



Ladonnan laadunvarmistaminen liimauksen prosessivaatimusten osalta

Case: Metsä Wood Suolahden havuvaneritehdas

Minna Hämäläinen

Opinnäytetyö, AMK
Syyskuu 2021
Tekniikan ja liikenteen ala
Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Hämäläinen, Minna

Ladonnan laadunvarmistaminen liimauksen prosessivaatimusten osalta.

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Syyskuu 2021, 77 sivua.

Tekniikan ja liikenteen ala. Logistiikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä

Tiivistelmä

Tuotteen korkea laatu on yritykselle tärkeä strateginen kilpailutekijä, joka vaikuttaa myös yrityksen kannattavuuteen. Tuotteen laadun arvottaa aina asiakas, joka arvioi onko hän saanut vastinetta rahoilleensa. Tämän arvion pohjalta asiakas muodostaa mielipiteensä niin tuotteesta kuin koko yrityksestäkin. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Metsä Wood Suolahden havuvaneritehtaan ladontalinjalla laatuun asetettujen prosessivaatimusten noudattamista sekä tutkia, mitkä syyt vaikuttivat siihen, ettei tuote aina täyttänyt laatuvaatimuksia. Lisäksi tarkasteltiin, oliko ruuhkatavaran valmistamisella vaikutuksia rata-aikojen toteutumiseen 1- ja 2-kuumapuristimilla. Tarkoituksena oli löytää kehityskohteita, joiden avulla reklamaatioiden määrä saataisiin pienenemään nykyisestä ja vastaavasti varmistaa tuotteen tasainen laatu myös tulevaisuudessa.

Työn teoreettinen viitekehys muodostui vanerin valmistuksesta, ladontalinjalle asetetuista prosessivaatimuksista sekä laadunvarmistamisesta. Opinnäytetyön tutkimusstrategiana oli tapaustutkimus, jossa käytettiin sekä kvalitatiivista, että kvantitatiivista tutkimusmenetelmää. Tutkimuksen aineistonkeruumenetelmänä käytettiin pääasiassa havainnointia ja haastatteluja. Lisäksi tutkimuksen tekemiseen hyödynnettiin valmiita olemassa olevia aineistoja, jotka sisälsivät tutkimuksen omaa aihepiiriä.

Tutkimuksessa kävi ilmi, että 25 % ladonta-ajoista ylitti asetetun 10 minuutin ajan. Avoimen ajan ja normaallitavaran rata-ajan havainnoinnissa ylityksiä ei juurikaan tapahtunut. Sen sijaan osa ruuhkatavaran rata-ajoista oli lähellä ylittää asetetun aikarajan. Lisäksi ladontalinjalla viilujen korjaamisessa oli eroja eri työvuorojen välillä. Etenkin yhdessä työvuorossa laatuvaatimukset eivät aina täyttyneet.

Tutkimuksen tavoite saavutettiin hyvin. Esille tulleiden ongelmien ja haasteiden pohjalta laadittiin kehitysehdotuksia, jotka voisivat auttaa laadunvarmistuksessa tämän tutkimuksen jälkeen. Etenkin ruuhkatavaran rata-aikoihin olisi hyvä kiinnittää jatkossakin huomioita, sillä mahdolliset ylitykset asetetuissa ajoissa vaikuttavat tuotteen laatuun oleellisesti. Kehitysehdotuksena rata-aikojen hallintaan on hankkia merkintälaitte, joka merkitsee aihion esipuristimen aukeamisajan. Näin ollen ruuhkatavaran rata-aikaa pystyttäisiin seuraamaan tuotantoprosessin seuraavassa vaiheessa helpommin. Mahdollisen rata-ajan ylityksen tapahtuessa jokainen tuote voitaisiin arvioida laadun kannalta joko tuotantoon kelpaavaksi tai kelpaamattomaksi. Tämä toimenpide voisi estää huonolaatuisten tuotteiden pääsyä pidemmälle tuotantoon tai jopa asiakkaalle asti.

Avainsanat (asiasanat)

Metsä Wood, vaneri, ladontalinja, laadunvarmistus

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Ei

Hämäläinen, Minna

Quality assurance on the lay-up line according to gluing process requirements.

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, September 2021, 77 pages.

Engineering and technology. Degree programme in Logistics Engineering. Bachelor's thesis.

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The high quality of the product is an important strategic competitive factor for the company, which also affects the company's profitability. Product quality is always valued by customers, who assess whether they receive value for the money. Based on this assessment, the customer forms an opinion about both the product and the company. The aim of the study was to determine the compliance with the process requirements for quality on the lay-up line of the Metsä Wood Suolahti plywood factory and to investigate the reasons why the product did not always respond the quality requirements. In addition, it was examined whether the production periodical additional production from 2nd lay-up line influenced the realization of track times at 1- and 2-hotpresses. The aim was to find areas for development that would reduce the number of complaints from the current level and accordingly ensure the consistent quality of the product in the future.

The theoretical framework of the work consisted of the production of plywood, the process requirements set for the lay-up line and quality assurance. The research strategy of the thesis was a case study using both qualitative and quantitative research methods. The main data collection methods used in the study were observation and interviews. In addition, relevant existing materials were used to conduct the research.

The study showed that 25 % of the lay-up times exceeded the set 10 minutes time. In the observation of open time and track time, there were only a few exceedances. Instead, when additional production was brought from 2nd lay-up line track times were close to exceeding the set time limit. On the lay-up line, there were also differences in the repair of veneers between different shifts. Especially in one shift, the quality requirements were not always met.

The aim of the study was well achieved. Based on the problems and challenges that arose, development proposals, that could help in quality assurance following this study were determined. It would be a good idea to pay attention to the track times of additional production, as any overruns in a timely manner significantly affect product quality. A development proposal for the management of track times is to acquire a marking device which marks the opening time of the pre-press in the panel stack. In the event of a possible overrun, each product could be evaluated whether they meet the required quality or not. This operation could prevent poor quality products from reaching further production steps or even the customer.

Keywords/tags (subjects)

Metsä Wood, plywood, lay-up line, quality assurance

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisältö

1	Johdanto	9
1.1	Opinnäytetyön tausta	9
1.2	Metsä Wood.....	10
1.3	Suolahden vaneritehtaat.....	10
2	Tutkimusasetelma	11
2.1	Tavoite.....	11
2.2	Työn rajaukset.....	11
2.3	Tutkimuskysymykset	11
2.4	Tutkimustyyppi- ja menetelmät.....	12
2.5	Aineistonkeruumenetelmät	14
3	Vanerin valmistus	16
3.1	Valmistusprosessi.....	17
3.2	Haudonta.....	18
3.3	Kuorinta, mittaus ja katkonta.....	18
3.4	Sorvaus ja leikkaus	19
3.5	Viilun kuivaus ja lajittelu	20
3.6	Liimaus, ladonta ja puristus	21
3.7	Viimeistely, jatkojalostus ja pakkaus.....	23
4	Liimauksen prosessivaatimukset	24
4.1	Aikarajat tuotannossa	24
4.2	Prosessivirheet ladonnassa	27
4.3	Työtehtävät	30
5	Laadunvarmistaminen	32
5.1	Laatu.....	32
5.2	ISO 9001 -standardi.....	33
5.3	PDCA-menetelmä	34
5.4	Laadunhallinta.....	36
6	Tutkimuksen toteutus.....	37
6.1	Tutkimusaineiston hankinta.....	37
6.2	Tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti	38
6.3	Yleiset havainnot	38
7	Tutkimustulokset.....	39
7.1	Ladontalinjalla tapahtuvat häiriöt.....	39

7.1.1	Mittaukset operaattorilla	39
7.1.2	Mittaukset ladonta-aseamalla	45
7.2	Ladonnan laatuvaatimusten täytyminen	50
7.3	Tuotantoon asetetut aikarajat	54
7.4	Ruuhkatavaran vaikutukset.....	60
7.5	Tämän tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys	62
7.6	Kehittämisehdotukset	63
8	Pohdinta.....	67
	Lähteet	70
	Liitteet	72
	Liite 1. Lomakehaastattelu	72
	Liite 2. Häiriöseurantalomake: Operaattori	73
	Liite 3. Häiriöseurantalomake: Ladonta-asema	74
	Liite 4. Ladonta-ajan seurantalomake.....	75
	Liite 5. Avoin aika seurantalomake	76
	Liite 6. Rata-ajan seurantalomake	77
	Kuviot	
	Kuvio 1. Kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimukset erot (Heikkilä 2014, 15, muokattu).....	13
	Kuvio 2. Vanerin valmistuksen tärkeimmät työvaiheet. (Koponen 2016, 28, muokattu)	17
	Kuvio 3. Viilunsorvausperiaate (Puuproffa, n.d., muokattu)	19
	Kuvio 4. Esimerkki ladontalinjasta (Raute Plywood lay-up line R7, muokattu).....	22
	Kuvio 5. Vaneriaihio esipuristuksessa	23
	Kuvio 6. Operaattorin valintapaneelin ladonta-aika laskuri	24
	Kuvio 7. Ladontaprosessin raja-aikoja	26
	Kuvio 8. Viilun liiallisesta kosteudesta johtunut huono esipuristustartunta.....	28
	Kuvio 9. ISO 9001 -standardin laadunhallinnan kahdeksan perusperiaatetta (Leicklin 2006, 311, muokattu).....	33
	Kuvio 10. PDCA-menetelmä (PDCA malli ja jatkuva parantaminen 2020, muokattu).....	34
	Kuvio 11. Prosesseihin perustuvan laadunhallintajärjestelmän malli (SFS-EN ISO 9004, Laadunhallintajärjestelmät. Suuntaviivat suorituskyvyn parantamiselle, muokattu).....	36
	Kuvio 12. Ladontalinjan häiriöt operaattorilla vuorossa 1	40
	Kuvio 13. Ladontalinjan häiriöt operaattorilla vuorossa 2	41
	Kuvio 14. Ladontalinjan häiriöt operaattorilla vuorossa 3	42
	Kuvio 15. Ladontalinjan häiriöt operaattorilla vuorossa 4	43

Kuvio 16. Ladontalinjan häiriöt operaattorilla kaikissa vuoroissa yhteensä	44
Kuvio 17. Ladontalinjan häiriöt ladontapäässä vuorossa 1	45
Kuvio 18. Ladontalinjan häiriöt ladontapäässä vuorossa 2	46
Kuvio 19. Ladontalinjan häiriöt ladontapäässä vuorossa 3	47
Kuvio 20. Ladontalinjan häiriöt ladontapäässä vuorossa 4	48
Kuvio 21. Ladontalinjan häiriöt ladontapäässä kaikissa vuoroissa yhteensä	49
Kuvio 22. Kuljettimella kääntynyt viilu.....	50
Kuvio 23. Liimaverhon repeämisestä johtuvat liimattomat kohdat viiluissa	51
Kuvio 24. Pitkältä sivulta kovera viilu.....	51
Kuvio 25. Puutteellisesti korjattu liimaton kohta viilussa.....	52
Kuvio 26. Liian suuri liimamäärä viilun päällä.....	52
Kuvio 27. Ylimääräinen liima levitetty viilun päälle ja jätetty ladelmaan.....	53
Kuvio 28. Liimattoman kohdan korjaus ennen ja jälkeen.....	53
Kuvio 29. Ladonta-aikojen jakauma.....	55
Kuvio 30. Ladonta-ajan keskiarvo paksuuden mukaan.....	55
Kuvio 31. Avoimen ajan jakauma.....	57
Kuvio 32. Rata-aikojen jakauma normaalitavaralla	58
Kuvio 33. Rata-aikojen jakauma ruuhkatavaralla	59
Kuvio 34. Lisäkuljetin ruuhkatavaralle	64

Taulukot

Taulukko 1. Sanasto aakkosjärjestyksessä	7
Taulukko 2. Ladonta-ajat.....	54
Taulukko 3. Kehitysideasuunnitelma	66

Taulukko 1. Sanasto aakkosjärjestyksessä

Aihio	Aihio koostuu ennalta määrätystä ladelmien kappalemäärästä. Käytetään myös sanaa nippu
Avoin aika	Ahion siirtymiseen ladonnasta esipuristimelle asetettu maksimiaika
Esipuristin	Esipuristin puristaa ladontalinjalta tulevan ahion, jotta viilut liimautuvat toisiinsa hyvin kiinni ja levyjen syöttäminen kuumapuristimeen helpottuu
Hävikki	Tuotannosta pois siirrettävä raaka-aine, jota ei voida käyttää muissa työvaiheissa sen huonolaatuisuuden vuoksi
Kellotus/kellottaminen	Tiettyjen ajanjaksojen mittaamista ja saatujen aikojen kirjaamista ylös. Esimerkiksi linjan pysähdysten keston kellottaminen
Kuumapuristin	Kuumapuristin puristaa vanerilevyt nimensä mukaisesti kuumassa lämpötilassa, jossa liima kovettuu ja levyistä tulee valmiita seuraaviin tuotannon vaiheisiin
Ladelmä	Yksi ladelmä koostuu ennalta määrätystä viilujen määrästä
Ladonta/latominen	Liimattujen viilujen asettamista päällekkäin tietyssä järjestyksessä
Ladonta-aika	Aika, jonka sisällä ahion tulee olla ladottu valmiiksi
Ladontalinja	Kuuaa koko linjan toimintaa mukaan lukien viilujen syöttö, kuljetus, liimaus sekä ladonta. Voidaan käyttää myös nimeä liimauslinja
Ladontapää	Ladontalinjan osio, jossa viilut ladotaan päällekkäin. Voidaan käyttää myös nimeä ladonta-asema
Levitys	Liiman levittyminen viilun päälle tasaisesti niin, että siinä ei ole liimattomia kohtia
Liiman levitysmäärä	Kuinka monta grammaa liimaa on viilun päällä neliometriä kohden
Liimaus (prosessi)	Yleinen nimitys ladontalinjan liimausprosessista, joka sisältää liiman levittämisen, ladonnan sekä esi- ja kuumapuristuksen
Liimoitin	Liimalaitteisto, joka levittää verhomaisesti liimaa viilun päälle
Operaattori	Operaattori on työntekijä, joka huolehtii siitä, että viilut tulevat kuljettimille oikeassa järjestyksessä ja että linja toimii häiriöttä. Operaattori-sanaa käytetään kuitenkin useimmiten kuvaamaan koko työpistettä, jossa linjan ”operointi” tapahtuu

Rata-aika	Esipuristimen aukeamisesta kuumapuristuksen alkamiseen kuluva aika
Ruuhkatavara	2-ladontalinjalta esipuristuksen jälkeen tuleva aihio, joka kuumapuristetaan puristinlinjalla 1 tai 2
Saanto	Viilun saanto kuvaa sitä, kuinka suuri osa sorvatusta puusta saadaan hyödynnettyä viiluksi
Tavoitematriisi	Organisaatioiden toiminnanohjauksen tunnuslukujärjestelmä, jonka avulla kuvataan toiminnassa tavoiteltavia tuloksia. Voidaan käyttää myös tuloksesta palkitsemiseen. Käytetään myös nimeä tulosmatriisi
Viilu	Pöllistä sorvaamalla erotettu ohut levy, josta vaneri valmistetaan
Viskositeetti	Suure, joka kuvaa nesteen kykyä vastustaa virtausta. Ladonnassa mitataan liiman viskositeettiä

1 Johdanto

Liiketoiminnan perusedellytyksiin kuuluu, että asiakkaat ovat tyytyväisiä tuotteeseen tai palveluun. Ilman tyytyväisiä asiakkaita olisi tuskin liiketoimintaakaan tai se ei olisi kovin kannattavaa. Tuotteiden ja palveluiden tulee olla asiakkaan toiveiden ja vaatimusten mukaisia, jotta voidaan saavuttaa pitkäaikaisia asiakassuhteita. Esimerkiksi ISO 9001 -standardi määrittelee tuotteiden laadunvarmistukselle ja asiakastyytyväisyyden lisäämiselle asetettavat vaatimukset. Korkea laatu onkin yrityksille tärkeä strateginen kilpailutekijä, sillä se parantaa myös yrityksen kannattavuutta, kun tuotteet menevät hyvin kaupaksi. Tuotteen hinta ja laatu sitoutuvat usein toisiinsa. Huonolaatuisesta tuotteesta ei voi pyytää täyttä hintaa tai mahdollisesti sitä ei voi myydä laisinkaan. Sen sijaan useimmat voivat olla valmiita maksamaan jopa hieman normaalia enemmän, jotta he saavat taa-tusti hyvälaatuisen tuotteen käyttöönsä. (Laatu yrityksissä, n.d.; Laatu, n.d.; Leicklin 2006, 310)

Vanerin valmistuksessa puun ja eri työvaiheiden laatu heijastuu aina lopputuotteeseen saakka. On tärkeää, että raaka-aine pystytään hyödyntämään mahdollisimman tarkasti ja jäljelle jäävät sivutuotteet saadaan kierrätettyä oikealla tavalla. Tasaisen tuotelaadun varmistaminen on yksi keino vaikuttaa niin asiakastyytyväisyyteen, tehokkuuteen kuin kustannusten hallintaan. Mitä myö-häisemmässä tuotannonvaiheessa tuote joudutaan hylkäämään, sitä enemmän siinä hävitään ta-loudellisesti ja myös ajallisesti, kun kaikissa aiemmissa työvaiheissa tehty työ menee käytännössä hukkaan.

1.1 Opinnäytetyön tausta

Työn toimeksiantajana toimii Metsä Wood Suolahden vaneritehtaat. Työssä tarkastellaan havuvan-neritehtaan ladontalinjojen latomisen laatua, tuotteiden kulkua työpisteiden välillä sekä laatuun asetettujen ohjeiden yleistä noudattamista suhteessa nykyisen toiminnan tasoon. Aihetta tutki-malla pyritään lisäämään ymmärrystä laatuun vaikuttavista syistä.

Aihe on laajemminkin merkittävä ja ajankohtainen toimeksiantajalle, sillä kaikki tuotannossa synty-vät huonolaatuiset tuotteet eivät päädy aina hävikkiin. Näin ollen osa huonolaatuisista tuotteista pääsee kulkeutumaan asiakkaille asti, jolloin laatuun liittyvät epäkohdat tulevat esille vasta rekla-maatioina. Tämä on merkittävin syy tutkimuksen tekemiselle, koska reklamaatioiden määrän toi-votaan laskevan nykyisestä. Suolahden havuvan-neritehtaalte on laadun osalta tavoitematriisissa

seurattavaksi mittariksi määritelty reklamaatiopromille, joka kuvaa tehtaan tuotannosta aiheutuneiden reklamaatiokustannusten suhdetta tehtaan liikevaihtoon. Levyjen liimavika oli edellisen vuoden suurin reklamaatioiden aiheuttaja myös kustannuksellisesti, joten oli perusteltua tutkia liimausprosessia tarkemmin. Tuotteen tasainen laatu on tärkeää, jotta asiakkaille jää kuva siitä, että he saavat hyvälaatuista ja kestävästä tuotetta käyttöönsä jatkossakin. Metsä Woodin yhtenä tavoitteena onkin olla asiakkaan paras kumppani, joten laatuun liittyviä asioita ei voi liikaa korostaa. Tutkimuksen tarkoituksena on tuoda esille ongelmakohtia, joita kehittämällä voidaan varmistaa tuotteen tasainen laatu ladontavaiheessa, jolloin myös hävikkiä pääsee syntymään mahdollisimman vähän. Metsä Woodin strategiaan kuuluu yhtenä osana teollinen tehokkuus. Jotta strategia toteutuu jatkossakin, tulee linjojen toiminnan olla mahdollisimman sujuvaa, jolloin voidaan saavuttaa myös parempi tuotantotehokkuus. (Metsä Wood lyhyesti, n.d.; Karjula 2021)

1.2 Metsä Wood

Metsä Group on kansainvälisesti toimiva suomalainen metsäteollisuuskonserni. Se koostuu Metsäliitto Osuuskunnan emoyrityksestä, johon kuuluu Metsä Forest ja Metsä Wood. Lisäksi Metsäliitto Osuuskunnan tytäryhtiöihin kuuluvat Metsä Tissue, Metsä Board ja Metsä Fibre, joiden päätuotteisiin kuuluvat pehmopaperituotteiden, kartongin sekä sellun ja sahatavaran valmistus. Metsä Wood on yksi Euroopan johtavista puuviilutuotteiden valmistajista. Yhtiön tärkeimpiin tuotteisiin kuuluvat koivu- ja havuvaneri sekä Kerto LVL, joiden suosituimpia käyttökohteita ovat muun muassa rakennus- ja kuljetusteollisuus. Metsä Wood työllistää noin 1600 henkilöä 14 eri maassa. Vuonna 2020 yhtiön liikevaihto oli 0,4 miljardia euroa. (Metsästä maailmalle, n.d. ; Metsä Wood lyhyesti, n.d.)

1.3 Suolahden vaneritehtaat

Suolahden vaneritehtaat on perustettu vuonna 1920 ja se kuuluu Suomen vanhimpiin vaneritehtaisiin, joiden toiminta jatkuu yhä vahvana. Metsä Woodin Suolahden tehtailla valmistetaan koivu- ja havuvaneria. Koivuvanerin vuosituotanto on 55 000m³ ja havuvanerin 150 000m³. Molempien tehtaiden vuosituotannosta viennin osuus on 80 %. Suolahden tehtaat työllistävät yhteensä noin 460 työntekijää. (Metsä Wood Suolahti, n.d.)

2 Tutkimusasetelma

2.1 Tavoite

Työn tavoitteena on selvittää ladontapäässä syntyvien virheiden syitä sekä seurata niiden toistuvuutta. Työssä tarkastellaan ladonta-ajan, avoimen ajan sekä rata-ajan toteutumista ja selvitetään, miten asetetut ajat toteutuvat käytännössä. Lisäksi selvitetään, onko ruuhkatavaran valmistamisella vaikutuksia puristinlinjojen 1 ja 2 toimintaan, sillä ruuhkatavara kulkee tehtaan sisällä pidemmän matkan työpisteeltä toiselle kuin normaalisti valmistettavat aihiot. Selvityksen avulla pyritään löytämään kehitystoimenpiteitä, joiden avulla olisi mahdollista vähentää ladonnassa syntyvää hävikkiä. Pienetkin parannukset tuotteen laadussa voivat vähentää hävikkiin joutuvien levyjen määrää ja sitä kautta vähentää reklamaatioiden määrää. Näin ollen laadunvarmistaminen voi luoda selkeitä kustannussäästöjä vuositasolla.

2.2 Työn rajaukset

Työssä keskitytään ainoastaan havuvaneri-tehtaan 1-ladontalinjan toimintaan sekä tuotteiden kulkuun kuumapuristimelle saakka. Puristimen toimintaan ei tässä tapauksessa perehdytä syvällisesti, mutta aihetta käsitellään siinä määrin, kun se työn toteuttamisen kannalta on olennaista. Työssä ei perehdytä varsinaisesti viilun laatuun, vaan enemmänkin viilun teknisen laadun vaikutuksiin tuotantolinjalla. Teknisellä laadulla tarkoitetaan vain tuotteeseen kiinteästi kuuluvia ominaisuuksia. Myös liiman ominaisuudet ja niiden vaikutukset laatuun jätetään huomiotta tässä työssä. Aiheen rajauksella pyritään siihen, että keskitytään toimeksiannon kannalta vain tärkeimpiin ydinasioihin.

2.3 Tutkimuskysymykset

Seuraavat tutkimuskysymykset tukevat tavoitteeseen pääsemistä:

- Tapahtuuko latomisessa virheitä?
- Noudatetaanko latomiseen asetettua ladonta-aikaa?
- Ehtiikö aihio esipuristimeen avoimen ajan puitteissa?
- Onko aihio siirretty esipuristimesta kuumapuristimeen rata-ajan puitteissa?
- Vaikuttaako toiselta ladontalinjalta tuleva ruuhkatavara rata-aikojen toteutumiseen?

2.4 Tutkimustyyppi- ja menetelmät

Tutkimustyyppiä valikoitui tapaustutkimus, koska tutkimuksen kohteena on yksittäinen prosessi, jota tutkitaan sen luonnollisessa ympäristössä. Tapaustutkimusta kuvaa hyvin seuraava virke:

”Yksittäistapauksia pyritään tutkimaan niiden luonnollisessa ympäristössään kuvailemalla yksityiskohtaisesti tutkittavaa ilmiötä. Kuvailevat menetelmät eivät välttämättä pyri selittämään ilmiöiden välisiä yhteyksiä, testaamaan hypoteeseja, tekemään ennusteita, vaan tavoitteena on tutkimuskohteen ominaispiirteiden systemaattinen, tarkka ja totuudenmukainen kuvailu.”

(Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2006)

Kvantitatiivinen tutkimus

Kvantitatiivista tutkimusta voidaan kutsua määrälliseksi tutkimukseksi, mutta myös tilastolliseksi tutkimukseksi. Kvantitatiivisen tutkimuksen avulla voidaan selvittää lukumääriin ja prosenttiosuuksiin liittyviä kysymyksiä. Tyypillisesti aineistonkeruussa käytetään standardoituja tutkimuslomakkeita, joissa vastausvaihtoehdot on annettu valmiiksi. Määrällisesti tutkimus edellyttää suurta otosta. Otoksella tarkoitetaan edustavaa pienoiskuvaa perusjoukosta. Otoksen edustavuus merkitsee sitä, että perusjoukosta valitussa otoksessa ilmenee samoja ominaisuuksia samassa suhteessa kuin koko perusjoukossa. Perusjoukko on tutkimuksen kohteena oleva ryhmä, jota koskevia tietoja halutaan kerätä. Kvantitatiivisen tutkimuksen avulla voidaan määrittää olemassa olevaa tilannetta, mutta asioihin johtavien syiden selvittäminen jää usein suppeaksi. (Heikkilä 2014, 15, 31; Perusjoukko, n.d.). Kvantitatiivista tutkimusta hyödynnetään esimerkiksi häiriötilanteiden seuraamiseen, jossa tilastoidaan häiriötä ja mitataan ajallisesti häiriöiden kestoja. Saatujen tietojen perusteella voidaan luoda tuloksia, jotka tukevat tutkimuksen lopputulosten esittämistä.

Kvalitatiivinen tutkimus

Kvalitatiivista tutkimusta kutsutaan usein myös laadulliseksi tutkimukseksi. Se auttaa ymmärtämään tutkimuskohdetta ja selittämään sen käyttäytymistä ja päätösten syitä. Tutkimuksessa keskitytään usein vain pieneen määrään tapauksia, mutta ne pyritään analysoimaan tarkasti. Siitä syystä tutkittavat kohteet tai asiat valitaan usein harkinnanvaraisesti. Kvalitatiivista tutkimusmenetelmää käytetään, koska tutkittavasta aiheesta halutaan saada mahdollisimman tarkkaa tietoa. Kvantitatiivisessa tutkimusmenetelmässä taas ilmiötä pyritään kuvaamaan enemmän numeerisen tiedon pohjalta. (Heikkilä 2014, 15–16)

Kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimuksen oleelliset erot käyvät ilmi kuviosta 1. Menetelmät eivät kuitenkaan ole toisiaan poissulkevia, vaan kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen tutkimus voivat parhaassa tapauksessa täydentää toisiaan.

Kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimuksen oleelliset erot	
KVANTITATIIVINEN (Määrällinen)	KVALITATIIVINEN (Laadullinen)
<ul style="list-style-type: none"> • Vastaa kysymyksiin: Mikä? Missä? Paljonko? Kuinka usein? • Numeerisesti suuri, edustava otos • Ilmiön kuvaus numeerisen tiedon pohjalta 	<ul style="list-style-type: none"> • Vastaa kysymyksiin: Miksi? Miten? Millainen? • Suppea, harkinnanvaraisesti koottu näyte • Ilmiön ymmärtäminen ns. pehmeän tiedon pohjalta

Kuvio 1. Kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimukset erot (Heikkilä 2014, 15, muokattu)

2.5 Aineistonkeruumenetelmät

Haastattelu

Haastattelu kuuluu yhä käytetyimpiin tiedonkeruumenetelmiin. Haastattelutyypistä riippuen tutkija ja haastateltava keskustelevat tutkimusaiheeseen kuuluvista asioista. Haastattelu onkin yksi monista keinoista kerätä tutkimusaineistoa. Kvalitatiivisissa tutkimuksissa haastattelu on usein päämenetelmänä. Haastattelun yleisimpinä etuina on sen joustavuus. Haastatteluaiheiden järjestystä voidaan muuttaa ja haastattelut antavat enemmän mahdollisuuksia tulkita vastauksia, kun taas esimerkiksi monivalintakyselyssä vastausvaihtoehdot ovat ennalta määräytyt. Haastattelua kannattaa käyttää etenkin silloin, kun aihe ei ole kovin tunnettu tai halutaan saada asiasta syventäviä tietoja. Haastattelussa tulee ottaa kuitenkin huomioon, että sen luotettavuus voi kärsiä, mikäli haastateltava pyrkii ”kaunistelemaan” vastauksiaan tai jättää jotain olennaista kertomatta. Haastattelu vie myös aikaa ja vaatii huolellista suunnittelua. (Hirsjärvi ym. 2009, 205–206).

Haastattelu valittiin yhdeksi aineistonkeruumenetelmäksi, koska haastateltavien määrä oli pieni sekä haastateltavilta henkilöiltä haluttiin saada mahdollisimman yksityiskohtaista tietoa siitä, vaikuttaako ruuhkatavaran ajaminen rata-aikojen toteutumiseen sekä mitkä asiat ruuhkatavaran ajamisessa onnistuvat hyvin ja vastaavasti missä asioissa voisi olla kehitettävää. Puristimenhoitajien haastattelut tapahtuivat yksitellen, jolloin haastateltavat eivät tieneet mitä toiset olivat aiemmin vastanneet. Näin ollen haastateltavat eivät voineet peilata vastauksiaan toisten antamiin vastauksiin. Haastattelulla pyrittiin siihen, että jokainen sai vastata kysymyksiin omalla tavallaan. Tilanteesta pyrittiin tekemään mahdollisimman helppo ja luonteva sillä tavoin, että haastateltava sai tutustua kysymyksiin rauhassa ja haastattelija oli vastuussa vastauksien kirjaamisesta.

Havainnointi

Havainnointi eroaa kyselystä ja haastattelusta sillä, että kyselyssä ja haastattelussa saadaan selville mitä ihmiset ajattelevat, uskovat tai tuntevat, mutta havainnoimalla saadaan selville, toimivatko ihmiset juuri sillä tavalla niin kuin he sanovat toimivansa. Havainnointi on menetelmänä työläs, jonka vuoksi kyselyitä ja haastatteluja saatetaan suosia enemmän. Havainnoinnin etuna on kuitenkin se, että sen avulla saadaan suoraa ja välitöntä tietoa tapahtumalle luonnollisessa ympäristössä. Tästä syystä havainnointi valittiin yhdeksi aineistonkeruumenetelmäksi, sen työläisyydestä huolimatta. Lisäksi havainnointia voidaan käyttää yhtenä kvalitatiivisen tutkimuksen menetelmänä. (Hirsjärvi ym. 2009, 212–214)

Havainnointi on omiaan tilanteisiin, joita on vaikea ennustaa tai jotka voivat muuttua nopeasti. Havainnointimenetelmän heikkoutena voidaan pitää sitä, että havainnoija saattaa läsnäolollaan häiritä tilannetta tai jopa vaikuttaa tilanteen kulkuun. Haasteena voidaan pitää myös sitä, jos havainnoija sitoutuu emotionaalisesti tutkittavaan ryhmään tai tilanteeseen, tällöin tutkimuksen luotettavuus voi kärsiä. Havainnointi voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään: systemaattiseen havainnointiin ja osallistuvaan havainnointiin. Systemaattinen havainnointi on hyvin järjesteltyä ja jäsenneltyä, jossa havainnoitsijana toimii yleensä ulkopuolinen toimija. Osallistuvassa havainnoinnissa havainnoitsija saattaa itse osallistua ryhmän toimintaan ja havainnointi on tilanteessa vapaasti muovautuvaa. (Hirsjärvi ym. 2009, 212–214)

Valmiit aineistot

Tyypillisesti tutkija kerää itse havaintoaineistonsa, mutta myös valmiita aineistoja voidaan hyödyntää. Havaintoaineistoa, joka sisältää välitöntä tietoa tutkimuskohteesta kutsutaan primaariaineistoksi. Jos tutkija saa käyttöönsä muiden keräämää aineistoa, sitä kutsutaan sekundaariaineistoksi. Sekundaariaineiston käyttäminen esimerkiksi suurissa projekteissa voi olla eduksi jos kaikkia aiemmin kerättyjä tietoja ei ole analysoitu. Tutkimusaineiston keräämisessä tärkeää on se, että pyrkii tarkoituksenmukaiseen ratkaisuun, jossa ei välttämättä tarvitse itse kerätä tietoa alusta saakka. Sekundaariaineistoista saattaa löytyä osittain valmis ratkaisu ongelmaan, jota voi täydentää itse hankkimalla tiedolla. Tärkeää on muistaa, että valmiit aineistot soveltuvat vain harvoin sellaisinaan tutkimuksessa käytettäviksi. Usein valmiita aineistoja onkin syytä muokata omiin tarkoituksiin sopiviksi esimerkiksi muuttamalla aineistoja numeeriseen muotoon. Aineistot voidaan jakaa viiteen eri luokkaan, joita ovat: viralliset tilastot ja tilastorekisterit, tilastotietokannat, arkistojen materiaalit, aiempien tutkimusten tuottamat materiaalit sekä muut dokumenttiaineistot. Kaikissa aineiston käsittelyssä tulee olla lähdekriittinen ja pohtia sitä, onko aineisto luotettava. (Hirsjärvi ym. 2009, 186–189)

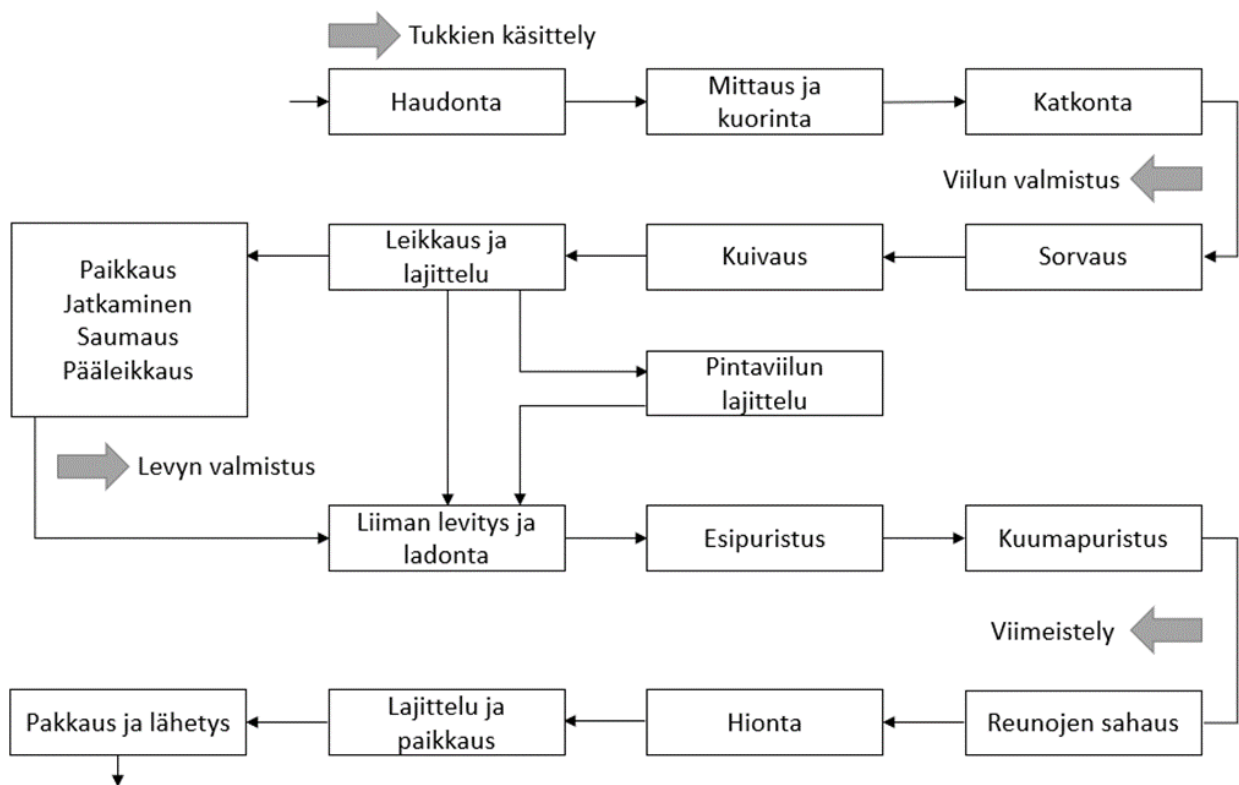
3 Vanerin valmistus

Suomi on EU:n suurin vanerin valmistaja. Hyvät edellytykset vanerin valmistukseen kotimaassa ovat luoneet Suomen runsaspuiset metsät. Peräti 71,6 % Suomen pinta-alasta on metsää, joka takaa sen, että raaka-ainetta vanerin valmistukseen on saatavilla kattavasti, eikä raaka-aineen kuljetusmatkat tehtaille muodostu kohtuuttoman pitkiksi. Vaneri valmistetaan yleensä koivusta tai kuuksusta. (Vanerit, n.d.; Suomen metsät, n.d.)

Karkeasti rajattuna vanerityypit voidaan jakaa kolmeen ryhmään: koivuvanereihin, havuvanereihin sekä molempia puulaatuja sisältävään sekavaneriin (combivaneri, combimirror ja twinvaneri). Tärkeitä puun ominaisuuksia vanerin valmistuksessa on hyvä sorvattavuus, rungon suoruus ja riittävän suuri puun läpimitta. Vanerin tärkeimpiin ominaisuuksiin kuuluvat lujuus, tiiveys ja iskunkestävyys. Perusominaisuuksiltaan vaneria voidaankin verrata puuhun. Vanerista pystytään valmistamaan runsaasti eri tuotevariaatioita kuhunkin käyttökohteeseen sopivaksi. (Vaneri, n.d.; Koponen 2016, 23)

3.1 Valmistusprosessi

Vanerin valmistusprosessi alkaa siitä, kun puutavara-autot kuljettavat tehtaalle tukkuuormia. Tehtailla tukkien vastaanotossa seurataan mm. kappalemääriä, keskikokoa, tilavuutta ja laatua. Tukkien varastointi toimii tehtaalla ensimmäisenä välivarastona, joka takaa sen, että normaalista poikkeavissa tilanteissa kuten kelirikoissa, tuotanto saadaan jatkumaan ilman katkoksia, vaikka tukkien toimittaminen tehtaalle keskeytyisikin joksikin aikaa. (Koponen 2016, 29)



Kuvio 2. Vanerin valmistuksen tärkeimmät työvaiheet. (Koponen 2016, 28, muokattu)

3.2 Haudonta

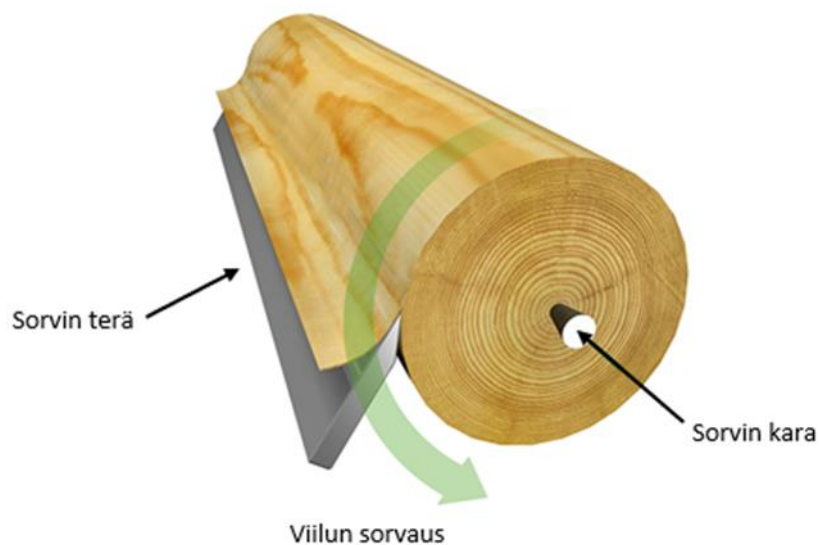
Tehtaalle tulleet tukkikuormat siirretään kuumaa vettä sisältävään haudonta-altaaseen. Haudonnassa puu lämmitetään sellaiseen tilaan, jossa siitä on helppo sorvata käyttökelpoista viilua. Haudonnan tarkoituksena on myös nostaa puun kosteutta sellaiselle tasolle, jossa viilu leikkaantuu pinnaltaan mahdollisimman tasaisena, sileänä sekä tarpeeksi lujana. Puuaineksen tulee olla elastista eli muovautuvaa. Tukkeja haudotaan tyypillisesti noin 8 tuntia 40–75 asteisessa vedessä. Haudontalämpötila sekä -aika riippuvat kuitenkin aina puulajista. (Koponen 2016, 30–31; Makkonen 2014, 9)

3.3 Kuorinta, mittaus ja katkonta

Haudonnan jälkeen tukit kuoritaan yleensä välittömästi, jolloin puun kuori on myös talvisin sulaa. Kun kuorittu tukki menee katkaisuun ja sorvaukseen, voidaan edellä mainituista työvaiheista tulevat sivutuotteet hyödyntää selluloosan valmistukseen tarvittavana hakkeena. Kuorinta säästää myös sorvin terien kulumista, kun kuoreissa olevat epäpuhtaudet kuten hiekka, eivät pääse vahingoittamaan sorvin teriä. Ennen puun kuorintaa tukit tarkistetaan metallinilmaisimella mahdollisten metallikappaleiden löytämisen takia. (Koponen 2016, 33–34). Ennen sorvausta tukit katkaistaan haluttuun määrämittaan. Suomessa yleisimmät mitat ovat 1300, 1600 ja 2600 mm. Pisintä mittaa käytetään etupäässä havuvanerin valmistukseen. Katkaisun tavoitteena on tehostaa sorvauksesta saatavaa viilun määrää sekä laatua ja vastaavasti minimoida katkaisun raaka-ainekulutusta. Katkaisun oikean kohdan löytämiseksi käytetään tietokoneavusteisia menetelmiä, joissa muun muassa tukin läpimitta ja pituus mitataan ennen katkaisua hyödyntämällä kameratekniikan käyttöön perustuvaa tukkimittaria. (Koponen 2016, 35)

3.4 Sorvaus ja leikkaus

Viilun sorvaus alkaa katkaistun pöllin siirtämisellä välivarastokuljettimelle, josta yksittäiset pöllit siirretään vuorollaan keskityslaitteeseen. Tietokoneavusteisen keskityslaitteen tehtävänä on mitoitaa pölli sen muodon mukaan niin, että raaka-aine saadaan käytettyä mahdollisimman ihanteellisesti. Pöllin keskityksen jälkeen se siirtyy sorvin karojen väliin, jolloin sorvaus voi alkaa kuvion 3 osoittamalla tavalla.



Kuvio 3. Viilunsorvausperiaate (Puuproffa, n.d., muokattu)

Sorvauksen ensimmäinen vaihe on pöllin pyöristäminen, jossa leikkaava terä vuolee pois muotovirheet ja muut puun vahingoittuneet osat, jotta sorvattavasta viilusta saadaan mahdollisimman yhtenäinen ja pitkä viilumatto. Pöllin oikein keskittämällä on suuri vaikutus viilun saannolle, sillä pöllin pintaosan puuainees on parempilaatuista kuin sydänpuu. Mitä paremmin pintaosa saadaan hyödynnettyä, sitä enemmän laadultaan parempaa viilulaatua saadaan valmistettua. (Koponen 2016, 38–41). Viilun laadun varmistamiseksi puuainees tulee olla sorvaushetkellä mahdollisimman muokkautuvassa eli plastisessa tilassa. Se edellyttää sitä, että puu on riittävän kostea ja puun lämpötila on sopiva. Toinen tärkeä laatuun vaikuttava asia on sorvin terien hyvä kunto sekä oikea teräasete. Sorvauksen onnistumiseen vaikuttaa silti suurilta osin sorvaajan ammattitaito, vaikka sorvauksen työvaiheista suurin osa onkin automatisoitu. (Koponen 2016, 44–45)

Sorvauksesta tullut pitkä viilumatto menee kuljetinta pitkin katkaisuun, jossa viilumatosta katkaistaan sopivia viiluarkkeja kosteuskameran ja leikkurin kameran avulla. Viiluarkit lajitellaan neljään eri lokeroon kosteuden ja mittojen mukaan, koska suuremman kosteuden omaavat viilut kutistuvat mitoiltaan kuivauslinjalla suhteessa enemmän kuin pienemmän kosteuden omaavat. Sorvatun viilun kutistuma on havupuulla noin 6 % viilun tason eli vuosirenkään tangentin suunnassa, kun loppukosteuspitoisuus on 5 %. (Makkonen 2014, 11; Koponen 2016, 51)

3.5 Viilun kuivaus ja lajittelu

Sorvauksen jälkeen leikatut viiluarkit kuivataan telakuivauskoneilla. Tärkeimpiä kuivaukseen vaikuttavia tekijöitä ovat lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus. (Isomäki, Koponen, Nummela, Suomi-Lindberg 2014, 67). Kuivauksen peruserä on liiallisen kosteuden haihduttaminen, jotta viilu olisi ominaisuuksiltaan sopivaa seuraaviin prosessin työvaiheisiin. Kuivauskoneen toiminnassa mitataan ja valvotaan useita eri asioita mm. viilun alku- ja loppukosteutta, kiertoilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta, kiertoilman puhallusta, poistoilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta sekä kuivauskoneen nopeutta. Mittauksien apuna toimivat tietokoneavusteiset ohjelmat, jotka huolehtivat siitä, että puulajista ja viilun paksuudesta riippuvat tekijät pysyvät asetusarvoissaan. Kuivausprosessissa on tärkeää tavoitella viilun tasaista loppukosteutta, joka on liimauksen onnistumisen kannalta noin 5 %. Viilun kuivaus vaatii runsaasti lämpöenergiaa, sillä noin 60–70 % lämpöenergiasta kuluu vaneritehtaalla viilun kuivaamiseen. (Koponen 2016, 55).

Kuivaajan operaattorin tehtävänä on seurata valvomosta kuivauksen edistymistä sekä kuivattavien viilujen automaattilajittelua. Pinkan vaihdot sekä viilujen lajittelu on automatisoitu. Operaattorin vastuulla on tehdä mahdolliset kosteuden lisäykset ja linjan nopeuden säätämiset. Liian nopea kuivaus eli liian lyhyt kuivausaika altistaa kuivausvirheiden syntyyn, joita ovat mm. viilun väärä loppukosteus ja liian suuri kosteushajonta. (Isomäki ym. 2014, 80). Konenäön avulla viilut lajitellaan automaattisesti kuuteen eri lokeroon niiden laatujen perusteella. (Makkonen 2014, 11).

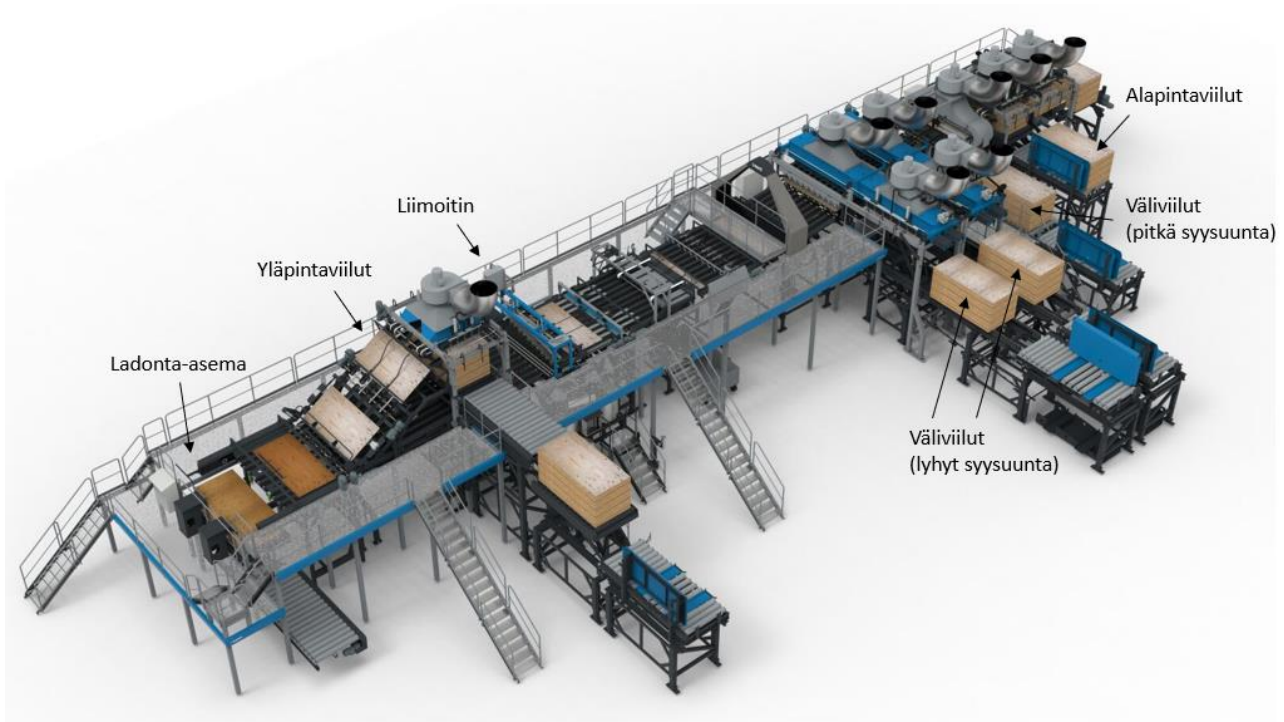
Havuvaneritehtaalla viilut lajitellaan seuraavien laatuluokkien mukaisesti parhaimmasta heikompään:

- 2-laatu (II)
- 3K-laatu (IIIK)
- 3-laatu (III)
- V4-laatu (V4)
- Leikattavat (LE)
- Uudelleen kuivattavat (UK).

Kolmea ylintä laatuluokkaa käytetään vanerin valmistuksessa ylä- ja alapintoihin. V4-laatua käytetään väliviiluissa, sillä se ei pintavikojen vuoksi kelpaa käytettäväksi näkyvillä pinnoilla vanerin ylä- tai alapuolella. Leikattavista viiluista poistetaan saumauslinjalla huonot kohdat ja jäljelle jäävät hyvät osiot liitetään yhteen liiman ja liimalankojen avulla. Uudelleen kuivattavat viilut ovat liian märkiä käytettäväksi tuotannossa, joten ne kuivataan uudelleen noin 2–3 päivän luonnollisen kuivumisen jälkeen. (Makkonen 2014, 12)

3.6 Liimaus, ladonta ja puristus

Vanerin valmistus tapahtuu ladontalinjalla (ks. kuvio 4), jossa syöttölaitteet syöttävät viiluja kuljetimelle ajoreseptin määräämässä järjestyksessä. Viilut liikkuvat kuljetinta pitkin liimauslaitteen eli liimoittimen liimaverhon läpi, jolloin viilun pintaan muodostuu ohut ja yhtenäinen liimapinta. Liimatut viilut kulkevat hihnakuljettimia pitkin ladontapäähän, jossa työntekijät asettavat eli latovat viilut tasaisesti kahdesta reunasta kulmavasteeseen kiinni. Tarkoituksena on saada kahdesta reunasta mahdollisimman tasaiset, jotta sahausvaiheessa yksikään sivu ei jäisi mitoiltaan vajaaksi. Mahdollinen reunavajaus ilmenee sahauksen jälkeen, kun levyn sivuun jää tyhjiä kohtia, koska viilun ladonta ei ole ollut tarkkaa tai viilut eivät ole olleet mitoiltaan sopivia. (Vaneri, n.d.; Vanerit, n.d.)



Kuvio 4. Esimerkki ladontalinjasta (Raute Plywood lay-up line R7, muokattu)

Vanerin rakenteelle on ominaista se, että viiluja ladotaan päällekkäin niin, että niiden syysuunnat ovat ristikkäin. Ristiinliimauksen tarkoituksena on estää kosteusvaihteluiden aiheuttamia mittojen muutoksia. Lisäksi ristiinliimaus antaa vanerille lujan ja kestäväen ominaisuutensa. Havuvaneria valmistettaessa viilujen paksuudet voivat vaihdella tyypillisesti 1,8–3,5 mm välillä. Yleisin käytetty viilun paksuus on 3,2 mm. Koivuvanerin valmistuksessa viilujen määrä on aina pariton, mutta havuvanerin valmistuksessa viiluja voi olla myös parillinen määrä. Suolahdessa havuvanerin viilujen liimauksessa käytetään fenoliformaldehydihartsiliimaa, joka on fenolipohjaisuutensa vuoksi säänkestävää ja kuivessaan väriltään punaruskeaa. (Vaneri, n.d.; Vanerit, n.d.)

Liimauksen ja ladonnan jälkeen vaneriaihio siirtyy kuljetinta pitkin esipuristimelle (ks. kuvio 5). Esipuristuksessa koko aihio on puristuksessa 0,5–1,0 MPa:n paineessa noin 5–10 minuutin ajan. Esipuristuksen etuna on se, että sen jälkeen levyt voidaan syöttää automaattisesti yksitellen kuumapuristimeen. Lisäksi viilukerrosten kosteusero tasoittuu. Esipuristuksen jälkeen aihiota voidaan varastoida tunnin ajan ennen kuumapuristusta, jonka vuoksi kuumapuristimen kapasiteetti saadaan tehokkaasti käytettyä. (Koponen 2016, 69–70)



Kuvio 5. Vaneriainio esipuristuksessa

Esipuristuksen jälkeen vanerilevyt syötetään yksitellen kuumapuristimeen automaattisen syöttölaitteen avulla. Kuumapuristimessa on puristinlevyjä, joiden välissä vanerilevyt puristetaan jopa yli 200 C° lämpötilassa. Kuumapuristimessa voidaan kerralla puristaa 40 kappaletta vanerilevyjä. Levyjen lämmitessä liima imeytyy viiluihin ja kun liimasauma on lämmennyt tarpeeksi, se saavuttaa kiinteän olomuotonsa ja kovettuu. Puristus aika vaihtelee levyn paksuuden mukaan. Kuumapuristuksen jälkeen puristinlevyt aukeavat ja valmiit levyt syötetään puristimesta pois ja takaisin aihioiksi, jonka jälkeen ne siirtyvät seuraaviin työvaiheisiin. Mikäli vanerilevyjen pinnat vaativat korjausta (kittausta), ne menevät kittauslinjalle suoraan kuumapuristimen jälkeen. (Koponen 2016, 70–71)

3.7 Viimeistely, jatkojalostus ja pakkaus

Viimeistelyssä puristimelta tulleet aihiot työstetään lopulliseen muotoonsa. Työstäminen alkaa vanerin reunojen sahauksella, jolloin levyn reunat ajetaan tasaiseksi ja liimausprosessissa jätetty työvara (30–50 mm) poistetaan. Levyt sahataan vakiomittaan, määrämittaan tai karsintamittaan. Sahauksen jälkeen levyt hiotaan. Hionnassa levyjen pinnasta tulee tasainen ja siitä poistuu aiempien työvaiheiden mahdolliset jäljet. Hiomisen jälkeen vanerilevyt voidaan vielä sahata asiakkaan toivomiin määrämittoihin. Näiden työvaiheiden jälkeen levyjen laatu tarkistetaan, jonka jälkeen levyt pakataan ja ne lähtevät eteenpäin asiakkaille. (Koponen 2016, 74–78)

4 Liimauksen prosessivaatimukset

Liimausprosessi kattaa ladontalinjalla tapahtuvan liimauksen, ladonnan sekä esi- ja kuumapuristuksen. Tähän prosessiin on asetettu tiettyjä laatuvaatimuksia, jotta valmistettava tuote täyttäisi varmasti niin yrityksen kuin asiakkaankin tavoitteet ja toiveet.

4.1 Aikarajat tuotannossa

Liimausprosessiin on asetettu muutamia raja-aikoja eri tuotannonvaiheisiin, joiden ylittyminen ei ole suotavaa, jotta tuotteen laatu pysyy odotetulla tasolla.

Ladonta-aika

Ladontaan on asetettu ladottavalle aihiolle ladonta-aika, jonka aikana ladelma tulisi saada valmiiksi. Aika määräytyy käytetyn liiman reaktioajan mukaan. Varsinainen ladonta-aika on molemmilla ladontalinjoilla 10 minuuttia. Olisi suotavaa, että lähtökohtaisesti 10 minuutin aika riittäisi ladelman valmiiksi saamiseen. Mikäli aika jostain syystä ylittyy, tulee ladelman puristusta seurata tarkemmin ja varmistua siitä, että levyt pysyvät varmasti kiinni. Operaattorilla on valintapaneeli, joka näyttää jäljellä olevan ajan sekunteina. Laskuri lähtee laskemaan 600 sekunnista alaspäin (ks. kuvio 6), jolloin näyttö muuttuu vihreäksi. Kun 600 sekuntia on kulunut, näyttö muuttuu punaiseksi ja jatkaa laskemista 120 sekuntiin (varoaika). Tavoitteena siis on, että ladelman latominen tapahtuu 600 sekunnin aikana.



Kuvio 6. Operaattorin valintapaneelin ladonta-aika laskuri

Kuviossa 6 ladonta-aika on nimetty operaattorin paneelissa avoinaikana, mutta sitä ei pidä sekoittaa myöhemmin mainittavaan avoimeen aikaan. Ladontalinjan päässä latojille on kaksi merkkivaloa. Ensimmäinen niistä syttyy 8 minuutin jälkeen, joka ilmoittaa ajallisesti, että ladelma on melkein valmis. Kun 10 minuutin ladonta-aika on kulunut loppuun, syttyy punainen merkkivalo, joka vilkkuu niin kauan kunnes aihio lasketaan ladonta-asemalta pois kuljettimelle. Punaisen valon sytyessä tulisi latojien pysäyttää linja sopivan tilaisuuden tullen ja laskea ladelma välittömästi alas. Ladonta-aika nollaantuu, kun ladontahissi nousee takaisin ylös tai kun latoja kääntää vivusta non-stop-haarukat esille. Non-stop haarukoiden tarkoituksena on, että uuden aihion latomisen voi aloittaa välittömästi haarukoiden päälle, kun edellinen aihio on laskeutunut ladontahissillä alas kuljettimelle. Kun ladontahissi nousee takaisin ylös, non-stop haarukat vetäytyvät ja aihion latominen jatkuu normaalisti ladontahissin päälle. Mikäli linjalla esiintyy häiriöitä, jotka vievät niin paljon aikaa että ladelmaa ei ehditä latoa täyteen, tulee se pudottaa keskeneräisenä alas ja mahdollisesti kuivuneet viilut tulee heittää pois. (Akkanen, Jännes, Kekki, Kiiski, Kortelainen, Lind-Kohvakka, Liski, Mäkinen, Pajuoja, Rainio, Räsänen, Silventoinen, Tarvainen, Torniainen, Tynkkynen, Varis. 2017. 84; Karjula 2012)

Avoim aika

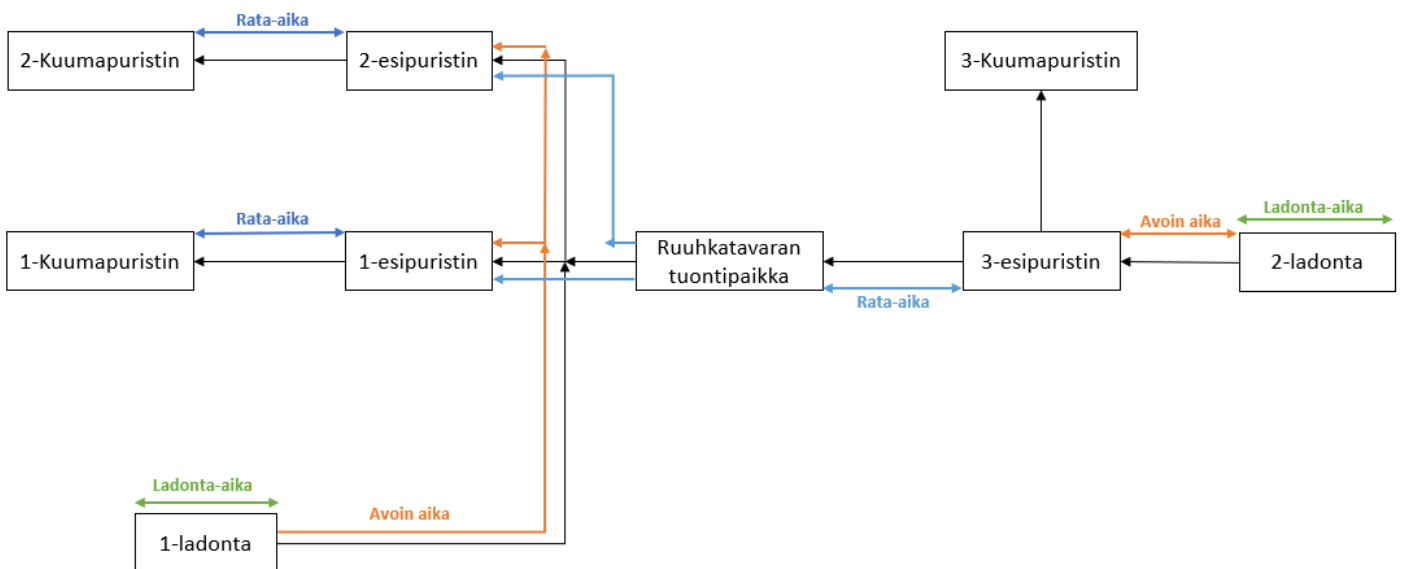
Avoimella ajalla tarkoitetaan aikaa, joka valmiilta aihiolta kuluu siirtymiseen ladonta-asemalta kuljettimia pitkin aina esipuristimelle saakka. Avoimeksi ajaksi on asetettu 5 minuuttia, jonka aikana valmis aihio tulisi olla esipuristimessa. Ihanteellisinta olisi, että valmis aihio siirtyisi suoraan esipuristimeen ilman odotusta.

Rata-aika

Rata-aika alkaa, kun esipuristin aukeaa ja aihio lähtee siirtymään eteenpäin kuumapuristimelle. Rata-ajan katsotaan päättyneen, kun kaikki levyt ovat kuumapuristimessa puristettavina. Liimanvalmistaja on asettanut rata-ajaksi noin 60 minuuttia. Liima pysyy siis ominaisuuksiltaan sopivana noin 60 minuutin ajan, ennen kuin se alkaa kuivua liikaa, jolloin riski levyjen aukeamiseen kuumapuristimessa kasvaa. (Karjula & Sarkonen 2018)

Ruuhkatavara

Ruuhkatavaraksi kutsutaan aihioita, jotka tuodaan 2-ladonnasta kuumapuristettavaksi puristimille 1 ja 2. Käytännössä 1-ladonnasta tulevat aihiot puristetaan aina puristimilla 1 ja 2, kun taas 2-ladonnan aihiot kuumapuristetaan puristimella 3. Tyypillisesti ruuhkatavaraa tehdään silloin, jos 3-puristin ruuhkautuu, rikkoutuu tai on huollettavana. Vastuu ruuhkatavaran tekemisestä on linjan työntekijöillä, joiden tulee omatoimisesti valmistaa ruuhkatavaraa puristimille 1 ja 2. Ruuhkatavaran tulee olla samaa vahvuutta mitä 1-ladonnassa valmistetaan tai muutoin se tulee puristaa vain toisella puristimista, jotta levyjen paksuudet eivät mene sekaisin. Ruuhkanipuissa tulee olla merkintä molemmin puolin, jossa R-kirjaimella osoitetaan nipun olevan ruuhkatavaraa. R-kirjaimen jälkeen tulee ilmoittaa levyjen paksuus, esimerkiksi 18 mm ruuhkatavara merkitään nippuun R18. Tällöin trukkikuskit ja puristimenhoitaja tietävät, että kyseessä on ruuhkatavara. (Karjula & Sarkonen 2018)



Kuvio 7. Ladontaprosessin raja-aikoja

4.2 Prosessivirheet ladonnassa

Ladonnassa tapahtuvat liimausvirheet ovat ehkäistävissä riittävällä valvonnalla. Usein virheitä on mahdotonta korjata jälkikäteen. Hylätyt tuotteet aiheuttavat taloudellisia menetyksiä, sillä niihin sisältyy aina kaikkien edellisten työvaiheiden kustannukset. Liimausvirheen suurin haitta koituu kuitenkin tuotteen käyttäjälle. (Voutilainen, Isomäki, Jussila, Lampinen, Lindeman, Mäkinen, Osara, Peltonen, Sahinoja, Taskinen, Vanhatalo, Varonen, Virolainen, Welling. 2010. 125–126)

Vanerin liimauksen laatua valvotaan standardien mukaan, jotta levyjen lujuus- ja mittavaatimukset täyttyvät. Valvottavia asioita ovat muun muassa liimanlevitys, liiman viskositeetti ja lämpötila, valmiin levyn paksuus sekä liimasauman lujuus. Levyn sisään syntyneet viat pystytään havainnoimaan vasta lopullisessa lajittelussa. Vanerin liimaus on suhteellisen altis prosessin erilaisille muutoksille, jonka vuoksi se on usein tehtailla erityisen tarkkailun kohteena. (Akkanen ym. 2017. 88–89; Koponen 2016, 72)

Tyypillisiä liimaus- ja puristusprosessin virheitä voivat olla:

Liimasauman delaminaatio

Liimasauman delaminaatiossa liimasauma ei täytä sille vaadittuja ominaisuuksia. Syitä epäonnistuneeseen liimaukseen voi olla liiman kuivuminen ennen kuumapuristusta pitkien odotusaikojen vuoksi. Myös liian korkea viilun lämpötila tai liian korkea hallin lämpötila voi edesauttaa liiman kuivumista enneaikaisesti. Muita syitä voi olla vähäinen liiman levitysmäärä tai levyissä olevat liimatomat kohdat. Liima voi myös imeytyä liikaa viiluun, jos viilun pinta on liian karkeaa tai viilu on liian kostea. (Akkanen ym. 2017. 89)



Kuvio 8. Viilun liiallisesta kosteudesta johtunut huono esipuristustartunta

Ontto levy

Ontto levy syntyy, jos levyn sisään on muodostunut liiallista höyrynpainetta, joka rikkoo levyn liimasauman tai viilun puristimen avautuessa tai heti sen jälkeen. Liialliseen höyrymuodostukseen vaikuttavat muun muassa liian suuri viilun kosteus liimauksessa sekä liiman valmistuksessa syntynyt virhe, jolloin liima sisältää liikaa vettä. Myös liian korkea puristuslämpötila, viilukerrosten välissä olevat roskat ja puristuskaavassa paineenalennukselle säädetty liian lyhyt aika vaikuttavat onttojen levyjen syntymiseen. (Akkanen ym. 2017. 89)

Paksuusvirhe

Paksuusvirhe syntyy, jos levyn paksuus ei ole tasainen tai se ei muutoin täytä paksuustoleranssia. Syitä paksuusvirheisiin voi olla esimerkiksi ladonnassa syntynyt kerroslukuvirhe, jolloin viiluja voi olla liikaa tai liian vähän yhdessä levyssä. Ladonnassa on voitu käyttää myös väärää viilun paksuutta tai levy on voinut puristua liian ohueksi liian korkean puristuspuheen vuoksi. (Akkanen ym. 2017. 89)

Liiman läpilyönti pinnasta

Liiman läpilyönti tarkoittaa, että puristuksen jälkeen tai levyn hionnassa pintaviilusta näkyy liima läpi. Syy liiman läpilyöntiin voi olla liiman liiallinen imeytyminen viiluun. Liiman läpilyönti on virheenä nykyään kohtalaisen harvinainen liiman entistä paremman koostumuksen vuoksi. (Akkanen ym. 2017. 89)

Sisäiset halkeamat, paksuuserot tai limittymät levyssä

Sahatun levyn reunoilla tai hiotun levyn pinnalla voi näkyä sisäviilujen halkeamia, paksuuseroja tai viilun reunojen limittymiä. Syitä virheisiin voi olla joko ladonnassa tai sitä edeltävissä työvaiheissa tapahtuneet viilujen rikkoontumiset. Myös saumauksessa tulleet repeämät tai limittymät aiheuttavat heikkolaatuisia saumoja, jotka edesauttavat edellä mainittujen virheiden syntymistä. (Akkanen ym. 2017. 89)

Lujuusarvot eivät täyty

Koepalojen/-levyjen säännöllisessä testauksessa lujuuteen asetetut raja-arvot alittuvat. Lujuusarvojen alittumisen syynä voi olla se, että viilun lujuus tai tiheys ei täytä vaatimuksia. Muita syitä on delaminaatiosta johtuvat viat sekä muut prosessin aikana tapahtuneet häiriöt. (Akkanen ym. 2017. 89)

4.3 Työtehtävät

Alla on kuvattu ladontalinjalla työskentelevien henkilöiden työnkuvaan kuuluvia työtehtäviä. Ladontalinjalla työskentelee kaksi latojaa ja yksi operaattori. Lisäksi vuorottajana toimii yksi työntekijä eli ladontalinjalla työskentelee yhteensä neljä työntekijää.

Operaattorin työtehtävät:

- Seurata viilujen tuloa pinkoista sekä niiden siirtymistä kuljettimille
- Seurata, että viilut menevät ladontapaikalle halutussa järjestyksessä ja korjata mahdolliset virheet
- Poistaa linjalta sellaiset viilut, jotka voivat aiheuttaa ruuhkan liimoittimella ja häiriöitä ladontapaikalla
- Valvoa, että liimoittimeen ei synny ruuhkia
- Valvoa, että liimaverhon levitys on ehjä ja tasainen. Tarvittaessa operaattori pysäyttää linjan ja puhdistaa levityslaatikon esim. tarkoitukseen soveltuvalla harjalla
- Muuttaa ladottavan tuotteen vaihtuessa reseptiä
- Osallistua liimoittimen ja ladontalinjan siivoukseen
- Valvoa, ettei saumattujen pohjalava viilujen loputtua päädy kuljettimille
- Linjalta poistettavat puhtaat viilut laitetaan omaan häkkiinsä, saumatut omaansa ja liimoittimeen juuttuneet liimaiset viilut vanerilevyn päälle lattialle
- Monitorin ja puhelimen avulla valvotaan linjan toimintaa ja pidetään yhteyttä ladontapäähän. (Karjula 2012)

Latojan työtehtävät:

- Viilujen on tultava kutakin rakennetta vastaavassa järjestyksessä ja ladottavaa paksuutta vastaava määrä
- Viilut on ladottava kiinni ladontavasteeseen
- Liimanlevityksen on oltava tasainen
- Ladotun levyaihion sisään ei saa jäädä ylimääräisiä viilunkappaleita eikä sinne kuulumattomia esineitä, eivätkä viiluarkit saa jäädä lomittain päällekkäin (ilmeinen tulipalon vaara)
- Viiluarkit, joiden pinnalla on liimaa selvästi yli sallitun levitysmäärän, on ehdottomasti poistettava
- Viiluarkit, jotka ovat vajaamittaisia tai rikkinäisiä on paikattava tai poistettava ladonnasta
- Ladontavasteen päällä oleva lamppu ilmaisee ladonta-aikaa. Aika nollaantuu aina, kun ladontahissikäy ala-asennossa. Ladelma on siirrettävä puristinlinjalle viimeistään, kun lamppu syttyy, jolloin ladonta-aikaa on kulunut 10 min. Kun ladonta aloitetaan seisokin jälkeen, ladonta-aika nollataan painikkeesta
- Latojat osallistuvat liimoittimen ja ladontalinjan siivoukseen. (Karjula 2012)

Vuorottajan työtehtävät:

- Vuorottaa latojat ja operaattorin työntekijän
- Mittaa viskositeetin ja liiman levityksen kolme kertaa vuorossa. Jos mittaustulokset poikkeavat sallitusta arvoista, linja pysäytetään ja liimoitin säädetään ohjeen mukaan
- Ladontalinjan siivous
- Täryseulan puhtauden tarkkailu ja pesu tarvittaessa
- Levitinpäiden puhdistus tai tarvittaessa niiden vaihto
- Liimaputkiston suodattimen puhtauden tarkkailu ja pesu tarvittaessa
- Linjan keskeytymättömän käynninvarmistus.
(Karjula 2012)

Edellä mainittuja toimintatapoja noudattamalla voidaan varmistua siitä, että valmistettu tuote täyttää asetetut laatuvaatimukset.

5 Laadunvarmistaminen

Laadunvarmistamisen tarkoituksena on yksinkertaisesti varmistaa, että tuote täyttää asetetut laatuvaatimukset jokaisessa tuotannon vaiheessa. Laadunvarmistaminen lähtee liikkeelle laadun mittaamisesta. Sen jälkeen voidaan nähdä, tarvitaanko laadun varmistamiseksi kehitystoimenpiteitä.

5.1 Laatu

Jokainen henkilö määrittelee laadun omalla tavallaan, usein vertaamalla esimerkiksi tuotetta johonkin toiseen tuotteeseen tai laittamalla asioita paremmuusjärjestykseen. Siksi voidaankin ajatella, että laadulla ei ole absoluuttista tasoa, vaan kyse on usein miten vertailusta. Kallista tuotetta pidetään yleensä laadukkaampana kuin halvempaa tuotetta. Laadun yhtenä kriteerinä onkin näin ollen hinnan ja laadun suhde. Laatu voidaan määritellä myös *”Tekniset ja taloudelliset perusteet”* -kirjan perusteella seuraavasti:

”Laatu on tuotteen ja/tai palvelun kyky täyttää käyttäjien, asiakkaiden, kilpailutilanteen ja yhteiskunnan sille asettamat vaatimukset, tarpeet ja odotukset.”

”Laatu on tuotteen tai palvelun sopivuus sen käyttäjälle valinnan takaavaan hintaan.”

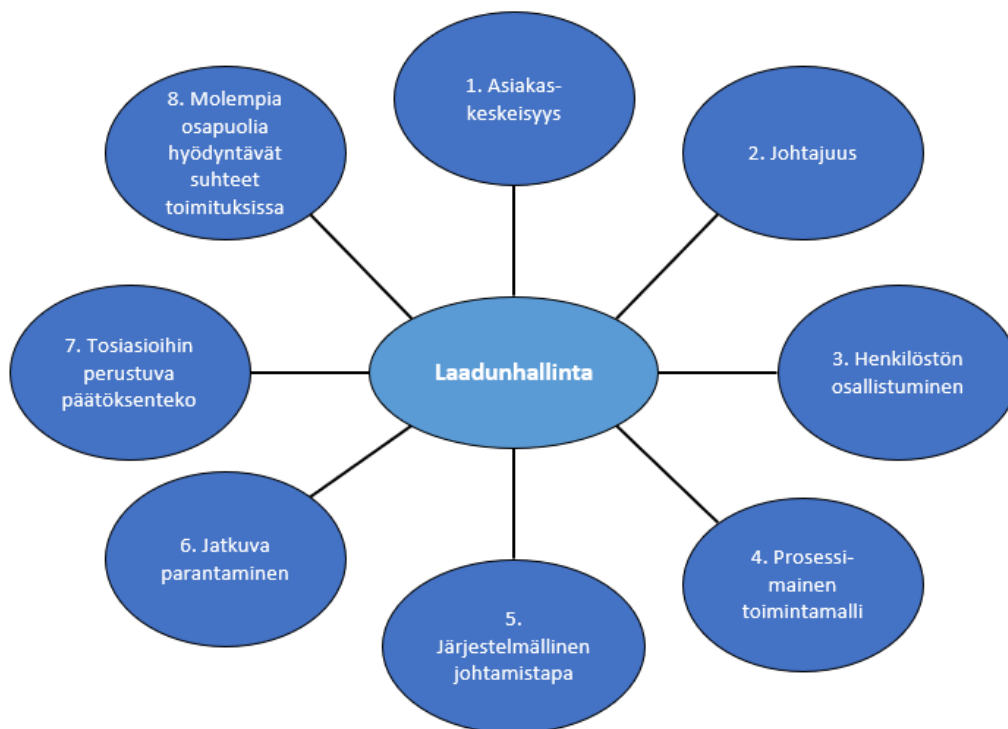
”Laatu muodostuu siitä, että asiakkaan kokemukset vastaavat hänen odotuksiaan.”

”Kaikki tuotteen tai palvelun lopputulokseen vaikuttava on laatua.”

Lopullisesti laadun arvottaa aina asiakas, joka arvioi onko hän saanut mielestään vastinetta rahoilensa. Voutilaisen mukaan asiakas toimii ja tekee päätöksensä tämän arvion perusteella myös jatkossa. Siksi onkin tärkeää, että tuote on tasalaatuista, jotta asiakkaalle jää mielikuva siitä, että tuote on ollut rahan arvoinen. Laadunvarmistukseen kuuluu kaikki käytännön toimenpiteet, joilla tuotteen laatu kaikissa prosessin vaiheissa voidaan varmistaa. (Voutilainen ym. 2010. 187–188, 197)

5.2 ISO 9001 -standardi

International Organization for Standardization (ISO) on laatinut erilaisia standardeja, jotka ovat kansainvälisesti laajassa käytössä eri teollisuuden aloilla. ISO 9001 -standardi on osa ISO 9000 -standardisarjaa. Se on yritykselle hyvin merkityksellinen, sillä se määrittelee tuotteiden laadunvarmistukselle ja asiakastyytyvyyden lisäämiselle asetettavat vaatimukset. Sertifikaatin voi saada ainoastaan tämän standardin perusteella. Sertifikaatin myöntää aina ulkopuolinen taho ja se toimii muille osoituksena siitä, että yritys toimii asiakaslähtöisesti ja järjestelmällisesti laadun kehittämässä. Kuviossa 9 on nähtävissä laadunhallinnan kahdeksan peruseriaatetta ISO 9001 -standardin mukaisesti. Standardien merkitys on kasvanut yritysmaailmassa niin paljon, että ISO 9001 -standardien mukainen sertifikaatti voi vaikuttaa jopa tilauksien ja tarjouspyyntöjen saamiseen tietyillä toimialoilla. ISO 9001 -sertifikaatti on tunnustettu kaikkialla maailmassa, joten siitä on apua myös kansainvälisessä kilpailussa. (ISO Standardit, n.d.; ISO 9001 Laadunhallinta, n.d.; Yleistä ISO 9001 -standardista, n.d.; Leicklin 2006, 309–310)



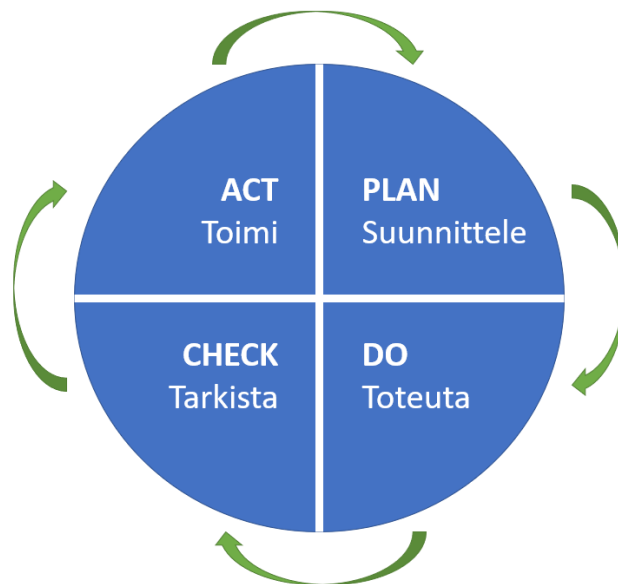
Kuvio 9. ISO 9001 -standardin laadunhallinnan kahdeksan peruseriaatetta (Leicklin 2006, 311, muokattu)

Suolahden tehtailla on käytössä kansainvälisen ISO 9001:2015 standardin mukainen laadunhallintajärjestelmä. Järjestelmän tarkoituksena on auttaa parantamaan toiminnan laatua sekä lisätä asiakastyytyväisyyttä. Muita laadunhallintajärjestelmän etuja on riskienhallinnan parannus, virheiden ja poikkeamien vähentäminen, toiminnan ja prosessien jatkuvan kehittämisen tukeminen sekä laatuksustannusten vähentäminen.

5.3 PDCA-menetelmä

Laadun parantamiseen voidaan käyttää tunnettua ongelmanratkaisumallia ja kehittämismenetelmää, joka tunnetaan nimellä PDCA (myös Demingin laatuympyrä). Malli koostuu neljästä eri kehittämisen vaiheesta, joita ovat:

- P = Plan (Suunnittelu)
- D = Do (Toteutus)
- C = Check (Tarkistus)
- A = Act (Korjaus)

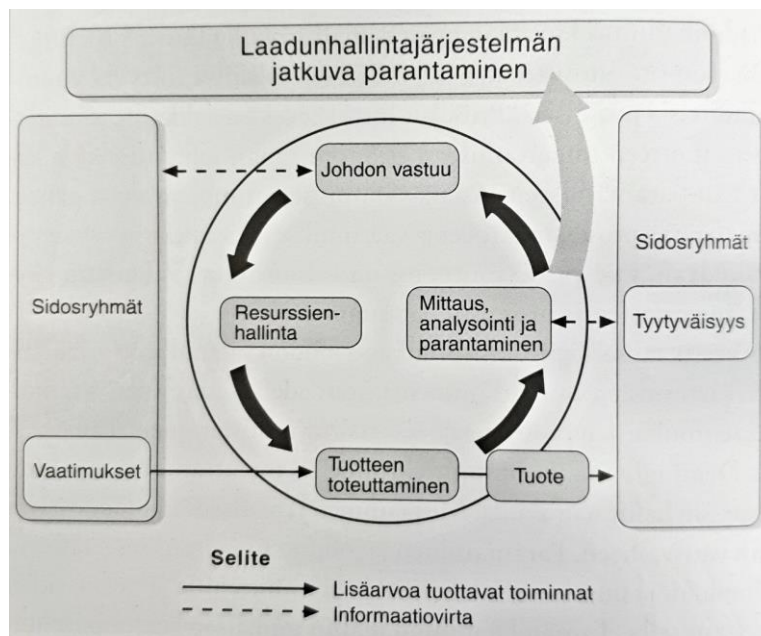


Kuvio 10. PDCA-menetelmä (PDCA malli ja jatkuva parantaminen 2020, muokattu)

Suunnitteluvaihe voidaan jakaa kolmeen eri alavaiheeseen, joita ovat ongelman tunnistaminen, ongelman analysointi sekä kokeiluasetelman kehittäminen. Ongelman tunnistamisessa on syytä pohtia mihin ongelma vaikuttaa, ja onko se ylipäättään ratkaisemisen arvoinen ongelma. Ongelman analysoinnin kannalta on tärkeää selvittää juurisyyt, jotka aiheuttavat ongelman. Kokeiluasetelman kehittämisen tarkoituksena on tuoda esille vaihtoehtoisia ongelmanratkaisutapoja. Suunnitelman toteutusvaiheessa kaavailut ratkaisut ja muutokset toteutetaan käytännössä. Tarkistusvaiheessa selvitetään, että kokeilu toimii ja vastaa tavoitteita. Lisäksi kirjataan ylös, mitkä asiat toimivat ja mitkä eivät. Viimeisessä vaiheessa toteutetaan korjaavat toimenpiteet. Mikäli kokeilusta ei synny myönteisiä tuloksia, voidaan PDCA-malli suorittaa uudestaan läpi uudella suunnitelmalla. (PDCA-malli ja jatkuva parantaminen, 2020)

5.4 Laadunhallinta

Laadunhallintaa voidaan kuvata kuviossa 11 näkyvän prosessimallin mukaisesti. Organisaation tulee tunnistaa ja johtaa toisiinsa liittyviä vuorovaikutteisia prosesseja. Kyseiset prosessit liittyvät asiakkaille toimitettavien tuotteiden toteuttamiseen sekä toiminnan johtamiseen ja jatkuvaan parantamiseen. Asiakas on prosessin molemmissa päissä, jolloin hän määrittää niin prosessin tarpeet kuin vaatimuksetkin. Prosessin tuotoksen valmistumisen jälkeen voidaan arvioida asiakastyytyväisyyttä. Saatua palautetta voi käyttää muun muassa prosessin parantamiseen. (Leicklin 2006, 311)



Kuvio 11. Prosesseihin perustuvan laadunhallintajärjestelmän malli (SFS-EN ISO 9004, Laadunhallintajärjestelmät. Suuntaviivat suorituskyyvyn parantamiselle, muokattu)

Kuvion 11 osoittaman laadunhallintajärjestelmän mallin mukaan johdon vastuulla on ymmärtää asiakkaiden vaatimuksia, asettaa tavoitteita sekä varmistaa tarkoituksenmukaisia prosesseja ja resursseja. Tämä kyseinen vaihe vastaa edellä mainittua PDCA-ympyrän suunnitteluvaihetta (Plan), jossa toteuttaminen (Do) tapahtuu prosessin hallinnan avulla. Mittaaminen ja analysointi (Check) muodostavat seuraavan tarkastusvaiheen. Silmukan päättää parantaminen ja johdon katselmukset (Act), jonka jälkeen uuden kierroksen tulisi käynnistyä suunnittelulla ja uusien tavoitteiden asettamisella. Leicklinin mukaan tämän niin kutsutun Demingin mallin eli PDCA-menetelmän mukaisen laadunparantamisajattelun tulisi olla mukana kaikissa prosesseissa. (Leicklin 2006, 311)

6 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus aloitettiin tekemällä tilannekartoitus, jossa selvitettiin tutkimuskysymysten pohjalta tuotannon aikarajojen noudattamista, ladontalinjalla tapahtuvia häiriöitä sekä ladonnan laatuvaatimusten täyttymistä. Lisäksi puristimenhoitajia haastateltiin, jotta saatiin selvitettyä, onko ruuhkatavaran ajamisella merkittäviä vaikutuksia 1- ja 2-puristinlinjojen toimintaan.

Tapaustutkimuksen avulla pyrittiin saamaan mahdollisimman paljon tietoa niistä syistä, jotka vaikuttavat valmistettavan tuotteen laatuun, sekä mitä kehittämismahdollisuuksia niihin olisi mahdollista tehdä. Tapaustutkimukselle tyypillisellä tavalla myös tässä tutkimuksessa aineistoa kerättiin mm. havainnoin, haastatteluin sekä valmiita aineistoja tutkien. Tutkimuksessa pyrittiin käyttämään sekä kvantitatiivista että kvalitatiivista tutkimusmenetelmää, jotta saataisiin mahdollisimman monipuolinen kuva aihekokonaisuudesta ja tutkittavista asioista.

6.1 Tutkimusaineiston hankinta

Ladonta-aikaa, avointa aikaa sekä rata-aikaa seurattiin havainnoimalla ja kirjaamalla ylös, kuinka kauan mihinkin vaiheeseen kului aikaa. Rata-ajan toteutumista seurattiin myös ruuhkatavaran osalta, sillä ruuhkatavaralla on lähtökohtaisesti suurempi riski ylittää asetettu rata-aika, koska se tuodaan 1- ja 2-puristimille toiselta ladontalinjalta.

Ladontalinjalla tapahtuvia häiriöitä ja niiden syitä seurattiin kellottamalla ladontalinjan toimintaa. Kellotuksessa oli apuna kaksi muuta ladontalinjan ulkopuolista työntekijää, jotta saatiin seurattua noin 1,5 tunnin keskeytymätön jakso. Seurattavan jakson ajaksi valittiin noin 1,5 tuntia, sillä se on yhden työntekijän normaali työkierron pituus, jonka aikana työntekijä kiertää ladontalinjan kolme eri työpistettä. Näin ollen otoksen uskottiin olevan riittävä kuvaamaan linjalla tapahtuvia häiriöitä. Kellotus aloitettiin aina kun linja pysähtyi, tai kun linjalla ei kulkenut viilua. Linjan pysähdykseen tai erilaisiin häiriöihin kulunut aika kirjattiin ylös. Lisäksi kellotukselle oli ennalta määritelty luokat, joiden perusteella mitatulle ajalle valittiin syy, joka kuvasi pysähdyistä parhaiten. Näin ollen kellotusten tuloksien analysointi oli jälkeenpäin helpompaa suorittaa. Mittauspöytäkirjoina käytettiin jo olemassa olevia mallipohjia, jotka ovat liitteenä 2 ja 3.

Ladonnassa tapahtuvia virheitä ja latomisen laatua seurattiin GoPro-kameran avulla. Kameralla kuvattiin ladontapäättä noin kahden tunnin ajan eri vuoroissa. Kamera sijoitettiin niin, että siitä näkyi mahdollisimman hyvin ladontapähän tulevien viilujen pinta, jolloin mahdollisten virheiden havainnointi olisi helpompaa. Videoiden perusteella tarkasteltiin, tapahtuiko liimauksessa tuotteen laatuun vaikuttavia häiriöitä. Tämä oli erityisen tärkeää, sillä vuonna 2020 reklamaatioiden suurin syy on ollut nimenomaan liimaviasta johtuva. Lisäksi nähtiin yleisellä tasolla, millaista viilun laatu oli, vaikka siihen ei tässä tutkimuksessa syvällisemmin perehdyttykään.

6.2 Tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti

Tutkimuksessa on pyritty välttämään virheiden syntymistä, mutta tulosten luotettavuutta ja pätevyyttä tulee silti tarkastella kriittisesti. Tutkimuksen luotettavuudella (reliabiliteetti) tarkoitetaan mittaustulosten toistettavuutta. Tutkimuksen reliabiliteetti tarkoittaa siis sen kykyä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Yleisesti ottaen tutkimusta voidaan pitää reliabiliteetina, jos esimerkiksi kaksi arvioijaa saa saman tuloksen. Pätevyys (validiteetti) on tutkimuksen arviointiin liittyvä käsite, joka tarkoittaa mittarin tai tutkimusmenetelmän kykyä mitata juuri sitä, mitä on tarkoituskin mitata. Tutkimuksen validiteetti voi kärsiä esimerkiksi silloin, jos kyselylomakkeeseen vastanneet henkilöt ovat tulkinneet osan kysymyksistä eri tavalla kuin tutkija itse on ajatellut. Jos tästä huolimatta tutkija käsittelee saatuja tuloksia oman ajattelumallinsa mukaisesti, ei tuloksia voida pitää pätevänä. (Hirsjärvi ym. 2009, 231–232)

6.3 Yleiset havainnot

Sisäisiä materiaaleja ja ohjeistuksia tarkasteltaessa kävi ilmi, että ladontalinjan operaattorilla ladonta-ajaksi oli määritelty 10 min + 2 min eli 10 min tarkoitti varsinaista ladonta-aikaa ja siihen päälle oli laskettu 2 min varoaika, jolloin laskurin näyttö muuttui punaiseksi. Ladontapäässä taas ensimmäinen ”ladelma melkein valmis”-valo syttyi 8 min kohdalla ja toinen ”ladelma valmis”-valo 10 min kohdalla, jolloin punainen valo alkoi vilkkumaan merkiksi ajan loppumisesta. Merkkivalot ja ladonta-ajat olivat siis ristiriidassa keskenään, kun virallinen ladonta-aika, jota ei tulisi ylittää oli asetettu 10 minuuttiin.

7 Tutkimustulokset

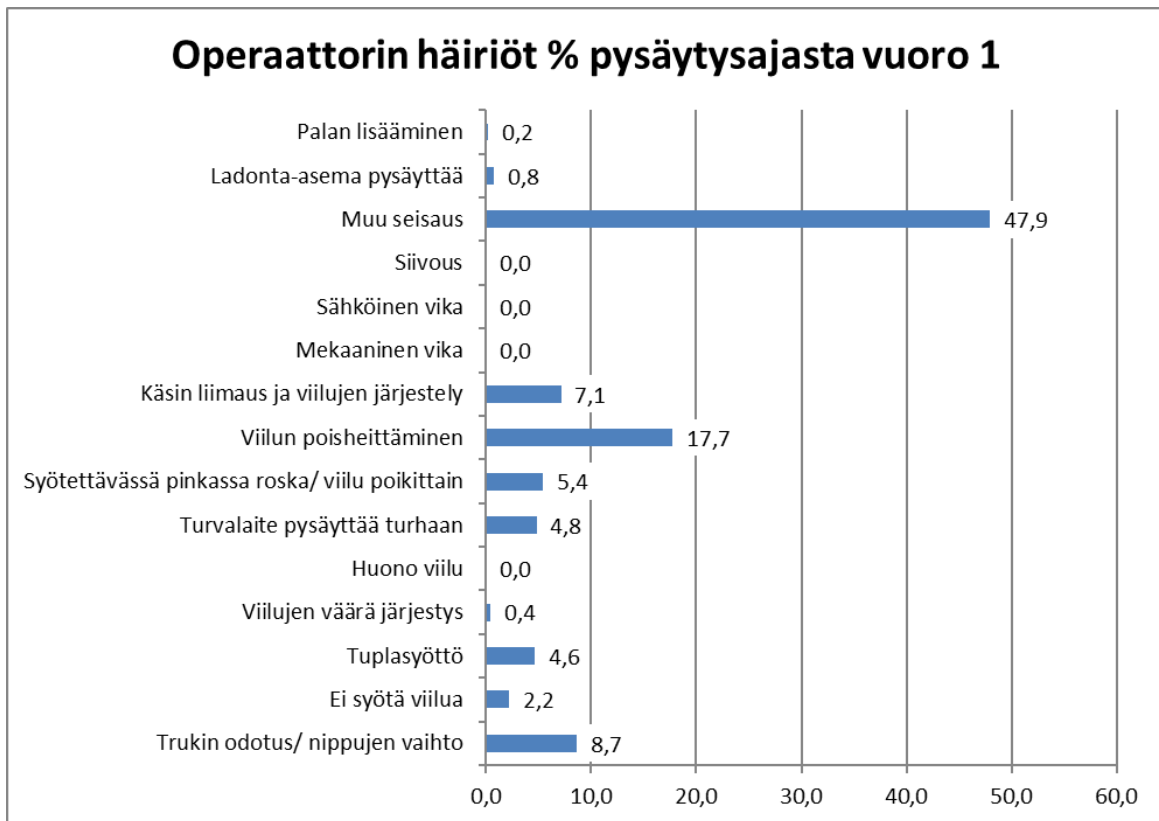
7.1 Ladontalinjalla tapahtuvat häiriöt

Mittaamalla aikaa, joka ladontalinjalla kului erilaisiin pysäytyksiin ja luokittelemalla pysähdyksen syytä, saatiin selville mitkä häiriöt aiheuttivat eniten tuotannon katkoksia ladontalinjalla. Mittaukset tehtiin niin operaattorilla kuin ladonta-asemallakin.

7.1.1 Mittaukset operaattorilla

Kuviossa 12 on esitetty, mistä syistä operaattorilla tapahtuvat pysähdykset ovat johtuneet. Tulok-
sista nousee selvästi esiin kohta *muu seisaus*. Tässä tapauksessa syyt *muu seisaus*-luokkaan ovat olleet muun muassa seuraavia:

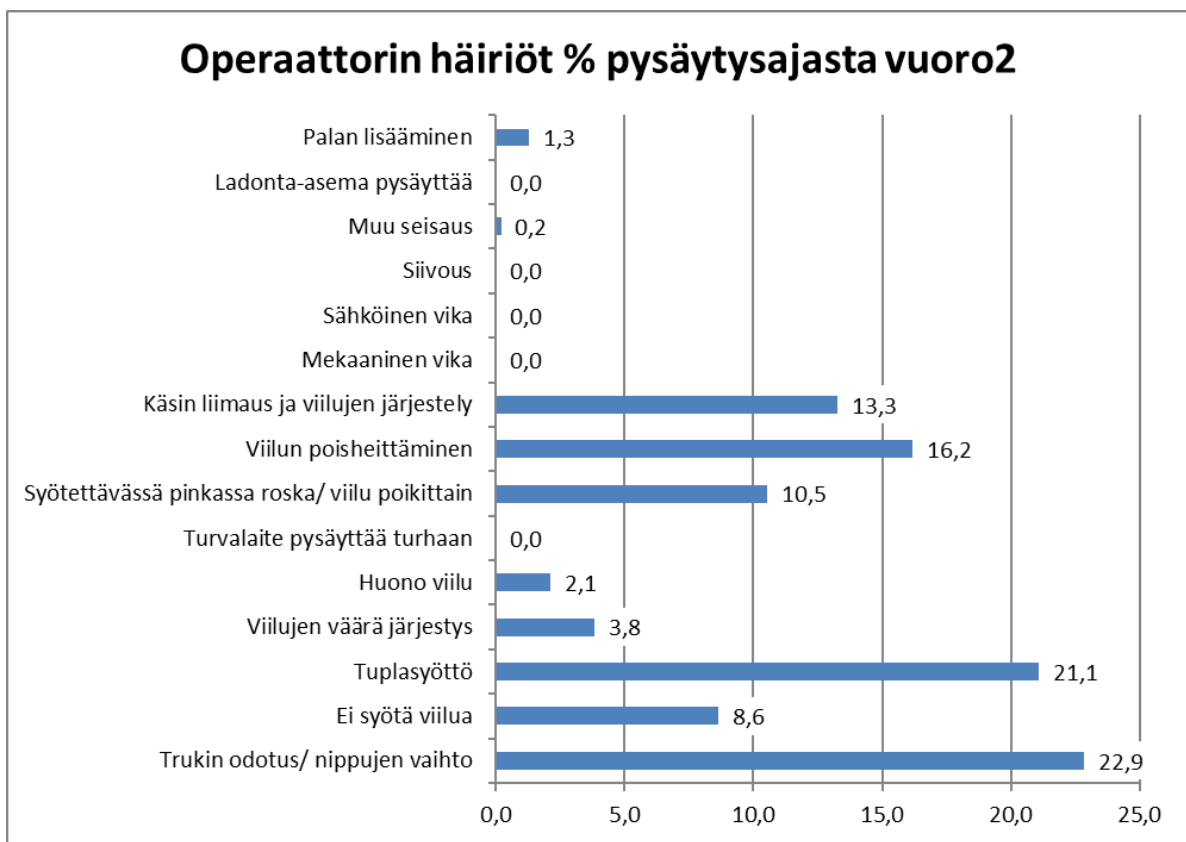
- Operaattori korjaa ladonnan tietokoneelle kuljettimen numeroita (viilujen oikean järjestyksen varmistaminen)
- Puristimenhoitaja tulee ilmoittamaan operaattorille puristimella olevasta ruuhkatilanteesta, linja pysäytetty siksi aikaa
- Ruuhkatilanteesta johtuen ladontalinjalla on jouduttu keskeyttämään tuotanto hetkellisesti.



Kuvio 12. Ladontalinjan häiriöt operaattorilla vuorossa 1

1-vuoron ladonnan häiriökellotus tapahtui kahdessa osassa. Ensimmäisen osan kesto oli noin 1 h, jolloin linjan käyntiaste oli 33,9 % ja toisen osan kesto 1,5 h, jolloin käyntiaste oli 50,5 %. Vuoden 2021 ladonnan käyntiasteen tavoitteeksi on asetettu 54 %, joten tämän kellotuksen osalta tavoitetta ei saavutettu. Ensimmäinen kellotus keskeytettiin tunnin jälkeen, sillä 2-puristin oli rikkoutunut ja 1-puristimelle muodostuneen ruuhkatilanteen vuoksi myös 1-ladonnan tuotanto jouduttiin hetkellisesti pysäyttämään. Tästä syystä kellotusta päätettiin jatkaa myöhemmin.

Vuorossa 2 häiriöt jakautuivat jokseenkin eri tavalla, ja suurimmat pysäytyksen syyt olivatkin trukin odotus/nippujen vaihto, tuplasyöttö sekä viulun poisheittäminen. Myös käsin liimauksen ja viilujen järjestelyn määrä oli korkea. Viilujen järjestelyn ja viilujen poisheittäamisen korkeahkot lukemat saattoivat kertoa siitä, että tuotannossa oli ollut normaalia huonolaatuisempaa viilua. Tuplasyöttöjen suuri määrä taas saattoi selittyä sillä, että syöttölaitteen imuvoima oli ollut liian suuri, jonka vuoksi syöttölaite pystyy nostamaan helposti kaksi viilua kerrallaan kuljettimelle. Häiriöistä huolimatta linjan käyntiaste oli kellottamisen aikana jopa 73,4 %, joka kertoo siitä että häiriöt oli saatu kuitattua nopeasti.



Kuvio 13. Ladontalinjan häiriöt operaattorilla vuorossa 2

Pysähdysten merkittävimmät syyt vuorossa 3 ovat olleet käsin liimaus ja viilujen järjestely, muu seisaus sekä trukin odotus/nippujen vaihto. Muun seisauksen syitä on ollut muun muassa:

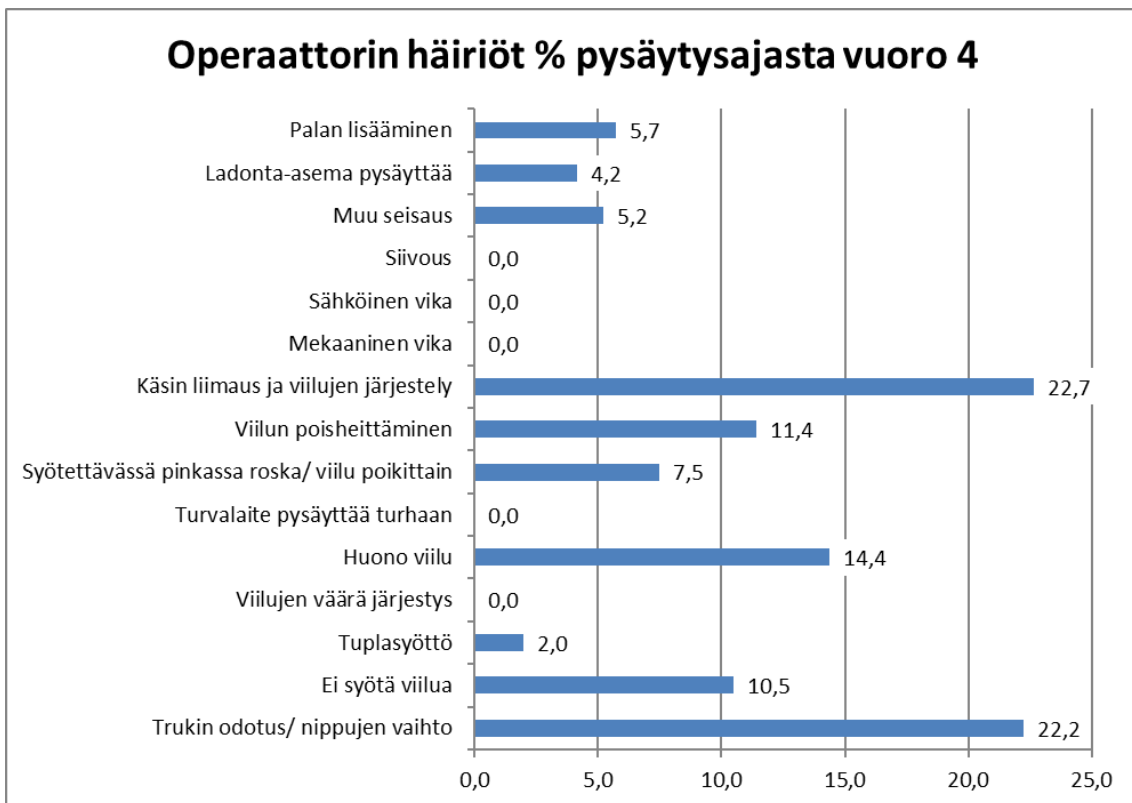
- Viilu on jäänyt jumiin liimoittimen alle ja liimoitin on sammunut
- 3-syöttölokerolla nipun vaihtamisessa ja asemoinnissa on ollut ongelmaa, apua on pyydetty muilta työntekijöiltä
- Operaattori korjaa ladonnan tietokoneelle kuljettimen numeroita (viilujen oikean järjestyksen varmistaminen).

Vuorossa 3 tarkastelu-aika oli noin 2 tuntia. Tällöin linjan käyntiaste oli 54,7 %.



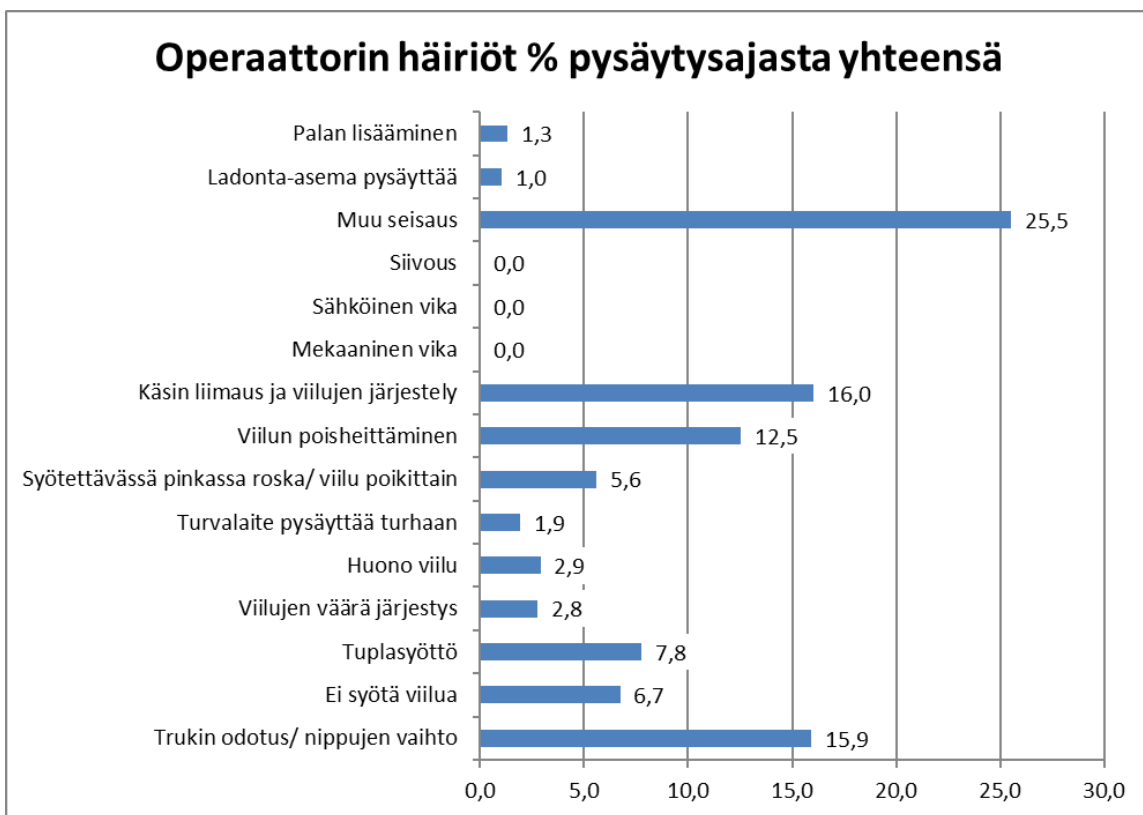
Kuvio 14. Ladontalinjan häiriöt operaattorilla vuorossa 3

Vuorossa 4 pysähdysten syyt olivat samantapaisia kuin edeltävissäkin vuoroissa. Käsien liimauksen ja viilujen järjestelyn, trukin odotuksen/nippujen vaihtaminen, huonon viilun sekä viilun poisheittäminen osuudet nousivat tuloksista keskeisimpänä esille. Huomiona muihin vuoroihin oli tässä tapauksessa korkeampi osuus palan lisäämisessä. Palan lisäämisellä tarkoitetaan sitä, että esimerkiksi ladontapähän mennyt liian lyhyt viilu ”jatketaan” sopivan viilunpalan avulla täysimittaiseksi. Myös vuoron 4 tarkastelujakson pituus oli 2 tuntia. Linjan käyntiaste kahden tunnin aikana oli 66 %.



Kuvio 15. Ladontalinjan häiriöt operaattorilla vuorossa 4

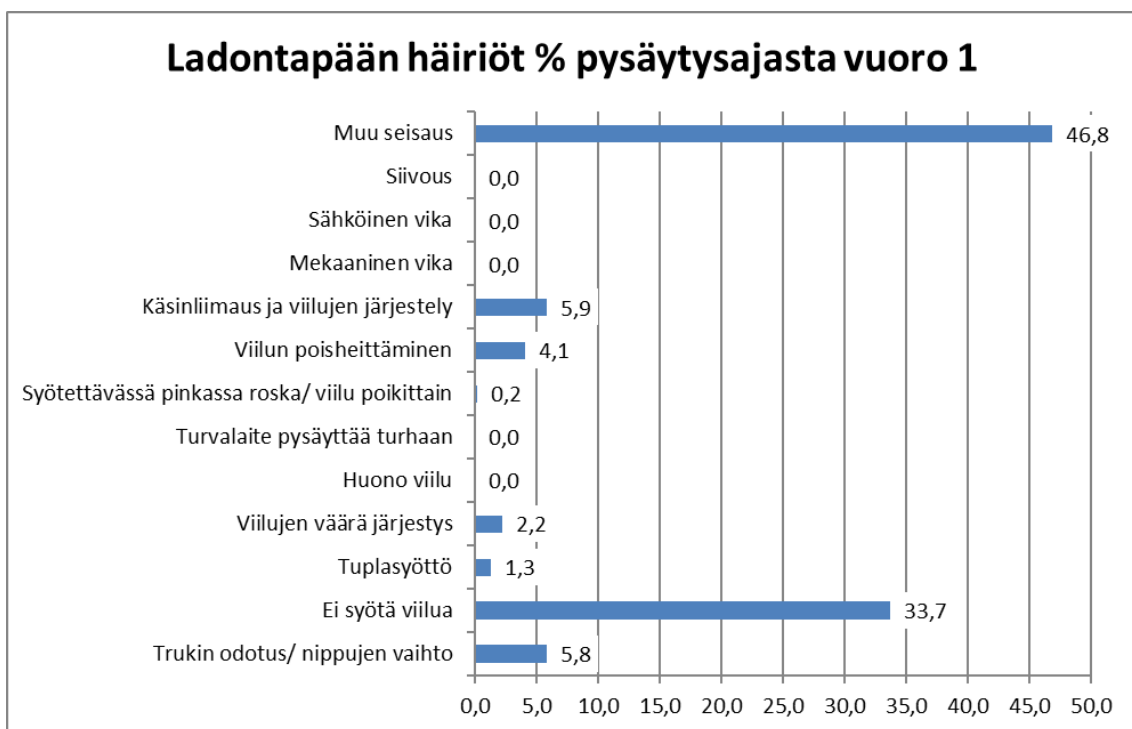
Kun kaikkien neljän vuoron kellotukset yhdistettiin, saatiin kokonaistarkasteluajaksi 08:34 tuntia, joka vastaa melko lähelle yhtä työvuoron kestoa. Tulosten yhdistämisessä suurimmat syyt olivat muu seisaus, käsin liimaus ja viilujen järjestely, trukin odotus/nippujen vaihto sekä viilun poisheittäminen. Muu seisaus -kohta selittyy suurelta osin sillä, kun ladontalinjan operaattori korjaa tietokoneelle kuljettimen numeroita eli varmistaa, että viilut tulevat tuotantoreseptin mukaisessa järjestyksessä linjalle sekä toisen kuumapuristimen rikkoutumisen vuoksi rajoitetulla tuotannolla. Viilujen järjestelyn ja käsin liimauksen sekä viilujen poisheittäamisen määrät viestivät mahdollisesti heikentyneestä viilun laadusta, jolloin pysähdyksiä on tullut normaalia useammin.



Kuvio 16. Ladontalinjan häiriöt operaattorilla kaikissa vuoroissa yhteensä

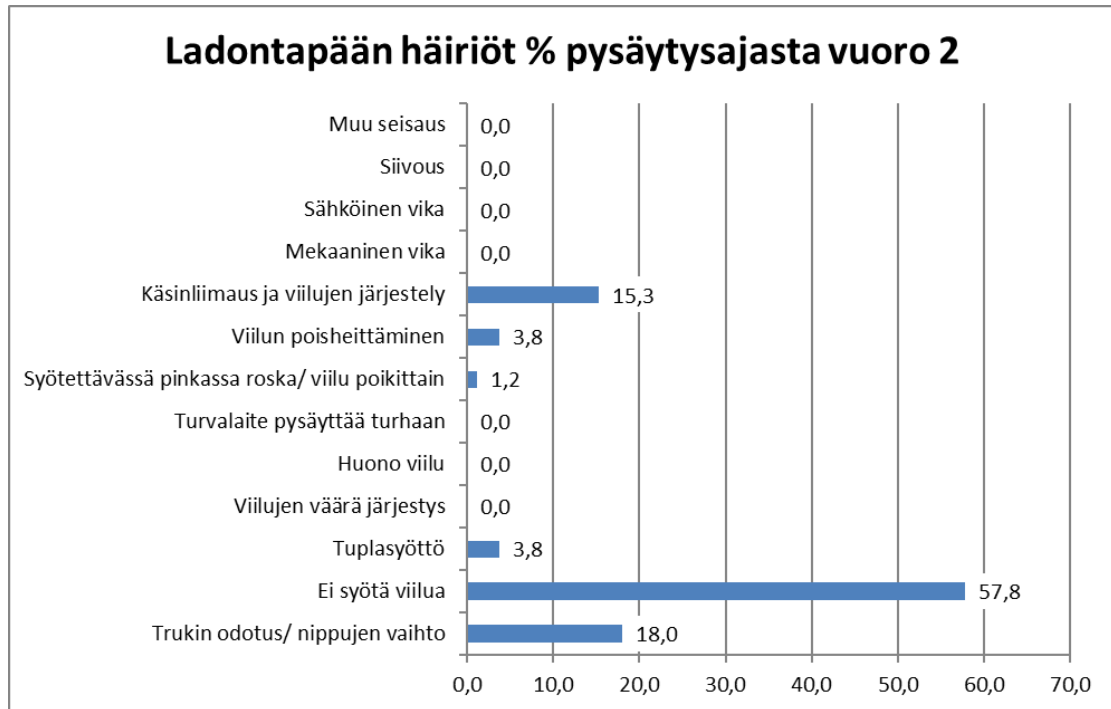
7.1.2 Mittaukset ladonta-aseamalla

Ladonta-aseamalla mitatut pysähdyksen syyt poikkesivat hieman operaattorilla tapahtuneista pysähdyksen syistä. Vuorossa 1 (ks. kuvio 17) suurin syy oli muu seisaus, joka selittyi 2-puristimen rik- koutumisen vuoksi pidetyillä tauoilla, jotta puristinlinja 1 ei ruuhkautuisi liikaa. *Ei syötä viilua* -syy selittyy esimerkiksi sillä, että operaattorilla linja oli pysäytetty viilun poisheittäminen, oikomisen, syöttölaitteella käymisen tai viilujärjestyksen korjaamisen ajaksi.



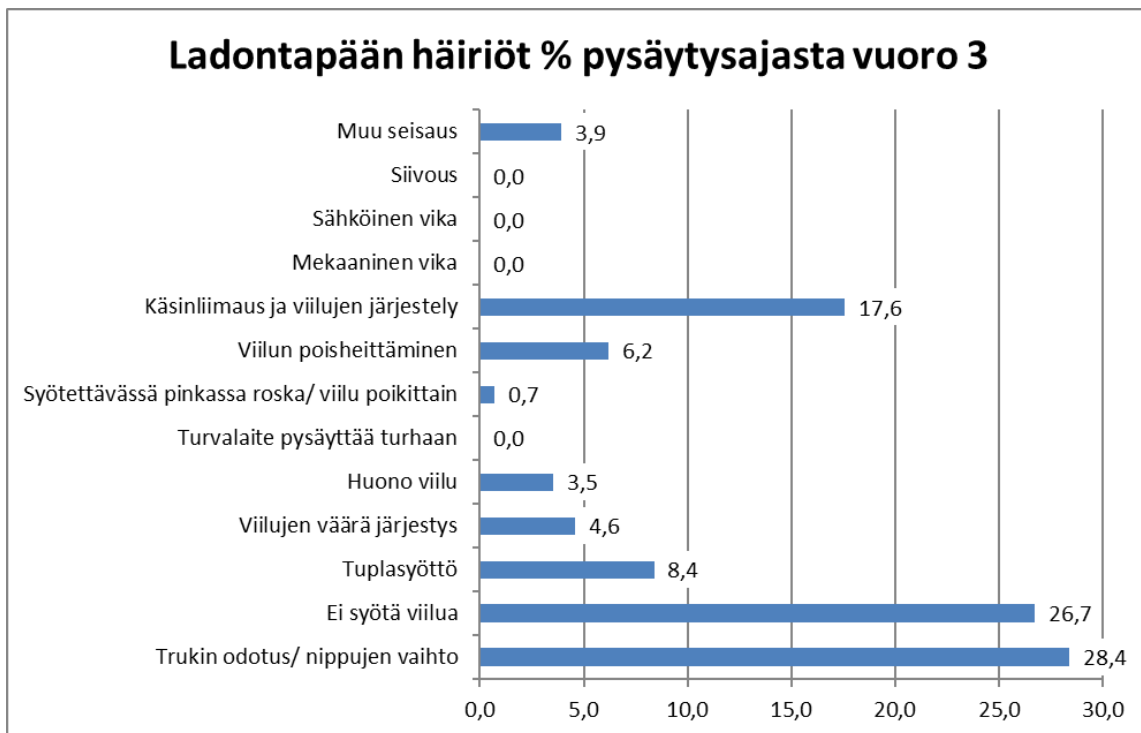
Kuvio 17. Ladontalinjan häiriöt ladontapäässä vuorossa 1

Vuorossa 2 suurimmaksi syyksi osoittautui *ei syötä viilua* (ks. kuvio 18), joka tarkoittaa sitä, että linjalta ei syystä tai toisesta ole tullut viilua. Se voi selittyä kuvion 13 mukaisesti sillä, että tuotannossa on ollut huonolaatuisempaa viilua ajossa, sillä operaattorilla on jouduttu pysäyttämään linja useasti viilujen poisheittäminen, järjestelemisen, oikaisemisen tai tuplasyötön vuoksi. Muutoin ladontapään pysähdykset ovat johtuneet käsin liimauksesta ja viilujen järjestelystä, jos odotuksesta johtuvia syitä ei oteta huomioon.



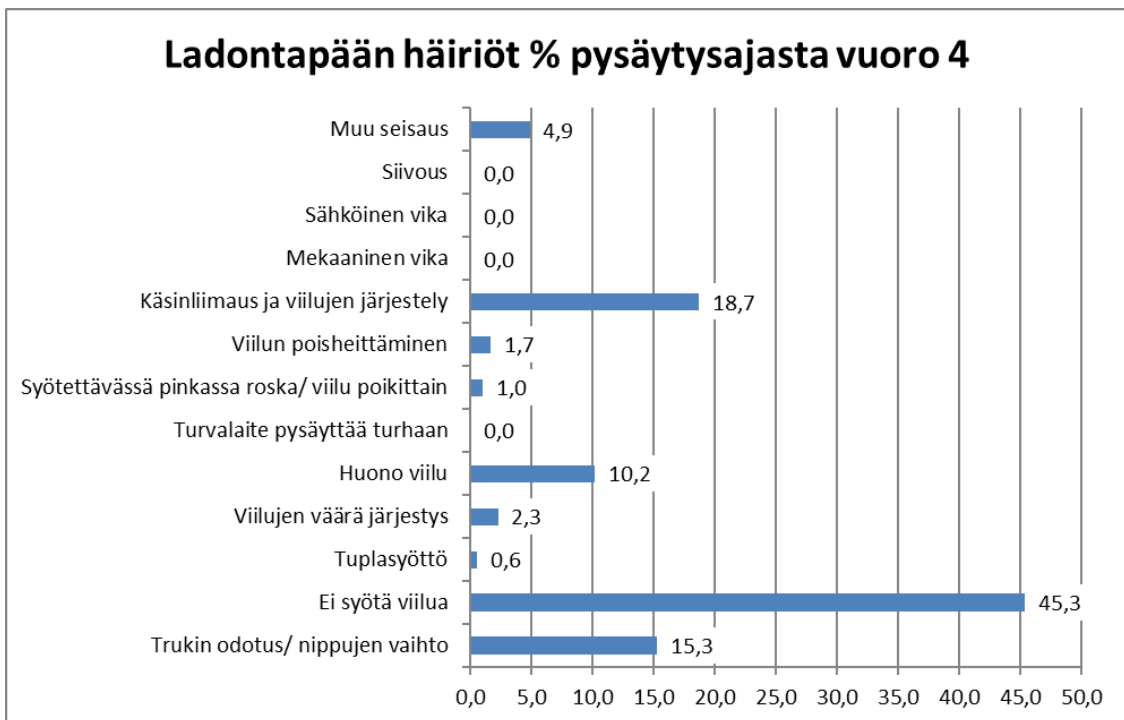
Kuvio 18. Ladontalinjan häiriöt ladontapäässä vuorossa 2

Vuoron 3 kohdalla korostui suurimmaksi pysähdysten syyksi trukin odotus/nippujen vaihto (ks. kuvio 19.). Pääasiallinen syy liittyi siihen, kun ladelma tuli valmiiksi. Muutamia kertoja ladelman valmistumisen jälkeen ei käytetty lainkaan non-stop varsia ja työntekijät vaihtoivat paikkaa ladontalinjalla seuraavalle työpisteelle niin, että linja oli pysähdyksissä. Tuplasyöttöjen suurehko osuus selittyi sillä, että operaattorilla ei ole huomattu päällekkäin olevia viiluja, vaan ne on kulkeutuneet ladontapähän asti, jolloin ne on latojien toimesta poistettu. Käsiniimauksen ja järjestelyn määrä oli myös yksi suurimmista pysähdysten aiheuttajista, joka antaa viitteitä siitä, että viilun laatu ei välttämättä ole ollut odotetulla tasolla. Lisäksi ladontapäässä on jouduttu korjaamaan jonkin verran väärässä järjestyksessä tulleita viiluja.



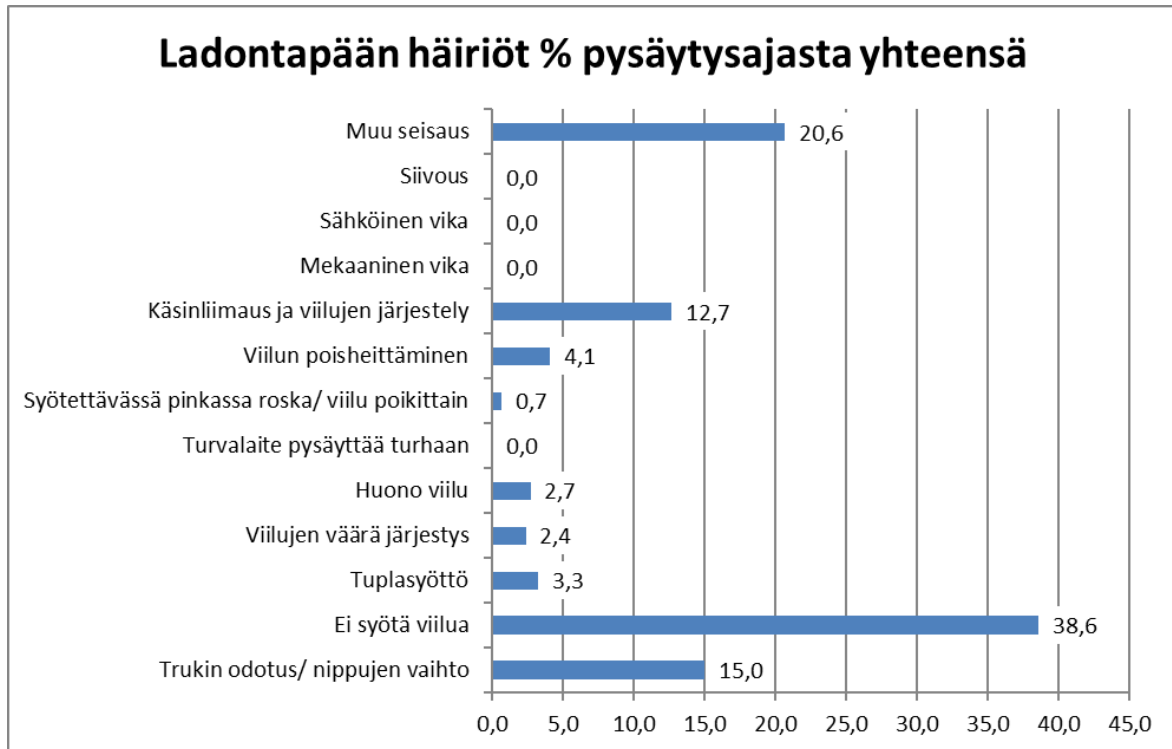
Kuvio 19. Ladontalinjan häiriöt ladontapäässä vuorossa 3

Vuorossa 4 suurimmaksi pysähdyksen syyksi osoittautui *ei syötä viilua*. Lisäksi muihin vuoroihin verratessa huonon viilu määrä nousi korkeammaksi. Tuotannossa oli halkinaista viilua, joka aiheutti enemmän pysähdyksiä ladontapäässä. *Muu seisaus* -syy johtui liimoittimen äkillisestä sammumisesta ja liimaverhossa olevista rei'istä. Käsiniimauksen ja järjestelyn määrä oli tässä vuorossa suurin, joka saattaa kertoa siitä, että tässä vuorossa liimattomat kohdat korjataan erittäin hyvin tai siitä, että liimattomia kohtia on syntynyt enemmän liimoittimen liimaverhon repeämisen vuoksi.



Kuvio 20. Ladontalinjan häiriöt ladontapäässä vuorossa 4

Kaikkia vuoroja tarkasteltaessa yhteensä, voitiin huomata että ladontapäässä aiheutuvat häiriöt johtuivat suurilta osin pelkästä odotuksesta. Varsinaisia pysähdysten syitä ladontapäässä oli viilujen käsin liimauksessa ja järjestelyssä sekä viilun poisheittämisessä joko huonon viilun tai tuplasyötön vuoksi tai viilujen väärän järjestyksen korjaamisessa.



Kuvio 21. Ladontalinjan häiriöt ladontapäässä kaikissa vuoroissa yhteensä

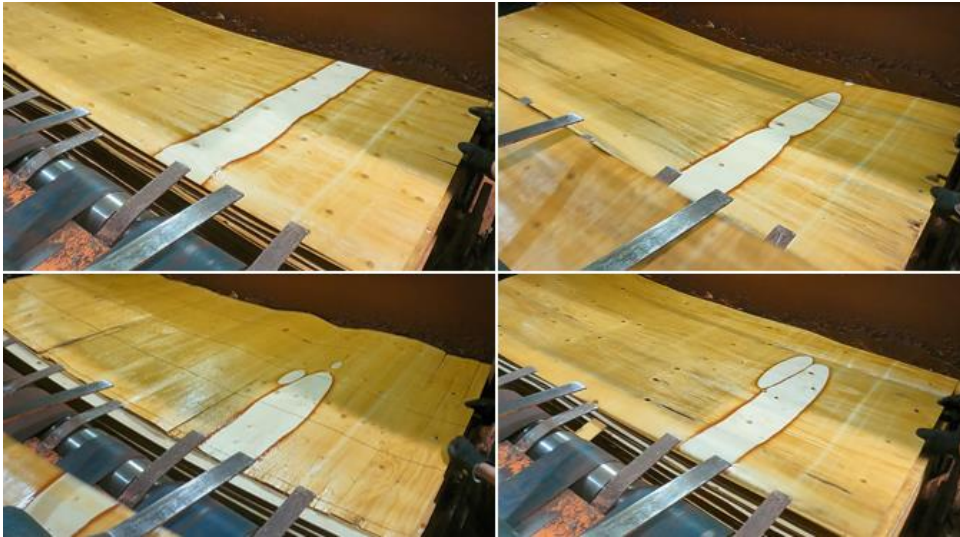
7.2 Ladonnan laatuvaatimusten täyttyminen

GoPro-videomateriaaleissa oli havaittavissa selkeitä eroja työskentelytavoissa eri työvuorojen välillä. Pääosin viiluihin tulleet liimattomat kohdat korjattiin erittäin hyvin, kääntyneet viilut oikaistiin (ks. kuvio 22) ja huonot viilut poistettiin. Materiaalien perusteella kuitenkin yhdessä vuoroista laatuvaatimukset eivät täytyneet odotetulla tavalla. Liimattomia kohtia oli runsaasti viiluissa, eikä niitä juurikaan korjattu tai korjaaminen oli puutteellista. Myös liikaa liimaa sisältävä viilu jätettiin ladelmaan, vaikka se olisi ehdottomasti pitänyt heittää pois (ks. kuvio 27). Tällainen menettely lisää merkittävästi reklamaatioiden riskiä, kun huonolaatuiset levyt pääsevät kulkeutumaan tuotannossa eteenpäin. Seuraavissa työvaiheissa liimavirheiden tunnistaminen on erittäin vaikeaa, eikä kaikki virheet ilmene kuin vasta ajan kuluessa, jolloin asiakas on pahimmassa tapauksessa saanut jo tuotteen käyttöönsä.



Kuvio 22. Kuljettimella kääntynyt viilu

Liimattomat kohdat viilujen päällä johtuivat usein miten liimoittimen liimaverhon repeämisestä. Repeäminen voi johtua siitä, että liimausjärjestelmään on päässyt ilmaa ja poistuessaan ilma tekee hetkellisen reiän liimaverhoon. Liimaverhon repeämistä lisää myös se, jos verholiimauslaitteiston suodattimet ovat likaisia. Liimaverhon repeillessä useasti, tulisikin tarkistaa, että suodattimet sekä niiden tiivisteet ovat puhtaat. Liimauslaitteiston levitinpäissä voi joskus esiintyä likaa ja tukkeumia, jotka aiheuttavat myös liimaverhon repeilyä. Tällöin tulisi tehdä liimalaitteiston pesu automaattisen pesuohjelman avulla sekä puhdistamalla mekaanisesti liimaverhon ura.



Kuvio 23. Liimaverhon repeämisestä johtuvat liimattomat kohdat viiluissa

Muita syitä liimattomien kohtien syntymiseen on esimerkiksi viilun päällä olevat roskat tai koverat viilut, jotka nousevat pitkiltä sivuilta hieman ylöspäin. Liimaverhon alta kulkiessaan kovera reuna estää liimaa levittymästä tasaisesti viilun päälle jättäen liimattomia kohtia viilun pintaan (ks. kuvio 24).



Kuvio 24. Pitkältä sivulta kovera viilu

Myös liimattomien kohtien puutteellinen korjaus voi aiheuttaa liimavikoja, sillä levyyn jää korjauksesta huolimatta liimattomia kohtia (ks. kuvio 25).



Kuvio 25. Puutteellisesti korjattu liimaton kohta viilussa

Toisinaan viilu saattaa jäädä jumiin liimaverhon alle, jolloin liimaa levittyy pinnalle reilusti enemmän kuin olisi tarpeellista (ks. kuvio 26). Tällaisissa tilanteissa viilu tulee poistaa linjalta, sillä liian suuri liimamäärä voi heikentää esipuristustartuntaa.



Kuvio 26. Liian suuri liimamäärä viilun päällä



Kuvio 27. Ylimääräinen liima levitetty viilun päälle ja jätetty ladelman

Suurin osa liimattomien kohtien korjauksista tapahtui kuitenkin laatuvaatimusten mukaisesti (ks. kuvio 28).



Ennen



Jälkeen

Kuvio 28. Liimattoman kohdan korjaus ennen ja jälkeen

7.3 Tuotantoon asetetut aikarajat

Ladonta-aika

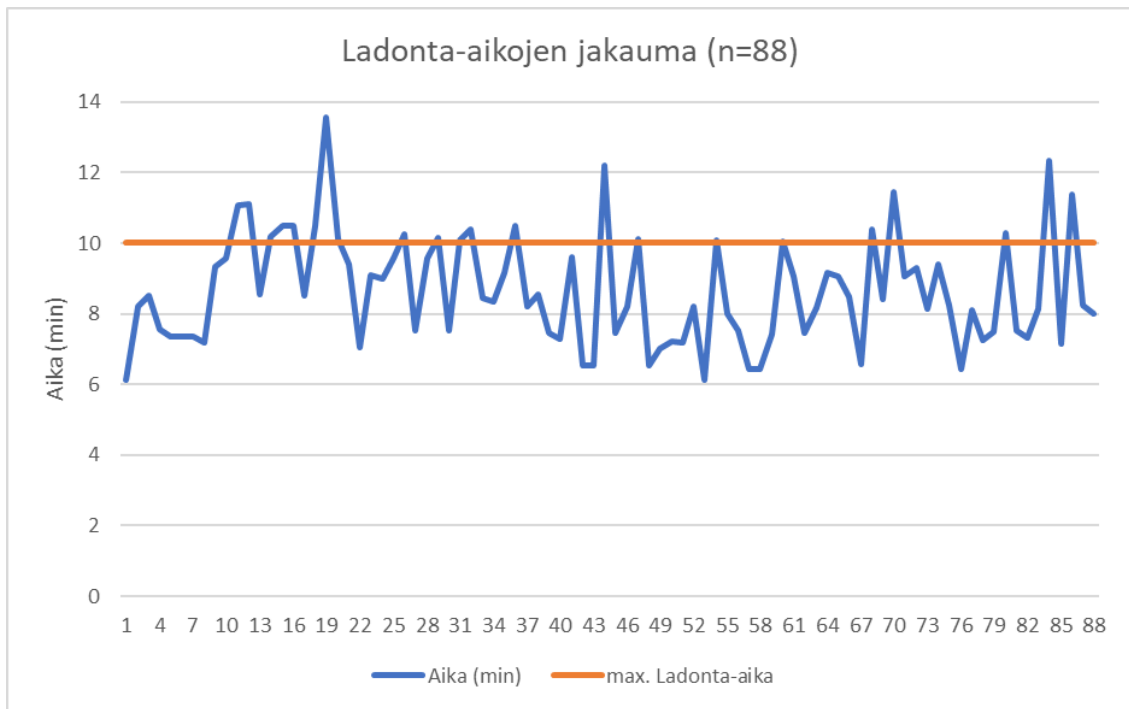
Ladontalinjan operaattorin ja ladontapään merkkivalojen ristiriitaisuuden havainnoiminen saattoi olla yksi laadunhallintaan vaikuttavista juurisyistä, sillä ladelmaa ajettiin helposti liian kauan operaattorilla olevan ajan perusteella (10 min + 2 min). Tällöin liimalla oli mahdollisuus kuivua liikaa ja sen seurauksena levyt eivät enää puristusvaiheessa välttämättä tarttuneet toisiinsa tarpeeksi tiukasti kiinni.

Ladonta-ajan havaintoja kirjattiin ylös 88 kpl. Valmistettavien levyjen paksuudet vaihtelivat 15–24 mm välillä. Taulukosta 2 voidaan nähdä, että ladonta-ajat ylittyivät 25 %. Keskimääräinen aika yhden ladelman valmiiksi saamiseen oli 8,52 min, sallitun ladonta-ajan ollessa 10 min. Mikäli ladontalinjalla oli hyvälaatuista viilua, eikä linjalla ilmennyt merkittäviä häiriöitä tai muita pysähdyksiä, saattoi aihion latomiseen kulua aikaa vain hieman yli 6 minuuttia.

Taulukko 2. Ladonta-ajat

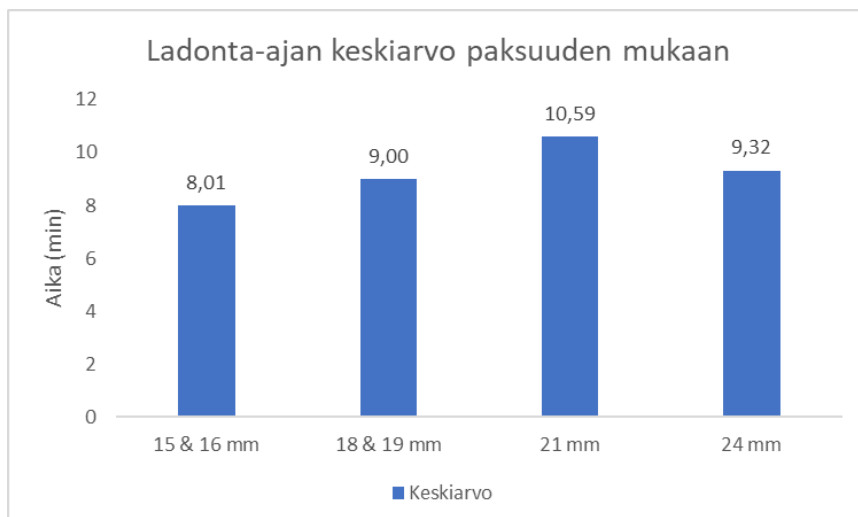
Nro	Kesto (min)	Alitus	Nro	Kesto (min)	Alitus	Nro	Kesto (min)	Alitus	Nro	Kesto (min)	Ylitys
1	0:06:13	0:03:47	23	0:07:27	0:02:33	45	0:07:45	0:02:15	67	0:11:08	0:01:08
2	0:08:22	0:01:38	24	0:09:59	0:00:01	46	0:08:18	0:01:42	68	0:11:10	0:01:10
3	0:08:53	0:01:07	25	0:06:55	0:03:05	47	0:09:16	0:00:44	69	0:10:17	0:00:17
4	0:07:55	0:02:05	26	0:06:55	0:03:05	48	0:09:06	0:00:54	70	0:10:50	0:00:50
5	0:07:34	0:02:26	27	0:07:45	0:02:15	49	0:08:49	0:01:11	71	0:10:51	0:00:51
6	0:07:36	0:02:24	28	0:08:21	0:01:39	50	0:06:56	0:03:04	72	0:10:48	0:00:48
7	0:07:34	0:02:26	29	0:06:54	0:03:06	51	0:08:41	0:01:19	73	0:13:58	0:03:58
8	0:07:20	0:02:40	30	0:07:00	0:03:00	52	0:09:06	0:00:54	74	0:10:13	0:00:13
9	0:09:32	0:00:28	31	0:07:21	0:02:39	53	0:09:29	0:00:31	75	0:10:26	0:00:26
10	0:09:57	0:00:03	32	0:07:18	0:02:42	54	0:08:13	0:01:47	76	0:10:14	0:00:14
11	0:07:54	0:02:06	33	0:08:22	0:01:38	55	0:09:41	0:00:19	77	0:10:10	0:00:10
12	0:09:58	0:00:02	34	0:06:12	0:03:48	56	0:08:24	0:01:36	78	0:10:38	0:00:38
13	0:08:55	0:01:05	35	0:08:00	0:02:00	57	0:06:45	0:03:15	79	0:10:50	0:00:50
14	0:08:53	0:01:07	36	0:07:53	0:02:07	58	0:08:12	0:01:48	80	0:12:20	0:02:20
15	0:09:39	0:00:21	37	0:06:45	0:03:15	59	0:07:26	0:02:34	81	0:10:13	0:00:13
16	0:07:06	0:02:54	38	0:06:44	0:03:16	60	0:07:48	0:02:12	82	0:10:10	0:00:10
17	0:09:10	0:00:50	39	0:07:44	0:02:16	61	0:07:52	0:02:08	83	0:10:04	0:00:04
18	0:09:00	0:01:00	40	0:09:06	0:00:54	62	0:07:32	0:02:28	84	0:10:40	0:00:40
19	0:09:58	0:00:02	41	0:08:54	0:01:06	63	0:08:14	0:01:46	85	0:11:45	0:01:45
20	0:08:46	0:01:14	42	0:07:46	0:02:14	64	0:07:14	0:02:46	86	0:10:28	0:00:28
21	0:08:34	0:01:26	43	0:07:52	0:02:08	65	0:08:23	0:01:37	87	0:12:32	0:02:32
22	0:09:15	0:00:45	44	0:08:22	0:01:38	66	0:08:00	0:02:00	88	0:11:39	0:01:39

Keskiarvo 0:08:52 min Alituksen keskiarvo 0:01:49 min
 Keskihajonta 0:01:33 min Ylityksen keskiarvo 0:00:58 min



Kuvio 29. Ladonta-aikojen jakauma

Kuviossa 29 on esitetty ladonta-aikojen jakautuminen. Ladonta-aikaan vaikutti osaltaan kuitenkin se, mitä paksuutta tuotannossa valmistettiin. Lähtökohtaisesti ohuemmillä paksuuksilla (<16 mm) aihion valmiiksi latomiseen kului vähemmän aikaa.



Kuvio 30. Ladonta-ajan keskiarvo paksuuden mukaan

Havaintojen määrä jakautui seuraavasti eri paksuuksille:

15 & 16 mm → 27 kpl

18 & 19 mm → 59 kpl

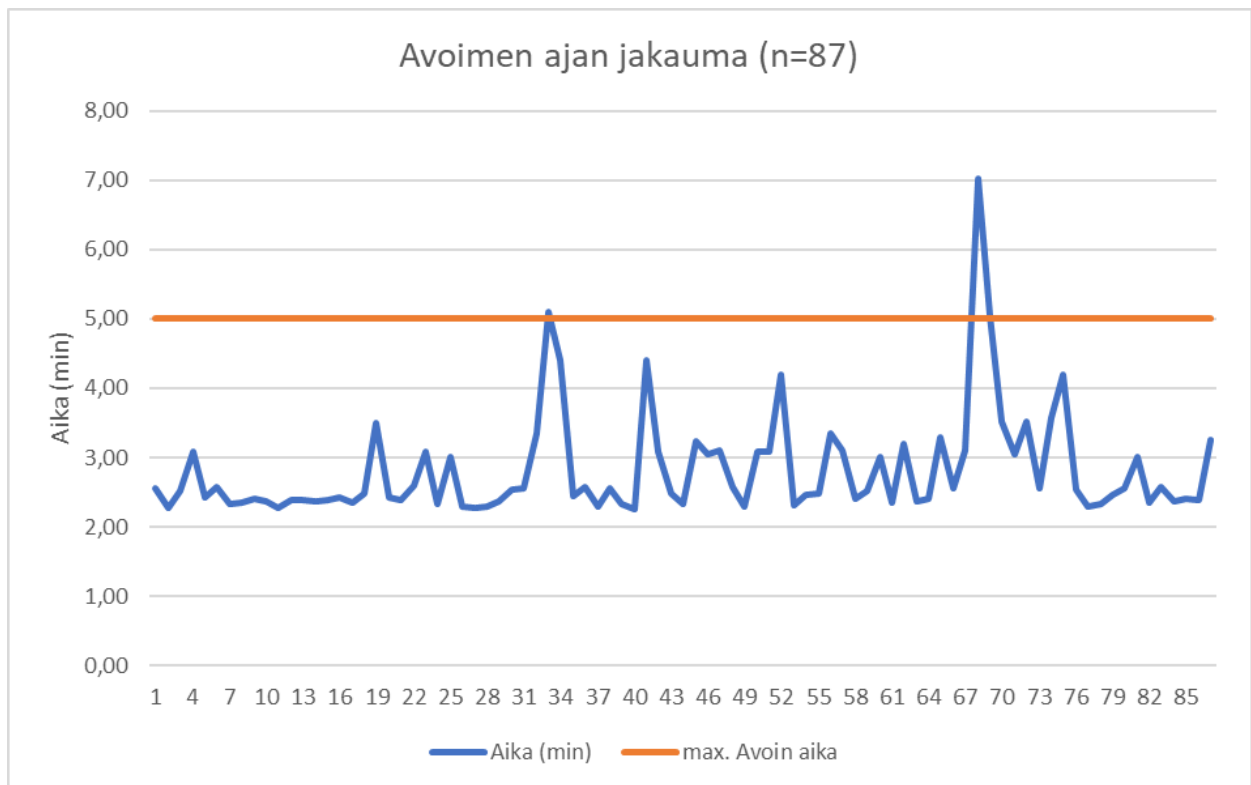
21 mm → 6 kpl

24 mm → 1 kpl

15 & 16 mm ja 18 & 19 mm levyt on yhdistetty kahteen luokkaan, sillä näissä levyissä viilujen lukumäärä ja järjestys on täsmälleen samanlainen, ainoastaan 16 mm ja 19 mm levyissä kaksi väliviilua on vahvuudeltaan paksumpaa, kuin 15 mm ja 18 mm levyissä, mutta sillä ei ole merkitystä ladonta-aikojen kannalta. Koska 24 mm havainnot saatiin kirjattua vain 1 kpl, sitä ei voida pitää tutkimuksen kannalta luotettavana, vaan korkeintaan suuntaa antavana mittauksena. Kuviosta 12 voidaan kuitenkin muita aikoja tarkastellessa huomata, että ladonta-ajan keskiarvo kasvaa paksuuden kasvaessa. 21 mm levyissä se jopa ylittää sallitun 10 minuutin ladonta-ajan. Vaikka 21 mm paksujen levyjen mitattuja ladonta-aikoja on vain 6 kpl, tulisi niiden latomiseen käytettyyn aikaan kiinnittää jatkossakin huomiota, sillä keskiarvo ylittää lähes 11 minuuttiin, jolloin riski liiman kuivumiselle levyissä kasvaa olennaisesti.

Avoim aika

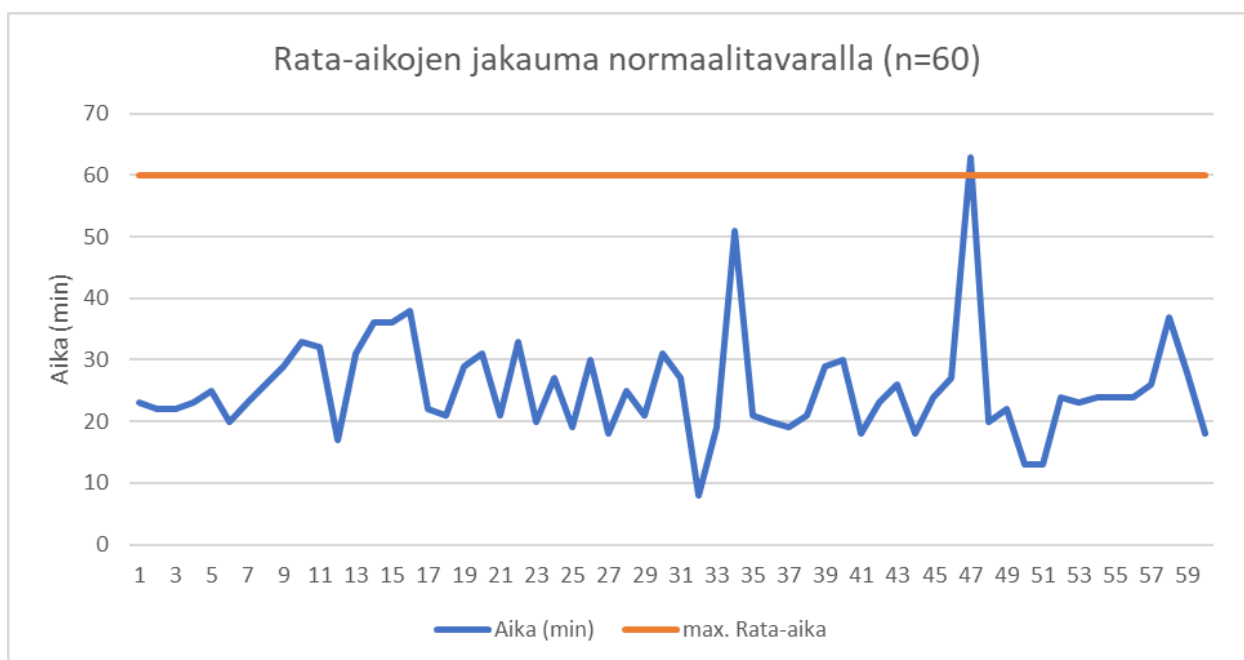
Avoimen ajan havainnoinnissa ylityksiä tapahtui erittäin harvoin. Kuviosta 31 voidaan huomata, että 87 havainnosta ainoastaan 3 aikaa ylitti asetetun 5 minuutin maksimiajan. Ylityksen syyinä oli lähes poikkeuksetta jokin erikoistilanne, esim. aihion sijoittuminen väärin kuljettimelle. Puristimenhoitaja saattoi olla käymässä myös kittauslinjalla, jolloin aihio joutui odottamaan hetken aikaa esipuristimelle pääsyä. Avoimen ajan keskiarvo oli 3,03 minuuttia ja keskihajonta 0,44 minuuttia, joten voidaan sanoa, että aihiot ehtivät esipuristukseen avoimen ajan puitteissa eikä laadunvarmistamisen kannalta tässä vaiheessa vaikuta olevan kehitettävää.



Kuvio 31. Avoimen ajan jakauma

Rata-aika

Rata-ajat 1-ladonnasta tulevalla normaalitavaralla toteutuivat lähes poikkeuksetta. Rata-ajan keskiarvo oli noin 25 minuuttia ja keskihajonta 8,30 minuuttia. Tilanteet, joissa rata-aika oli lähellä ylittymistä tai ylittyi, johtuivat siitä, että aihio jakautui kolmeen eri puristuskertaan. Täydestä aihioista meni muutama levy täydentämään edellisen aihion puristusta, seuraavaan puristukseen meni lähes kaikki levyt ja kolmanteen puristuskertaan saattoi jäädä vain muutama levy, jonka vuoksi puristusta jouduttiin täydentämään seuraavan aihion levyillä. Pääsääntöisesti aihiot puristettiin kahdella puristuskerralla, eli esimerkiksi 18 mm aihion 50 levyä tyhjään puristimeen mahtuu kerralla 40 levyä ja jäljelle jäävät 10 levyä puristetaan seuraavalla puristuksella, johon tulee toisesta aihioista loput 30 levyä. Havaintojen perusteella 1-ladonnan valmistamat aihiot ehtivät kuumapuristukseen rata-ajan puitteissa. Kehitystoimenpiteille ei tässä työvaiheessa ole tarvetta.

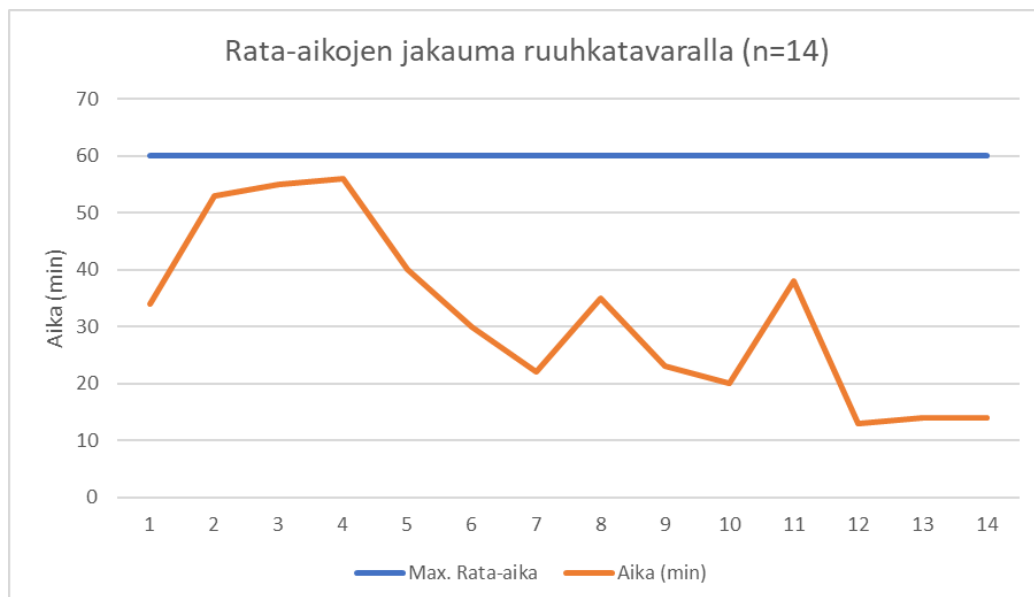


Kuvio 32. Rata-aikojen jakauma normaalitavaralla

Rata-aika ruuhkatavara

Ruuhkatavaran rata-aikojen toteutumista varten havaintoja saatiin kerättyä huomattavasti vähemmän kuin normaalitavaralla. Tämä johtuu siitä, että ruuhkatavaran valmistaminen ei ole säännöllistä toimintaa ja siihen vaikuttaa monta ulkopuolista asiaa, kuten viilun määrä ja 3-puristimen toiminta. Näin ollen havaintojen on tarkoitus antaa vain viitteitä siitä, miten rata-ajat tuotannossa toteutuvat ruuhkatavaran osalta.

Tulosten luotettavuutta heikentää osaltaan myös se, että suurin osa mitatuista ruuhkatavaran rata-ajoista ei sijoittunut ns. normaalitilanteeseen. Esimerkiksi huomattavasti lyhempiin (<20 min) ruuhkatavaran rata-aikoihin vaikutti se, että sillä hetkellä 1-ladonnassa tuotanto oli keskeytynyt vian vuoksi tai ruuhkatavaran puristamiseen käytettiin vain toista puristinlinjaa, joka pysyi vapaana ainoastaan ruuhkatavaran puristamiseen. Näin ollen ruuhkatavarana tulleet aihiot pääsivät siirtymään suoraan kuumapuristimeen ilman odotusaikaa. Normaalitilanteessa 1- ja 2-puristinlinjoilla on 1-ladonnasta tulleita aihioita, jotka vaikuttavat rata-aikojen toteutumiseen hidastavasti. Rata-ajat välillä 2–4 (ks. kuvio 33) kuvastavat hyvin tällaista normaalitilannetta, jossa ruuhkatavara-aihion edessä on 2-3 normaalia aihiota.



Kuvio 33. Rata-aikojen jakauma ruuhkatavaralla

7.4 Ruuhkatavaran vaikutukset

Ruuhkatavaran vaikutuksia prosessiin selvitettiin haastatteluiden avulla. Haastattelumateriaalin analysointiin käytettiin teemoitteluja. Aineistosta poimittiin erilaisia teemoja, jotka muodostuivat saatujen vastauksien pohjalta. Vastausten pääkohdat pyrittiin kertomaan tiivistetysti jokaisen teeman kohdalla. Haastattelukysymykset ovat liitteessä 1.

Levyn paksuudet

Haastatteluvastauksissa toistui useasti se, että ohuemmillä levynpaksuuksilla (< 15 mm) puristimelle syntyy herkemmin ruuhkaa. Puristimen ruuhkautuminen luo näin ollen enemmän kiirettä puristinlinjan hoitamiseen.

Ruuhkatavaran laatu

Ruuhkatavaran kerrottiin välillä olevan huonolaatuisempaa, jolloin levyt saattoivat olla avonaisia tai käppyröitä. Vastauksista kävi myös ilmi se, että 2-ladontalinjalla tavoitellaan ylimääräistä taukoa, jolloin ruuhkatavaraa pyritään tekemään mahdollisimman paljon, mahdollisimman nopeasti. Joskus tehty ruuhkatavara on ollut myös eri vahvuutta, kuin mitä 1-ladonnassa valmistetaan.

Ruuhkatavaran esipuristusaika

Esipuristusaikaa ei dokumentoida, joten on mahdotonta sanoa, ylittyykö rata-aika. Osa vastaajista oli sitä mieltä, että yleensä rata-aika ei ylittyisi ja osa taas sitä mieltä, että rata-aika ylittyy varmasti silloin tällöin. Rata-aikaan kaivattiin selkeää ja yhtenäistä ohjeistusta sekä toimintatapaa.

Ruuhkatavaran merkitseminen

Ruuhkatavaran merkitsemiskäytäntö vaihteli paljon vuorojen ja jopa työntekijöiden kesken. Joissain vuoroissa ruuhkatavara merkittiin hyvin molemmin puolin nippuja, joissain vuoroissa merkitseminen oli satunnaista. Välillä merkintää ei ollut lainkaan.

Ruuhkatavaran saapuminen

Käytäntö vaihtelee vuorojen kesken. Tähän vaikuttaa muun muassa trukkikuskin ajankäyttö, esimerkiksi tauot. Joissain vuoroissa ruuhkatavara saapuu tasaisesti, joissain vuoroissa tulee useita aihioita kerralla. Myös tässä kohdassa mainittiin 2-ladonnan ylimääräisen tauon tavoittelu. Lisäksi tuotiin esille toive, ettei vuoron viimeisen tunnin aikana tehtäisi ruuhkatavaraa, koska se rasittaa vuoronvaihtotilannetta. Riski rata-ajan ylittymiseen kasvaa vuoronvaihteessa jos kommunikaatio eri vuorojen työntekijöiden välillä ei ole riittävää.

Tuotanto

1-ladonnan tuotantoa on rajoitettava tilanteissa, joissa puristimet ruuhkautuvat. Etenkin jos 2-ladonta valmistaa useita nippuja ruuhkaa peräkkäin myös puristimet 1 ja 2 voivat ruuhkautua.

Häiriöt puristimella

Ylimääräinen liikkuminen työpisteellä (esimerkiksi kiipeily) lisääntyy, kun puristettavien levyjen määrä kasvaa (normaali + ruuhkatavara). Isommat viat hankaloittavat rata-ajan toteutumista. Avonaiset ja käppyrät levyt aiheuttavat kiipeilyä ja oikomista.

Kommunikointi

Työntekijät toivoivat parempaa kommunikointia linjojen välillä. Esimerkiksi ilmoitus ruuhkatavaran tekemisestä ja paksuudesta 1- ja 2-puristimelle. Puristimella olisi hyvä nähdä reaaliaikaisesti, mitä vahvuutta molemmat ladonnat valmistavat.

Työskentelyolosuhteet

Muita huomioita puristimen toiminnasta kysellessä nousi vastauksista esiin työskentelyolosuhteet. Jokseenkin jokaisessa vastauksessa korostui etenkin kuuma työskentelylämpötila, yksintyöskentely ja sitä kautta työturvallisuus.

Kehitysideat

Haastattelussa kyseltiin myös kehitysideoita matalalla kynnyksellä. Esille tuli muutamia ajatuksia ja ideoita, joita käydään myöhemmin läpi omassa kappaleessaan.

7.5 Tämän tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Aineiston keräämistä viivästytti tuotannolliset haasteet, jotka näkyivät muun muassa raaka-ainepulana. Lisäksi Covid-19 pandemian aiheuttama hetkittäinen työntekijäpula vaikutti osaltaan aineiston keräämiseen, kun kaikki tuotantolinjat eivät olleet käynnissä. Havainnoinnissa tulosten luotettavuuteen vaikutti osaltaan se, että tutkijan läsnäolo työskentelytilanteissa saattoi aiheuttaa sen, että työtehtävät suoritettiin normaalia huolellisemmin.

Rata-ajat mitattiin minuutin tarkkuudella, koska 60 minuutin rata-aika ei ole aivan minuutilleen ehdoton ja tärkeintä oli saada suuntaa antava tieto siitä, miten hyvin rata-aikoja noudatetaan. Ajat pyöristettiin aina lähimpään täyteen minuuttiin. Virhemarginaalina voitiin pitää ± 2 minuuttia.

Ladonta-ajan ja avoimen ajan kesto mitattiin sekunnin tarkkuudella, pyöristäen aina lähimpään täyteen sekuntiin. Mittaustavasta johtuen virhemarginaalina voitiin pitää ± 5 sekuntia. Mittaustulosten luotettavuutta pyrittiin vahvistamaan mahdollisimman suurella määrällä otoksia.

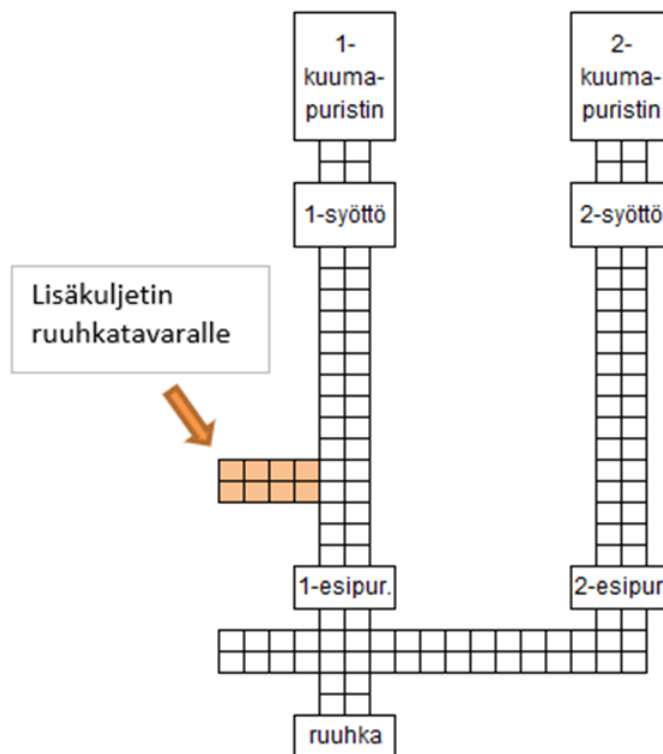
7.6 Kehittämisehdotukset

Merkintälaite

2-ladonnasta tulevassa ruuhkatavarassa ei ole merkintää siitä, milloin kyseinen aihio on esipuristettu. Näin ollen 1- ja 2-kuumapuristimien työntekijät eivät voi tarkalleen tietää, ylittyykö aihion rata-aika vai ei. Ehdotuksena olisi hankkia (mustesuihku)merkintälaite, joka pystyy automaattisesti merkitsemään aihion toiselle sivulle esipuristimen aukeamisajan. Ajan perusteella pystyttäisiin seuraamaan rata-aikaa, jolloin mahdollisissa ylitystilanteissa aihiot voitaisiin tarkistaa kuumapuristuksen jälkeen joko tuotantoon kelpaaviksi tai kelpaamattomiksi. Rata-ajan ylittäneiden aihoiden tarkempi seuranta voisi vähentää huonolaatuisten aihoiden pääsyä pidemmälle tuotantoon ja jopa asiakkaalle asti. Merkintälaite voisi merkitä aihioon myös valmistettavan tuotteen paksuuden, jolloin 2-ladontalinjan tuotantoa ei tarvitsisi keskeyttää aihion merkkäamista varten.

Lisäkuljetin

Haastattelussa kehitysideoita kysyttäessä, tuli yhdeltä puristimenhoitajalta ehdotus ruuhkatavaran lisäkuljettimesta, jonka voisi sijoittaa 1-esipuristimen jälkeiselle kuljettimelle. Kuljettimen avulla ruuhkatavaraa voitaisiin ajaa suoraan 1-esipuristimen ohi, jolloin myös ruuhkatavaran rata-aika lyhenisi. Vastaavasti nykyistä ruuhkatavarakuljetinta voitaisiin käyttää ruuhkatavaran ajamiseen normaaliin tapaan 1- ja 2-puristimille. Lisäkuljettimen avulla voitaisiin helpottaa tilanteita, joissa ruuhkatavaraa tuodaan kerralla useita aihioita. Myös puristimen kapasiteettia saataisiin paremmin käyttöön, kun ruuhkatavaran ei tarvitsisi odottaa 1-esipuristimen aukeamista.



Kuvio 34. Lisäkuljetin ruuhkatavaralle

Muut ehdotukset

Ladonta-aikaa osoittava laskuri operaattorin valintapaneelissa tulisi päivittää niin, että kokonaisladonta-aika olisi 10 min nykyisen 12 min sijaan. Näin ollen ladonta-aikojen ylittymistä voitaisiin hallita paremmin. Ladonta-ajan voisi jakaa esimerkiksi varsinaiseen 570 sekunnin ladonta-aikaan + 30 sekunnin varoaikaan, jonka aikana aihio tulisi pudottaa alas.

Koska ladonnan laatuvaatimukset eivät kaikilta osin täyttyneet tutkimuksen aikana, voisi laatuksellisuus olla järkevää järjestää uudelleen kaikille latojille.

Puristimenhoitajia haastateltaessa kävi ilmi, että ladontalinjojen ja puristimien välinen kommunikatio on toisinaan heikkoa. Esille nostettiin muun muassa se, että puhelimet ovat vanhanaikaiset. Ehdotuksena olisi päivittää linjojen työpuhelimet niin, että laitteet mahdollistaisivat esimerkiksi ryhmäkeskustelun molempien ladontalinjojen ja puristimien välillä. Näin ollen esimerkiksi ladontareseptin vaihtumisesta voisi ilmoittaa niin, että sekä puristimet, että 2-ladonta saavat tiedon vaihtumisesta välittömästi. Tällä voitaisiin ehkäistä se, ettei 2-ladonta valmistaisi eri paksuista ruuhkavaraa.

Mikäli kehitysehdotuksia päätetään toteuttaa, tulee toimeksiantajan määrittää vastuuhenkilöt kullekin kehitystoimenpiteelle.

Taulukko 3. Kehitysideasuunnitelma

Kehitysidea	Toimenpiteet & toteutus	Vaikutukset
Esipuristimen aukeamisajan merkintälaitte	Käyttötarkoitukseen sopivan merkintälaitteen hankkiminen (esim. mustesuihku) & mahdollisen paikan kartoittaminen	3-esipuristimen aukeamisajan merkintälaitteen avulla pystytään seuraamaan rata-ajan toteutumista. Puristimenhoitajat näkevät aiheista, milloin se on tullut esipuristuksesta. Mahdollisen ylityksen tapahtuessa aiheen laatuvaatimusten täyttymistä voidaan tarkastella paremmin. Myös valmistettavan tuotteen paksuuden merkintä voisi olla hyvä lisä.
Lisäkuljetin	1-esipuristimen jälkeiselle kuljettimelle lisäkuljettimen rakentaminen. Selvitys, onko kuljetin mahdollista sijoittaa esitettyyn paikkaan.	Ruuhkatavaran rata-ajan lyheneminen ja samalla puristimen kapasiteetin nostaminen.
Ladonta-aika laskuri	1-ladontalinjan ladonta-aikaa osoittavan laskurin päivitys niin, että varsinainen ladonta-aika on 10 min (esim. 570s + 30s).	Ladonta-aikojen noudattaminen paranee, kun varsinainen ladonta-aika vähenee kahdella minuutilla nykyisestä 12 minuutista (600s + 120s). Vaikuttaa välillisesti myös tuotteen laatuun.
Laatukoulutus	Ladontalinjan työntekijöille järjestettävä laatukoulutus, jossa korostetaan tuotteen laatuun vaikuttavia työtapoja.	Mahdollisesti tasaisemman laadun valmistaminen ja tietämyksen lisääminen.
Työpuhelimet	Ladontalinjojen ja puristinlinjojen työpuhelimien päivitys nykyaikaisemmaksi. Oman keskusteluryhmän tekeminen (esim. WhatsApp) ladontalinjojen ja puristinlinjojen kommunikointiin.	Yhdellä ilmoituksella kaikki tarvittavat tuotantolinjat saavat informaation samanaikaisesti. Tiedonkulku helpottuu, kun ei tarvitse soittaa useaan kertaan eri linjoille. Esimerkiksi WhatsApp sovelluksesta voi nähdä, onko viesti saapunut perille ja luettu.

8 Pohdinta

Tutkimuksen tavoitteena oli seurata, miten ladontalinjalle asetetut prosessivaatimukset toteutuivat sekä tutkia, oliko ruuhkatavaran tekemisellä vaikutuksia rata-aikojen toteutumiseen 1- ja 2-puristinlinjoilla. Tarkoituksena oli löytää sellaisia kehityskohteita, joiden avulla tuotteen tasainen laatu saataisiin varmistettua. Toimeksianto oli selkeä ja aiheen mielekkyyttä lisäsi se, että itsellä oli aiempaa työkokemusta niiltä työpisteiltä, joiden toimintaan tutkimuksessa perehdyttiin enemmän. Lisäksi suunnitellun aikataulun mukaan eteneminen auttoi opinnäytetyön valmistumisessa ajallaan.

Tutkimuskysymys 1

Ensimmäinen tutkimuskysymys koski ladonnassa mahdollisesti tapahtuvia virheitä. Tutkimuksen kannalta merkittävänä havaintona ilmeni se, miten virheiden korjaus ladontapäässä tapahtui. Yhden vuoron osalta laatuvaatimukset eivät juurikaan täyttyneet, mutta muiden vuorojen osalta korjaus oli pääsääntöisesti hyvällä tasolla. Vuorolle, jossa laatuvaatimukset eivät täyttyneet, annettiin palautetta toiminnasta ja sen jälkeen työtavoissa olikin nähtävissä selkeitä muutoksia aiempaan toimintatapaan verrattuna. Laadunvarmistukseen liittyen haluttiin myös tietää, millaisia häiriöitä ladontalinjalla tapahtuu ja kuinka paljon niihin kuluu aikaa. Ladonnan häiriöiden kellotus paljastikin sen, että pääasiassa eniten pysähdyksiä ladontapäässä aiheutti se, että operaattorilta ei tullut viilua tai ladonnassa korjattiin viiluja järjestelemällä ja liimaamalla käsin. Operaattorilla pysähdykset johtuivat usein siitä, että ladontapäässä korjattiin, liimattiin tai heitettiin pois viiluja. Operaattorilla myös viilujen järjestyksen korjaaminen ja viilunippujen vaihtuminen syöttölokeroille näkyvät pysähdysten muodossa.

Tutkimuskysymys 2

Toisessa tutkimuskysymyksessä haluttiin saada selville, noudatetaanko latomiseen asetettua ladonta-aikaa. Tuloksista kävi ilmi, että neljäsosa ajoista ylitti asetetun 10 minuutin ladonta-ajan. Ladonta-ajoissa oli havaittavissa eroja myös valmistettavien paksuuksien välillä. Mitä paksumpaa vanneria valmistettiin, sitä enemmän siihen yleensä kului ladonta-aikaa.

Tutkimuskysymykset 3, 4 ja 5

Avoimen ajan toteutumisen havainnointi osoitti sen, että ladonnasta saapuvat aihiot ehtivät hyvin esipuristukseen avoimen ajan puitteissa. Avoimen ajan keskiarvo oli noin 3 minuuttia, joten tässä työvaiheessa ei havaittu olevan mitään kehitettävää. Myös rata-ajat toteutuivat normaalitavaralla erittäin hyvin eikä ylityksiä tullut kuin harvoissa poikkeustilanteissa, joten en näkisi syytä huolestua rata-aikojen toteutumisesta normaalitavaran osalta. Ruuhkatavaraa valmistettaessa tulokset sen sijaan olivat huolestuttavammat, sillä osa mitatuista ajoista oli lähellä ylittymistä.

Tutkimuksessa löydettiin laadunvarmistuksen kannalta tärkeitä kehityskohteita. Samalla saatiin myös vahvistus niistä vaiheista, jotka sujuivat hyvin ja laatuvaatimusten mukaisesti. Esimerkiksi avoimen ajan ja normaalitavaran rata-ajan toteutumisessa ei havaittu merkittäviä ongelmia. Yhtenä tärkeimmistä kehitettävistä asioista oli ladonta-ajan muuttaminen operaattorin tietokoneelle asetettuja vaatimuksia vastaavaksi. Tutkimustulokset näyttäisivät osoittavan, että ladonta-aikojen korkea ylitysten määrä johtuu nimenomaan osaltaan tästä ristiriitaisesta ladonta-ajasta, joka ei ole vastannut tuotantoon asetettua ladonta-aikaa.

Ladonta-ajan ja avoimen ajan noudattamisen seuranta onnistui hyvin ja havaintoja saatiin riittävästi, jotta voisiin todeta, ettei aikojen noudattamisessa ole erityistä ongelmaa. Toki otanta olisi voinut olla vieläkin suurempi etenkin paksumpien levyjen tuotannon kohdalla, jolloin myös tulosten luotettavuus olisi parantunut. Asia oli kuitenkin sellainen, johon en itse olisi voinut vaikuttaa, sillä tuotannossa valmistettavien levyjen paksuudet vaihtelevat jopa useita kertoja vuoron aikana. Otantaa voidaan silti pitää riittävänä johtopäätösten tekemisen kannalta. Ladonnan kellotukseen käytetystä lomakkeesta olisi pysähdyksen syitä voinut päivittää ja osittain myös poistaa. Esimerkiksi viilun poisheittäminen ja huono viilu, liittyvät usein toisiinsa, joten on hieman epäselvää, kumpaan kategoriaan huonon viilun poisheittäminen merkitään. Viilun poisheittäminen olisi voinut olla yksi kategoria, jonka huomioiksi olisi lisätty erikseen mistä syystä viilu on heitetty pois. Näin tuloksien pohjalta tehtyä kaaviota olisi saanut selkeämmäksi. Ruuhkatavaran rata-ajan mittaaminen koitui haastavaksi siitä syystä, että ruuhkatavaraa ei ajettu erityisen useasti. Lisäksi huoltopäivät, konerikot ja työntekijäpula vaikuttivat osaltaan siihen, että mittaustuloksia ruuhkatavaran rata-ajoista ei saatu mitattua niin paljon, kuin olisin itse halunnut. Saatuja tuloksia voidaan silti

pitää suuntaa antavina ja tutkimuksessa ilmenneisiin epäkohtiin olisi syytä kiinnittää huomiota myös jatkossa.

Koska tutkimus suoritettiin case-tutkimuksena, jolle on tyypillistä ymmärtää tiettyä ilmiötä mahdollisimman perusteellisesti, ei tutkimus sellaisenaan ole käytettävissä muihin kohteisiin. Mikäli tutkimusta haluttaisiin hyödyntää muissa kohteissa, tulisi tuotantolinjojen ja niiden laitteistojen olla täysin samankaltaisia, kuin tässä tutkimuksessa tarkastelun kohteena olleet tuotantolinjat. Ladontalinja 2 on tässä tapauksessa ainut tuotantolinja, jossa tutkimus voitaisiin toistaa sellaisenaan. Tutkimuksessa käytetyt menetelmät on suunniteltu juuri tätä toimeksiantoa varten, joten niiden käyttöä muualla tulee pohtia kriittisesti niin toimivuuden kuin luotettavuudenkin osalta. Tulosten yleistettävyyttä ei siis ollut tutkimuksen vaatimusmäärittelyn mukaisena tavoitteena.

Saatujen tulosten perusteella ruuhkatavaran rata-ajan toteutumiseen tulisi jatkossakin kiinnittää huomioita, sillä osa rata-ajoista oli huomattavan lähellä ylittymistä. Ladontaprosessin laadunvarmistukseen liittyen rata-aikojen ylittymisellä on suuri merkitys tuotteen lopulliseen laatuun. Kaikki mahdolliset toimenpiteet ruuhkatavaran rata-aikojen lyhentämiseksi olisi syytä ottaa harkintaan. Ruuhkatavaran rata-aikoja mitattaessa olisi tulosten luotettavuuden kannalta olennaista, että mitaustilanteet tapahtuisivat mahdollisimman normaaleissa työskentelyolosuhteissa, jolloin esimerkiksi 1-ladonnan tuotanto olisi käynnissä normaaliin tapaan.

Mikäli ladonta-aikaa määrittävä laskuri päivitetään vastaamaan 10 minuuttia, olisi mielenkiintoista toteuttaa jatkotutkimus, miten ladonta-ajat muutoksen jälkeen jakautuisivat ja näin ollen nähdä, onko ajan muutoksella ollut vaikutuksia ladonta-ajan noudattamiseen ja sitä kautta tuotteen laatuun.

Lähteet

Akkanen, I., Jännes, T., Kekki, M., Kiiski, T., Kortelainen, V., Lind-Kohvakka, S., Liski, K., Mäkinen, T., Pajuoja, H., Rainio, J., Räsänen, T., Silventoinen, I., Tarvainen, I., Torniainen, P., Tynkkynen, T., Varis, R. 2017. Puulevyteollisuus. Porvoo: Bookwell.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. uudistettu. p. Helsinki: Tammi.

Heikkilä, T. 2014. Tilastollinen tutkimus. 9. uudistettu. p. Porvoo: Edita Publishing.

ISO Standardit. N.d. Julkaisu Valmistajat.fi www-sivustolla. Viitattu 25.8.2021.

ISO 9001 Laadunhallinta. N.d. Julkaisu standardeista kertovalla www-sivustolla. Viitattu 26.7.2021. <https://sfs.fi/standardeista/tutustu-standardeihin/suositut-standardit/iso-9001-laadunhallinta/>.

Isomäki, O., Koponen, H., Nummela, A., Suomi-Lindberg, L. 2014. Puutuoteteollisuus 2: Raaka-aineet ja aihiot. 1–5 p. Tampere: Juvenes Print.

Koponen, H. 2016. Puutuoteteollisuus 4: puulevytuotanto. 4. p. Tampere: Juvenes Print.

Karjula, T. 2012. Metsä Wood toimintajärjestelmä: Ladontalinja 1. Sisäinen materiaali.

Karjula, T. 2021. Laatupäällikkö. Metsä Wood Suolahti. Sähköpostiviesti 27.8.2021.

Karjula, T., Sarkonen, P. 2018. Ladontatiimin tehtävät: Liimauksen laatu. Sisäinen materiaali.

Laatu. N.d. Julkaisu Logistiikan maailma www-sivustolla. Viitattu 4.8.2021. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/laatu/>.

Laatu yrityksissä. N.d. Julkaisu Logistiikan maailma www-sivustolla. Viitattu 4.8.2021. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/laatu/laatu-yrityksissa/>.

Leicklin, O. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5. uudistettu. p. Hämeenlinna: Karisto.

Makkonen, M. 2014. Havuvaneritehtaan laadunvalvonnan nykytilanteen kartoittaminen ja kehittäminen. Opinnäytetyö, AMK. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, konetekniikan koulutusohjelma. Viitattu 21.6.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/82429/Makkonen_Markus_2014_Opinnaytetyo.pdf?sequence=1.

Metsä Wood lyhyesti. N.d. Metsä Woodin esittely yrityksen www-sivustolla. Viitattu 15.6.2021. <https://www.metsawood.com/fi/yritys/Pages/Yritys.aspx>.

Metsä Wood Suolahti. N.d. Metsä Wood Suolahden tehtaiden yksikön etusivu. Viitattu 9.6.2021. <https://mgubc.sharepoint.com/sites/IntranetFIUnitsMetsaWoodSuolahti>.

Metsästä maailmalle. N.d. Yleistietoa yhtiön toiminnasta. Verkkojulkaisu. Viitattu 15.6.2021. <https://www.metsagroup.com/fi/yhtio/Pages/default.aspx>.

PDCA malli ja jatkuva parantaminen. 2020. Julkaisu Mcs.fi www-sivustolla. Viitattu 5.6.2021. <https://mcs.fi/pdca-malli-ja-jatkuva-parantaminen/>.

Perusjoukko. N.d. Käsitteiden kuvaus tilastokeskuksen www-sivustolla. Viitattu 20.8.2021. <https://www.stat.fi/meta/kas/perusjoukko.html>.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Verkkojulkaisu. Viitattu 15.6.2021. https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L5_5.html.

Suomen metsät. N.d. Julkaisu puutuotteista kertovalla www-sivustolla. Viitattu 10.6.2021. <https://puuinfo.fi/puutieto/suomen-metsat-2/>.

Voutilainen, M., Isomäki, O., Jussila, A., Lampinen, T., Lindeman, K., Mäkinen, K., Osara, O., Peltonen, A., Sahioja, T., Taskinen, L., Vanhatalo, A., Varonen, U., Virolainen, S., Welling, I. 2010. Puutuoteteollisuus 1: Tekniset ja taloudelliset perusteet. 1–2. p. Helsinki: Edita Prima.

Vaneri. N.d. 2020. Julkaisu puutuotteista kertovalla www-sivustolla. Viitattu 10.6.2021. <https://puuinfo.fi/puutieto/puulevyt/vaneri/>.

Vanerit. N.d. Julkaisu puutuotteista kertovalla www-sivustolla. Viitattu 10.6.2021. <https://puuproffa.fi/puutieto/puun-jalostaminen/vanerit/>.

Yleistä ISO 9001 -standardista. N.d. Julkaisu laadunhallinnasta kertovalla www-sivustolla. Viitattu 26.7.2021. <https://www.iso9001.fi/>.

Liitteet

Liite 1. Lomakehaastattelu

Lomakehaastattelu ruuhkatavaran vaikutuksista

Onko toiselta ladontalinjalta saapuvalla ruuhkatavaralla vaikutuksia puristimien toimintaan?

Ehditääkö ruuhkatavarana tulevat aihiot puristamaan rata-ajan (1h) puitteissa?

Onko ruuhkatavarana tulevat aihiot merkitty selkeästi? (paksuus)

Millaiset häiriöt puristimilla voivat vaikuttaa rata-aikojen ylittymiseen?

Saapuuko ruuhkatavaraa tasaisesti?

Muita huomioita ruuhkatavarasta tai puristimien toiminnasta? Kehitysideoita?

Liite 4. Ladonta-ajan seurantalomake

Ladonta-aika -seurantalomake

Ladonta 1

Vuoro	Paksuus	Aihio	Kesto (min)	Mahdollinen ylityksen syy/ muut huomiot	PVM
		1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
		16			
		17			
		18			
		19			
		20			
		21			
		22			
		23			
		24			
		25			
		26			
		27			
		28			
		29			
		30			

Liite 5. Avoin aika seurantalomake

Avoin aika -seurantalomake

Ladonta 1

Aihio	Vuoro	Kesto (min)	Mahdollinen ylityksen syy/ muut huomiot	Pur1/2	PVM
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

Liite 6. Rata-ajan seurantalomake**Rata-aika -seurantalomake**

Aihio	Kesto (min)	Mahdollinen ylityksen syy/ muut huomiot	Vuoro	pvm	Ruuhka
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					