

# Vanerin ladonta- ja puristinlinjan ennakkohuolto-ohjelma

Joonas Silvennoinen

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2014

Paperikoneteknologian koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) Silvennoinen, Joonas	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 26.11.2014
	Sivumäärä 40	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi Vanerin ladonta- ja puristinlinjan ennakkohuolto-ohjelma		
Koulutusohjelma Paperikoneteknologia		
Työn ohjaaja(t) Niininen, Kirsi Kurki, Matti		
Toimeksiantaja(t) Metsä Wood, Suolahden vaneritehtaat		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö tehtiin Metsä Woodin Suolahden vaneritehtaille. Työn tarkoituksena oli luoda ennakkohuolto-ohjelma havuvaneritehtaan ladontalinjalle ja puristinlinjalle. Tavoitteena oli parantaa linjojen käytettävyyttä ja kunnossapidon ennakoitavuutta.</p> <p>Ladontalinjan ennakkohuolto-ohjelman tekemisessä käytettiin kriittisyysanalyysia ja vika- ja vaikutusanalyysia. Kriittisyysanalyysin tarkoituksena oli löytää linjan kriittisimmät laitteet. Analyysissa suurin painoarvo annettiin tuotannonmenetykseen liittyville osatekijöille. Turvallisuus, ympäristö ja laatu- ja kustannusriskit olivat erittäin vähäisiä, joten niille määritettiin pienemmät painoarvot. Kriittisyysanalyysi toteutettiin standardin PSK6800 pohjalta.</p> <p>Vika- ja vaikutusanalyysissa kriittisimmille laitteille etsittiin vikamuotoja ja vian syitä. Siinä pohdittiin myös vian vaikutuksia niin paikallisesti, järjestelmätasolla, kuin myös koko prosessiin. Osana VVA:ta pohdittiin myös vian havaitsemistapoja ja tarvittavia huoltotoimenpiteitä laitteen vikaantuessa. Lopuksi arvioitiin myös keskimääräisiä vikaantumisaikoja ja korjaustoimenpiteiden kestoja.</p> <p>Työn tuloksena syntyi ennakkohuolto-ohjelma ladontalinjalle ja puristinlinjalle. Työn tulokset nähdään vasta tulevaisuudessa, mutta sen toivotaan parantavan linjojen käytettävyyttä ja kunnossapidon ennakoitavuutta.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Kunnossapito, vaneri		
Muut tiedot		



Author(s) Silvennoinen, Joonas	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 26.11.2014
	Pages 40	Language Finnish
		Permission for web publication ( X )
Title Preventive maintenance program for plywood lay-up and pressing line		
Degree Programme Paper Machine Technology		
Tutor(s) Niininen, Kirsi Kurki, Matti		
Assigned by Metsä Wood, Suolahti plywood mills		
Abstract <p>The thesis work was made for Metsä Wood Suolahti plywood mills' spruce mill. The subject was to create a preventive maintenance program for lay-up line and pressing line. The works goal was to improve usability and the amount of preventive maintenance on those lines.</p> <p>Criticality analysis and failure mode and effect analysis were used to create the preventive maintenance program for the lay-up line. The criticality analysis was made to reveal the most critical components of the lay-up line. The parts concerning loss of production were given the highest weight. On the line there weren't any significant risks concerning safety, environment, or quality so those parts were given significantly lower weights. The criticality analysis was based on standard PSK6800.</p> <p>In the failure mode and effects analysis failure modes and causes of failures were searched for the most critical components. Consequences of the failures were also searched. The consequences were divided in three, local, those concerning the system and to those concerning the whole process. Part of the FMEA was also to research ways to detect the failures and needed maintenance when each failure occurs. In the end mean times to failure and repair times were assessed.</p> <p>As the result a preventive maintenance program was created for the lay-up line and the pressing line. The results will be seen in the future but hopefully it will improve usability and makes maintenance more organized on those lines.</p>		
Keywords Maintenance, plywood		
Miscellaneous		

## Sisältö

<b>1 Johdanto</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Metsä Group</b> .....	<b>3</b>
2.1 Metsä Wood .....	4
2.2 Suolahden vaneritehtaat .....	4
<b>3 Havuvanerin valmistus</b> .....	<b>5</b>
3.1 Liimaus- ja ladontalinja.....	7
3.2 Esipuristin .....	7
3.3 Kuumapuristin .....	8
3.4 Vanerin käyttökohteita.....	9
<b>4 Kunnossapito</b> .....	<b>11</b>
4.1 Kunnossapitolajit .....	11
4.1.1 Ehkäisevä kunnossapito.....	11
4.1.2 Korjaava kunnossapito .....	13
4.1.3 Huolto .....	13
4.1.4 Parantava kunnossapito .....	14
4.2 Kunnossapidon taloudellinen merkitys .....	15
<b>5 Vika- ja vaikutusanalyysi</b> .....	<b>16</b>
<b>6 Laitteiden kriittisyysluokittelustandardi PSK6800</b> .....	<b>18</b>
<b>7 Ladontalinjan kriittisyysanalyysi</b> .....	<b>20</b>
<b>8 Vika- ja vaikutusanalyysi</b> .....	<b>22</b>
<b>9 Ladontalinjan ennakkohuolto-ohjelma</b> .....	<b>23</b>
<b>10 Puristinlinjan ennakkohuolto-ohjelma</b> .....	<b>24</b>
<b>11 Yhteenveto ja tulosten tarkastelu</b> .....	<b>25</b>
<b>Lähteet</b> .....	<b>27</b>
<b>Liitteet</b> .....	<b>28</b>
Liite 1. Ladontalinjan kriittisyysanalyysi .....	28
Liite 2. Ladontalinjan vika- ja vaikutusanalyysi.....	32
Liite 3. Ladontalinjan ennakkohuolto-ohjelma.....	35
Liite 4. Puristinlinjan ennakkohuolto-ohjelma.....	37

## Kuviot

Kuvio 1. Metsä Group konsernin rakenne ja omistus .....	3
Kuvio 2. Ilmakuva Suolahden vaneritehtaista .....	4
Kuvio 3. Havuvanerin valmistusprosessi .....	6
Kuvio 4. Esipuristin .....	8
Kuvio 5. Laitetason kriittisyyden tekijät .....	19
Kuvio 6. Kartonkikoneen kriittisyysluokittelu .....	20

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia ennakkohuolto-ohjelma Metsä Woodin Suolahden vaneritehtaiden havuvaneritehtaan ladontalinja 1:lle ja puristinlinja 1:lle. Ennakkohuolto-ohjelman tekemisessä käytettiin apuna kriittisyysanalyysia ja vika- ja vaikutusanalyysia. Linjalla suoritettiin aikaisemminkin ennakkohuoltoa, mutta ei ollut olemassa minkäänlaista ennakkohuolto-ohjelmaa, vaan kunnossapitoasentaja kävi tietyin väliajoin tarkastamassa tarpeelliseksi katsomansa kohteet. Tavoitteena oli löytää kriittisimmät kohteet, jotta rajalliset resurssit pystyttäisiin käyttämään mahdollisimman tehokkaasti ja toisaalta luoda selkeä ennakkohuolto-ohjelma, josta käy ilmi tarkastettavat kohteet ja kunkin kohteen tarkastusväli, jotta tarkastus tehdään samalla tavalla, riippumatta tekijästä. Tehdyt ennakkohuolto-ohjelmat ja voiteluhuolto-ohjeet pystytään myös syöttämään kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmään. Osana opinnäytetyötä oli myös käyttäjäkunnossapidon parantaminen ja heillekin luotiin ennakkohuolto-ohjeet, joissa painotettiin laitteiden tarkkailua ja vioista ilmoittamista eteenpäin.

Havuvaneritehtaan ladontalinja 1 valikoitui kohteeksi, koska se on tuotannon kannalta yksi tärkeimmistä kohteista koko havuvaneritehtaalla. Ladontalinjojen tulisi käydä kolmessa vuorossa kuutena päivänä viikossa, ja ylimääräiset seisokit näkyvät koko tehtaan tuotannossa, koska ladonta on tuotannon ”pullonkaulana” noin puolet ajasta. Ladontalinja 1 vastaa noin 55 % ladonnan kapasiteetista. Puristinlinja ei ole yhtä kriittinen ja sen seisominen ei välttämättä aiheuta pahoja tuotannonmenetyksiä, mutta sillekin haluttiin luoda ennakkohuolto-ohjelma, koska se liittyy läheisesti ladontalinjaan.

## 2 Metsä Group

Metsä Wood on osa metsäteollisuuskonserni Metsä Groupia, joka koostuu viidestä liiketoimintalinjasta. Metsä Tissue keskittyy pehmo- ja ruoanlaittopapereihin, Metsä Board kartonkiin, Metsä Fibre selluun, Metsä Wood puutuotteisiin ja Metsä Forest puunhankintaan ja metsäpalveluihin. (metsagroup.fi)

Metsä Group toimii noin kolmessakymmenessä maassa, sen yhteenlaskettu liikevaihto on 4,9 miljardia euroa ja henkilöstöä sillä on yhteensä noin 11 000. Metsä Groupin emoyhtiö on Metsäliitto Osuuskunta, jonka omistaa noin 123 000 suomalaista metsänomistajaa. (metsagroup.fi)



Kuvio 1. Metsä Group konsernin rakenne ja omistus (metsagroup.fi)

## 2.1 Metsä Wood

Metsä Wood on osa Metsä Group konsernia ja keskittyy puutuotteiden valmistukseen. Se tuottaa vaneria, erilaista sahatavaraa, liimapuupalkkeja ja kerto-viilulaminaattia. Metsä Woodilla on yhteensä 11 tuotantolaitosta Suomessa. Metsä Woodin liikevaihto vuonna 2013 oli 897 miljoonaa ja se työllistää noin 2500 henkilöä. (metsawood.com)

## 2.2 Suolahden vaneritehtaat



**Kuvio 2. Ilmakuva Suolahden vaneritehtaista (Suolahden vaneritehtaiden esittelymateriaali)**

Tehdas perustettiin Suolahteen vuonna 1920 ja se toimi alun perin sahana. Tehtaalla on ollut monia omistajia ja nykyisen se on osa Metsä Woodia. Tehtaalla valmistetaan koivu- ja havuvaneria, jonka lisäksi alueella toimii jalostetehdas, jossa koivuvaneria jatkojalostetaan pinnoittamalla. Henkilöstöä tehtailla on noin 500 ja sen liikevaihto vuonna 2012 oli 105 M€.

Vuonna 2012 koivutehdas tuotti vaneria 49 000 kuutiota ja havutehdas 146 000 kuutiota. Koivutehtaan liikevaihto oli 49M€ ja havutehtaan 56M€. (Suolahden vaneritehtaiden esittelymateriaali)

### 3 Havuvanerin valmistus

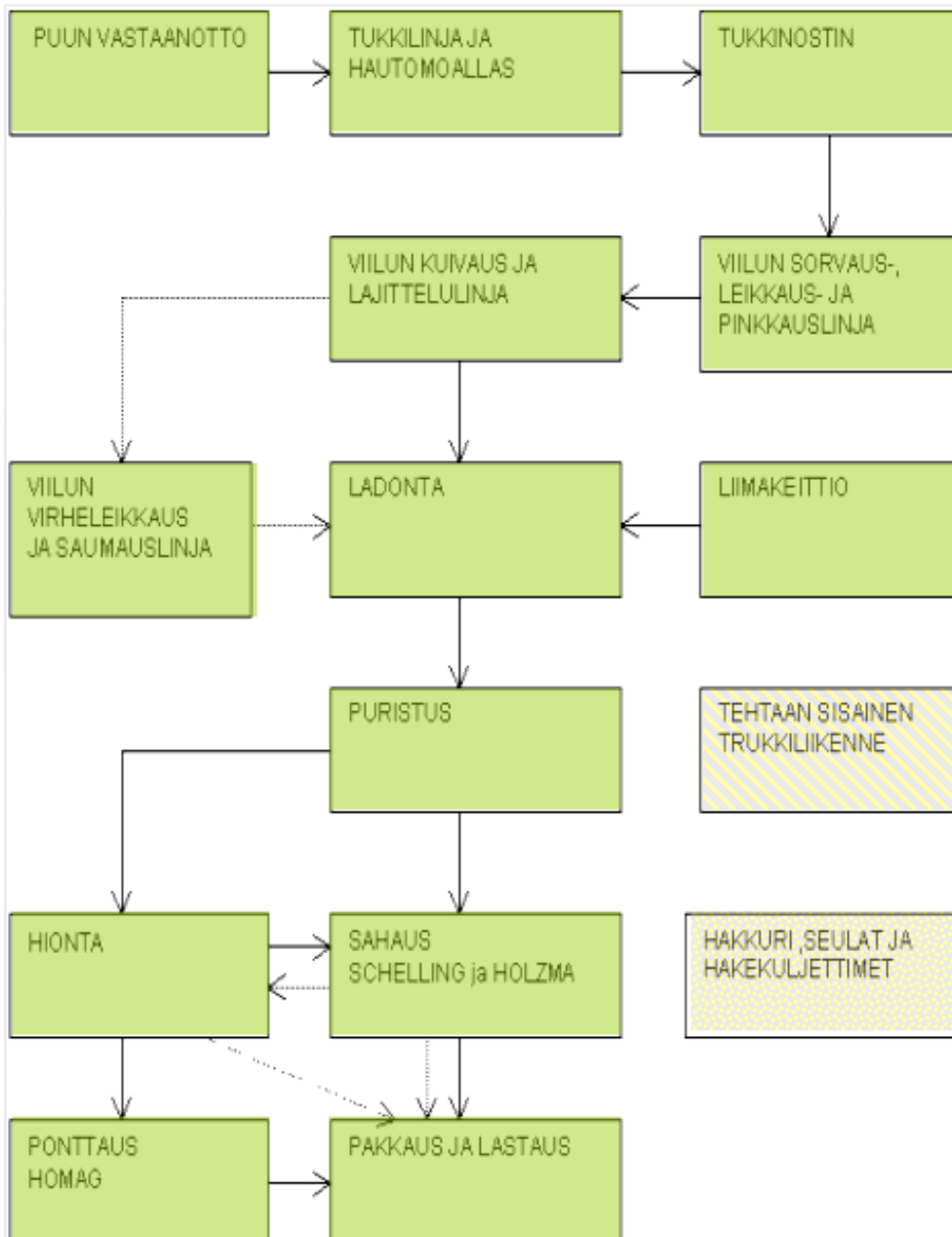
Havuvanerin valmistus alkaa tukkien kuorimisella ja katkaisemisella. Sen jälkeen tukkeja haudutetaan sen jälkeen vähintään vuorokausi 40–60-asteisessa vedessä, koska märkä puuaines on helpompi sorvata ja siitä saatava viilu on parempilaatuista. Haudutuksen jälkeen osa puista katkaistaan uudestaan. Tämän jälkeen puupöllit sorvataan viilusorvissa, jossa puupölliä pyöritetään sorvissa ja samanaikaisesti puun pintaa vasten oleva terä leikkaa puusta ohutta viilumattoa, joka on paksuudeltaan 1,4 – 3,2 mm.

Seuraavaksi viilumatto leikataan arkeiksi ja arkit pinotaan pinkoiksi. Pinkat kuljetetaan kuivauslinjalle, jossa arkeista poistetaan ylimääräinen kosteus. Kuivauksen jälkeen arkit lajitellaan lajittelulinjalla niiden laadun mukaan. Lajittelun jälkeen arkit voidaan tarvittaessa siirtää virheleikkaus- ja saumauslinjalle, jossa niistä poistetaan kelpaamaton osa ja niitä voidaan jatkaa saumaamalla.

Seuraavana vuorossa on ladonta- ja puristinlinjat, joihin tämä opinnäytetyö keskittyy. Ladontalinjalla arkkien pintaan levitetään liima, jonka jälkeen ne ladotaan päällekkäin. Päällekkäisten arkkien syysuunta tulee kohtisuoraan toista vasten lujuusominaisuuksien parantamisen vuoksi. Ylä- ja alapintaan käytetään parhaimmanlaatuisia arkkeja mahdollisimman hyvän ulkonäön vuoksi. Ladonnan jälkeen ladelmat siirretään puristimelle, jossa niitä puristetaan ensin esipuristimella, jotta saadaan lisää aikaa saada ladelmat kuumapuristimelle. Kuumapuristimessa niitä puristetaan kovassa paineessa ja lämpötilassa, jonka ansiosta liima kovettuu lopullisesti.



Puristamisen jälkeen vanerilevyt menevät tarvittaessa kittauslinjalle, jossa mahdolliset vanerilevyjen pintavirheet paikataan. Tämän jälkeen vanerilevyt sahataan ja hiotaan lopulliseen kokoonsa. Osa vanereista päällystetään ja pontataan. Viimeisenä vaiheena on vanerin pakkaaminen ja lastaus. Ohessa kaavio havuvanerin valmistuksen vaiheista.



Kuvio 3. Havuvanerin valmistusprosessi (Suolahden vaneritehtaiden esittelymateriaali)

### 3.1 Liimaus- ja ladontalinja

Liimaus- ja ladontalinjalla kuivattujen viilujen pintaan levitetään liima, jonka jälkeen viilut ladotaan päällekkäin niin, että päällekkäisten viilujen syysuunta tulee kohtisuoraan toisiinsa nähden. Näin vanerille saavutetaan paremmat lujuusominaisuudet. Alimmaista viilua kutsutaan alapintaviiluksi ja ylimmäistä yläpintaviiluksi, nämä viilut ovat parhaimmanlaatuisia ulkonäköominaisuuksien vuoksi.

Linja koostuu hihnakuljettimista, viilunsyöttölaitteista ja liimansyötöstä. Viilunsyöttölaitteet syöttävät viiluja hihnakuljettimille, joita pitkin viilut kulkevat liimansyötön läpi ladontapähän, jossa viilut ladotaan päällekkäin. Valmiit ladelmat siirretään ladontapäästä nostolavan ja rullakuljettimien avulla esipuristimelle. Liimansyötössä liima pumpataan liimasäiliöstä suodattimien kautta suuttimille, jotka muodostavat liimavanan, jonka läpi viilut kulkevat linjalla. Ylimääräinen liima kulkee täryseulan kautta takaisin liimasäiliöön. Käytettävä liima on fenolihartsiliimaa.

### 3.2 Esipuristin

Esipuristin koostuu kuljettimista ja itse esipuristimesta, jossa ladontalinjalta tulevia ladelmia puristetaan kahden tason välissä hydraulisyntereiden avulla. Esipuristuksen tarkoituksena on antaa lisää aikaa saada ladelmat kuumapuristimelle. Ladontalinjalta tulevat ladelmat täytyy saada esipuristukseen 15 minuutin kuluessa siitä, kun pinon liimaus aloitetaan. Esipuristuksen jälkeen ladelmat täytyy saada kuumapuristimelle 45 minuutin kuluessa.



Kuvio 4. Esipuristin

### 3.3 Kuumapuristin

Kuumapuristin koostuu kuljettimista, nostolavoista, syöttölaitteesta, täyttölaitteesta, kuumapuristimesta ja purkauskuljettimesta. Ladelmat syötetään täyttölaitteen väleihin, josta ne siirretään puristimeen, jossa niitä puristetaan joitakin minuutteja, hieman laadusta riippuen. Puristin on 40-välinen, eli sinne mahtuu kerralla neljäkymmentä ladellaa. Puristimen lämpötila on noin 140 astetta ja se puristaa noin 125 baarin paineella. Lämmön ja paineen ansiosta liima kovettuu ja vaneri saa lopulliset lujuusomaisuutensa. Puristetut vanerit siirtyvät puristimelta purkauskuljettimen ja rullakuljettimien kautta linjan loppuun, josta ne jatkavat eteenpäin prosessissa.

### 3.4 Vanerin käyttökohteita

#### Rakentaminen

- vesikaton alusrakenteet
- aluslattialevytykset
- seinien ja kantavien rakenteiden jäykistävät levytykset
- sisäverhoukset
- parvekelattiat
- telinetasot
- betonimuotit
- työmaa-aidat

#### Rakennusteollisuus

- palkkien uumalevyinä
- lautaparkettien alusrakenne
- kiintokalusteet

#### Kuljetusvälineet

- kontit
- perävaunut
- pakettiautojen sisustukset
- rautatievaunut

**Laivanrakennus**

- rahtilaivojen verhoukset
- autokannet
- kansiluukut
- sisustus

**Muita käyttökohteita**

- irtokalusteet, puusepänteollisuus ja pienesineet
- elintarviketeollisuuden kalusteet
- pakkaukset
- liikennemerkkit ja mainostaulut
- katsomorakenteet
- messurakenteet
- jääkiekkokaukalot
- kaiutinkaapit

(puuinfo.fi)

## 4 Kunnossapito

PSK 6201, eli suomenkielinen standardi määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

”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 Standardisointi)

EU:n standardissa SFS-EN 13306 kunnossapito puolestaan määritellään seuraavasti:

”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.”

(Suomen Standardisoimisliitto SFS 2010)

### 4.1 Kunnossapitolajit

#### 4.1.1 Ehkäisevä kunnossapito

Standardissa SFS-EN 13306 ehkäisevä kunnossapito määritetään seuraavasti:

*”Ehkäisevää kunnossapittoa tehdään säännöllisin välein tai asetettujen kriteerien täytyessä.*

*Tavoitteena on vähentää laitteen rikkoontumisen mahdollisuutta tai toimintakyvyn heikkenemistä.”*

Ehkäisevän kunnossapidon avulla saavutettavat säästöt syntyvät suunnitellun kunnossapidon määrän kasvulla ja prosessin tai laitteen paremmalla käytettävyydellä. Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa tehdä, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

1. Ehkäisevän kunnossapidon kustannukset ovat pienemmät, kuin sen puutteen aiheuttamat vahingot ja menetykset. Tämä ehto myös vastaa kysymykseen, kuinka paljon ehkäisevää kunnossapitoa on järkevää tehdä
2. Kohteelle ja ehkäistävälle vikamuodolle on olemassa tehokas ennakkohuoltomenetelmä (Järviö 2011, 73)

Ehkäisevä kunnossapito sisältää seuraavat, säännöllisesti tehtävät toimenpiteet:

- vikaantumisen aiheuttavien syiden, tai olosuhteiden havainnointi ja tarkkailu
- kaikki ne toimenpiteet, joita suoritetaan, jotta kone pystyisi toimimaan suunnitellulla tavalla (esim. voiteluhuolto, koneen rakenteen ylläpito, koneen toimintaympäristön siistinä pitäminen)
- alkaneen vikaantumisen havaitseminen ja korjaaminen ennen kuin vika pysäyttää koneen. Tähän sisältyy myös suunniteltu korjaava kunnossapito, eli kunnostaminen (Järviö 2011, 72)

Ehkäisevää kunnossapitoa suoritetaan koneen käydessä, sekä suunniteltujen ja häiriöseisokkien yhteydessä. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu myös ennustava kunnossapito, jolla pyritään selvittämään koneen kuntoa erilaisin mittauksin. Tällaisia mittauksia ovat mm. värähtelymittaukset, öljyanalyysit ja infrapunakuvaukset. (Järviö 2011, 72-73)

Ehkäisevällä kunnossapidolla voidaan asettaa prosessin luotettavuus täysin varmalle tasolle, mutta se, miten varmalle tasolle raja tulisi asettaa, riippuu kohteesta. Liian varmalla tasolla toimiminen

aiheuttaa korkeampia kunnossapitokustannuksia, jotka voivat ylittää saavutetut hyödyt. (Järviö 2011, 73)

#### **4.1.2 Korjaava kunnossapito**

Korjaavassa kunnossapidossa osa tai komponentti korjataan tai vaihdetaan uuteen vian havaitsemisen jälkeen. Komponentin tai osan elinikä voidaan laskea korjaavan kunnossapidon suoritusaikojen avulla. Korjaava kunnossapito jakautuu kahteen alaryhmään, siirrettyyn ja välittömään kunnossapitoon. Siirrettyyn kuuluu kunnostus ja välitön häiriökorjaus.

Korjaavaan kunnossapitoon kuuluu seuraavat toiminnot:

- vikojen määritykset
- vikojen tunnistuksen
- vikojen paikallistamisen
- korjaustoimet
- väliaikaiset korjaustoimet
- laitteen palauttaminen toiminnan edellyttämälle tasolle

(Järviö 2011, 49)

#### **4.1.3 Huolto**

Huoltoa käytetään koneen toimintaa valvottaessa, tai kun alentunut toimintakyky tulee palauttaa ennen vikojen ja vaurioiden syntymistä. Jaksotettu huolto tehdään määrävälein ja huoltovälit määräytyvät käyttöajan tai -määrän mukaan, myös käytön rasittavuus täytyy ottaa huomioon. Jaksotettu huolto sisältää seuraavat toiminnot:



- toimintaedellytysten ylläpitäminen, käyttöhenkilöiden suorittama kunnonvalvonta
- puhdistus ja siisteys
- voitelu
- huoltotoimenpiteet
- kalibrointi
- kuluvien osien vaihtaminen
- toimintakyvyn palauttaminen

(Järviö 2011, 50)

#### **4.1.4 Parantava kunnossapito**

Parantava kunnossapito jakautuu kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä kohteen suorituskykyä ei muuteta olennaisesti, mutta kohteessa käytetään alkuperäisiä uudempia osia, tai komponentteja. Esimerkiksi tasavirtakäyttöjen korvaaminen uusilla taajuusohjatuilla oikosulkumoottoreilla. Toiseen ryhmään kuuluu erilaiset uudelleensuunnittelu- ja korjaustoimenpiteet, joilla pyritään parantamaan kohteen luotettavuutta, ei niinkään muuttamaan sen suorituskykyä. Kolmanteen ryhmään kuuluu kaikki muutokset, joilla kohteen suorituskykyä pyritään muuttamaan. Yleensä tällaisella modernisaatiolla muutetaan koneen lisäksi valmistusprosessia. Esimerkiksi paperikone, joka ei pysty valmistamaan uutta paperilajia, mutta on vielä toimintakelpoinen. Tällaisessa tilanteessa on usein kannattavampaa uudistaa vanha kone, kuin hankkia kokonaan uusi. (Järviö 2011, 51)

## 4.2 Kunnossapidon taloudellinen merkitys

Kunnossapito on todella merkittävä tuotannontekijä monilla eri teollisuudenaloilla. Sen kansantaloudellinen merkitys on huomattava erilaisilla mittareilla arvioituna. Kunnossapidon taloudellisen merkityksen määrittäminen on usein hankalaa. Suurin syy tähän lienee se, ettei kunnossapito ole oma toimialansa, vaan se on läsnä kaikenlaisessa teollisuudessa. (Mikkonen 2009, 37)

Yritykset tarkastelevat kunnossapidon taloudellista merkitystä usein lähinnä kustannusten, tai kunnossapidon aiheuttamien tuotannonmenetysten kautta. Tällöin keskitytään vain kunnossapidon negatiivisiin puoliin, mutta kunnossapitoa tulisi tarkastella tuotannon kokonaiskustannusten kannalta. (Mikkonen 2009, 37)

Kunnossapito on yksi yritysten suurimmista kustannuksista, joidenkin mukaan kolmanneksi suurin pääoma- ja raaka-ainekustannusten jälkeen. On tärkeää panostaa siihen, että kunnossapito saadaan hallintaan ja sen kustannukset kontrolloitua, koska kunnossapito on yritysten suurin kontrolloimaton kustannuserä. (Mikkonen 2009, 38)

Kunnossapidon vaikutusta yrityksen tulokseen on todella vaikea arvioida, koska sen vaikutukset ovat epäsuoria. Tästä syystä tämän vaikutusmekanismin tunteminen on tärkeää, jotta on mahdollista selvittää esimerkiksi kunnossapitoon laitettujen panostusten synnyttämät tuotot. (Mikkonen 2009, 38)

Teollisuuden kunnossapitokustannukset jakautuvat melko tasaisesti kolmeen osaan. Ostettuihin palveluihin kuuluvat alihankintatyö ja urakoihin sisältyvät materiaalit, materiaaleihin varaosat, aineet ja tarvikkeet ja omaan työhön palkkakustannukset, tilat, koneet, työkalut, pääomakustannukset ja yleiskustannukset. Tulevaisuudessa oman työn osuus tulee edelleen vähentymään palveluiden osuuden kasvaessa. (Mikkonen 2009, 40)

Kunnossapitolajeittain kustannukset jakautuvat seuraavasti: häiriökorjaukset 35 %, ehkäisevä kunnossapito 34 %, muu suunniteltu kunnossapito 16 %, parantava kunnossapito 15 %.  
(Mikkonen 2009, 41)

## 5 Vika- ja vaikutusanalyysi

Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA, FMEA) on tapa, jolla voidaan systemaattisesti tunnistaa tapoja ja menetelmiä, miten tuote tai prosessi voi epäonnistua. Tältä pohjalta voidaan suunnitella ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä. VVA perustuu ennalta suunniteltuun työpohjaan, jonka avulla voidaan:

- Tunnistaa tapoja, joilla tuote tai prosessi voi epäonnistua täyttämään vaatimukset
- Arvioida vikaantumismahdollisuuksien riskin suuruutta
- Ennakoida riskien ehkäisemiseksi tarvittavia valvontatoimenpiteitä
- Asettaa tärkeysjärjestykseen toimenpiteet tuotteen tai prosessin riskienhallintaan (IMS)

VVA ei ole niinkään ongelmien ratkaisija, vaan esillenostaja. Yhdessä ongelmanratkaisumenetelmien kanssa voidaan löytää korjaavat ja ehkäisevät toimenpiteet

Vika- ja vaikutusanalyysi tuottaa:

- Prosessin mahdolliset vikaantumistavat
- Tiedon prosessin kriittisimmistä osista
- Tietoa työturvallisuusriskeistä, jolloin voidaan parantaa työntekijöiden turvallisuutta
- Tietoa, mitä prosessin seikkoja tulisi jatkossa ottaa huomioon valvonnassa
- Tietoa vakavien seurausten eliminointiin ja ongelmanratkaisuprosessiin (IMS)

Vika- ja vaikutusanalyysillä saavutettavia hyötyjä:

- Tuotteiden ja prosessin luotettavuuden, sekä prosessisuunnittelun tarkkuuden parantuminen
- Jäljitettävyyden parantuminen, kirjaamalla ennakoita virhelähteet ja ennakoitua toimenpiteet
- Prosessien valvontakeinojen parantaminen ennakoitua
- Asiakastyytyväisyyden parantuminen tunnistamalla ja poistamalla tyytymättömyystekijöitä
- Potentiaalisten virhemahdollisuuksien eliminoiminen jo ennakoita
- Uusien tuotteiden ja prosessien virheettömän käyttöönoton nopeuttaminen
- Laaduttomuuskustannusten vähentyminen
- Mahdollisten muutostarpeiden systemaattinen tunnistaminen
- Prosessien ns. hukatekijöiden ja ei-lisäarvoa tuottavien vaiheiden vähentäminen
- Prosessin läpimenokapasiteetin lisääntyminen
- Takuukustannusten vähentyminen
- Vikaantumistapojen ennakkoinnilla ja ehkäisyllä parannetaan työturvallisuutta (IMS 2014)

## 6 Laitteiden kriittisyysluokittelustandardi PSK6800

Standardissa PSK 6800 kuvataan menetelmä kohteiden kriittisyyden arvioimiseksi teollisuudessa.

Kriittisyyden arvioimiseen vaikuttavat taloudellisuus-, turvallisuus- ja ympäristötekijät.

Kriittisyydellä tarkoitetaan ominaisuutta, joka kuvaa kohteeseen liittyvän riskin

suuruutta. Kohde on kriittinen, mikäli kohteen riskitekijät ylittävät hyväksyttävän tason.

(PSK6800 2008, 3)

Kriittisyyden arviointi tehdään PSK 6800 standardin mukaan seuraavalla tavalla:

1. Määritetään tarkastelun laajuus
2. Määritetään tuotannonmenetyksen painoarvokerroin
3. Arvioidaan muiden painoarvojen soveltuvuutta kyseiselle teollisuudenalalle, painoarvoja voidaan tarvittaessa muuttaa
4. Listataan kohteen tarkasteltavat laitteet taulukkoon
5. Valitaan laitteille kertoimet
6. Ohjelma laskee laitteille kriittisyysindeksin ja osaindeksit
7. Kriittisyysluokittelu toteutetaan laittamalla laitteet kriittisyysindeksin mukaiseen järjestykseen, tai osaindeksin mukaiseen järjestykseen, mikäli kriittisyyttä halutaan tarkastella vain yhden osaindeksin kohdalta.

(PSK6800 2008, 3)

Ohessa taulukko kriittisyyden osatekijöistä PSK6800 standardista, jossa on ohjeet laitteiden pisteyttämiseen ja esimerkki kriittisyysanalyysistä. Esimerkin kriittisyysanalyysi on tehty kartonkikoneelle.

Kohde	Painoarvo [W]	Vikaantumisväli [p]	Kerroin [M]	Valintakriteeri
Turvallisuus- ja ympäristövaikutukset	Turvallisuusriskit $W_s = 30$		$M_s = 0$	Ei turvallisuusriskiä
			$M_s = 2$	Vähäinen turvallisuusriski
			$M_s = 4$	Kohtalainen turvallisuusriski
			$M_s = 8$	Merkittävä turvallisuusriski
			$M_s = 16$	Vakava turvallisuusriski
	Ympäristöriskit $W_e = 20$		$M_e = 0$	Ei ympäristöriskiä
			$M_e = 2$	Vähäinen ympäristöriski
			$M_e = 4$	Kohtalainen ympäristöriski
			$M_e = 8$	Merkittävä ympäristöriski
			$M_e = 16$	Vakava ympäristöriski
Tuotantovaikutukset	Tuotannon menetykset $W_p = 0 \dots 100$	1 = Pitkä vikaantumisväli esimerkiksi yli 5 vuotta 2 = Pitkähkö vikaantumisväli esimerkiksi 2 – 5 vuotta 4 = Lyhyehkö vikaantumisväli esimerkiksi 0,5 – 2 vuotta	$M_p = 0$	Laitteen toimimattomuudella ei merkitystä osaprosessille tai osastolle
			$M_p = 1$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston hetkeksi (esimerkiksi $\leq 3$ h)
			$M_p = 2$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston lyhyeksi ajaksi (esimerkiksi $\leq 10$ h)
			$M_p = 3$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston merkittäväksi ajaksi (esimerkiksi 10 - 24 h)
	Laatukustannus $W_q = 30$	8 = Lyhyt vikaantumisväli esimerkiksi 0 – 0,5 vuotta	$M_p = 4$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi (esimerkiksi $> 24$ h)
			$M_q = 0$	Laitteen toimimattomuus ei aiheuta lopputuotteen laatukustannuksia.
			$M_q = 1$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 1$ h)
			$M_q = 2$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 3$ h)
			$M_q = 3$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 3-8 h)
			$M_q = 4$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $> 8$ h)
Korjaus- tai seurauskustannukset	Korjaus- tai seurauskustannus $W_r = 20$		$M_r = 0$	Korjauskustannuksilla tai seurauskustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyksiin.
			$M_r = 1$	Vähäiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 2$ h)
			$M_r = 2$	Keskinkertaiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 10$ h)
			$M_r = 3$	Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 10-24 h)
			$M_r = 4$	Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $> 24$ h)

Kuvio 5. Laitetason kriittisyyden tekijät (PSK6800, 7)

Laitos  
Kriittisyysluokittelun kohde  
Tekijät  
Versio  
Päiväys

Kriittisyyden raja-arvo 700  
Tuotannon menetyksen painoavokerroin Wp 100

Toimintopaikan tunniste	Toimintopaikan nimitys	Vikaan-	Turvalli-	Ympäristö	Tuotannon-	Loppu-	Korjaus-	Kriitti-	Kriittisyyden					
		tumisväli (1...8)	suus (0...16)	0...16	menetyks (0...4)	tuotteen laatuksus- tannus (0...4)	kustannus (0...4)		sis- indeksi	osaindeksit				
		Painoarvot W →	30	20	100	30	20	K	Ks	Ke	Kp	Kq	Kr	
KO-248	3.PURISTIN YLÄTELA	3	8	0	3	2	3	1980	720	0	900	180	180	
KO-247	3.PURISTIN ALATELA	3	8	0	3	2	3	1980	240	0	270	180	180	
KO-250	2.KUIVAUSRYHMÄN KÄYTTÖ	3	4	4	3	2	2	1800	120	240	270	180	120	
KO-244	1.PURISTIN YLÄTELA	3	4	0	3	2	3	1620	360	0	900	180	180	
KO-243	1.PURISTIN ALATELA	3	4	0	3	2	3	1620	360	0	900	180	180	
KO-242	2.PURISTIN ALATELAN KÄYTTÖ	2	2	8	4	2	3	1480	120	320	240	120	120	
KO-241	2.PURISTIN ALATELAN KÄYTTÖ	2	2	8	4	2	3	1480	120	320	800	120	120	
KO-239	1.PURISTIN KK1 ALAHUOVANJOHTOTELAT 3 kpl	3	2	0	2	2	2	1080	180	0	600	180	120	
KO-233	3.PURISTIN KARTONGINJOHTOTELELA	3	2	0	2	2	2	1080	180	0	600	180	120	
KO-210	VIIRAN IMUTELA	2	4	2	3	3	3	1220	240	80	180	180	120	
KO-210	VIIRAN IMUTELAN KÄYTTÖ	2	4	4	2	2	2	1000	240	160	120	120	80	
KO-238	Puristin 1 alateLAN käyttö	2	2	2	1	2	2	600	120	80	60	120	80	
KO-209	VIIRAN VETOTELELA	2	4	2	2	2	2	920	240	80	400	120	80	
KO-232	KK 1:N PAINESIHTI	2	2	2	1	2	1	560	120	80	60	120	40	
KO-204	RINTATELELA	2	2	2	1	2	1	560	60	80	60	120	40	
KO-266	3.KUIVAUSRYHMÄN KÄYTTÖ	2	2	2	1	2	1	560	60	80	60	120	40	
KO-200	KK 1 PERÄLAATIKKO	2	0	0	2	2	0	520	0	0	120	120	0	
KO-264	YLÄVIIRAN KIRISTIN. 3.KUIVAUSRYHMÄ	1	4	4	2	2	2	500	120	80	200	60	40	
KO-257	KUIVAUSSYLINTERI N:O 1	1	2	4	2	3	2	470	60	80	200	90	40	
KO-258	KUIVAUSSYLINTERI N:O 2	1	2	4	2	3	2	470	60	80	200	90	40	
KO-251	KUIVAUSSYLINTERI N:O 3	1	2	4	2	3	2	470	60	80	200	90	40	
KO-235	VIIRAN JOHTOTELAN KÄYTTÖ	2	2	2	1	0	2	480	120	80	200	0	80	
KO-232	VIIRAN JOHTOTELAN KÄYTTÖ	2	4	2	2	0	2	800	240	80	120	0	80	
KO-226	VIIRAN PALAUTUSTELELA 2 kpl	2	2	2	2	1	1	700	120	80	120	60	40	
KO-222	VIIRAN PALAUTUSTELELA 2 kpl	2	2	2	2	1	1	700	60	80	120	60	40	
KO-225	HUOVANKIRISTIN. 2 PUR. YLÄHUOPA	1	2	4	1	1	1	290	60	80	100	30	20	
KO-219	YLÄVIIRAN KIRISTIN. 3.KUIVAUSRYHMÄ	1	2	2	1	2	2	300	60	40	100	60	40	
KO-214	YLÄVIIRAN OHJAUSTELELA. 3.KUIVAUSRYHMÄ	1	2	2	1	2	2	300	60	40	100	60	40	
KO-206	HUOVANKIRISTIN. 2 PUR. YLÄHUOPA	1	2	2	1	1	1	250	60	40	100	30	20	
JA-210	JÄLKIJAUHIN 2	1	0	0	0	0	4	80	0	0	0	0	80	
KO-208	Puristin 1 alahuovan suihkuputken oskillointi	1	0	0	0	2	0	60	0	0	0	60	0	

Kuvio 6. Kartonkikoneen kriittisyysluokittelu (PSK6800, 12)

## 7 Ladontalinjan kriittisyysanalyysi

Ladontalinjan kriittisyysanalyysi toteutettiin standardin PSK6800 pohjalta. Kriittisyysanalyysissa oli mukana kaikki linjan laitteet, mutta yksittäiset laitteet, joita oli linjalla useita samanlaisia, käsiteltiin yhtenä kokonaisuutena. Tämä oli mahdollista, koska laitteiden merkitys linjan toimintaan ei juurikaan vaihdellut.

Standardin mukaisia alkuperäisiä eri osatekijöiden painoarvoja päädyttiin muokkaamaan hieman. Tuotannonmenetyksiin liittyviä osatekijöitä pidettiin tärkeimpinä, joten niiden painoarvot pysyivät selvästi korkeimpina. Linjalla ei puolestaan ole vakavasti otettavia turvallisuus- tai

ympäristöriskejä, joten niiden painoarvot määritettiin pienemmiksi. Myös vaikutukset lopputuotteen laatuun katsottiin hyvin vähäiseksi, joten senkin painoarvoa alennettiin. Kriittisyysanalyysilomakkeen täyttäminen tapahtui linjaa huoltavan kunnossapitäjän avustuksella. Vikaantumisvälit ovat hänen arvioitaan, koska kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmästä ei ollut saatavilla luotettavaa tietoa vikaantumisväleistä. Toiminnanohjausjärjestelmästä sai suuntaa antavaa tietoa korjausajoista, mutta nekin ovat osittain kunnossapitäjän kokemuksiin perustuvia. Melkein kaikkien laitteiden ja varaosien hinnat löytyivät varaston tiedostoista, mutta pieni osa on omia arvioitani. Turvallisuuden kertoimiksi laitettiin kaikkiin kohtiin nolla, koska linjalla ei ole vakavasti otettavia turvallisuusriskejä. Ympäristöriskit ovat myös hyvin vähäisiä, mutta laitteille, joista saattaa levitä liimaa merkittiin kertoimeksi yksi. Liimaukseen liittyvät laitteet ovat myös ainoita, joilla on mahdollisesti vaikutusta lopputuotteen laatuun. Kriittisyysanalyysi ja siinä käytetyt kertoimet löytyvät liitteestä 1.

Laitos														
Kriittisyysluokittelun kohde														
Tekijät														
Versio														
Päiväys														
									Kriittisyys- indeksi					

Kuvio 7. Ote ladontalinjan kriittisyysanalyysistä



## 8 Vika- ja vaikutusanalyysi

Vika- ja vaikutusanalyysi tehtiin kriittisyysanalyysin avulla löydetuille ladontalinjan kriittisimmille laitteille. Tutkin erilaisia VVA-malleja, joiden pohjalta loin sopivan Excel-taulukon VVA-lomaketta varten. Lomakkeeseen sisältyvät seuraavat asiat: komponentti, tehtävä, vikamuoto, vian syy, vian vaikutus paikallisesti, järjestelmään ja prosessiin, vian havaitsemistavat, huoltotoimenpide, arvioitu vikaantumisväli ja arvioitu korjausaika. Vikaantumisvälit ja korjausajat ovat kunnossapitäjän arvioita, muut kohdat pystyin täyttämään yksin. Vika- ja vaikutusanalyysi löytyy liitteestä 2.

Komponentti	Tehtävä	Vikamuoto	Vian syy	Vaikutus			Vian havaitsemistavat	Huoltotoimenpide	Arvioitu vikaantumisväli	Arvioitu korjausaika (h)
				Paikallisesti	Järjestelmään	Prosessiin				

Kuvio 8. Vika- ja vaikutusanalyysin lomakepohja

## 9 Ladontalinjan ennakkohuolto-ohjelma

Ladontalinjan ennakkohuolto-ohjelma luotiin VVA:n pohjalta ja se koostuu laitteiden tarkistustoimenpiteistä ja voiteluhuollosta. Ladontalinjalla on huoltopäivä kahden viikon välein, jota ennen tarkastetaan kriittisimmät laitteet. Muiden laitteiden tarkistusväli vaihtelee kuukaudesta puoleen vuoteen. Tarkistusvälien määrittäminen tapahtui lähinnä vikaantumisvälin ja kriittisyyden avulla, koska esimerkiksi luotettavien P-F aikojen määrittäminen ei ollut mahdollista. Voiteluhuollon piiriin ei kuulu montaa kohdetta, koska suurin osa linjan laitteista kuuluu keskusvoitelun piiriin. Voiteluhuoltoa kaipaaville laitteille määritettiin voiteluväli, voiteluaine ja voiteluainemäärä.

Osana ennakkohuolto-ohjelmaa oli käyttäjäkunnossapito ja loin linjan operaattoreille ennakkohuolto-ohjelman, jossa painotettiin käynninaikaista laitteiden tarkkailua ja havaituista vioista ilmoittamista välittömästi. Määritin myös toimenpiteet, joita tulee tehdä kun linja seisoo, tärkeimpinä siivous ja laitteiden tarkistukset. Ladontalinjan ennakkohuolto-ohjelma löytyy kokonaisuudessaan liitteestä 3.

## 10 Puristinlinjan ennakkohuolto-ohjelma

Puristinlinjan ennakkohuolto-ohjelman toteutin haastatteleamalla linjan operaattoreita ja kunnossapitäjää ja selvittämällä linjan kriittisimmät laitteet. Ennakkohuolto-ohjelman tekeminen tällä tavalla oli mahdollista, koska siinä ei ole monia kriittisiä laitteita ja se on toiminut todella hyvin, joten sille ei ole tarpeen tehdä paljon ennakkohuoltoa. Linja ei ole myöskään läheskään yhtä kriittinen kuin ladontalinja ja sen lyhytaikaisella seisomisella ei ole merkittävää vaikutusta tuotantoon.

Linjan ennakkohuollossa on selvästi tärkeintä voiteluhuolto ja hydrauliiikan tarkastaminen. Siinä on myös joitakin kohteita, joiden korjaaminen vaatii puristimen jäähdyttämisen, jotta huoltotyön suorittaminen on mahdollista. Linjan jäähdyttäminen vie paljon aikaa, joten näiden laitteiden ennakkohuolto on tärkeää.

Voiteluohjelman tein valmistajan alkuperäisten voiteluohjeiden pohjalta, jota muokkasimme yhdessä voiteluhuoltoa tekevän kunnossapitoasentajan kanssa vastaamaan nykyisiä tarpeita.

Linjan ennakkohuolto-ohjelma koostuu siis laitteiden määräaikaista tarkastuksista ja voiteluhuollosta. Osan tarkistustoimenpiteistä suorittaa linjan voitelija laitteiden voitelun yhteydessä.

## 11 Yhteenveto ja tulosten tarkastelu

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä ennakkohuolto-ohjelma havuvaneritehtaan ladonta- ja puristinlinjalle. Ladontalinjalle tein kriittisyysanalyysin ja vika- ja vaikutusanalyysin, joiden pohjalta tein ennakkohuolto-ohjelman. Ennakkohuolto-ohjelman tarkoituksena oli määrittää linjoille tehtävät ennakkohuoltotoimenpiteet ja niiden suoritusvälit. Ennakkohuolto-ohjelmat koostuvat laitteiden määräaikaista tarkastuksista, voiteluhuollosta ja käyttäjäkunnossapidosta. Linjojen operaattoreille tehtiin ohjeet käyttäjäkunnossapidon parantamiseksi. Siinä määritellään ajon aikaiset tarkkailutoimenpiteet ja seisokin aikaiset toimenpiteet. Ongelmana tällä hetkellä on, etteivät käyttäjät välttämättä etsi vikoja tai ilmoita niistä ennen kuin linja pysähtyy. Myös seisokkien aikaiset toimenpiteet oli tärkeä määrittää, jotta kaikille on selvää mitä tehdä linjan seistessä.

Työn tekeminen oli todella mielenkiintoista, mutta samalla haastavaa, koska minulla ei ollut entuudestaan kokemusta vastaavanlaisista tehtävistä. Työn teossa minua auttoi se, että olin tehtaalla töissä kolme kuukautta, ennen työn aloittamista, joten olin jo ehtinyt tutustua tehtaaseen. Apua työhön löytyi hyvin eri lähteistä ja niistä saatuja tietoja soveltamalla työn eri vaiheet onnistuivat melko hyvin.

Kriittisyysanalyysin tekemisessä jouduin käyttämään osittain omia ja kunnossapitäjän arvioita, koska linjan vikaantumisia ei ollut saatavilla luotettavaa tietoa, koska kaikkia vikaantumisia ei oltu merkattu kunnossapitojärjestelmään ja merkattujen korjaustöiden kestot eivät olleet täysin luotettavia. Arvioisin kriittisyysanalyysin olevan kuitenkin varsin luotettava ja sen avulla löytyi varmasti kriittisimmät kohteet.

Vika- ja vaikutusanalyysin tein kriittisyysanalyysin perusteella löydetyille kriittisimmille laitteille. Tekemäni VVA-lomake oli mielestäni onnistunut ja sen tiedot melko luotettavia, vaikka osa tiedoista on jouduttu arvioimaan. VVA:n suurin anti oli mielestäni vikaantumistapojen selvittäminen, muiden asioiden ollessa melko itsestään selviä, joten VVA:n merkitys työn

toteuttamisessa jäi melko pieneksi, mutta oli ehdottomasti mielenkiintoista ja hyödyllistä tehdä se, koska senkään tekemisestä minulla ei ollut aiempaa kokemusta.

Työn tuloksena syntyneet ennakkohuolto-ohjelmat ovat mielestäni onnistuneita ja vastaavat työlle asetettuja tavoitteita. Ladonta- ja puristinlinjalle on nyt määritetty selkeät ennakkohuoltotoimenpiteet. Työllä tavoiteltavia hyötyjä ovat linjojen käytettävyyden parantuminen, kunnossapidon ennakointiasteen parantuminen ja kunnossapidon organisoinnin helpottaminen.

## Lähteet

Järviö, J. 2011. Kunnossapito. Helsinki: KP Media.

Metsä Groupin internetsivut. Viitattu 27.10.2014

[www.metsagroup.fi](http://www.metsagroup.fi)

Metsä Woodin internetsivut. Viitattu 27.10.2014

[www.metsawood.com](http://www.metsawood.com)

Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki: KP Media.

PSK 6800. 2008. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa.

PSK Standardisointiyhdistys.

Puuinfo. Puuinfon internetsivut. Viitattu 27.10.2014

[www.puuinfo.fi](http://www.puuinfo.fi)

Suolahden vaneritehtaiden esittelymateriaali. Viitattu 27.10.2014

Vika- ja vaikutusanalyysi prosessien parantamisessa. Viitattu 20.10.2014

[www.ims.fi](http://www.ims.fi)

## **Liitteet**

### **Liite 1. Ladontalinjan kriittisyysanalyysi**









## **Liite 2. Ladontalinjan vika- ja vaikutusanalyysi**





### **Liite 3. Ladontalinjan ennakkohuolto-ohjelma**



## **Liite 4. Puristinlinjan ennakkohuolto-ohjelma**







