia 30 minuuttia.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Forestry Engineer

PASTO, JYRI-JAAKKO
Problems in Log Sorter at Luvia Sawmill

Bachelor's thesis 37 pages.

May 2020

The purpose of this thesis was to investigate the operation of the log sorter at Luvia sawmill to analyze the problems in it. The aim of this thesis was to provide material of the log sorters operation and find the reasons why log sorting stops several times during a shift. Another purpose is to find ways to eliminate distractions in the log sorter and help the sawmill to improve production.

Luvia sawmill and log sorter and log sorting techniques are described. Data concerning the log sorter distractions is analyzed. Different ways to avoid or fix problems in operation of log sorter are described. The strengths and weaknesses of these are discussed.

The material of this thesis was collected by monitoring working shifts at Luvia sawmill log sorter. Every standstill that lasted one minute or over was registered to an Excel chart, which was created for collecting data from log sorter to this thesis. After monitoring working shifts data was analyzed with the Excel chart and results are demonstrated by statistical method.

The results of this work show that the log sorter in Luvia sawmill stops quite often and the average time of the stops is quite remarkable in every work shift. Most of the stops in log sorter was caused by the log cassette, which was filled to the brim. Second marked reason for stops were wood supply shortage. An average standstill time at the log sorter were 92 minutes and 30 seconds in every work shift.

Key words: log sorting, Luvia sawmill, distraction in the log sorter

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	LUVIAN SAHA OY	6
	2.1 Esittely	6
	2.2 Luvian sahan tukkilajittelija.....	8
3	PUUTAVARAN MITTAUS.....	13
	3.1 Puutavaranmittaus tukkilajittelussa	13
	3.2 3D- mittaus ja tietokonetomografia.....	13
	3.3 Luvian sahan tukkivastaanotto.....	15
	3.4 Aiemmat tutkimukset tukkilajittelijan toiminnan häiriöistä	17
4	AINEISTON HANKINTA	18
	4.1 Aineistonkeruumenetelmä.....	18
	4.2 Aineistonkeruukaavio	19
5	TULOKSET	21
6	POHDINTA	26
7	KEHITYSEHDOTUKSET	29
8	TUTKIMUKSEN VAHVUUDET JA HEIKKOUEDET	33
9	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET.....	36

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Luvian saha Oy. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia sahan tukkilajittelijan toimintaa sekä toiminnan katkoksia aiheuttavia häiriöitä. Sahalle on vuonna 2017 kehitetty tukkivastaanoton aikataulutusta, jolla pyritään välttämään tukkivastaanoton ruuhkautumista.

Luvian sahallä on huomattu, että tukkilajittelu saattaa seisahtua välillä useampaankin otteeseen työvuoron aikana. Lajittelun pysähdykset ja niiden määrä herättivät mielenkiinnon tutkia pysähdysten syitä ja taustatekijöitä.

Opinnäytetyötä varten hankittiin aineisto seuraamalla tukkilajittelijan toimintaa. Aineistoa analysoitiin ja aineiston perusteella selvitettiin tukkilajittelussa tapahtuneet pysähdykset. Opinnäytetyössä käsiteltiin lajittelua pysäyttäviä häiriöitä ja niiden syitä sekä pohdittiin kehitysehdotuksia, joilla häiriöitä voidaan estää tapahtumasta.

Ensimmäisen aineistonkeruutannan aikana oli paljon pitkiä lajittelutaukoja johtuen pääasiassa toimituspulasta. Toimituspula johtui huonoista korjuuolosuhteista ja huonokuntoisista metsäautoteistä, joilta ei voitu puukuormia hakea. Tästä syystä aineisto päätettiin kerätä uudelleen ja uuteen otantaan sisältyi kahden viikon aineistonkeruujakso maaliskuussa. Tukkilajittelijan ideaali lajittelutavoite vuorokauden aikana on lähes 3000 kuutiometriä tukkia. Useat pysäytykset työvuoron aikana lajittelussa vähentävät mahdollisuuksia saavuttaa lajittelutavoitteita.

2 LUVIAN SAHA OY

2.1 Esittely

Seuraavat tiedot ja kappaleet ovat peräisin haastattelusta Luvian sahan Metsäjohtajalle, tuotannon esimiehelle sekä tukkilajittelijan käyttäjälle 6.11.2019.

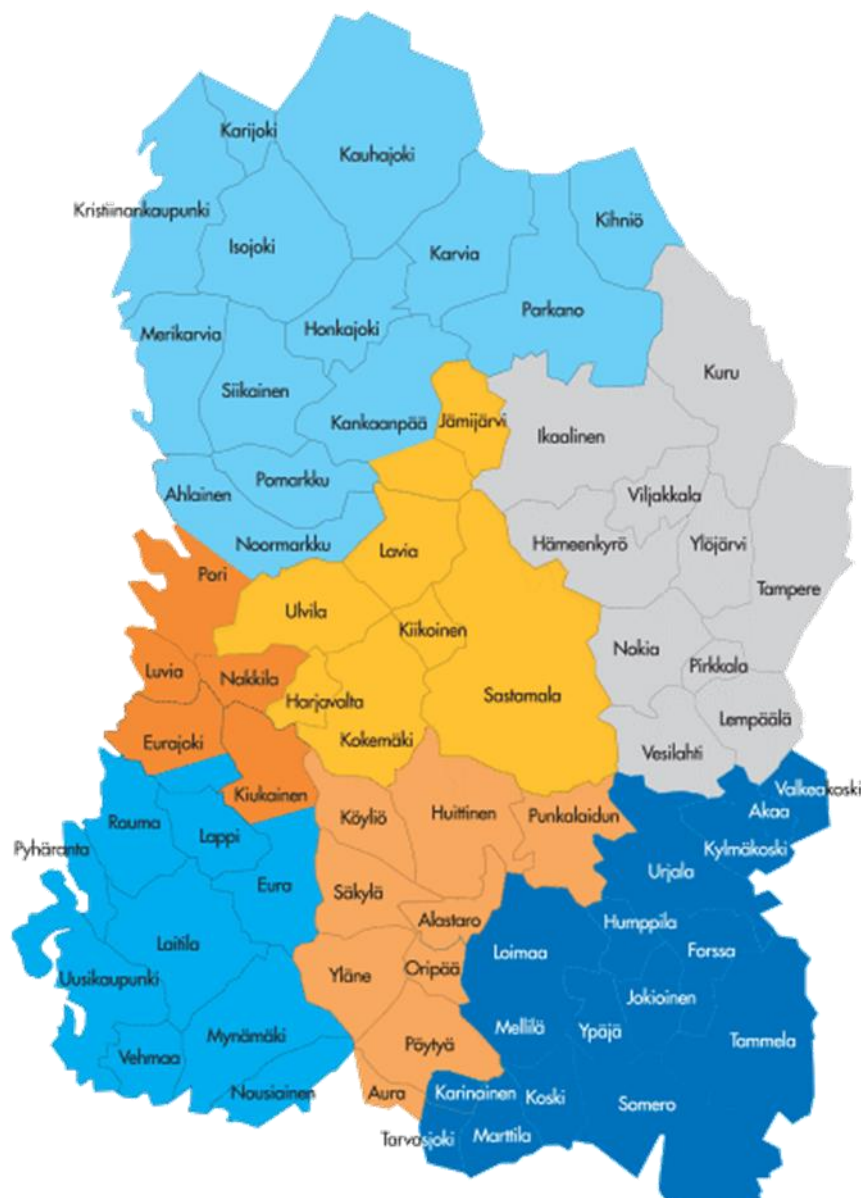
Luvian saha Oy on yksi Suomen suurimpia yksityisomisteisia PK-sahoja. Saha tuottaa raaka-ainetta rakennusteollisuuteen ja puusepänteollisuuteen sertifioidusta puusta. Sahan tuottama raaka-aine menee mm. ovi- ja ikkunateollisuuteen sekä höyläämöiden tarpeisiin. Osa sahan tuotannosta jatkojalostetaan Luvian sahan omalla jatkojalostuslinjastolla, josta valmistuvia valmiita tuotteita ovat muun muassa pintakäsittelyt sisustuspaneelit, ulkoverhoukset, lattiat sekä lujuuslajiteltu rakennepuutavara. Taulukko 1. kuvastaa Luvian sahan raaka-aineen viennin tärkeimpiä kohteita sekä viennin osuutta tuotannosta.

TAULUKKO 1. Raaka-aineen viennin osuus tuotannosta (Honkela 2020)

Vientikohteet	%	Kuutiota
Eurooppa	60	195000
Aasia	30	97500
Afrikka	8	26000
Australia/Amerikka	2	6500

Luvian saha tuottaa valmista sahatavaraa 325 000 kuutiota vuodessa ja raakapuun hankintamäärä on 900 000 kuutiota vuodessa, josta tukkia noin 650 000 kuutiota. Yhden työpäivän sahaus sekä vastaanottotavoite on n. 3000 kuutiota puutavaraa. Saha käyttää raaka-aineena 70% kuusitukkia ja 30% mäntytukkia. Normaalisti sahausjaksot toteutuvat siten, että kahtena päivänä viikossa on männyn sahausta ja loput viikosta kuusen sahausta.

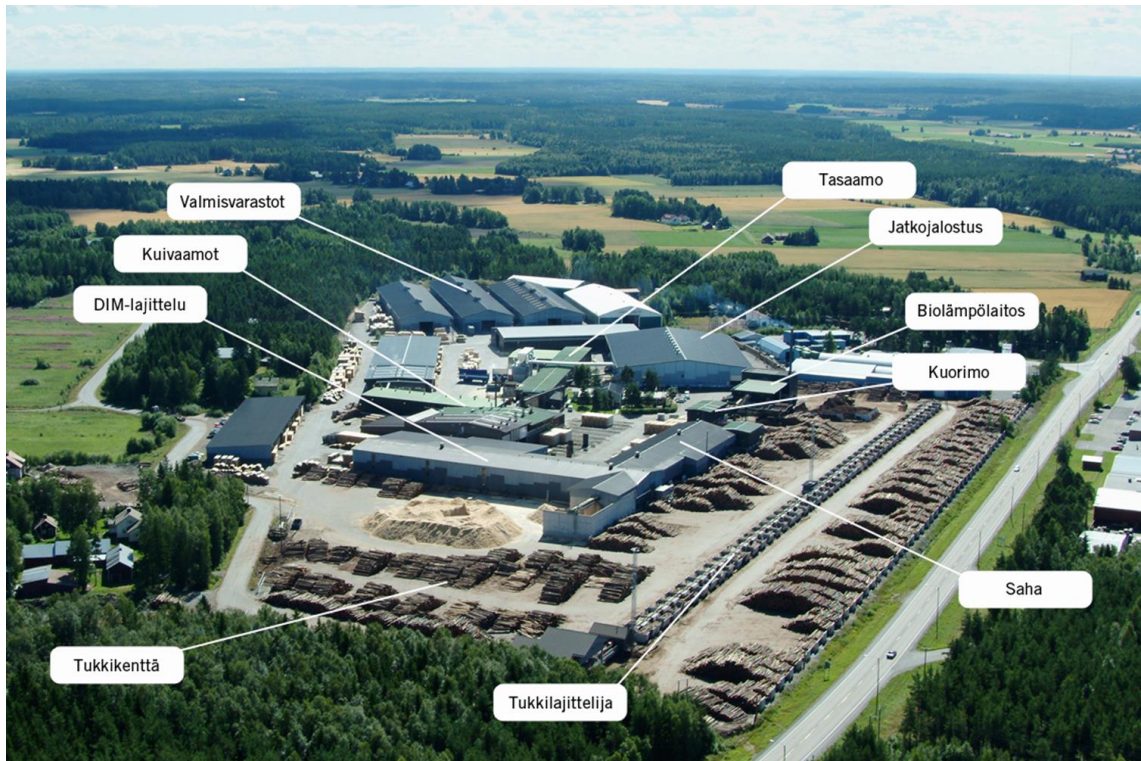
Luvian sahan puunhankintaa organisoii sahan oma metsäosasto. Metsäosaston henkilöstöön kuuluu metsäjohtaja, operaatiopäällikkö, laatupäällikkö, metsäassistentti sekä viisi hankintaesimiestä. Sahan hankinta-alue on 150 kilometrin säteellä Luviasta. Pohjoisimpia hankinta-alueen paikkakuntia ovat muun muassa Kauhajoki ja Teuva, itäisin alue Tampereen seutu ja eteläisimmät hankinta-alueen paikkakunnat ovat Tammela ja Eura. Kuvassa 1 koko Luvian sahan puunhankinta-alue.



KUVA 1. Luvian saha Oy:n hankinta-alue (Vilkuna 2015 Sahan esittely)

Sahan metsäjohtajan mukaan hankintaesimiesten hankkiman puuston korjuuta sekä kuljettamista varten sahalle on yrittäjäsopimukset 16 yrittäjän kanssa.

Sahan puuraaka-ainevirtoja on turvaamassa myös vierastoimittajat, joiden kanssa toimitussopimuksia sahalla on 13 kappaletta. Kuvassa 2. näkyy koko Luvian sahan alue ilmasta kuvattuna.



KUVA 2. Ilmakuva Luvian sahasta (Vilkuna 2015. Sahan esittely)

2.2 Luvian sahan tukkilajittelija

Tekniset tiedot sekä toiminnan rakenteeseen liittyvät tiedot ovat osittain peräisin sahan tukkilajittelun työntekijöiltä. Luvian sahan tukkilajittelulinjasto on rakennettu vuonna 2002. Lajittelulinjaston toimittaja on yritys nimeltä Tähti Oy. Luvian sahalla on käytössä kaksi pyöräkuormaajaa, joista toinen hoitaa lajitellut puut tukkilajittelijasta tehdasvarastoon ja toinen syöttää sahalinjastoa. Koska sahalla ei ole autokuljetuksia purkavaa kuormaajaa, autonkuljettajat purkavat puukuormat itse. Tukkilajittelijassa on kaksi purkupaikkaa, takapöytä ja etupöytä. Purkupöytien vetoisuus on noin 65-70 kuutiota, eli keskimääräisen yhdistelmäajoneuvon kuormatilan verran.

Purkupöydältä tukit siirtyvät kiramokuljettimelle, joka siirtää tukit yksitellen porrasannostelijalle. Kiramokuljetin pyrkii tasaamaan tukkien päät samalle tasolle, sillä ketju- ja hihnakuljettimelle siirrettäessä tukkien väliksi on ohjelmoitu

48 senttimetriä. Tarvittaessa linjasto osaa kiihdyttää itsenäisesti, jos tukkien välimatka kasvaa.

Porrasannostelijan tehtävä on syöttää tukit yksitellen arvostelupöydälle, jossa tukkilajittelijan käyttäjä arvostelee tukit laatuluokkiin muun muassa värivian, lahon ja muiden raakkiperusteiden mukaan. Arvostelupöydältä tukit siirretään yksitellen linjaston ketjukuljettimelle. Tukkilajittelijan syötön tarkkuus perustuu niin sanottuihin lasertunnistimiin. Tunnistimet tunnistavat milloin tukki on menossa missäkin kohtaa. Tällä tavoin se syöttää tukkia eteenpäin porrasannostelijalta arvostelupöydälle ja arvostelupöydältä ketju- ja hihnakuljettimelle, kun tilaa on.

Arvostelupöydän jälkeen tukit kulkevat seuraavaksi metallinpaljastimen läpi. Jos metallinpaljastin ilmaisee, että tukista löytyy metallia, se raakataan metallipuuksi, eikä se mene sahaukseen. Metallipuut tutkitaan vielä erikseen miestyönä metallinpaljastimella. Mahdollisuuksien mukaan tukista poistetaan vierasesineet, sahataan tukki seuraavaan pituusluokkaan ja sen jälkeen lajitellaan uudestaan.

Metallinpaljastimen jälkeen tukit menevät Finnoksen 3D-röntgenmittarin läpi. Finnoksen 3D-röntgenmittari mittaa tukin pituuden sekä tilavuuden niin kuorettomana kuin kuorellisenakin. Tukkimittari mittaa tukin tiheyden sekä oksaryhmät. Lisäksi sen avulla nähdään tukin sisällä piilevät mahdolliset viat, jotka vaikuttavat lopputuotteen laatuun. Mittarin mittaama tukin lenkous vaikuttaa tukin pituusluokkaan, eli mitä lengompi puu, sitä pienempi mittaluokka.

Finnoksen tukkimittari pystyisi havaitsemaan lahon, puulajin sekä laittamaan lumi- tai jäälisän tukeille, joiden pinnalla on paksu kerron lunta tai jäätä. Nämä ominaisuudet ovat kuitenkin toistaiseksi poissa käytöstä. Edellä mainittujen asioiden huomiointi on tukkilajittelijan työntekijän vastuulla.

Mittauslaitteen läpi tultuaan tukki menee ketjukuljetinta pitkin mitta- ja laatutietojensa perusteella johonkin tukkilajittelun 91 lokerosta. Tukkilajittelijan linjaston suurin mahdollinen nopeus on 150 metriä minuutissa. Suurinta

mahdollisinta nopeutta ei kuitenkaan käytetä normaalitilanteessa, vaan ideaali lajittelunopeus on noin 139 metriä minuutissa.

Suurissa lajittelunopeuksissa haasteina ilmenee massahitusvoimien kasvu. Massahitusvoimien kasvaessa tukkien hallittu sijoitus tukkilokeroihin vaatii tukkilajittelun rakenteelta lujuutta (Varis 2017, 66).

Luvian sahan metsäjohtajan mukaan puuvastaanotto sekä tukkilajittelu ovat arkipäivisin toiminnassa kahdessa vuorossa. Ensimmäinen työvuoro on käynnissä 06:30-15:00 ja toinen vuoro 15:00-23:30. Työntekijöitä joka lajitteluvuorossa on aina yksi tukkilajittelijan pääkäyttäjä sekä yksi pyöräkuormaajankuljettaja.

Lajitellut tukit siirretään tukkilokeroista pyöräkuormaajalla tehtaan välivarastoon. Pyöräkuormaajalla voisi tarvittaessa tehdä tukkipinoista noin 7 metrin korkuisia, mutta näin menetellään yleensä vain esimerkiksi kelirikko-varastoissa. Pyöräkuormaajan tukkikouran poikkipinta-ala on noin 4,5 neliometriä. (Varis 2017, 67)

Sahan tukkilajittelijan pääkäyttäjän työtehtäviin kuuluu tukkilajittelun lisäksi pienimuotoiset laitteiston ylläpitohuollot. Ylläpitotehtäviä ovat esimerkiksi laakereiden rasvaus, mittareiden sekä lasertunnistimien puhdistus, mittalaitteen puhdistus, kontrollimittapuun merkkkaus ja metallipuiden läpikäyminen. Isompia huoltotöitä tai ongelmia varten Luvian sahalla on oma huoltotiimi.

Etukäteen tehtäviä huoltoja on vuodessa noin kaksi kertaa ja huoltotyöt kestävät yleensä viikon. Tekniikan sekä mekaniikan kannalta katsottuna tukkilajittelija on melko luotettava laitos. Kuvat kolme ja neljä ovat Luvian sahan tukkilajittelijasta. Kuvassa kolme näkyy etualalla tukkilajittelijan arvostelupöytä ja kauempana kuvassa metallinpaljastin sekä Finnoksen tukkimittari.



KUVA 3. Luvian sahan Tukkilajittelija

Kuvassa neljä näkyy tukkilajittelijan taka- ja etupöytä, kiramokuljetin, porraskuljetin sekä arvostelupöytä. Kuvassa näkyy myös puutavaranostin, joka on välttämätön varuste tukkilajittelijassa. Puutavaranostimella voidaan tarvittaessa oikaista pöydällä vinoon menneitä tukkeja ja poistaa sellaiset tukit, jotka eivät mene tukkimittarista läpi. Tällaisia tukkeja ovat esimerkiksi läpimitaltaan liian suuret tukit.



KUVA 4. Luvian sahan tukkilajittelija

Tukkien lajittelulaitoksissa ei ole toiminallisia tai rakenteellisia eroja. Tämä johtuu siitä, että puutavaran katkonta- ja korjuumenetelmät ovat samanlaiset ympäri Suomea. Tuotantolaitosten tukkilajittelijoissa on pääasiallinen ero tukkilokeroiden määrissä ja lajittelukapasiteetissa. Lokeroiden määrä perustuu siihen, että mitä suurempi määrä lokeroita on, sen tarkemmalla jaolla tukkeja voidaan lajitella. Erityisesti pieniläpimittaisen tukin vastaanotto ja lajittelu isomman tukin rinnalla edellyttää suurempaa lokeroiden määrää (Varis 2017, 65-66).

Tukit liikkuvat lajittelulinjastolla pituussuunnassa. Tästä syystä sekä lokeroiden suuren määrän takia tukkilajittelun linjasto on todella pitkä. Myös pyöräkuormaajien ajomatkat ovat pitkiä, mikä vaikuttaa työskentelyn tehokkuuteen ja nopeuteen. Tulevaisuudessa lajittelulinjastojen kokojen kasvaessa voidaan joutua suunnittelemaan alikulkuväylä pyöräkuormaajille, jotta ne ehtisivät tarpeeksi ajoissa tyhjentämään tukkilokeroita linjaston eri puolilta (Varis 2017, 66).

3 PUUTAVARAN MITTAUS

3.1 Puutavaranmittaus tukkilajittelussa

Sahaustekniikka Suomessa on kehittynyt roimasti ensimmäisten vesi- ja höyrystahojen ajalta. Nykyiset sahalaitokset toimivat sähköllä ja 1990-luvulta lähtien myös tukkilajittelu kehittyi koneelliseksi sekä automatisoiduksi (Pakkanen, Leikola 2011).

1990-luvulla yleistyi myös tehdasmittaus, joka korvaa tienvarsimittausta. Tehdasmittauksessa puutavara mitataan tehtaalla valvotuissa olosuhteissa puutavaramittauslain mukaisesti. Tehdasmittauksessa mittalaitteisto sekä mittausolosuhteet ovat jokaiselle samanlaiset, joten jokainen metsänmyyjä on samassa asemassa. Mittauksen valvonta on myös helpompaa tehdasmittauksessa, mikä lisää mittaustulosten luotettavuutta. Tehdasmittaus yleistyi, kun mittausmenetelmät kehittyivät ja puutavaramittauslakiin ja -asetukseen tehtiin muutoksia vuonna 1997 koskien tehdasmittausta (Sipi 2009, 73).

Optisista tukin mittaustavoista halvin ja tunnetuin lienee valorampein tehtävä mittausmenetelmä, jossa mitattavan tukin läpimitta saadaan mitattua tukin varjokuvasta. Mittaustarkkuus on sitä parempi, mitä tiheämmässä valonlähteitä on. Mittauskohtia otetaan useampia kerralla käyttäen apuna peilejä, jotka heijastavat valoa mittaushohteeseen eri puolilta. Valoramppimenetelmän mittaustarkkuus on +/- 1mm. (Hämäläinen ym. 2006, 3, 10).

3.2 3D- mittaus ja tietokonetomografia

3D- mittaus tehdään digitaalikameraa ja laseria hyväksi käyttäen. Tukkiin lähetetään joko pistemäinen tai viuhkamainen lasersäde ja tukin mittaustulokset perustuvat joko lasersäteen kulku-aikaan valonlähteen ja kohteen välillä tai kolmiomittaukseen. 3D- mittauksen tarkkuus laserin avulla on noin 1-0,25mm. (Hämäläinen ym. 2006, 4, 10).

3D mittauksessa tukin kolmiulotteisesta kuvasta saadaan hyötyä sahausasetteen valinnassa. Tietokonetomografiassa, eli tietokoneavusteisessa kerroskuvauksessa, joka perustuu röntgensäteillä tehtävään kuvaukseen, saadaan mitattavasta tukista tarkkoja tilavuustietoja. (Sipi 2009, 106).

Tukin röntgenmittaus perustuu röntgensäteilyn läpäisykykyyn. Tukkiin kohdistetaan röntgensäde 1-4 eri suunnalta ja säteily vaimenee mennessään tukin läpi. Röntgensäteen vaimenemiseen vaikuttaa tukin tiheys sekä kosteus. Tukin läpäissyt säteily mitataan mitta-antureilla ja muunnetaan digitaaliseksi tiedoksi. Kuvankäsittelytekniikalla tieto muunnetaan visuaaliseksi kuvaukseksi tukin poikkileikkauksesta. (Sipi 2009, 106).

Röntgenmittauksessa pystytään havaitsemaan jokaisen tukin oksaryhmät, oksien koko ja laatu, kuoren paksuus, vierasesineet, laho ja halkeamat sekä sydän- ja pintapuun laatu. (Pirhonen ym. Puubiomassan mittaustarpeet ja kehittämisenäkemykset 2013, 12). Kuvassa 5 näkyy tukin röntgenmittakuva, joka on peräisin Luvian sahan tukkilajittelijan monitorissa.



KUVA 5. Röntgenmitattu puu Luvian sahan tukkilajittelijan monitorissa

Röntgenmittauksesta, eli tukkitomografiasta hyödytään, kun tukkirungon arvosanto paranee. Tukin laaturajat saadaan tarkasti selville ja korkealaatuisimmat rungonosat voidaan hyödyntää tehokkaammin. Sisäisen laadun mukaan suoritettu mittaus parantaa tukkien laatua ja laadun vaihtelu on pienempää. Kun tukin sisäinen laatu tiedetään, voidaan tukkeja sahata

yksilöllisemmin ja saadaan tasalaatuisempaa tuotetta vähäisemmällä raaka-ainehukalla. (Sipi 2009, 108).

Tukkien lajittelu lokeroihin perustuu kokoon, latvaläpimittaan, pituuteen sekä laatuun. Tukkilajittelijan käyttäjä arvioi tukin laatua yleensä silmämääräisesti tukin katkaisupintojen sekä vaipan pintojen ominaisuuksien mukaan. (Sipi 2009, 75).

3.3 Luvian sahan tukkivastaanotto

Luvian sahan metsäosaston metsäjohtajan työnkuvaan kuuluu seurata sekä ylläpitää vierastoimittajien puuraaka-aineen toimitusmääriä. Kuukausittaisten vierastoimittajien toimitusmäärien ollessa tasan tai yli sen hetkisen ajankohdan tavoitteen metsäjohtaja yhdessä operaatioesimiehen kanssa suunnittelee ja laskee sahan oman hankintaketjun toimitusmäärää puuraaka-aineen suhteen. Vastaavasti vierastoimittajien toimitusmäärien notkahtaessa metsäjohtaja sekä operaatioesimies lisäävät sahan oman hankinnan toimitusmääriä. (Ojala 2017, 14).

Sahan puuraaka-aineen tarpeesta ja toimitustavoitteesta pidetään metsäosaston kesken palaveri suunnilleen kaksi kertaa kuukaudessa. Näissä palavereissa muodostuu käsitys hankintaketjujen kapasiteetista, sahan pystyvarannosta, korjuu- ja kuljetusketjujen kapasiteetista, hankintaesimiesten hankintatavoitteista sekä sen hetkisestä markkinatilanteesta.

Metsäjohtajan mukaan Luvian sahan tehdasvaraston koko on normaalisti noin 20 000 m³ tukkia ja kelirikko aikaan pyritään hankkimaan kelirikko varastot, jotka ovat kapasiteetiltaan vähintään saman verran kuin tehdasvarastokin.

Tukkivastaanottoon saapuu työpäivän aikana parhaimmillaan jopa 50 yhdistelmäkuormaa tukkia.

Sahan tukkivastaanottoon on kehitelty aikataulu- ja ajanvarausohjelmaa 2016-2017 välisenä aikana. Kehitystyö toteutettiin opinnäytetyönä Luvian sahalle. Työn tarkoituksena oli vähentää tukkivastaanotossa aiheutuneita ruuhkia sekä

tehostaa kuljetusresursseja. Ohjattu purku aikataulutusta myös osaltaan sujuvoittaa tukkilajittelun toimintaa. Purkuajanvarausohjelmalla toimii Internet-pohjainen Slotti-ajanvarausjärjestelmä, josta kuljettajat voivat itse varata purkuajansa. Lyhyesti selitettynä ajanvarausjärjestelmä toimii siten, että kuljettaja valitsee purkuajankohtaa varten sopivan päivän ja kellonajan, sekä täyttää tietoihin toimittajan tiedot. (Ojala 2017, 15).

Ajanvarausjärjestelmän haasteita olivat mm. syntynyt kilpailu autoyrittäjien välillä vapaista purkuajoista ja tästä syystä ilmestyi niin sanottuja ”haamuaikoja” jolloin varattuna purkuajana ei syystä tai toisesta tullutkaan sovittu kuorma perille. Myös kuljettajat kokivat järjestelmän tuovan lisäkuormitusta työhön. Positiivista ajanvarausjärjestelmän käyttöönotossa oli ruuhkan määrien pientyminen, tasaisempi puutavaran toimitusvirta, tukkilajittelijan käyttöasteen nousu ja kuljetusten ennustettavuus. Esimerkiksi autoilijoita pystyttiin informoimaan poikkeustilanteista sahalla, jolloin he saattoivat tehdä muutoksia päivän kuljetussuunnitelmiin, kun aiemmin saattoi joutua odottamaan ylimääräistä sahalla ongelmatilanteiden vuoksi. (Ojala 2017, 38).

Metsäjohtajan mukaan purku aikataulutusta on edelleen käytössä, mutta kuljettajakohtaiset varaukset esivaraa sahan operaatiopäällikkö, joka vastaavasti tekee ajanvaraukset toimitustavoitteiden perusteella. Kuljettajat voivat kuitenkin tarvittaessa muuttaa purkuajankohtaa sekä poistaa niitä. Tämä käytäntö on johtanut siihen, että usein autoilijat tuovat puukuormansa päivän aikana, miten sattuu. Esimerkiksi jollain autoilijalla saattaa olla purku aika varattuna iltapäivällä, mutta kuorma tuodaankin jo aikaisin aamusta, tai kuorma on saatettu tuoda kentälle jo yöllä. Tämä aiheuttaa satunnaista tukkivastaanoton ruuhkautumista ja satunnaisia lajittelukatkoja, kun toimitukset saapuvat yhtenä ryppäänä eikä tasaisesti niin kuin on suunniteltu.

Metsäjohtajan sekä tukkilajittelijan käyttäjän mukaan ajanvarausjärjestelmä on kuitenkin tärkeä, sillä sieltä kuljettajat näkevät minkä verran heidän tulee toimittaa puuta mihinkin aikaan. Ilman vähäisintäkään kuljetusten seuranta toimitusten suunnittelu olisi käytännössä mahdotonta.

3.4 Aiemmat tutkimukset tukkilajittelijan toiminnan häiriöistä

Helsingin yliopistolle tehdyssä Pro gradu- tutkielmassa pystykarsitun männikön sisälaadun arviointi tukkiröntgenaineistolla, oli tukkilajittelun yhteydessä tapahtuneita häiriöitä. Tutkielman tavoitteena oli selvittää, kuinka männyn pystykarsinta ilmenee tyvitukin laadussa tukkiröntgenillä mitattuna ja millaisia eroja tyvitukin laadussa on verrattuna verrokkiaineistoon, joita ei ole pystykarsittu. Tukkien mittauksen aikana tukkilajittelijassa tapahtui häiriöitä, jotka hankaloittivat tukkien mittausta. Häiriöiksi mainitaan kuljettimien lasertunnistimien toimimattomuus, sekä tukkilajittelijan rakenteesta johtuva tukkien epätasainen liikehdintä mittauksen aikana, jolloin mittauksesta ei tule niin tarkka kuin mahdollista. Rakennevika liittyi kuljettimen ja tukkimittarin välissä olevaan rakoon, sillä metallista tehty tukkikuljetin ei voi olla tukkimittarin lähellä, koska se aiheuttaisi suurta häiriötä mittauksessa. Kuljettimen ja tukkimittarin välisen raon takia tukit pomppivat kuljettimella ja tukkimittarissa, mikä aiheuttaa epätarkkuutta mittaukseen (Raatevaara 2017).

Edellä mainittu tutkimus mainitaan siksi, että siinä on hieman yhteneväisyyksiä tukkilajittelijan häiriöitä tutkivan opinnäytetyön kanssa. Aiempia tutkimuksia etsittiin Tampereen yliopiston tietokannoista. Haku tehtiin myös Helsingin ja Itä-Suomen yliopistojen tutkintojen päätöstöistä sekä väitöskirjoista. Vastaavaa tutkimusta ei kyseisistä lähteistä löytynyt.

4 AINEISTON HANKINTA

4.1 Aineistonkeruumenetelmä

Loppusyksystä 2019 järjestettiin kokous Luvian sahalla yhdessä metsäjohtajan, tuotannon esimiehen sekä laaturäällikön kanssa. Kokouksessa keskusteltiin eri tavoista kerätä aineistoa tukkilajittelijasta, aineistonkeruun ajankohdasta ja siitä, kuinka pitkältä ajanjaksolta aineistoa tulee kerätä.

Aineistonkeruumenetelmiksi ehdotettiin kameravalvontana tapahtuvaa seuranta tukkilajittelijan pysähdyksistä. Tästä tavasta luovuttiin, koska tukkilajittelijalle olisi pitänyt todennäköisesti lisätä uusia videokameroita, jotta toimintaa pystyisi seuraamaan etäyhteydessä. Lisäksi videoyhteydellä suoritettussa valvonnassa ei todennäköisesti olisi saatu selville kaikkia pysähdykseen johtavia syitä, koska eri mahdollisuuksia lajittelun keskeytykseen kuitenkin oli verrattain monta.

Toinen vaihtoehto oli tukkilajittelijan käyttäjän tehtäväksi annettu häiriötietojen keruu sitä varten luotuun taulukkoon. Tämä vaihtoehto olisi aiheuttanut ylimääräistä kuormitusta tukkilajittelijan käyttäjän työnkuvaan ja olisi todennäköisesti myös hidastanut lajittelua, joten tästäkin vaihtoehdosta luovuttiin.

Lopuksi kokouksessa päädyttiin siihen, että opinnäytetyössä analysoitava aineisto hankitaan perinteisellä paikan päällä tapahtuvalla seurannalla. Tähän päädyttiin, jotta aineisto olisi mahdollisimman tarkka sekä puolueeton. Tarkoituksena oli seurata sekä aamu- että iltavuoroa tasapuolisesti. Aineiston keräämiseen toivottiin käytettävän aikaa neljä viikkoa.

Opinnäytetyön aineistonkeruu osoittautui haastavaksi, sillä talvi jäi käytännössä tulematta. Huonoilla talviolosuhteilla oli suuri vaikutus sahan puunhankintaan. Alussa aineistoon tuli päiviä, jolloin puuta ei yksinkertaisesti tullut ja tukkilajittelu saattoi seisoa jopa kolme tuntia vuoron aikana. Vallinnut tilanne ei vastannut todellisuutta eikä haluttua aineistoa saatu tarpeeksi.

Erittäin huonojen keliolosuhteiden lisäksi 27.1 astui voimaan mekaanisen metsäteollisuuden lakko, jolloin aineistoa ei voitu kerätä. Toisessa kokouksessa Luvian sahalla tehtiin päätös, että aineistoa kerätään 9.-20.3.2020 välisenä aikana uudestaan, koska sitä ennen kerätty aineisto ei vastannut sitä mitä tällä työllä oli tarkoitus tarkastella.

Tutkittavaa aineistoa on hankittuna 2 viikon ajalta. Poikkeuksena aiempaan aineistonkeruuseen tukkilajittelijan toimintaa tarkasteltiin kaksi viikkoa pelkästään aamuvuorona, sillä se oli aineiston keruun kannalta helpompaa. Vain aamuvuoron seuraaminen ei aiheuta tuloksiin virhettä, koska saha toimii kahdessa vuorossa ja työntekijät vaihtavat viikoittain vuoroja, joten molemmat vuorot tulivat edelleen otantaan.

4.2 Aineistonkeruukaavio

Aineiston keräämiseen tukkilajittelijan toiminnasta päätettiin käyttää Microsoft Excel -ohjelmaa. Ensimmäisen Excel-pohjaisen aineistonkeruukaavion opinnäytetyötä varten kehittäjä sahan laatupäällikkö. Tätä aineistonkeruukaaviota lähdettiin kehittämään sen lopulliseen muotoon yhteistyössä Tampereen ammattikorkeakoulun Lehtorin kanssa.

Aineistonkeruulomakkeesta ilmenee tukkilajittelun pysähdyksen päivänmäärä ja kellonaika, häiriö, mahdollinen häiriön tarkenne, häiriön kesto minuuteissa, häiriön yllättävyys tai mahdollinen ennakoitavuus ja kommenttikenttä, jossa on tarvittaessa lisäselvityksiä häiriöstä ja sen syistä. Kuvassa 6 on aineistonkeruulomakkeen tietojen tallennustyökalu.

	A	B
1	Päivämäärä	
2	Lisää päivämäärä siniseen kenttään painamalla tätä painiketta. Voit muokata päivämäärää	
3		
4		
5		
6		20.3.2020 14:55
7		
8	Häiriötarkenteen valinta	
9	Lokero täynnä <input type="button" value="▼"/>	
10		
11	Häiriön tarkenne	
12	Kirjoita tarkenne alla olevaan siniseen kenttään	
13		
14		
15	Häiriön kesto minuuteissa	
16	5	
17		
18	Odotettu vai odotettu häiriö	
19	<input type="radio"/> Odotettu	
20	<input checked="" type="radio"/> Odottamaton	
21		
22	Kommentti	
23	Kirjoita kommentti alla olevaan siniseen kenttään	
24		
25		
26	Lisää tiedot tietokantaan	
27		
28		

KUVA 6. Aineistonkeruulomake

5 TULOKSET

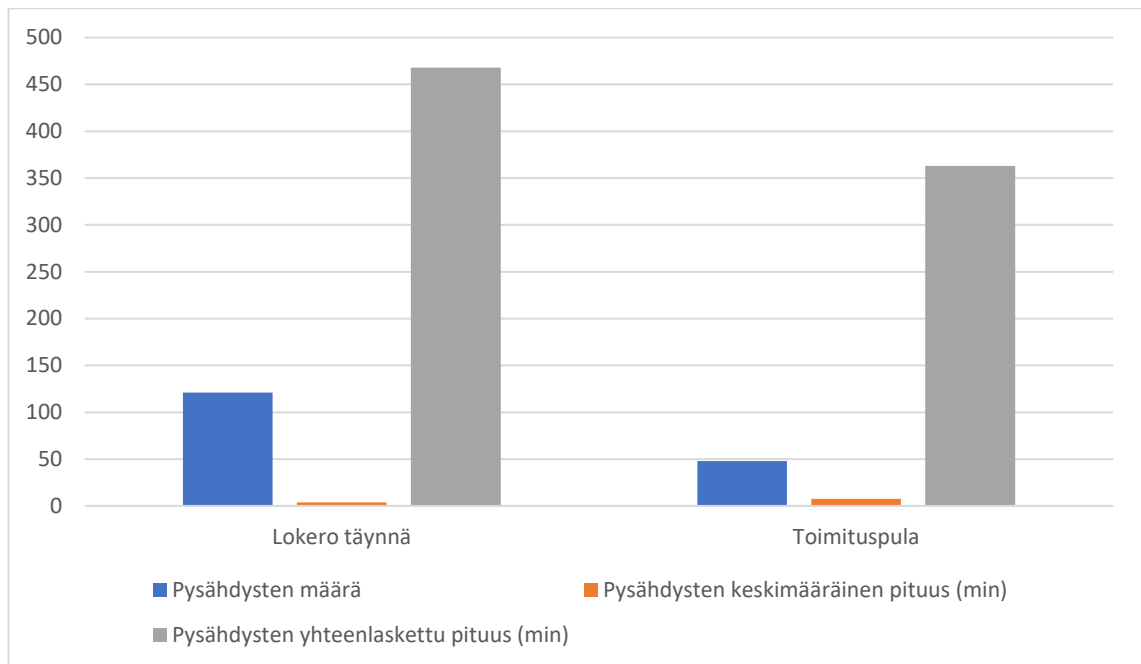
Opinnäytetyön aineisto koostui kvantitatiivisesta, eli määrällisestä aineistosta. Aineistoa hankittiin yhteensä 18 työpäivän ajan. Suurin osa näistä päivistä oli sellaisia, että tukkilajittelijan toiminta oli keskeytettynä suuren osan päivästä puupulan vuoksi. Kyseinen tilanne ei ole tavallinen normaaliolosuhteissa, jolloin puuta toimitetaan tasaisesti koko työpäivän ajan. Toimituspulasta johtuvia pitkiä lajittelutaukoja sisältävät päivät otettiin pois aineistosta, jotta tulokset vastaisivat enemmän normaaleja olosuhteita. Tästä syystä aineistossa käsitellään 10 työpäivää. Taulukossa 2. yhteenveto tukkilajittelijan pysähdyksistä ajallisesti.

TAULUKKO 2. Tukkilajittelijan häiriöistä kertovia tietoja

Seuratut työvuorot (kpl)	10
Seurattu tuntimäärä	85 h
Keskimääräinen pysähdysten määrä/vuoro (kpl)	21,2
Pysähdysten keskimääräinen pituus/vuoro	92 min 30s
Pysähdysten keskiarvo	4 min 36s
Pysähdysten yleisin pituus	1 min
Pysähdysten yleisin syy	Jokin 91 tukkilokerosta on täynnä

Eniten tukkilajittelijan pysähdyksiä aiheuttava häiriötilanne oli jonkin tukkilajittelijan 91 tukkilokeron täytyminen. Seurantajakson aikana kyseistä häiriötilannetta tapahtui 121 kertaa. Yleensä häiriö kesti 1-15 minuuttia. Häiriön keskimääräinen pituus oli 3 minuuttia 54 sekuntia ja yhteismäärällisesti 468 minuuttia (kuvio 1).

Toiseksi eniten tukkilajittelun pysähdyksiä aiheutti toimituspula, eli lajiteltavaa tukkia ei ollut. Häiriö toistui yhteensä 48 kertaa ja minuuttimäärällisesti ne kestivät yhteensä 363 minuuttia (kuvio 1). Pisimmän yhtäjaksoisen seisauksen tukkilajittelussa aiheutti toimituspula, joka kesti 40 minuuttia.



KUVIO 1. Kahden suurimman häiriön lukumäärät (kpl)

Määrällisesti kolmanneksi eniten tukkilajittelua keskeytti kontrollipuun merkkkaus (16 kpl). Tämä ei sinänsä ole häiriö, vaan kuuluu tukkilajittelijan työtehtäviin. Tukkilajittelijan mittari ottaa automaattisesti joka päivä joitain tukkirunkoja tukkimittarin kontrollimittausta varten. Kontrollimittaukset ovat puutavaramittauslain velvoittamia tarkastusmittauksia, joilla varmistetaan tehtaan puutavaramittauksen oikeellisuus. Vaikka kyseistä ”häiriötä” oli määrällisesti seuraavaksi eniten, se ei ollut sitä kuitenkaan ajallisesti.

Kontrollipuun merkkkaus kuitenkin sisältyy aineistoon, koska alkuvaiheessa jokaisen pysähdyn aiheuttava syy kirjattiin ylös, eikä sitä ollut luontevaa poistaa myöhemmissä vaiheissa.

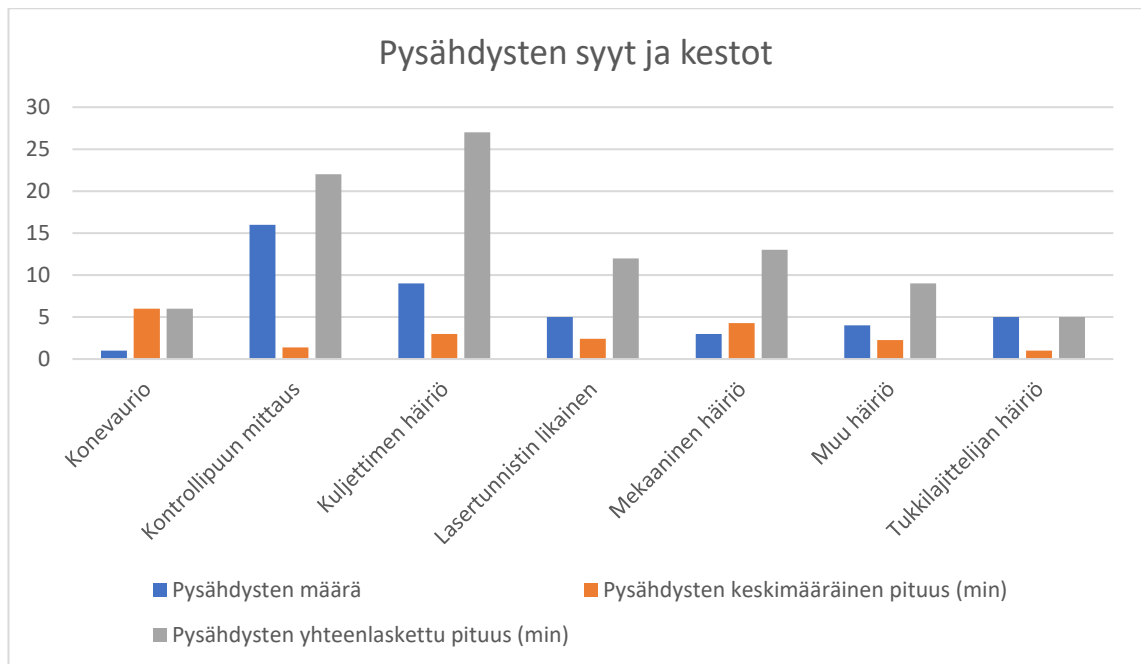
Kuljettimeen liittyviä häiriöitä tapahtui yhdeksän kappaletta. Ne olivat myös kestoltaan kolmanneksi suurin häiriö. Häiriön taustalla olivat kuljettimen potkaisusta johtuvat ongelmat, eli sellaiset, joissa tukki ei mene tukkilokeroon, vaan jää pystyyn linjastolle. Pieniläpimittaista puuta lajiteltaessa on myös vaarana, että arvostelupöydältä putoaa kaksi tukkia kerralla hihnakuljettimelle. Kuorman mukana pöydälle tulleet risut sekä oksat jumittavat linjastoa sekä kiramokuljetinta ja näin aiheuttavat kuljettimen häiriöitä.

Lasertunnistimen likaisuuteen liittyvä häiriö koskee tukkilajittelijan arvostelupöydän ja hihnakuljettimen välistä osaa. Tukkilajittelijassa on lasertunnistimet, jotka havaitsevat edessä olevan tukin, eikä se näin pääse syöttämään tukkeja päällekkäin. Jos lasertunnistimessa on roskaa tai likaa, laite luulee, että edessä on tukkia, eikä se silloin syötä seuraavaa linjastolle. Tämän seurauksena tukkilajittelijan käyttäjän on keskeytettävä lajittelu ja käytävä käsin putsaamassa lasertunnistimet.

Tukkilajittelijan häiriöksi merkityt pysähdykset liittyivät toimimattomiin lasertunnistimiin ja lengon tukkirungon aiheuttamaan kuljetinhäiriöön. Tukkilajittelijassa meni myös puutavaralajit sekaisin lokerossa, eli samassa lokerossa oli useampaa puulajia. Tämä häiriö tapahtui yhden kerran. Myös tukkirunkoja meni päällekkäin linjastolla. Se johtui mm. tukin pienestä läpimitasta. Myös suuriläpimitainen tukki jumitti tukkilajittelussa.

Muu häiriö piti sisällään vierasesineitä, moskaa ja risuja tukkilajittelijan linjastolla, jotka estivät linjaston toimintaa. Autoilijan purkamisen aloitus saattoi venyä niin, että tukkilajittelussa tuli tyhjä kohta ja eräessä tapauksessa toimittajan tietoja puuttui toiminnanohjausjärjestelmästä, joten niitä piti selvittää ennen lajittelun aloitusta.

Mekaaniset häiriöt johtuivat vierasesineiden, kuten esimerkiksi kivien aiheuttamista toimintahäiriöistä, sekä arvostelupöydän ketjukuljettimen hyppäämisestä väärään jakoon, jolloin tukit menevät kuljettimella vinoittain. Seurantajakson aikana sattui yksi konevaurio, joka liittyi tukkilokeroita tyhjäävän pyöräkuormaajan hydraulikkaan, kun yksi hydrauliletkuista meni poikki. Kusiossa 2 havainnollistetaan häiriöitä.



KUVIO 2. Tukkilajittelijan muut häiriöt

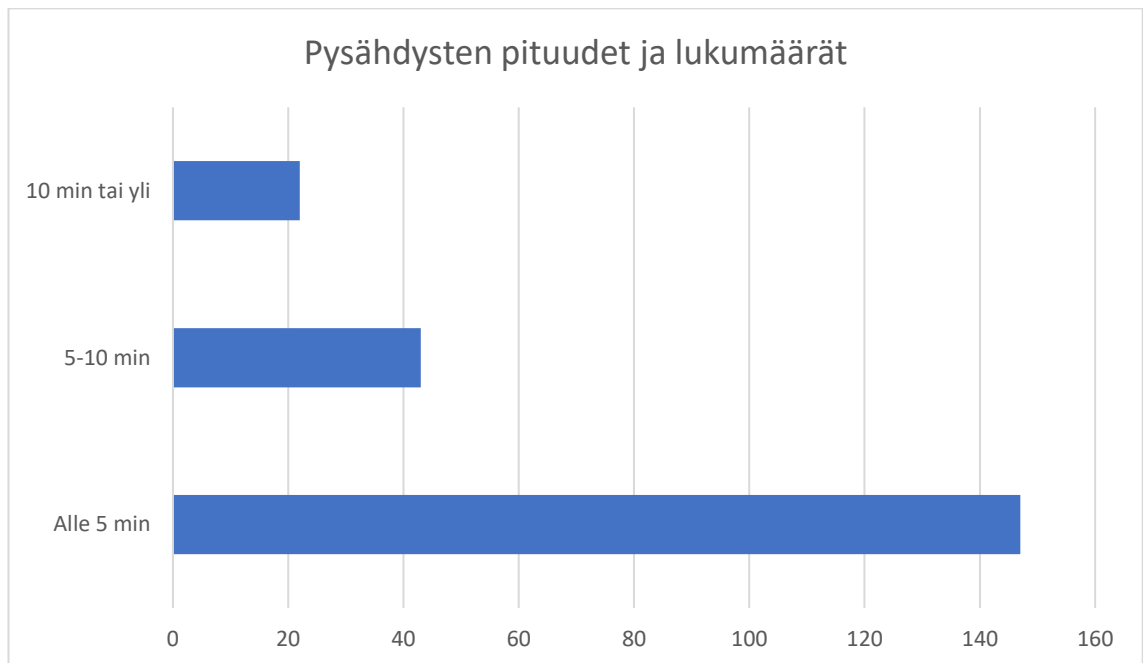
Kuten kuvioista 1 ja 2 huomataan, pienistä puroista syntyy suuri virta, ja esimerkiksi lokeron täyttymiset aiheuttavat jo kahden viikon aikana huomattavan tauon tukkilajittelijan toiminnassa.

10 minuuttia tai sen yli kestävät häiriötilanteet johtuivat toimituspulasta, jonka taustalla usein oli syynä se, ettei autoja ollut purkupaikalla. Puupula on seurausta erittäin huonosta talvikaudesta. Joissain tapauksissa toimitettua puuta olisi kyllä ollut tehtaalla, mutta jostain syystä koneenkuljettaja ei kyseisiä puutavaraeriä nostellut tukkilajittelun pöydälle.

Lokeron täytyminen oli häiriönä pitkäkestoisinta vuoronvaihtojen yhteydessä, ennen tai jälkeen ruokatunnin, sekä silloin, kun pyöräkuormaajankuljettajalla oli menossa toinen työtehtävä. Kuljettimen häiriö kesti kerran 10 minuutin ajan, koska lajittelulinjan potkaisija oli epäonnistunut tehtävässään siirtää tukki lokeroonsa. Häiriön keston vaikuttaa myös se, miten pian pyöräkuormaajankuljettaja saa vinon tukin poistettua linjastolta.

Suuri osa häiriötilanteista kesti alle viisi minuuttia. Ajallisesti merkittävimpiä tuloksia aiheutti toimituspula, jonka keskimääräinen kesto ylitti viisi minuuttia. Aineistonkeruujakson parhaimpana päivänä pysähdyksiä oli yhteensä 52 minuuttia ja huonoimpana 138 minuuttia. Parhaimman lajittelupäivän yleisin

häiriö oli tukkilokeron täyttyminen. Huonoimman lajittelupäivän yleisin häiriö oli myös tukkilokeron täyttyminen. Sattumalta paras ja huonoin lajittelupäivä olivat peräkkäin. Kuviossa 3. esitellään tukkilajittelijan pysähdysten jaoteltuna pysähdysten pituuksien mukaan.



KUVIO 3. Pysähdysten pituudet ja lukumäärät

6 POHDINTA

Kahden viikon seurannan aikana tukkilajittelijan toiminta pysähtyi yhteensä 212 kertaa. Yleisin pysähdyksen syy oli tukkilajittelijan tukkilokeron täytyminen. Tätä tapahtui yhteensä 121 kertaa kahden työviikon aikana. Tukkilokeron täyttymisen taustalla on useita syitä. Yleensä se johtuu siitä, ettei lokeroita tyhjäävä pyöräkuormaajankuljettaja ehdi riittävän ajoissa tyhjentämään pian täynnä olevaa lokeroa. Tämä korostuu etenkin silloin, kun tukkivastaanotossa ei ole autoja purkamassa kuormaa, vaan pyöräkuormaajankuljettaja joutuu itse lastaamaan tukkia tehtaalle maahan puretuista pinoista tukkilajittelijan pöydälle. Tällöin pyöräkuormaajankuljettajan on käytännössä mahdotonta seurata lajittelulokeroita.

Muita syitä tukkilokeroiden täyttymiselle ovat mm. pyöräkuormaajankuljettajan keskittyminen muihin työtehtäviin, kuten esimerkiksi pihan siivoukseen tai lajiteltujen pinojen järjestelyyn. Tukkilajittelijan kuljettimella olevat potkaisijat, joiden tarkoitus on siirtää tukki oikeaan lokeroonsa voivat myös epäonnistua tukin potkaisussa ja näin ollen tukki jää joko lokeroon tai linjastolle pystyyn ja tukkiä kuljetinta sekä lokeroa, jolloin lajittelulinjasto täytyy pysäyttää. Kyseiselle ongelmalle mahdollisia syitä ovat mm. tukkirungon huono painopiste tai Finnosmittarin mittausvirhe.

Tukkilokerot täyttyvät myös nopeasti, jos lajiteltavat kuormat sisältävät paljon järeää tukkia. Huomattavan usein tapahtui myös niin, että autoilijat toivat ns. väärää puulajia. Luvian saha käyttää raaka-aineena sekä kuusta että mäntyä. Tukkilajittelija lajittelee pääsääntöisesti kaksi päivää viikosta mäntyä ja loput kuusta, riippuen kuitenkin siitä kumpaa tarvitaan kulloinkin enemmän. Jos esimerkiksi männynlajittelupäivänä tukkilajitteluun tuodaan myös kuusta, se menee automaattisesti tukkimittarista mittaamattomana läpi sille erikseen tarkoitettuun lokeroon. Sieltä se siirretään kentälle odottamaan uutta lajittelua, kun seuraavan kerran kuusta lajitellaan. Koska ns. väärälle puulajille on käytössä vain yksi lokero, se täyttyy nopeasti, jos useampi autoilija tuo päivän aikana väärää puuta lajitteluun.

Aineistonkeruun aikana ilmeni, että puulajinvaihdon jälkeen työpäivän aikana tuli huomattavasti vähemmän lokero täynnä- tyyppisiä häiriöitä, koska jokainen lokero tyhjäetään silloin kokonaan ennen uutta lajittelua. Myös vuoronvaihdot ja kahvi- sekä ruokatauot vaikuttivat häiriön pituuteen, koska täyttyvää lokeroa ei juurikaan tyhjäty ennakoivasti.

Toiseksi merkittävin häiriö oli toimituspula. Opinnäytetyön tekoaikaan 2019-2020 oli historiallisen lämmin talvi (Lehtonen 2020). Huonot keliolosuhteet vaikeuttivat metsänhakkuita koko Luvian sahan hankintapiirissä. Toimituspulan syitä olivat keliolosuhteiden vuoksi syntyneet tukkipula sekä metsäautoteiden surkea kunto ja huono kantavuus.

Ajoittaista toimituspulaa aiheutti myös puukuormatoimitusten satunnaisuus. Usein kävi siten, että autoilijat saapuivat tuomaan kuormiansa yhtäaikaisesti ja muodostivat ruuhkaa tukkivastaanottoon, mutta ruuhkan jälkeen toimituksissa oli hiljaisempaa.

Tukkilajittelijan käyttäjän haastattelussa ennen aineistonkeruuta lajittelun suurimmaksi keskeyttäjäksi koettiin toimituspula. Kyseisen ongelman kenties suurin myötävaikuttaja on nimenomaan huonot sääolosuhteet, jolloin puuta ei saada tarpeeksi tienvarteen ja sahalle. Normaalisti vuosittain sahalle kuljetetaan roudan aikaan kelirikkovarasto, jossa on pahimman kelirikkoajan ajaksi puutavaraa. Tänä talvena se ei kuitenkaan ollut mahdollista, ennen kuin mekaanisen metsäteollisuuden lakko astui voimaan. Neljän viikon lakon aikana sahalle saatiin lähes viime vuosia vastaava kelirikkoarasto.

Kuljettimen häiriöitä muodosti eniten tukkilinjaston potkaisumekanismi, jonka tehtävänä on siirtää tukki laatu- ja mittaluokkiensa mukaan oikeaan lokeroon. Potkaisun häiriöitä esiintyi satunnaisen tasaisesti ja häiriöiden kesto oli normaalisti muutaman minuutin mittainen. Ongelman ratkaisussa keskeisenä oli pyöräkuormaajankuljettaja, joka poisti koneen avulla linjastolla poikittain olevan tukin.

Tukin siirtotehtävän suorittavassa potkaisijassa ja sen toiminnassa tapahtuvien häiriöiden syyt eivät tulleet ilmi kovin hyvin, eikä yksittäistä syytä satunnaisesti

tapautuvalle vialle voitu ilmoittaa. Häiriötä pohtiessa esiin tuli tukin huono painopiste sekä tukkimittarin mittausvirhe.

Luvian sahan tukkilajittelija on teknisesti hyvin luotettava laitos. Aineistonkeruun aikana itse tukkilajittelijassa tai sen mekaniikassa ei tapahtunut hajoamisia tai muita merkittäviä häiriötilanteita. Jos tekniikka kuitenkin sattuisi menemään rikki, sillä olisi tukkilajittelun keskeytymiseen ajallisesti todennäköisesti hyvin suuri vaikutus. Tutkimuksen aikana tukkilajittelun keskeytykset eivät johtuneet tukkilajittelijan mekaniikan tai toimintavarmuuden vuoksi, vaan syyt juontuivat muusta tukkilajitteluun liittyvästä toiminnasta.

Tukkilajittelija on oleellinen osa sahalaitosta, koska tukkilajittelussa tukit lajitellaan mitta- ja laatuvaatimusten mukaisesti sahausluokkiin. Jos tukkilajittelu on pysähdyksissä paljon työpäivän aikana, se ei ehdi lajitella tarpeeksi tukkia välivarastoon. Saha pyrkii sahaamaan joka päivä tavoitemääränsä, joten tukkilajittelun täytyy ottaa lajittelutavoitetta kiinni jossain vaiheessa, jottei välivarasto tyhjene ja sahaus seisahdu.

Tukkilajittelun ollessa pysähdyksissä kustannuksia syntyy työntekijöiden palkanmaksun muodossa. Kustannuksia syntyy myös jossain vaiheessa tehtävästä ylityövuorosta, jotta tukkilajittelu saa lajittelutavoitteen kiinni ja välivaraston tarpeeksi suureksi. Lisäksi kustannuksia syntyy laitteiston kuluttamasta energiasta ja koneiden polttoainekustannuksista.

7 KEHITYSEHDOTUKSET

Lokeron täyttymisen ja siitä seuraavan lajittelun keskeytyksen torjumiseksi tulee tukkilajittelijan pyöräkuormaajankuljettajille laatia selkeät kirjalliset työohjeet, joissa selvennetään työtehtävän tärkeimmät prioriteetit. Lajittelu toimisi jouhevammin, jos tärkeimpänä asiana pidettäisiin sitä, että lajittelijan pöytä ei ole milloinkaan tyhjä. Seuraavana prioriteettina suotavaa olisi pitää lokeroiden tyhjäystä. Edellä mainittu tärkeysjärjestys sopisi siksi, että lokeron täytyessä häiriö kestää yleensä minuutista muutamaan minuuttiin, mutta jos tukkilajittelun pöytä menee tyhjäksi, lajittelun pysähdys kestää helposti viisi minuuttia ja enemmänkin. Viimeisimpänä tärkeysjärjestyksessä olisi tukkikentän ja tukkipinojen siistimistyöt. Koneiden huoltotoimenpiteet voitaisiin ajoittaa iltavuoron loppuun.

Toimituspulan vuoksi aiheutuvia lajittelukatkoja pystyttäisiin tarvittaessa torjumaan esimerkiksi siten, että autoilijat voisivat tuoda kuormia myös lajittelun ulkopuolella ja näitä kuormia sitten siirrettäisiin lajiteltavaksi pyöräkuormaajan avulla. Ratkaisutavan haasteena on sahan pihapiirin tilanpuute, eikä normaalina lajittelupäivänä todennäköisesti tule sopivaa ajankohtaa lajitella maahan purettuja kuormia, koska uusia kuormia tulee jatkuvasti.

Pyöräkuormaajankuljettajan tulisi huomata lajittelupöydän tyhjentyminen samalla kun hän tyhjentelee lokeroita. Pyöräkuormaajan hytissä on näyttö, josta kuljettaja näkee sahan syöttöpöydän tilanteen. Kyseiselle näytölle voisi liittää videokamerakuvaa myös tukkilajittelijan purkupöydistä, jolloin pyöräkuormaajankuljettajan olisi helppo seurata myös tukkilajittelijan syöttötilannetta.

Luvian sahallä käytössä olevaa tukkivastaanoton ajanvarausjärjestelmää hallinnoi tukkilajittelun työntekijän mukaan tällä hetkellä sahan operaatiopäällikkö. Metsäjohtajan mukaan operaatiopäällikkö tekee kuljetusyrittäjille purkuajavaroituksia sen perusteella, paljonko kunkin kuljetusyrittäjän alueella on puutavaraa tienvarsivarastossa ja mitkä ovat sen hetken kuljetustavoitteet. Autoilijoiden kuljetustavoitteet riippuvat

hankintaesimiehille asetetuista kuukausittaisista hankintatavoitteista. Ajanvarausjärjestelmää ja sen hallinnointia voisi koittaa parantaa ja luoda tarkemmat purkuaikataulut jokaiselle kuljetusyrittäjälle. Siten välttyttäisiin ruuhkilta tukkivastaanotossa sekä tasattaisiin toimituksia. Jotta autoilijat saapuisivat varattuna ajankohtana, käyttämättömistä ajanvarauksista voitaisiin ojentaa keskustelemalla toimitussopimuksista.

Jos kotimaan puukaupassa eletään laskusuhdanteen aikoja tai hakkuuolosuhteet ovat hankalia, niin tuontipuun hankinta voisi olla yksi pelastava tekijä. Haasteena on kauppojen ja laivatoimituksen oikea ajoitus.

Vierasesineiden sekä risujen aiheuttamat kuljettimen häiriöt voitaisiin estää siten, että puutavaraerän toimittaja huolehtisi kuorman puhtaudesta. Tukkilajittelijan potkaisun aiheuttamiin häiriöihin ei löytynyt yhtä selkeää syytä, joten ongelman ratkaisun voisi aloittaa tukkilajittelijan säädoistä.

Lajiteltavien tukkien pieni läpimitta aiheutti tavallista enemmän hankaluuksia tukkilajittelussa, koska pienempiä tukkeja meni helposti kaksi kerralla tukkimittarin läpi. Ongelmaa voisi torjua tukkilajittelijan arvostelupöydän kuljetusketjujen säätämällä tai yksinkertaisesti nostamalla tukin minimiläpimittaluokkia.

Mekaaniset häiriöt niin ikään johtuivat myös oksista ja moskasta sekä vieraista esineistä kuljettimella. Eräässä tapauksessa arvostelupöydän kuljetinketju hyppäsi paikoiltaan, koska arvostelupöydälle kulkeentunut tukki oli vinossa ja pääsi vääntämään ketjuja pois paikoiltaan. Arvostelupöydän kuljetinketjuja pidetään tarkoituksella hieman löysällä, koska ketjun hypätessä pois paikoiltaan se on helpompi ja nopeampi asentaa takaisin tilaansa.

Mekaaniset häiriöt aiheuttavat todennäköisesti myös kulumista tukkilajittelijan mekaniikassa ja näin ollen niitä tulisi välttää. Tarpeeksi monta häiriötä, esimerkiksi kivet tai risut saattavat hajottaa kuljettimia tai muuta mekaniikkaa. Mahdollisessa kuljettimen hajoamisessa lajittelu pysähtyy todennäköisesti huomattavan pitkäksi aikaa ja kustannukset nousevat.

Lasertunnistimien likaantuminen tukkilajittelijassa aiheuttaa aina pysähdyksen ja tukkilajittelijan käyttäjä joutuu puhdistamaan likaantuneen tunnistimen käsin. Häiriön kesto oli keskimäärin reilut kaksi minuuttia ja häiriötä tapahtui kahden viikon seurantajakson aikana viisi kertaa. Merkittävästä häiriöstä ei siis ole kyse, mutta nämäkin seisahdukset olisivat suhteellisen helposti poistettavissa. Likaantumiselle herkimmät lasertunnistimet vaikuttivat olevan arvostelupöydän jälkeen olevalla ketjukuljettimella. Tunnistimien avulla potkaisu siirtää tukin ketjukuljettimelle, kun edellinen tukki on kulkenut tunnistimien ohi. Kyseiset tunnistimet voitaisiin sijoittaa esimerkiksi putken sisään, jolloin kuorimoska ja lika ei pääse sotkemaan lasertunnistimen silmää. Toisena vaihtoehtona voisi tukkilajittelijalle rakentaa paineilmajärjestelmän sekä paineilmalinjaston jokaiselle lasertunnistimelle. Lasertunnistimiin voitaisiin puhaltaa paineilmaa tasaisin väliajoin. Vastaava järjestelmä on jo käytössä sahauslinjastossa.

Lasertunnistimen häiriöissä kyseessä on myös työturvallisuus. Tukkilajittelijan käyttäjän tarvitsee käydä käsin puhdistamassa lasertunnistinta. Samalla hän joutuu menemään lajittelulinjastolle kuljettimien päälle. Tukkilajittelijan laitteistossa saattaa olla mahdollista, että kuljettimet alkavat liikkumaan automaattisesti. Ensiarvoisen tärkeää on sammuttaa tukkilajittelu ja laitteisto ennen kuljettimien päälle siirtymistä. Inhimillisiin virheisiin on kuitenkin mahdollisuus, ja työntekijä voi jäädä puristuksiin kuljettimien väliin, jos tukkilajittelun kuljettimet alkavat liikkua.

Kontrollipuun merkitsemisestä johtuneet lajittelupysäytykset ovat välttämättömiä, eikä automaattista merkitsemistapaa ole vielä käytössä. Automaattista merkitsemistä ei ole välttämättä järkevää lähteä kehittämään kustannusten noustessa liian korkeiksi. Kyseistä tapahtumaa ei periaatteessa olisi tarvinnut ottaa mukaan aineistoon, sillä kyseessä ei ole häiriö, vaan tukkilajittelijan toimintaan liittyvä välttämätön työtehtävä. Kaikki kontrollipuun merkitsemisestä johtuvat pysähdykset ovat kuitenkin mukana, sillä niitä ei ollut luontevaa poistaa enää aineistonkeruun puolivälissä.

Tukkilajittelijan häiriöt koostuivat pitkälti tukin huonosta asettelusta linjastolle. Viat olisivat voineet mennä myös kuljettimen häiriö- otsikon alle. Muu häiriö oli tarkemmin määrittelemätön pysähdyksen syy ja useimmiten kyseisen otsikon alle

meni esimerkiksi autoilijasta johtuva tauko. Tällaisia olivat esimerkiksi lastauksen aloittamisen venyttäminen. Kyseisiä häiriöitä voi ehkäistä toimintatapoja muuttamalla. Autoilijan on suotavaa irrottaa kuorman sidonta ja toimittaa vastaanottotodistus kuormaan liittyen jo jonossa ollessaan, kuin että toimenpiteet suoritetaan vasta purkupaikalle siirtymisen jälkeen.

Vaikka häiriöiden kesto keskimäärin oli vain 1-4 minuuttia, paitsi toimituspulahäiriön, jonka keskimääräinen pituuskin oli yli 7 minuuttia, aiheutti häiriöiden tiuha toistuvuus ajallisesti suuria taukoja lajittelussa kahden viikon ajalta. Taulukosta kaksi voidaan havaita, että aineistonkeruujakson aikana tukkilajittelija seisoit toimeettomana keskimäärin 92minuuttia ja 30 sekuntia työvuoroa kohden. Toisin sanottuna tukkilajittelu on pysähdyksissä keskimäärin 18% työvuoron ajasta ja samalla koko aineistonkeruuseen käytetystä ajasta. Jos esimerkiksi lokeron täyttymisestä johtuvat pysähdykset saataisiin Luvian sahalla lähelle nollaa toimintatapoja muuttamalla, olisi tukkilajittelu pysähdyksissä enää 10-8,8% työvuoron ajasta.

8 TUTKIMUKSEN VAHVUUDET JA HEIKKOUEDET

Luvian sahan tukkilajittelijan toimintaa ja toiminnan häiriöitä käsittelevän opinnäytetyön idea tuli sahan metsäpäälliköltä. Tarkoituksena työssä oli tutkia tukkilajittelijan toiminnassa tapahtuvia häiriöitä, jotka keskeyttävät lajittelua. Opinnäytetyön aiheen selkeä rajaus sekä tarkoitusperät olivat työn vahvoja puolia. Tapa, jolla aineisto kerättiin, eli fyysisesti paikan päällä istuen ja raportoiden, saatiin mahdollisimman puolueeton ja totuudenmukainen aineisto. Aineiston keräämiseen käytetty Excel-lomake kuului myös työn vahvuuksiin, sillä se helpotti aineiston keräämistä huomattavasti.

Tutkimuksen heikkouksiin lukeutuu analysoitavan aineiston suppeus. Aineiston määrään vaikutti erittäin leuto talvi, jolloin korjuuolosuhteet olivat huomattavan vaikeat ja monin paikoin mahdottomat. Aineistoa oli turhaa kerätä sellaisilta päiviltä, jolloin sahalle toimitettavaa tukkia ei ollut. Lajittelupäivät, joissa on monta tuntia työseisausta toimituspulan vuoksi, vääristävät tuloksia. Kyseiset päivät eivät vastaa todellisuutta ja normaalia tilannetta sahalla. Puupulan lisäksi mekaanisen metsäteollisuuden neljä viikkoa kestänyt lakko aiheutti sen, ettei aineistonkeruuseen enää ollut sen enempää aikaa, kuin mitä työssä loppujen lopuksi käytettiin.

Jokainen mahdollinen häiriön syy ei tullut ilmi tukkilajittelun työntekijöiden haastattelussa, joten aineistonkeruun aikana piti luoda myös uusia häiriön tarkennuksia. Työn aikana havaittiin, että mahdollisia häiriönkuvauksia saattoi tulla jopa liikaakin, ja yksinkertaisemmalla häiriönkuvauksella olisi kenties saanut tarkemman aineiston. Esimerkiksi tukkilajittelijan häiriössä, mekaanisessa häiriössä ja kuljettimen häiriössä oli paljon samoja vikoja taustalla, ja useimmat olisivat voineet kuulua kuljettimen häiriöihin. Tulevaisuutta ajatellen vastaavaa aineistonkeruumenetelmää käytettäessä kannattaa tutkia, missä vaiheessa työprosessia häiriö ilmenee ja tarkistaa mistä häiriö pääasiassa johtuu. Lisäksi kannattaa miettiä, onko jokin hetkellinen pysähdys lajittelussa häiriö välttämättä ollenkaan, vaan onko se välttämätön osa työtä.

9 YHTEENVETO

Luvian sahan tukkilajittelijan toimintaa ja toiminnan häiriöitä tutkiva työ onnistui tarkoituksessaan, sillä aineistonkeruujakson aikana saatiin oleellista tietoa syistä, miksi tukkilajittelijan toiminta keskeytyy vuoron aikana. Opinnäytetyön suurimmaksi haasteeksi osoittautui huonot talvihakkuuolosuhteet, sillä aineistoa tukkilajittelijan toiminnasta oli tarkoitus kerätä pitemmältä aikaväliltä. Kuitenkin puupula puuttui tilanteeseen, samoin kuin mekaanisen metsäteollisuuden neljä viikkoa kestänyt lakko, joten aineistoa kerättiin suppeammalta aikaväliltä.

Todennäköisesti tulokset olisivat tarkempia sekä varmempia pidemmän aikavälin seurannassa, mutta kahden viikon aikanakin tuloksista saatiin sellaiset, kuin ehkä osattiin jo odottaa. Tuloksia tarkastellessa voidaan huomata, että osa häiriönkuvauksista oli ylimääräisiä. Osa häiriöistä myös kuvattiin eri tavalla, vaikka ne olisivat voineet olla saman kuvauksen määrittelemänä. Tämä saattoi johtua siitä, että eri häiriönkuvauksia oli niin monta. Vastaisuudessa Häiriönkuvauksia voitaisiin rajata, jotta aineisto olisi vieläkin tarkempi.

Tukkilajittelijan toiminnan tarkastelu oli Luvian sahalle hyödyllistä ja aineistosta saadut tulokset tärkeitä ajatellen sahan ja tukkilajittelun toiminnan tehostamista. Tukkilajittelijan toimintaa keskeyttäviä häiriöitä on mahdollista vähentää toimintatapoja muuttamalla. Työvuoron ajasta 18% toimetttömyys on melko suuri osa, ja häiriöitä välttämällä lajittelemattoman ajan osuutta työvuorossa voidaan pienentää huomattavasti.

Puutavaratoimitusten tasaisuus ja aikataulussa pysyminen on suuressa roolissa tukkilajittelijan tehokkaassa toiminnassa ja se aiheuttaakin todennäköisesti suurimmat haasteet tukkilajittelijan tuottavuuden nostossa, sillä puutavaralogistiikkaa ei ole mahdollista aikatauluttaa ja ennustaa ajallisesti niin helposti kuin esimerkiksi kappaletavaralogistiikkaa. Tämä johtuu siitä, että puutavarakuormien lastauspaikat ovat usein hankalien maasto-olosuhteiden takana. Puutavaralogistiikan suunnittelussa täytyy ottaa huomioon myös monta muuta asiaa, esimerkiksi hakkuuketjun työskentely.

Jokaista toimintaa keskeyttävää häiriötä ei pystytä ennakoimaan tai estämään, sillä esimerkiksi laiterikot tapahtuvat usein yllättäen. Vaikka laitteistoa huolletaan säännöllisesti, se ei silti estä vahinkoja tai inhimillisestä virheestä johtuvia vikoja. Suurin osa ongelmista, jotka keskeyttävät lajittelua ovat mahdollisuuksien mukaan mahdollisia puolittaa tai lähes poistaa kokonaan toiminnan uudelleenorganisoinnin kautta.

LÄHTEET

Honkela, J. Metsäjohtaja. 2020. Sähköpostikysely 28.1.2020. Haastattelija Pasto, J-J.

Hämäläinen, J., Hujo, S., Korpilahti, A. 11.5.2006. Metsätehon raportti 191. Puutavaran mittauksen tutkimus ja kehitysohjelma. Verkkojulkaisu. Luettu 7.3.2020. http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/metsatehon_raportti_191.pdf

Lanki, A-J. Tukkilajittelijan operaattori. 2019. Haastattelu 6.11.2019. Haastattelija Pasto, J-J.

Lehtonen, I. Talvi oli ennätysellisen leuto. Ilmatieteen laitos. 23.3.2020. Luettu 24.4.2020. <http://www.ilmastokatsaus.fi/2020/03/23/talvi-oli-ennatysellisen-leuto/>

Ojala, A., Tukkivastaanoton aikataulukutus Luvian sahallä. Opinnäytetyö. 2017. Luettu 1.3.2020.

Pakkanen, E., Leikola, M. 2011. Tervaa, lautaa ja paperia. Suomen metsien käytön historiaa. 1. painos. Metsäkustannus.

Raatevaara, A. 2017. Pystykarsitun männikön sisälaadun arviointi tukkiröntgenaineistolla. Metsäteknologia ja logistiikka. Helsingin yliopisto. Metsätieteiden laitos. Pro gradu- tutkielma. Luettu 24.4.2020. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/193695/Raatevaara_PG.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Räsänen, T., Usenius, A., Heikkilä, A., Holmila, P., Usenius, T. 10.8.2017. Metsätehon raportti 243. Tukkiröntgendata sahapuun ohjauksessa. Verkkojulkaisu. Luettu 17.3.2020. http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti_243_Tukkirontgendata_sahapuun_ohjauksessa_tr_y_m.pdf

Savioja, J., Tukkilajittelija. 2020. Haastattelu 17.3.2020. Haastattelija Pasto, J-J.

Sipi, M. 2009. Puuraaka-aineen mittaus. Mittausmenetelmät ja niiden perusteet. Yliopistopaino. Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja 44. 2009. Luettu 20.4.2020.

Varis, R. 2017. Sahateollisuus. Suomen sahteollisuusmiesten Yhdistys ry. 2. painos. Jyväskylä. Kirjakaari Oy. Luettu 22.4.2020.

Vilkuna, J. Esittely. 2015. Luvian Saha Oy. Luettu 6.3.2020.