

Iiro Junno

**SAHATAVARAN KÄSITTELYLAITOKSEN
NYKYTILANNE**

**Opinnäytetyö
CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Toukokuu 2015**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieskan yksikkö	Aika Toukokuu 2015	Tekijä/tekijät Iiro Junno
Koulutusohjelma Tuotantotalouden koulutusohjelma		
Työn nimi Sahatavaran käsittelylaitoksen nykytilanne		
Työn ohjaaja Tapio Malinen	Sivumäärä 70 + 2	
Työelämäohjaaja Ville Paavola		
<p>Opinnäytetyössä tutkittiin erään sahan tuotantoa ja toimintaa sahatavaran käsittelylaitoksella. Tavoitteena oli kartoittaa tuotannon nykytilanne sovitulla rajauksella lean-ajattelun työkaluja apuna käyttäen. Opinnäytetyön tekstiosuudessa käsitellään leanin teoriaa ja esitetään leanin filosofiaa mukailevia kehitysideoita toiminnan tehostamiseen ja kehittämiseen.</p> <p>Käsittelylaitoksen tuotannosta laadittiin muun muassa arvovirtakuvaus tuotannon nykytilan esittämiseksi. Kuvauksesta selvisi muun muassa tuotannon läpimenoaika. Arvovirtakuvauksen avulla saatiin myös selville, mitkä tuotantoprosessin toiminnot ovat arvoa lisääviä ja mitkä arvoa lisäämättömiä.</p> <p>Toisena tavoitteena oli kuvata sahalaitoksen tuotantoprosessi ja selvittää tuotantoa rasittavia ja hidastavia tekijöitä, kuten vikaantumisia, jotka lisäävät tuotannossa esiintyvää seisokkiaikaa, rajoittavat tuotannon kapasiteettia ja alentavat käyttöastetta. Näihin asioihin pyrittiin myös esittämään kehitysideoita ja löytämään ratkaisuja.</p>		
Asiasanat Arvovirtakuvaus, käyttöaste, lean, läpimenoaika, sahatavaran käsittelylaitos, seisokki, tuotantoprosessi, vikaantuminen		

ABSTRACT

Unit Centria University of Applied Sciences	Date May 2015	Author/s Iiro Junno
Degree programme Industrial management		
Name of thesis The current state of sawn timber processing plant		
Instructor Tapio Malinen		Pages 70 + 2
Supervisor Ville Paavola		
<p>This thesis focused on studying the production process of a sawmill and the activities at its sawn timber processing plant. The aim was to be able to map the current state of the production process of sawn timber, as extensively as agreed upon, with the tools provided by lean-management. The text of this thesis introduces the reader to the theory basis behind lean-thinking and offers ideas to improve and enhance the activities at the processing plant according to lean.</p> <p>A value stream map was made to demonstrate the current state of the production process of sawn timber. The value stream map would indicate, for instance, the lead time of the process. It would also demonstrate which steps or activities in the production process would be determined as value-added and which non-value-added.</p> <p>Representing the sawmill production process functioned as a second goal, as this would help identify and represent the factors, such as failures that drag and slow down the production process, increase stoppage, limit the production capacity and lower the overall utilization rate. These are also the issues sought to be solved and provided of ideas for acts of improvement.</p>		
Key words Failure, lead time, lean, production process, sawn timber processing plant, stoppage, utilization rate, value stream map		

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 LEAN	3
2.1 Leanin käyttöönotto organisaatiossa	3
2.2 Hukka	5
2.3 Työturvallisuus ja ergonomia	6
2.4 Jatkuva parantaminen	7
2.5 Työn vakiinnuttaminen	8
2.6 Työohjeet	8
2.7 Tuotannon tasoitus	9
2.8 Virtauttaminen	9
2.9 Imuohjaus	10
2.10 Laadunvarmistus	11
2.11 5S	11
2.12 Mittaaminen ja tunnusluvut	12
2.13 Systemaattinen ongelmanratkaisu	12
3 LEANIN SOVELTAMINEN	13
3.1 Hukka	13
3.1.1 Ylituotanto ja tarpeettomat varastot	13
3.1.2 Odottelu	14
3.1.3 Tarpeettomat kuljetukset ja ylikäsittely	15
3.1.4 Laatuvirheet	16
3.1.5 Tarpeeton liike	16
3.2 5S	17
4 TUOTANTOPROSESSIN KUVAAMINEN	18
4.1 Lähtökohdat	18
4.2 Osaprozessien kuvaaminen ja käsitteleminen	19
4.2.1 Tukkien vastaanotto ja lajittelu	20
4.2.2 Sahaus	21
4.2.3 Dimensiolajittelu	22
4.2.4 Rimoitus	24
4.2.5 Merkkaus	30
4.2.6 Kuivaus	31
4.2.7 Tasaus ja laatulajittelu	32
4.2.8 Paketointi	36
4.2.9 Merkkaus ja suojaaminen	41
5 HUOMIOITA SEKÄ MUUTOS- JA KEHITYSIDEOITA	43
5.1 Dimensiolajittelu	43
5.2 Rimoitus ja paketointi	44
5.3 Merkkaus ja pakkaaminen	45
5.4 Tasaus ja laatulajittelu	46
5.5 Muita huomiota	46
5.6 Pullonkaula	48

5.6.1 Taustatietoa	48
5.6.2 Ruuhkautuminen	49
5.6.3 Ruuhkautumisen vaikutus	51
5.6.4 Tuotteen pakettikoon muokkaaminen	52
6 KÄSITTELYLAITOKSEN NYKYTILA	53
6.1 Arvovirtakuvaus	53
6.2 Tarkasteltavan tuotteen valinta	54
6.3 Arvovirtakuvauksen laatiminen	54
7 TULOKSET	56
7.1 Nykytilan arvovirtakuvaus	56
7.2 Tehokkuuden parantaminen	57
7.2.1 Hypoteettinen esimerkkitalanne	58
7.2 Tuotannon nykytilanne	59
7.2.1 Yleistä	59
7.2.2 Käyttöaste	61
7.2.3 Seisokkiaika	62
7.2.4 Esimerkkejä toimenpiteistä	65
8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	67
LÄHTEET	70
LIITTEET	
LIITE 1. Nykytilan arvovirtakuvaus	
LIITE 2. Teoreettinen tulevan tilan arvovirtakuvaus	
KUVIOT	
KUVIO 1. Leanin käyttöönoton tyypillinen etenemistapa (mukaiillen Kouri 2009)	4
KUVIO 2. Jatkuva parantaminen PDCA-syklin mukaisesti (mukaiillen Kouri 2009, 14)	7
KUVIO 3. Tuotantolaitoksen prosessikaavio, missä rajauksen mukaiset osaprosessit valkoisella pohjalla	19
KUVIO 4. Häiriötilanne sekä useamman koukun vaurioituminen koukkuradalla	23
KUVIO 5. Huonojen rimojen seulontaa tulisi tehostaa ennen rimajakeluun ohjaamista	25
KUVIO 6. Tavanomainen häiriö rimajakelun kappaleannostelijalla	26
KUVIO 7. Välivasteen ylitse päässeitä sahatavarakappaleita	29
KUVIO 8. Vuoron aikana syntynyttä, välivasteesta johtuvaa materiaalihukkaa	30
KUVIO 9. Yhden vuoron paketoinnin aikana syntynyttä hukkaa	38
KUVIO 10. Mittaheittoa sahatavarapaketissa	40
TAULUKOT	
TAULUKKO 1. Paketoinnin kesto	49
TAULUKKO 2. Merkkauksen kesto	49
TAULUKKO 3. Arvovirtakuvauksesta tiivistetty data ja läpimenoajan muodostuminen	56
TAULUKKO 4. Teoreettisen tilanteen läpimenoajan muodostuminen	58
TAULUKKO 5. Kombilaitoksen käyttöaste vuonna 2014	61
TAULUKKO 6. Seisokkiaika kombilaitoksella vuonna 2014	62
TAULUKKO 7. Keskimääräinen seisokkiaika kombilaitoksella	63

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä selvitetään erään sahan ja sahatavaran käsittelylaitoksen nykytilaa Lean-toimintamallin työkaluja apuna käyttäen. Leanin teoriaan perehdytään ja sitä pyritään esittelemään lukijalle tiiviissä muodossa työn edetessä. Samalla esitetään kuinka leanin periaatteita voitaisiin soveltaa kyseiseen tuotantoympäristöön - kuinka tuotantolaitoksen toimintaa voitaisiin kehittää lean-toimintamallia apuna käyttäen.

Työssä selvitetään myös tuotantolaitoksen käyttöastetta ja siihen vaikuttavia tekijöitä: Oleellisenä tavoitteena on havaita ja todentaa tuotannossa toistuvia häiriöitä ja epäkohtia, sillä nämä aiheuttavat sen, että tuotanto ei toimi sillä teholla kuin se voisi tai sen tulisi toimia. Toisin sanoen ne aiheuttavat tuotannossa poikkeustilanteita ja tätä kautta seisokkiaikaa, mikä puolestaan vaikuttaa käyttöasteeseen.

Työn aihe sai alkukipinänsä tullessani yritykseen kesätöihin vuonna 2012. Huomattavat eroavaisuudet vuorojen tuotantomäärissä, sekä syyt jotka aiheuttavat ja vaikuttavat eroavaisuuksiin toimivat alun perin opinnäytetyön käynnistävinä tekijöinä. Tämän pohjalta jaloitimme toimeksiantajan kanssa ennenpitkää nykyisiin raameihin sopivan aiheen, sekä toimeksiantajan että kirjoittajan tarpeiden mukaan.

Työssä keskitytään sahan käsittelylaitoksen toiminnan tarkasteluun Lean-ajattelun valossa. Koska työssä tarkastellaan varsinaisen käsittelylaitoksen toimintaa, jätetään tukkien vastaanotto ja lajittelu-, sahaus- ja sahatavaran kuivausvaihe perusteellisemmän tarkastelun ulkopuolelle. Työssä esitellään saha kokonaisuudessaan tuotantolaitoksena, mutta opinnäytetyön varsinainen pääpaino on käsittelylaitoksen toiminnassa ja sen tarkkailussa. Työn edetessä esitellään myös kehitysideoita ja ehdotuksia ongelmien ja epäkohtien ratkaisemiseksi.

Opinnäytetyössä puhuttaessa kombilaitoksesta viitataan yleisesti sahatavaran käsittelylaitokseen. Kombilaitos voidaan käsitteenä määritellä laitokseksi, missä samalla tuotantolinjalla ja samoilla tuotantolaitteilla voidaan käsitellä sekä tuoretta että kuivattua sahatavaraa.

Tämä toiminnallinen opinnäytetyö on toteutunut hyvin käytännönläheisissä merkeissä kirjoittajan empiirisen tutkimuksen ja omakohtaisen kokemuksen pohjalta. Teoriaa käsitellään ja tuodaan tueksi aina tarvittaessa. Tuotannon eri vaiheet ovat olleet syynissä, josta on kerätty opinnäytetyössä eri muodoissa esitettävä data.

Näihin edellä mainittuihin asioihin tullaan paneutumaan tarkemmin opinnäytetyön edetessä. Myös esiin tulleet käsitteet määritellään tarkemmin myöhemmin. Leanin teoriaa esittelevä osuus, luku 2, mukaillee Ilkka Kourin teoksen Lean taskukirja rakennetta.

2 LEAN

Lean on Japanissa Toyotan tuotantoperiaatteiden pohjalta kehitetty toimintamalli, jonka tavoitteena on parantaa organisaation tuottavuutta karsimalla arvoketjusta, tuotannosta kaiken turhan ja keskittymällä yksinomaan asiakasarvon lisäämiseen ja tuottamiseen. Lean on tuotannon organisointiin ja sen jatkuvaan kehitykseen käytettävä toimintamalli. Se koskettaa jokaista työntekijää läpi organisaation aina ylimpään johtoon saakka - leanin toteuttamiseen ja sen noudattamiseen yrityksen toiminnassa sitoutuvat sekä työntekijä että työnantaja. Organisaation toimintaa kehitetään siellä, missä tuotteen tai palvelun arvo muodostuu. Leanin avulla toimintaan pyritään tuomaan tarkoituksenmukaisuutta, järkevyyttä, käytännöllisyyttä ja täsmällisyyttä asiakkaan näkökulmasta ajateltuna. (Kouri 2009.)

Leania pidetään johtavana tuotantoperiaatteena lähes kaikilla toimialoilla – sen periaatteita ja toimintamalleja voidaan soveltaa niin kappaletavara- kuin prosessiteollisuuteen (Kouri 2009).

2.1 Leanin käyttöönotto organisaatiossa

Määrittele arvo

Tuotteen tai palvelun arvo määritellään. Eli selvitetään mitkä prosessin vaiheet tuovat tuotteelle tai palvelulle lisäarvoa. Arvoa lisäävä toiminto on siis toimenpide, joka muokkaa tai muotoilee ainetta, kappaletta tai informaatiota vastaamaan asiakkaan vaatimuksia. (Kouri 2009, 8.)

Laadi kuvaus arvoketjusta

Organisaation toiminnan kehittäminen leanin mukaisesti aloitetaan usein arvoketjun analysoimisella ja kehittämisellä. Arvoketju kuvaa vaiheittain tuotteen tai palvelun jalostumista raaka-aineista valmiiksi tuotteeksi. Kuvaamalla arvoketju voidaan määritellä ne prosessit,

jotka muodostavat asiakkaan saaman arvon. Tällä tavoin voidaan määritellä lisäarvoa tuottamattomat prosessit ja toiminnot, jotka pyritään poistamaan, sekä arvoa tuottavat prosessit ja toiminnot joita puolestaan tehostetaan. (Kouri 2009, 8.)

Virtautu tuotanto

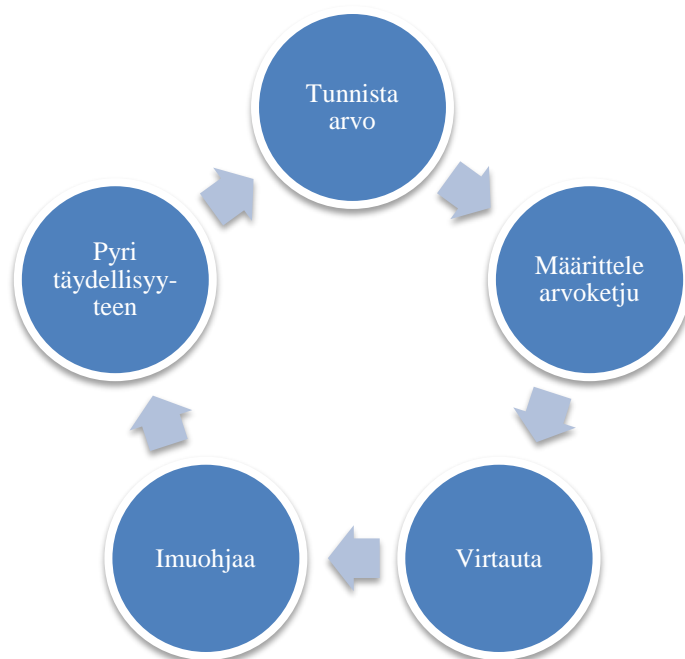
Virtautus on menetelmä, jossa tuotannossa käytettävät koneet ja laitteet sijoitetaan siten, että materiaalivirta vaiheesta toiseen on mahdollisimman lyhyt ja selkeä. Tavoitteena on lyhentää siirtomatkoja sekä pienentää välivarastoja mahdollisuuksien mukaan. (Kouri 2009, 8.)

Muodosta imu

Imu on käsite, jolla tarkoitetaan tuotteiden ja osien valmistamista todellisen tarpeen mukaan, jolloin varastoon valmistusta pyritään vähentämään. (Kouri 2009, 9.)

Pyri täydellisyyteen

Toimintaa hiotaan jatkuvasti - prosesseja kehitetään ratkaisemalla ilmeneviä ongelmia sekä hukkailmiöitä poistamalla. (Kouri 2009, 9.)



KUVIO 1. Leanin käyttöönoton tyypillinen etenemistapa (mukailien Kouri 2009)

2.2 Hukka

Leanissa tuotannon ja tuottavuuden parantaminen ei tarkoita linjanopeuksien tai työtahdin kasvattamista. Leanin mukaan tuottavuutta parannetaan poistamalla tuotannosta kaikki turha, eli arvoa lisäämätön toiminta. Tätä turhaa toimintaa kutsutaan hukaksi, ja siitä on tunnistettavissa seitsemää eri muotoa. Hukka ei tuo tuotteelle tai palvelulle lisäarvoa, vaikka se aiheuttaakin kustannuksia. (Kouri 2009.)

Tuotannossa esiintyvät hukan eri muodot estävät tehokkaan työn tekemisen. Tämän vuoksi hukkia tulisi pyrkiä poistamaan systemaattisesti, jotta työn tuottavuus ja laatu paranisivat. (Kouri 2009, 10.)

Tuotannossa esiintyvät hukat jaetaan seitsemään luokkaan:

1. Ylituotantoa esiintyy, kun tuotteita valmistetaan välitöntä tarvetta enemmän. Ylituotanto synnyttää myös muita hukkia, kuten tarpeetonta varastointia.
2. Esimerkiksi kone- tai laiterikoista aiheutunut odottelu ja viivästykset eivät lisää tuotteen tai palvelun arvoa, joten ne ovat hukkaa.
3. Tuotannon osaprosessien välistä tuotteiden ja materiaalien tarpeetonta kuljettamista ja siirtelyä tulisi välttää, sillä se ei lisää tuotteen arvoa.
4. Laatuvirheet teettävät turhaa työtä, hukkaavat materiaaleja ja aiheuttavat asiakastyytymättömyyttä.
5. Tarpeettomat varastot aiheuttavat muun muassa lisäkustannuksia ja pidentävät tuotannon läpimenoaikoja.
6. Asiakkaan näkökulmasta merkityksettömien työvaiheiden ja toimintojen suorittamista kutsutaan ylikäsittelyksi.
7. Tarpeeton liike, eli arvoa lisäämätön liike ja toiminta, työvaiheiden ja suoritteiden välissä ja aikana on hukkaa. (Kouri 2009, 10-11.)

Joskus puhutaan myös kahdeksannesta hukasta: käyttämättä jätetystä työntekijän tietotaidosta. Varsinkin pitkään kyseistä työtä tehneellä työntekijällä on vahva ja käytännönläheinen käsitys työvaiheista, niiden toiminnoista sekä ideoita niiden kehittämiseen. (Kouri 2009, 11.)

2.3 Työturvallisuus ja ergonomia

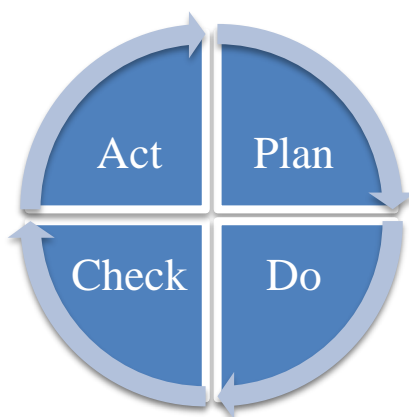
Työskentely-ympäristön toimivuus ja turvallisuus sekä niiden kehittäminen toimivat lähtökohtina toiminnan kehittämiseksi. Työskentelymenetelmiä ja työn ergonomiaa kehittämällä parannetaan työn tuottavuutta sekä edistetään työssä jaksamista. Leanin mukaisella työpisteellä työn suorittamiseen liittyvät ergonomiaa, viihtyvyyttä, turvallisuutta ja terveyttä edistävät seikat on otettu huomioon ja pantu täytäntöön. Tällainen työpiste on muun muassa hyvin valaistu, siisti, järjestelty ja johdonmukainen: työkalut on järjestelty ja sijoiteltu siten, että ne ovat mahdollisimman helposti saatavilla ja vain työpisteellä tarvittavat työkalut ovat esillä. (Kouri 2009, 12.)

Kuten aikaisemmin todettiin, leanin filosofian mukaisesti toimintaa kehitetään hukkia poistamalla. Myös kaikki poissaolot ja työtaturmat, jotka ovat aiheutuneet puuttellisista työskentelyolosuhteista tai -menetelmistä ovat hukkaa, joten viihtyvyyteen, ergonomiaan ja työturvallisuuden panostaminen on sekä työntekijän, että työnantajan etu. Työntekijää kannustetaan raportoimaan esimiehelleen ja esittämään parannusehdotuksia liittyen havaitsemiinsa epäkohtiin työskentely-ympäristössään, sillä leanissa tätä ei pidetä kustannuksena, vaan keinona parantaa tuottavuutta. (Kouri 2009, 13.)

Työskentely-ympäristön kehittäminen vaikuttaa positiivisesti siihen, millaiseksi työntekijä kokee työntöön sekä organisaation ja sen toiminnan. Tehokkaan ja laadukkaan työn tekeminen lisääntyy, kun työskentely-ympäristö on edellytysten mukainen. Työn mielekkyys kasvaa ja jaksaminen paranee, kun kehnot menetelmät korvataan suoraviivaisemmalla ja järkevämmällä toiminnalla. Työpaikalla vallitseva yhteishenki kohenee toiminnan kehittymisen sekä työskentelymenetelmien ja -olosuhteiden parantumisen myötä.

2.4 Jatkuva parantaminen

Organisaation toiminnan kehittäminen leanin toimintatapojen mukaisesti edellyttää sen jatkuvaa ja systemaattista parantamista, johon osallistuu koko työyhteisö. Työyhteisön jokainen jäsen vastaa osaltaan tuotteen ja toiminnan laadusta sekä niiden kehittämisestä. Työntekijöitä kannustetaan pohtimaan asioita työnsä suorittamiseen liittyen, kuten esimerkiksi: Ilmeneekö toiminnassa tällä hetkellä parantamisen varaa, toimiiko kaikki kuten pitää, vaikeuttaako jokin työntekoa, voitaisiinko työntekoa helpottaa, jos voitaisiin, niin millä tapaa. (Kouri 2009, 14.)



KUVIO 2. Jatkuva parantaminen PDCA-syklin mukaisesti (mukaillen Kouri 2009, 14)

PDCA-syklin vaiheet selittyvät seuraavasti:

1. Parannustoimenpide suunnitellaan.
2. Muutoksesta tehdään pilottihanke.
3. Pilottihanke arvioidaan.
4. Parannus toteutetaan määrätyllä alueella.
5. Toiminnan kehittämistä jatketaan. (Kouri 2009, 15.)

2.5 Työn vakiinnuttaminen

Työskentelymenetelmän vaikutus laatuun, tuottavuuteen ja turvallisuuteen voidaan selvittää vasta kun työyhteisön kaikki työntekijät toimivat samalla tavalla. Mikäli jokaisella työntekijällä on erilainen työskentelytapa, työn laatuun vaikuttavien tekijöiden määrittely on haastavaa. Tämän vuoksi työtavat ja -menetelmät tulee vakiinnuttaa, jotta niiden kehittäminen voidaan aloittaa. (Kouri 2009, 16.)

Työtapojen ja -menetelmien vakiinnuttamisella ei missään nimessä yritetä tukahduttaa työntekijän oma-aloitteisuutta tai yksilöllisyyttä. Tavoitteena on pikemminkin haastaa työntekijät kehittämään uusia tehokkaampia, tuottavampia ja turvallisempia menetelmiä löytämällä nykyisistä työtavoista ja -menetelmistä parannettavia ja kehitettäviä seikkoja. (Kouri 2009, 16.)

Työn vakiinnuttaminen tuo mukanaan merkittäviä parannuksia työnteon suhteen. Kun toiminnan kehittämistä pohditaan ja toteutetaan porukalla, niin jokaisella on mahdollisuus tuoda esille oma mielipiteensä asiasta, joten esille tulleista näkemysten kirjosta voidaan muovata mahdollisimman hyvin tarkoitusta vastaavia turvallisia työskentelytapoja ja -menetelmiä. Kun koko työyhteisö toimii niinsanotusti saman kaavan mukaan, hyväksi havaittujen menetelmien mukaisesti, niin työ on mahdollisimman tehokasta ja laatukin pysyy tasaisena.

2.6 Työohjeet

Työn vakiinnuttaminen tarkoittaa käytännössä työohjeita, jonka mukaan työ suoritetaan, ja joita kaikki työntekijät noudattavat. Hyvät työohjeet ovat kattavia, yksinkertaisia, selkeitä ja havainnollisia. Ohjeista ilmenee työn päävaiheet ja niihin liittyvät keskeiset, turvallisuuteen, laatuun ja tuottavuuteen vaikuttavat seikat. Lisäksi niissä voidaan antaa lisätietoa esimerkiksi käytettävistä materiaaleista ja työkaluista. Työohjeet ovat helposti saatavilla helposti luettavassa muodossa, esimerkiksi jokaisella työpisteellä. (Kouri 2009, 17.)

2.7 Tuotannon tasoitus

Tuotannon tasoitus on tuotteiden valmistamista pienissä ja säännöllisesti toistuvissa erissä asiakastarpeen mukaan. Tällä voidaan välttyä turhalta varastoinnilta sekä pienentää keskeneräisen tuotannon määrää. Kääntöpuolena tässä on kuitenkin lisääntyneet tuotevaihdot sekä asetukset tuotannossa, minkä vuoksi lähestymistapa edellyttää lyhyitä asetusajoja sekä alhaisia näistä aiheutuvia kustannuksia. (Kouri 2009, 18.)

Tuotannon tasoitus on käytännössä pienerätuotantoa, sillä eri tuotteita ja variaatioita tuotetaan tasaisin väliajoin. Näistä syistä vaihtelevaan kysyntään voidaan vastata muuttamatta päivittäistä työtahtia. Tasoituksen hyöty kiteytyy siihen, että tuotantomäärä säilyy ennallaan, työvoiman tarpeen ja koneiden käyttöasteen tasoittuessa. Koska tuotannon tasoitus perustuu pienerätuotantoon, mikä lisää päivittäin suoritettavien asetusten ja vaihtojen määrää, huomio tulee kohdistaa asetustekniikoiden ja asetusajojen kehittämiseen. Käytännössä tämä tarkoittaa asetustyön helpottamista. (Kouri 2009, 19.)

Työntekijän näkökulmasta pienerätuotanto tarkoittaisi:

- työn vaihtelevuutta
- työtahdin tasoittumista
- ennustettavuutta
- selkeää työsuunnitelmaa. (Kouri 2009, 19.)

2.8 Virtauttaminen

Tuotannon kehittäminen leanin mukaisesti edellyttää sen virtauttamista. Virtauttaminen tarkoittaa tuotteiden valmistamista toistuvissa pienerissä välittömän tarpeen, eli tilauskannan ja varastotarpeiden mukaan. Tavoitteena on tilanne, jossa tuotteet virtaavat tuotannossa pysähtymättä, jolloin keskeneräisen tuotannon määrä ja varastot pienenevät. (Kouri 2009, 20.)

Virtauksen tehokkuutta mitataan tuotannon läpäisyajalla. Läpäisyajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu tuotteen valmistuksen aloituksesta siihen, kun tuote valmistuu. Keskeneräinen tuotanto vaikuttaa suoraan läpäisy aikaan - sitä pidempi läpäisy aika, mitä enemmän keskeneräistä tuotantoa. (Kouri 2009, 20.)

Tuotantoprosessin ongelmat, kuten laitteiden ja koneiden häiriöt sekä tuotannossa esiintyvät laatuongelmat ja muut tuotannon tehokkuutta syövät ilmiöt nousevat esille kun tuotannon virtausta tehostetaan. Tämän vuoksi virtauttaminen pakottaa korjaamaan tuotannossa esiintyviä epäkohtia, jotta tuotannon luotettavuutta saadaan parannettua. Tuotantoon kohdistetaan toimia, joilla tuotannon kulku saadaan järjestettyä mahdollisimman selkeäksi ja katkeamattomaksi. Läpäisy aikaa lyhennetään poistamalla erilaisia tuotannossa esiintyviä odotusaikoja. (Kouri 2009, 20.)

Tuotannon virtauttamisella saavutetaan muun muassa seuraavia etuja:

- Toimitusajat lyhenevät
- Varastot pienenevät, jolloin niihin sitoutunut pääoma pienenee
- Laatu paranee
- Tuottavuus kasvaa
- Toiminnan systemaattisuus paranee. (Kouri 2009, 20.)

2.9 Imuohjaus

Leanin mukaisessa toiminnan kehittämisessä keskeisin hukan muoto on ylituotanto, jota imuohjauksella pyritään eliminoimaan. Imuohjaus tarkoittaa tuotteen valmistamista pääasiassa tuotantoprosessissa sijaitsevan seuraavan työvaiheen, osaprosessin tai toiminnon tarpeen, imun mukaan. (Kouri 2009, 22.)

Imuohjauksesta saatavia hyötyjä on muun muassa:

- Materiaaliohjauksen yksinkertaistuminen ja varastojen pienentyminen

- Tuotannon läpäisyajan lyhentyminen
- Tuotannon selkeyttäminen
- Asiakaslähtöisyyden ja tuotannon joustavuuden lisääntyminen. (Kouri 2009, 22.)

2.10 Laadunvarmistus

Leanin mukaisessa toiminnassa laatuvastuu kuuluu organisaation kaikille jäsenille ja se on osa jokapäiväistä työskentelyä. Laatu pidetään yllä ohjeistuksen mukaisesti ja laatuhäiriöt, kaikki poikkeamat sekä työturvallisuuspuutteet tuotannossa raportoidaan pikimmiten, jotta juurisyyt, eli ne asiat, jotka ovat kyseisen tuotannossa esiintyvän poikkeaman aiheuttaneet, saadaan selville. (Kouri 2009, 24.)

2.11 5S

5S on käytännön työkalu, jolla pyritään takaamaan työskentely-ympäristön siisteys ja järjestys sekä työn tuottavuus ja laatu. 5S:n mukainen toiminta parantaa ennenkaikkea työturvallisuutta, kun työpisteet ja niiden ympäristö ovat siistit ja järjestellyt eikä laittialla loju esimerkiksi työkaluja tai materiaaleja, joihin voi kompastua ja loukata itsensä. 5S mukainen järjestyksen ja siisteyden ylläpito edesauttaa työn suorittamisen helpottumista ja työvaiheiden selkeyttämistä, työn mielekkyyttä sekä työssä jaksamista ja estää esimerkiksi työkalujen etsimisestä aiheutunutta turhautumista. Työpisteen siisteyden ja järjestyksen kehittäminen ja ylläpito kuuluu jokaiselle työntekijälle. (Kouri 2009, 26, 27.)

Viisi s-kirjainta tulevat japanin kielen sanoista:

- *Seiri*, lajittele
- *Seiton*, järjestä
- *Seiso*, puhdista ja huolla
- *Seiketsu*, vakiinnuta toimenpiteet

- *Shitsuke*, ylläpidä. (Kouri 2009, 27.)

2.12 Mittaaminen ja tunnusluvut

Tuotantoprosessin tehokkuuta, laatua sekä erilaisten hukkien esiintymistä seurataan erilaisilla mittareilla. Näitä mittareita ovat esimerkiksi tuottavuus, laatu, läpäisy aika, keskeneräinen tuotanto sekä eri muodossa ilmenevä hukka. Mittaamisen ja tunnuslukujen, esimerkiksi tuotantomäärien pitkäjänteisen seuraamisen tarkoituksena on havaita poikkeamia tuotannossa, jotka estävät moitteettoman suorittamisen. Tällä tavoin tuotantoa hidastavat epäkohdat, ongelmat tai häiriöt havaitaan ajoissa, jonka jälkeen ne selvitetään ja ratkaistaan. Myös tuotannolle asetettujen tavoitteiden täyttymistä sekä tavoitteiden asettamisen ja kehitystoimenpiteiden vaikutusta voidaan seurata. (Kouri 2009, 28, 29.)

2.13 Systemaattinen ongelmanratkaisu

Tuotantoa rasittava ja hidastava ongelma, häiriö tai epäkohta tiedostetaan ja sen aiheuttanutta juurisyytä lähdetään systemaattisesti selvittämään, jotta sen toistuminen tulevaisuudessa voidaan estää. Tarkoituksena on poistaa ongelman perimmäinen syy, eikä korjata tai hoitaa siitä aiheutuvaa oireilua. Kouri esittää juurisyyden selvittämiseksi yksinkertaisen menetelmän, jossa juurisyy selviää kysymällä ongelmatilanteessa viisi kertaa miksi. (Kouri 2009, 30.)

Lähtötilanne: Öljyä tehtaan lattialla

- | | |
|-----------|--|
| 1. miksi? | Tiiviste on rikki. |
| 2. miksi? | Edellisen huollon yhteydessä tiiviste rikkoutui. |
| 3. miksi? | Varaosista ei löytynyt sopivaa tiivistettä. |
| 4. miksi? | Tiivisteet olivat loppuneet. |
| 5. miksi? | Varaosavaraston hallinta ei toimi. (Kouri 2009, 31.) |

eikä turha varastointi leanin mukaan muutenkaan lisää tuotteen arvoa asiakkaalle. Leanin mukaanhan tuotanto tulisi toteuttaa jatkuvana virtauksena ja tuotantoa tulisi ohjata asiakas-tarve ja varastot tulisi pitää mahdollisimman pieninä sekä varastointiaika lyhyenä. Pyrkimällä tuotannon virtauttamiseen ja imuohjaukseen voitaisiin niinsanotusti suoristaa tuotantoa ja toimitusta, jolloin varastointi jäisi vähemmälle ja tuote saavuttaisi asiakkaan nopeammin laadun säilyessä ennallaan. Mitä pidemmäksi varastointiaika kasvaa, sitä enemmän myös käsittelystä aiheutuneiden vahinkojen muodostumisen todennäköisyys kasvaa, mikäli tuotteita joudutaan siirtelemään varastoja järjesteltäessä.

3.1.2 Odottelu

Leanissa läpimenoaika on yksi tuotannon tehokkuutta kuvaavista mittareista. Leanin mukaisesti tuotannon läpimenoaikaa voidaan lyhentää poistamalla tuotannossa esiintyvää odottelua. Odottelua tuotantolaitoksella aiheuttaa muun muassa asetus- sekä vaihtoajat sekä tuotantolaitteiden vikaantumiset. Tuotannossa on selkeästi havaittavissa tietyillä osa-alueilla toistuvia vikaantumisia, minkä vuoksi näiden osuutta ja vaikutusta tuotannon kulkuun tulisi tarkemmin selvittää ja tilanteeseen puuttua. Myös automatiikka voi aiheuttaa turhaa odottelua, joten tiettyjä toimintoja joudutaan usein nopeuttamaan käsiohjauksella. Näitä automatiikkaan ja vikaantumiseen liittyviä ongelmakohtia käsitellään myöhemmin. Tuotevaihtelusta johtuvat asetteen vaihdot sahan puolella ja lajitteluohjelman muuttaminen ja vaihtaminen dimensiolajittelussa ovat esimerkkejä asetusajoista. Koska asetustyö ovat välttämätön osa prosessia, eikä niitä voida kokonaan työvaiheina poistaa, on keskityttävä työskentelymenetelmien kehittämiseen ja asetustyön helpottamiseen.

3.1.3 Tarpeettomat kuljetukset ja ylikäsittely

Samalla tarpeettomaksi kuljettamiseksi ja ylikäsittelyksi voidaan mieltää kuiva-ajosta jäävät uusinta-ajopaketit. Uusinta-ajopaketit ovat kappalemäärällisesti vajaiksi jääneitä sahatavarapaketteja tai useampaa mittaa sisältäviä niinsanottuja yhdistelmäpaketteja, joita ei lähetetä lastaukseen, vaan jotka varastoidaan seuraavaa paketointia varten. Tällöin osa sahatavarasta on käynyt kuiva-ajoon liittyvät tuotannon vaiheet läpi jo kerran aiemmin. Kuiva-ajossa, jossa erotellaan esimerkiksi kaksi eri laatua toisistaan, voidaan menetellä samalla tavalla, eli siten, että toinen laatu paketoidaan lähteväksi erikseen vasta myöhemmin toisessa vedossa. Tässä mielessä niinsanotusti vuoron mittaiset erät, eli juuri yhdelle vuorolle määrällisesti riittävät sahatavaraerät olisivat optimaalisia. Tällöin ei, sahatavarasta riippuen, jäisi tavaraa uudelleen ajettavaksi, vaan kaikki saataisiin yhden vuoron aikana paketoitua.

Ylikäsittelyltä voitaisiin osittain välttyä, mikäli lokerotilaa olisi enemmän, esimerkiksi 50 prosenttia enemmän. Uusinta-ajopakettejahan syntyy osittain sen vuoksi, että lokerotilaa on rajallisesti, joten vajaat lokerot yhdistellään, jotta tilaa riittäisi seuraavaksi ajettavalle sahatavaralle, oli se sitten kuivaa tai tuoretta.

Ylikäsittelyksi voidaan mieltää esimerkiksi kaikki se toiminta, kun samat yksittäiset tuotteet käyvät läpi saman prosessin useampaan kertaan. Leanin mukaan ylikäsittelyä on ylipäättään sellainen toiminta, joka on asiakkaan näkökulmasta merkityksetöntä. Tämä tarkoittaa sitä, että osa tuotannon vaiheista on asiakkaan näkökulmasta turhia, koska tuote ei esimerkiksi jossain prosessissa jalostu lainkaan vastaamaan asiakkaan tarvetta. Tällaiseksi voidaan mieltää esimerkiksi rimakuorman merkkäminen tai sahatavaran ohjaaminen kuljettimilla tai sen välivarastointi tuotantolaitoksen sisällä osaprosessien välillä. Tästä määritelmästä tai luokituksesta huolimatta nämäkin toiminnot ja vaiheet ovat oleellinen osa tuotantoa ja välttämättömiä tuotteen valmistamiseksi.

3.1.4 Laatuvirheet

Laatuvirheet ovat yksi hukkan muoto, sillä ne hukkaavat materiaaleja, teettävät turhaa työtä ja aiheuttavat asiakastyytymättömyyttä. Laatuvirheitä pidetään pahimpana hukkana kauaskantoisine seurauksineen. Aiheeseen liittyen, työohjeita tulisi monipuolistaa ja yksityiskohtaistaa, tarkoittaen sitä, että työohjeesta tulisi käydä ilmi oleellisia yksityiskohtia kulloinkin lajiteltavasta ja paketoitavasta sahatavarasta. Esimerkiksi jos työohjeessa sanotaan, että tietty tuote menee höylättäväksi, niin lajitteluohjeista tulisi käydä ilmi kuinka paljon sahatavarakappaleen syrjiltä ja lappeelta tullaan höyläämään sen sijaan, että ohjeessa lukisi tietyn sahatavaran ja laadun alla vain ”höyläyskelpoinen tavara”. Mikäli tällainen informaatio on saatavilla. Tämä sen vuoksi, että kolmessa vuorossa työskentelee yhteensä vähintään kolme lajittelijana toimivaa työntekijää, joten laadun takaamisen kannalta on tärkeää että kaikki toimivat samojen perusteiden mukaisesti. Myös lisätiedot asiakkaasta tai lopputuotteesta auttavat tarkempien laatukriteerien määrittelyssä. Työohjeessa olisi hyvä ilmoittaa myös sallittu virhetoleranssi, jotta osataan toimia oikein, mikäli yksittäisissä tapauksissa esimerkiksi laadussa havaitaan jotain poikkeavaa. Enemmän ohjeistetaan liian kattavasti ja pelataan niinsanotusti varman päälle, kuin lähetetään asiakkaalle vajaalaatuinen tuote sen vuoksi, kun ”ei oltu varmoja kuinka tilanteessa olisi pitänyt toimia”. En pitäisi myöskään lainkaan huonona ajatuksena järjestää esimerkiksi laatu-koulutusta eri sahatavara-laaduista mielen ja muistin virkistämiseksi. Muun muassa näillä toimilla voitaisiin varmistaa yhtenevät toimintatavat täsmällisen ja tasaisen laadun tuottamiseen.

Laatuvirheiksi lasketaan myös työssä myöhemmin esitettävät tuotannossa esiintyvät sahatavarakappaleiden rikkoutumiset ja vahingoittumiset osaprosessien välillä.

3.1.5 Tarpeeton liike

Tarpeetonta liikettä esiintyy varmasti jokaisessa työvaiheessa, ja mikäli liike ei tuota lisäarvoa tuotteelle, se on hukkaa. Tarpeettomaksi liikkeeksi voidaan määritellä esimerkiksi työkalujen etsimisestä aiheutuva paikasta toiseen liikkuminen. Epäloogisesti sijoitetut tai hukassa olevat työkalut tai tarvikkeet ja niiden metsästäminen aiheuttaa helposti turhautumista,

ja pitkittää myös aivan turhaan työn suorittamiseen kuluvaan aikaan. Tätä voidaan helposti rajoittaa järjestämällä työpisteet siten, että kaikki tarvittavat työkalut, materiaalit ja tarvikkeet ovat mahdollisimman nopeasti ja vaivattomasti saatavilla. Työpisteiden organisointi ja siistiminen voidaan toteuttaa esimerkiksi 5S-työkalun mukaisesti.

3.2 5S

Leanin lähtökohdaksi on, että tuottavaa ja laadukasta työtä voidaan toteuttaa vain kaikinpuolin siistissä ja toimivassa ympäristössä, ja tässä apuna käytetään viiden ässän, 5S, työkalua. Sen avulla kehitetään ja pidetään yllä työskentely-ympäristön siisteyttä ja järjestystä. Sitä sovelletaan yksittäisen työpisteen lisäksi koko organisaation toiminnassa ja sen tulisi osoittaa eräänlaista järjestelmällisyyttä ja kurinalaisuutta.

5S:n mukainen toiminta tarkoittaa käytännössä työympäristön järjestämistä siten, että vain työn suorittamiseen vaadittavat asiat, kuten työkalut, laitteet ja materiaalit ovat esillä ja saatavilla. Tämä tarkoittaisi turhien asioiden poistamista, jotka esimerkiksi vievät tilaa ja saavat työpisteen näyttämään epäsiistiltä tai jopa vaikeuttavat työntekoa.

Kaiken kaikkiaan kombilaitoksen siisteydessä olisi parantamisen varaa. Työpisteillä ja kulkuteiden varsilla on löydettävissä merkitystä vailla olevia esimerkiksi huoltotöistä jääneitä vanhoja tai rikkoutuneita tuotantolaitteiden osia. Myös työkalujen säilytyksen suhteen tulisi skarpata, sillä usein aikaa kuluu työkalujen etsimiseen edellisen vuoron jäljiltä. Tähän voi vaikuttaa se, että työntekijä saattaa kokea, että työkalujen säilytys tällä hetkellä on toteutettu kehnosti tai työpiste on muutoin epälooginen.

Säntillisellä siisteyden ylläpidolla vaikutetaan sekä työviihtyvyyteen, -turvallisuuteen että -terveyteen. Siistit ja organisoidut työpisteet sekä turvalliset kulkuväylät antavat organisaation toiminnasta miellyttävän kuvan. Vakiinnuttamalla ja mahdollistamalla siisteyden ylläpitämiseen liittyvät toimenpiteet ja käytännöt koko työyhteisön kesken, saadaan kaikki tekemään osansa yhteisen edun vuoksi.

4 TUOTANTOPROSESSIN KUVAAMINEN

4.1 Lähtökohdat

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan sahatavaran käsittelylaitoksen tuotantoa ja toimintaa, joten muut tuotannon vaiheet jätetään työn ulkopuolelle. Tästä johtuen sovimme toimeksiantajan kanssa, että tarkasteltava alue alkaa sahan jälkeisiltä välivarastoilta, jonne tuoreeltaan sahattu sahatavara varastoidaan, kunnes se otetaan purkuun ja lajiteltavaksi. Tuotannon rajaus käsittää varsinaisen sahatavaran käsittelylaitoksen sisäiset tuotantovaiheet, eli sahatavaran lajittelun, rimoituksen ja paketoinnin, merkkäämisen sekä pakkaamisen.

Aiheeseen liittyviä määritelmiä:

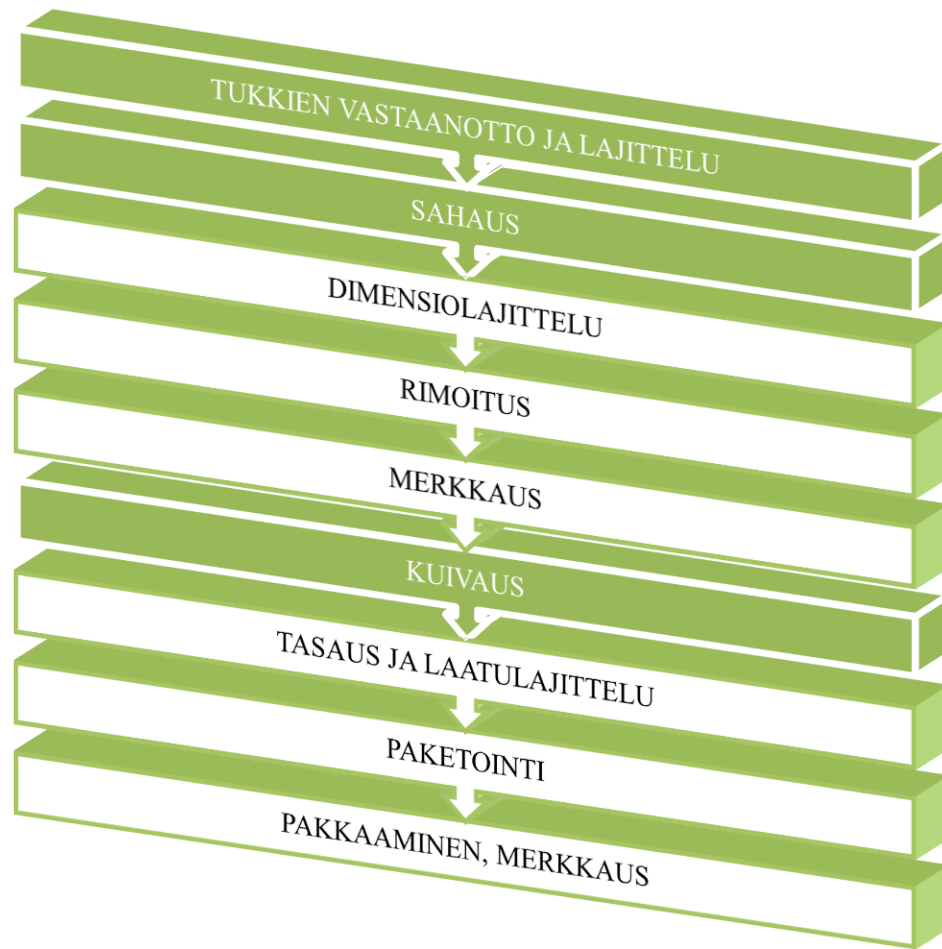
Vikaantuminen on tapahtuma, jonka ilmetessä kohteen kyky suorittaa vaadittu toiminta päättyy (siis aiheuttaa kohteeseen vikatilaa) (Järviö 2006, 30).

Vikatilassa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintaa (Järviö 2006, 30).

Vikaantumisen seuraus on vika, joka voi olla häiriö (disturbance) tai vaurio (damage) (Järviö 2006, 31).

Häiriössä kohde ei ole rikki, mutta aiheuttaa tuotannon menetyksiä ja välittömän korjaustarpeen. Häiriö korjataan palauttamalla toimintakyky esimerkiksi puhdistamalla, säätämällä tai vaikkapa vain uudelleen käynnistämällä (reset). (Järviö 2006, 31.)

Vaurioissa kohde on rikki, mutta seuraamukset ovat samat kuin häiriössä (Järviö 2006, 31).



KUVIO 3. Tuotantolaitoksen prosessikaavio, missä rajauksen mukaiset osaprosessit valkoisella pohjalla

4.2 Osaprosessien kuvaaminen ja käsitteleminen

Seuraavassa kuvataan tuotantolaitoksen eri tuotannon vaiheet kokonaisuudessaan. Samalla käsitellään tarkemmin edellä mainitulla rajauksella tuotannossa esiintyviä, nimenomaan toistuvia vikaantumisia.

4.2.1 Tukkien vastaanotto ja lajittelu

Sahalaitoksen sisäinen toiminta alkaa tukkien vastaanottamisella ja mittaamisella. Tukit mitataan ja lajitellaan omiin luokkiinsa, jotta niistä saatavan sahatavaran arvo olisi mahdollisimman suuri lajittelun kustannukset huomioonottaen (Sipi 2006, 56).

Koska tukista saatavan sahatavaran laatu riippuu suoraan sahatukin laadusta, tukin laatu määräytyy pitkälti sen vikaisuuksien perusteella, sillä tukin vikaisuudet siirtyvät sahatavaraan sellaisenaan. Tukit lajitellaan omiin luokkiinsa puulajin, pituuden, läpimitan ja laadun mukaan. Laatulajittelu suoritetaan visuaalisesti tukin ulkoisten ominaisuuksien perusteella.

Tukkien mittaus- ja lajitteluprosessi alkaa kuorman purkamisella tukkipöydälle, joko puutavara-auton tai pyöräkuormaajan toimesta riippuen siitä, onko kyseessä jo aikaisemmin toimittajan kentälle purkama autokuorma vai suoraan tukkipöydälle purettava autokuorma. Joka tapauksessa mittaamattomat tukit voidaan syöttää tukkipöydälle joko puutavara-auton tai pyöräkuormaajan toimesta. Tukkiniput hajotetaan ajamalla ne ketjukuljettimilla eteenpäin hajotuskuljettimelle, josta ne nousevat yksitellen porrasannostelijan kautta arvostelukuljettimelle, missä tukkien visuaalinen arviointi tapahtuu. Arvostelukuljettimella tukit pyörivät siten, että laaduttaja näkee jokaisen tukin joka puolelta, tyvestä latvaan. Arvostelukuljettimelta tukit annostellaan yksitellen pitkittäiselle lajittelukuljettimelle, jossa varsinainen tukkien laadutus ja laadun määrittäminen tapahtuu. Tukit kulkevat määrättyllä tukkivälillä metallinilmaisimen ja tukkimittarin lävitse. Metallia sisältäneet sekä sahattavaksi kelpaamattomat raakkitukit lähetetään omiin lokeroihinsa. Tukkimittari mittaa automaattisesti tukin pituuden, läpimitan, lenkouden, kartiokkuuden ja soikeuden. Tukit ohjataan eteenpäin lajittelukuljettimella, jonka potkaisijat pudottavat ne mittaustulosten ja laadituksen perusteella omiin lokeroihinsa.

Jokainen vastaanotettu toimituserä lajitellaan erillään muista, jotta saadaan todellisuutta vastaava kuormaraportti, vastaanottotodistus. Vastaanottotodistuksesta käy ilmi toimituserää koskevat tiedot, kuten muun muassa toimittaja, toimituserän sisältämien tukkien puulaji- ja

laatujakauma, niiden kappalemäärät ja tilavuus, raakki- eli hylkyprosentti, hylkyyn johtavien vikaisuuksien erittely, vastaanottopäivämäärä sekä mahdollisesti muut tarvittavat lisätiedot.

Näiden vaiheiden jälkeen tukkikentällä toimiva pyöräkuormaajan kuljettaja siirtää lajitellut tukit jälleen omiin maavarastoihinsa odottamaan sahausta.

4.2.2 Sahaus

Sahaoksen ja särmäyksen tarkoituksena on hyödyntää käsiteltävä tukki mahdollisimman tehokkaasti samalla tuottaen mahdollisimman korkealaatuista ja monikäyttöistä sekä myytävissä olevaa sahatavaraa (Sipi 2006, 67).

Sahausprosessi alkaa aikaisemmin lajiteltujen tukkinippujen lastaamisella sahan syötölle, tukkipöydälle. Tukkipöydän täyttämisestä vastaa tukkikentällä toimiva pyöräkuormaajan kuljettaja. Vedossa oleva tukkilokero määräytyy tietyn sahatavaran tarpeen ja osittain tukkikentällä vallitsevan tilanteen mukaan. Tukkipöydän jälkeen tukit ohjataan hajoituskuljettimen kautta porrasannostelijalle, ja siitä kierrerrullille. Kierrerrullat tasaavat tukin latvapäät samalle tasalle vastetta vasten. Kierrerrullilta tukit ohjataan porrasannostelijalle, joka nostaa tukit yksitellen pitkittäiskuljettimelle asetetulla tukkivälillä. Pitkittäiskuljettimella tukit kulkevat sahalinjan läpi, jossa ne kuoritaan, sahataan ja särmätään. Tukista saatavat sydäntavara- ja sivulautakappaleet ohjataan omilla kuljettimillaan omiin erillisiin välivarastoihin.

Kuten edellä mainittiin, tuoreeltaan sahattu sahatavara varastoidaan tilapäisesti neljässä kerroksessa sijaitsevalle ketjukuljettimelle. Varastotila jakautuu kahdeksi pienemmäksi sivulaudalle ja kahdelle sydäntavaralle varatulle varastoksi. Varastotilaa on välivarastoilla yhteensä noin 145 m³:lle tuoretta sahatavaraa. Automatiikka ohjaa kuljettimia eteenpäin sitä mukaa, kun varastoon ohjataan tavaraa. Tätä voi jatkaa kunnes varaston, tai ketjukuljettimen loppupäässä sijaitseva valokenno ilmoittaa varaston täyttymisestä. Sahuri ohjeistaa lajittelijaa varastotilan tarpeen mukaan, eli mitä varastoa purkaa milloinkin. Sahurin ja lajittelijan

välinen kommunikaatio ja kummankin tilannetietoisuus on tässä vaiheessa avainasemassa, jotta voidaan taata sahauskeskuksen katkeamaton jatkuminen.

4.2.3 Dimensiolajittelu

Eri dimensiota oleva sahatavara erotetaan toisistaan, sillä sahatavaran kuivaus suoritetaan dimensioittain ja jokaiselle dimensiolle on oma kuivauskaavansa (Sipi 2006, 103).

Tuore sahatavara puretaan tuorevarastoilta ja ohjataan lajittelukuljettimelle, missä sahatavarakappaleiden dimensioiden erottelu sekä lajittelu, laadutus, tarvittaessa tasaus ja mittaamiset tapahtuvat. Kappaleiden laatu arvioidaan silmämääräisesti. Sahatavarakappaleiden dimension mittauksen ja laadun määrittämisen jälkeen kappaleet siirretään kolakuljettimelta koukkuradalle. Koukkuradalla sijaitsee pudottajia jokaisen lokeron yläpuolella, jotka pudottavat lajitellut sahatavarakappaleet dimension ja laadun perusteella omiin lokeroihinsa. Lokero on valmiina purettavaksi ja rimoitettavaksi sen tullessa täyteen.

Koukkuradan koukkuja täytyy tarkkailla ja uusien säännöllisin väliajoin niiden taipuessa tai muutoin rikkoutuessa häiriötilanteissa kolakuljettimella, esimerkiksi vinossa kulkevien kappaleiden tai lokeroitten ylitäyttöjen vuoksi. Tämän vuoksi koukkuja ja kuluu toisinaan kohtuuttoman paljon, mikä taas aiheuttaa lisätöitä huoltoapuolella, puhumattakaan siitä, että linjasto täytyy pysäyttää lajittelun osalta aina koukun vaihdon ajaksi, mikä on pois tehokkaasta tuotantoajasta.

Lokeroitten liiallista täyttymistä seuraavat niinsanotut ylitäyttöanturit. Jos sahatavarakappale putoaa lokeroon jostain syystä huonosti tai jos sahatavarakappaleet kasautuvat lokeroon huonosti, jääden esimerkiksi osittain pystyyn, lokerikon yläpuolella pituussuunnassa molemmin puolin sijaitsevat valokennot ilmoittavat signaalin katketessa ylitäytöstä. Kun signaali katkeaa logiikkaohjelmassa määrättyksi ajaksi, ilmenee häiriöilmoitus ja kuljettimet pysähtyvät automaattisesti.



KUVIO 4. Häiriötilanne sekä useamman koukun vaurioituminen koukkuradalla

Viiveaika jonka ylitäyttöanturin tulee olla vaikuttuneena ilmoittaakseen häiriöstä vaikuttaa olevan liian pitkä. Kuten kuviosta 4 nähdään, viiveeksi määrätyssä ajassa kerkeää muodostua potentiaalisesti hyvinkin vaarallinen tilanne. Samankaltaiset tilanteet aiheuttavat usein paitsi sahatavarakappaleiden rikkoutumisia, mutta myös koukkuradan koukkujen vaurioitumisia, mikä aiheuttaa välittömän huollon tarpeen. Edellä esitetyn kaltainen tilanne saattaa pahimmillaan seisauttaa lajittelun kymmeniksi minuuteiksi, riippuen vikaantumisen laajuudesta. Tämän vuoksi tilannetta tulisi selvittää, voidaanko häiriöilmoituksen viiveaikaa lyhentää edellä esitetyn kaltaisten tilanteiden välttämiseksi. Toinen huomionarvoinen seikka lienee se, että lokeroiden ylitäyttöä vartioi kolme valokennoa koukkuradan suuntaisesti, mikä tarkoittaa sitä, että anturit eivät kata täysin kokonaan lokerikon yläpuolista alaa.

Toisinaan linjastossa ilmenee aiheettomia ylitäyttöilmoituksia, jotka saattavat aiheutua esimerkiksi viallisista valokennoista tai valokennon pintaan kertyvästä pölystä, tai siitä, että ne ovat päässeet liikkumaan, jolloin antureiden signaalit eivät kohtaa. Aiheettomat ylitäytöt lisäävät turhaan seisokkiaikaa, sillä tilanne on käytävä jokaisen häiriöilmoituksen jälkeen tarkistamassa, sillä lajittelijan paikalta ei pystytä täysin varmistumaan siitä, onko kyseessä todellinen ylitäyttö vai ei. Häiriön kuittaminen ilman tilanteen tarkastamista voi johtaa laitteiden rikkoutumiseen, esimerkiksi koukkujen vääntymiseen tai rikkoutumiseen. Häiriötä ei

kuitenkaan voida kuitata, mikäli signaali on poikki. Lajittelijan ja lokerikon välillä on matkaa useita kymmeniä metrejä.

Lokeron ylä- ja alarajalla sijaitsee yhteensä kaksi valokennoa, optista anturia. Ylemmän valokennon tehtävä on antaa logiikkaohjelmalle käsky laskea lokeron pohjaa, aina kun signaali katkeaa, eli kun lokeroon putoaa sahatavarakappale, tai kun lokeron sisältö tulee kennon ja peilin väliin. Ylemmän kennon signaali ohjataan peilin kautta takaisin kennolle. Mikäli alarajan valokenno on vaikuttuneena, esimerkiksi kennon pintaan kertyneen pölyn vuoksi, logiikka käsittää tilanteen niin, että lokeron pohja on jo alarajalla, eikä anna sen tästä syystä enää laskeutua. Alaraja voidaan kuitenkin kuitata tietokoneella, mikä korjaa tilanteen vain hetkellisesti, mikäli kyseessä oleva lokero on tiedossa. Tästä syystä kannattaisiin lokeron alarajan optisen anturin korvaamista induktiivisella lähestymiskytkimellä. Tällöin pölyn ja muiden ulkoisten häiriötekijöiden vaikutus rajakytkimen toiminaan saataisiin eliminoitua. Tämä puolestaan vähentäisi aiheettomista ylitäytöistä aiheutuneita pysähdyksiä.

4.2.4 Rimoitus

Dimensioiden erottelun jälkeen ja lokeron täytyttyä samaa dimensiota ja laatua olevat sahatavarakappaleet rimoitetaan kuivauskuormaksi. Kuivauskuorma syntyy rimoituksessa koamalla sahatavakerros ja ohjaamalla se hissilavan päällä olevan edellisen kerroksen päälle. Sahatavakerroksessa joka toinen kappale ajetaan toiseen pätyyn ylivientirullien avulla ja sahatavakerrokset erotetaan välirimoilla hallitun ja tasaisen ilman kierron takamiseksi (Sipi 2006, 108).

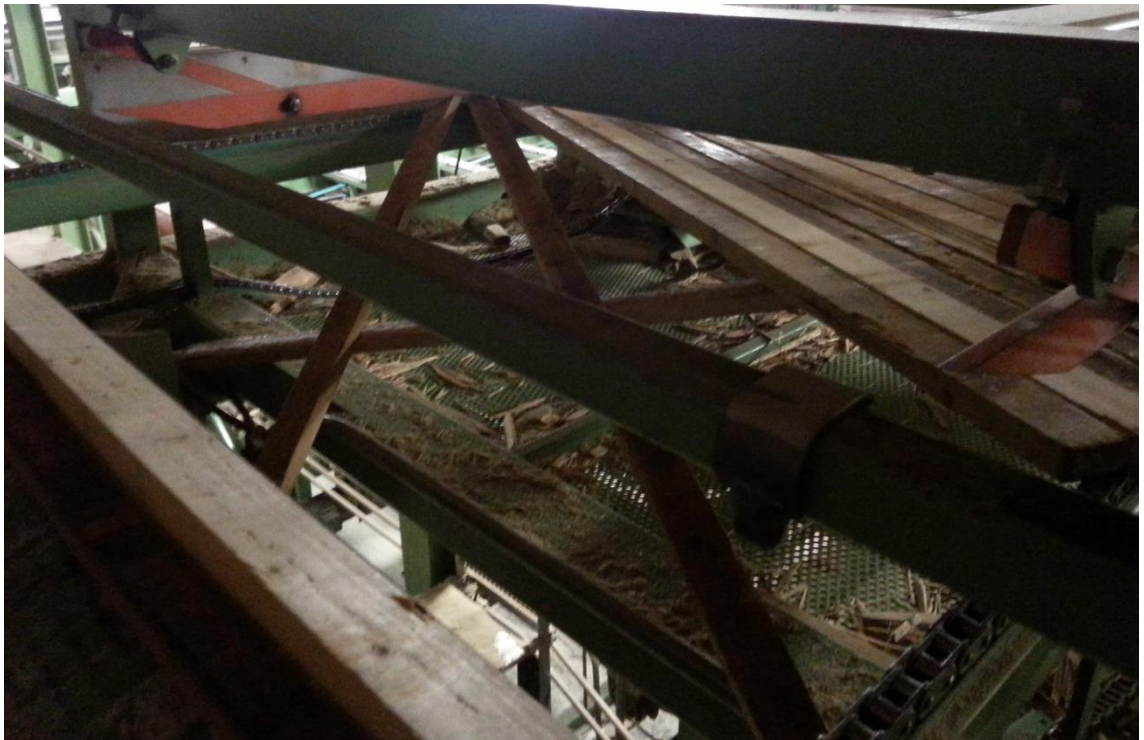
Kun lokero täyttyy, se on valmiina purettavaksi ja rimoitettavaksi. Lokeron kapasiteetti määräytyy sahatavaran dimension perusteella ja lokero vastaa yhtä kuivauskuormaa. Kullekin sahatavaradimensiolle on määritetty optimaalinen kuivauskuorman koko kappalemäärällisesti ja kuivauskuorma sisältää vain yhtä dimensiota. Kuivauskuormat ovat ulkomittojensa puolesta saman kokoisia dimensiosta ja kuorman sahatavarakappaleiden pituusjakaumasta huolimatta.

Aiemmin esitettyjen ylitäyttöjen ja mahdollisten muiden koukkuradalla esiintyvien häiriöiden vuoksi lokero saattaa sisältää sinne kuulumatonta sahatavaradimensiota tai -laatua. Koukkuradalla toiseen lokeroon matkalla ollut sahatavarakappale on saattanut pudota koukuilta väärään lokeroon esimerkiksi häiriön selvittämisen aikana. Tämän vuoksi rimoittajana toimivan henkilön on oltava valppaana, jotta väärää dimensiota olevien sahatavarakappaleiden joutuminen kuivauskuormaan saadaan estettyä. Esimerkiksi liian paksu kappale ohuempien kappaleiden kanssa samassa kerroksessa aiheuttaa kuivauskuormien epävakaisuutta rimakuormia pinotessa päällekkäin välivarastointiin tai kuivaamoon. Myös liian suuri lajitte-
lunopeus on usein syynä siihen, että sahatavarakappaleet aiheuttavat ongelmia lokeroilla ja koukkuradalla, nimenomaan ylitäyttöjen ja rikkoutuneiden koukkujen muodossa. Mikäli syy on liian suuri lajitte-
lunopeus, ylimääräisiä kappaleita löytyy tavallisimmin alkupään lokeroista, sillä ongelmia aiheuttaa kappaleiden siirtyminen kiihdytysremmeiltä koukuille. Myös karhea katkaisujälki voi kieliä liian suuresta ajonopeudesta, mikäli katkaisuterä on kunnossa.



KUVIO 5. Huonojen rimojen seulontaa tulisi tehostaa ennen rimajakeluun ohjaamista

Rimoitusta voidaan pitää merkittävimpana osaprosessina, sillä vakailta ja tasaisilla kuivauskuormilla voidaan taata hyvä kuivauslaatu. Rimoituksessa ilmenneet ongelmat voivat heijastua kuivatun sahatavaran laatuun. Kunnollisilla kuivauskuormilla voidaan myös vähentää ongelmien ilmaantumista myöhemmin kuormia käsitellessä, kuten kuljetuksessa ja niiden kulkiessa kuivaamon lävitse. Merkittävin rimoitusta hidastava epäkohta on rimajakelussa ja -annostelussa esiintyvät vikaantumiset. Eniten rimoituksessa häiriöitä aiheuttava tekijä on rimajakelussa kulkevat rikkoutuneet tai vääntyneet rimat (KUVIO 5). Nämä rimat ovat saattaneet rikkoutua tai vääntyä aiemmin esimerkiksi käsittelyssä, kuivauksessa tai kuorman ja paineen alla. Tästä syystä ainoastaan ehjien rimojen tulisi sallia päästä takaisin kiertoön. Toisin sanoen, rimojen kuntoa tulisi jotenkin seuloa. Yksi ratkaisu voisi olla rimojen tasaaaminen yhteen päätyyn esimerkiksi kierrerrullilla tai ohjainvasteilla. Tämän jälkeen rimat ohjattaisiin kuljettimelle, jonka ketjukuljetinparin väli on mitoitettu riman pituuden mukaan. Tällöin vajaamittaiset rimat kulkisivat tasauksen johdosta ainoastaan toisessa päädyssä, samalla tasalla toisiinsa nähden. Liian lyhyet, toisin sanoen rikkoutuneet kappaleet putoaisivat esimerkiksi kuljettimen alla sijaitsevaan irroitettuun pyöräkuormaajan kauhaan, jonka koneenkuljettaja voisi käydä tyhjentämässä aina kauhan täyttyessä. Kauha tyhjennettäisiin hakettavaksi kuten muukin tuotannossa syntyvä puujäte.



KUVIO 6. Tavanomainen häiriö rimajakelun kappaleannostelijalla

Rimojen suoruutta voitaisiin puolestaan valvoa suksi-induktiivianturi-yhdistelmällä jo ennen rimajakelun kappaleannostelijaa, missä häiriötilanteet useimmiten ensimmäisenä ilmenevät. Vääntyneen tai kieron riman kulkiessa suksen alitse, metallinen suksi nousisi siten, että induktiivianturi vaikuttuisi, jolloin logiikkaohjelmaan lisätty komento pysäyttäisi rimakuljettimen automatiikan. Tämä puolestaan tekisi häiriöilmoituksen ohjauspulpettiin rimoittajana toimivalle työntekijälle. Tämä vaatisi tilanteen tarkastamisen paikan päällä, viallisen riman poistamisen ja häiriön kuittaamisen. Kuten kuviosta 6 on nähtävissä, rimajakelun kappaleannostelijalla ilmenevä häiriö aiheutuu tavallisimmin liian lyhyestä rimasta, jolloin riman toinen pää putoaa kuljettimelta aiheuttaen ruuhkaa. Tällä hetkellä kappeannostelijan ruuhkautumista vahtii induktiivianturi, joka vaikuttaa metallisen suksen noustessa ylöspäin mikäli rimat tulevat kuljettimellä päällekin tai syrjällään. Ongelmana on se, että ruuhka kerkeää usein äityä laajemmaksi, koska vahtiminen häiriön varalta on puutteellista, esimerkiksi juuri tilanteessa, jossa riman putoaminen kuljettimelta on ongelman aiheuttajana. Häiriön poistaminen tässä vaiheessa on usein työlästä ja epämiellyttävää, koska joudutaan työkentelemään hyvin ahtaassa paikassa. Muodostuvan häiriön laajuutta voitaisiin mahdollisesti rajoittaa asentamalla toisenkin puolen sukselle sitä vahtiva induktiivianturi, mikäli riman vastakkainen pää putoaa kuljettimelta.

Varsinainen rimojen annostelu sahatavarakerroksen päälle voi myös aiheuttaa osaprosessin hidastelua, sillä ne saattavat jäädä osittain roikkumaan rimavarastosta tai jäädä lappeen sijaan syrjälleen. Syynä tähän on tavallisimmin rima-annostelijan kuluvien osien kuluminen ja vääntyminen. Tässä tapauksessa tilanteen toistuminen voidaan ehkäistä vaihtamalla edellä mainittu osa. Toinen seikka joka aiheuttaa edellä mainitun häiriön ilmenemistä on se, että rimoitushissin korkeutta säätelevä valokenno on altis liikahtamiselle, joten sitä joudutaan usein dimension mukaan, eli mahdollisesti aina kuormien välissä, käsin kohdistamaan uudelleen. Myös osa rimoitushissin lavan piikeistä on eri tasalla muihin nähden, jolloin sahatavarakerroksia päällekin latoessa kuivauskuorma ei ole täysin vaakatasossa, joten rimat saattavat asettua syrjälleen etenkin kuivauskuorman peräpäässä. Rimoituksessa syrjälleen jäänyt ja korjaamatta jäänyt rima tai muutoin huonosti ladottu kuivauskuorma aiheuttaa kuivauksessa kieroutta, mahdollisesti muita laatuviikoja sekä vaaratilanteita.

Rimoituksessa kolakuljettimen nopeus määrittyy kulloisenkin sahatavaran dimension mukaan – mitä suurempi tavara, sitä alhaisempi ajonopeus. Talventulo tuo osaltaan omat haasteensa tuoreen sahatavaran käsittelyssä koko tuotantolaitoksessa – ilman kylmetessä puu muuttuu hyvin liukkaaksi sen jäädyttyä pinnasta. Tällä on suora vaikutus ajonopeuksiin eri työvaiheissa läpi koko tuotantolaitoksen. Tätä luonnollista seikkaa vastaan voitaisiin osittain taistella esimerkiksi lämpimämmillä tuotantotiloilla tai pitoa lisäävillä toimenpiteillä. Toisinaan ajonopeutta rajoittaa se, että jyrkemmät sahatavarakappaleet eivät ehdi ylivientirullilta päätyvasteelle asti pidon eli kitkan puutteen vuoksi. Tällöin kyseeseen tulisi esimerkiksi sileäpintaisten ylivientirullien korvaaminen karhennetuilla rullilla, jotka lisääisivät pitoa ja varmistaisivat sen, että raskaammatkin lankut ennättävät vasteelle. Tällöin voitaisiin rimoittaa suuremmilla, käytännössä niinsanotusti normaaleilla ajonopeuksilla.

Tukkien ja siitä saatavan sahatavaran pituusjakaumasta johtuen kuivauskuormat rimoitetaan joko viidellä tai seitsemällä välirimalla, eli niinsanotusti pitkänä tai lyhyenä kuivauskuormana. Sydänsahatavaran kiertymisen ja vääntymisen estämiseksi, sekä myös kuorman jännevyyden lisäämiseksi kuivauskuormat voidaan rimoittaa myös yhdeksällä rimalla. Kuorman rimoittamiseksi lyhyenä täytyy kuljetinjohteiden välissä sijaitseva välivaste nostaa ylös, jotta ylivientirullasto tasaa kappaleet aiemmin ennen varsinaista päätyvastetta, jolloin kuormasta tulee lyhyempi.

Kuten kuviosta 7 nähdään, osa sahatavarakappaleista pääsee kulkeutumaan välivasteen ylitse, jolloin lyhyen kuivauskuorman peräpäätä joudutaan siistimään ennen kuin se voidaan lähettää eteenpäin katkaisemalla ylipitkät kappaleet tai koputtelemalla ne vasaralla kuorman sisään, mikäli mahdollista. Tämä aiheuttaa hukkaa, mikä on turhaa työtä sekä materiaalihukkaa, kuten kuviosta 8 nähdään.



KUVIO 7. Välivasteen ylitse päässeitä sahatavarakappaleita

Sahatavarakappaleen kulkeutuminen välivasteen ylitse johtuu pääasiassa sahatavaran lenkoudesta. Tällainen sahatavarakappale on useimmin sahattu tyvilengosta tyvitukista. Epäkohdan merkittävyys korostuu vankemmalla ja arvokkaammalla sydänsahatavarella, koska materiaalin hukkaamisesta aiheutuva tappio on käytännössä suurempi. Mikäli välivaste olisi riittävän korkea ja kappaleet eivät pääsisi kulkeutumaan vasteen ylitse, esitettyä hukkaa ei syntyisi (KUVIO 8).



KUVIO 8. Vuoron aikana syntynyttä, välivasteesta johtuvaa materiaalihukkaa

4.2.5 Merkkkaus

Kun kuivauskuorma on valmis, se ohjataan pitkittäin rullaradalla merkattavaksi. Jokaiselle valmistuvalle kuivauskuormalle luodaan pakettikortti, joka kiinnitetään kuorman kylkeen paineilmatoimisella niittipistoolilla. Pakettikortti sisältää muun muassa tiedot kuorman sisältämien sahatavarakappaleiden dimensiosta, laadusta, puulajista, kappalemäärästä, kosteudesta ja tilavuudesta. Kuorman numero, sisältämän sahatavaran dimensio ja puulaji kirjataan myös käsin kuorman kylkiin.

Merkkausvaiheessa kuivauskuorma valmistellaan pinottavaksi muiden samaa tavaraa olevien kuormien kanssa, sekä varmistetaan siitä, että kuivauskuorma on kaikinpuolin kunnossa. Pinoaminen tapahtuu joko suoraan kanavakuivaamon riippuen siitä, mikä tavara on kuivausvuorossa tai välivarastointiin kentälle. Jotta kuivauskuormien pinoaminen on mahdollista, asetetaan kuorman päälle kunkin riman kohdalle välipuut, jotta pinotessa paino jakautuu siten, että kuivauskuormatornit pysyvät vakaina eikä pinoaminen vahingoita kuormassa olevia sahatavarakappaleita.

4.2.6 Kuivaus

Kuivauksella tarkoitetaan puun kosteustilan alentamista haluttuun, käyttötarkoituksen mukaiseen kosteuteen. Kuivauksen tavoitteena on sahatavaran säilyvyyden, käytettävyyden ja ominaisuuksien parantaminen. Kuivaus parantaa puun säilyvyyttä, koska esim. sinistäjä ja homesienet eivät kasva puussa, jonka kosteus on alle 20 %. Kosteus vaikuttaa puun lujuus- ja jäykkyysominaisuuksiin, työstettävyyteen, liimattavuuteen, kyllästettävyyteen, pintakäsittelyominaisuuksiin ja sähkönjohtokykyyn. (Sipi 2006, 113.)

Sahatavara voidaan kuivata joko ilmakeivauksena lautatarhassa tai keinokuivauksena. Nykyisin lautatarhakuivausta yleisemmin käytetään keinokuivausta muun muassa sen tehokkuuden sekä riittävän ja tarkemman loppukosteuden saavuttamisen vuoksi. Suomessa keinokuivausmenetelmistä on laajimmin käytössä lämminilmakuivaus. Lämminilmakuivaamoja ovat kertakäyttöiset eli kamarikuivaamot sekä jatkuvatoimiset eli kanavakuivaamot. Kuivaamot jaetaan näihin luokkiin niiden täytön ja tyhjennyksen perusteella. Kertatäyttöisen kuivaamon koko kuivaustila täytetään kuivattavilla kuormilla yhdellä kertaa ja kuivauksen päätyttyä ne vastaavasti poistetaan samanaikaisesti. Jatkuvatoimista kuivaamoa täytetään toisesta päästä ja kuivuneita kuormia poistetaan toisesta päästä sitä mukaa, kun ne ovat käyneet kuivausprosessin läpi ja kuivuneet. Kuivaamon kanavat ovat täynnä kuivauskuormia ja ne liikkuvat kanavissa eteenpäin määrättyllä vaihtovälillä kuivauskaavasta riippuen siinä tahdissa, kun ne kuivuvat. (Sipi 2006, 124.)

Kun kuivaus on valmis, trukinkuljettaja purkaa ja siirtää kuivaamon kuivasta päästä ulos tulevat kuivaamokuormat joko varastointiin katokseen suojaan säältä tai kääntöpohjan kautta syötölle ja lajiteltavaksi.

4.2.7 Tasaus ja laatulajittelu

Sahatavaran laatulajittelu tarkoittaa samaa dimensiota, paksuutta ja leveyttä olevien sahatavarakappaleiden lajittelua eri laatuluokkiin. Sahatavaran laatuluokituksen määrittelee kappaleen ulkonäkö. Laatuluokituksessa tärkeimpänä kriteerinä on oksaisuus, eli oksien koko ja määrä sekä niiden sijainti kappaleen pinta- ja sydänlapeella, syrjillä ja särmillä. Myös kappaleen muita ominaisuuksia ja vikaisuuksia arvioidaan, kuten kuivauksesta aiheutuneet halkeamat, kuivauksesta tai käsittelystä aiheutuneet muotoviat ja muut viat, vajaasärmäisyys, lylyisyys, syyhäiriöt sekä kaarnarosot ja -korot. Sahatavara lajitellaan silmämääräisesti tai koneellisesti. (Puuinfo Oy 2015.)

Tässä vaiheessa kuivauskuorman sahatavarakappaleet ovat haluttuun kosteusprosenttiin kuivattuja ja valmiita lajiteltavaksi ja paketoitavaksi. Koska sahatavarakappaleet ovat edelleen kuivaamokuormassa, se on purettava ja sahatavara ohjattava kuljettimilla lajiteltavaksi. Rimat ja välipuut on myös otettava talteen ja kiertoon uudelleenkäyttöä varten.

Jotta sahatavarakappaleista saadaan tarvittaessa, dimensiosta ja laadusta riippuen katkaistua ja poistettua latvapään vajaasärmä sekä muut mahdolliset viat pois ja jotta ne saadaan ajettua halutun suuntaisesti pakettiin, kuivaamokuormien kuivauksen ja käsittelyn jälkeen ne on käännettävä, jotta ne saadaan oikein päin, latvapää kohti lajittelijaa syötölle. Tämän vuoksi trukinkuljettaja käyttää kuivaamokuormat kääntöpohjalla ennen syötölle nostamista. Tässä vaiheessa kuivaamokuormat toisistaan erottavat välipuut kerätään käsin talteen niille tarkoitetuille pohjille tai häkkeihin. Syötön yhteyteen on toivottu välipuerottelijaa, automaattia joka huolehtisi välipuiden talteenotosta. Tällöin välipuiden kerääminen käsin jäisi vaiheena pois ja kuormat voitaisiin nostaa suoraan kääntöpohjalta syöttökuljettimelle.

Kun kuivaamokuormat on levitetty kääntöpohjalle valmiiksi, trukinkuljettaja nostaa yhden kuorman kerrallaan syöttökuljetimelle. Syötölle mahtuu yhtäaikaaisesti neljä kuivaamokuormaa. Ketjukuljettimet ohjaavat kuorman vuorollaan purkuhissille, joka kallistaa kuorman sisään ja nostaa sitä siten, että sahatavarakappaleet purkautuvat ja liukuvat kerroksittain välikuljettimelle. Kerroksien välissä olevat välirimat liukuvat mattokuljettimelle, joka ohjaa rimat rimavastaanottoon. Rimavastaanotto käsittää kiramon ja ketjukolakuljettimet, jotka ohjaavat välirimat rimapohjaan tai suoraan sisäkuljettimelle.

Välikuljettimella ja purkuhissillä ongelmia aiheuttavat tavallisimmin antureiden epävarma toiminta. Purkuhissin toiminnasta huolehtivat hissin rajakytkimet sekä välikuljettimen tasolla olevat valokennot. Tällä hetkellä purkuhissin rajakytkimenä toimii mekaaninen viiksimallinen rajakytkin. Ratkaisu on pääosin toimiva, mutta se vaatii toisinaan uudelleen kohdistamisen tai viiksiosan tai koko yksikön uusimisen. Rajakytkimen toimimattomuudesta aiheutuva purkuhissin vajaatoiminta hidastaa tuotannon kulkua tältä osin, jonka vuoksi mekaaninen rajakytkin olisi järkevää korvata esimerkiksi induktiivisella rajakytkimellä. Induktiivinen rajakytkin ei ole niin altis rikkoutumiselle, koska siihen ei kohdistu mekaanista rasitusta tai kulutusta. Se ei myöskään altistuisi ulkoisille häiriötekijöille, kuten esimerkiksi lumelle, rikkoutuneille sahatavarakappaleiden tai rimojen pätkille tai muulle roskalle, kuten edellä mainittu mekaaninen rajakytkin. Induktiivisen rajakytkimen voi myös suojata paremmin. Uskoisin induktiivisen rajakytkimen olevan pitkäikäisempi ja huoltovapaampi vaihtoehto.

Toinen kuivalajittelua hidastava asia ovat peittyneet tai kääntyneet valokennot. Tärinä ja huonosti hissiltä purkautuneet sahatavarakappaleet tai välirimat aiheuttavat toisinaan sen, että yksi tai useampi automaatiikkaa ohjaavista valokennoista kääntyy siten, että valokenno pysyy vaikuttuneena. Vaikka kunkin valokennon ympärille on rakennettu suojaava kotelo, joudutaan niitä siitä huolimatta usein vaihtamaan fyysisen rikkoutumisen vuoksi. Rikkoutumisia aiheuttaa pääasiassa hissiltä huonosti purkautuneet sahatavarakappaleet. Valokennojen kiinnitys tulisi vahvistaa tai varmistaa siten, että se pitäisi kennot kohdistettuina purkuhissin aiheuttamasta tärinästä huolimatta. Myös suojausta tulisi parantaa.

Säällä ja vallitsevilla olosuhteilla on merkittävä vaikutus valokennojen toimivuuteen. Esimerkiksi kosteus, valokennon pinnalle laskeutuva pöly tai muu roska, kertyvä lumi ja jää aiheuttavat ongelmia havaitsemisessa. Kun valokenno on peittyneenä, purkuhissi ei saa käskyä pudottaa seuraavaa kerrosta. Tämä tarkoittaa sitä, että automatiikka ei tässä tilanteessa toimi, joten purkuhissiä on ohjattava käsikäytöllä kunnes ongelma on korjattu, mikä jälleen hidastaa kuivalajittelua ja vaikuttaa lajittelijana toimivan henkilön työn laatuun. Valokennoille on asennettu paineilmapuhdistus, mikä osittain pitää huolen siitä, että kennot pysyvät puhtaina.

Purkuhissiltä huonosti purkautuvat sahatavarakappaleet saattavat aiheuttaa ruuhkaa välikuljettimella. Tällaiset ruuhkat saadaan selvitettyä joko käsin kappaleita siirtämällä tai kuljettimia käsikäytöllä ajaen. Joka tapauksessa lajittelijan on pysäytettävä linja, poistuttava työpisteeltään ja siirryttävä välikuljettimen läheisyyteen. Usein ruuhkan saa selvitettyä pelkällä kuljettimien käsiajolla, kuten peruuttamalla, mikä on ainoastaan mahdollista välikuljettimen vieressä sijaitsevasta ohjaustaulusta. Asentamalla käsiohjausmahdollisuuden myös lajittelijan ohjauspulpettiin voitaisiin häiriön selvittämiseen kuluva aikaa lyhentää huomattavasti, sillä käsiajo olisi mahdollista työpisteeltä käsin, eikä linjaa tarvitsisi tämän vuoksi välttämättä pysäyttää. Lajittelupisteeltä on näköyhteys välikuljettimelle kameran välittämän kuvan kautta.

Syötölle nostetaan lajiteltavaksi sekä kuivauskuormia, että uusinta-ajopaketteja, mikäli niitä on edellisestä ajosta jäänyt. Kuten edellä mainittiin, kuivauskuormien sahatavarakerrokset erottavat välirimat kerätään talteen ja ne ohjataan uudelleenkäyttöön. Uusinta-ajopakettien välirimojen suhteen sen sijaan ei ole varsinaista talteenottoa, sillä niitä ei voida uudelleenkäyttää samaan tarkoitukseen. Tästä huolimatta olisi järkevää, että nämä välirimat, mitkä ovat tässä vaiheessa puujätettä, ohjattaisiin asianmukaisesti säilytyspisteisiin, sen sijaan, että ne ajettaisiin rimavastaanottoon kuivauskuormien rimojen kanssa, missä ne ennenpitkää putoavat kuljettimilta aiheuttaen turhaa siivoa. Mattokuljettimen suuntaa voidaan vaihtaa, mutta jälleen ainoastaan välikuljettimen läheisyydessä sijaitsevasta ohjaustaulusta. Alun perin suunnanvaihtajaa on tarkoitettu käytettäväksi aina kuivauskuorman vaihtuessa purkuhissillä uusinta-ajopaketiksi ja toisin päin.

Pitäisin järkevänä ideana sijoittaa tarkoitukseen soveltuva tyhjennystä varten liikuteltava säiliö mattokuljettimen toiseen päätyyn muodostuvan puujätteen keräämistä varten. Tämä helpottaisi muun muassa puujätteen siivoamista, vähentäisi tuotantoympäristössä lojuvaa palokuormaa ja parantaisi työturvallisuutta. Pitäisin myöskin mattokuljettimen suunnan- kääntäjän katkaisijan asentamista lajittelijan ohjauspulpettiin kannattavana, sillä tällä tavoin välttyttäisiin työntekijän turhalta liikkumiselta ja linjan pysäyttämiseltä. Linjan seisauttami- nen kymmeneksi minuutiksi tarkoittaa yhtä kuivaamokuormallista, noin viittä kuutiometriä lajittelematonta sahatavaraa, puoli tuntia taas kolmea kuivauskuormallista, noin 15:a kuu- tiometriä lajittelematonta sahatavaraa.

Sahatavarakappaleet ohjataan ketjukuljettimella kierrerullille, jotka tasaavat kappaleet yh- teen päätyyn. Kierrerullilta kappaleet ohjataan jälleen kiramoon, josta ne nousevat kohti la- jittelupistettä. Kiramon jälkeen kappaleet tulevat kierrerullille, joilla varmistetaan, että kap- paleet kulkevat latvapäästä, eli lajittelijan puolelta samalla tasalla. Sahatavarakappaleet ohja- taan kappaleannostelijalle, joka annostelee yhden kappaleen yhteen ketjukuljettimen kola- väliin. Kun kappaleet tulevat kolakuljettimella samalla tasalla, ne voidaan tarvittaessa hel- posti ohjata latvatrimmeriä edeltävälle siirrettävälle ohjainvasteelle siten, että jokaisesta sa- hatavarakappaleesta katkaistaan täsmälleen saman verran. Joka tapauksessa, jokaisen saha- tavarakappaleen latvapäää tasataan eli siistitään tässä vaiheessa. Jokainen sahatavarakappale arvioidaan ja laadutetaan visuaalisesti laatupainikkeita apuna käyttäen lajitteluohjeiden mu- kaisesti. Painikkeet ja niitä vastaavat laadut määritetään lajitteluohjelmaan. Lajittelija arvioi katkaisun tarpeen kappalekohtaisesti vikaisuuksien kuten latvapään vajaasärmäisyyden mu- kaan ja kohdistaa kappaleen katkaisuterän sijaintia mukailevaa laseria apuna käyttäen.

Latvapään tasauksen jälkeen sahatavarakappaleet ohjataan ketjukolakuljettimilla ylivienti- rullille, jotka tasaavat kappaleet vastakkaiseen päätyyn kappaleen mittausta, tyvipään ta- sausta ja varsinaista moduulimitaan katkaisua varten. Kun kappaleet on tasattu tyvipäätyyn, ne mitataan automaattisella laserpituusmittarilla. Tietokone vertaa mittaustuloksia lajitte- luohjelmassa määritettyihin parametreihin ja pituusluokkien raja-arvoihin ja katsoo tämän perusteella mihin moduulipituuteen kappale katkaistaan.

Kosteusmittari valvoo jatkuvasti kappaleiden kosteuspitoisuutta. Laite mittaa jokaisen kappaleen kosteuden yksitellen ja kerää dataa tuotteiden kosteusjakaumasta. Mikäli kappaleen kosteuspitoisuus poikkeaa kosteuspitoisuudelle asetetuista raja-arvoista, se ohjataan omaan lokeroonsa erilleen kuivista kappaleista. Kyseisen sahatavaravedon jälkeen liian kosteat kappaleet rimoitetaan ja ohjataan uudelleen kuivaukseen.

Kun kappaleet on katkaistu mittoihin, ne tasataan jälleen latvapäähän ylivientirullilla, jonka jälkeen ne siirtyvät kohti lokerikkoa. Ennen kappaleen siirtymistä kohti lokerikkoa vahvuusmittari mittaa kappaleen vahvuuden ja vertaa sitä asetettuihin raja-arvoihin.

Kuten aikaisemmin mainittiin, ajonopeudet ovat yksi huomattava tekijä häiriöiden ilmene-
misen suhteen. Liian suurilla ajonopeuksilla voidaan saada aikaan esimerkiksi vajaalaatuisia
tai rikkoutuneita kappaleita, laatu- ja lajitteluvirheitä sekä laiterikkoja. Kuivalajittelussa
esiintyy osittain samoja vikaantumisia kuin tuorelajittelussa, koska kyseessä on sama lin-
jasto, joten näitä kaikkia ei eritellä tässä yhteydessä toistamiseen.

4.2.8 Paketointi

Sahatavara paketoidaan käsittelyn, kuljettamisen ja varastoinnin helpottamiseksi. Sahatava-
raa myydään ja toimitetaan sahatavarapaketteina. Sahatavarapaketti sisältää vain yhtä di-
mensiota eli paksuutta ja leveyttä sekä yhtä laatua, kun taas pituus voi vaihdella pakettityy-
pistä riippuen. Sahatavara paketoidaan joko trukki- tai pituuspakettiin. Pituuspaketin sisäl-
tämä sahatavara on yhtä dimensiota, laatua sekä pituutta, kun trukkipaketissa pituus voi vaih-
della 1,8 metristä 6,0 metriin 0,3 metrin välein. (Sipi 2006, 161.)

Lajiteltu sahatavara puretaan lokerosta lokerokuljettimelle, jolla automaatiikka ohjaa ne edel-
leen välikuljettimen kautta kiramoon. Kiramosta sahatavara nostetaan toisen kiramon kautta
kappaleannostelijalle. Kappaleannostelija annostelee yhden sahatavarakappaleen yhteen
ketjukuljettimen kolaväliin kappaleiden laskemista ja kappaleen pään leimaamista varten.
Kappaleannostelijan jälkeen sahatavarakappaleiden latvapäät tasataan yhteen päätyyn. Tällä

tavoin paketin päädyistä saadaan tasainen. Sahatavarakappaleisiin leimataan automaattisella leimauslaitteella laatua vastaava laivausmerkki, jonka jälkeen ne siirtyvät kerroskuljettimelle, johon aina paketin yksi kerros kerätään. Kun kappalelaskuri laskee täyden kerroksen, haarukkavaunu nousee ja vie sen pakettihissille. Paketoitavasta sahatavarasta riippuen paketin kerrosten väliin asetetaan tietyn välein siderimoja tukemaan paketin rakennetta.

Kun paketti on valmis, se lasketaan pakettihissillä rullaradalle, joka kuljettaa sen pitkittäin kohti seuraavaa työvaihetta. Pakettiin liitetään aina pakettierittely, joka on joko paperituloste tai lämpösiirtotarra. Pakettierittelystä käy ilmi sahan nimi sekä tunnus, paketin sisältämän sahatavaran dimensio, pituus tai pituusjakauma, laatu, puulaji ja kappalemäärä sekä pakettinumero, sahatavaran kuutiomäärä ja kosteus.

Paketoitaessa on huomattu yksittäisissä sahatavarakappaleissa olevan mitä ilmeisimmin iskusta aiheutuneita vaurioita. Kappaleesta saattaa puuttua toisen lappeen puolelta kummaltakin särmältä ja osittain lappeelta itseltäänkin palasia. Tämän on havaittu toistuvan lähes jokaisen lokeron kohdalla. Jälkien etäisyys toisistaan sopii kuljettimien etäisyyksiin toisiinsa nähden. Tästä voidaan päätellä että osa sahatavarakappaleista vahingoittuu lokeroa tyhjentäessä. Etenkin vahvemmallalla sydänsahatavaralla tätä on havaittavissa. Myös kiramo on epäilty syylliseksi aiheutuneisiin vaurioihin. Lokerokuljettimien ja kiramon välisen kuljettimen ketjuihin on pienen nousukulmansa vuoksi hitsattu pitoa parantavia pykäläitä. Mikäli kiramo täyttyy liikaa, kuljettimen pykälät saattavat kuljettimen pyöriessä runnella kiramossa olevia sahatavarakappaleita.

Kun lokero tyhjenetään, logiikkaohjelmaan on oletusarvoisesti asetettu aika, jonka lokero laskee, ennen kuin se pysähtyy asetetuksi ajaksi. Lokero laskeutuu vasta tämän viiveen jälkeen alarajalle. Tämä on asetettu sen vuoksi, että lokeroa purkaessa ensimmäiset purkautuvat kappaleet eivät jäisi purkautuvan lokeron alle, vaan kerkeäisivät alta pois. Kuitenkin kun lokero pysähtyy kesken laskun, niin ensimmäiset purkautuvat kappaleet putoavat ketjukuljettimelle vajaan metrin korkeudelta. Tähän päälle kun vielä lasketaan voimalla purkautuva loppu lokeron sisällöstä, niin kappaleiden vahingoittuminen tässä vaiheessa on täysin mahdollista ja todennäköistä. Arvoja voidaan muuttaa aina tarvittaessa.

Logiikkaohjelman seisokkiaikoja on kokeiltu muuttaa siten, että lokeron tyhjennys tapahtuisi yhtäjaksoisesti ilman pysähdystä. Tämän muutoksen jälkeen vahingoittuneita kappaleita ei ole esiintynyt juuri lainkaan. Tällöin on kuitenkin mahdollista, että osa kappaleista pyörähtää lokeron laskeutumisessa sen alle aiheuttaen häiriön tai rikkoutuneita sahatavarakappaleita.

Lokeron sisältö tulisi levittää laajemmalle alueelle kuljettimilla, jotta sahatavarakappaleet eivät tulisi niin korkeana ja isona kasana kiramoon, sillä tämä voi aiheuttaa kappaleiden rikkoutumista tai vahingoittumista, kuten kuviossa 9 nähdään. Tämä on ongelmana varsinkin ohuemmalla ja kapeammalla laudalla. Lokeron sisältö voitaisiin levittää hajotuskuljettimella, eli käytännössä eri nopeuksilla kuljettimilla, jolloin kappaleet tulisivat yhtenäisenä mutta ohuempana mattona kiramoon.



KUVIO 9. Yhden vuoron paketoinnin aikana syntynyttä hukkaa

Pituuspakettien tulee sisältää ainoastaan yhtä mittaa. Ja tietyllä erityisesti korkealaatuisemalla sahatavaralla, pakettien tulee olla täysiä sekä kaikin puolin kunnossa ja ne saavat sisältää ainoastaan yhtä mittaa. Tämän vuoksi vajaalaatuisten ja vääränmittaisten kappaleiden havaitseminen ja poistaminen tulisi suorittaa ennen pakettiin ajamista, jotta vältytään sahatavarakappaleiden uudelleen ajamiselta. Toisinaan pakettiin pääsee esimerkiksi yksi tai useampi liian lyhyt kappale, jolloin paketti joudutaan ajamaan ulos ja nostamaan takaisin syötölle uudelleenajoa varten, mikäli vääränmittaista kappaleita ei saada paketista poistettua ja korvattua, ja mikäli tämä ylittää sovitut toleranssit. Vääränmittaiset kappaleet ovat useimmiten

lokeroon kuulumattomia kappaleita, jotka ovat syystä tai toisesta päätyneet kyseiseen lokeroon. Näitä mahdollisia syitä on esitetty aiemmin. Syynä on hyvin harvoin mittalaitteiston tai katkaisun toimintahäiriö.

Mittaviallisten kappaleiden on havaittu liittyvän katkaisuun siinä määrin, että servotoimisen tasausvasteen kohdalla sijaitsevan painovasteen korkeussäätö pääsee tärinän ja liikkeen vuoksi liikkumaan. Painovaste pitää huolen siitä, että sahatavarakappale ohjautuu, eli toisin sanoen kerkeää servovasteelle asti kappaleen tasausta ja moduulimittaan katkaisua varten. Painovasteen asetukset saadaan kohdilleen kokeilun ja virheen kautta, sillä kyseessä on mekanismi, joka toimii pulttia ja vastamutteria kiristämällä ja löysäämällä. Kuiva-ajossa dimension vaihtuessa täytyy myös painovaste tarkistaa ja asettaa uudelleen sopivalle korkeudelle. Tähän lajittelija kutsuu avukseen vapaana olevan työntekijän, sillä lajittelupisteeltä ei pystytä varmuudella sanomaan, painaako vaste halutulla tavalla vai ei. Mikäli kappaleen pääty jää irti servovasteesta, katkaisuterä ei katkaise riittävästi, jolloin kappaleeseen jää ylimittaa (KUVIO 10). Tämä tietää lisätöitä sahatavarapaketin merkkauksen- ja pakkausvaiheessa kun ylipitkät kappaleet katkaistaan mittaan käsin sähkösahalla. Tämä vaikuttaa tietysti kappaleiden katkaisun ja paketin yleiseen siisteyteen.

On havaittu että 3,3 metrin mittaisissa pituuspaketeissa esiintyy dimensiosta ja laadusta riippumatta poikkeuksetta kuvion 10 mukaista mittaheittoa. Ilmiön syy on vielä selvittämättä.



KUVIO 10. Mittaheittoa sahatavarapaketissa

Kuten edellä mainittiin, tietyn korkealaatuisemman sahatavaran tulee olla täyssärmäistä läpi koko kappaleen, tyvipästä latvaan. Etenkin tyvipäessä sijaitsevaa laatuvirhettä, kuten halkeamaa tai lohjennutta palasta, esimerkiksi katkaisussa tai pudotuksessa syntynyttä laatuvirhettä on paketoissa hyvin vaikea havaita, puhuttaessa keskimäärin 3,9 metrin mittaisesta kappaleesta. Tarkkaavainen paketoija kyllä havaitsee virheen, mutta havaitsemista helpottavat laitteet, tai työkalut olisivat toivottu apu paketointiin, samoin kuten tietysti jo aikaisempaan osaprosessiin, lajitteluun. Esimerkiksi kiramon jälkeinen kappaleiden päätytasaus helpottaisi jo tässä vaiheessa vääränmittaisten kappaleiden havaitsemista ajettaessa pituuspa-

kettia, sillä kaikki kappaleet olisivat vieri vieressä samalla tasalla. Valitettavan usein sahatavarakappaleen tyvipäässä esiintyvä vajaalaatuisuus havaitaan vasta siinä vaiheessa, kun paketti on jo valmistunut ja työn alla seuraavassa työpisteessä, ja tällöin tilanteen korjaaminen ei aina ole enää mahdollista, muuten kuin lähettämällä paketti uudelleen lajiteltavaksi.

4.2.9 Merkkkaus ja suojaaminen

Sahatavarapaketit suojataan, jotta niiden kunto säilyisi samanlaisena sahalta asiakkaalle, sillä sahatavara voi valmistuksen ja toimituksen välillä kostua, sinistyä, homehtua, harmaantua, likaantua, kolhiintua tai rikkoontua. Suojaus helpottaa myös varastointia ja kuljetusta siinä mielessä, että tuotteita ei tarvitse enää paketoinnin ja pakkaamisen jälkeen erikseen suojata. Korkealaatuisempi sahatavara varastoidaan suojapeitteistä huolimatta myös katoksen alla. Huonompia sahatavaralaatuja, joissa sallitaan jossain määrin kosteuden aiheuttama väri vikaisuuttakin, säilytetään myös ulkona. (Sipi 2006, 161,163.)

Paketti voidaan suojaustarpeen mukaan suojata joko muovikääreellä tai -hupulla. Muovikääreellä saadaan suojattua paketin päälypuoli ja osa kyljestä kun muovihupulla saadaan koko paketin kattava suojaus. Arvokkaampi, alemman kosteusprosentin omaava vientiin menevä sahatavara suojataan tavallisimmin muovihupulla.

Paketin valmistuessa paketoinnista se ohjataan rullaradalla automaattisen muovikäärenlevittäjän alitse, joka suojaustarpeen mukaan levittää muovikäären paketin päälle. Valokennot ohjaavat muovikäärenlevittäjän toimintaa. Kun muovikääre on katkaistu paketin mitan mukaan, valokenno pysäyttää paketin suojauksen viimeistelyä ja merkkkausta varten. Muovikääre kiinnitetään niiteillä jonka jälkeen pakettierittely liitetään paketin pätyyn ja kylkeen. Pakettierittelyn sisältämät tiedot kopioidaan tussilla suojaukseen muun muassa pakettierittelyn irtoamisen varalta.

Kun paketti on suojattu ja merkattu, se lähetetään puristin-vannehtimiskoneelle. Vannehtimisohjelma valitaan paketin pituuden ja tyyppin mukaan. Vannehtimiskone antaa ohjelman

mukaan kahdesta neljään vannetta. Myös laitteen käsikäyttö on mahdollinen. Puristimen ylä- ja sivupuristimet puristavat sahatavarapaketin tiiviiksi ja jämäkäksi jonka jälkeen vannehtimiskone sitoo paketin. Tämän jälkeen valmiit paketit kuljetetaan varastointiin odottamaan toimitusta asiakkaalle.

5 HUOMIOITA SEKÄ MUUTOS- JA KEHITYSIDEOITA

Edellytyksenä katkeamattomalle ja tehokkaalle tuotannolle on muun muassa se, että sahatavaran siirtyminen ja ohjaaminen prosessien välillä on mahdollisimman automatisoitua, luotettavaa, mutkatonta ja joutuisaa. Tällöin esimerkiksi lajittelijana toimiva henkilö voi keskittyä yksinomaan sahatavaran lajitteluun, tuotantolaitteiden ohjaamiseen ja prosessin valvontaan sekä muihin varsinaisiin työsuoritteisiin. Tosin sanoen, kun automaatiikka toimii, työn jälki paranee.

Suurinta osaa tuotantolaitteista voidaan toki vauhdittaa käsiajolla, mutta tämä voi pidemmän päälle rasittaa työntekijän keskittymistä siinä määrin, että se vaikuttaa työn laatuun tai prosessin kulkua hidastavasti. Edellä mainituista syistä seuraavassa esitetään tuotannossa ilmeneviä automaatiikkaan, pääasiassa logiikkaohjaukseen liittyviä ongelmakohtia sekä kehitysideoita.

5.1 Dimensiolajittelu

Ottaessa välivarastoa purkuun logiikkaohjelmaan on määrätty viive, jonka kuluttua kuljettimet lähtevät ohjaamaan tuoretta sahatavaraa eteenpäin kohti kiramoja ja siitä eri kuljettimien kautta kohti lajittelukuljetinta. Tämä viive aiheuttaa usein tyhjän välin materiaalivirrassa välivarastojen vaihdon välillä. Kiramon pohjan muodostaa paineilmasylinterillä pystysuunnassa ohjattava levy kulloisen välivarastokuljettimen jatkeeksi. Vaihdettaessa välivaraston purkua edellisen välivaraston levy nousee seuraavaksi purettavan varaston tieltä. Tähän kuluu joitain sekunteja, joten kuljettimien ohjaukseen asetetun viiveen voisi muuttaa lähemmäs vastaamaan tätä nousuaikaa, jolloin turhaa odottelua ja käsiohjausta ei tulisi. Kyseessä voi olla alkuperäinen käyttöönotossa asetettu viive, joka on sittemmin jäänyt käyttöön tuotantolaitteiden muutoksista huolimatta.

Muita viivästymisiä ja turhaa odottelua aiheuttavia tekijöitä välivarastojen jälkeen on pitkän kiramon jälkeinen pitkä ketjukuljetin sekä kaarrekuljetin. Tulisi selvittää, voidaanko edellä mainittujen kuljettimien nopeuksia nostaa. Mikäli voidaan, pitäisin järkevänä ideana asentaa kyseessä oleville kuljettimille nopeussäädön lajittelijan ohjauspulpettiin, jolloin kuljetinnopeuksia voitaisiin muuttaa ajossa olevan tavaran mukaan. Huomattavaa on kuitenkin, että tätä ilmenee vain jykevämmällä lankkutavaralla, joten vaihtoehtoisena ratkaisuna esitettyyn ongelmaan voisi olla pikakiinnityksellä helposti ajettavan sahatavaran mukaan säädettävissä oleva kiramon valokenno, jolla säännöstellään kiramoon annosteltavaa sahatavaramäärää.

Kaarrekuljettimella on valokennoilla toteutettu niisanottu ruuhkavartija, joka ilmoittaa kuljettimella olevasta ruuhkasta, mikäli valokennojen välinen signaali katkeaa. Ruuhkailmoitus ilmenee, mikäli sahatavarakappaleet tulevat kuljettimella kerroksittain tai liian leveästi ylittäen kuljettimen leveyden. Valokennojen kiinnityksen tai pikemminkin säätömahdollisuuden suhteen voitaisiin tehdä muutoksia, jotta valokennot olisivat helposti säädettävissä kulloiselle sahatavaradimensiolle. Ruuhkailmoitus kuitataan poistamalla kappaleet valokennojen signaalin edestä käsikäytöllä kuljettimia ajamalla, tai varsinaisessa häiriötilanteessa käsin poistamalla.

5.2 Rimoitus ja paketointi

Rimoituksessa ilmenevien rimajakelun häiriöiden sattuessa rimajakelu pysähtyy kokonaisuudessaan. Tällöin rimajakelun uudelleenkäynnistäminen edellyttää häiriön, eli tavallisimmin viallisen riman poistamisen jakelusta ja häiriön kuittaamisen. Häiriön ilmetessä kappaleannostelijalla ei ole tarvetta koko rimajakelun automaattiselle pysäyttämiseksi, vaan rimakarusellin voisi sallia jatkaa jo kierrossa olevien rimojen annostelua rima kuorman kerrosten päälle rimoituksessa. Häiriön ilmetessä kappaleannostelijalla rimoittajan työpisteen ohjauspulpettiin tulisi edelleen ilmoitus häiriöstä, jolloin rimoittaja ilmoitaisi puolestaan vapaana olevalle työntekijälle häiriön korjaamisen tarpeesta. Tällöin rimoitus voisi jatkua kappaleannostelijahäiriöstä huolimatta. Tämä vaatisi logiikkaohjelman muokkauksen.

Rimajakelun ja rimojen kulkua vahtivat rimajakelun pyörintävahti, sekä kaksi suksi-induktiivianturisovellusta: toinen kappaleannostelijalla toinen rimakarusellissa.

Samoin kuten paketoinnissa lokeroa sulkiessa on 90 sekunnin viive, ennenkuin logiikka nollaa lokeron ja kuittaa sen tyhjäksi, vaikka lokero olisi ehtinyt ylärajalle jo aikaisemmin ja täten olisi jälleen vapaana lajitellun sahatavaran varastointia varten. Tämä koetaan ongelmalliseksi etenkin ajettaessa niinsanotusti nopeakulkuista tavaraa, eli käytännössä jyrkempää lankkua, jolloin täyden paketin eli lokeron kappalemäärä on pienempi verrattuna lautatavaraan. Tällöin paketit valmistuvat tiheään, jolloin lokeroita tyhjennetään samaan tahtiin. Toinen vastaava tilanne on paketoitaessa uusinta-ajopaketteja, eli yhdistellessä kesken jääneen ajon vajaita lokeroita. Kyse ei ole niinkään siitä, että paketointi tai rimoitus haukkaisi niin sanotusti tyhjää, vaan pikemminkin siitä, miten nopeaan lokero vapautuu lajittelijan käyttöön. Käytännön mittauksilla ja lokerokohtaisilla nousuaikojen kellottamisella tulisi seurata ja selvittää, paljonko viiveaikaa voitaisiin lyhentää.

5.3 Merkkaus ja pakkaaminen

Kun rimakuorma valmistuu rimoituksesta, automatiikka ohjaa sen rullaradalla eteenpäin ja pysäyttää rimakuorman merkkausta varten. Rullaradan muodostaa rullarata 1, 2 ja 3 ja automaattisesta ohjauksesta vastaa kahdeksan valokennoa. Mikäli rimoituskoneen ohjauspulpetista on käytetty ohjausjännite pois syystä tai toisesta, rimakuorman valmistuessa automatiikka ohjaa sen läpi rullaradan valokennojen ohitse kohti poikittaiskuljetinta ja siitä jälleen ulos, ellei ulosvientiautomaattia sammuteta. Tämä aiheuttaa potentiaalisia vaaratilanteita ja tulisi tämän vuoksi korjata logiikkaohjelmaan.

5.4 Tasaus ja laatulajittelu

Kuivaamokuormat nostetaan syöttökuljettimelle, jonka automatiikka ohjaa ne purkuhissille. Hissi kallistuu sisäänpäin nousten siten, että kuivauskuorma purkautuu sahatavarakerros toisensa jälkeen välikuljettimelle, joka ohjaa ne kohti lajittelupistettä. Syöttökuljetin, purkuhissi ja muut kuljettimet toimivat täysin itsenäisesti. Mikäli automatiikka ei jostain syystä toimi tai pysy pääprosessin perässä, lajittelijan on ohjattava laitteita käsikäytöllä, mikä hidastaa tuotantoa tai pysäyttää sen lajittelun osalta. Etenkin purkuhissin toimintaa, uuden kuivaamokuorman noutamista ja purkamista joudutaan usein nopeuttamaan käsikäytöllä. Kuten edellä mainittiin, tämä vaatii joko linjan pysäyttämisen tai purkuhissin ohjaamisen käsikäytöllä linjan käydessä. Tästä syystä voidaan todeta, että kuljettimet, tai automatiikka ei pysy seuraavan prosessin perässä. Syylliseksi voidaan katsoa logiikkaohjelmaan määritetyt viiveet, sillä valokennot havaitsevat hissin tyhjentyneen viimeisen sahatavarakerroksen purettua, jonka jälkeen kuluu turhan pitkä aika, ennen kuin hissi lähtee noutamaan uutta kuivaamokuormaa. Kyse on sekunneista, mutta tällä on merkittävä vaikutus lajittelun jatkuvuuteen ja tuotantomääriin sekä välillisesti työn laatuun.

Edellä mainittu tilanne esiintyy pääasiassa laudalla, jolloin lajittelunopeus, eli kuljettimien nopeus on merkittävästi korkeampi kuin vahvemmallalla lankulla, syöttökuljettimen ja purkuhissin nopeuksien säilyessä vakiona. Tämä tarkoittaa sitä, että lyhyessä ajassa menee suhteessa enemmän kappaleita linjan läpi, ja että edeltäviltä vaiheilta vaadittaisiin suhteessa nopeampaa suorittamista.

5.5 Muita huomiota

Työpaikalla vallitsee yleinen mielipide, että tiedonkulussa ja -vaihdossa sekä informoinnissa työnjohdon ja työntekijöiden sekä eri vuorojen välillä olisi parantamisen varaa. Tämä on käynyt ilmi muiden työntekijöiden kanssa käymissä keskusteluissa.

Omakohtaisista kokemuksista ja työntekijöiden kanssa käydyistä keskusteluista on käynyt myös ilmi, että tuotantolaitteiden ajoittainen toimimattomuus tai epävarma ja epätaustainen toiminta aiheuttaa turhautumista ja voi vaikuttaa työmotivaatioon. Työntekijöitä olisi myös hyvä toisaalta muistuttaa siitä ja kannustaa siihen, että ongelmista tai epäkohdista ja esimerkiksi kehitysideoista kannattaa ja pitää raportoida työnjohdolle, jotta tarvittavat toimenpiteet suoritetaan niiden ratkaisemiseksi ja hommat saadaan toimimaan kuten pitääkin.

Esimerkiksi seisokkien syyn, laajuuden ja keston raportointi auttaa tunnistamaan tuotannossa esiintyviä epäkohtia ja vikaantumisia - kun ongelman laajuus ja vakavuus havaitaan, sen ratkaisemiseksi voidaan kohdistaa korjaavia toimenpiteitä, jolloin toiminta tehostuu ja työn suorittaminen helpottuu.

Esimerkiksi taukokuoneeseen voitaisiin sijoittaa seinälle valkotaulu, jolle kirjoitettaisiin työpisteillä tehtyjä havaintoja tai muuta jaettavaa informaatiota. Taulu sijoitettaisiin siten, että se olisi helposti luettavissa heti vuoronvaihdon yhteydessä. Jokaisella työpisteellä on tietokone, joten voitaisiin tehdä taulukkopohja, johon raportoitaisiin huomioita työpisteellä, tai esimerkiksi edellä mainitun mukaisesti seisokkeihin, huoltotöihin tai häiriöihin liittyviä lisätietoja. Myös työpisteille sijoitettavat ruutuvihkoset voisivat ajaa saman asian. Jos tietoa jaetaan ainoastaan suullisesti vuoronvaihdon yhteydessä, jotain, vaikka oleellista ja tärkeääkin saattaa helposti unohtua. Tällä tapaa voidaan välttyä esimerkkitilanteelta, jossa jonkin vian syytä etsitään pitkin vuoroa, kun edellisellä vuorolla se on ollut jo tiedossa.

Huoltopuolen henkilöiden kanssa käymissä keskusteluissa on käynyt ilmi, että huoltotarpeista heille ilmoitettaessa alkutiedot ovat usein puuttellisia. Joten esimerkiksi tilanteessa, jolloin huoltotarvetta ei voida suoraan esittää huoltohenkilökunnalle, vikaa tai ongelmaa tulisi pyrkiä kuvailemaan mahdollisimman kattavasti, jotta samoja huomioita ei tarvitsisi tehdä useaan kertaan.

5.6 Pullonkaula

Seuraavalla tekstiosuudella pyritään osoittamaan merkkausvaiheeseen sisältyvän vannehtimiskoneen automatiikan suorittamat toiminnot käsittelylaitoksen tuotantoprosessin pullonkaulaksi. Pullonkaula on metafora, jota käytetään kuvaamaan sitä tuotannon vaihetta tai osaa, joka rajoittaa tuotannon virtausta. Ongelma korostuu eritoten tietyillä dimensioilla ja pakettityypeillä.

5.6.1 Taustatietoa

Vannehtimiskoneen tarkoitus on sitoa sahatavarapaketti ja tehdä siitä jämäkkä ja tiivis. Automatisoitu kone puristaa paketin tiiviiksi sivulta ja yläpuolelta, jonka jälkeen automaatti vannehtii paketin ympärille vannehtimisohjelmasta ja paketin pituudesta riippuen kahdesta neljään muovivannetta.

Kun paketin suojaaminen ja merkkaukset on suoritettu, se ohjataan vannehdittavaksi. Tässä vaiheessa merkkaajana toimiva työntekijä siirtyy odottamaan paketin vannehtimisen valmistumista. Paketin päälle asetetaan välipuut pakettien pinoamista kuljetusta ja varastointia varten ennen kuin ne ohjataan kuljettimilla eteenpäin. Välipuut täytyy asettaa vasta vannehtimisen jälkeen, jotteivät ne häiritse vannehtimiskoneen suorittamaa puristus- ja vannehtimisvaihetta. Tämän vuoksi paketin automaattinen vannehtiminen pitää yhden työntekijän kiinnitettynä vannehtimisen ajan. Tämän seikan vaikutus korostuu erityisesti silloin, kun merkkaajana ja pakkaajana toimii ainoastaan yksi työntekijä. Vannehtimisen ajaksi ei tavallisesti poistuta muihin askareisiin, jotta välttyttäisiin turhalta edestakaisinliikkumiselta. Niinsanotusti nopeakulkuisella tavaralla tämä saattaa aiheuttaa merkkaukseen ruuhkautumista. Ruuhkautumista käsitellään seuraavassa kappaleessa.

5.6.2 Ruuhkautuminen

Korostaakseni ongelman laajuutta ja vaikuttavuutta, nostan esille tilanteen jossa ruuhkautuminen ja siihen liittyvät muut ongelmat ovat pahimmillaan.

Dimension 32x100 sahatavaraa toimitetaan laadusta ja asiakkaasta riippuen trukki- tai pituuspaketissa, täysinä tai puolikkaina paketteina. Puolikkaan paketin sisältämä sahatavara on tuotettu sydänsahatavarana että sivulautana ja se toimitetaan laadulla VS/VL, eli vajasärmäinen vientilaatu.

Puolikkaita paketteja toimitetaan suurehkoina erinä eräälle merkittävälle asiakkaalle. Tiedetyt mitat ajetaan määrättyllä pituusjakaumalla puolikkaina paketteina, muut täysinä. Dimension 32x100 laudan lisäksi myös 47x100 lankkua toimitetaan vastaavilla kriteereillä. Edellä ovat kaksi merkittävintä sahatavarapaketointia, joilla tuotannon ruuhkautuminen korostuu esitetyn mukaisesti.

TAULUKKO 1. Paketoinnin kesto

Vaiheet	Kesto [s]	Kuvaus
Paketointi	135	Tuote: 32x100 VS/VL mänty, linjanopeus 94 kpl/ minuutti, paketin koko 11x16=176 kpl
Automaatiikka	2	Paketti valmis, pakettihissi alas
Muut toimet	10	Siirtyminen, pakettierittelyn tulostaminen
Jaksoaika	147	

TAULUKKO 2. Merkkauksen kesto

Vaiheet	Kesto [s]	Kuvaus
Automaatiikka	36	Ohjaaminen kuljettamalla, muovikäären levitys
Merkkkaus	54	Muovikäären asettelu ja kiinnittäminen, pakettierittelyn kiinnittäminen ja merkkkaus, välipuiden asettelu, 1-2 työntekijää
Vannehtiminen	75	Puristus, vannehtiminen
Jaksoaika	165	

Kuten taulukoista 1 ja 2 nähdään, paketointivaiheen jaksoaika on lyhyempi kuin merkkausvaiheen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että paketoinnista valmistuu sahatavara-paketteja tiheämpään, kuin mitä merkkausvaiheessa niitä pystytään ilman ruuhkautumista käsittelemään ja lähettämään eteenpäin. Tässä kohtaa esitetyt mittaustulokset on kelloitettu yövuorossa viikolla 12, vuonna 2015. Tällöin työvuorossa oli tällöin täysi miehitys, eli neljä työntekijää: lajittelija, paketoija sekä kaksi merkkauksesta ja pakkaamisesta vastaavaa työntekijää.

Työtahti on merkkausvaihetta ajatellen niin rivakka, että tilaa ei jää ylimääräiselle liikelle tai esimerkiksi virheille, jäämättä paketoinnin jalkoihin, unohtamatta kiireen vaikutusta työn laatuun. Tässä kohtaa korostuu eritoten työpisteen järjestelmällisyys ja siisteys. Työpisteen on oltava järjestetty siten, että kaikki tarvittavat työkalut ovat helposti saatavilla ja turhaa liikkumista tulisi mahdollisimman vähän – jotta työskentely olisi mahdollisimman tehokasta. Selkeän työskentelytahdin ylläpitäminen paketteja merkatessa ja pakatessa edellyttää toisena merkkauksena toimivan työtoverin työskentelytapojen tunteudesta, tiimityöskentelyä. Tämä puolestaan on hyvä esimerkki työskentelymentelmien kehittämisen ja vakiinnuttamisen tärkeydestä. Sama pätee tuotannon kaikkeen toimintaan - Kun kaikki toimivat samalla tapaa, hyväksi havaittujen menetelmien ja tapojen mukaisesti, voidaan toimia mahdollisimman tehokkaasti ja tuottaa tasaista laatua ajoittaisten kiire- ja poikkeustilanteidenkin alla.

Taulukoista 1 ja 2 nähdään, että paketoinnista valmistuu jo seuraava paketti, kun edellinen on vielä työn alla merkkausvaiheessa. Työn alla siinä määrin, että toinen työntekijöistä joutuu odottamaan paketin valmistumista vannehtimiskoneelta, ennen kuin hän voi asettaa tarvittavat välipuut paketin päälle. Mikäli edellinen paketti on vannehtimiskoneessa vannehdittavana ja seuraava paketti valmistuu sillä välin, automaatiikka ei ohjaa seuraavaa valmistuvaa pakettia rullaradalla muovikäärenlevittäjälle valmiiksi, vaikka rullaradalle on mitoitettu käytännössä yhden paketin puskurivarasto. Tässä vaiheessa vapaana olevan merkkauksijan, tai paketoijan täytyy sen sijaan ohjata paketti käsiajolla pois pakettihissiltä rullaradalla, ennen kuin paketoija voi nostaa hissini ja jatkaa paketoimista. Automaattisen toiminnon nopeuttaminen tai siihen puuttuminen on varsin turhaa toimintaa, kun ajatel-

laan automaation määritelmää. Pitäisin rullaradan automatiikkaa ohjaavan logiikkaohjelman päivitystä kannattavana toimenpiteenä, mikäli se on turvallisuuden puitteissa toteutettavissa. Rullaradalla sijaitsee useampia valokennoja, jotka seuraavat onko kuljettimilla entuudestaan paketti tai esimerkiksi henkilö.

Ongelma kitetytyy siihen, että automatiikkaa joudutaan odottamaan. Kun paketti valmistuu paketoinnista, automatiikka ohjaa sen rullaradalla kohti kääreenlevittäjää, joka levittää suojamuovin paketin ylle. Kun suojamuovi on annosteltu ja katkaistu, paketti jatkaa matkaansa kohti toisen rullaradan valokennoja, joiden kohdalle automatiikka pysäyttää paketin. Kun paketti on pysähtynyt, tähän mennessä automatiikan suorittamiin toimintoihin on kulunut aikaa jo noin 36 sekuntia ja vasta tässä vaiheessa pakettia voidaan ruveta työstämään. Koko tämän ajan uuden paketin paketointi on ollut täydessä vauhdissa. Suojamuovi asetellaan paketin ylle ja se kiinnitetään, jonka jälkeen pakettierittelykortti kiinnitetään paketin päytyyn sekä sivulle tai sivuille. Pakettierittelyn sisältämät tiedot kirjoitetaan myös käsin paketin suojaukseen. Tämän jälkeen se ohjataan eteenpäin rullaradalla kohti automatisoitua puristus- ja vannehtimisvaihetta. Tähän mennessä aikaa on kulunut noin 1,5 minuuttia. Toinen merkkauksessa toimiva työntekijä on kiinnitettynä vielä seuraavat 1,25 minuuttia. Pian tämän jälkeen, edellisen paketin vannehtimisen ollessa vielä kesken, seuraavan paketti valmistuu ja pullonkaulasta aiheutuva virtauksen heikkeneminen ja ruuhkautuminen alkaa. Vannehtiminen tulee odottaa loppuun, ennenkuin välipuut voidaan asettaa paketin päälle ja siirtyä seuraavan paketin työstämiseen. Automatiikan suorittamiin toimintoihin tulisi kiinnittää huomiota ja pohtia, voitaisiinko niitä tehostaa. Pitäisin kannattavana pohtia myös, voitaisiinko varsinaisia työskentelymentelmiä tehostaa tai helpottaa.

5.6.3 Ruuhkautumisen vaikutus

Paketoinnin hidastelu merkkauksen ruuhkautumisen vuoksi heijastuu puolestaan lokeronäkymään. Paketin, eli myös lokeron maksimikappalemäärän ollessa alhainen ja lajitelunopeuden verraten suuri, lokerot täyttyvät nopeasti ja mikäli paketointi ei voi toimia täydellä tehollaan, edelleen merkkauksen ruuhkautumisen vuoksi, varastotila loppuu

ennen pitkää ja lajittelu joudutaan tästä syystä pysäyttämään, kunnes lokerotilaa jälleen vapautuu. Tämä hukkaa tuotannon kapasiteettia ja tilanne tulisi sen takia tiedostaa. Lokerotilan täyttyminen tuotevaihtojen yhteydessä on toinen merkittävä ja yleinen ongelma. Tämä viittaa tuotannollisiin ongelmiin, kuten varastointitilan alimitoitukseen tai tuotannon muuttumiseen alkuperäisestä toiminnasta. Tulisi selvittää voitaisiinko lokeroiden varastointikapasiteettia hyödyntää entistä tehokkaammin. Mitä pienempiä paketoitivedot tai -erät ovat, sitä enemmän on tuotevaihtoja ja sitä enemmän on puolestaan odottelua lokerotilan täytyttyä. Tämä tarkoittaa taas entistä pidempää tuotannon seisottamista ja sitä kautta alhaisempaa käyttöastetta ja alhaisempia tuotantomääriä. Pullonkaula prosessissa konkretisoituu tilanteessa, jossa edeltävät osaprosessit joutuvat hidastamaan toimintaansa, seuraavan osaprosessin hidastelun ja ruuhkautumisen vuoksi.

5.6.4 Tuotteen pakettikoon muokkaaminen

Yhtenä varsin varteenotettavana ja todennäköisesti vaivattomimpana ratkaisuna vallitsevaan ongelmaan olisi sahatavarapaketin kappalemäärän kasvattaminen täyttä pakettia vastaavaksi, mikäli asiakas tämän tuotannollisen ja toimituksellisen muutoksen hyväksyisi. Tämä ei vaatisi tuotantolaitteiden tai -olosuhteiden päivittämistä, muuttamista tai uusimista, vaan muutokset koskisivat pikemminkin työskentelymenetelmiä. Ajatuksena olisi siis, että asiakkaalle toimitettaisiin täysiä paketteja puolikkaiden pakettien sijaan. Tällä tapaa muun muassa tuotteen ylikäsittely, kuljettaminen sekä tarpeeton liike ja työ kuten myös esimerkiksi pakkausmateriaalin kulutus vähenisi. Lokeroilla olisi tässä tapauksessa teoriassa tuplaten tilaa lajiteltua sahatavaraa varten, sillä yhteen lokeroon menisi puolikkaan paketin sisällön, eli 176 kappaleen sijasta täyden paketin kappalemäärä, eli 352 kappaletta.

Pakettikoon muuttaminen helpottaisi painetta merkkausvaiheessa, ja koska merkkausvaihe ei tässä tapauksessa enää ruuhkautuisi, paketointi toimisi täydellä tehollaan, jolloin lokerotilaa riittäisi enemmän lajiteltavalle sahatavaralle. Tämä näkyisi muun muassa seisokkiajan alenemisena, suurempina tuotantomäärinä ja työn jäljen, eli toisin sanoen laadun paranemisena, kyseisen sahatavaradimension paketoinnissa.

6 KÄSITTELYLAITOKSEN NYKYTILA

6.1 Arvovirtakuvaus

Toiminnan kehittäminen lean-toimintamalla hyödyntäen käynnistyy yleensä arvoketjun analysoimisella ja kehittämisellä, jotta saadaan mahdollisimman todenmukainen käsitys siitä, missä asiakkaan saama arvo muodostuu. Tässä tapauksessa toimintamalla sovelletaan siis sahatavaran käsittelylaitoksen toimintaan edellä mainitulla sahalaitoksella. Ensimmäisenä käynnistävänä vaiheena on kohteen nykytilan kartoittaminen. Tässä vaiheessa tärkeimpänä työkaluna käytetään arvovirtakuvausta, value-stream mapping.

Arvovirtakuvaus on graafinen esitys siitä, kuinka tuotantoprosessin eri vaiheet ja niiden toiminnot asettuvat jonoon, muodostaen kokonaisuuden tuotteen tai palvelun tuottamiseksi. Nämä vaiheet ja toiminnot yhdistyvät muodostaakseen arvoa tuottavan prosessin. Prosessi koostuu sekä arvoa lisäävästä, value-added että arvoa lisäämättömästä, non-value added toiminnoista. (Sayer 2012, 135.)

Ajatus siitä, että prosessi sisältää myös arvoa tuottamattomia vaiheita tai toimintoja voi vaikuttaa oudolta. Tai pikemminkin se, että nämä toiminnot prosessissa sallitaan. Lean-ajattelun tavoitteena onkin hukata, arvoa tuottamattomien asioiden poistaminen siinä määrin kun se on mahdollista. Osa tällaisista toiminnoista tai tuotannon vaiheista on kuitenkin usein välttämättömiä tuotteen tai palvelun tuottamiseksi, ja ovat siksi hyväksyttävä osa kokonaisuutta (Sayer 2012).

Kun prosessista tunnistetaan arvoa tuottava ja arvoa tuottamaton toiminta, voidaan kehitystoimenpiteet kohdistaa ainoastaan arvoa tuottaviin vaiheisiin. Seuraavaksi määritelläänkin, mitä on arvoa tuottavalla ja arvoa tuottamattomalla tarkoitetaan.

Arvoa lisäävä toiminto voidaan käsittää toimenpiteeksi, joka muokkaa tai muotoilee ainetta, kappaletta tai informaatiota vastaamaan asiakkaan vaatimuksia (Kouri 2009, 7).

Arvoa lisäämätön toiminto puolestaan ei tuota asiakkaalle arvoa, toisin sanoen se on asiakkaan näkökulmasta merkityksetön asia.

6.2 Tarkasteltavan tuotteen valinta

Sahalaitoksen nykytilan kartoittaminen, eli arvovirtakuvauksen laatiminen nykytilasta suoritettiin muun muassa tuotannon läpimenoajan selvittämiseksi. Tarkasteltavan tuotteen valinnassa toimeksiantaja päätyi sivulautana tuotettuun PL/VL/KL-laatuiseen, VS/VL-, VI- ja VII-laatuisina toimitettavaan 32x100 mäntylautaan. Yhtenä perusteena valinnalle oli se, että selvityksessä saatavia tuloksia voitaisiin toivon mukaan soveltaa ja hyödyntää muun sahatavaran tuottamisessa, sillä kyseisen dimension sahatavara on dimensioltaan tuoterepertuaarin niinsanottu keskiarvotavara ja esiintyy usein sahausohjelmassa. Edellä mainittua sahatavaradimensiota tuotetaan mänty- sekä kuusitukista varsinaisena sydänsahatavarana että sivulautana. Tässä tapauksessa arvovirtakuvaus rajataan tuotantolaitoksen sisäiseen toimintaan.

6.3 Arvovirtakuvauksen laatiminen

Arvovirtakuvauksen laatiminen sahalaitoksen tuotannosta aloitettiin viikolla 20 vuoden 2014 puolella. Nykytilan arvovirtakuvauksen kartoittaminen tarkoitti käytännössä sahalaitoksen tuotantoprosessin päävaiheiden eli sisäisen toiminnan hahmottamista sekä näiden sisältämien työvaiheiden tutkimista, kellottamista ja analysointia. Esivalmisteluina laadittiin toimintasuunnitelma tiedon keräämiseksi tuotantoprosessin vaiheiden pohjalta.

Tuotantoprosessin hahmottaminen itsessään ei aiheuttanut ongelmia, sillä opinnäytetyön kirjoittajalla on useamman vuoden omakohtainen kokemus tuotantoympäristöstä ja tuotantolaitoksen eri työtehtävistä. Hahmottelua ja pohdintaa sen sijaan aiheutti se, että mitä informaatiota tultaisiin keräämään, millä tavalla sitä tulkittaisiin ja kuinka arvovirtakuvausssä käytettävä terminologia kääntyisi käytäntöön: esimerkiksi kuinka osaprosessin työsuorituksen kesto eli jaksoaika tai vaihtoaika määritellään käytännössä tai mitkä osaprosessin toiminnoista on arvoa lisäävää ja arvoa lisäämätöntä.

Nykytilan tuotannosta laadittu arvovirtakuvaus on nähtävissä liitteenä (LIITE 1).

7 TULOKSET

7.1 Nykytilan arvovirtakuvaus

Arvovirtakuvaus on laadittu sahalaitoksen sisäisestä toiminnasta. Esitettävä läpimenoaika kuvaa käytännössä tukin jalostumista sahatavaraksi, joka käy läpi sahatavaran käsittelylaitoksen tuotannon eri vaiheet, ja päättyy lopuksi sahatavarapakettiin valmiina toimitettavaksi asiakkaalle.

PCE, Process Cycle Efficiency, kuvaa prosessin tehokkuutta ja se lasketaan:

$$PCE = \frac{\text{Kokonaisjaksoaika}}{\text{Läpimenoaika}} = \frac{\text{Arvoa lisäävä toiminta}}{\text{Läpimenoaika}} \times 100\%$$

$$PCE = \frac{5,6 \text{ pv}}{14 \text{ pv}} = x \ 100\% \approx 40 \%$$

TAULUKKO 3. Arvovirtakuvauksesta tiivistetty data ja läpimenoajan muodostuminen

Toiminta	Kesto	Osuus
Arvoa lisäävä toiminta, VA	5,6 pv	40 %
Arvoa lisäämätön toiminta, NVA	8,4 pv	60 %
Läpimenoaika	14 pv	100 %

Tuloksista voidaan todeta, että ainoastaan 40 %:a käsittelylaitoksen toiminnasta lisää arvoa tuotteelle asiakkaan näkökulmasta katsottuna, kun tarkkaillaan tuotannon läpimenoaika. Läpimenoajasta suurin osa, 60 %:a on muun muassa odottelua, siirtelyä ja siirtymistä sekä varastointia, eli arvoa lisäämätöntä toimintaa. (TAULUKKO 3.) Eli käytännössä 60 % tuotannosta, tuotteen tuottamiseen kuluneesta ajasta aiheuttaa kuluja tuottamatta kuitenkaan tuotteelle lisäarvoa.

Sahatavaran tuotannossa arvoa tuottavaksi toiminnaksi on yleisen käsityksen mukaan määritelty kaikki se toiminta, joka jalostaa tuotetta jollain muotoa. Tätä on esimerkiksi tukin kuorinta ja sahaaminen, sahatavaran lajittelu ja tasaus, sekä sen kuivaaminen kuivaamossa, minkä vuoksi tuottavan ajan osuus tuotannon läpimenoajasta muodostui lopulta suhteellisen suureksi. Kuivaamossa sahatavaran kosteusprosentti alenee, ominaisuudet muuttuvat ja tuote jalostuu lähemmäksi vastaamaan lopputuotetta.

7.2 Tehokkuuden parantaminen

Vähentämällä tuotannossa ilmenevää tuottamatonta aikaa, kuten odotus- ja varastointiaikoja voidaan tuotannon läpimenoaika lyhentää ja tehokkuutta nostaa merkittävästi. Sahatavaran kuljettaminen, siirtely ja ohjaaminen osaprosessien välillä ovat arvoa lisäämätöntä, mutta välttämätöntä toimintaa, joten tästä muodostuvaan aikaan ei juuri voida vaikuttaa ilman investointeja ja muutoksia tuotantolinjaan ja -laitteisiin. Sen sijaan toimintaa voidaan tehostaa järjestämällä työympäristö ja kehittämällä sitä siten, että työn suorittaminen on mahdollisimman tehokasta. Näitä asioita on käsitelty aiemmin.

Tutkittavassa tapauksessa suurin osa arvoa lisäämättömästä toiminnasta aiheutui sahatavaran väliaikaisesta varastoinnista (LIITE 1), kun leanin toimintamallin mukaan tuotantoprosessin tulisi olla mahdollisimman suoraviivainen, jatkuva virtaus. Väliaikaista varastointia ilmeni merkittävimmin osaprosessien, kuten rimoituksen ja kuivauksen sekä kuivauksen ja laatulajittelun ja paketoinnin välillä. Välivarastointiaikaa kasvattaa sahatavaraerän odottelu kuivausjonossa, joten niinsanotun kuivausohjelman tai -jonon ja ylipäätään tuotannon suunnittelun merkitys korostuu osaprosessien välisen varastointiajan ja tuotannon virtauksen suhteen.

Tässä tapauksessa dimension 32x100 männystä sivulautana sahatun sahatavaran rimoituksen ja paketoinnin välissä oli kokonaiset kaksi viikkoa. Sahaus ja sahatavaran rimoitus suoritettiin 13. - 14.5.2014, paketointi puolestaan aloitettiin 27.5.2014. Koko erä oli toimitusvalmiina 28.5.2014 mennessä.

7.2.1 Hypoteettinen esimerkkitalanne

Optimaalisessa tilanteessa tuoreajolla rimoituksesta valmistuvia kuivauskuormia nostettaisiin suoraan kuivaamoon, ilman varastointia osaprosessien välillä. Tällä tapaa ensimmäinen vaunullinen edellä mainittua sahatavaradimensiota olisi kuivattuna jo noin 60 tunnin kuluttua rimoituksesta. Koko vajaan 250 kuutiometrin kuivauserä olisi teoriassa valmis vajaan kuuden vuorokauden kuluttua, jolloin paketointi voitaisiin viimeistään aloittaa. Todellisuudessa paketointi voitaisiin aloittaa, vaikka kuivaamossa olisi vielä joi-tain kuormia kuivattavana, sillä joka viides tunti kuivaamokanavasta valmistuisi vaunul-linen, eli kolme kuivaamokuormaa sahatavaraa. Tällöin sahatavaran paketointi aloitettaisiin kahden viikon sijaan noin kuuden vuorokauden kuluttua rimoituksesta.

Edellä kuvatun hypoteettisen tilanteen mukaan rimoituksen ja paketoinnin välinen varas-tointi-, sekä muu joutoaika voitaisiin vähentää olemattomiin, jolloin kyseisen sahatavara-dimension tuotannon läpimenoaika olisi 42 %:a alkuperäisestä. Tuotannon tehokkuus nousisi PCE:n laskukaavan mukaan laskettuna 55 prosenttiyksikköä, 40 %:sta 95 %:in, materiaalivirran ollessa jatkuva ja varastointiajan jäädessä minimiin. (TAULUKKO 4, LIITE 2.)

$$PCE = \frac{5,6 \text{ pv}}{5,9 \text{ pv}} = x \cdot 100\% \approx 95 \%$$

TAULUKKO 4. Teoreettisen tilanteen läpimenoajan muodostuminen

Toiminta	Kesto	Osuus
Arvoa lisäävä toiminta, VA	5,6 pv	95 %
Arvoa lisäämätön toiminta, NVA	0,3 pv	5 %
Läpimenoaika	5,9 pv	100 %

Jotta esitettyä teoreettista tilannetta voitaisiin jäljitellä, tuotantoprosessin osaprosessien keskeisimpien tuotantolaitteiden tulee olla luotettavia ja toimia lähes sadan prosentin käyttövarmuudella. Tämä vaatii muun muassa selkeää, säännöllistä ja säntillistä kunnos-sapito- ja huoltotoimintaa sekä ylläpitoa.

7.2 Tuotannon nykytilanne

7.2.1 Yleistä

Seuraavassa käsitellään hieman kombilaitoksen vuororakennetta. Kombilaitos toimii kolmessa vuorossa: aamu-, ilt- ja yövuoro. Kombilaitoksen työvuorossa on neljästä viiteen työntekijää. Työviikon aloittaa yövuoro sunnuntain ja maanantain välisenä yönä. Tällöin paketoidaan kuivattua sahatavaraa paketointi- eli työohjeiden mukaisesti. Yövuorossa ajettavien kuivaamokuormien sisältämät välirimat kerätään ja ohjataan uudelleen kiertoon kuljettimille sekä rimahäkkeihin valmiiksi tuoreen sahatavaran rimoittamista varten. Riippuen kuivatilanteesta aamuyöstä siirrytään tuoreelle sahatavaralle, mikäli lajittelu- tonta tuoretta sahatavaraa on vielä välivarastoilla ja ajossa oleva kuivatavara loppuu ajallisesti otolliseen aikaan. Tarkoituksena on joka tapauksessa varmistaa, että aamuvuoroon tuleva sahuri voi aloittaa sahaamisen mahdollisimman mutkitta tyhjiin välivarastoihin.

Vuoron vaihtuessa aamuvuoro jatkaa paketointia, kunnes välivarastoilla on riittävästi tuoretta sahatavaraa purettavaksi. Vaihto kuivalta tuoreelle ajoitetaan siten, että tuotanto säilyy mahdollisimman jatkuvana. Vaihtoaika tässä vaiheessa kestää muutamasta minuutista joihinkin kymmeneen minuutteihin. Tämä käsittää lajittelupöydän tyhjäksi ajamisen ja kuivan sahatavaran lokeroihin ohjaamisen, lajitteluohjelman vaihtamisen ja muokkaamisen, lajittelypöydän ajoasetusten muokkaamisen sekä muut valmistelut.

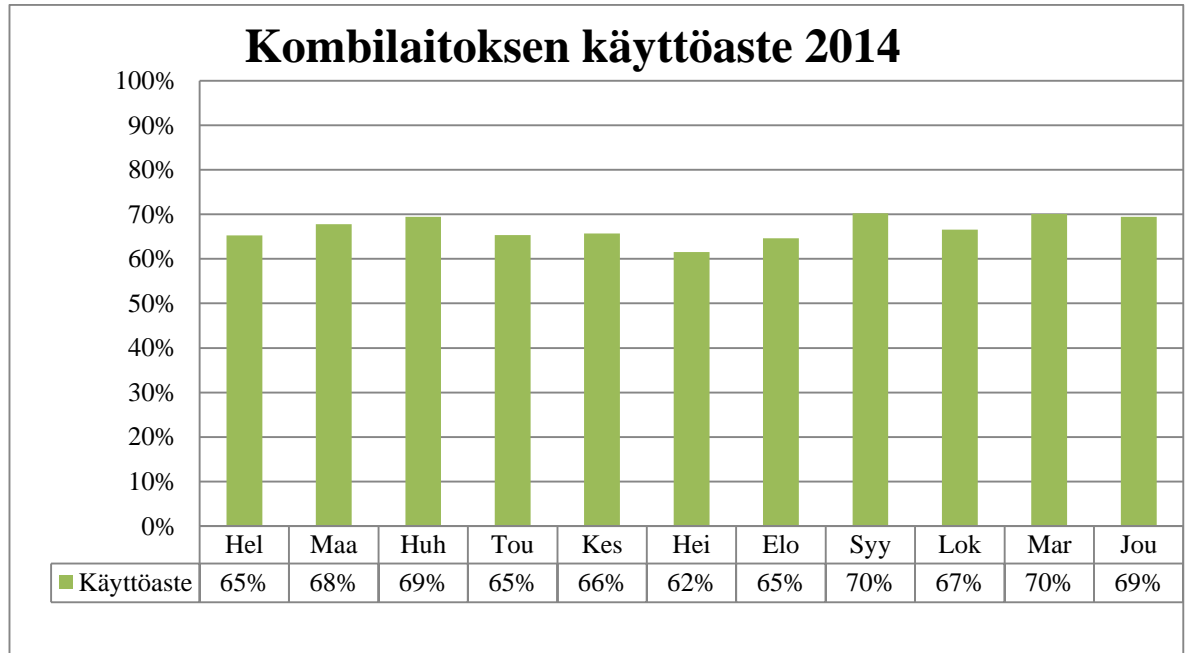
Vaihdon jälkeen osa kesken jääneen kuiva-ajon vajaista lokeroista ajetaan uusinta-ajopaketteihin tyhjiin lokeroihin eli tilan tarpeen mukaan. Kun kuiva sahatavara on saatu tyhjennettyä lokeroista, valmistaudutaan ja siirrytään tuoreen sahatavaran rimoitukseen. Vaihtoaika paketoinnista rimoitukseen vaihtelee parista minuutista viiteen minuuttiin. Tämä pitää sisällään ajoasetusten muuttamisen, rimajakelun ja muiden tuotantolaitteiden tarkastamisen sekä muut valmistelut. Tuoreajossa rimoituksessa käytetään paketoinnin aikana talteenotettuja välirimoja. Kun kuljettimelle ajatut rimat hupenevat, trukinkuljettaja nostaa täyden rimahäkin rimahissille, josta kombilaitoksen työntekijä laskee rimat kuljettimelle ja ohjaa ne kuljettimella eteenpäin. Tyhjä rimahäkki nostetaan hissillä takai-

sin kuljettimen yläpuolelle, joka taas korvataan täydellä rimahäkällä. Paketoitaessa huolehditaan siitä, että rimoitukseen on riittävästi rimoja ja rimoituksen aikana puolestaan huolehditaan siitä, että paketoitaessa on riittävästi kuljetintilaa sekä tyhjiä rimahäkkeitä rimojen talteenottoa varten. Aamuvuoron vaihtuessa iltavuoroon tuoreajoa jatketaan kunnes välivarastot saadaan purettua tyhjäksi ja sahatavara lajiteltua ja ohjattua lokeroihin. Tämän jälkeen siirrytään taas kuiva-ajolle ja paketointiin.

Kombilaitoksella työvuorossa pidetään kaksi 10 minuutin taukoa ja yksi 15 minuutin tauko. Täksi ajaksi sen tuotanto seisahtuu tyystin. Työtahdin käsittelylaitoksella määrää työvuorosta ja vuorokauden ajasta riippuen pääasiassa sahan tuotanto. Lajittelua ei toisinaan pysäytetä esimerkiksi aamuvuoron ensimmäisen tauon ajaksi, vaan tauko vuorotellaan kombilaitoksen työntekijöiden kesken, mikäli varastotila välivarastoilla on niukilla. Tavallisimmin syynä on viime tinkaan jäänyt tai venähtänyt vaihdon tekeminen kuivalta tuoreelle, jolloin tauko vuorotellaan, jotta välttyttäisiin jäämästä niinsanotusti edellisen prosessin, eli sahauksen jalkoihin.

7.2.2 Käyttöaste

TAULUKKO 5. Kombilaitoksen käyttöaste vuonna 2014



Tuotantoraporttien pohjalta laskettu kombilaitoksen käyttöaste jäi vuonna 2014 keskiarvoltaan 67 %:in (TAULUKKO 5). Kuten aikaisemmin jo todettiin, seisokkiajalla on suora vaikutus käyttöasteeseen, ja tätä tuottamatonta aikaa vähentällä voidaan käyttöastetta parantaa. Käyttöasteen paraneminen näkyy tuotantomäärien kohoamisena. Seisokkiajan vähentämiseen on esitetty keinoja aikaisemmin. Käyttöaste kuvaa sitä osaa tuotantokyvyn kapasiteetista, mikä tuotantolaitoksella on kulloinkin käytössään.

Käyttöaste lasketaan tässä tapauksessa seuraavasti:

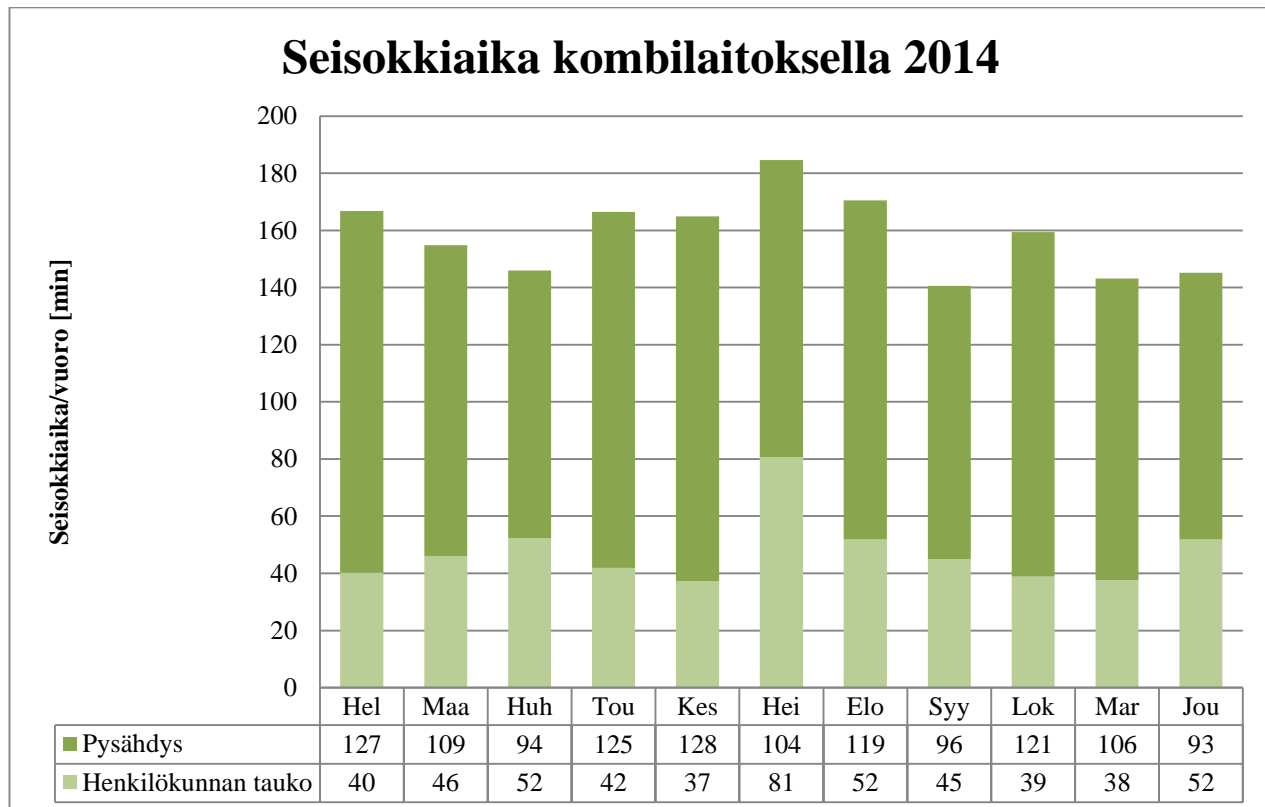
$$\text{käyttöaste} = \frac{\text{toteutunut tuotantoaika}}{\text{tuotannon käytössä oleva kokonaisaika}}$$

7.2.3 Seisokkiaika

Seisokilla tarkoitetaan tavanomaisesti suunniteltua tuotannon pysäyttämistä määräajaksi, esimerkiksi huolto- tai korjaustoimenpiteiden vuoksi. Seisokkijalla tarkoitetaan kuitenkin tässä yhteydessä tuottamatonta aikaa, jolloin tuotanto tai tuotannon osa on pysähtyneessä. Seuraavaksi perehdytään mistä sahatavaran käsittelylaitoksen tuotannossa esiintyvä seisokkiaika muodostuu.

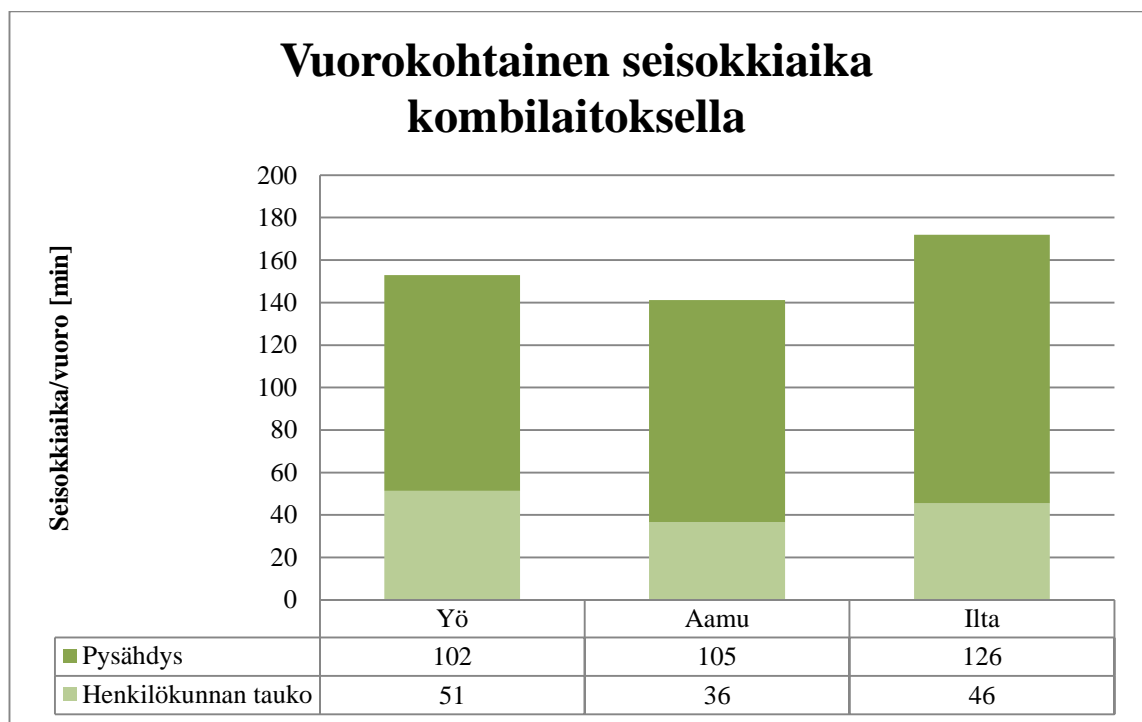
Tässä osiossa esitettävä seisokkiaika käsittää kaiken tuottamattoman ajan, eli ajan jolloin tuotantoprosessi tai sen osaprosessi on pysähtyneessä: tauot, vaihto-, asetus- ja odotusajat sekä häiriö- ja vauriotilanteet. Esitettävä ja käytetty data on kerätty excel-tilastoista, jotka on laadittu tuotantoraporttien sisältämän datan pohjalta. Tuotantoa seuraa ja mittaa pc-pohjainen sahatavaran käsittely- ja mittausohjelmisto.

TAULUKKO 6. Seisokkiaika kombilaitoksella vuonna 2014



Kuten taulukosta 6 käy ilmi, kombilaitoksen seisokkiaika muodostuu tuotannon pysähdyksistä sekä henkilökunnan tauoista. Taulukossa 6 käytettävän pysähdyksen alle laskeaan vikaantumisten lisäksi myös huollot, sekä vaihto-, asetus- ja muut odotusajat, eli toisin sanoen käytännössä kaikki mikä aiheuttaa tuotannon pysäyttämisen. Seisokkiajaksi muodostui kokonaisuudessaan keskimäärin 158 minuuttia vuoroa kohden. Seisokkien seuranta ja raportointi perustuu tietokonepohjaisen sahatavaran käsittelyohjelmiston suorittamaan tuotannon seurantaan. Seisokkien seuranta toteutuu käytännössä siten, että yli viiden minuutin mittaisten seisahdusten jälkeen seisahduksen syy tulee ilmoittaa ja kuivata tietokoneella, ennen kuin linjan voi jälleen käynnistää. Ilmoituksen yhteydessä ilmoitetaan seisokin laajuus eli vaikutusalue tuotannossa sekä tarkentava kuvaus ja syy.

TAULUKKO 7. Keskimääräinen seisokkiaika kombilaitoksella



Ylläolevasta taulukosta 7 nähdään, kuinka vuorokohtainen seisokkiaika muodostuu. Suurin seisokin aiheuttaja on odottelu vaihtojen välissä, esimerkiksi tuoreelta kuivalle vaihdettaessa tai toisinpäin, tai tuote- eli lajinvaihdon yhteydessä. Tämä selittyy yksinkertaisesti lokeroiden eli väliavarastointitilan täyttymisellä. Linja on pysähdyksissä myös lajiteluohjelman vaihdon ja muokkauksen ajan, kuten myös tuotantolaitteiden ajoasetusten säätämisen ajan.

Seisokkiajan osuus on suurimmillaan iltavuorossa vuoroja vertaillessa (TAULUKKO 7). Tämä selittyy osittain sillä, että välivarastoihin päivän aikana sahattu sahatavara lajitellaan lokeroihin ja rimoitetaan. Sahalla on voinut päivän aikana tulla sahausasetteen vaihto, joten varastoilla voi olla useampaa sydänsahatavara- ja sivulautadimensiota. Tämä tarkoittaa sitä, että dimensiolajittelussakin joudutaan tekemään lajinvaihdosta aiheutuvia muutoksia lajitteluohjelmaan ja ajoasetuksiin. Kun tuore sahatavara on viimein lajiteltu lokeroihin, vaihdetaan kuivalle sahatavaralle, jolloin jälleen joudutaan tekemään muutoksia ajoasetuksiin, tuotantolaitteiden asetuksiin ja lajitteluohjelmaan ja muita valmisteluja kuiva-ajolle siirtymistä varten. Lokerotilasta riippuen lajittelu voi jatkua heti muutostöiden jälkeen. Mikäli lokerotila on täynnä tai lähestulkoon täynnä, joudutaan odottamaan, että rimoittaja saa purettua ja rimoitettua tuorelokeroita ja näin vapautettua lokerotilaa kuivaa sahatavaraa varten.

Yövuorossa puolestaan lajitellaan kuivaa sahatavaraa pääasiassa läpi koko vuoron, ellei välivarastoille ole jätetty tuoretta sahatavaraa vaihtoa varten ennen aamuvuoroa. Vaihdon suhteen toimitaan aina tilanteen mukaan. Sahaus- ja kuivauseristä riippuen tuote- eli lajinvaihtoja voi tulla yövuorossa useampia, jolloin se näkyy suoraan tuotantoraportissa muun muassa alhaisempina tuotantomäärinä ja muodostuneena seisokkiaikana.

Aamuvuoron toiminta on kokonaisuudessaan kaikista yhtäjaksoisinta verratessa vuorojen rakennetta, ja se näkyykin jo suoraan tuotantoraportteista: kappaleita menee huomattavasti enemmän tuotantolinjan läpi, seisokkiajan osuus on huomattavasti alhaisempi, joten vuorohtainen käyttöaste on korkeampi. Tuoreella sahatavaralla, varsinkin sivulaudalla, mutta myös sydänsahatavaralla, ajonopeuksia voidaan pitää huomattavasti korkeammalla kuin kuiva-ajossa.

7.2.4 Esimerkkejä toimenpiteistä

Seuraavaksi pohditaan mitä seisokkiajan vähentäminen voisi käytännössä tarkoittaa.

Yksi lähestymistapa, leanin filosofiaa mukaillen käyttöasteen nostamiseksi on seisokkiajan osuuden vähentäminen, sillä leanin mukaan turha tuotantolaitteiden seisottaminen ja odottelu eivät ole tuottavaa toimintaa. Ihanteellisessa tilanteessa tuotantoprosessi kulkee häiriöttä ja keskeytymättä. Jokaisessa prosessissa ilmenee kuitenkin jonkinlaista hukkaa, mikä aiheutuu muuttujista, vioista, häiriöistä, virheistä ja uudelleen tekemisestä. Taivoitteena on päästä eroon arvoa lisäämättömistä toiminnoista (Sayer 2012, 134).

Raporttien mukaan taukojen pituudeksi muodostui vuonna 2014 keskimäärin yhteensä 44,3 minuuttia vuoroa kohden, mikä ylittää sovellettavan työehtosopimuksen mukaisen eli sovellettavan taukojen pituuden lähes kymmenellä minuutilla. Osasyynä venähtäneisiin taukoihin lienee se, että taukojen pituutta ei seurata systemaattisesti tai reaaliajassa, joten on oletettavissa, että työntekijälle on matalempi kynnys viipyä tauollaan pidempään. On huomattava kuitenkin, että raportoitujen taukojen pituuteen vaikuttaa myös esimerkiksi tauon ajaksi ajoitetut huollot sekä vikaantumisten selvittämiset, ruuhkautuminen tai muu työn suorittamisen estyminen sekä toisaalta vuorotellut tauot. Ilmoitettu aika on siis lähinnä suuntaa-antava, eikä välttämättä täysin vastaa todellisuutta tai ole validi.

Vakiintuneilla tauoilla voitaisiin jo yksistään teoriassa päästä 70 %:in, eli kolme prosenttiyksikköä korkeampaan käyttöasteeseen. Taukojen osuus seisokkiajasta on keskimäärin noin 29 %.

Tuotannon pysähdysten, johon myös vikaantumiset lasketaan, vähenemisellä kolmanneksella nykyisestä voitaisiin päästä jopa 75 % käyttöasteeseen. Raporttien mukaan keskimäärin 70 % seisokkiajasta aiheutui pysähdyksistä. Pysähdyksistä aiheutunutta aikaa muodostui keskimäärin 110 minuuttia, eli lähes kaksi tuntia vuoroa kohden. Työvuoron aikana ilmenevät lyhyet mutta usein toistuvat pysähdykset muodostavat helposti pitkän seisokkiajan. Kuten edellä mainittiin, pysähdysten alle lasketaan käytännössä kaikki mikä

aiheuttaa tuotannon pysäyttämisen, joten osa tästä ajasta on niin sanotusti välttämätöntä, kuten esimerkiksi asetustyöstä ja tuotevaihtoista muodostuva odotusaika. Odotusajat muodostavat oman osuutensa pysähdyksistä. Näitä odotusaikoja eli odotteluja ilmenee esimerkiksi tuotevaihtojen yhteydessä. Näitä voi olla automatiikan suorittamat toiminnot sekä sahatavaran siirtymiset ja ohjaamiset.

Yhdessä vakiintuneen mittaisilla tauoilla sekä vähentyneillä pysähdyksillä voitaisiin teoriassa päästä 77 % käyttöasteeseen, mikä on jo kymmenen prosenttiyksikön parannus vuoden 2014 keskiarvosta.

Tuotannossa esiintyviä pysähdyksiä voitaisiin yrittää vähentää ennakoivalla toiminnalla. Pitäisin tällaisena esimerkiksi valmiiksi tehtyjä ja tarkistettuja lajitteluohjelmia. Myös esimerkiksi entistä tehokkaammalla, perusteellisemmalla ja säännöllisemmällä ennaltaehkäisevällä kunnossapidolla voitaisiin vaikuttaa ilmenevien vikaantumisten määrään. Työssä on aiemmin esitelty tuotannon eri osa-alueilla ilmeneviä toistuvia vikaantumisia, jotka voivat olla häiriöitä tai vaurioitumisia. Keskittämällä korjaustoimenpiteitä muun muassa näihin asioihin, tuottavuuteen ja tuotannon kulkuun voidaan vaikuttaa positiivisesti.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli esitellä lean-toiminnan periaatteita ja esittää, millä tapaa sitä voitaisiin soveltaa tarkasteltavan laitoksen toimintaan. Soveltamisesimerkit jäivät pääosin pintaraapaisuiksi ainoastaan opinnäytetyön laajuuden ja rajauksen vuoksi.

Osana tätä opinnäytetyötä toimi myös sahatavaran käsittelylaitoksen tuotannon eri osa-alueilla toistuvien vikaantumisten raportoiminen ja esille tuominen. Opinnäytetyö toimii siis eräänlaisena raporttina tai katsauksena tuotantolaitoksen nykytilasta - missä ja miten mennään. Työssä pyrittiin myös kartoittamaan yleisemmällä tasolla tuotannossa ilmeneviä pysähdyksiä, jotta voitaisiin tutkia sitä, että voitaisiinko näitä pysähdyksiä vähentää ja tätä kautta tuotantoa tehostaa. Poistamalla systemaattisesti tuotantoa toistuvasti rasittavia vikaantumisia ja pysähdyksiä voidaan vaikuttaa myönteisesti tuotantolaitoksen tuotavuuteen ja toiminnan kannattavuuteen. Työssä esiteltiin myös kehittämisen varaa omaavia toimintoja ja vaiheita, sekä näihin vastaavia kehitysideoita.

Tuotannon kehittämisen, kuten minkä tahansa muunkin liiketoiminnan taustalla on tuotavuus ja sen kehittyminen – tässä tapauksessa tuotannon niinsanotun toimivuuden parantamisen kautta. Toimivuus sanana on hyvin arkipäiväinen ja yleinen käsite. Toimivuudella, tai toimivalla tuotannolla tarkoitetaan kuitenkin tässä yhteydessä optimaalista tuotannon kulkua, eli mahdollisimman häiriövapaata ja jatkuvaa tuotantoa, jota tulisi tavoitella. Häiriöiden ja epäkohtien todentaminen ja niiden mahdolliset eliminointikeinot tulevat kyseeseen ja juuri nämä toimivatkin tämän opinnäytetyön keskeisimpinä tavoitteina, ajatuksina ja näkökulmina: Opinnäytetyössä pyrittiin tuomaan esille tuotannossa ilmeneviä ja toistuvia häiriöitä ja epäkohtia, jotta kohteet voitaisiin priorisoida ja täten ohjata resurssit ja korjaustoimenpiteet kriittisiin, merkittävimpiin kohteisiin.

Kun konekanta ja tuotantolaitteet toimivat kuten pitääkin ja tuotanto pyörii lähes tauotta, ajot, niiden kesto ja sijoittaminen pystytään suunnittelemaan ja ennakoimaan hyvinkin täsmällisesti. Kun edellä mainitut seikat toteutuvat ja näissä suunnitelmissa pitäydytään,

asiakkaan tilaamat tuotteet saadaan toimitettua sovitun mukaisesti. Asiakslähtöisyys ja asiakkaan näkökulman huomioiminen korostuu etenkin lean-ajattelussa.

Kuten edellä esitettiin niinsanottu ideaalinen tilanne, jossa laitteet toimivat kuten pitääkin, tuotanto sahatavaran käsittelylaitoksen sisällä toimii siten, ettei laatuhäviötä ilmene esimerkiksi rikkoutuneiden tai muutoin vajaalaatuisten sahatavarakappaleiden muodossa, jotka ovat perujaan tuotannossa esiintyvistä häiriöistä. Eittämätön tosiasia kuitenkin on, että epäkurantteja tuotteita, tai laatuhäviötä, tai kuten lean-ajattelussa puhutaan hukasta, esiintyy jokaisessa tuotannossa. Vaikka nimenomaan lean-ajattelun yksi pohjimmallisista ajatuksista juuri onkin toiminnan ja tuottavuuden kehittäminen eliminoimalla erilaisia hukkia.

Tähän yhtälöön kun lisätään vielä työntekijän reipas, motivoitunut ja valpas asenne esimerkiksi laatuasioiden suhteen: kolhiutuneet, rikkoutuneet tai vajaalaatuiset kappaleet pyritään poistamaan linjasta asiaankuuluvalla tavalla, jotta vältetään tilanteelta, jossa asiakas vastaanottaa toimituksen yhteydessä jotain muuta, kuin mitä on tilannut – on sitten kyse puuttuvista kappaleista määrällisesti, tai vajaalaaduista. Pyritään siis ennenkaikkea laadun tuottamiseen, mikä liittyy vahvasti myös työskentelytapoihin – työskennellään laatua tuottavalla ja ylläpitävällä tavalla. Kaikki normaalista poikkeava raportoidaan ja ongelma tai epäkohta tiedostetaan ja ratkaistaan mahdollisimman pian.

Opinnäytetyön kirjoittamisen aikana toteutettiin tiettyjä tuotannon osaprosesseja ja tuotantoprosessia kokonaisuutena tehostavia parannuksia. Näistä merkittävimpiä olivat rimoitus- ja paketoitinkoneen haarukkavaunun uudistukset, rimojen talteenoton mattokuljettimen uusiminen sekä sahatavaran lajittelu- ja käsittelyohjelmiston päivitykset. Jokaisella edellä mainitulla toimenpiteellä on ollut huomattava positiivinen vaikutus tuotannon kulkuun ja tuotantolaitoksen toimintaan ja tuottavuuteen.

Opinnäytetyölle ei osattu laatia tarkkaa aikataulua ja sen kirjoittaminen osoittautui ennen pitkää varsin työlääksi taipaleeksi. Ajankäytön ja työsuunnitelman laatimisen suhteen oli ongelmia työn alkuvaiheessa, osittain työelämän, opiskelun ja perhe-elämän tasapainottamisen vuoksi. Opinnäytetyön alustavan idean ja sen valmistumisen väliin ajallisesti on mahtunut hyvin paljon, hyvin isoja ja merkittäviäkin asioita, millä varmasti on oma osuutensa työn aikataulun suhteen. Siitä huolimatta, yhtään kuitenkaan vähättelemättä voin todeta olevani ylpeä opinnäytetyöni loppuun saattamisesta ja valmistumisestani. Erityisen ylpeä ja kiitollinen olen saamastani tuesta omalta henkilökohtaiselta tukijoukoltani, puolisoiltani ja tyttäreltäni.

Kiitos kuuluu myös tietysti toimeksiantajalle, opinnäytetyön tilaajalle, sillä joustavuus ja yhteistyö ovat mahdollistaneet työssä esitettävän tiedon keräämisen ja esittämisen, sekä ylipäättään opinnäytetyön kirjoittamisen ja sen valmistumisen. Unohtaa ei myöskään saa niitä, jotka ovat millään muotoa tukeneet ja edesauttaneet tämän opinnäytetyön valmistumista.

LÄHTEET

Järviö, J. 2006. Kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy.

Kouri, I. 2009. Lean taskukirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.

Puuinfo Oy. 2015. <http://www.puuinfo.fi>. Luettu: 13.4.2015.

Sayer, N. & Williams, B. 2012. Lean for dummies. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Sipilä, M. 2006. Sahatavaratuotanto. Helsinki: Opetushallitus.

LITTEET

NYKYTILAN ARVOVIRTAKUVAUS

Tuore- ja kuiva-ajon välinen aika

Rimoitus - Paketointi, 2 viikkoa

13.5.2014

27.5.2014

14 pv

1209600 s

1205633 s

Varastointi ja odotus

Nykytila

719633 s

11993,88333 min

199,8980556 h

8,3 d

Tuleva (teoreettinen)

18000 s

300 min

5 h

0,2 d

Kuivausaika koko erälle

135 h

60 min

60 s

486000 s

Kuivauksen jälkeinen käsittely

15 min

60 s

900 s

Tuotantoraportti

Tuotanto

Hyviä

Hylky

Työaika

Tauot

Saatavilla

Seisokki

Seisokki%

Uptime

Aamuvuoro 13.5.2014

396,039

27962

99,4 %

174

0,6 %

480

35

445

94

19,6 %

80,4 %

Yövuoro 27.5.2014

261,427

19630

99,87 %

25

0,13 %

480

35

445

157

33 %

67 %

SAHAUS		TUORELAJITTELU		RIMOITUS		MERKKAUS	
m3	kpl	CT (kpl/min)	CT (min)	CT (min)	CT (min)	I	CT (min)
		84	152,8	5,25	10,5		
		7	11368	8	784		
		80,4 %		93,2 %			
		445		445			
		3		3			
		1		1			
		0,6 %		0,06 %			
		392		392			

KUIVAUS		KUIVALAJITTELU		PAKETOINTI		MERKKAUS	
CT (h)	CT (h)	CT (kpl/min)	CT (min)	CT (min)	CT (min)	I	CT (min)
60	77	4	1,75				
5	8	8	0				
95 %	67,29 %	97,3 %					
480	445	445					
1	3	3					
1	1	1					
	0,13 %	0,06 %					
	352	352					

	s	%	min	h	d	vko
TCT	1212829	100,0 %	20213,8	336,9	14,0	2,0
NVA	726096	59,9 %	12101,6	201,7	8,4	1,2
VA	486733	40,1 %	8112,2	135,2	5,6	0,8

TUOTETTU YHTEENSÄ

371,066 m3

28134 kpl

TEOREETTINEN TULEVAN TILAN ARVOVIRTAKUVAUS

Tuore- ja kuiva-ajon välinen aika

Rimoitus - Paketointi, 2 viikkoa

13.5.2014

27.5.2014

14 pv

1209600 s

1205633 s

Varastointi ja odotus

Nykytila

215

10

35

139

147

18000

719633 s

11993,88333 min

199,8980556 h

8,3 d

Tuleva (teoreettinen)

18000 s

300 min

5 h

0,2 d

Kuivausaika koko erälle

135 h

60 min

60 s

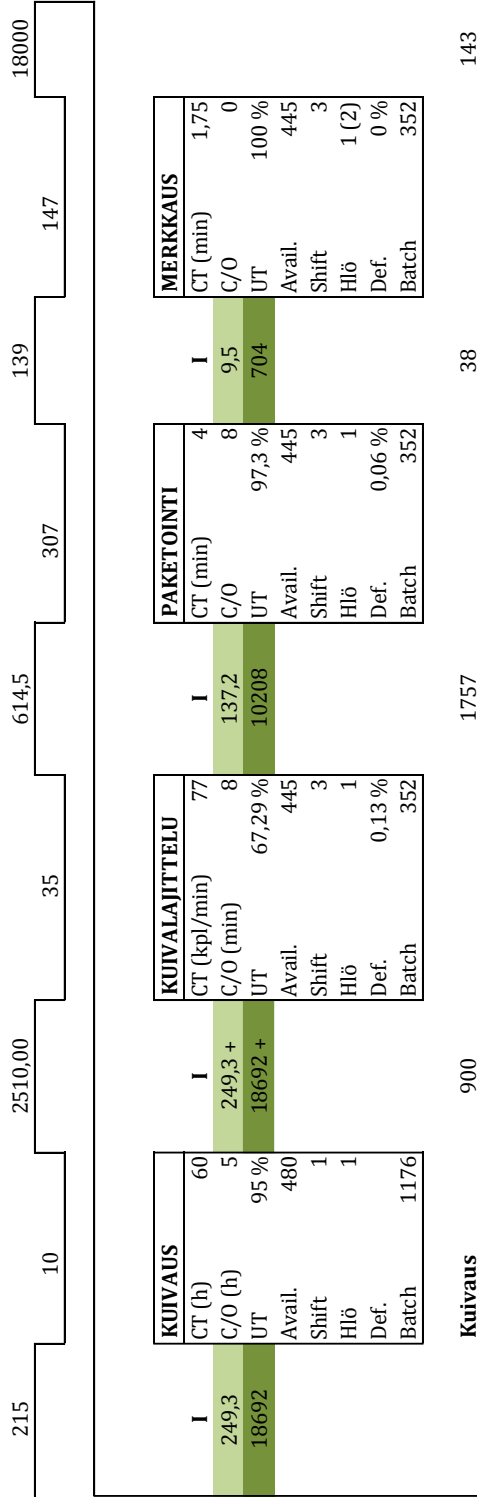
486000 s

SAHAUS		TUORELAJITTELU		RIMOITUS		MERKKAUS	
CT (h)	C/O (h)	CT (kpl/min)	C/O (min)	CT (min)	C/O	CT (min)	C/O
60	5	84	7	5,25	8	10,5	0
95 %	95 %	80,4 %	80,4 %	93,2 %	93,2 %	100 %	100 %
480	480	445	445	445	445	445	445
Shift	Shift	Shift	Shift	Shift	Shift	Shift	Shift
Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö
Def.	Def.	Def.	Def.	Def.	Def.	Def.	Def.
Batch	Batch	Batch	Batch	Batch	Batch	Batch	Batch
1176	352	392	392	392	392	392	392

SAHAUS		TUORELAJITTELU		RIMOITUS		MERKKAUS	
CT (h)	C/O (h)	CT (kpl/min)	C/O (min)	CT (min)	C/O	CT (min)	C/O
60	5	84	7	5,25	8	10,5	0
95 %	95 %	80,4 %	80,4 %	93,2 %	93,2 %	100 %	100 %
480	480	445	445	445	445	445	445
Shift	Shift	Shift	Shift	Shift	Shift	Shift	Shift
Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö
Def.	Def.	Def.	Def.	Def.	Def.	Def.	Def.
Batch	Batch	Batch	Batch	Batch	Batch	Batch	Batch
1176	352	392	392	392	392	392	392

SAHAUS		TUORELAJITTELU		RIMOITUS		MERKKAUS	
CT (h)	C/O (h)	CT (kpl/min)	C/O (min)	CT (min)	C/O	CT (min)	C/O
60	5	84	7	5,25	8	10,5	0
95 %	95 %	80,4 %	80,4 %	93,2 %	93,2 %	100 %	100 %
480	480	445	445	445	445	445	445
Shift	Shift	Shift	Shift	Shift	Shift	Shift	Shift
Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö
Def.	Def.	Def.	Def.	Def.	Def.	Def.	Def.
Batch	Batch	Batch	Batch	Batch	Batch	Batch	Batch
1176	352	392	392	392	392	392	392

SAHAUS		TUORELAJITTELU		RIMOITUS		MERKKAUS	
CT (h)	C/O (h)	CT (kpl/min)	C/O (min)	CT (min)	C/O	CT (min)	C/O
60	5	84	7	5,25	8	10,5	0
95 %	95 %	80,4 %	80,4 %	93,2 %	93,2 %	100 %	100 %
480	480	445	445	445	445	445	445
Shift	Shift	Shift	Shift	Shift	Shift	Shift	Shift
Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö	Hlö
Def.	Def.	Def.	Def.	Def.	Def.	Def.	Def.
Batch	Batch	Batch	Batch	Batch	Batch	Batch	Batch
1176	352	392	392	392	392	392	392



Kuivauksen jälkeinen käsittely

15 min

60 s

900 s

	s	%	min	h	d	vko
TCT	51196	100,0 %	8519,9	142,0	5,9	0,8
NVA	24463	4,8 %	407,7	6,8	0,3	0,0
VA	486733	95,2 %	8112,2	135,2	5,6	0,8

TUOTETTU YHTEENSÄ

371,066 m3

28134 kpl

Tuotantoraportti

Aamuvuoro 13.5.2014 Yövuoro 27.5.2014

396,039 261,427 m3

27962 19630 kpl

99,4 % 99,87 % %

174 25 kpl

0,6 % 0,13 % %

480 480 min

35 35 min

445 445 min

94 157 min

19,6 % 33 % %

80,4 % 67 % %

Tuotanto

Hyviä

Hylky

Työaika

Tauot

Saatavilla

Seisokki

Seisokki%

Uptime