

Ladontalinjojen ennakkohuoltosuunnitelma

Teppo Paajanen

Opinnäytetyö

Marraskuu 2017

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), Paperikoneteknologian tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Paajanen, Teppo	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Marraskuu 2017
	Sivumäärä 39	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Ladontalinjojen ennakkohuoltosuunnitelma		
Tutkinto-ohjelma Paperikoneteknologian tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Tuukkanen Harri, Häkkinen Veli-Matti		
Toimeksiantaja(t) Metsä Wood, Suolahti		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön aiheena oli tehdä ennakkohuoltosuunnitelma kahdelle vanerin valmistuksessa käytettävälle ladontalinjalle. Työn toisena tarkoituksena oli tehdä selvitys ladontalinjojen mahdollisista parannusehdotuksista, jotta ladontalinjojen käyntiastetta saataisiin nostettua. Opinnäytetyö tehtiin Suolahdessa sijaitsevalle Metsä Woodin havuvaneritehtaalle.</p> <p>Opinnäytetyössä hyödynnettiin kehittämistutkimukselle ominaisia tutkimusmenetelmiä. Ennakkohuoltosuunnitelman toteuttamisessa käytettiin hyväksi SRCM menetelmää, joka on virtaviivaistettua toimintatapa RCM (Reliability-Centred Maintenance) menetelmästä. Tiedonkeruu suoritettiin haastattelemalla ladontalinjoilla päivittäin työskenteleviä työntekijöitä, havainnoimalla ja tutkimalla toiminnanohjausjärjestelmiä. Tietojen analysoinnissa hyödynnettiin kunnossapidon asiantuntijoita.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena luotiin ennakkohuoltosuunnitelma, joka sisältää sekä tuotannon että huoltokatkosten aikana suoritettavia huolto-ohjeita. Ennakkohuoltosuunnitelmasta selviää huoltovälit, huollon tekijä ja huollon kohde. Ennakkohuoltosuunnitelman toteutuksen yhteydessä koottiin lista ladontalinjojen kehitysehdotuksista. Kehitysehdotuksia toteuttamalla ja ennakkohuoltosuunnitelmaa käyttämällä on todennäköisesti positiivinen vaikutus ladontalinjojen käyntiasteeseen.</p>		
Avainsanat (asiasanat) SRCM, ladontalinja, havuvaneri, ennakkohuoltosuunnitelma		
Muut tiedot		

Author(s) Paajanen, Teppo	Type of publication Bachelor's thesis	Date November 2017 Language of publication: Finnish
	Number of pages 39	Permission for web publication: X
Title of publication A Preventive maintenance program for lay-up lines		
Degree programme Degree Programme in Paper Machine Technology		
Supervisor(s) Tuukkanen, Harri; Häkkinen, Veli-Matti		
Assigned by Metsä Wood, Suolahti		
Abstract <p>The main aim of the thesis was to make a maintenance plan for two lay-up lines which are used to produce plywood from spruce. The second aim of the thesis was to survey the possible improvement proposals for the lay-up lines to increase the utilization rate of the lay-up lines. The thesis was assigned by Metsä Wood plywood mill in Suolahti.</p> <p>The thesis utilized research methods specific to development research. The SRCM method, which is a streamlined approach of the Reliability Centered Maintenance, was used to implement the maintenance plan. The data was collected by interviewing lay-up line workers, observing and studying ERP systems. Data analysis utilized maintenance experts. A streamlined reliability centred maintenance strategy was applied to the implementation of the work.</p> <p>As a result, a preventive maintenance program was created, including the maintenance instructions for operations to performed during production and service breaks. The preventive maintenance program will show the service intervals, the maintenance operative and serviced target. A list of development proposal for the lay-up lines was compiled during the implementation of the preventive maintenance program. Implementing development proposals and using a preventive maintenance program is likely to have positive impact on the utilization rate of the lay-up lines.</p>		
Keywords/tags (subjects) SRCM, lay-up line, softwood veneer, preventive maintenance program		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto	4
1.1	Opinnäytetyön aihe ja tavoite	4
1.2	Opinnäytetyössä käytetyt tutkimusmenetelmät	5
2	Metsä Wood	6
2.1	Tunnusluvut.....	6
2.2	Suolahden tehdas	7
3	Havuvanerin valmistus	8
3.1	Tukinkäsittely ja sorvaus	8
3.2	Kuivaus ja viilunkäsittely	10
3.3	Liimaus, ladonta ja puristus.....	11
3.4	Viimeistely	12
4	Kunnossapidon perusteet	13
4.1	Kunnossapidon määritelmä.....	13
4.2	Kunnossapidon lajit	14
4.2.1	Suunniteltu kunnossapito.....	15
4.2.2	Häiriökorjaukset	16
5	Kunnossapitotoimintamallit	16
5.1	Kunnossapitotoimintamallin valinta	16
5.2	Luotettavuuskeskeinen kunnossapito.....	17
5.2.1	Kunnossapitokohteiden selvittäminen.....	18
5.2.2	Kunnossapitokohteiden luokittelu	19
5.2.3	Kunnossapitotoimenpiteiden valinta	19
5.3	Virtaviivaistettu luotettavuuskeskeinen kunnossapito.....	20
5.4	Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito	21
5.4.1	Suunnittelu	21
5.4.2	Mittaus.....	21

	2
5.4.3 Kunnostus	22
5.4.4 Huippukunnon saavuttaminen.....	23
5.5 Tuotanto-omaisuuden hallinta.....	23
5.6 Six Sigma	25
6 Ennakkohuoltosuunnitelman toteutus	26
6.1 Aloituspalaveri ja ladontalinjoihin tutustuminen.....	26
6.2 Työn toteutus soveltaen SRCM-menetelmää	28
6.3 Ennakkohuoltosuunnitelma	30
7 Ladontalinjojen kehittämiskohteet	31
7.1 Ladontalinja 1	31
7.2 Ladontalinja 2	32
7.3 Kunnossapitotoiminnan kehittäminen.....	32
8 Yhteenveto ja pohdinta	33
Lähteet	35
Liitteet.....	36

Kuviot

Kuvio 1. Metsä Groupin tunnusluvut tytäryhtiöineen	7
Kuvio 2. Suolahden vaneritehdas	8
Kuvio 3. Pöllit menossa sorvattavaksi	9
Kuvio 4. Telakuivauskone	10
Kuvio 5. Ladontalinja 1:lla reseptilista.....	11
Kuvio 6. Vanerilevyjen syöttö hiomakoneeseen	13
Kuvio 7. Kunnossapitolajit PSK 7501:n mukaan	15
Kuvio 8. Kunnossapitostrategian valinta	17
Kuvio 9. Hyvän ja huonon luotettavuuden merkitys tuotantomäärään	25
Kuvio 10. Levitinpäiden muodostama liimaverho.....	27
Kuvio 11. Ennakkohuoltosuunnitelman päätöksentekokaavio.....	29

Taulukot

Taulukko 1. Huolto-ohjelman valinta	24
-------------------------------------------	----

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön aihe ja tavoite

Opinnäytetyön aiheena oli tehdä ennakkohuoltosuunnitelma kahdelle vanerin valmistuksessa käytettävälle ladontalinjalle. Työn toisena tarkoituksena oli tehdä selvitys ladontalinjojen mahdollisista parannusehdotuksista, jotta ladontalinjojen käyntiastetta saataisiin nostettua. Raportin työnimi oli ladontalinjojen ennakkohuoltosuunnitelma. Työn toimeksiantaja oli Metsä Wood ja toimipaikkana oli Suolahden havuvaneritehdas.

Ladontalinjojen ennakkohuoltosuunnitelman tavoitteena oli saada vähennettyä linjastojen häiriöistä syntyviä katkoja sekä lyhennettyä katkojen pituutta.

Ennakkohuoltosuunnitelman toteuttamisessa oli tarkoitus käyttää hyväksi SRCM menetelmää, joka on virtaviivaistettua toimintatapa RCM (Reliability-Centred Maintenance) menetelmästä. Työ rajattiin koskemaan vain ladontalinjoista syntyviä häiriöitä. Työstä jätettiin pois huonosta viulun laadusta syntyvät ladontalinjojen pysäytykset, koska huonosta viulusta syntyvät häiriöt johtuvat lähes poikkeuksetta aiemmista työvaiheista kuten saumauksesta.

Työn lopputuloksena oli tarkoitus saada molemmille ladontalinjoille omat huolto-ohjelmat, joissa on eritelty työtehtävät koneenkäyttäjien, kunnossapidon henkilöstön sekä havuvaneritehtaalla toimivan AJV-Group Oy:n kesken. Toinen asia, mikä huolto-ohjelmista oli tarkoitus selvittää, oli aikavälit, milloin mikäkin huoltotoimenpide olisi suositeltavaa tehdä. Huolto-ohjelmien lisäksi oli tarkoitus tehdä lista parannusehdotuksista, joilla pystyttäisiin parantamaan ladontalinjojen käyntiastetta.

Metsä Woodilla oli ladontalinjoille olemassa toiminnanohjausjärjestelmässä joitain huolto-ohjeita. Ongelmana nykysissä huolto-ohjeissa on ollut se, että ne eivät ole olleet kovin täsmällisiä. Tarkoituksena oli tehdä SRCM menetelmän avulla molemmille ladontalinjoille ennakkohuoltosuunnitelmat, joiden avulla saatiin tehtyä tarkat huolto-ohjelmat, joita pääasiassa koneenkäyttäjät toteuttavat. SRCM projektin aikana käytettiin hyväksi toiminnanohjausjärjestelmiä, joiden avulla selvitettiin toimenpiteitä, joita kannattaisi sisällyttää ennakkohuoltosuunnitelmaan.

Toinen keino tarpeellisten huolto-ohjeiden sisällyttämiseksi ennakkohuoltosuunnitelmaan oli ladontalinjojen käyttäjä- sekä kunnossapitohenkilöstön haastattelemine. Haastatteluilla pyrittiin saamaan lisätietoa nykyisten ennakkohuoltotoimenpiteiden mahdollisista muuttamisista tai kokonaan uusista ennakkohuoltotoimenpiteistä. Toisen tavoitteen, ladontalinjojen rakenteen parantamisen selvittämiseksi haastateltiin pääasiassa koneenkäyttäjiä.

1.2 Opinnäytetyössä käytetyt tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyössä käytettiin hyväksi kehittämistutkimukselle ominaisia tutkimusmenetelmiä. Kehittämistutkimus on yhdistelmä kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä. Kehittämistutkimuksen rakenne koostuu:

1. Nykytilan määrittämisestä
2. Nykytilaan johtavien syiden selvittämisestä ja analysoinnista
3. Uuden toimintamallin määrittämisestä
4. Uuden toimintamallin kokeilusta
5. Uuden toimintamallin analysoinnista
6. Uuden toimintamallin käyttöönotosta (Kananen 2012, 52-53)

Kehittämistutkimus alkaa perehtymällä tutkittavaan kohteeseen. Tutkittavan kohteen ymmärtäminen on välttämätöntä tutkimuksen onnistumisen kannalta. (Kananen 2012, 56) Opinnäytetyössä tutkittavaan kohteeseen perehtyminen toteutettiin havaintojen ja tuotannon työntekijöiden haastatteluiden avulla.

Kriittisin vaihe kehittämistutkimuksessa on ongelman määrittely. Onnistuneella ongelman määrittämisellä on ratkaiseva vaikutus työn onnistumisen kannalta. Ongelman ratkaisemisen helpottamiseksi, tutkimusongelma voidaan muuttaa tutkimuskysymyksiksi. (Kananen 2012, 64-65) Opinnäytetyössä tutkimusongelmat määriteltiin työn aiheiden mukaan kahteen kysymykseen, jotka olivat:

- Minkälainen ennakkohuoltosuunnitelma olisi järkevintä toteuttaa?
- Kuinka ladontalinjoja voidaan kehittää?

Tutkimuskysymysten selvittämisessä käytettiin hyväksi ladontalinjojen kanssa päivittäin tekemisissä olevien henkilöiden haastatteluita, toiminnanohjausjärjestelmistä löytyvien dokumenttien tutkimista sekä projektin aikana tehtyjä havaintoja.

Kehittämistutkimuksen tekeminen vaatii onnistuakseen toimintasuunnitelman. Toimintasuunnitelmassa tulee käydä ilmi:

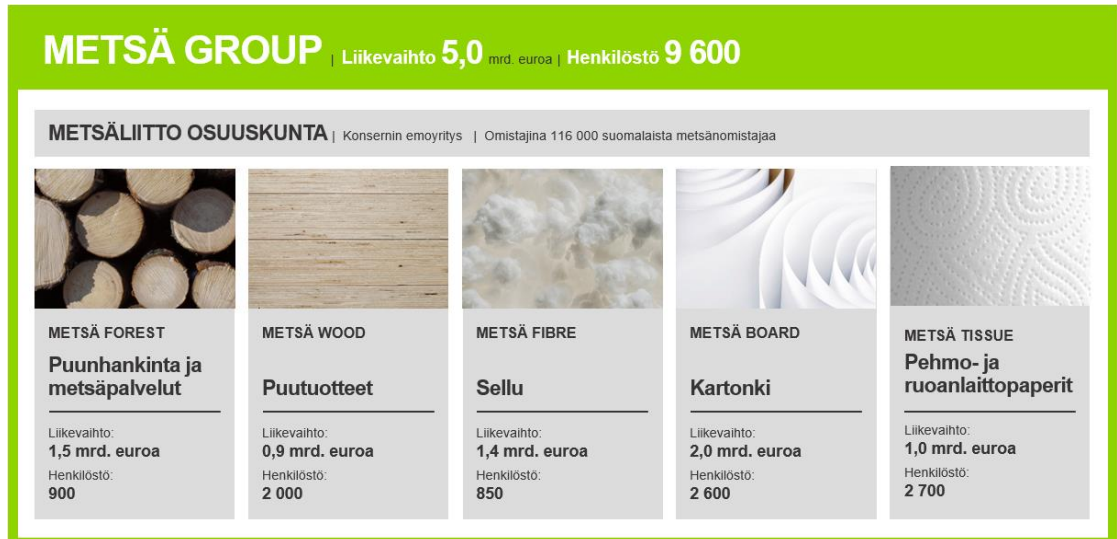
- miksi tehdään
- mitä tehdään
- kuka tekee
- miten tehdään
- milloin tehdään
- resurssit (Kananen 2012, 77-78)

Kehittämistutkimukselle tyypillistä on uuden toimintasuunnitelman kokeileminen. Kokeilu tehdään, koska haluttuun lopputulokseen ei päästä aina ensimmäisellä kerralla. Mikäli jo kokeiluvaiheessa päästään haluttuun lopputulokseen, toimintasuunnitelman otetaan virallisesti käyttöön. Jos toimintasuunnitelmalla ei päästä haluttuun lopputulokseen, sitä muutetaan tai tehdään kokonaan uusi toimintasuunnitelma. (Kananen 2012, 79-81) Opinnäytetyössä toimintasuunnitelmana voidaan pitää työn tuloksena saatua ennakkohuoltosuunnitelmaa.

2 Metsä Wood

2.1 Tunnusluvut

Metsä Wood on osa Metsä Group -konsernia, jonka omistaa 116 000 suomalaista metsänomistajaa. Kuviossa 1 näkyy Metsä Groupin liikevaihto ja henkilöstön määrä. Työntekijöitä Metsä Woodissa vuonna 2015 oli noin 2000 henkilöä ja liikevaihto samana vuonna oli 900 miljoonaa euroa. Metsä Wood valmistaa erilaisia puutuotteita, sekä rakentamisen että teollisuuden käyttöön. Kuviossa 1 näkyy myös muiden Metsä Groupin tytäryhtiöiden nimet, tuotteet, liikevaihto ja henkilöstön määrä. (Suolahden vaneritehtaan esittelymateriaali 2016)



Kuvio 1. Metsä Groupin tunnusluvut tytäryhtiöineen (Suolahden vaneritehtaan esittelymateriaali 2016)

2.2 Suolahden tehdas

Suolahdessa vanerin tuotanto käynnistyi vuonna 1920, kun ensimmäinen sorvi käynnistettiin. Ensimmäinen merkittävä omistajanvaihdos tapahtui vuonna 1952, kun Suolahden tehtaot vaihtuivat Rauma-Repolan Oy:n omistukseen. Vuonna 1986 tehdas siirtyi Metsäliiton teollisuuden omistukseen, jonka uudeksi nimeksi tuli Metsä Serla Oy. Vuonna 1990 Metsä Serla Oy vaihtui Finnforest Oy:ksi. Vuoteen 1995 asti Suolahdessa valmistettiin vain koivuvaneria, kunnes havuvaneritehdas saatiin valmiiksi, ja havuvanerin tuotanto aloitettiin. Vuonna 2008 Suolahteen rakennettiin jalostetehdas, jossa jatkojalostetaan koivu- ja havuvaneria. Viimeisin merkittävä tapahtuma Suolahden tehtaiden historiassa tapahtui vuonna 2012, kun Metsäliitto Osuuskunnan muutettuaan nimeään Metsä Groupiksi, samalla tytäryhtiö Finnforestin nimi vaihtui Metsä Woodiksi. (Suolahden vaneritehtaan esittelymateriaali 2016)

Suolahden tehtailla työskentelee noin 500 työntekijää. Liikevaihto tehtailla vuonna 2014 oli 105 miljoonaa euroa. Kuviossa 2 on Suolahden vaneritehdas. (Suolahden vaneritehtaan esittelymateriaali 2014)



Kuvio 2. Suolahden vaneritehdas (Suolahden vaneritehtaan esittelymateriaali 2016)

3 Havuvanerin valmistus

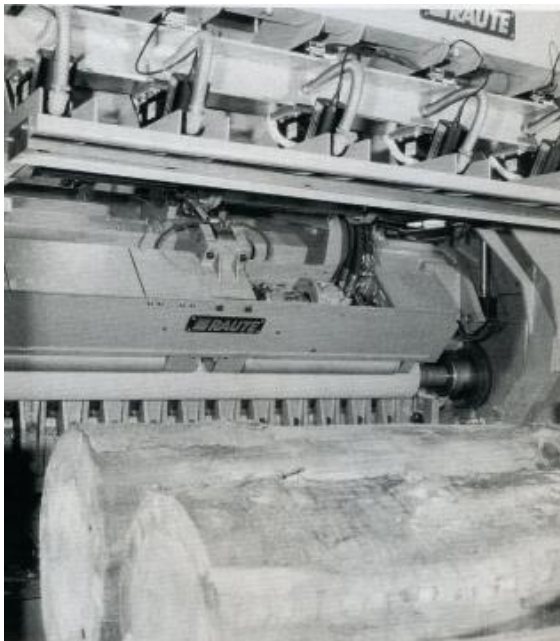
Suolahden havuvaneria tuotetaan suomalaisesta havupuusta. Suomessa havupuu kasvaa hitaasti, minkä seurauksena puu on tiheäsyistä sekä laatu on tasaista. Havuvaneria käytetään pääasiassa rakentamiseen kuten lattioiden, sisäkattojen ja seinien valmistamiseen. Rakentamisessa vanerin edut tulevat esiin jäykkyyden, keveyden ja lujuuden myötä. (Metsä Wood Spruce havuvaneri, N.d; Vanerikäsikirja, N.d)

3.1 Tukinkäsittely ja sorvaus

Tukkikuorman tullessa tehtaalle, tukit siirretään maavarastoon. Varastoinnin avulla varmistetaan tehtaan toiminta, vaikka puun kuljetuksessa syntyisi odottamattomia katkoja. Puut ovat katkaistu ja karsittu tukeiksi metsässä, koska se on kustannustehokkaampi ratkaisu kuin tuoda puunrungot tehtaalle ilman esikäsittelyä. Maavarastoinnista tukit siirretään kuorittavaksi. Kuorinnan avulla puuta pystytään helpommin sorvaamaan ja ylimääräiset partikkelit kuten hiekka, saadaan poistettua. Kuorinnan jälkeen puupölliä leikataan viilun mittaan, joka havutehtaalla on tyypillisesti 2600 mm. Leikkauksessa käytetään kameraa, joka antaa tietokoneelle tiedot tukin pituudesta, läpimitasta ja kartiokkuudesta. Tietojen perusteella tukista saadaan laskettua

paras mahdollinen leikkauskohta. Leikkauksen avulla saadaan parannettua sorvattavan viulun määrää ja laatua. Tukit pyritään siirtämään mahdollisimman nopeasti vesihauteeseen. Tukkien pilaantumisriski kasvaa, mitä kauemmin tukit ovat maassa. Jotta puuta on järkevää sorvata, puuaines on saatava helposti käsiteltävään muotoon. Vesihaudonnan avulla puuaineen kosteuspitoisuus saadaan tasolle, jolla sorvauksesta saatava viilu on tasaista ja pehmeää, mutta kuitenkin tarpeeksi lujaa. Haudonta-aika tukeilla on 1-2 vuorokautta ja veden lämpötila on 15-40 °C. (Koponen 2002, 29-36; Karhunen 2017)

Haudonnasta tukit menevät sorvaukseen. Ennen sorvaamista pöllit täytyy asemoida oikein. Asemointi tehdään keskityslaitteella. Keskityslaitteessa olevasta pöllistä otetaan muototietoja lasersäteiden avulla samalla, kun pöllitä pyöritetään akselinsa ympäri. Muototiedot analysoidaan tietokoneella, joka laskee optimaalisen sorvausasennon. Pöllin oikealla asemoinnilla sorvauksella saadaan irti enemmän pöllin pintaosassa olevaa, arvokkainta viiluainesta. Keskittämisen jälkeen pöllit siirretään sorvin karojen väliin. Sorvauksessa karoihin kiinnitetty pöllit pyörii samalla, kun teräkelkkaan kiinnitetty leikkaava terä, ja vastaterä liikkuvat kohti pöllitä. Pöllistä saatava viilumatto leikkaantuu puristamalla terien välisestä raosta. Kuviossa 3 näkyy, kuinka pöllit menevät kohti sorvia. (Koponen 2002, 39-40)

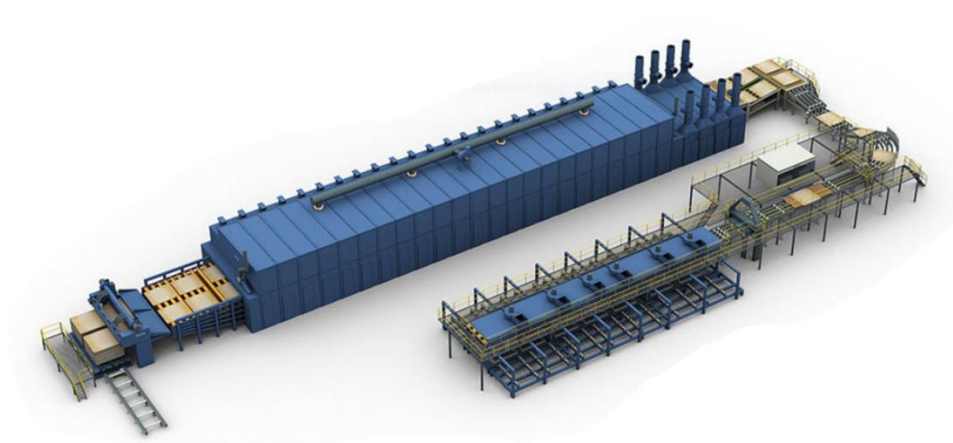


Kuvio 3. Pöllit menossa sorvattavaksi (Koponen, 2002)

3.2 Kuivaus ja viilunkäsittely

Sorvauksesta syntyvä viilumatto leikataan ja lajitellaan kosteuden mukaan pinkkoihin. Viilut kuivataan telakuivauskoneella, joka näkyy kuviossa 4. Kuivauksen tärkein tehtävä on laskea viilun kosteuspitoisuus tasolle, jolla viilua pystytään liimaamaan. Havuviilulla kosteuspitoisuuden vaihteluväli saa olla 0-4 %. Viilun on pysyttävä kuivauksen aikana rikkoutumattomana eikä viilun pintaan saa muodostua kupruja tai aaltoilua. Kuivauksen kannalta tärkeimmät parametrit ovat:

- lämpötila
- suhteellinen kosteus
- viilun paksuus
- viilun alku- ja loppukosteus
- ilman puhallusnopeus (Koponen 2002, 49-52)



Kuvio 4. Telakuivauskone (Veneer drying, N.d)

Kuivauksen jälkeen viilut jaotellaan pinkkoihin laadun perusteella. Viilut jaetaan viiluarkeihin, jatkojalostuskappaleisiin sekä hakkuriin vietävään leikkausjätteeseen. Pitkät viiluarakit jaetaan vielä laatuluokan mukaan pinkkoihin. Pitkät havuviilut jaetaan lähes yksinomaan joko II- tai III-laatuluokkaan. Saumauspinkkoihin siirretyt viilunpalat viedään saumaajalle saumattavaksi. Saumaajalla viilunpalat liitetään toisiinsa puunsyiden suuntaisesti saumauslangan avulla kiinni. (Karhunen 2017)

3.3 Liimaus, ladonta ja puristus

Ladontalinjoilla on kaksi työvaihetta, jotka ovat liimaus ja ladonta. Ennen kuin viilua voidaan latoa, täytyy viilun pintaan levittää liimaa. Liimausaineena havuvanerin valmistuksessa käytetään tyyppillisesti fenoliliimaa. Fenoliliima sisältää nestemäistä fenolihartsia sekä erilaisia täyte-, jatkos- ja koveteaineita. Liima-aineet sekoitetaan keskenään tehtaalla liimasäiliössä, jossa myös liiman viskositeetti säädetään liimaukseen soveltuvaksi. Valmis liima pumpataan ladontalinjojen yhteydessä oleviin päiväsäiliöihin, josta liima pumpataan levittimille. (Karhunen 2017)

Viilut viedään levittimien läpi hihnakuljettimien avulla, jonka jälkeen viilut kulkeutuvat latojille. Ladonta-aika, jolloin vaneriaihoiden nippu on viimeistään siirrettävä kohti esipuristinta, on 10 minuuttia. Kuviosta 5 selviää, minkälaisia vanerilaatuja Suolahden havuvaneritehtaan ladontalinja 1:lla valmistetaan. (Karhunen 2017)

14.10.2015 LADONNAN RESEPTIT, LINJA 1
 | = Lyhyt välimmäinen 3,2 mm — = Pitkä välimmäinen 3,2 mm
 P = Lyhyt välimmäinen 3,5 mm
 > = Lyhyt välimmäinen 1,8 mm
 f = Lyhyt välimmäinen 2,6 mm * = Pitkä välimmäinen 2,6mm

Resepti	Paksuus (mm)	Ply	Laatu	Rakenne	Ajojärjestys	Nimi
1	12	5	III/III	—>—>—	1,3,2,4,5	5-ply 1,8 mm
2	15	6	III/III	—>—>—>—	1,3,2,2,4,5	15 Lettak 1,8mm
3	18	7	III/III	—>—>—>—>—	1,3,2,2,2,4,5	18 Lettak 1,8mm
4	13	4	II/III	—PP—	1,3,4,5	13 Hoymille 3,5mm
5	16	5	II/III	—P—P—	1,3,2,4,5	16 Hoymille 3,5mm
6	19	6	II/III	—P—>—P—	1,3,2,2,4,5	19 Hoymille 3,5mm
7	30	13		°f°f°f°f°f°f°f°	1,3,2,4,2,3,2,4,2,3,2,4,5	30 Monnheim 2,6mm
8	30	11		— — — — — — —	1,2,3,2,4,1,3,2,4,2,5	30 Ducey, tuplapinnat
23	9	3	II/III	— —	1,3,5	
24	12	4	II/III	— —	1,3,4,5	
25	15	5	II/III	— — —	1,3,2,4,5	
26	18	6	II/III	— —>— —	1,3,2,2,4,5	
27	21	7	II/III	— — — —	1,3,2,4,2,3,5	
28	24	8	II/III	— —>—>— —	1,3,2,2,1,2,4,5	
29	27	9	II/III	— — — — —	1,3,2,4,2,3,2,4,5	
30	30	10	II/III	— — —>— —	1,3,2,4,2,1,3,2,4,5	
33	9	3	III/III	— —	1,3,5	
34	12	4	III/III	— —	1,3,4,5	
35	15	5	III/III	— — —	1,3,2,4,5	
36	18	6	III/III	— —>— —	1,3,2,2,4,5	
37	21	7	III/III	— — — —	1,3,2,4,2,3,5	
38	24	8	III/III	— —>—>— —	1,3,2,2,1,2,4,5	
39	27	9	III/III	— — — — —	1,3,2,4,2,3,2,4,5	
40	30	10	III/III	— — —>— —	1,3,2,4,2,1,3,2,4,5	

Kuvio 5. Ladontalinja 1:lla reseptilista (Metsä Wood koulutusmateriaali)

Vaneriaihionippu siirretään ketjukuljettimella esipuristimeen. Nippu pyritään saamaan esipuristimeen mahdollisimman nopeasti, jotta liimaussaumamat eivät ehdi kuivua liikaa. Esipuristusaika on 8 minuuttia ja puristuspaine on 0,5-1 MPa. Esipuristamisella tasataan viilujen kosteuseroja, mahdollistetaan vaneriaihioden syöttäminen yksitellen kuumapuristimeen sekä nostetaan vaneriaihioden varastointiaika 10 minuuttista yhteen tuntiin. (Koponen 2002, 69-71)

Esipuristimesta vaneriaihiot menevät kuumapuristimelle. Aihiot siirretään yksitellen täyttöhäkkiin, josta levyt menevät kuumapuristimeen. Vaneriaihioita puristetaan reilun 140 °C lämpötilassa. Puristusaika määräytyy vanerin paksuuden mukaan, ohuimpien levyjen puristusajan ollessa hieman yli 5 minuuttia, Paksuimpia vaneriaihioita pidetään kuumapuristimessa noin 17 minuuttia. Vaneriaihiot poistetaan kuumapuristimesta purkuhissin avulla. Oikeanlaisella liimauksella, ladonnalla ja puristamisella vanerista saadaan ominaisuuksiltaan luja ja kestävä. (Koponen 2002, 69-71; Karhunen 2017)

3.4 Viimeistely

Kuumapuristimelta levyt menevät joko sahalle, kittaukseen tai hiontaan. Jos vanerilevyn pintaa täytyy paikata, vaneri menee kittaukseen. Muussa tapauksessa vaneri menee joko sahalle tai hiontaan. Sahalla reunoista leikataan pois 30-50 mm, joka on ladonnassa työvarana käytettävä mitta. (Koponen 2002, 74; Karhunen 2017)

Hionnassa vanerilevyt syötetään läpi levyn molemmilla puolilla olevien hiomayksiköiden välistä. Hiomalla vanerista saadaan sileitä, tasapaksuja sekä paksuustoleranssit täyttäviä levyjä. Hionnasta vanerit viedään takaisin sahalle paloitettavaksi, jos jo kertaalleen leikatut vanerit eivät ole määrämitassa tai asiakas haluaa vanerinsa määrämittä pienempään mittaan. Kuviossa 6 vanerilevyjä syötetään hiomakoneeseen. (Koponen 2002, 75)



Kuvio 6. Vanerilevyjen syöttö hiomakoneeseen

Ennen pakkausta vanerin laatu on tarkistettava. Pinnan laadun ja mittojen perusteella vanerit joko hyväksytään tai hylätään. Hyväksytyt vanerit menevät pakattavaksi, kun taas hylätyt vanerit menevät joko paikattavaksi tai kierrätykseen. Viimeinen työvaihe on pakkaaminen. Vanerin pakkaamiseen käytetään pakkausmuovia, joka kierretään vanerinipun ympärille. Pakkausten koot ja painot määräytyvät sen mukaan, millä tavalla vaneripakkaus kuljetetaan asiakkaalle. Suolahden tehtaalta vaneri lähtee asiakkaalle maantietä pitkin. (Koponen 2002, 78-79)

4 Kunnossapidon perusteet

4.1 Kunnossapidon määritelmä

SFS (Suomen Standardoimisliitto ry) määrittelee kunnossapidon seuraavasti: *”Kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon.”* (SFS-EN 13306, 2010)

PSK (Prosessiteollisuuden Standardoimiskeskus ry) puolestaan määrittelee kunnossapidon näin: *”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa*

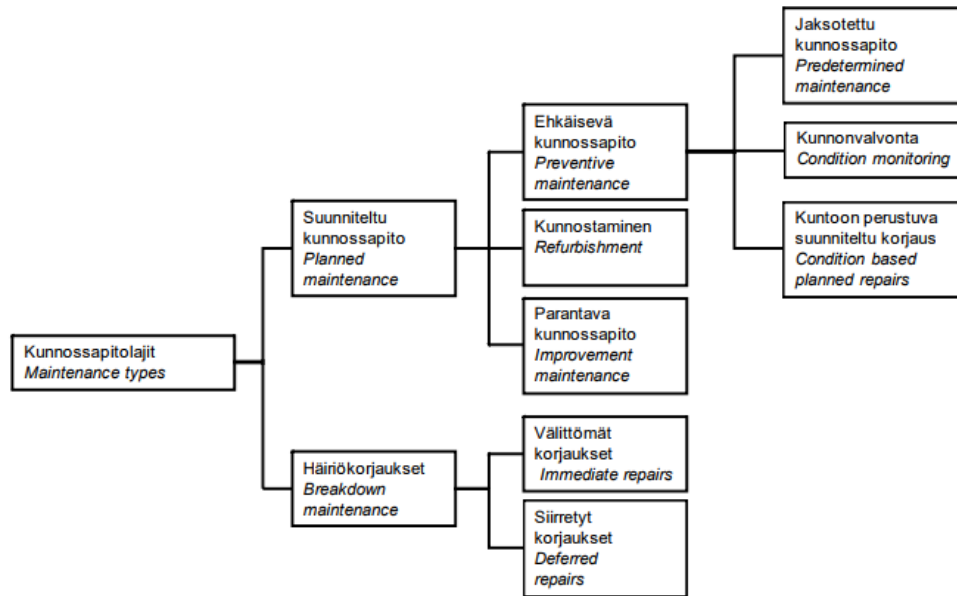
tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.” (PSK 6201:2011)

Kunnossapito on standardien mukaista koneen toimintakunnon ylläpitämistä ja korjaamista. Täydellisen hallinnan saavuttamiseksi, konetta on kuitenkin pystyttävä myös säätämään ja kehittämään, jotta kone pystyy suorittamaan siltä haluttuja toimintoja koko elinjakso ajan. Koneen kokonaisvaltainen kunnossapito koko elinjakson ajan koostuu alla olevista asioista:

- koneen toimintakunnon säilyttäminen
- koneen turvallinen käyttäminen
- koneen kyky valmistaa laadukkaita tuotteita
- koneen elinjakson hallinnan
- vaadittujen tuotanto-olosuhteiden vaaliminen
- koneen kunnostamien alkuperäiseen tai sitä vastaavaan tilaan
- koneen mahdollinen uudistaminen
- koneen suunnitteluheikkouksien poistaminen
- käyttö- ja kunnossapitotaitojen kehittäminen
- koneen toiminnasta kerätyn tiedon analysointi ja prosessointi (Järviö & Lehtiö 2012, 19)

4.2 Kunnossapidon lajit

Kunnossapitolajit jaetaan PSK-standardin mukaan kahteen eri luokkaan, suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin. Suunnitellulla kunnossapidolla tarkoitetaan nimensä mukaisesti jo ennalta päätettyä kunnossapitoa, ennen kuin laitteen toimintakunto on ehtinyt laskea halutun tason alapuolelle. Häiriökorjauksilla tarkoitetaan kunnossapitoa, joka suoritetaan, kun toimintakunto on heikentynyt alle vaaditun tason ja laitteen suorituskyky palautetaan takaisin halutulle tasolle. (PSK 6201:2011, 22-23) Kuviossa 7 kunnossapitolajit jaoteltuna PSK 7501:n mukaan.



Kuvio 7. Kunnossapitolajit PSK 7501:n mukaan (PSK 7501:2010)

4.2.1 Suunniteltu kunnossapito

Suunniteltu kunnossapito jaetaan kunnostamiseen, parantavaan kunnossapitoon ja ehkäisevään kunnossapitoon. Suunnitellun kunnossapidon tehtävistä ehkäisevä kunnossapito on jaettu PSK-standardin mukaan vielä kolmeen alalajiin, jotka ovat jaksotettu kunnossapito, kunnonvalvonta ja kuntoon perustuva suunniteltu korjaus. Jaksotettu kunnossapito on kunnossapitotoimenpiteiden tekemistä tietyn väliajoin, perustuen esimerkiksi laitteen käyttöaikaan tai laitteella tehdyn tuotteen tuotantomäärään. Kunnonvalvonta on havaintojen tai mittauslaitteiden avulla suoritettua, esimerkiksi laitteen toimintakunnon seuraamista ja analysointia. Laitteen analysoinnin perusteella määritellään ajankohta, jolloin kunnossapitotoimenpiteet tehdään. Kuntoon perustuva suunniteltu kunnossapito tarkoittaa nimensä mukaisesti esimerkiksi laitteen kunnon arviointia, jonka perusteella tehdään suunnitelma laitteen toimintakunnon ylläpitämiseksi. (PSK 6201:2011, 22-23)

Kunnostaminen on vikaantuneen tai toimintakuntoaan menettäneen, esimerkiksi laitteen palauttamista toimintakuntoon. Kunnostamistilanteessa laite ei ole enää kiinni tuotantoprosessissa vaan korjaamolla korjattavana. Parantava kunnossapito tarkoittaa laitteen luotettavuuden, kunnossapidettävyyden tai molempien parantamista ilman, että laitteen ominaisuuksia muutetaan. (Mts. 23)

4.2.2 Häiriökorjaukset

Häiriökorjaukset jaetaan välittömiin korjauksiin ja siirrettyihin korjauksiin. Välittömät korjaukset tehdään heti vian ilmetyä. Välittömän korjauksen tarkoituksena on palauttaa laite takaisin haluttuun toimintakuntoon. Esimerkiksi ketjukuljettimen ketjun murtuminen täytyy korjata välittömästi, jotta ladontalinjan syöttölaitteelle voidaan siirtää saumattua viilua. (PSK 6201:2011, 23)

Siirrettyjä korjauksia sananmukaisesti siirretään tehtäväksi toiseen ajankohtaan vian huomaamisesta, mikäli vikaantumisen ei aiheuta tuotannon katkeamista. Vian korjaaminen voidaan suorittaa tässä tapauksessa esimerkiksi seuraavan huoltotauon aikana. Esimerkiksi hihnakuljettimen irtoaminen ei pysäytä ladontalinjan toimintaa, vaan uuden hihnan asentaminen voidaan tehdä seuraavan huoltotauon aikana. (Mts. 23)

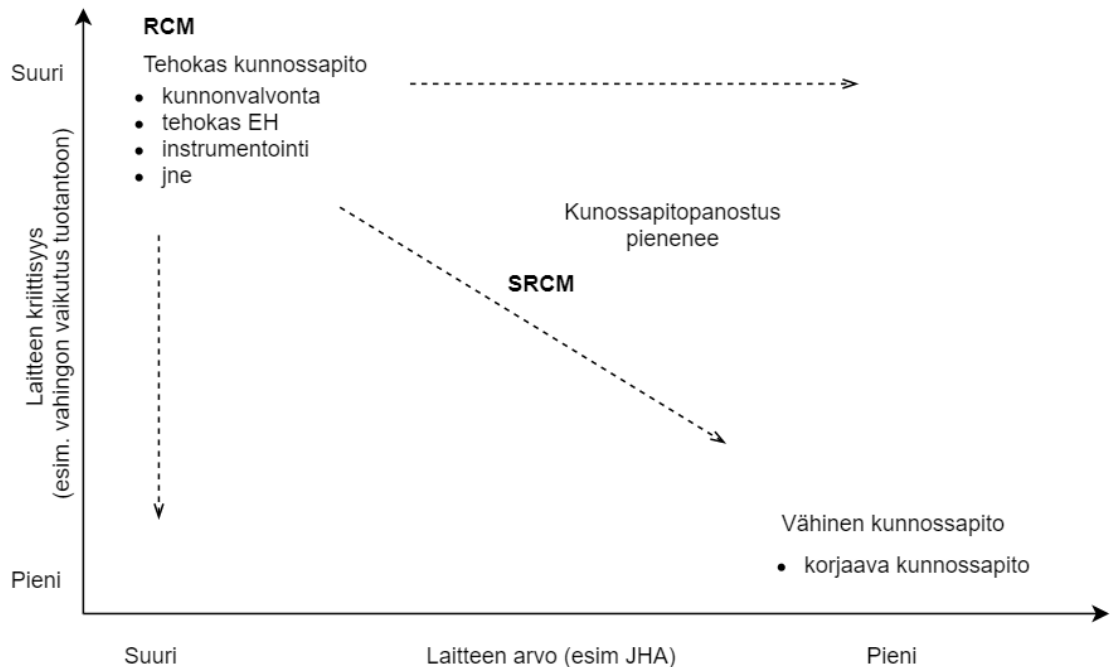
5 Kunnossapitotoimintamallit

5.1 Kunnossapitotoimintamallin valinta

Kunnossapidon toimintamallit voidaan jakaa koko tuotantolaitoksen kattaviin kunnossapitostrategioihin sekä yksittäisille laitteille soveltuviin ennakkohuoltosuunnitelmamenetelmiin. Tunnetuimpia kunnossapitostrategioita ovat Six Sigma, TPM ja Asset Management. Six Sigma on laatujohtannainen kunnossapitostrategia, joka on syntynyt laadunvarmistuksen tarpeisiin konepajateollisuuteen. TPM on osin laatuajattelun perustuva kunnossapitostrategia, jossa tuotantovarmuutta pyritään jatkuvasti kehittämään. Asset Management on kunnossapitostrategia, jossa tuotantoprosessi yritetään optimoida, huomioimalla teknologian kehityksen, ympäristö- ja turvallisuusasiat sekä taloudelliset seikat. (Mikkonen 2009, 70-71)

Laitteen arvo sekä kriittisyys tuotannon kannalta on otettava huomioon, kun valitaan kunnossapitomenetelmää. RCM menetelmällä tehtyä kunnossapitosuunnitelmaa ei ole järkevää tehdä kuin 10 % tuotantoprosessissa käytettävistä laitteista, koska RCM on kallis sekä paljon resursseja vaativa kunnossapitoprojekti. RCM menetelmää kevyempää mallia, SRCM kunnossapitomenetelmää käytetään 30 % laitteista. SRCM toimintamallia käytetään tuotantovälineille, joille riittää nopeammin ja vähäisimmillä

resursseilla tehty kunnossapito-ohjelma. Lopuille tuotantovälineille käytetään toimintaohjeita laitteen vikaantuessa. Kuviossa 8 on malli, jolla kunnossapitomenetelmän valinta voidaan tuotantovälineelle tehdä. (Järviö & Lehtiö 2012, 112)



Kuvio 8. Kunnossapitostrategian valinta (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2011, 86, muokattu)

5.2 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito

RCM (Reliability-Centred Maintenance) tarkoittaa luotettavuuskeskeistä kunnossapitoa. RCM:llä on tarkoitus määrittää, mitä on tehtävä, jotta koneenkäyttäjä voi tehdä haluaamaansa toimintoa tietyssä toimintaympäristössä. Aina koneen vikaantumista ei voida estää, mutta vioista syntyviä seurauksia pystytään rajoittamaan tai jopa kokonaan välttämään. (Järviö ym. 2011, 127)

Alla on listattu seitsemän kysymystä, joihin on saatava vastaukset, kun laitteelle tehdään kunnossapitosuunnitelmaa. Kunnossapitoa eniten tarvitsevat kohteet selviävät vastaamalla neljään ensimmäiseen kysymykseen. Viidennen kysymyksen avulla luokitellaan kunnossapitokohteet. Kuudennen ja seitsemännen kysymyksen avulla on tarkoitus löytää keinot, joilla vikaantumisia pystytään kontrolloimaan mahdollisimman hyvin.

1. Kuinka laite toimii ja mitkä ovat sen toimintakykyvaatimukset laitteen nykyisessä toimintaympäristössä?
2. Millä tavoin laite vikaantuu niin, ettei se pysty toteuttamaan toimintakykyvaatimuksiaan?
3. Mistä syystä laite vikaantuu?
4. Mihin muuhun vikaantumiseen vaikuttaa?
5. Mitkä ovat vikaantumisen seuraukset?
6. Mitä voidaan tehdä vikaantumisen ennaltaehkäisemiseksi?
7. Miten toimitaan, jos vikaantumista ei voida estää? (Moubray, J. 1997, 6-7)

5.2.1 Kunnossapitokohteiden selvittäminen

Ennen kuin voidaan aloittaa tekemään ennakkohuoltosuunnitelmaa, pitää tietää, mitä laitteen omistaja haluaa laitteellaan tehdä. Ensimmäisessä vaiheessa selvitetään laitteen toiminnot ja suorituskykyvaatimukset. Paras tieto laitteen toiminnoista ja suorituskykyvaatimuksista on normaalisti laitteen käyttäjillä, koska he tietävät miten laite toimii ja miten siitä saadaan paras mahdollinen hyöty irti. (Järviö ym. 2011, 127; Moubray 1997, 8)

Toisessa vaiheessa käsitellään laitteen toimintahäiriöitä. Tämä vaihe on kaksiosainen. Ensimmäisessä osassa selvitetään, minkälaisissa tilanteissa laitteen vikaantuminen voi syntyä. Laitteen toimimisen kokonaan pysähtymisen lisäksi, vikaantuminen käsittelee myös vajaatoimintatilanteet. Vajaatoimintatilanteessa laite vielä toimii, mutta se ei pysty toteuttamaan toimintojaan kuten laitteen omistaja siltä haluaa. Vajaatoimintaa kutsutaan myös toimintahäiriöksi. Toisessa osassa selvitetään tilanteet, mitkä voivat johtaa vikaantumiseen. Näiden kahden vaiheen tarkoituksena on löytää erilaiset vikaantumismallit, jotta on mahdollista löytää jokaiselle erilaiselle vikamuodolle paras mahdollinen kunnossapitomenetelmä. (Järviö ym. 2011, 127-128; Moubray 1997, 8-9)

Kolmannessa vaiheessa käydään läpi kaikki laitteessa olleet vikamuodot. Tämän lisäksi kirjataan ylös myös kaikki sellaiset vikamuodot joita ei ole vielä tapahtunut, mutta jotka saattavat tapahtua. Tavanomaisten vikamuotojen, kuten laitteen kuluminen lisäksi, on muistettava ottaa huomioon vikamuodot, jotka syntyvät koneen käyttäjän virheen vaikutuksesta sekä suunnitteluvirheen seurauksena syntyvät vikamuodot. (Järviö ym. 2011, 128; Moubray 1997, 9)

Neljännessä vaiheessa selvitetään jokaisen vikamuodon vaikutus prosessiin. Neljännessä vaiheessa käsitellään ainakin viittä kohtaa, joilla on tarkoitus arvioida vikojen vaikutuksia prosessiin. Aluksi tarkastellaan, miten vikaantumisen havaitaan, jos sitä ylipäättensä pystytään huomaamaan. Seuraavaksi mietitään vian mahdollisia vaikutuksia ympäristöön ja terveyteen. Kolmannessa kohdassa tutkitaan, minkälainen vaikutus vikaantumisella on tuotantoon tai laitteen toimintaan. Neljännessä vaiheessa selvitetään kaikki havaittavissa olevat vahingot, mitä vikaantumisesta seuraa. Viimeisessä vaiheessa mietitään korjaustoimenpiteet, mitä vikaantumisen takia on tehtävä. (Järviö ym. 2011, 128; Moubray 1997, 9-10)

5.2.2 Kunnossapitokohteiden luokittelu

Viidennessä vaiheessa tarkastellaan vikojen seurauksia. Vikojen seuraukset jaetaan neljään kategoriaan:

- piileviin vikoihin
- turvallisuus- ja ympäristövikoihin
- toiminnallisiin vikoihin
- ei toiminnallisiin vikoihin (Moubray 1997, 10-11)

Piilevien vikojen seurauksiksi luetaan sellaiset viat, joissa suoraa vikaa ei ole havaittavissa, mutta se aiheuttaa ketjureaktion, josta seuraa joukko uusia vikaantumisia. Turvallisuusvicioiksi määritellään sellaiset viat, jotka aiheuttavat vaaratilanteita tai tapaturmia, kun taas ympäristövikoja ovat sellaiset viat, jotka aiheuttavat liiallisia päästöjä ja erilaisia haittoja ympäristölle. Toiminnallisissa vioissa vika vaikuttaa tuotantoon, kuten esimerkiksi laatuun. Ei toiminnallisissa vioissa vika vaikuttaa korjauksesta syntyviin välittömiin kustannuksiin. (Mts. 10-11)

5.2.3 Kunnossapitotoimenpiteiden valinta

Viimeiset kaksi kohtaa RCM projektissa sisältävät toimenpiteet, joilla vikaantumisia kontrolloidaan. Toimenpiteet jaetaan kahteen eri kategoriaan; ehkäisevän kunnossapidon tehtäviin sekä korjaus- ja toimintaohjeisiin. Ehkäisevän kunnossapidon tehtävät jaetaan kolmeen eri lajiin, jotka ovat jaksotettu korjaus, jaksotettu uusiminen ja kunnonvalvonta. Ehkäisevän kunnossapidon tehtävien tarkoituksena on estää laitteen joutumista toimintakyvyttömään tilaan. Toisen kategorian, korjaus- ja toiminta-

ohjeita ovat ne toimenpiteet, joita ei pystytä ennakoivalla kunnossapidolla korjaamaan. Tällaiset toimenpiteet suoritetaan silloin, kun laite ei ole enää toimintakunnossa. Erilaisia korjaus- ja toimintaohjeita ovat vian etsintä, korjaava kunnossapito ja uudelleensuunnittelu. (Järviö ym. 2011, 129)

Kunnossapitotehtävät määritellään vioista syntyvien seurausten perusteella. Piilevien vikojen hallintaan käytetään ehkäisevän kunnossapidon tehtäviä, jos niillä pystytään vähentämään uusien vikaantumisten syntymistä siedettävälle tasolle. Mikäli uusien vikaantumisten syntymistä ei pystytä tarpeeksi hyvin torjumaan ehkäisevillä kunnossapitotoimilla, vikaantumisia yritetään hallita vian etsinnällä. Jos vian etsinnälläkään ei päästä haluttuun lopputulokseen, on harkittava kohteen uudelleensuunnittelua. (Moubray 1997, 15)

Turvallisuus- tai ympäristövian hallintaan käytetään ehkäiseviä kunnossapitotehtäviä, jos vikaantuminen pystytään kokonaan välttämään tai alentamaan viasta syntyviä turvallisuus- tai ympäristöseurauksia hyväksytylle tasolle. Mikäli viasta syntyviä turvallisuus- tai ympäristöseurauksia ei pystytä laskemaan hyväksytylle tasolle, laite täytyy uudelleensuunnitella tai prosessia on muutettava. (Mts. 15)

Toiminnallisissa vioissa, vikaantumisen hallintaan käytetään proaktiivisia kunnossapitotoimia vain, jos se on taloudellisesti järkevää tehdä. Jos vikaantumista ei ole taloudellisesti viisasta hallita, kohdetta huolletaan korjaavan kunnossapidon menetelmillä. Mikäli korjaavan kunnossapidon kustannukset ovat liian suuret, kohde on uudelleensuunniteltava. Ei toiminnallisen vian hallinta suoriteta samalla periaatteella kuin toiminnallisen vian. (Mts. 15)

5.3 Virtaviivaistettu luotettavuuskeskeinen kunnossapito

SRCM (Streamlined Reliability Centred Maintenance) tarkoittaa virtaviivaistettua luotettavuuskeskeistä kunnossapitoa. Kuten nimestä voidaan päätellä, SRCM on RCM:n kevennetty malli. SRCM menetelmä on otettu käyttöön, koska RCM projektin on todettu olevan liian kallis ja hidaskäyttöinen vanhoille ja yksinkertaisille laitteille. SRCM projekti koostuu samoista vaiheista RCM projektin kanssa, mutta vaiheiden läpikäyminen tapahtuu suurpiirteisemmin. (Mikkonen 2009, 77-78)

Esimerkiksi erilaisia vikamuotoja tutkiessa, RCM menetelmällä käydään läpi kaikki

mahdolliset vikamuodot, kun taas SRCM mentelmällä erilaiset vikaantumismuodot voidaan määrittellä paljon suppeammin, esimerkiksi vikaistoriatietojen perusteella.

5.4 Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito

TPM (Total Productive Maintenance) tarkoittaa kokonaisvaltaista tuottavaa kunnossapitoa. TPM kokonaisvaltaisesti ylläpitää, kehittää ja huoltaa tuotantoa. TPM projekti kattaa koko yrityksen tuotannossa mukana olevan laitekannan. Alla on kuvattu eurooppalainen TPM kunnossapitoprojektin malli. Kunnossapitoprojekti sisältää neljä vaihetta: suunnittelu-, mittaus-, kunnostus- ja huippukuntovaiheen. (Laine 2010, 40)

5.4.1 Suunnittelu

Suunnitteluvaihe aloitetaan perustamalla ryhmä, johon valitaan pätevät henkilöt sekä varaamalla tarpeeksi resursseja projektiin. Seuraavaksi tehdään kunnossapitosuunnitelma, jossa käsitellään:

- Asiakkaan kanssa toimiminen
- Projektin johtaminen
- Kunnossapitostrategian valitseminen
- Dokumentoinnin varmistaminen
- Informaatiojärjestelmä käyttäminen
- Logistiikan toimiminen
- QEHS- järjestelmän varmistaminen
- Suorituskyvyn mittaaminen ja seuranta
- Toiminnan vakiinnuttaminen
- Kustannuslaskennan tekeminen
- Budjetoinnin määrittäminen
- Raportoinnin tekeminen
- Toimijoiden välinen kommunikointi
- Ulkopuoliset yritykset
- Kunnossapidon resurssit
- Toiminnanohjausjärjestelmän käyttäminen (Järviö & Lehtiö 2012, 114)

5.4.2 Mittaus

Mittausvaiheessa tutkitaan jo olemassa olevaa kunnossapitotietoa vika- ja korjaushistoriatietojen osalta. Vika ja korjaustietojen avulla etsitään 3-5 viallisinta konetta,

jotka tarvitsevat välittömiä, uusia huoltotoimenpiteitä. Vika- ja korjaustietoja tutkiessa, tietojen luotettavuus on hyvä tarkastaa esimerkiksi tutkimalla vanhoja työtilauksia. (Mts. 115)

5.4.3 Kunnostus

Kunnostusvaihe suoritetaan käyttämällä TPM projektille ominaista 5S-menetelmää. 5S-menetelmä alkaa tyhjentämällä työpisteet ylimääräisestä tavarasta. Ylimääräisen tavaran poistamisella, työn tekeminen helpottuu sekä tehostuu. Toisessa työvaiheessa työntekoon tarvittavat työkalut merkitään ja sijoitetaan niille osoitettuihin säilytyspaikkoihin. Säilyttämällä työvälineitä esimerkiksi työkalutaululla, työkalujen katoamiset vähenevät ja jokaiselle työntekijälle on selvää, missä mikäkin työväline on. (Borris 2006, 162-174)

Seuraavassa vaiheessa työpisteet puhdistetaan. Työntekijöille annetaan vastuualueet, joista jokainen työntekijä pitää huolen. Vastuualueiden siisteydestä määritetään kriteerit, jotta työntekijät tietävät mitä heiltä vaaditaan siisteyden ylläpitämiseksi. Neljännessä vaiheessa jokainen tuotantoprosessin työvaihe standardisoidaan. Standardisoinnilla vältytään tilanteilta, joissa työntekijät tekevät samaa työvaihetta eri tavalla. Eri tavoin tehty työvaihe saattaa pahimmassa tapauksessa ilmetä eroavaisuutena lopputuotteissa, joiden pitäisi olla samanlaiset. 5S-ohjelman viimeinen vaihe on saada työntekijät omaksumaan 5S-ohjelman käyttö. Työntekijöiden toimintaa seurataan säännöllisesti, jotta 5S-ohjelman mukaiset standardit säilytetään. (Borris 2006, 174-182)

5S-ohjelman jälkeen kunnostusvaihe jatkuu mittausvaiheessa epäluotettavimmaksi havaitun laitteen tarkastamisella ja kunnostamisella. Aluksi otetaan käsittelyyn vain yksi laite, jotta nähdään, kannattako uusia kunnostustoimenpiteitä tehdä. Mikäli koneen kunnostaminen ei tuota haluttua lopputulosta, muiden koneiden huoltamista ei ole järkevää aloittaa. Mikäli laitteen kunnostaminen onnistuu, koneen huoltosuunnitelma uusitaan ja viedään toiminnanohjausjärjestelmään. Tämän jälkeen otetaan käsittelyyn 3-5 seuraavaksi epäluotettavinta konetta, ja tehdään samat toimenpiteet kuin edellä mainitulle, epäluotettavimmalle laitteelle. Koneiden kunnostamista jatketaan niin kauan, kunnes huolto-ohjelman uudistamisella ei ole enää hyötyä. (Järviö & Lehtiö 2012, 117-118)

5.4.4 Huippukunnon saavuttaminen

TPM projektin viimeinen vaihe on huippukuntovaihe. Huippukuntovaihe aloitetaan optimoimalla kunnossapidon tukijärjestelmät kuten:

- Alihankkijoiden käyttö
- Ostotoiminnat
- Varastointi
- Töiden suunnittelu
- Töiden aikatauluttaminen (Järviö & Lehtiö 2012, 119)

Seuraavaksi pyritään nostamaan laitteiden elinaikana tuottama hyöty mahdollisimman korkealle tasolle. Elinajatuotto saadaan vertaamalla laitteen tuottoa, laitteesta aiheutuviin kustannuksiin. Elinajantuoton maksimoimisen jälkeen laitteiden kunnossapidolle luodaan vaatimukset, joita tavoitellaan. Yksi kunnossapidon vaatimuksista on kunnossapitotarpeen pieneneminen. Kunnossapitotarvetta pystytään pienentämään kunnossapidon suunnittelulla ja epäluotettavien koneenosien uudelleensuunnittelulla. (Mts. 119)

5.5 Tuotanto-omaisuuden hallinta

Asset Management tarkoittaa tuotanto-omaisuuden hallintaa. Kunnossapitostrategian tavoite on lisätä tuotantovälineiden tehokkuutta sekä parantaa tuotantovälineiden käyttöön ja kunnossapitoon liittyvää. (Mikkonen 2009, 86) Kunnossapitoprojektin toteutus voidaan jakaa viiteen eri askeleeseen.

Ensimmäisen askeleen tarkoituksena on pyrkiä siirtymään korjaavasta kunnossapidosta, ennakoivaan kunnossapitoon. Ennakoivaa kunnossapitoa on järkevintä aloittaa tekemään tuotantolaitoksen kriittisimmille koneille. Jos ei tiedetä tuotantolaitoksen kriittisimpiä koneita, prosessin laitteista tehdään laitehierarkia ja määritellään jokaisen laitteen kriittisyys tuotannon kannalta. Laitteiden kriittisyys voidaan luokitella esimerkiksi vika- ja vaikutusanalyysin avulla. Sen jälkeen selvitetään, kuinka laitteet toimivat, missä kunnossa ne ovat sekä kuinka paljon koneenkäyttäjät osallistuvat laitteiden kunnossapitoon. (Järviö ym. 2011, 94-96)

Toisessa askeleessa mietitään, minkälainen huolto-ohjelma laitteille tehdään. Oikeanlaisen huolto-ohjelman tekemiselle kannattaa varata aikaa, jotta kunnossapidon

resurssit voidaan kohdentaa oikein. Taulukossa 1 on esimerkki mallista, jonka perusteella jokaiselle laitteelle huolto-ohjelma voidaan tehdä. Yrityksen kannalta kriittisimmät laitteet asettuvat vasemman yläkulman korkean kriittisyyden 1 tasolle, kun taas yrityksen kannalta merkityksettömimmät laitteet sijoitetaan olemattomalle 5 tasolle. Kun laitteiden kriittisyydet on määritelty ja huolto-ohjelmat jokaiselle laitteelle tehty, alkaa koneiden kunnostaminen ja uusien huolto-ohjelmien käyttöönotto. (Mts. 94-97)

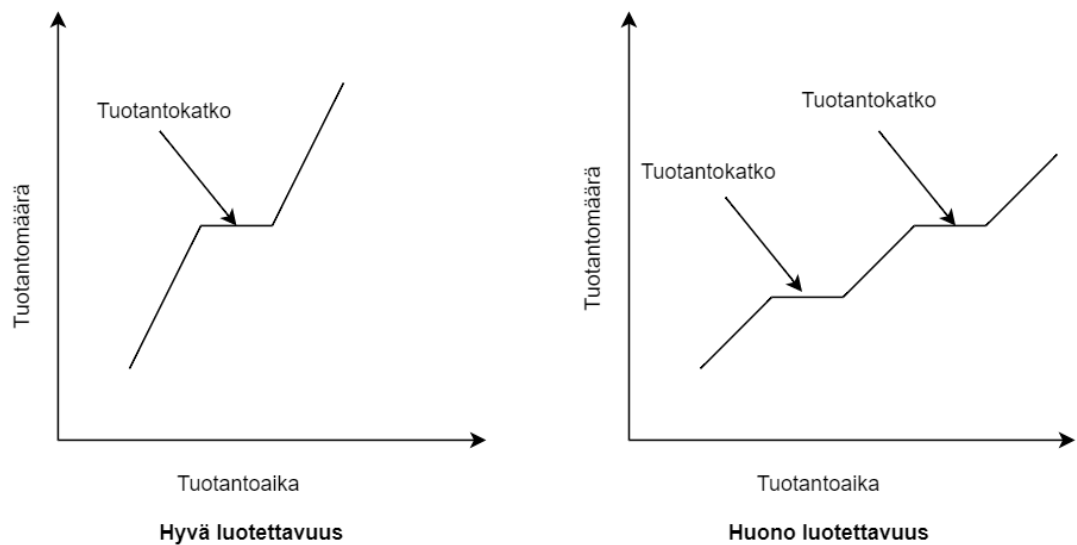
Taulukko 1. Huolto-ohjelman valinta (Järviö ym. 2011, 97, muokattu)

Kriittisyys	Laitteen arvo (JHA)				
	1 Turvallisuus ympäristö	2 yli 100 000 €	3 10 000 - 100 000 €	4 1 000 - 10 000 €	5 alle 1 000 €
Korkea Mikä tahansa seisokki aiheuttaa yli 100 000 € menetykset	<ul style="list-style-type: none"> • Jatkuva seuranta • Kunnonvalvonta • Jäljellä olevan toiminnan arviointi • Huolto • Monitorointi 	<ul style="list-style-type: none"> • Jatkuva seuranta • Kunnonvalvonta • Jäljellä olevan toiminnan arviointi • Huolto 	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnonvalvonta • Tarkastus • Huolto • Jäljellä olevan toiminnan arviointi 	<ul style="list-style-type: none"> • Tarkastus • Huolto • Aikataulutettu vaihto 	<ul style="list-style-type: none"> • Huolto • Tarkastus
Keskitaso Seisokki aiheuttaa 10 000- 100 000 € menetykset	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnonvalvonta • Jäljellä olevan toiminta-ajan arviointi • Huolto 	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnonvalvonta • Jäljellä olevan toiminta-ajan arviointi • Huolto 	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnonvalvonta • Tarkastus • Huolto 	<ul style="list-style-type: none"> • Tarkastus • Huolto 	<ul style="list-style-type: none"> • Huolto • Korjaava kunnossapito
Matala Vaurio aiheuttaa 1 000 - 10 000 € menetykset	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnonvalvonta • Huolto • Tarkastus • Suunnitteulun korjaaminen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnonvalvonta • Huolto • Tarkastus • Suunniteltu korjaaminen 	<ul style="list-style-type: none"> • Huolto • Tarkastus • Kunnonvalvonta 	<ul style="list-style-type: none"> • Huolto • Korjaava kunnossapito 	<ul style="list-style-type: none"> • Käyttö huoltaa • Korjaava kunnossapito
Olematon Vaurio aiheuttaa alle 1 000 € menetykset	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnonvalvonta • Huolto • Tarkastus • Aikataulujen korjaus 	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnonvalvonta • Huolto • Tarkastus • Aikataulujen korjaus 	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnonvalvonta • Huolto • Tarkastus 	<ul style="list-style-type: none"> • Huolto • Korjaava kunnossapito 	<ul style="list-style-type: none"> • Käyttö huoltaa • Korjaava kunnossapito

Kolmannessa askeleessa käyttäjäkunnossapidon rooli koneiden huoltamisessa kasvaa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että koneenkäyttäjät tekevät työtilauksia sekä ohjaavat, hyväksyvät ja osallistuvat itse huoltotoimenpiteisiin. (Mts. 94)

Neljännän askeleen päämäärä on nostaa tuotantolaitoksen jokaisen koneen luotettavuus vähintään 95 %. Päästääkseen 95 % luotettavuuteen, koko tuotantolaitoksen henkilöstöä on koulutettava sekä poistettava laitteista virheet, jotka lisäävät epäluotettavuutta. Tuotantoa hidastavien työvaiheiden löytäminen ja niiden korjaaminen muun tuotannon tasolle, on tärkeää ottaa huomioon luotettavuutta nostessa. (Mts. 95)

Viimeisessä askeleessa mukautetaan tuotantovälineiden tehokkuus vastaamaan yrityksen tilauskantaa. Edellisessä askeleessa nostettua luotettavuutta sekä käytön optimointia havainnollistaa kuvion 9 vasen diagrammi. Tuotantokatkoja ei ole paljon, mutta tuotantomäärät pysyvät korkealla. Ihannetilanteessa tuotantoa voidaan tehdä täydellä kapasiteetilla, luotettavuuden siitä kärsimättä. Heikkoa luotettavuutta kuvaa puolestaan kuvion 9 oikeanpuoleinen diagrammi. Tuotantomäärät eivät pysy tilauskannan vaatimalla tasolla, lukuisten tuotantokatkosten sekä heikon tuotantotehokkuuden takia. (Mts. 98)



Kuvio 9. Hyvän ja huonon luotettavuuden merkitys tuotantomäärään (Järviö ym. 2011, 98, muokattu)

5.6 Six Sigma

Six Sigman ensimmäinen sana "six" tarkoittaa lukua 6. "Sigma" sanalla viitataan kreikkalaiseen merkkiin σ , jota käytetään tilastomatematiikassa havainnollistamaan laatueroja. Six Sigman tarkoitus on minimoida laatueroja tuotteissa, esimerkiksi ja poistamalla virheitä aiheuttavat tuotantoprosessit. Six Sigmassa on kuusi tasoa, josta korkeimmassa, kuudennessa tasossa laatueroja saa olla enintään 0,00034 %, mikä vastaa 3,4 kappaletta laatueroja miljoonassa tuotteessa. (Järviö & Lehtiö 2012, 129)

Keino, jolla Six Sigman ylimmälle tasolle on mahdollista päästä, on toteuttaa projekti käyttämällä DMAIC-menetelmää. DMAIC-projektin ensimmäinen vaihe on määrittely-

vaihe (D=Define), jossa etsitään ja rajataan prosessin mahdolliset ongelmat sekä asetetaan tavoitteet ongelmien poistamiseksi. Mittausvaiheessa (M=Measure), joka on prosessin toinen vaihe, kerätään tietoa mahdollisista prosessin ongelmakohdista. Kolmannessa, analysointivaiheessa (A=Analyze) mittausvaiheessa kerätty tieto analysoidaan, jotta saadaan selville prosessissa olevat ongelmat. Neljännessä vaiheessa, joka on parannusvaihe (I=Improve), prosessin ongelmakohdat poistetaan. Viimeisessä, kontrollointivaiheessa (C=Control) tarkkaillaan prosessissa uudistettujen kohteiden toimintaa. (Mikkonen 2009, 74)

6 Ennakkohuoltosuunnitelman toteutus

6.1 Aloituspalaveri ja ladontalinjoihin tutustuminen

Työ aloitettiin palaverilla, jossa soviittiin ennakkohuoltosuunnitelman kohde. Työn kohteeksi sovittiin havuvaneritehtaan ladontalinjat, koska ladontalinjojen käyntiasteet ovat olleet alhaiset. Ennakkohuoltosuunnitelman avulla voitaisiin mahdollisesti nostaa ladontalinjojen käyntiastetta, koska ladontalinjoilla ei ole varsinaista ennakkohuoltosuunnitelmaa. Toimeksiantajan toiveena oli, että kunnossapitosuunnitelma painottuisi pääasiassa koneenkäyttäjien tehtäväksi. Palaverissa myös rajattiin asiat, mitkä opinnätetyöhön sisältyivät. Työstä rajattiin pois huonosta viulun laadusta syntyvät ladontalinjojen pysäytykset, koska viilusta johtuvat pysäytykset eivät johdu ladontalinjoista vaan huonolaatuisesta viilusta. Palaverissa sovittiin tehtäväksi ennakkohuoltosuunnitelman ohessa ladontalinjojen käytettävyyden parantamiseksi lista kehitysehdotuksista.

Seuraavaksi tutustuttiin opinnäyttyön kohteena oleviin ladontalinjoihin.

Periaatteiltaan ladontalinjat ovat samanlaisia. Molempien ladontalinjojen tarkoituksena on tuottaa vaneriaihioita viiluista, levittämällä liima viulun pinnalle sekä kuljettaen viilut oikeassa järjestyksessä ladonta-asemalle.

Liima tulee ladontalinjoille liimakeittiöstä, josta se pumpataan ladontalinjojen yhteydessä oleviin päiväsiiliöihin. Päiväsiiliöstä liima syötetään sankosuodattimen läpi, jonka tehtävä on suodattaa isoimmat roskat pois liimasta. Sankosuodattimesta liima pumpataan sukkasuodattimeen, jossa liimasta puhdistetaan viimeisetkin

epäpuhtaudet. Sukkasuodattimelta liima menee liimoittimeen, jossa levitinpäät levittävät liimaverhon, jonka läpi viilut ajetaan. Kuviossa 10 näkyy, kuinka liimoittimen levitinpäät levittivät liimaverhon, josta viilut ajetaan.



Kuvio 10. Levitinpäiden muodostama liimaverho

Viiluniput tuodaan syöttöasemille, joista viiluja nostellaan yksitellen paineilman avulla hihnakuljettimille. Hihnakuljettimet vievät viilut liimauskuljettimelle, josta logiikan avulla viilut kuljetetaan oikeassa järjestyksessä liimaverhon läpi. Liimauksen jälkeen viilut viedään hihnakuljettimien avulla ladonta-asemalle, jossa latoja latovat viilut vasteeseen kiinni.

Viilujärjestys määräytyy ladottavan vaneripaksuuden mukaan. Perussääntö on, että viiluja ladotaan syysuuntaan nähden vuorotellen, pitkittäin ja poikittain, pintaviilujen ollessa aina syysuunnassa pitkittäisiä. Eri vaneripaksuuksien viilujärjestyksiä voi tarkastella kuviosta 5. Merkittävin ero ladontalinjoilla on viilua syöttävien syöttöasemien määrässä. 1-ladontalinjalla on viisi syöttöasemaa, kun 2-ladontalinjalla on kolme syöttöasemaa.

Ladontalinjoihin tutustumisen jälkeen päätettiin, minkälaisella kunnossapitotoimintamallilla ennakkohuoltosuunnitelma toteutetaan. Heti alussa oli selvää, että ennakkohuoltosuunnitelman toteutus tehdään joko RCM tai SRCM menetelmällä, koska työn aiheena oli tehdä ennakkohuoltosuunnitelma ladontalinjoille, eikä esimerkiksi suunnitella kunnossapitoa koko havuvaneritehtaan

tuotanolaitteille. Lopulta päädyttiin käyttämään SRCM menetelmää. SRCM menetelmää päädyttiin käyttämään, koska ladontalinjat ovat rakenteeltaan vanhoja ja toiminnaltaan melko yksinkertaisia. Myös käytettävissä olleiden resurssien takia katsottiin viisaimmaksi käyttää SRCM menetelmää.

6.2 Työn toteutus soveltaen SRCM-menetelmää

Työn toteutus aloitettiin pitämällä palaveri kunnossapitopäällikön kanssa. Palaverissa kartoitettiin ladontalinjojen nykyisten huolto-ohjeiden tila. Ladontalinjoille on toiminnanohjausjärjestelmässä joitain huolto-ohjeita, mutta varsinaista ennakkohuoltosuunnitelmaa ei ladontalinjoille ole. Laitevalmistajien huolto-ohjeitakaan ei ollut saatavilla, koska ladontalinjat ovat olleet käytössä niin kauan.

Seuraavaksi perehdyttiin ladontalinjojen toimintatapoihin. Toimintatapoihin perehtymällä haluttiin selvittää ajankohdat, jolloin laitteiden pysäytyksiä vaativia kunnossapitotehtäviä voitaisiin tehdä, muuttamatta ladontalinjojen käyttöaikaa. Ladontalinjat tekevät tuotantoa 6 päivää viikossa. Tuotanto aloitetaan maanantaiaamuna ja koneet pysäytetään sunnuntiaamuna. Joka vuoron puolesta välissä pidetään noin 20 minuutin pituinen huoltotauko. Kunnossapitohenkilöstö käy molemmilla ladontalinjoilla joka toinen viikko tekemässä viikkohuoltoa sekä mahdollisia muita huoltotoimenpiteitä. Aikaa viikkohuollon tekemiseen on varattu 8 tuntia.

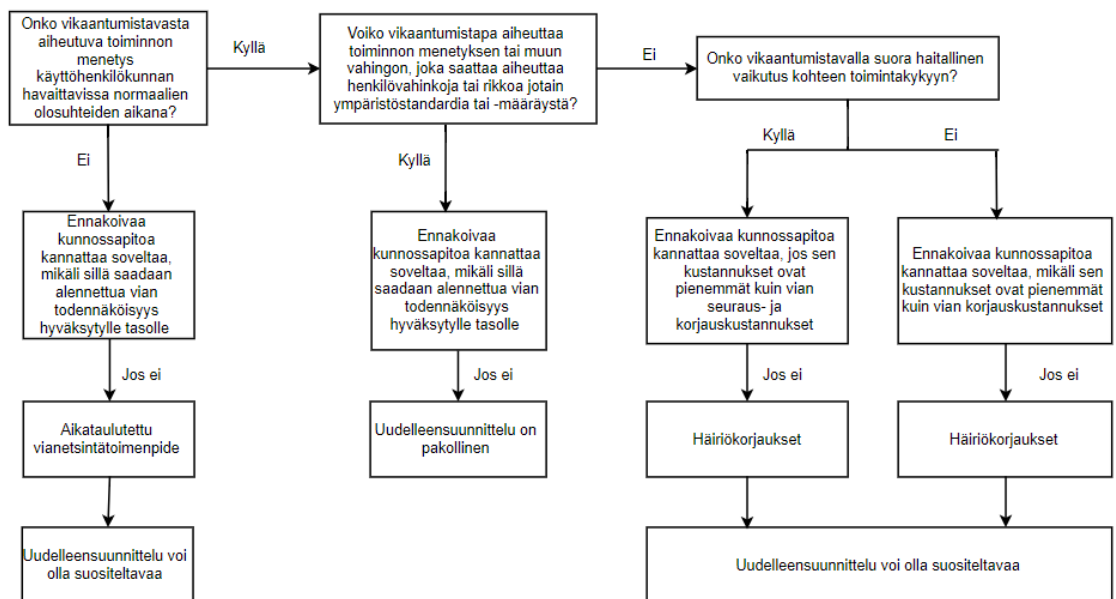
Vikamuotojen selvittäminen aloitettiin tutkimalla toiminnanohjausjärjestelmiä. Toiminnanohjausjärjestelmien tutkiminen painottui pääasiassa Arrown vikahistoriatietojen tarkasteluun. Arrow on toiminnanohjausjärjestelmä, johon koneenkäyttäjät ilmoittavat kaikkien linjapysäytysten syyt. Ilmoituksista huomioitiin vain ladontalinjojen häiriökorjauksista syntyneet pysäytykset. Häiriökorjausilmoitukset kirjattiin Excel-taulukkoon, johon kerättiin tiedot linjapysäytyksen kestosta, päivämäärästä, vian syystä ja vikaantumiskohteesta.

Ongelmaksi vikahistoriatietoja tutkiessa muodostui ilmoitusten puutteelliset tiedot osassa häiriöilmoituksia. Myös osaa linjapysäytyksistä ei ollut kuitattu ollenkaan toiminnanohjausjärjestelmään, jonka vuoksi häiriökorjauksia oli todennäköisesti enemmän kuin mitä oli ilmoitettu. Mahdollisia muita vikamuotoja tutkittiin myös SAP- ja

HSE-toiminnanohjausjärjestelmistä, jonne koneenkäyttäjät tekevät kunnossapitopyyntöjä. Kunnossapitopyyntöjä ei kuitenkaan toiminnanohjausjärjestelmissä ollut kuin muutama, koska koneenkäyttäjät tekevät kunnossapitopyynnot suoraan työnhajdolle tai kunnossapidon henkilölle.

Toiminnanohjausjärjestelmien tutkimisen jälkeen haastateltiin koneenkäyttäjii. Haastatteluilla haluttiin selvittää koneenkäyttäjien näkemys siitä, mitkä laitteet ovat heidän mielestään kriittisimpiä tuotannon kannalta.

Vikahistorian ja tuotannontyöntekijöiden saamien vikatietojen perusteella potentiaaliset vikamuodot vietiin kuviossa 11 olevaan päätöksentekokaavioon, jonka perusteella ennakkohuoltosuunnitelma luotiin. Vikamuotojen analysointi päätöksentekokaaviota käyttäen toteutettiin yhdessä kunnossapidon asiantuntijoiden kanssa. Päätöksentekokaaviota hieman muutettiin, jotta se soveltuisi paremmin ladontalinjojen ennakkohuoltosuunnitelmaan tulevien toimenpiteiden valitsemista varten.



Kuvio 11. Ennakkohuoltosuunnitelman päätöksentekokaavio (Järviö & Lehtiö 2012, 168, muokattu)

Päätöksentekokaavioon viedyistä vikamuodoista eriteltiin ne toimenpiteet, jotka katsottiin soveltuvan suoritettavaksi ennakoivalla kunnossapidolla. Ennakoivan kunnoss-

sapidon tehtävät jaettiin tuotannon tai huoltokatkojen aikana tehtäviin huolto-ohjeisiin. Jokaiselle ennakkohuoltosuunnitelmaan luodulle kunnossapitotoimenpiteelle määriteltiin huoltovälit.

6.3 Ennakkohuoltosuunnitelma

Työn tuloksena luotiin molemmille ladontalinjoille oma ennakkohuoltosuunnitelma. Ennakkohuoltosuunnitelmasta selviää huollon tekijä, kohde ja intervalli. Kunnossapitotehtäviä oli tuotannon käynnissä olevia kunnonvalvontatehtäviä sekä huoltotaukojen aikana suoritettavia ehkäisevän kunnossapidon tehtäviä. Tuotannon käynnissä olevaa kunnossapitoa suunniteltiin tehtäväksi jokaisen aamuvuoron alussa suoritettavana ja neljän tunnin välein tehtävänä liimauslaitteiston kunnonvalvontana. Ladontalinjojen pysäytyksen vaativaa kunnossapitoa suunniteltiin tehtäväksi:

- Maanantain aloituksessa
- Sunnuntain lopetuksessa
- Joka vuoron puolella välissä
- Viikkohuollossa, joka toinen viikko

Ennakkohuolto suunniteltiin toteutettavaksi lähinnä koneenkäyttäjille, koska huoltotyöt koettiin soveltuviksi tehdä tuotannon työntekijöillä. AJV-Group Oy:n tekemät huoltotyöt pidettiin lähes ennallaan, koska huoltotyöt koettiin toimiviksi. Osa AJV-Group Oy:n tekemistä huolto-ohjeista siirrettiin koneenkäyttäjille, koska he tekevät kyseisiä huoltotehtäviä nykyäänkin, vaikka huoltotyöt oli merkattu AJV-Group Oy:n tehtäväksi.

Kunnossapitosuunnitelma määriteltiin sen mukaan, kuinka paljon yrityksellä on aikaa ja resursseja suorittaa kunnossapitotoimia ladontalinjoille. Kunnossapitosuunnitelma pohjautuu surilta osin vikahistoriatietojen analysoinnin perusteella löydettyihin huolto-ohjeisiin. Osa ennakkohuoltosuunnitelmaan tulleista toimenpiteistä määriteltiin koneenkäyttäjien päivittäin suorittamista huoltoimenpiteistä. Näitä toimenpiteitä ei haluttu muuttaa, koska ne on koettu toimiviksi.

Liitteessä 1 on ennakkohuoltosuunnitelma ladontalinja 1:lle ja liitteessä 2 ennakkohuoltosuunnitelma ladontalinja 2:lle.

7 Ladontalinjojen kehittämiskohteet

Ladontalinjojen ennakkohuoltosuunnitelman yhteydessä tehtiin tutkimus koskien ladontalinjojen mahdollista kehittämistä. Tutkimus toteutettiin haastattelemalla ladontalinjoilla päivittäin työskenteleviä henkilöitä sekä kirjaamalla muistiin työn aikana esiin nousseita havaintoja. Kunnossapitotoiminnan kehittämistä koskevat ehdotukset ovat tarkoitettu toteutettavaksi molemmilla ladontalinjoilla.

7.1 Ladontalinja 1

2- ja 5-syöttölaitteiden imupuhaltimien säätömahdollisuus ohjauspulpetille. Syöttölaitteiden säätö ohjauspulpetille mahdollistaisi ladontalinjan nopeamman käynnistämisen tilanteissa, joissa syöttölaite ei jaksaa nostaa viilua tai syöttölaite nostaa useita viiluja yhdellä kertaa hihnakuuljettimelle. Tällä hetkellä syöttölaitteiden imujen säätö suoritetaan syöttölaitteissa olevin vipujen avulla.

3- ja 4- syöttölaitteiden (saumatun syöttölokerot) mahdollisuus kytkeä pois päältä ohjauspulpetilta. Saumatun viilun laatua vaihtaessa, syöttölaitteita ei voi kytkeä pois päältä. Tuotantoa voitaisiin nopeuttaa, jos saumatun syöttölaitteet voitaisiin kytkeä pois päältä, kun viilun laatu vaihtuu.

Uusien turvalaitteiden myötä vanhojen turvalaitteiden, kuten porttien ja varvasrajojen tarpeellisuuden selvittäminen. Esimerkiksi 3- ja 4-lokeroiden alla, lattiatasolla oleva turvaportti on hyödytön uusien turvalaitteiden myötä. Porttien ja varvasrajojen poistamisella voitaisiin nostaa käyntiastetta, koska silloin ei tarvitsisi pysäyttää ladontalinjaa, kun varvasraja laukeaa. Varvasrajoja poistaessa on hyvä kuitenkin varmistaa, ettei alueelle missä raja poistetaan, ole mahdollista päästä.

Ohjauspulpetille sijaintitietoilmoitus syöttölaitteilla olevien turvarajojen laukeamisista. Uusien turvarajojen lauetessa ei ole selvää, missä turvaraja on lauennut. Tällä hetkellä linjan pysähtyessä turvarajan laukeamisen takia, suurin osa ajasta menee

lauenneen turvarajan etsimiseen. Turvarajoista syntyviä tuotantokatkoajkoja pystyttäisiin huomattavasti lyhentää, jos ohjauspulpetille saataisiin sijaintitietoilmoitus lauennesta turvalaitteesta.

Ladonta-aseman polkimien vaihto. Ladonta-aseman polkimia vaihdetaan niin, että pehmeässä ladontapäässä pystyy vanerinippua laskemaan ja nostamaan. Kovassa päässä olisi puolestaan poljin yläpintojen tiputtamista varten. Tällä muutoksella pystyttäisiin helpottamaan ladonta-aseman työskentelyä.

Ladonta-aseman automaatiolaitteiden päivittäminen. Tilanteissa, joissa vaneriaihionippua ollaan siirtämässä esipuristimelle, ja joudutaan käyttämään automaattia manuaaliasennossa, nippua ei voida enää siirtää automaattilla esipuristimelle. Vaneriaihionipun siirtämisessä nopeutuisi huomattavasti, jos nipun pystyisi siirtämään automaattilla esipuristimelle joka tilanteessa.

7.2 Ladontalinja 2

Ladonta-aseman ja ohjauspulpetin hydrauliiikan erottaminen toisistaan. Häiriötilanteissa, joissa hydrauliiikka kytkeytyy pois päältä, vanerinaihionippua ei pystytä laskemaan alas. Hydrauliiikan erottamisella estettäisiin liiman kuivuminen tilanteissa, joissa ladonta-asemalla olevaa vaneriaihionippua pitäisi siirtää esipuristimeen, hydrauliiikan ollessa pois päältä ohjauspulpetilla.

7.3 Kunnossapitotoiminnan kehittäminen

Koneenkäyttäjille koulutusta toiminnanohjausjärjestelmien käyttöön. Ennakkohuoltosuunnitelman tekemisen yhteydessä huomattiin puutteita toiminnanohjausjärjestelmää kirjattavien tuotantokatkosten merkitsemisessä. Uusille työntekijöille voitaisiin antaa tarkempaa ohjeistusta esimerkiksi työhön perehdyttämisen yhteydessä. Vanhoille työntekijöille toiminnanohjausjärjestelmien käyttöä tukevaa koulutusta voitaisiin antaa esimerkiksi ladontahenkilökunnalle pidettävissä koulutustilaisuuksissa.

Toiminnanohjausjärjestelmän käytön aktivointi. Toiminnanohjausjärjestelmään luodaan tila, jossa niin koneenkäyttäjät kuin kunnossapidon työntekijät pystyvät seuraamaan ja kirjaamaan kunnossapitotöitä. Järjestelmä helpottaisi huomattavasti koneenkäyttäjien toimintaa, esimerkiksi vian syyn paikantamisessa ja vian vakavuuden määrittämisessä.

Kirjalliset ohjeet tuotannon aloittamista ja lopettamista varten. Aina koneenkäyttäjät eivät ole varmoja, kuinka tuotannon aloittaminen tai lopettaminen tehdään. Tällaisia tilanteita syntyy esimerkiksi kesätyöntekijöiden työskennellessä itsenäisesti ensimmäisiä kertoja. Kirjallisilla ohjeilla vältettäisiin tilanteet, joissa esimerkiksi tuotannon käynnistäminen viivästyy, koska työntekijät eivät ole täysin varmoja, kuinka liimauslaitteisto käynnistetään.

Ohjeet koskien syöttölaitteiden automaatiolaitteiden toimintaa. Syöttöasemat ovat hyvin pitkälle automatisoitu, jonka seurauksena ladontalinjoilla on paljon automaatiolaitteita. Automaatiolaitteista olisi järkevää luoda esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmään ohjeet automaatiolaitteiden sijainneista, merkityksestä ja toimintavasta. Ohjeilla vältettäisiin tilanteilta, joissa koneenkäyttäjä ei ongelmantilanteissa tiedä tarkalleen automaatiolaitteen sijaintia tai toimintaperiaatetta.

8 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyön aiheena oli tehdä ennakkohuoltosuunnitelma kahdelle havuvanerin valmistuksessa käytettävälle ladontalinjalle. Ennakkohuoltosuunnitelman tavoitteena oli nostaa ladontalinjojen käyntiastetta. Huolto-ohjelmasta luotiin pääasiassa koneenkäyttäjien tehtäväksi soveltuva kokonaisuus, mutta kunnossapitotehtäviä on myös kunnossapidon henkilöstölle ja AJV-Group Oy:lle. Kunnossapitotehtävät onnistuttiin sijoittamaan niin, että ylimääräisiä tuotantokatkoja uuden ennakkohuoltosuunnitelman toteuttamisesta ei syntynyt.

Alkuperäinen suunnitelma oli käyttää ennakkohuoltosuunnitelman toteutuksessa RCM menetelmää. Lopulta päädyttiin käyttämään RCM:n kevennettyä mallia, SRCM menetelmää. Kunnossapitomenetelmän vaihtaminen SRCM menetelmään osoittautui lopulta järkeväksi ratkaisuksi. Ladontalinjojen kaltaisille vanhoille ja yksinkertai-

sille laitteille ei olisi ollut järkevää tehdä ennakkohuoltosuunnitelmaa hitaalla ja ras-
kaalla RCM kunnossapitomenetelmällä. Jälkeenpäin arvioidessa kunnossapitomene-
telmän valintaa kuvion 8 mukaisesti, SRCM menetelmän käyttäminen oli myös siltä
kannalta oikea ratkaisu.

Työn aikana suurimmat haasteet liittyivät tuotantokatkojen syiden tutkimiseen toi-
minnanohjausjärjestelmästä. Haasteelliseksi tutkimisen teki se, että osaa linjapysäy-
tyksistä ei ollut kuitattu ollenkaan tai tiedot tuotantokatkojen seurauksista olivat
puutteellisia. Täsmällisemmin ja tarkemmin merkatut tuotantokatkojen syyt olisivat
parantaneet ennakkohuoltosuunnitelman luotettavuutta. Tärkeitä huoltotoimenpi-
teitä saattoi jäädä ennakkohuoltosuunnitelman ulkopuolelle, koska kaikkia tuotanto-
katkojen syitä ei ollut merkattu toiminnanohjausjärjestelmään.

Kunnossapitotoiminnan kehitysehdotuksilla, toiminnanohjausjärjestelmän käytön ak-
tiivoinnilla ja kouluttamisella, pystyttäisiin vaikuttamaan esimerkiksi tuotantokatkojen
syiden merkitsemisiin toiminnanohjausjärjestelmään. Luotua ennakkohuoltosuunni-
telmaa voitaisiin tulevaisuudessa mahdollisesti päivittää, kun edellä mainitut kunnos-
sapitotoiminnan kehitysehdotukset on saatu toteutettua.

Molemmille ladontalinjoille saatiin kehitysideoita ladontalinjojen käytettävyyden pa-
rantamiseksi. 1-ladontalinjalle löydettiin monia erilaisia toimenpiteitä, joilla käytettä-
vyyttä pystyttäisiin parantamaan, kun taas 2-ladontalinjalle ei lopulta löytynyt kovin-
kaan montaa kehitysideaa. Syynä kehitysideoiden jakaantumiseen voimakkaasti 1-
ladontalinja puolelle johtui luultavasti 1-ladontalinjan vanhemmasta laiteraken-
teesta. Osa 1-ladontalinjan kehitysideoista perustuikin 2-ladontalinjalla toimiviksi to-
dettuihin ratkaisuihin.

Ennakkohuoltosuunnitelmasta luotiin omasta mielestäni hyvä perusta, jolla jo sellai-
senaan pystytään vaikuttamaan ladontalinjojen vikaantumisiin. Kehitysehdotukset
toteuttamalla ja tulevaisuudessa ennakkohuoltosuunnitelmaa päivittämällä, saadaan
parannettua ladontalinjojen käytettävyyttä ja vähennettyä entisestään laitteen vi-
kaantumisista johtuvien tuotantokatkojen syntyä. Näillä toimenpiteillä uskon olevan
positiivinen vaikutus työn tavoitteen saavuttamiseen, ladontalinjojen käyntiasteen
nostamiseen.

Lähteet

Borris, S. 2006. Total Productive Maintenance. New York: McGraw-Hill.

Järviö, J. & Lehtiö T. 2012. Kunnossapito, tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. uud. p. Helsinki KP-Media Oy.

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T., Åström, T. 2011. Kunnossapito. 4. painoksen lisäpainos. Helsinki KP-Media Oy.

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä: Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Karhunen, J. 2017. Tuotannon työntekijä. Metsä Wood Suolahti. Haastattelu 7.9.2017.

Koponen, H. 2002. Puulevytuotanto. 2. painos. Helsinki Edita Prima Oy.

Laine, H. 2010. Kunnossapito. 4. painos. Helsinki KP-Media Oy.

Metsä Wood Spruce havuvaneri, N.d. Viitattu 21.9.2017.

<http://www.metsawood.com/fi/tuotteet/vanerit/spruce-havuvaneri/Pages/Spruce-havuvaneri.aspx#>

Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. 1.painos. Helsinki KP-Media Oy.

Moubray, J. 1997. Reliability-centred Maintenance. 2 ed. New York: Industrial Press.

PSK 6201. 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. PSK Standardisointiyhdistys ry. Viitattu 10.9.2017.

PSK 7501. 2010. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. PSK Standardisointiyhdistys ry. Viitattu 10.9.2017.

SFS-EN 13306. 2010. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. 2.p. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Viitattu 11.9.2017. SFS Online.

Suolahden vaneritehtaan esittelymateriaali 2016. Viitattu 25.9.2017

Suolahden vaneritehtaan esittelymateriaali 2014. Viitattu 25.9.2017

Vanerikäsikirja.pdf, N.d. Viitattu 21.9.2017.

<http://www.metsawood.com/global/Tools/MaterialArchive/MaterialArchive/Vanerikäsikirja.pdf>

Veneer drying, N.d. Viitattu 18.9.2017. <http://www.raute.fi/fi/veneer-drying>

Liitteet

Liite 1. 1-Ladontalinjan ennakkohuoltosuunnitelma

Ladonta 1 ennakkohuoltosuunnitelma			
Tarkastuskierros: Kunnonvalvonta	Joka aamuvuoron alussa	Huomioitavaa	
Syöttöasema 1			
Nostolavan toiminta: oikea korkeus eikä pumpppaa	Tuotanto	Vuorottajana aloittava tuotannontyöntekijä suorittaa kunnonvalvonnan ja tekee kunnossapitopyynnön, jos on tarpeellista tehdä. Työ suoritetaan joko välittömästi, vuoron puolessa välissä olevan huoltotauon aikana tai viikkohuollon yhteydessä, riippuen vian laadusta.	
Imulaatikon toiminta: nousee ja laskee oikein, ääni normaali	Tuotanto		
Viilu lähtee hihnakuljettimelle suorassa	Tuotanto		
Syöttöasema 2			
Nostolavan toiminta: oikea korkeus eikä pumpppaa	Tuotanto		
Imulaatikon toiminta: nousee ja laskee oikein, ääni normaali	Tuotanto		
Viilu lähtee hihnakuljettimelle suorassa	Tuotanto		
Syöttöasemat 3 ja 4			
Nippu asemoitu oikein nostolavalle	Tuotanto		
Nostolavan toiminta: oikea korkeus eikä pumpppaa	Tuotanto		
Imulaatikon toiminta: nousee ja laskee oikein, ääni normaali	Tuotanto		
Imukuppien toiminta	Tuotanto		
Viilu pysyy imussa	Tuotanto		
Aisojen paineilmasylinterit nousevat ja laskevat terävästi	Tuotanto		
Viilu menee suorassa iskuvarsille	Tuotanto		
Iskuvarret laskevat viulun keskelle hihnakuljetinta	Tuotanto		
Syöttöasema 5			
Nostolavan toiminta: oikea korkeus eikä pumpppaa	Tuotanto		
Imulaatikon toiminta: nousee ja laskee oikein, ääni normaali	Tuotanto		
Viilu pysyy imussa	Tuotanto		
Viilu kulkeutuu suorassa linjassa hihnakuljettimilla latojille	Tuotanto		
Kuljettimet			
Kuljetinhihnojen kunto	Tuotanto		
Kuljettimien välissä olevien rautojen kunto	Tuotanto		
Liimoitin			
Liimoitinta edeltävien painaimia oikea määrä (4 kpl)	Tuotanto		
Painaimet ovat viulun päällä	Tuotanto		
Ladonta-asema			
Mikrofonit toimii ladonnan ja operaattorin välillä	Tuotanto		
Ladontamatot ovat ehjiä	Tuotanto		
Huoltotauko			
Joka vuoron puolessa välissä			
Liimoitin			
Liimoittimen pesu	Tuotanto	Pestään tarvittaessa useammin	
Liimoittimen jälkeisten hihnojen pesu	Tuotanto		
Kiekkokuljettimen pesu	Tuotanto		
Sukkasuodattimen pesu	Tuotanto	Pestään tarvittaessa useammin	
Sankosuodattimen pesu	Tuotanto	Pestään tarvittaessa useammin	
Syöttöasemat 2, 3 ja 4			
Rähjäkärryjen vaihto	Tuotanto	Vaihdetaan tarvittaessa useammin	
Lattiatasojen puhdistus	Tuotanto		
Turvalaitteet			
Turvalaitteiden puhdistus	Tuotanto	Puhdistetaan tarvittaessa useammin	
Huoltotauko			
Joka viikon aloituksessa			
Syöttöasema 1			
Valosilmien puhdistus	Tuotanto		
Syöttöasema 2			
Valosilmien puhdistus	Tuotanto		
Syöttöasemat 3 ja 4			
Valosilmien puhdistus	Tuotanto		
Imukuppilaitteen imupuhaltimen suodattimen tarkistus	Tuotanto		
Turvaportin tarkistus	Tuotanto		
Syöttöasema 5			
Valosilmien puhdistus	Tuotanto	Eryyisen tarkasti	
Turvaporttien tarkistus (2 kpl)	Tuotanto		
Ladonta-asema			
Ladontavasteen vaihto	Tuotanto	Vaihdetaan tarvittaessa useammin	

Huoltotauko	Joka viikon lopetuksessa	Huomioitavaa
Leijupuhallin		
Leijupuhaltimen suodatinkankaan tarkistus	Tuotanto	
Liimoitin		
Liimoittimen pesu	Tuotanto	
Liimauslaitteiston huuhtelu	Tuotanto	
Liiman ja liimoittimen kunnonvalvonta	4 h välein	Huomioitavaa
Viskositeetin mittaus	Tuotanto	
Lämpötilan mittaus	Tuotanto	
Levitysmäärän mittaus	Tuotanto	
Viikkohuolto	Joka toinen viikko: max 8 h	Huomioitavaa
PI-kytkimien ja PI-jarrujen tarkistus	Tuotanto + kunnossapito	kunnossapidon henkilö johtaa (ohjeistaa ja koordinoi) viikkohuoltoa, jonka ladontatiimi suorittaa
Hammashihnojen tarkistus	Tuotanto + kunnossapito	
Imupuhaltimien tarkistus (5 kpl)	Tuotanto + kunnossapito	
PI-voitelulaitteiden (5 kpl) tarkistus ja täyttäminen	Tuotanto + kunnossapito	
Ketjukuljettimien ketjujen tarkistus ja voitelu	Tuotanto + kunnossapito	
Hydraulikoneikkojen (2 kpl) tarkistus (vuodot, öljymäärä)	Tuotanto + kunnossapito	
Hissien sylinterien (6 kpl) tarkistus	Tuotanto + kunnossapito	
Paineilmaletkujen tarkistus	Tuotanto + kunnossapito	
Imulaatikoiden puhdistus	Tuotanto + kunnossapito	
Moottoreiden (9 kpl) puhdistus	Tuotanto + kunnossapito	
Leijupuhaltimen puhdistus	Tuotanto + kunnossapito	
AJV		
Liimoittimen kiekkokuljettimen ja hihnakuljettimen pesu	1 vko välein	
Liimoittimen alla olevan alueen ja lattiakaivon puhdistus	1 vko välein	
Ennalta sovittujen alueiden puhdistus	1 vko välein	
Linjan purkukuljettimien puhdistus	3 vko välein	
Syöttöhissien rullastojen puhdistus	3 vko välein	
Syötön painintelan puhdistus	1 kk välein	
Ladontavasteiden teko	Tarvittaessa	

Liite 2. 2-Ladontalinjan ennakkohuoltosuunnitelma

Ladonta 2 ennakkohuoltosuunnitelma		
Tarkastuskierros: Kunnonvalvonta	Joka aamuvuoron alussa	Huomioitavaa
Syöttöasema 1		
Nostolavan toiminta: oikea korkeus eikä pumpppaa	Tuotanto	
Imulaatikon toiminta: nousee ja laskee oikein, ääni normaali	Tuotanto	
Viilu lähtee hihnakuljettimelle suorassa	Tuotanto	
Syöttöasema 2		
Nippu asemoitu oikein nostolavalle	Tuotanto	
Nostolavan toiminta: oikea korkeus eikä pumpppaa	Tuotanto	
Imulaatikon toiminta: nousee ja laskee oikein, ääni normaali	Tuotanto	
Imukuppien toiminta	Tuotanto	
Viilu pysyy imussa	Tuotanto	
Aisojen paineilmasylinterit nousevat ja laskevat terävästi	Tuotanto	
Viilu menee suorassa iskuvarsille	Tuotanto	
Iskuvarret laskevat viilun keskelle hihnakuljetinta	Tuotanto	
Syöttöasema 3		
Nostolavan toiminta: oikea korkeus eikä pumpppaa	Tuotanto	
Imulaatikon toiminta: nousee ja laskee oikein, ääni normaali	Tuotanto	
Viilu pysyy imussa	Tuotanto	
Viilu kulkeutuu suorassa linjassa hihnakuljettimilla latojille	Tuotanto	
Kuljettimet		
Kuljetinhihnojen kunto	Tuotanto	
Kuljettimien välissä olevien rautojen kunto	Tuotanto	
Liimoitin		
Liimoitinta edeltävien painaimia oikea määrä 4 kpl	Tuotanto	
Painaimet ovat viilun päällä	Tuotanto	
Ladonta-asema		
Mikrofonit toimii ladonnan ja operaattorin välillä	Tuotanto	
Ladontamatot ovat ehjä	Tuotanto	
Huoltotauko	Joka vuoron puolella välissä	
Liimoitin		
Liimoittimen pesu	Tuotanto	
Liimoittimen jälkeisten hihnojen pesu	Tuotanto	
Kiekkokuljettimen pesu	Tuotanto	
Sukkasuodattimen pesu	Tuotanto	Pestään tarvittaessa useammin
Sankosuodattimen pesu	Tuotanto	Pestään tarvittaessa useammin
Syöttöasemat 1 ja 2		
Rähjäkärryjen vaihto	Tuotanto	Vaihdetaan tarvittaessa useammin
Lattiatasojen puhdistus	Tuotanto	
Turvallitteet		
Turvallitteiden puhdistus	Tuotanto	Puhdistetaan tarvittaessa useammin
Huoltotauko	Joka viikon aloituksessa	Huomioitavaa
Syöttöasema 1		
Valosilmien puhdistus	Tuotanto	
Syöttöasema 2		
Valosilmien puhdistus	Tuotanto	
Imukuppilaitteen imupuhaltimen suodattimen tarkistus	Tuotanto	
Syöttöasema 3		
Valosilmien puhdistus	Tuotanto	
Turvaportin tarkistus	Tuotanto	
Ladonta-asema		
Ladontavasteen vaihto	Tuotanto	Vaihdetaan tarvittaessa useammin
Huoltotauko	Joka viikon lopetuksessa	Huomioitavaa
Leijupuhallin		
Leijupuhaltimen suodatinkankaan tarkistus	Tuotanto	
Liimoitin		
Liimoittimen pesu	Tuotanto	
Liimauslaitteiston huuhtelu	Tuotanto	

Liiman ja liimoittimen kunnonvalvonta	4 h välein	Huomioitavaa
Viskositeetin mittaus	Tuotanto	
Lämpötilan mittaus	Tuotanto	
Levitysmäärän mittaus	Tuotanto	
Viikkohuolto	Joka toinen viikko: max 8 h	Huomioitavaa
PI-kytkimien ja PI-jarrujen tarkistus	Tuotanto + Kunnossapito	kunnossapidon henkilö johtaa (ohjeistaa ja koordinoi) viikkohuoltoa, jonka ladontatiimi suorittaa
Hammashihnojen tarkistus	Tuotanto + Kunnossapito	
Imupuhaltimien tarkistus (4 kpl)	Tuotanto + Kunnossapito	
PI-voitelulaitteiden (2 kpl) tarkistus ja täyttäminen	Tuotanto + Kunnossapito	
Ketjukuljettimien ketjujen tarkistus ja voitelu	Tuotanto + Kunnossapito	
Hydraulikoneikkojen (2 kpl) tarkistus (vuodot, öljymäärä)	Tuotanto + Kunnossapito	
Hissien sylinterien (4 kpl) tarkistus	Tuotanto + Kunnossapito	
Paineilmaletkujen tarkistus	Tuotanto + Kunnossapito	
Imulaatikoiden puhdistus	Tuotanto + Kunnossapito	
Moottoreiden (4 kpl) puhdistus	Tuotanto + Kunnossapito	
Leijupuhaltimen puhdistus	Tuotanto + Kunnossapito	
AJV		
Liimoittimen kiekkokuljettimen ja hihnakuuljettimen pesu	1 vko välein	
Liimoittimen alla olevan alueen ja lattiakaivon puhdistus	1 vko välein	
Ennalta sovittujen alueiden puhdistus	1 vko välein	
Linjan purkukuljettimien puhdistus	3 vko välein	
Syöttöhisien rullastojen puhdistus	3 vko välein	
Syötön painintelan puhdistus	1 kk välein	
Ladontavasteiden teko	Tarvittaessa	