

HÖYLÄLINJAN ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMA

Toni Sunnari

Opinnäytetyö
Toukokuu 2011

Paperikoneteknologia
Teknologian yksikkö



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tekijä(t) SUNNARI, Toni	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 18.05.2011
	Sivumäärä 48+7	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi Höylälinjan ennakkohuoltosuunnitelma		
Koulutusohjelma Paperikoneteknologian koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) MÄKI, Kari Jyväskylän ammattikorkeakoulu		
Toimeksiantaja(t) HAAPANEN, Mika Siparila Oy, Vaajakoski		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Siparila Oy:n Vaajakosken yksikön höylälinja 1:lle laiteluettelo sekä ennakkohuoltosuunnitelma.</p> <p>Höylälinjan laiteluettelon kasaaminen aloitettiin laatimalla Excel- pohja, johon laiteluettelon runko kasataan. Tämän jälkeen luetteloa ryhdyttiin rakentamaan asentajien kanssa kiertämällä koneelta toiselle ja kirjaamalla koneen osat ylös. Kaiken kaikkiaan laitteita tai laitekonaisuuksia oli yhteensä 45.</p> <p>Työn laajuuden vuoksi ennakkohuoltosuunnitelmaa päätettiin rajata linjaston kymmeneen kriittisimpään laitteeseen. Kriittisimpien laitteiden määrittelyssä käytettiin apuna PSK 6800-standardin kriittisyysluokkatarkastelua. Kriittisyysanalyysi tehtiin yhdessä tuotantopäällikön sekä tuotannon ja kunnossapidon henkilöstön kanssa. Analyysistä saatujen tulosten perusteella kymmenelle kriittisimmälle laitteelle tehtiin vika- ja vaikutusanalyysi.</p> <p>Vika- ja vaikutusanalyysin avulla pyrittiin löytämään koneissa esiintyville yleisimmille vikamuodoille oikeat toimenpiteet niiden estämiseksi sekä vikamuotojen aiheuttamien seurausten pienentämiseksi. Kriittisyysanalyysistä saatujen tulosten tarkastelussa todettiin, että pari kriittistä laitetta oli syytä jättää VVA:n ulkopuolelle, sillä laitteet olivat vielä suhteellisen tuoreita ja näin ollen käyttökelpoista vikahistoriaa laitteista ei ollut vielä saatavilla. Internetistä löytyneiden lähteiden pohjalta vika- ja vaikutusanalyysille laadittiin lomakepohja, joka kattaisi riittävän määrän tietoa ennakkohuoltosuunnitelman laadintaa varten. Analyysin laadintaan osallistui samat henkilöt, jotka olivat mukana kriittisyysanalyysin laadinnassa.</p> <p>Ennakkohuoltosuunnitelma tehtiin yhteistyössä kunnossapidon asentajien kanssa. Koneille luotiin alustava toimenpidelistan, missä käytettiin apuna VVA:sta saatuja tuloksia, internet lähteitä sekä laitevalmistajien huolto-ohjeita, jonka jälkeen lista käytiin asentajien kanssa läpi ja tehtiin tarvittavat muutokset sekä määriteltiin toimenpiteille aikataulutukset.</p> <p>Opinnäytetyön todellinen hyöty saadaan selville vasta kun ennakkohuoltosuunnitelmat ovat olleet käytössä jo jonkin aikaa, jolloin nähdään onko suunnittelelmattomien seisokkien määrä vähentynyt lähtötilanteeseen verrattuna.</p>		
Avainsanat (asiasanat) kunnossapito, kriittisyysanalyysi, vika- ja vaikutusanalyysi, ennakkohuoltosuunnitelma		
Muut tiedot		

Author(s) SUNNARI, Toni	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 18.05.2011
	Pages 48+7	Language Finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (X)
Title Preventive maintenance plan for a planer line		
Degree Programme Paper Machine Technology		
Tutor(s) MÄKI, Kari Jyväskylä University of Applied Sciences		
Assigned by HAAPANEN, Mika Siparila Oy, Vaajakoski		
<p>Abstract</p> <p>The aim of the bachelor's thesis was to create a system hierarchy and preventive maintenance plan for the planer line. The thesis project was commissioned by Siparila Oy from Vaajakoski.</p> <p>The system hierarchy of the planer line was started by developing an Excel sheet where the system hierarchy was built. After that the list was started to drawn up with the installers by walking around each machine and by writing down the parts of the machines. Overall, the devices or sets of devices were a total of 45.</p> <p>Because of the scope of the work it was decided to limit the preventive maintenance plan of the production line with the ten most critical devices. The critical devices were defined using PSK 6800 – Standard of the criticality analysis. Criticality analysis was done in together with the production manager and the personnel of the production and maintenance. The results of the analysis revealed the ten most critical devices and then the failure modes and effects analysis was carried out for them.</p> <p>The purpose of the failure modes and effects analysis was to find the most common failure modes of the machines and the right actions to prevent them and also to reduce the consequences of the failure modes. The results of the analysis showed that two of the highly critical devices were necessary to leave out of the FMEA, because the devices were new, and therefore any useful fault history of the devices was not yet available. With help of the Internet sources about failure modes and effects analysis made it was possible to create a template, where FMEA will be done. Participants of the FMEA were the same people who were involved in the criticality analysis.</p> <p>A preventive maintenance plan was done in collaboration with the maintenance team. An initial list of actions was made for the machines which were using the results of the FMEA, internet sources as well as the device manufacturers' maintenance instructions. After that the list was gone through with the maintenance team and required modifications were made and scheduling for the actions was defined.</p> <p>The real benefit of the thesis is ascertained after the preventive maintenance plans have been in use for some time, which shows whether the number of unplanned shutdowns decreased compared with the initial situation.</p>		
<p>Keywords</p> <p>Maintenance, criticality analysis, failure mode and effects analysis, preventive maintenance plan</p>		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	3
2 SIPARILA OY, VAAJAKOSKI	4
2.1 Tuotteet.....	5
2.1.1 Ulkoverhoustuotteet	5
2.1.2 Sisäverhoustuotteet.....	8
2.1.3 Pihatuotteet	10
3 VALMISTUSPROSESSI	11
3.1 Höylälinja 1.....	11
4 KUNNOSSAPITO.....	13
4.1 Kunnossapidon kehitysvaiheet	13
4.1.1 Ensimmäinen sukupolvi.....	13
4.1.2 Toinen sukupolvi	14
4.1.3 Kolmas sukupolvi	14
4.1.4 Neljäs sukupolvi	16
4.2 Kunnossapitolajit.....	17
4.2.1 Huolto.....	17
4.2.2 Ehkäisevä kunnossapito.....	17
4.2.3 Korjaava kunnossapito	20
4.2.4 Parantava kunnossapito	20
4.2.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	21
4.3 Ennakkohuolto	21
4.4 Kunnossapito Siparilassa	22
5 LAITEHIERARKIA	23
6 KRIITTISYYSLUOKITTELU.....	25
6.1 PSK 6800- standardi	25
7 VIKA- JA VAIKUTUSANALYYSI.....	29
7.1 Toiminnot ja suorituskyskystandardi	30
7.2 Toiminnalliset viat.....	30
7.3 Vikamuodot ja vian aiheuttajat	30
7.3.1 Vikamuotojen analysointi.....	31
7.4 Vikojen vaikutukset	31
7.5 Vikojen seuraukset	32
8 TYÖN TOTEUTUS JA TULOKSET	33
8.1 Koneluettelo	33
8.2 Höylälinjan kriittisyysluokittelu	36
8.2.1 Tulosten tarkastelu	37

8.3 Höylälinja 1:n vika- ja vaikutusanalyysi	38
8.3.1 Analyysin toteutus	39
8.3.2 Tulosten tarkastelu	40
8.4 Ennakkohuoltokohteiden määrittely ja aikataulutus	41
8.4.1 Ennakkohuollon aikataulutus.....	43
9 YHTEENVETO	44
LÄHDELUETTELO	47
LIITTEET	49
Liite 1. Laitetason kriittisyyden tekijät	49
Liite 2. Kriittisyysanalyysilomake ja täyttöohje.....	50
Liite 3. Kriittisyysanalyysin tulokset	53
Liite 5. Vika- ja vaikutusanalyysi päätyponttauskoneesta	55

KUVIOT

KUVIO 1. Siparilan liikevaihdon kehitys.....	4
KUVIO 2. Topcoat in naulaton julkisivu	7
KUVIO 3. Q-style Retro.	9
KUVIO 4. Siparilan jätekatos	10
KUVIO 5. Höylälinjan prosessikaavio	11
KUVIO 6. Esimerkki muotohöylätyn laudan profiilista.....	12
KUVIO 7. Eri sukupolvien näkemykset laiteen vikaantumisen sen käyttöä aikana.....	15
KUVIO 8. Muutokset kunnossapitotekniikoissa ja – menetelmissä.	16
KUVIO 9. Ennakoivan kunnossapidon vaikutus kokonaiskustannuksiin.....	19
KUVIO 10. Prosessin mukainen hierarkia ja hierarkkinen laitekoodaus	24
KUVIO 11. Laitoksen prosessihierarkia vaikutus painoarvokertoimiin	27
KUVIO 12. FMEA- lomake.....	29
KUVIO 15. Maalaamon hihnakuuljetin.....	34
KUVIO 16. Laitteiden kriittisyysluokkajakauma	38

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Linjaston osastot ja työnumerointi	33
TAULUKKO 2. Laittehierarkia.....	35
TAULUKKO 3. Laiteluettelo.....	36
TAULUKKO 4. Otos höylän vika- ja vaikutusanalyysistä.....	39
TAULUKKO 5. Huoltolista	42
TAULUKKO 6. Huoltoaikataulu	43
TAULUKKO 7. Voitelukierroksen aikataulu	44

1 JOHDANTO

Ennakoivalla kunnossapidolla on suuri merkitys nykypäivän teollisuudessa. Laitteilta vaaditaan pidempää elinikää sekä niiden halutaan toimivan turvallisemmin, ympäristöystävällisemmin sekä kustannustehokkaammin. Ennakoidun kunnossapidon avulla laitteille asetettuihin käyttötasovaatimuksiin pystytään vastaamaan. Ennakko- ja määräaikaishuoltojen avulla pystytään ennalta ehkäisemään laitteiden vikaantumista ja näin ollen parantamaan laitteiden käytettävyyttä ja samalla säästämään korjauksista aiheutuviissa kustannuksissa sekä niihin käytetystä ajasta.

Siparila Oy:n Vaajakosken yksikössä havahduttiin tilanteeseen, että tehtaan laitteille ei ole juurikaan tehty minkäänlaista enakkohuoltoa, vaan koneita on korjailtu sitä mukaan, kuin niitä hajoaa. Pitkään jatkuneiden tuotantokatkosten ja pitkittyneiden häiriöaikojen johdosta kunnossapito päätettiin ulkoistaa. Samalla haluttiin, että kunnossapito päivitetään nykypäivän vaatimalle tasolle ja näin ollen tehtaan laitteille laaditaan enakkohuoltosuunnitelmat.

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda Siparila Oy:n Vaajakosken yksikön höyläyslinjalle enakkohuoltosuunnitelma. Lisäksi tehdään koko laitekannasta on tarkoitus tehdä linjakohtaiset koneluettelot, jotta jatkossa on helpompi määrittää esimerkiksi kustannukset tietylle positiolle. Opinnäytetyössä koneluettelo tehdään kuitenkin vain yhdestä linjasta, joka jatkossa toimii pohjana, kun tehdään muillekin linjoille tehdään laitekartoitukset.

Työn rajaamiseksi enakkohuoltosuunnitelma tehtiin linjaston kymmenelle kriittisimmälle laitteelle, jotka määritellään kriittisyysanalyysin avulla. Kriittisimmille laitteille suoritettiin vika- ja vaikutusanalyysi, jonka avulla pyrittiin osoittamaan laitteiden yleisimmät tavat vikaantua ja löytämään näille soveltuvimmat enakkohuollolliset toimenpiteet. Analyysistä saadut tulokset sisällytettiin lopulliseen enakkohuoltosuunnitelmaan.

Työ toteutettiin yhteistyössä kunnossapidon ja tuotannon henkilöstön kanssa. Teoriaosuuden lähdeaineistona käytin aiheeseen liittyviä Internet-lähteitä,

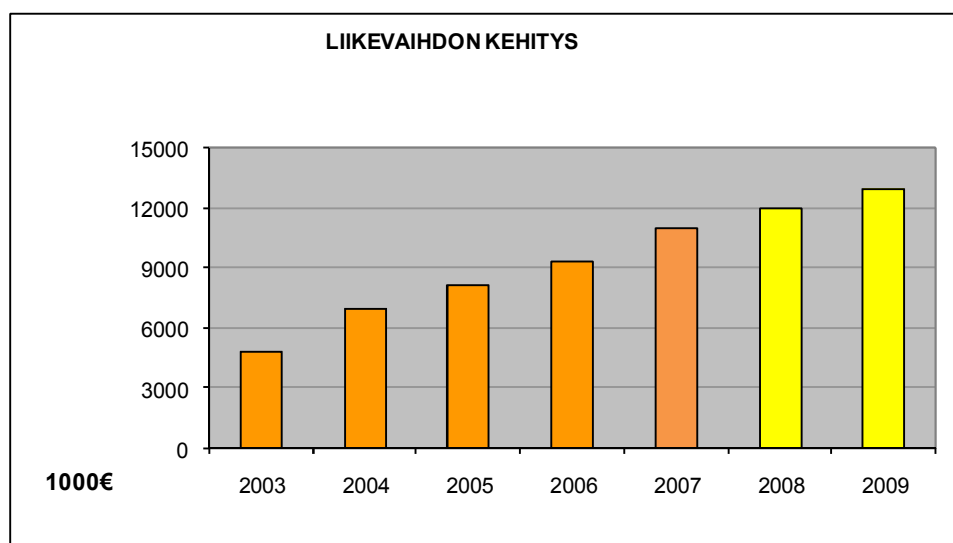
opinnäytetöitä, kirjoja, Jyväskylän ammattikorkeakoulun kurssimateriaalia sekä Siparilan työntekijöiden kanssa käytyjä keskusteluja.

2 SIPARILA OY, VAAJAKOSKI

Siparila Oy on Vaajakoskella sijaitseva puunjalostusteollisuuden tuotteita valmistava yritys. Yritys valmistaa puun jatkojalosteita kuten ulkoverhous- ja sisustuspaneeleja sekä piharakenteita. Siparilan tuotevalikoima on monipuolinen ja tuotteita toimitetaan sekä kotimaahan että vientiin. (Wihinen 2010, 2.) Tuotteita viedään pääasiassa Keski-Eurooppaan, mutta myös Japaniin sekä Etelä-Koreaan. Yritys valmistaa tuotteensa kuusesta ja männystä, joita jalostetaan vuodessa noin 40 000 m³. Kuusen osuus valmiista tuotteista on noin 95 %.

Siparila on perustettu vuonna 2003 tehdyn yritysoston yhteydessä, jolloin Siparila osti Keski-Suomen Pyykympit Oy:n liiketoiminnan (Wihinen 2010, 2). Sitten yritys on laajentanut toimintaansa Parkanoon sekä Haapavedelle. Tällä hetkellä yritys työllistää 115 henkeä, joista 45 toimii Vaajakosken yksikössä. Liikevaihto Vaajakosken yksikössä vuonna 2010 oli 12 M€. (Siparila tuottaa yksilöllistä ja viihtyisää asumista 2011, 12.)

Kuviosta 1 nähdään Siparilan liikevaihdon kehitys sen perustamisesta vuoteen 2009 asti.



KUVIO 1. Siparilan liikevaihdon kehitys (Siparila-esittely 2010).

2.1 Tuotteet

2.1.1 Ulkoverhoustuotteet

Puuvalmis

Puuvalmiita ulkoverhouspaneeleita ei ole pintakäsitelty lainkaan, joten ne on pohjamaalattava ennen asennusta, jotta piiloon jäävät pontin päät tulevat suojattua. Julkisivun kestävyysden takaamiseksi ulkoverhouspaneelit on pintamaalattava kahteen kertaan. (Tuotteet.)

Pohjamaalatut ulkoverhoukset

Teollinen pohjamaalaus suojaa tuotetta sinistymiseltä ja homehtumiselta sekä takaa hyvän tarttumapinnan pintamaalille. Valmiiksi sävytetyillä tuotteilla estetään julkisivun sävy muutokset ja puun kuivumisesta aiheutuvat raidat. Pohjamaalatut ulkoverhouspaneelit ja – laudat täytyvät pintamaalata kahteen kertaan puolenvuoden kuluessa asentamisesta tuotteen kestävyysden takaamiseksi. (Tuotteet.)

Pintamaalatut ulkoverhoukset

Teollisesti pintamaalatun tuotteen pinta on tasalaatuinen ja suojattu sinistymiseltä, homehtumiselta sekä UV-valon haitallisilta vaikutuksilta. Pintamaalattu ulkoverhous on ideaalinen talvirakentamisen tuote, jolloin julkisivun jälkikäsitely viivästyy. Pintamaalattu ulkoverhous vaatii vielä yhden kerran pintamaalauksen asennuksen jälkeen. (Tuotteet.)

Kuultokäsitellyt ulkoverhoukset

Kuultokäsitellyissä ulkoverhoustuotteissa kuusen syykuvio jää näkyviin. Ulkoverhouspaneelit voidaan sävyttää asiakkaan toivomaan sävyyn yhteen tai kahteen kertaan. Kuultokäsitellyt ulkoverhoustuotteet käsitellään vesiohenteisillä puunsuoja-aineilla antamaan suojaa aurinkoa, tuulta ja sadetta vastaan.

Teollinen kuultokäsittely suojaa tuotetta sinistymiseltä ja homehtumiselta.
(Tuotteet.)

Platina

Platina ulkoverhoustuotteet on kehitetty vastaamaan ilmaston muutoksen aiheuttamiin uusiin vaatimuksiin puujulkisivuille. Tuotteet ovat teollisesti pintakäsiteltäviä, mikä takaa ulkoverhouksen kestävyysajan rakennusprojektin ajan. Platina-tuotteet vaativat jälkikäsittelyn. Platina ulkoverhoustuotteet ovat neljältä sivulta pohjamaalattuja. Ulkoverhouspaneelin neljän sivun maalaus antaa kestävästi puunsuojan myös paneelin takalappeelle. Se vähentää puun elämistä sekä estää puun sinistymistä ja homekasvua myös takalappeella. Platina ulkoverhous suositellaan maalattavaksi kahteen kertaan julkisivun kestävyysajan takaamiseksi. Sävytetyillä tuotteilla estetään sävymuutokset ja puun kuivumisesta aiheutuvat raidat. Platina ja Platina Plus ovat takuutuotteita, joille myönnetään 20 vuoden lahoamattomuustakuu. (Tuotteet.)

Platina Plus

Platina Plus ulkoverhous on kehitetty rakentamisen ammattilaisten tarpeisiin. Ympäripohjamaalaus takaa tuotteen kestävyysajan pitkälle tulevaisuuteen ja vähentää puun muotoelämistä. Kolmen sivun pintamaalauksella varmistetaan tuotteen kestävyys niissä tapauksissa, jolloin jälkikäsittely viivästyy (esimerkiksi talvirakentaminen). (Tuotteet.)

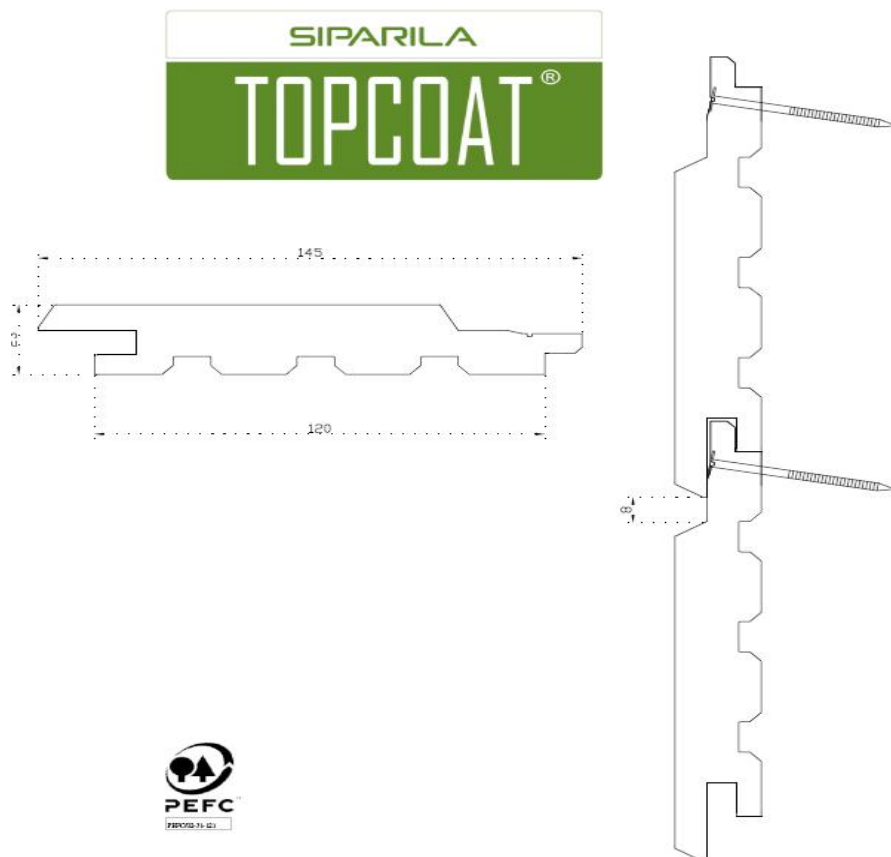
Platina Plus tuotteet suositellaan maalattavaksi vielä kertaalleen asennuksen jälkeen. Platina Plus ulkoverhouksen jälkikäsittely kuluttaa huomattavasti vähemmän maalia kuin pohjamaalatun ulkoverhouksen maalaus. (Tuotteet.)

Erikoistuotteet

Siparilan erikoistuotteita ovat hirsipaneelit, sekä yksilölliset profiilit asiakkaan tarpeiden mukaan. Höylähirsipaneeleita valmistetaan asiakkaan toiveesta joko viisteellä tai 10 mm pyörityksellä sekä sivujen ponttauksen täysi tai yksinkertaisella ponttauksella. Hirsipaneelit pintakäsittelään teollisesti asiakkaan toivomuksen mukaan. (Tuotteet.)

Topcoat

Topcoat on käyttövalmis päätypontattu ulkoverhouspaneeli. Päätyponttaus mahdollistaa tehokkaamman raaka – aineen käytön vähentäen rakentamisesta aiheutuvaa materiaalihukkaa 10 prosentista 3 prosenttiin. Päätypontit ovat myös maalattuja, mikä parantaa julkisivun kestävyyttä. Topcoatin profiili on muotoiltu siten, että asennusvaiheessa naulausjälki jää seuraavan paneelin alle, jolloin julkisivusta tulee naulatonta (ks. kuvio 2). Naulaton puupinta parantaa julkisivun säänkestävyyttä, koska vesi ja epäpuhtaudet eivät pääse vahingoittamaan puuta. Tuote pintakäsitellään tehtaalla käyttövalmiiksi, jolloin työmaalausta ei tarvita. (Tuotteet.)



KUVIO 2. Topcoatin naulatonta julkisivu

2.1.2 Sisäverhoustuotteet

Struktuuri-paneelit

Strukturipaneelit ovat erikoispintakäsiteltyjä sisustuspaneeleita. Käsittely takaa tuotteen kestävyys- ja helppohoitoisuuden. Strukturipaneeleita käytetään korosteseinissä sekä kattopintana. Paneeleita on saatavana eri sävyillä ja profiileilla. (Tuotteet.)

Silky-paneelit

Silky-paneelit ovat sileäpintaisia ja teollisesti pintakäsiteltyjä sisustuspaneeleita. Paneeleita on saatavana eri sävyillä sekä profiileilla (STS-, STP- ja kääntöpaneeli- profiilit, ks. nimitykset kuviosta 6). Paneelit ovat kestäviä ja helppohoitoisia. (Tuotteet.)

Q-style Roso

Roso on hienosahattu, karheapintainen ja pyöreäkulmainen lauta. Laudat ovat valmiiksi pintakäsiteltyjä ja ne sopivat seinä- ja kattopanelointiin. (Tuotteet.)

Q-style Retro

Retro on sileäpintainen, teräväkulmainen ja valmiiksi pintakäsitelty lauta. Siihen on mahdollista yhdistää metallilista, joka naulataan piiloon puupintojen alle (KUVIO 3). Retro soveltuu seinä- ja kattopanelointiin. (Tuotteet.)



KUVIO 3. Q-style Retro (Tuotteet).

Q-style Riimu

Riimu on karheapintainen, hienosahattu sisustuslauta. Riimu on mahdollista piilokiinnittää samalla tavalla kuin Topcoat- ulkoverhouspaneeli. (Tuotteet.)

Saunatuotteet

Saunatuotteet koostuvat silky-paneeleista, jotka on valmiiksi pintakäsitelty saunaan soveltuvilla pintakäsittelyaineilla. Pintakäsittelyn ansiosta paneelit ovat pitkäikäisiä ja nopeuttavat asennusta poistamalla pintakäsittelyvaiheen. (Tuotteet)

Topcoat interior

Topcoat interior on teräväkulmainen hienosahattu sisustuspaneeli. Paneeli on valmiiksi pintamaalattu ja sen muotoilu mahdollistaa piilokiinnityksen. (Tuotteet.)

Natura-paneelit

Natura-paneelit ovat puuvalmiita tuotteita, joita voi käyttää sisustamiseen selaisenaan tai sävytettynä joko vahaten, lakaten tai maalaten. Natura- tuotteen valmistetaan PEFC-sertifioidusta kuusesta ja männystä. (Tuotteet.)

2.1.3 Pihatuotteet

Siparila Vaajakoski valmistaa pihatuotteinaan ympäröpohjamaalattua aitalautaa, ulkovarastoja sekä jätekatoksia. Ulkovarasto koostuu elementeistä, eikä se vaadi erillistä rakennuslupaa. Elementit on pintakäsitelty puunsuoja-ainetta sisältävällä pohjamaalilla. Myös jätekatos on käsitelty samalla tavalla. Pintamaaliksi suositetaan käytettävän öljy- tai akrylaattipohjaisia maaleja molemmissa tapauksissa. Jätekatos (KUVIO 4.) on suunniteltu kahdelle 240 l jäteastialle tai yhdelle 660 l astialle. Jätekatosta on saatavana sekä vino- että vaakalaudoitettuna. (Tuotteet.)

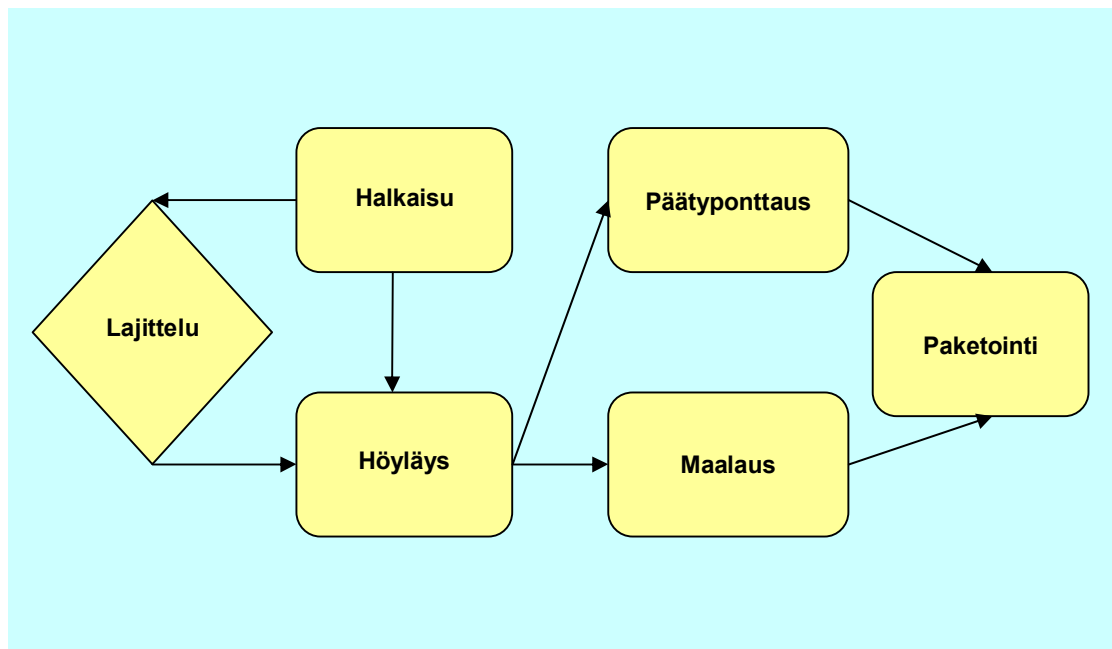


KUVIO 4. Siparilan jätekatos

3 VALMISTUSPROSESSI

3.1 Höylälinja 1

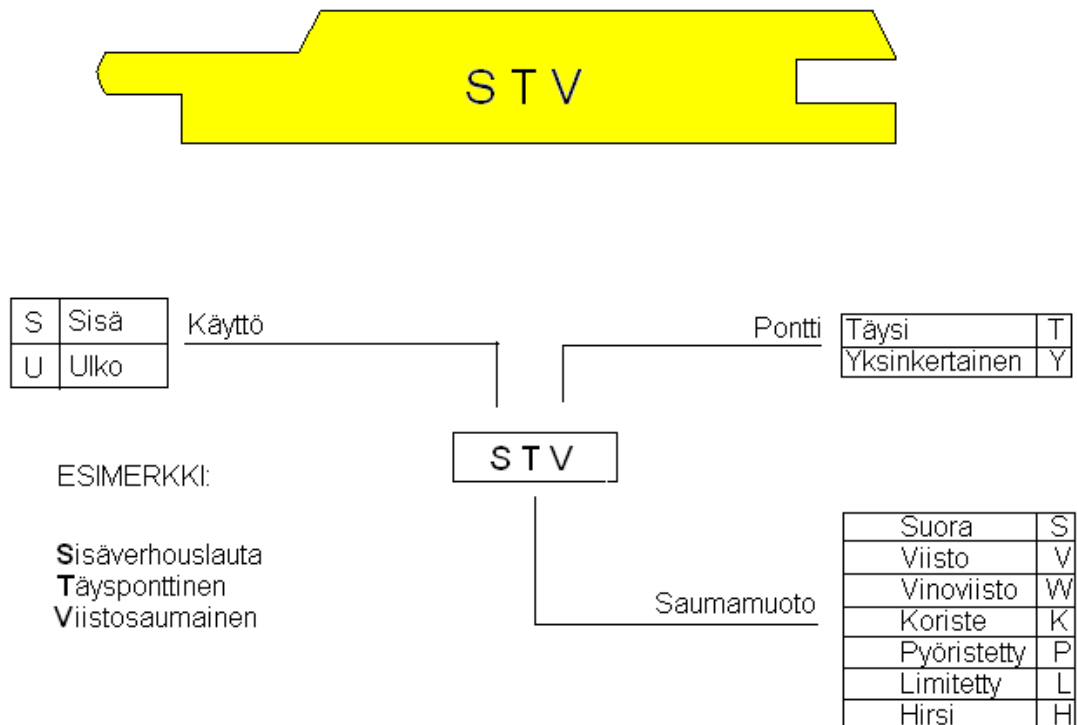
Tuotanto käsittää kolme höyläyslinjastoa sekä pintamaalauslinjaston. Yrityksellä ei ole omaa sahaa joten raaka-aineet hankitaan pääosin kotimaisilta sahatavaran toimittajilta. Sahatavaran työstäminen puujalosteeksi vaatii monia jalostusvaiheita, joiden määrä riippuu valmistettavasta tuotteesta. Kuviossa 5 on esitetty höylälinja 1:n prosessikaavio. Prosessit ovat kaikilla kolmella höylälinjalla erilaisia, mutta pääperiaate on kaikilla sama. (Wihinen 2010, 2-3.)



KUVIO 5. Höylälinjan prosessikaavio

Jalostus alkaa, kun truckki tuo oikean raaka-ainenipun tuotantolinjan alkupäähän. Nippu puretaan kääreistä ja siirretään kuljettimia pitkin nippuhissille. Hissi nostaa niput toiselle kuljettimelle, josta lankut siirtyvät annostelijalle, joka kääntää lankut oikein päin. Riippuen tuotteesta, lankut kuljetetaan tästä eteenpäin, joko suoraan höylälle tai ennen sitä vannesahalle, joka sahaa lankusta halutun levyisen muuttaen sen kahdeksi tai kolmeksi laudaksi. Linjastolla on käytössä myös toinen, vanhempi, vannesaha, koska osa tuotteista vaatii vinohalkaisun tai halkaisun lapesuunnassa, mihinkä uudempi vannesaha ei kykene. Sahan jälkeen laudat siirtyvät kuljettimia pitkin höylälle, jota ennen

höyläri kääntää laudat oikein päin ja erottelee huonot laudat välistä pois. Höylässä laudasta höylätään tilauksen mukainen profiili (ks. KUVIO 6).



KUVIO 6. Esimerkki muotohöylätyn laudan profiilista

Höylän jälkeen laudan kulku prosessissa riippuu hyvin pitkälle siitä, mikä tuote on kyseessä. Puuvalmiit tuotteet, joita ei siis pintakäsitellä, jatkavat höylän jälkeen päätyponttaukseen, missä laudan toiseen päähän tehdään ura ja toiseen kieleke, jotta laudat voidaan liittää toisiinsa. Tämän jälkeen lauta siirtyy kuljettimia pitkin latimelle, missä laudat pinotaan nippuihin. Tämän jälkeen on vuorossa paketointi ja tarpeen tullen myös foliointi. Folioinnissa noin 4-8 päällekkäin olevaa paneelia syötetään foliointikoneeseen, jossa pino saa ympärilleen tiukan muovikelmun (Wihinen 2010, 4).

Maalattavat tuotteet jatkavat höylän jälkeen kuljettimia pitkin maalaus koneelle. Maalaus koneessa paneeli saa tilatun pohjaväri tai esimerkiksi puunsuoja-aineen. Maalatut paneelit kuivatetaan kuivatusuunissa, jonka jälkeen ne siirretään kuljettimia pitkin latimelle. Tuotteet, jotka saavat pintaansa vielä pinta-maalin, lakan tai erikoisemmän sävyn menevät käsiteltäväksi pintamaalaimoon. Mikäli tuotetta ei jalosteta pidemmälle, se paketoitetaan ja tarpeen tullen

folioidaan. Paketoidut tuotteet siirretään valmistuotevarastoon odottamaan noutoa.

4 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidon ensisijainen tehtävä nykykäsityksen mukaan on pitää laitteet jatkuvasti käyttökunnossa. Kunnossapitoon kuuluvat vikaantuneiden laitteiden korjaukset, mutta korjaustoiminta ei ole kunnossapidon päätarkoitus. Kunnossapito on tärkeä tuotannontekijä, jonka avulla pystytään varmistamaan tuotantolaitoksen kilpailukyky. (Kuntoon perustuva kunnossapito 2009, 25.)

Standardi SFS-EN 13306 määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää ja palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.” (Kuntoon perustuva kunnossapito 2009, 26).

4.1 Kunnossapidon kehitysvaiheet

Kunnossapidon kehitysvaiheet on voitu 1930-luvulta lähtien jakaa neljään eri sukupolveen.

4.1.1 Ensimmäinen sukupolvi

Ensimmäinen vaihe alkoi 1940-luvulla Toisen Maailman Sodan aikoihin. Teollisuus ei ollut korkeasti mekanisoitua, minkä takia seisokkijaajoillakaan ei ollut suurta merkitystä. Laitteet olivat yksinkertaisia, varmatoimisia ja helppoja kunnossapitää. Puhdistus- huolto- ja voitelukierroksia lukuun ottamatta, systemaattiselle kunnossapidolle ei ollut tuolloin tarvetta. (Järviö 2000, 17.)

4.1.2 Toinen sukupolvi

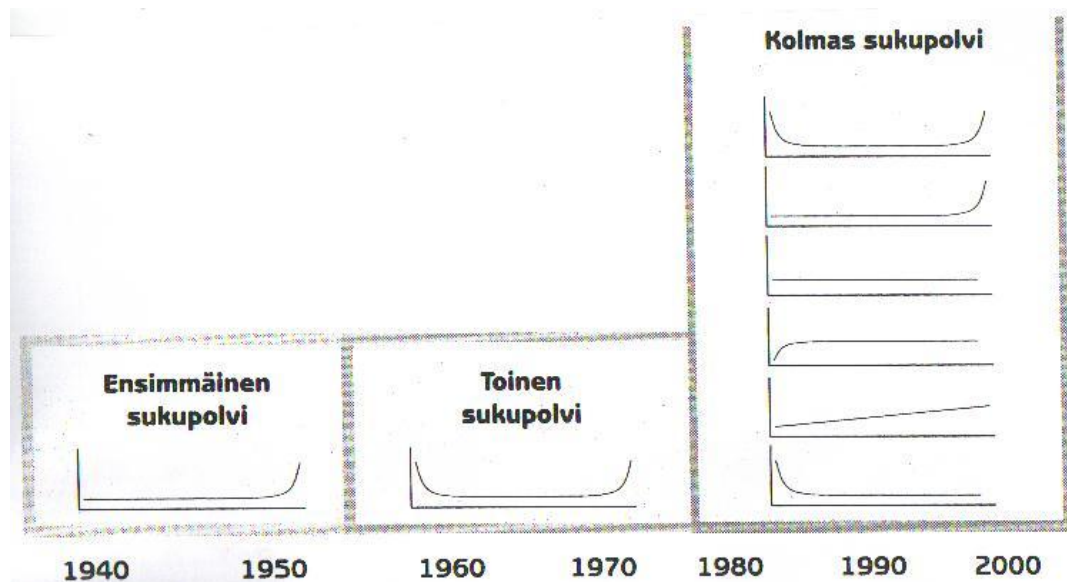
Sotien aikaan työvoimasta oli pulaa ja samalla tuotannon vaatimukset kasvoivat. Tämän seurauksena teollisuus alkoi koneistua. 1950-luvulla tuotannosta oli tullut yhä koneriippuvaisempaa ja koneista monimutkaisempia. Tämän myötä kiinnostus ennakkohuoltoon kasvoi, kun haluttiin ehkäistä tuotantokatkoja aiheuttavia vikoja. 1960-luvulla ennakkohuolto koostui pääasiassa määrääjoin tapahtuvasta osien vaihdosta. (Järviö 2000, 17.)

Kunnossapitokustannukset alkoivat myös nousta suhteessa muihin käyttökustannuksiin, mikä johti kunnossapidon suunnittelu- ja ohjausjärjestelmien yleistymiseen. (Järviö 2000, 17.)

4.1.3 Kolmas sukupolvi

Seitsemänkymmentäluvun puolivälin jälkeen kunnossapidolle asetetut odotukset ovat kasvaneet entisestään. Enää ei riitä, että laite korjataan sen vikaantuessa, vaan kunnossapidolle asetetut odotukset nähdään laajemmin. Kunnossapidon ansiosta laitteilta vaaditaan yhä enemmän. Laitteilta vaaditaan pidempää elinikää sekä niiden halutaan toimivan turvallisemmin, ympäristöystävällisemmin sekä kustannustehokkaammin. (Järviö 2000, 17–18.)

Yhtenä syynä kasvaneisiin odotuksiin on tutkimusten tuomat kuvat laitteiden eliniästä ja vikaantumisesta. On havaittu, että laitteen vikaantumisen ja käytön välinen yhteys on luultua pienempi. (Järviö 2000, 18.)



KUVIO 7. Eri sukupolvien näkemykset laitteen vikaantumisesta sen käyttöön aikana. (RCM, luotettavuuskeskeinen kunnossapito)

Kuviosta 7 nähdään, kuinka eri sukupolvien näkemykset laitteen käyttöön suhteesta sen vikaantumiseen eroavat. Ensimmäinen sukupolvi uskoi, että laitteen vikataajuus kasvaa sen käyttöön myötä.

Toinen sukupolvi uskoi, että laitteen vikaantuminen noudattaa kylpyamme käyrää, missä laitteen elinkaaren alkuvaiheessa esiintyy paljon ns. ”lapsen tauteja”, jonka jälkeen vikaantuminen on satunnaista kunnes taas käyttöön lähestyessä loppuaan vikaantumisen todennäköisyys kasvaa.

Nykykäsityksen mukaan laitteet voivat noudattaa useampaa kuin yhtä vikaantumiskäyrää.

Kunnossapitoon liittyvät menetelmät ja tekniikka ovat kehittyneet myös huomasti kolmannen sukupolven aikana (KUVIO 8). Nykypäivän suurin haaste onkin näiden menetelmien oppiminen sekä sopivimman menetelmän valinta kunnossapitohenkilöstön omiin tarpeisiinsa. (Järviö 2000, 19.)



KUVIO 8. Muutokset kunnossapitotekniikoissa ja – menetelmissä. (RCM, Luotettavuuskeskeinen kunnossapito)

4.1.4 Neljäs sukupolvi

Neljäs sukupolvi käynnistyi 1990 luvulla, kun mikroelektroniikka ja IT- teknologia olivat tekemässä läpimurtoaan. Hyvin tyypillistä tälle sukupolvelle on:

- Valmistusprosessien integraation ja automaation lisääntyminen nostaa tuotantokoneiden hintoja, jonka takia puutekustannukset ovat suuremmat kuin kunnossapito- ja korjauskustannukset.
- Uudet teknologiat muuttavat kunnossapitäjien osaamisvaatimuksia.
- Uuden teknologian tuotteiden elinkaaret lyhenevät kuukausiin tai viikkoihin. Kunnossapidollisesti ei ole kannattavaa panostaa kyseisen teknologian hallintaan.
- Tuotteiden elinkaaren lyheneminen vaikuttavat koneen käyttöstrategioihin. Käyttökelpoisia laitteita joudutaan hylkäämään.
- Käynnin valvonta erilaisilla sensoreilla tuo tehokkaita työkaluja käynninvalvontaan.
- Etävalvonnan yleistyminen. (Järviö, Parantainen, Piispa, Åstrom 2007, 19.)

Kunnossapidon menetelmät ovat myös kehittyneet:

- Kunnossapito ei enää kohdistu pelkästään mekaaniseen laitteeseen, vaan nykyään kunnossapidetään myös laitteiden toimintoja ohjaavia ohjelmia.
- On kehitetty älykkäitä sensoreita, joilla mitataan kohteita, joiden mittaaminen ei ollut ennen mahdollista tai järkevää.
- Toiminnan laatua voidaan mitata esimerkiksi valmistusprosessin käyttäytymisestä.
- Kunnonvalvonnan suorittaa etenevässä määrin koneen käyttäjät. (Järviö ym. 2007, 20.)

4.2 Kunnossapitolajit

Kunnossapito voidaan jakaa viiteen päälajiin, joita ovat huolto, ehkäisevä kunnossapito, korjaava kunnossapito, parantava kunnossapito sekä vikojen ja vikaantumisten selvittäminen (Järviö ym. 2007, 49).

4.2.1 Huolto

Huoltamalla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia tai palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen.

Huolto on pääsääntöisesti jaksotettua eli sitä tehdään tietyn väliajoin. Jaksoitettuun huoltoon kuuluu toimintaedellytysten vaaliminen, käyttäjien suorittama kunnossapito, puhdistus, voitelu, huoltaminen, kalibrointi, kuluvien osien vaihto sekä toimintakyvyn palauttaminen. (Järviö ym. 2007, 50.)

4.2.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito koostuu tekniikoista, joiden avulla laitteen vikaantumista pyritään estämään tai hallitsemaan. Vikaantumista estetään vaihtamalla komponentti uuteen tietyn määräajoin, kun taas vikaantumisen hallinnassa etsitään vikoja, jotka eivät ole vielä pysäyttäneet konetta. Ehkäisevä kunnossapito on säännöllistä (aikataulutettua tai jatkuvaa) tai sitä tehdään tarvittaes-

sa. Tulosten perusteella voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kunnossapidon tehtäviä. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät:

- tarkastaminen
- kunnonvalvonta
- määräystenmukaisuuden toteaminen
- testaaminen
- käynninvalvonta
- vikaantumistiedon analysointi. (Järviö ym. 2007, 49–50.)

PSK 7501 – standardin mukaan ehkäisevä kunnossapito koostuu kolmesta eri osiosta, jotka ovat jaksotettu kunnossapito, kunnonvalvonta sekä kuntoon perustuva suunniteltu korjaus.

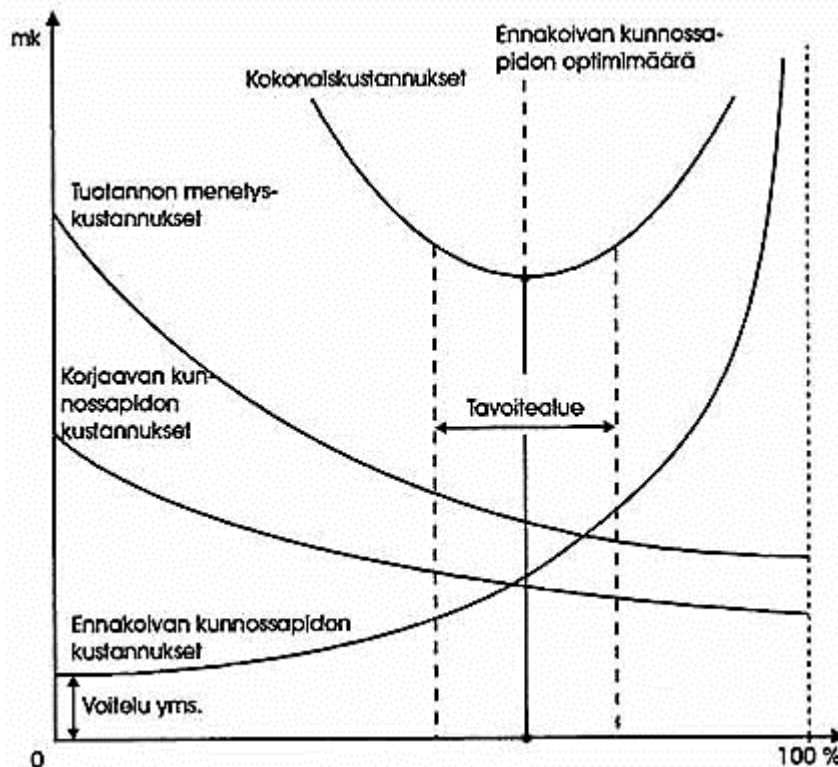
Jaksotettu kunnossapito on toimenpide, joka tehdään suunnitelluin jaksotuksin, esimerkiksi käyttötuntien, kalenteriajan, tuotantomäärän tai energian käytön mukaisesti (Mikkonen 2009, 97).

Kunnonvalvonnan avulla etsitään oireilevia vikoja tai mittausten tulosten avulla todetaan koneen olevan kunnossa. Sitä voidaan tehdä koneen toimiessa tai seisokin aikana (Järviö ym. 2007, 50). Kunnonvalvonnan toimenpiteitä ovat aistein (esimerkiksi kuulo ja visuaalinen havainnointi) sekä mittalaittein (esimerkiksi lämpökamera) tapahtuvat tarkastukset ja valvonta sekä mittaustulosten analysointi. Kunnonvalvonnan tarkoituksena on tuottaa lähtötietoja ehkäisevän kunnossapidon sekä korjauksen suunnitteluun. (Mikkonen, 97.)

Kuntoon perustuvalla suunnitellulla korjauksella tarkoitetaan kunnonvalvonnan, tarkastusten ja aistien avulla havaittujen vikojen suunniteltua korjausta (Mikkonen 2009, 97).

Ehkäisevää kunnossapitoa tarvitaan kun koneelta vaaditaan luotettavaa toimintaa. Koneen on kyettävä suorittamaan sen vaadittu toiminto suunnitellulla tavalla. (Kalliokoski.)

Ehkäisevä kunnossapito on selkeästi halvempi tapa toimia kuin suunnittelematon kunnossapito. Suunnittelematon kunnossapito aiheuttaa välillisiä menetyksiä, kuten laatukustannukset ja vikaantumisesta johtuva menetetty tuotto, jotka ovat yleensä paljon suurempia kuin kunnossapidon aiheuttamat välittömät kustannukset, kuten palkat ja varaosakustannukset. Kuviossa 9 on esitetty ennakoivan kunnossapidon vaikutukset kustannuksiin. (Kalliokoski.)



KUVIO 9. Ennakoivan kunnossapidon vaikutus kokonaiskustannuksiin (Kunnossapito menestystekijä).

Lisättäessä ennakoivaa kunnossapitoa seisokkien ja kunnossapidon kokonaiskustannukset ensi alkuun pienenevät ja alkavat sitten nousta, koska lisääntyvä ennakoiva kunnossapito tarvitsee myös lisää huolto-aikaa ja lopulta laitteiden vaatima seisonta-aika on suurempi kuin ennakoivan kunnossapidon avulla saavutettu seisokkiaikojen lyhentymisen (Romppainen 2002, 8). Ehkäisevä kunnossapito on järkevää, kun sen aiheuttamat kustannukset ovat pienemmät kuin sen puutteen aiheuttamat vahingot ja menetykset. Ehkäisevän kunnossapidon keinoin voidaan prosessien luotettavuus asettaa täysin varmalle tasolle, mikä on usein kuitenkin liian kallista. Tavoiteltava luotettavuustaso kannattaakin asettaa matalammalle. Ehkäisevän kunnossapidon

tehokkuus määrittelee sen, kuinka hyvin kunnossapitoa voidaan aikatauluttaa ja suunnitella etukäteen. Hyvän kunnossapidon tunnistaakin siitä, että noin 80 % työkuormasta on tiedossa jo noin kolme viikkoa etukäteen. Tällöin toimenpiteet voidaan suunnitella, varaosat ja tarvikkeet ostaa ja aikatauluttaa työt siten, että ne haittaavat mahdollisimman vähän tuotantoa. (Kalliokoski.)

4.2.3 Korjaava kunnossapito

Korjaavan kunnossapidon keinoin vikaantuvaksi havaittu osa tai komponentti palautetaan käyttökuntoon eli korjataan. Korjaavan kunnossapidon suoritusajojen avulla on mahdollista laskea osan tai komponentin elinaika. Korjaava kunnossapito voi olla joko suunniteltua tai suunnittelematonta. (Järviö ym. 2007, 50.)

4.2.4 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito jaetaan kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä laitteen alkuperäiset osat korvataan uusilla vastaavanlaisilla osilla. Tällöin laitteen suorituskyky ei muutu. Esimerkiksi vanhat tasavirtamoottorit korvataan nykyaikaisilla taajuusohjatuilla oikosulkumoottoreilla. (Järviö ym. 2007, 51.)

Toiseen pääryhmään kuuluvat uudelleensuunnittelut ja korjaukset, joilla pyritään parantamaan koneen epäluotettavuutta. Näillä toimenpiteillä ei pyritä muuttamaan koneen suorituskykyä vaan koneen toimintaa luotettavammaksi. (Järviö ym. 2007, 51.)

Kolmanteen pääryhmään kuuluvat modernisaatiot, joilla pyritään muuttamaan koneen suorituskykyä. Yleensä modernisaatiolla uudistetaan koneen ohella myös valmistusprosessi. Tällainen tilanne esiintyy, kun koneen elinjakso on pidempi kuin sillä valmistettavan tuotteen elinkaari. Vanhalla koneella ei kyetä valmistamaan kilpailukykyisesti tuotteita, joita markkinat vaativat. (Järviö ym. 2007, 51)

4.2.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Vikojen ja vikaantumisten selvittämistä ei ole mielletty kunnossapitoon kuuluvaksi toiminnoksi. Sen tärkeys ymmärretään, mutta harvassa yrityksessä näiden asioiden tekeminen on systemaattista. Vikojen ja vikaantumisten selvittämisellä löydetään vian perussyys sekä vikaantumisprosessi. Saatujen tulosten perusteella voidaan määrittää toimenpiteet, joilla estetään vastaavan vian uusiutuminen. Koska analyysien tekeminen vaatii erikoisosaamista, ei jokaista rikkoontumista kannata analysoida. On arvioitu, että selvitystä kannattaakin tehdä noin 10 %: lle vikatapauksista. Perinteisimmät menetelmät ovat:

- vika-analyysi
- vikaantumisen selvittäminen
- mallintaminen
- perussyyn selvittäminen
- materiaalianalyysit
- suunnittelun analyysit
- vikaantumispotentiaalin kartoitukset/ riskinhallinta. (Järviö ym. 2007, 51.)

4.3 Ennakkohuolto

Ennakkohuollon määrä on kasvanut tasaisesti. Nykyisestä kunnossapidon työmäärästä ennakkohuoltoa tehdään noin 30–40 %. Ennakkohuollon tavoitteena on parantaa laitteiden käytettävyyttä. Oleellista ennakkohuollossa on määritellä huoltovälit siten, että huolto ei tapahdu liian aikaisin eikä liian myöhään. Sitä ei tule mieltää erillisenä toimintona muusta kunnossapidosta, vaan sen pitäisi olla osa päivittäistä toimintaa. Osa ennakkohuoltotoimista voi-kin kuulua tuotannon työntekijöiden päivittäisiin tehtäviin. Tällaisia tehtäviä voivat olla esimerkiksi voitelut, puhdistukset, säädöt sekä havaittujen vikojen raportointi. Muutoin kunnossapitotiimi hoitaa ennakkohuollon itse. (Koneauto- maation kunnossapito.)

Ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluville laitteille määritellään tehtävät toimenpiteet sekä työn jaksotus. Jaksotukset perustuvat laitteiden kriittisyyteen, lain ja määräysten mukaisiin aikaväleihin, kokemuksen mukaisiin vikaantumisväleihin ja laitevalmistajien antamiin suosituksiin (Koneautomaation kunnossapito). Yleensä jaksotus tapahtuu kalenteri- käyttötunti- tai tuotantomääräperusteisesti. Kalenteriin perustuvan aikataulutuksen etuna on mahdollisuus suunnitella viikkolistat ja sitä kautta resurssit ja materiaalityötarpeet etukäteen. Aikataulutus toimii, kun kunnossapidon henkilöstölle voidaan osoittaa vähintään viikon työt etukäteen. Huono puoli kalenteriin perustuvassa aikataulutuksessa on aikataulun muuttumattomuus. Se ei ota kantaa laitteiden olosuhteiden muutoksiin. Huoltovälit ja toimenpiteet määritellään neutraaliin ympäristöön, jolloin kevyeen rasitukseen joutuvat koneet huolletaan liian usein ja vastaavasti raskaissa olosuhteissa olevat koneet liian harvoin. (Järviö ym. 2007, 233.)

Ongelma voidaan ratkaista kunnon tai tuotantoprosessin tuotteen ominaisuuksien mittaaminen ja huolto-ohjelman mukauttaminen tämän tiedon mukaan. Tämä on kuitenkin järkevää vain silloin, kun huolto-ohjelman optimoimiseksi luotu mittausjärjestelmä ei maksa enempää kuin mitä sillä voidaan säästää. (Järviö ym. 2007, 233.)

4.4 Kunnossapito Siparilassa

Siparilan kunnossapito-osasto koostuu kahdesta työntekijästä: sähköasentajasta sekä mekaniikka-asentajasta. Mekaanisen asentajan työnkuvaan kuuluu koneiden ja laitteiden sekä myös liikkuvan kaluston häiriökorjaukset sekä niiden huolto ja sähköasentaja vastaa laitteiden ja kiinteistön sähkö- ja automaatiotöistä. Lisäksi tehtaassa kunnossapitoon osallistuvat myös koneiden käyttäjät. Kunnossapidon osalta tehtävät on jaettu siten, että koneen käyttäjät pitävät huolta työympäristön ja koneiden siisteydestä sekä tekevät pienimuotoisia korjaustöitä, kun taas asentajat vastaavat vaativimmista häiriökorjauksista sekä huoltotöistä.

Tuotannon työntekijöillä on käytössään ns. ”huoltotaulut” eripuolella linjastoa, joihin merkitään kaikki havaitut viat ja puutteet linjastossa. Asentajat käyvät

lukemassa tauluja ja tekevät sinne kirjattuja töitä niiden kiireellisyyden mukaan. Pääsääntöisesti kerran kuukaudessa pidettävissä kunnossapitopalaverissa käydään läpi tehdyt ja tekemättömät työt sekä nostetaan esille uusia tulevia projekteja.

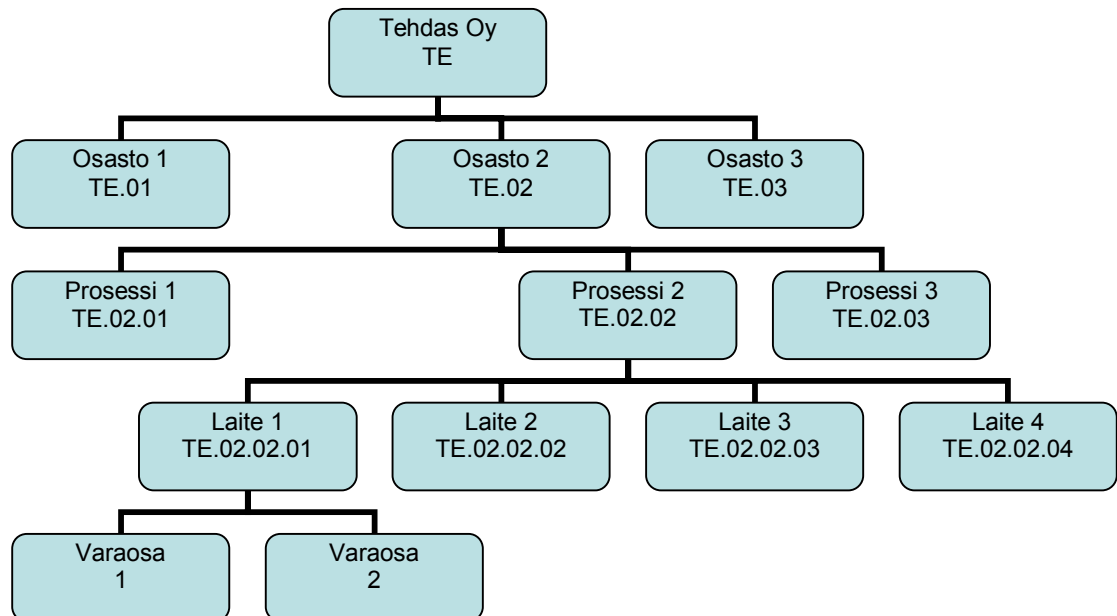
Aikaisemmin Siparilalla ei ollut käytännössä minkäänlaista ennakoivaa kunnossapitoa, vaan koneita ajettiin niin pitkään, kunnes jotain meni rikki. Tämä aiheutti suurta päänsäryä, sillä koneiden jatkuva vikaantuminen aiheutti paljon suunnittelemattomia tuotantokatkoksia ja näin ollen vaikutti tuotannon kannattavuuteen. Tämän takia Vaajakosken Siparila, päätti ulkoistaa kunnossapitonsa Wemaint Oy:lle vuoden 2011 alussa. Ulkoistamisella Siparila pyrki parantamaan tuotantoprosessinsa tehokkuutta sekä saada aikaan kustannussäästöjä. Yksi ulkoistamissopimuksen ehdoista oli laatia Siparilalle kattava ennakkohuoltosuunnitelma tehtaan tuotantolinjoille ensimmäisen sopimuskauden aikana, johon tämä opinnäytetyökin perustuu.

5 LAITEHIERARKIA

Hierarkian tarkoituksena on rakentaa laitepaikoista looginen puu, jonka avulla laitepaikkakortti on helposti löydettävissä, vaikkei tiedetäkään sen laitepaikkatunnusta. Laitepaikkahierarkiaa käytetään apuna myös kunnossapidon kustannusten seurantaan: hierarkian avulla saadaan kokonaiskuva siitä, mitkä laitteet kuuluvat samaan kokonaisuuteen eli samaan kustannuspaikkaan. (Järviö ym. 2007, 224.)

Laitepaikkahierarkian ideana on kerätä laitepaikat ryhmiin esimerkiksi prosessin, tuotantosolujen tai sijainnin mukaan. Ryhmiä kerätään kasaan, kunnes löytyy yksi laitepaikkakortti, hierarkian ylin taso, joka yhdistää kaikki ryhmät. Ylimmältä tasolta lähtien voi selata eri hierarkia tasot läpi löytääkseen halutun laitepaikan, edellyttäen, että tuntee laitoksen toiminnan yleisellä tasolla. (Järviö ym. 2007, 224.)

Laitapaikkatunnus rakennetaan yleensä hierarkkiseksi, jotta se kertoisi jotain itse laitteesta tai sen sijainnista. Kuviossa 10 on esitetty yksi keino, jonka mukaan laitehierarkian voi tehdä.



KUVIO 10. Prosessin mukainen hierarkia ja hierarkkinen laitekoodaus (Mts. 226, muokattu)

Kuvion mukainen puu on perinteinen tapa rakentaa hierarkia. Siinä laitepaikkahierarkia sekä laitepaikan numerointi on tuotantoprosessin mukainen. Laitepaikan numero, esimerkiksi TE.02.02.01, muodostuu siten, että ensimmäiset kaksi merkkiä kuvaavat tehdasta, seuraavat kaksi osastoa, seuraavat kaksi prosessia ja viimeiset kaksi numeroa itse laitetta. Laitteiden numerointi merkitään yleensä juoksevana numerona. (Järviö ym. 2007, 224.).

6 KRIITTISYYSLUOKITTELU

Kriittisyysanalyysi on menetelmä, jota käytetään kunnossapitosuunnitelman lähtötietojen tuottamiseen. Sitä voidaan käyttää esimerkiksi hankintavaiheen tukena määriteltäessä hankittavan kriittisen laitteen ominaisuuksia, laatutasoa ja vastaanottokriteerejä. (PSK 6800, 2008, 3.) Kriittisyysanalyysillä pyritään löytämään järjestelmästä ne laitteet, joiden suunnittelematon vikaantuminen vaikuttaa merkittävästi turvallisuus- ja ympäristötekijöihin, tuotannon menetykseen sekä laatu- ja korjauskustannuksiin.

Kriittisyysanalyysistä saadut tulokset toimivat hyvin esimerkiksi luotettavuuskeskeisen kunnossapitoanalyysin eli RCM- analyysin pohjana, jotta prosessin kannalta kriittisimmille laitteille voidaan määrittää oikeat ennakkohuoltotoimenpiteet. Oikein kohdistetulla kunnossapidolla saadaan aikaan kustannussäästöjä sekä vältetään turhia kunnossapitotöitä. Analyysi toimii myös hyvänä varaston ja varaosahallinnan apuvälineenä. (Rossi 2009, 21.)

6.1 PSK 6800- standardi

Laitteiden kriittisyysanalyysiä varten on luotu standardi PSK 6800. Standardi määrittelee kriittisyyden ominaisuutena, joka kuvaa kohteeseen liittyvän riskin suuruutta. Riskillä tarkoitetaan tässä tapauksessa henkilöiden loukkaantumisista, aineellisia vahinkoja, tuotannon menetystä tai muita ei hyväksyttäviä seurauksia. Riskin suuruudella tarkoitetaan vikaantumisen vaikutuksen ja todennäköisyyden tuloa. Standardin mukaan kohde on kriittinen, mikäli siihen liittyvä riski ei ole hyväksyttävällä tasolla. Standardissa keskitytään pääasiassa kuvaamaan kriittisyyttä taloudellisten vaikutusten perusteella. (PSK 6800, 2008, 2-3.)

Tarkastelun laajuuden määrittäminen

Kriittisyysanalyysin ensimmäisenä vaiheena on määritellä tarkasteltava alue eli onko kyseessä koko tehdas, osasto tai jokin muu rajattu kohde. Mikäli tar-

kastelussa on laaja kokonaisuus, on syytä määritellä esimerkiksi osastokohtainen painoarvo tuotannon menetykselle, jonka avulla voidaan ottaa huomioon eri osastojen väliset erot kriittisyyskertoimia määriteltäessä. Laitekohtainen kriittisyysanalyysi tehdään luvun alussa mainituiden tekijöiden pohjalta työryhmässä. (Kuntoon perustuva kunnossapito, käsikirja 2009, 148.)

Tuotannon menetyksen painoarvon määrittäminen

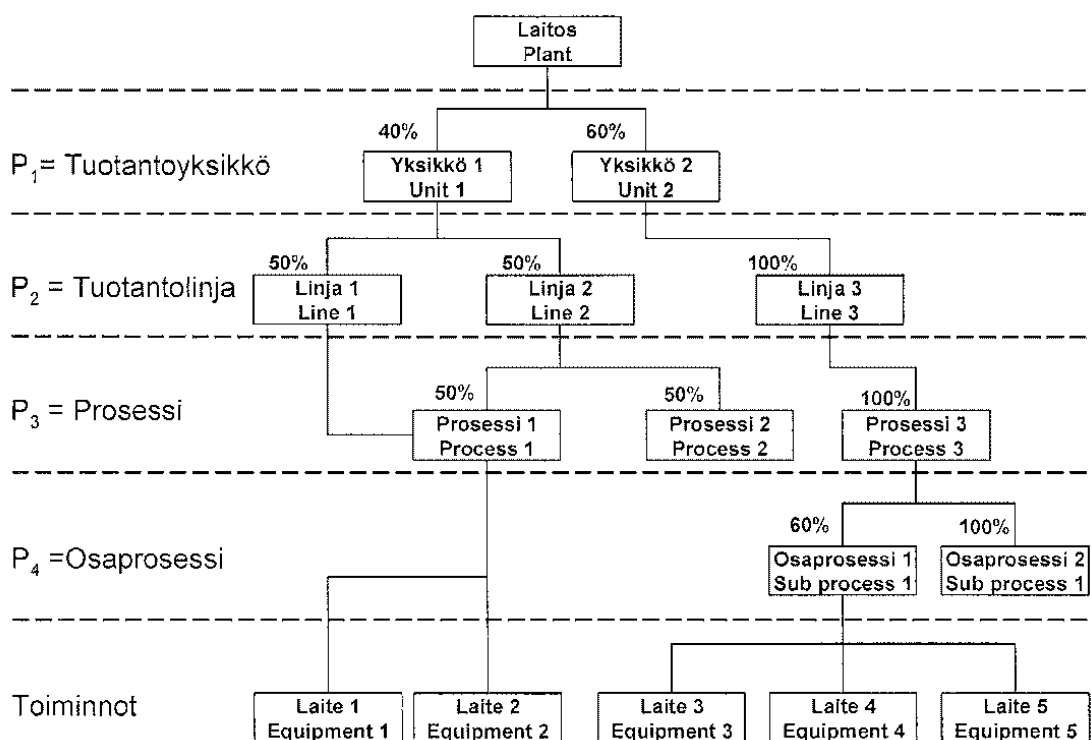
Menetelmää käytetään tuotantoprosessin kriittisyyden tarkasteluun, jolloin oletetaan, että käyttöhyödykeprosessit kuten höyryn, paineilman ja sähköntuotannot toimivat (PSK 6800, 2008, 4).

Tuotannon menetyksen painoarvokerroin W_P lasketaan kaavalla (PSK 6800, 2008, 6).

$$W_P = P_4 \times P_3 \times P_2 \times P_1$$

missä P_4 = osaproessin painoarvokerroin
 P_3 = prosessin painoarvokerroin
 P_2 = tuotantolinjan painoarvokerroin
 P_1 = tuotantoyksikön painoarvokerroin

Prosessihierarkian painoarvokertoimet kuvaavat laitoksen prosessitekniisten toimintojen keskinäistä riippuvuutta. Kertoimet jaetaan hierarkian mukaan siten, että laitoksen kannalta kriittinen laite saa painoarvon 100 %. Kuviossa 11 on esitetty laitoksen prosessihierarkian vaikutus painoarvokertoimiin P_1 – P_4 . (PSK 6800, 2008, 4.)



KUVIO 11. Laitoksen prosessihierarkia vaikutus painoarvokertoimiin

Kuviossa 11 laitoksen painoarvokerroin on aina 100 %. Tuotantoyksikön painoarvokertoimena käytetään joko tuotannon määrää, arvoa tai siitä saatavaa tuottoa. Yksiköiden kertoimien summa on 100 %.(PSK 6800, 2008, 5.)

Tuotantolinjan painoarvokerroin on suhteellinen osuus yksikön tuotoksesta. Tuotoksena käytetään tuotannon määrää, arvoa tai siitä saatavaa tuottoa. Linjojen kertoimien summa on 100 %.(PSK 6800, 2008, 5.)

Prosessin painoarvo riippuu sen lähtövirran välttämättömyydestä palveleminen kohteille. Painoarvokerroin on 100 %, mikäli prosessin vikaantuminen pysäyttää tuotantolinjan. Prosessit voivat olla kytkettynä joko sarjaan tai rinnan. Tuotoksena käytetään tuotannon määrää. (PSK 6800, 2008, 6.)

Osaprosessin painoarvo riippuu sen lähtövirran välttämättömyydestä palveleminen kohteille. Painoarvokerroin on 100 %, mikäli osaprosessin vikaantuminen pysäyttää prosessin tai tuotantolinjan. Osaprosessit voivat olla kytkettynä joko sarjaan tai rinnan. Tuotoksena käytetään tuotannon määrää. (PSK 6800, 2008, 6.)

Laitteiden kriittisyyden määrittäminen

Kriittisyyden määrittämisen apuna voidaan käyttää standardin tarjoamaa taulukkoa (Liite 1.), jossa on määritelty laitetason kriittisyyden painoarvot sekä kertoimet. Taulukon lukuarvot ovat vain suuntaa antavia, joten ennen pisteytyksen tekemistä olisi hyvä arvioida ovatko painoarvot käyttökelpoisia sellaisenaan vai onko niitä tarvetta muuttaa.

Laitteen kriittisyysindeksi K lasketaan kaavalla (PSK 6800, 2008, 7).

$$K = p \times (W_s \times M_s + W_e \times M_e + W_p \times M_p + W_q \times M_q + W_r \times M_r)$$

missä p = vikaantumisväli

W_s = turvallisuusriskin painoarvo

M_s = turvallisuusriskin kerroin

W_e = ympäristöriskin painoarvo

M_e = ympäristöriskin kerroin

W_p = tuotannon menetyksen painoarvo

M_p = tuotannon menetyksen kerroin

W_q = laatu- ja kustannuksen painoarvo

M_q = laatu- ja kustannuksen kerroin

W_r = korjaus- tai seurauskustannuksen painoarvo

M_r = korjaus- tai seurauskustannuksen kerroin.

Tarvittaessa standardin avulla voidaan myös laskea laitteen kokonaiskriittisyyden vaikuttavien tekijöiden niin sanotut osaindeksit, joilla on mahdollista tarkastella kunkin tekijän osuutta kokonaiskriittisyydestä (Kuntoon perustuva kunnossapito, käsikirja 2009, 151).

Kun laitteiden kriittisyydet on saatu arvioitua, laitteet jaetaan niiden kriittisyyden perusteella luokkiin. Luokituksen perusteella kriittisimmille laitteille tehdään tarkempi tarkastelu esimerkiksi RCM:n avulla.

7 VIKA- JA VAIKUTUSANALYYSI

Vika- ja vaikutusanalyysi (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) on alun perin kehitelty Yhdysvaltojen puolustusvoimissa 40-luvun lopussa, missä sitä käytettiin järjestelmän tai laitteiden vikaantumisen arviointiin. Vikaantumiset luokiteltiin sen perusteella, mikä niiden vaikutus oli tehtävien onnistumiseen sekä henkilöstön ja laitteiden turvallisuuteen. (What is FMEA? 2011.)

Vika- ja vaikutusanalyysi on menetelmä, jolla pyritään tunnistamaan prosessin alemman tason mahdolliset vikaantumiset eli vikamuodot. Jokainen tunnistettu vikaantumistapa arvioidaan sekä paikallisesti että sen järjestelmän ylemmälle tasolle aiheuttaman seurauksen mukaan. Todennäköisimmille vikamuodoille pyritään löytämään oikeat toimenpiteen sen estämiseksi tai vikamuodon aiheuttamien seurausten pienentämiseksi. Vikamuodoille voidaan myös laskea kriittisyysluku, joka perustuu vian vaikutukseen ja sen esiintymisen todennäköisyyteen. Tällöin analyysistä tulee vika- vaikutus- ja kriittisyysanalyysi (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis, FMECA). (What is FMEA? 2011.)

Vika- ja vaikutusanalyysin vaiheet voidaan jakaa kuvion 12 mukaisiin osiin.

Toiminto	Toiminnallinen vika	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian vaikutus	Vian seuraus
Mitä kohteen odotetaan tekevän ja millä suorituskyvyllä	Millä tavalla tämä toiminto estyy?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian	Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi?	Mitä väliä kullakin vikaantumisella on? Mikä on niiden seurausten kriittisyys
Pumpata vettä 300 l/min 24 h/vrk säiliöön	1. Ei lainkaan pumppausta 2. Tilavuusvirta << 300 l/min. 3. Pumppaus ei käynnisty	1.1 Pumpun laakerin ulkokehä vaurioituu 2.1 Kytimen linjausvirhe 3.1 Juoksupyörä kulumut	1.1.1 Voitelun puute 1.1.2 Ikkäänäntyminen 1.1.3 Epäpuhtaus 2.1.1 Inhimillinen virhe 2.1.2 Muutos perustuksissa 3.1.1 Ikkäänäntyminen	1. Pitää pysäyttää kuumentumisen vuoksi. Varapumpun vaihto vaatii 4 h seisokin	4 h tuotantoseisokki, xxx €. Vaihtotyöt xxx € Varapumpun oltava kunnossa. Ei turvallisuusseurauksia

KUVIO 12. FMEA- lomake (Mäki 2008).

7.1 Toiminnot ja suorituskystandardi

Ensimmäisessä vaiheessa määritellään kunkin laitteen toiminnot sekä suorituskystandardit niiden omassa käyttöympäristössään. Koneiden käyttäjät tietävät yleensä parhaiten, miten koneelta saadaan toiminnallisesti paras laadullinen, määrällinen ja taloudellinen tulos koko organisaatiolle. Tämän takia käyttäjien mukana olo analyysiä tehdessä on tärkeää. (Järviö ym. 2007, 128.)

7.2 Toiminnalliset viat

Toiminnallisella vialla tarkoitetaan laitteen kykenemättömyyttä suorittaa siltä vaadittua toimintoa. Käsite kattaa laitteen täydellisen pysähtymisen lisäksi myös sen vajaatoiminnan, jolloin laite vielä toimii, mutta toimintatapa ei vastaa odotettuja vaatimuksia (Järviö ym. 2007, 128).

7.3 Vikamuodot ja vian aiheuttajat

Kun toiminnalliset viat on saatu määriteltyä, ryhdytään selvittämään kaikkia niitä syitä, jotka todennäköisesti aiheuttavat kyseisen vian. Näitä kutsutaan vikamuodoiksi tai vikaantumistavaksi riippuen lähteestä. Tarkoituksena ei ole lähteä listaamaan jokaista vikamuotoa, jotka kyseisen toiminnallisen vian voisi aiheuttaa, vaan analyysiin otetaan mukaan vikamuodot, jotka ovat jo tapahtuneet kyseisellä laitteella ja joiden esiintymisriski on suuri. Lisäksi analyysissa tulisi käsitellä vikamuotoja, joita ennakkohuollolla halutaan estää, vaikka vikamuotoa ei olisi vielä tapahtunutkaan. (Järviö ym. 2007, 128.)

Vikamuotoja mietittäessä on syytä ottaa huomioon myös ihmisestä johtuvat tekijät, kuten käyttö-, asennus- ja suunnitteluvirheet. Tällöin kaikki vikaantumismahdollisuudet voidaan tunnistaa ja käsitellä asianmukaisesti. On myös tärkeä tunnistaa jokaisessa tapauksessa vikaantumisen juurisyyn eli vikaantumisen aiheuttavat tekijät riittävän tarkasti, jotta ne voidaan kitkeä pois. (Järviö ym. 2007, 128–129.)

7.3.1 Vikamuotojen analysointi

Kunnossapitotoiminnan perusedellytys on vioittumistapojen tuntemus. Yksittäinen laite voi vikaantua monella eri tavalla. Vikamuotoja analysoidaan, koska

- vikailmoitukset ja työmääräimet syntyvät lähes aina vikamuotojen vuoksi
- päivittäinen kunnossapidon suunnittelu kohdistuu lähes aina vikamuotoihin
- aamupalaverit kunnossapidon ja tuotannon kesken käsittelee mikä vikaantui, miksi, mitä on tehty tai mitä voidaan tehdä tilanteen korjaamiseksi → eli kyse on keskustelua vikamuodoista
- kunnossapidon historiatiedot eri järjestelmissä koskevat aina jotain spesifiä vikamuotoa (Mäki 2008).

Kun vikamuoto on tunnistettu, voidaan arvioida sen vaikutukset ja päättää mitä tehdä tilanteen ennakoimiseksi, tunnistamiseksi, estämiseksi tai korjaamiseksi. Kunnossapidon tehtävien valinta, priorisointi ja kunnossapitotoiminnan johtaminen tapahtuu vioittumistapojen tuntemuksen pohjalta. Kunnossapidon suunnittelu ei siis tapahdu laite- tai komponenttitasolla vaan vikaantumistasolla. (Järviö 2000, 33.)

7.4 Vikojen vaikutukset

Vikamuotojen seurauksia arvioidaan, koska tiedon perusteella voidaan arvioida vian seurausvaikutukset, mitä taas hyödynnetään huoltotoimenpiteiden valinnassa (Mäki 2008). Arvioinnissa käsitellään seuraavia asioita:

- mistä tiedetään, että vikaantuminen on tapahtunut
- aiheuttavatko seuraukset vaaraa turvallisuudelle tai ympäristölle
- miten vikaantuminen vaikuttaa tuotantoon
- mitä konkreettisia vahinkoja vikaantuminen aiheuttaa
- mitkä ovat korjaustoimenpiteet. (Järviö 2007, 129.)

7.5 Vikojen seuraukset

Vikaantuminen vaikuttaa organisaation toimintaan esimerkiksi tulokseen, laatuun, ympäristöön, turvallisuuteen tai kustannuksiin. Osa vikaantumisista ei itsessään näytä vaikuttavan mihinkään, mutta ne voivat lisätä vakavimpien vikaantumisten mahdollisuutta. (Järviö 2000, 44.)

Vikaantumisen seuraukset voidaan jakaa piileviin ja näkyviin seurauksiin. Piilevillä seurauksilla tarkoitetaan vikaantumisen aiheuttamia seurauksia, joita ei normaaleissa olosuhteissa huomata (Järviö 2000, 44). Esimerkiksi hätäseisäkytkimen toimimattomuus saatetaan havaita vasta sitten, kun sitä tarvitaan. Tällöin vikaantumisen aiheuttamat seuraukset saattavat olla hyvinkin vakavat.

Näkyvä toiminto on sellainen, jonka vikaantumisen käyttäjä huomaa normaaleissa olosuhteissa, kuten koneen pysähtyminen. Näkyvien vikaantumisten seuraukset voidaan jakaa vielä omiin ryhmiinsä seurausten vakavuuden perusteella:

- turvallisuus- ja ympäristöseuraukset: Vikaantumisilla on turvallisuusseurauksia, mikäli se aiheuttaa loukkaantumisen tai kuoleman. Ympäristöseuraukset rikkovat ympäristöstandardeja tai –säädöksiä
- toiminnalliset seuraukset: Vikaantuminen vaikuttaa tuotantoon (määrä, laatu, asiakaspalvelu tai käyttökustannukset välittömien korjauskustannuksien lisäksi)
- ei-toiminnalliset seuraukset: Vikaantuminen ei vaikuta turvallisuuteen eikä toimintaan liittyviä seurauksia. Seuraukset ovat korjauksista aiheutuvia välittömiä kustannuksia. (Järviö 2000, 44.)

8 TYÖN TOTEUTUS JA TULOKSET

8.1 Koneluettelo

Työn toteutus alkoi koneluettelon suunnittelulla yhdessä tuotantopäällikkö Mika Haapasen sekä sähköasentaja Arto Olkkosen kanssa. Koneluettelo tehtiin, jotta yritys voi jatkossa määritellä kustannukset tietylle positiolle. Myös varaosien tilaukset onnistuvat jatkossa helpommin, kun listasta voidaan tarkistaa laitteen tyyppi ja valmistaja.

Aluksi linjasto jaettiin osastoihin ja kullekin osastolle annettiin työnumerot taulukon 1 mukaisesti.

TAULUKKO 1. Linjaston osastot ja työnumerointi

Höylä 1 työnumero: 100

Gulmek Vannesahalinja ennen höylää	työnumero: 101
Stenner Vannesahalinja ennen höylää	työnumero: 102
Höylä + Puuvalmiin ladonta	työnumero: 103
Maalauslinja ennen maalikonetta	työnumero: 104
Maalauslinja maalikoneen jälkeen ennen ylärullarataa	työnumero: 105
Maalauslinja ylärullaradan jälkeen	työnumero: 106
Nippukuljettimet	työnumero: 107

Linjastoon kuuluu kaiken kaikkiaan 45 laitetta tai laitekokonaisuutta, joista suurin osa on erilaisia kuljettimia (ks. KUVIO 13), joilla puutavaraa kuljetetaan seuraavalle käsittelypisteelle.



KUVIO 13. Maalaamon hihnakuuljetin

Tämän jälkeen pohdittiin mitä kaikkea koneluettelon tulisi sisältää, että se palvelisi käyttötarkoitustaan mahdollisimman hyvin. Päätettiin että laitehierarkia rakennetaan laitetasolle saakka eikä lähdetä purkamaan laitteita komponentteihin. Koneluettelosta tulee käydä ilmi

- laitetunnus
- koneen ja osan nimi
- valmistaja
- tyyppitiedot
- ID-tunnus, joka merkitään koneen kylkeen ja toimii samalla kustannuspaikkakoodina
- kriittisyysluokka
- selite laitteen toiminnosta
- mahdollinen varaosien toimittaja.

Työ aloitettiin etsimällä laitevalmistajien huolto- ja varaosaluetteloita ja tarkistamalla olisiko niistä mitään hyötyä laiteluettelon kokoamisessa. Kävi ilmi, että ajan saatossa suurin osa luetteloista oli hävinnyt ja joihinkin koneista oli tehty mekaanisia muutoksia, minkä takia laitevalmistajien luetteloihin täytyi suhtautua kriittisesti. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että ainoa keino saada luotetta-

vaa tietoa laitteista oli mennä tutkimaan niitä paikan päälle. Työn teki haastavaksi se, että tuotanto pyöri jatkuvasti, joten laitteiden lähempi tarkastelu täytyi ajoittaa huoltoviikolle sekä ajankohtiin, jolloin laitetta ei käytetty tuotannossa.

Laitehierarkiasta oli luotava sellainen, että koneiden toimintopaikat ja laitteet löytyvät siitä mahdollisimman vaivattomasti ja loogisesti. Laitehierarkia on rakennettu siten, että tuotannon koneet on järjestelty hierarkiaan sen mukaan, kuinka puutavara kulkee linjastolla kunkin työvaiheen läpi. Hierarkian laitetunus rakentuu taulukon 2 mukaisesti. Numero 102 ilmaisee osastoa (ks. Taulukko 1), jolla laite sijaitsee, 01 laitetta eli kaatohissiä, 05 hissin hydrauliiikka-järjestelmää ja 02 hissin hydraulimoottoria.

TAULUKKO 2. Laitehierarkia

102.01	KAATOHISSI
102.01.01	Runko
102.01.02	Vetoakseli
102.01.03	Ketjupyörät
102.01.04	Sorkat
102.01.05	Hydrauliikka
102.01.05.01	Hydraulipumppu
102.01.05.02	Hydraulimoottori
102.01.05.03	Öljysäiliö
102.01.05.04	Nostosylinteri
102.01.05.05	Suuntaventtiilit
102.01.05.06	Kallistussylinteri 1
102.01.05.07	Kallistussylinteri 2

Koska yrityksellä ei ole käytössä minkäänlaista kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmää, täytyi minun hierarkiaa varten suunnitella Excel-pohja johon laitteiden tiedot pystyttäisiin kätevästi siirtämään.

Tuloksena saatiin Excel-pohjainen lista (TAULUKKO 3) kaikista höyläyslinjaston laitteista ja niiden osista lisätietoineen. Lista helpottanee jatkossa töiden kohdistamista oikeille laitteille sekä kunnossapidon kustannusten seuranta. Lisäksi laitteiden lisätietojen avulla voidaan nopeuttaa varaosien tilausta. Samalla se toimii pohjana tehtaan muille linjastoille, joille tullaan jatkossa tekemään vastaavanlainen koneluettelo.

TAULUKKO 3. Laiteluettelo

Laitetunnus	Nimi	Valmistaja	Tyyppi	ID-tunnus	Kriittisyysluokka	Selite	Toimittaja
102.09	VÄLIRIMAKULJETIN 2	Ferroplan	50024	1209	C	Välirimojen hihnakuljetin	Ferroplan, Huolto/varaosat Tomi Lauren, puh.040 8323 681
102.09.01	Runko						
102.09.02	Vaihdemoottori	SEW Eurodrive	SA47/TDT80K4			Kuljettimen käyttö	
102.09.03	Hihna		800x10700mm			Kuljetinhihna	
102.09.04	Hihnarullat						
102.09.05	Turvakytkin	ABB	OTP 16HT3M251			Pysäyttää kuljettimen	

8.2 Höylälinjan kriittisyysluokittelu

Kriittisyysanalyysin tarkoituksena on määrittää höylälinja 1:n kriittisimmät kohteet analyysin pisteytysmenetelmää hyväksikäyttäen. Työssä käytettiin hyväksi PSK 6800- standardin määrittelemää kriittisyysanalyysia. Jo alusta asti oli selvää, että kriittisyysluokkatarkastelu tullaan tekemään pelkästään konetasolle työn laajuuden takia. Näin pystytään tekemään vertailua tuotantolinjan laitteiden välillä sekä määrittämään vika- ja vaikutusanalyysiin mukaan otettavat kriittisimmät kohteet.

Työ aloitettiin tarkastelemalla PSK-standardia yhdessä tuotantopäällikön sekä Wemaintin toimitusjohtajan Seppo Hyvösen kanssa. Todettiin, että standardin kriittisyyteen vaikuttavia tekijöitä, valintakriteerejä sekä painoarvoja olisi hyvä muokata linjastolle sopivammaksi.

Analyysiin haluttiin lisätä yhdeksi kriittisyyteen vaikuttavaksi tekijäksi laitteen vikaantumisesta johtuva tulipalon riski. Tulipalon aiheuttama riski oli mielestämme hyvä ottaa analyysiin mukaan omana kohtanaan, sillä puunjalostamon kaltaisessa yrityksessä, missä puunkäsittelystä syntyvää hienojakoista purua on paljon, riski on todellinen ja seuraukset voivat vakavia. Esimerkiksi höyläyskoneella sattuva tulipalo saattaa levitä höylältä puruimureihin, joita pitkin palo kulkeutuu purusiilon leviten sieltä koko tehtaan alueelle.

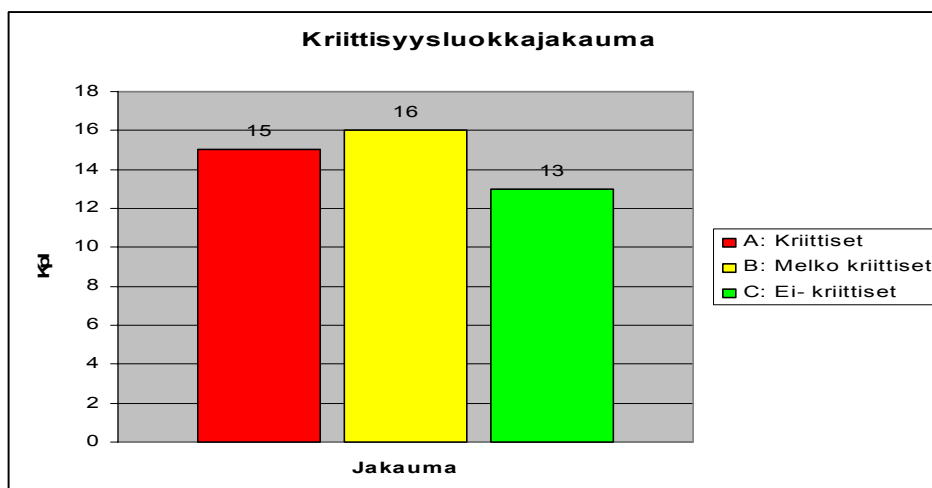
Painoarvokertoimia määriteltäessä pohdittiin, mitä kriittisyyteen vaikuttavia tekijöitä halutaan tarkastelussa painottaa. Todettiin, että laitteet eivät vikaantuessaan aiheuta ympäristöriskejä. Korkeintaan vaihdemoottorien öljyt voivat

valua lattialle, mutta nekin imeytetään välittömästi pois, koska kyseessä on puunkäsittelylaitos eikä tuotteisiin saa missään nimessä joutua öljyä. Tästä syystä ympäristöriskit päätettiin jättää analyysin ulkopuolelle. Samalla myös todettiin, että laadulla on erittäin tärkeä merkitys Siparilassa, sillä 70 % liikevaihdosta koostuu raaka-ainekustannuksista. Haapasen mukaan laatukustannuksiin vaikuttavat seikat eivät yleensä kuitenkaan johdu laitteen toimimattomuudesta, vaan enemmänkin inhimillisistä virheistä laadun tarkkailussa. Siispä päätettiin, että kriittisyyttä painotettaisiin enemmän tuotannon, turvallisuuden sekä tulipalon kannalta, sillä henkilökunnan turvallisuus painaa vaakakupissa paljon enemmän kuin laatukustannukset.

Siparilassa oli opinnäytetyön aikaan alkamassa sesonkiaika, minkä seurauksena työkiire oli kova. Sen takia oli hankala järjestää yhteistä istuntoa, jossa kriittisyysanalyysi voitaisiin suorittaa. Päädyttiin sellaiseen ratkaisuun Haapasen kanssa, että tehdään kriittisyysanalyysistä koneenkäyttäjille lomakepohja, jonka he täyttävät siltä osin kuin osaavat. Aikaa lomakkeen palauttamiseen annettiin viikko. Lomakepohja ja sen täyttöohje löytyvät liitteestä 2. Taulukon pohjana käytin PSK 6800- standardista löytyvää kriittisyysanalyysi- taulukkoa, jota muokkasin käyttäjiä varten selkeämpään muotoon. Analyysiin osallistui operaattoreiden lisäksi myös kunnossapidon asentajat.

8.2.1 Tulosten tarkastelu

Kun tulokset olivat valmiit, laskin pisteistä keskiarvon, jotka syötin tekemääni Excel- taulukkoon, jonka pohjana käytin PSK- 6800- standardin taulukkoa. Kriittisyysindeksi laskettiin kaavalla, joka löytyy kappaleesta 6.1. Tulosten perusteella (ks. liite 3.) kriittisimmäksi laitteeksi osoittautui Stennerin valmistama vannesaha, joka keräsi 5495 pistettä. Vertailun vuoksi vähiten pisteitä keräsi jätekuljettimet, 110 pistettä. Laitteet jaettiin kolmeen luokkaan niiden kriittisyyden perusteella: A = kriittiset, B = melko kriittiset sekä C = ei- kriittiset. Laitteet jakaantuivat kuvion 16 mukaisesti eri luokkiin.



KUVIO 14. Laitteiden kriittisyysluokkajakauma

Tulosten perusteella on mahdollista lähteä kehittämään Siparilan ennakko-huoltoa. Niinpä kymmenelle kriittisimmälle laitteelle suoritetaan vika- ja vaikutusanalyysi, jolla pyritään listaamaan laitteissa toteutuneet viat sekä löytämään niille sopivat kunnossapidolliset toimenpiteet.

8.3 Höylälinja 1:n vika- ja vaikutusanalyysi

Vika- ja vaikutusanalyysi päätettiin tehdä höyläyslinja 1:n kymmenelle kriittisimmälle laitteelle, jotka määriteltiin kriittisyysanalyysin avulla. Koska perusteellinen vika- ja vaikutusanalyysi on laajamittainen projekti, etenkin kun se tehdään useammalle kuin yhdelle laitteelle päätimme, että analyysissa tullaan käsittelemään vain koneissa jo toteutuneita yleisimpiä vikamuotoja, joihin analyysin avulla pyritään löytämään soveltuvimmat ja tehokkaimmat kunnossapidolliset menetelmät. Jo pelkästään tällä saadaan koneiden käytettävyydestä nostettua merkittävästi lähtötilanteeseen verrattuna. Lisäksi päätimme, että VVA: n ulkopuolelle jätetään kaksi kriittistä annostelulaitteistoa pois, sillä laitteistot hankittiin tehtaalle vasta viime vuoden puolella ja sen automatiikassa on ollut jatkuvasti ongelmia, ettei sillä ole käytännössä ajettu juuri lainkaan. Näin ollen käyttökelpoista vikahistoriatietoa ei laitteista ollut vielä saatavilla ja nykyiset ongelmat johtuvat lähinnä laitevalmistajan tekemistä virheistä.

8.3.1 Analyysin toteutus

Analyysi aloitettiin tutkimalla ensin aiheeseen liittyvää materiaalia, mitä löytyi jonkin verran Internetistä sekä kirjoista. Lisäksi tutkin linjaston päiväraportteja vuoden aikajaksolta, joista yritin löytää käyttökelpoista vikahistoriatietoa analyysia varten. Päiväraporteista löytyneet häiriötilanteet olivat kuitenkin informaatiomäärältään sen verran puutteellisia, ettei niitä voitu käyttää analyysin tukena. Näin ollen oli turvauduttava pelkästään käyttäjien sekä kunnossapito henkilöstön kokemuksiin laitteiden toiminnasta.

VVA: lle täytyi luoda Excel- pohjainen taulukko, mihin analyysista saadut tiedot kootaan. Apuna tähän käytin Internetistä löytyneitä VVA- taulukoita, joista sitten muokkasin sopivan pohjan analyysia varten. Taulukon tulee olla selkeä ja siitä tulee käydä ilmi analyysin keskeisimmät asiat. Taulukossa 4 on esitetty malli analyysissa käytetystä lomakkeesta. Lomakkeesta käy ilmi

- laitteen nimi
- toiminto eli mitä laitteen odotetaan tekevän
- toiminnallinen vika eli millä tavalla kohteen toiminto estyy
- vikamuoto, joka ilmaisee mitkä tekijät ovat aiheuttaneet toiminnallisen vian
- vian aiheuttaja eli juurisyy
- mitä tapahtuu vikaantumisen ilmettyä
- mikä merkitys vikaantumisella on eli mitä kustannuksia tai turvallisuus- ja ympäristöseurauksia vikaantuminen aiheuttaa.
- kuinka usein vikaantuminen tapahtuu ja mikä on sen korjausaika
- toimenpide- ehdotus, jolla vikaantumista voidaan ennaltaehkäistä.

TAULUKKO 4. Otos höylän vika- ja vaikutusanalyysista

Laite	Toiminto	Toiminnallinen vika	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian vaikutus	Vian seuraus	Vikaantumisen väli	Korjausaika	Toimenpide- ehdotus
Höglä, Weinig	Höglää kappaleeseen halutun muotoisen profiilin	Karat ei pyöri	Vetohihnat katkenneet	Ikääntyminen	Höyläys ei toteudu, remmien vaihto, tuotantokatkos	Tuotannon seisokki 3840 p/h, korjaus 40 p/h + varaosat, tuotannon palkka 25 p/h.	4 kk	15 min	Säännöllinen vetoremmien tarkastus, kiristys ja tarvittaessa vaihto kerran viikossa

Meneillään olevan sesonkikauden takia työn haastavuutta lisäsi istuntojen järjestäminen siten, ettei se veisi liikaa aikaa tuotannon töistä. Päädyttiin ratkaisuun, että tehdään VVA: sta mahdollisimman yksinkertainen kyselylomake ja pidetään yksi istunto, johon osallistuu linjaston sekä kunnossapidon työntekijöitä. Istunnossa kyselylomakkeet jaetaan osallistujille sekä samalla käydään läpi VVA: n teoria ja sillä saavutettavat hyödyt. Jokaiselle osallistujalle annettiin viisi konetta, joita koskeviin kysymyksiin heidän tuli vastata. Kysymyslomake löytyy liitteestä 4.

Vastaukset syötettiin taulukon 4 mukaisiin kenttiin ja tarvittaessa kävin vielä henkilökohtaisesti kysymässä käyttäjiltä tarkennuksia, mikäli vastaukset olivat joiltakin osin puutteellisia.

8.3.2 Tulosten tarkastelu

Liitteestä 5 löytyy esimerkki päätyponttauskoneelle tehdystä vika- ja vaikutusanalyysistä. Päätyponttauskone on laite, missä laudan toiseen päähän tehdään ura ja toiseen kieleke (käytetään nimitystä uros- ja naaraspontti), jotta laudat voidaan liittää toisiinsa ja valmiin paneelin asentaminen on mahdollisimman helppoa. Analyysistä ilmeni, että yksi yleisimpiä päätyponttikoneen vikamuotoja on käyttömoottorin vetohihnan pomppaaminen pois paikaltaan. Vetohihna ei pysynyt paikallaan koska hihnaan kohdistuu liian suuri kuorma ja hihnan sekä hihnapyörien väliin joutuu helposti purua. Lisäksi myös yhden terän akseli oli vääntynyt minkä takia hihna putosi helposti pois paikaltaan.

Koska vetohihnan avulla moottori pyörittää terää, hihnan irtoaminen pysäyttää terän liikkeen ja näin ollen lautoihin ei synny ponttia. Vian seurauksena on tuotantokatkos, jonka aikana hihna on vaihdettu aina uuteen, mikäli se on vioittunut irtoamisen yhteydessä. Seuraukset vaikuttavat tässä tapauksessa vain tuotannon pysähtymiseen eikä laitteen vikaantumisesta aiheudu vaaraa ihmisille tai ympäristölle. Tuotannon pysähtyminen maksaa yritykselle 3840 €/h johon lisätään vielä korjauksesta aiheutuvat kustannukset sekä tuotannon työntekijöiden palkat. Liitteessä ilmoitettujen lukujen perusteella voidaan tode-

ta, että vetohihnan vaihto tulee yritykselle maksamaan noin 4000€ jokaiselta tunnilta, jonka kone on pysähdyksissä vian takia.

Ratkaisuksi hihnan putoamiselle saatiin, että vaurioitunut akseli korvataan uudella, ponttauskoneet puhdistetaan päivittäin sekä hihnarullat bombeerataan eli rullan pinta koneistetaan kuperaksi, jotta hihna pysyy rullan päällä paremmin.

Vika- ja vaikutusanalyysin lopputuloksena saatiin kriittisimmille koneille luotua toimenpidelistat, joilla vikamuotoja ja niiden aiheuttamia seurauksia voidaan estää. Kaiken kaikkiaan toimenpiteitä saatiin yhteensä 42 kpl, joista 22 kpl koostui säännöllisistä puhdistus- ja voitelu- ja tarkastustöistä. Loput toimenpiteet koostuivat lähinnä laitteiden rakenteellisista muutoksista sekä kertakorjaustoimenpiteistä. Kun analyysin tuloksia vertailtiin keskenään, oli selkeästi havaittavissa, kuinka suuri merkitys koneen toiminnan kannalta on huolehtia koneen siisteydestä sekä säännöllisistä voitelu- ja tarkastuskiirroksista. Jos puolet toteutuneista häiriöistä voidaan eliminoida näillä toimenpiteillä, kasvaa koneen käyttövarmuus ja samalla säästetään kustannuksissa.

Analyysistä saatuja tuloksia hyödynnetään ennakko- ja huoltosuunnitelman laadinnassa sekä lisäksi se kertoo kunnossapidolle sekä johdolle, mitkä koneet vaativat rakenteellisia muutoksia tai välittömiä korjaustoimenpiteitä.

8.4 Ennakko- ja huoltokohteiden määrittely ja aikataulutus

Työn viimeisessä vaiheessa kriittisimmille laitteille luotiin ennakko- ja huoltosuunnitelmat jotka myös aikataulutettiin kalenterivuoden ympäri. Työ aloitettiin ottamalla vika- ja vaikutusanalyysistä saadut huoltokohteet mukaan suunnitelmaan. Lisäksi tutkin laitevalmistajien huolto-ohjeita niiden koneiden osalta, joista ohjeita oli saatavilla. Suurin osa koneista oli kuitenkin sellaisia, joista laitevalmistajien manuaalit olivat ajan saatossa hävinneet tai niitä ei ollut edes olemassa. Lisäksi yritin löytää Internetistä huolto-ohjeita eri laitteille, kuten sylintereille ja pumpuille, joita löytyikin yllättävän hyvin. Näitä käytinkin hyväkseni, kun koneille laadittiin ennakko- ja huoltosuunnitelmaa. Lisäksi kiersin koneita

aiemmin tekemäni laiteluettelon kanssa ja kyselin käyttäjiltä millaisia tarkastus- ja voitelutoimenpiteitä he ovat laitteille tehneet. Lisäksi tein omia havaintoja huoltokohteista käyttäen hyväkseni kesätöistä saamaani kokemusta laitteiden kunnossapito- ja huoltotoista.

Kun huoltokohteet oli alustavasti määritelty, toimenpiteet tarkastettiin vielä asentajan kanssa läpi kohta kohdalta ja tehtiin tarvittavat muutokset. Toimenpiteet koostuivat lähinnä silmämääräisistä kunnan tarkistuksista, puhdistuksista sekä määräaikaista vaihdoista. Lisäksi toimenpiteet jaettiin päivittäin, viikoittain sekä kuukausittain suoritettaviin huoltoihin. Kalenteriin perustuvassa aikataulutuksessa on otettava huomioon aikataulun muuttumattomuus, koska se ei ota kantaa laitteiden olosuhteiden muutoksiin. Tämän takia on tärkeää, että aikataulutusta seurataan jatkuvasti ja tarvittaessa sitä muutetaan, mikäli olosuhteiden muutokset niin vaativat. Näin toimenpiteille saadaan määriteltyä järkevät toteutusjaksot.

Koneille laadittiin taulukon 5 mukainen lista huollettavista kohteista, jonka työn suorittaja tulostaa itselleen mukaan, kun ennakkohuoltoa lähdetään suorittamaan. Listaan työn suorittaja kuittaa aina suoritettua työtä tehdyksi ja kirjoittaa mitä on kyseisessä huollossa tehnyt ja havainnut. Huollon jälkeen kuitattu lista mapitetaan talteen konekohtaisiin kansioihin historiaseurantaa varten.

TAULUKKO 5. Huoltolista

HUOLTOLISTA SIPARILA				
1307 NIPPUHISSI				
	Työ	Huoltoväli	Kuitaus	HUOM!
10	Ennen työn aloittamista MUISTA TYÖTURVALLISUUS (koneet jännitteettömiksi, turvalukitukset, paineet pois hydraulikasta sekä pneumaattisista laitteista)			
20	Yleinen puhdistus	Päivittäin		
30	Antureiden ja rajakytkimien puhdistus ja kunnan tarkastus	Päivittäin		
40	Tarkista kiilahihnojen kireys ja kunto	2 kk		
50	Tarkista hihna- ja ketjupyörien kunto	2 kk		
60	Ketjujen voitelu (Neste Allrex EP2) ja kireyden tarkistus	2 kk		
70	Laakereiden voitelu (SKF LGMT 2/0.4) ja tarkastus	2 kk		
80	Tarkista moottorin jarrun kunto ja kireys	6 kk		
90	Sähkölaitteiden ja -kaapeleiden silmäääräinen tarkastus, tarvittaessa puhdistus	6 kk		
100	Turvalaitteiden kokeilu/ kunnan tarkistus	6 kk		
110	Tarkista moottorin ja vaihteiston kiinnitykset ja linjaus	12 kk		
120	Vaihteistooljyn vaihto	12 kk		
130	Vaihteistooljyn määrän tarkistus ja tarvittaessa lisäys	12 kk		

Päivittäin ja viikoittain suoritettavista toimenpiteistä tulostetaan jokaiselle koneelle listat, jonka mukaan operaattorit suorittavat päivittäiset tarkastukset.

TAULUKKO 7. Voitelukierroksen aikataulu

VOITELUKIERROS SIPARILA										
1103 VANNESAHA GULMMEC, BKG-1100B										
Rasvauskohteet	Voiteluaine	Jakso	vko 1	vko 2	vko 3	vko 4	vko 5	vko 6	vko 7	vko 8
Ennen työn aloittamista MUISTA TYÖTURVALLISUUS (koneet jännitteettömiksi, turvalukitukset, jne.)										
Tarkista puhdistusliuoksen pinnankorkeus ja lisää tarvittaessa	Polttoöljy	Päivittäin								
Tarkista hydraulisäiliön pinnan korkeus ja lisää öljyä tarvittaessa	Neste Hydrauli 46 Super	Päivittäin								
Voitele teräpyörien laakerit, rasvanipat 2 kpl	SKF LGEM 2/0.4	1 kk								
Voitele valssien laakerien rasvanipat 2 kpl	SKF LGLT 2/0.2	3 kk								
			vko 9	vko 10	vko 11	vko 12	vko 13	vko 14	vko 15	vko 16
Ennen työn aloittamista MUISTA TYÖTURVALLISUUS (koneet jännitteettömiksi, turvalukitukset, jne.)										
Tarkista puhdistusliuoksen pinnankorkeus ja lisää tarvittaessa	Polttoöljy	Päivittäin								
Tarkista hydraulisäiliön pinnan korkeus ja lisää öljyä tarvittaessa	Neste Hydrauli 46 Super	Päivittäin								
Voitele teräpyörien laakerit, rasvanipat 2 kpl	SKF LGEM 2/0.4	1 kk								

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda Siparila Oy:n Vaajakosken yksikön höylälinja 1:lle laiteluettelo sekä ennakko- huoltosuunnitelma linjaston kriittisimmille laitteille. Laiteluettelo tehtiin, jotta yritys voi jatkossa määrittellä kustannukset tietyille positiolle. Myös varaosien tilaukset onnistuvat jatkossa helpommin, kun listasta voidaan tarkistaa laitteen tyyppi ja valmistaja. Samalla se toimii pohjana tehtaan muille linjastoille, joille tullaan jatkossa tekemään vastaavanlainen koneluettelo.

Laitteiden kriittisyys määriteltiin PSK 6800- standardin mukaisella kriittisyysluokkatarkastelulla, missä linjaston laitteet pisteytettiin kriittisyyteen vaikuttavien tekijöiden perusteella. Kriittisyysanalyysi tehtiin yhdessä tuotantopäällikön sekä tuotannon ja kunnossapidon henkilöstön kanssa. Analyysin perusteella linjaston laitteet jaettiin A-, B- ja C- luokkiin sen mukaan kuinka kriittinen laite oli. Kriittisimpään luokkaan kuului 15, melko kriittisiin 16 sekä ei- kriittisiin 13 konetta. Linjaston kymmenelle kriittisimmälle laitteelle suoritettiin vika- ja vaikutusanalyysi, joka toimii pohjana ennakko- huoltosuunnitelman laadinnassa.

Vika- ja vaikutusanalyysissä löydettiin koneissa esiintyneille yleisimmille vikamuodoille oikeat toimenpiteet niiden estämiseksi sekä vikamuotojen aiheuttamien seurausten pienentämiseksi. Analyysin laadintaan osallistui samat henkilöt, jotka olivat mukana kriittisyysanalyysin laadinnassa. Toimenpiteitä saatiin yhteensä 42 kappaletta, joista noin puolet otettiin mukaan huoltosuunnitelmaan.

Ennakkohuoltosuunnitelma tehtiin yhteistyössä kunnossapidon asentajien kanssa. Koneille luotiin toimenpidelista, jonka jälkeen lista käytiin asentajien kanssa läpi ja tehtiin tarvittavat korjaukset sekä aikataulutukset. Tämän lisäksi määriteltiin huoltojen toteutusajankohdat. Päivittäisistä huoltotoista laadittiin lista myös koneen käyttäjille, jonka he tekevät koneiden käynnistystarkastuksen yhteydessä. Ennakkohuoltosuunnitelmat tullaan ottamaan käyttöön mahdollisesti jo kuluvan vuoden aikana.

Opinnäytetyö oli kokonaisuudessaan melko haastava projekti. Ongelmia aiheutti lähinnä Siparilan sesonkikauden alkaminen. Sesongin takia kiire työntekijöillä oli kova, minkä takia oli haastavaa löytää sopivaa aikaa kriittisyysanalyysin ja VVA:n suorittamiseen. Tästä syystä jouduin pohtimaan erilaisia menetelmiä, kuinka saisin tarvittavan tiedon analyysien tekemiseen ilman, että se veisi tuotannolta liikaa aikaa. Oli selvää, että analyyseja ei pystytty toteuttamaan kovinkaan monessa palaverissa, kuten perinteisesti tämän tyyppiset analyysit tehdään, jotta saataisiin aikaan keskustelua ja löydettäisiin yhdessä sopivimmat toimintatavat ongelmille. Niinpä analyyseista laadittiin kyselylomakkeet, joista kriittisyysanalyysi tehtiin työn ohessa sekä omalla ajalla ja VVA:sta pidettiin yksi lyhyt palaveri, jonka aikana osallistujat vastailivat kysymyksiin ja jatkoivat sitä omalla ajallaan, mikäli eivät ehtineet vastata kaikkiin kohtiin palaverin aikana.

Analyyseista saadut tulokset yllättivät kuitenkin positiivisessa mielessä, vaikka työn toteutukseen käytetyt menetelmät tuntuivatkin mielestäni ehkä hieman kyseenalaisilta. Tämä kuitenkin kertoo mielestäni siitä, ettei ole olemassa yhtä ja ainoaa keinoa tällaisten analyysien toteuttamiseen, vaan toteutustapoja voidaan soveltaa tapauskohtaisesti, mutta se edellyttää toteutuksen huolellista suunnittelua.

Työstä jäi kuitenkin kaiken kaikkiaan positiivinen kuva ja uskon, työstä olevan myös hyötyä Siparilalle. Kriittisyysanalyysin tulosten perusteella ennakkohuoltoa on tulevaisuudessa mahdollista lähteä kehittämään esimerkiksi luotettavuuskeskeisen kunnossapito-analyysin (RCM) avulla, jotta prosessin kannalta kriittisimmille laitteille voidaan määrittää oikeat ennakkohuoltotoimenpiteet. Analyysi toimii myös hyvänä varaston ja varaosahallinnan apuvälineenä.

Vika- ja vaikutusanalyysin avulla koneille löydettiin toimenpiteitä, joilla niiden käytettävyyttä ja voidaan jatkossa parantaa. Lisäksi VVA:n avulla ennakkohuoltotoita pystyttiin osoittamaan sitä tarvitseviin kohteisiin.

Ennakkohuoltosuunnitelmasta tuli kattava. Sen todellinen hyöty selviää kuitenkin käyttöönoton jälkeen, jolloin nähdään onko suunnittele mattomien seisoskien määrä vähentynyt lähtötilanteesta. Täytyy kuitenkin muistaa, että ennakkohuollon toimivuus vaatii jatkuvaa seurantaa ja päivittämistä sitä mukaan, kun kokemus laitteiden huollosta karttuu.

LÄHDELUETTELO

Järviö, J. 2000. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Kunnossapidon julkaisusarja n:o 4. Rajamäki: Kunnossapitoyhdistys, KP-Tieto.

Järviö, J., Parantainen, T., Piispa, T., Åström, T. 2007. Kunnossapito. 4. p., uud. p. Kunnossapidon julkaisusarja n:o 10. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys, KP-Media.

Kalliokoski, P. n.d. Luotettavuus paranee ehkäisevällä kunnossapidolla. Hard pressed, kunnossapitoa maan syvyyksissä. Viitattu 4.3.2011.

http://ylivieska.cop.fi/sjikkurssit/kupitek/Ako_05/Kunnossapito_valmis.pdf

Koneautomaation kunnossapito. n.d. Ennakkohuolto ja ehkäisevä kunnossapito. Opetushallitus. Viitattu 5.3.2011.

<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/koneautomaatio/ennakkohuolto.html>

Kunnossapito menestystekijä. n.d. Kunnossapidon käsitteet ja määritelmät. Opetushallitus. Viitattu 4.3.2011.

http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_2-1_kunnossapidon_kasitteet_ja_maaritelm.html

Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito, käsikirja. Kunnossapitoyhdistys Promaint. Kunnossapidon julkaisusarja, n:o 13. Helsinki: KP-Media.

Mäki, K. 2008. RCM- luotettavuuskeskeinen kunnossapito ennakkohuollon suunnittelussa. Jyväskylän ammattikorkeakoulun luentomateriaali.

PSK 6800. 2008. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. PSK Standardisointiyhdistys ry.

RCM, Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. n.d. PowerPoint esitys. Viitattu 25.2.2011. <http://stolen.wata.fi>, Koulu, Kunnossapitotekniikka 2, RCM 01.ppt.

Romppainen, J. 2002. Linjakäytön ennakkohuolto. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, Sähkötekniikan osasto. Viitattu 4.3.2011.

http://www.lut.fi/fi/technology/lutenergy/electrical_engineering/research/electric_aldrives/publications/Documents/Diplomity%C3%B6t/Romppainen_juha.pdf

Rossi, P. 2009. Automaattisen rullanpakkauksen kriittisten laitteiden vikavikutusanalyysi. Opinnäytetyö. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikka, Konetekniikka, Tuotantotalouden koulutusohjelma. Viitattu 17.2.2011.

https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/4352/rossi_pauliina.pdf?sequence=1

Siparila-esittely. 2010. PowerPoint- esitys. Siparila Oy.

Siparila tuottaa yksilöllistä ja viihtyisää asumista. 2011. PowerPoint- esitys. Siparila Oy.

Tuotteet. n.d. Siparila Oy:n kotisivut. Viitattu 10.3.2011. <http://www.siparila.fi/>,
Tuotteet.

What is FMEA?. 2011. Viitattu 7.3.2011. <http://www.fmea-fmea.com/index.html>, What is FMEA?.

Wihinen, J. 2010. Harjoittelu, Siparila Oy. Harjoitteluraportti. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Teknologia, Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma.

LIITTEET

Liite 1. Laitetason kriittisyyden tekijät

Kohde	Painoarvo [W]	Vikaantumisväli [P]	Kerroin [M]	Valintakriteeri
Turvallisuus- ja ympäristövaikutukset	Turvallisuusriskit $W_s = 30$	1 = Pitkä vikaantumisväli esimerkiksi yli 5 vuotta 2 = Pitkähkö vikaantumisväli esimerkiksi 2 – 5 vuotta 4 = Lyhyehkö vikaantumisväli esimerkiksi 0,5 – 2 vuotta 8 = Lyhyt vikaantumisväli esimerkiksi 0 – 0,5 vuotta	$M_s = 0$	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 menetys $W_p = 0 \dots 100$		$M_p = 0$	Laitteen toimimattomuudella ei merkitystä osaprosessille tai osastolle
			$M_p = 1$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston hetkeksi (esimerkiksi $\leq 3h$)
			$M_p = 2$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston lyhyeksi ajaksi (esimerkiksi $\leq 10h$)
			$M_p = 3$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston merkittäväksi ajaksi (esimerkiksi 10-24h)
			$M_p = 4$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi (esimerkiksi $> 24h$)
	Laatukustannus $W_q = 30$		$M_q = 0$	Laitteen toimimattomuus ei aiheuta lopputuotteen laatukustannuksia
			$M_q = 1$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 1h$)
			$M_q = 2$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 3h$)
			$M_q = 3$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 3-8h)
			$M_q = 4$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $> 8h$)
		Korjaus- tai seuraus- kustannukset $W_r = 20$	$M_r = 0$	Korjauskustannuksilla tai seurauskustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyksiin
			$M_r = 1$	Vähäiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 2h$)
			$M_r = 2$	Keskin kertaiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 10h$)
			$M_r = 3$	Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 10-24h)
$M_r = 4$	Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $> 24h$)			

Liite 2. Kriittisyysanalyysilomake ja täyttöohje

								
HÖYLÄLINJA 1 KRIITTISYYSLUOKITTELU								
Toimintopaikan nimitys	Vikaan- tumisväli (1...8)	Turvalli- suus (0...16)	Tulipalo- vaara (0..16)	Tuotan- non menety (0...4)	Lopputuotteen laatuksastannus (0...4)	Korjaus- kustan- nus (0...4)		
NIPPUHISSI 1 (Gullmecin syöttöpään hissi)								
SYÖTÖKULJETIN (Gullmecin hihnakujietin)								
KUIVAHALKAISUVANNESAHA, GULLMEC								
VASTAANOTTOKULJETIN (Gullmecin jälkeinen rullakujietin)								
NIPPUHISSI 2 (Gullmecin vastaanottopuolen hissi)								
LADIN+ LATIMEN KETJUKULJETIN (Gullmecin vastaanottopuolella)								
POIKITTAISKULJETIN (Viistokujietin latimen jälkeen)								
KAATOHISSI (Nostaa niput Foudlian annostelulaitteistolle)								
ANNOSTELULAITEISTO 1 (Foudlian laitteet ennen Stenneriä)								
VANNESAHA, STENNER								
ANNOSTELULAITEISTO 2 (Foudlian laitteet Stennerin jälkeen)								
LAITTELUKULJETIN 1 (Höylän syöttöpöydällä)								
LAITTELUKULJETIN 2 (Höylän syöttöpöydällä)								
SYÖTÖKULJETIN (Höylän syöttökujietin)								
VÄLIRIMAKULJETIN 1 (Kapeampi hihnakujietin kaatohissin alapuolella)								
VÄLIRIMAKULJETIN 2 (Leveämpi hihnakujietin kaatohissin alapuolella)								
HÖYLÄ, WEINIG (HUOM! Myös karhennin)								
SIVUSIIRTOKULJETIN (Höylän jälkeinen kujietin)								
VIISTOKULJETIN								
PÄÄTYPONTTAUSKONEET								
TRIMMISAHA								
HÖYLÄN LADIN+LATIMEN NIVELKETJUKULJETIN								
NIPPUHISSI (Höylän latimen jälkeinen hissi)								

HÖYLÄLINJA 1 KRIITTISYSLUOKITTELU

Sivu 2/2

Toimintopaikan nimitys	Vikaan-tumisiväli (1...8)	Turvalli-suus (0...16)	Tulipalo-vaara (0...16)	Tuotan-non menety-s (0...4)	Lopputuotteen laatu-kustannus (0...4)	Korjaus-kustan-nus (0...4)
JÄTEKULJETTIMET (Hihnakujettimet höylä, päätyponti ja ulos menevä)						
HÖYLÄN KULJETTIMET (Kuljetinyhmä uunin kohdalta maalaamoon päin)						
NIPPUHISSI (Maalaamon hissi)						
KULJETINPÖYTÄ (Hihna+rullakuJETin, siirtää puutavaran hiomakoneelle)						
HIOMAKONE, FUNKO						
RUISKU						
MAALIKONE, MAKOR						
HIHNAKULJETTIMET, MAKOR (Kujettimet enne uunia)						
UUNI, MAKOR						
PIIKKISIKA						
YLÄKETJUKULJETIN (Uunin päällä menevä kujetin)						
YLÄRULLARATA (RullakuJettimet uunin jälkeen)						
VIISTOKULJETIN (Ohjaa maalatun tavaran latimen kujettimelle)						
LADIN+ LATIMEN HIHNAKULJETIN (Uunin jälkeen)						
NIPPUHISSI (Uunin jälkeinen hissi)						
NIPPUKULJETTIMET/ GULLMEC						
NIPPUKULJETTIMET/ STENNER						
NIPPUKULJETIN/ MAALAAMO 2						
NIPPUKULJETIN/ YLÄRULLARADAN JÄLKEEN						
NIPPUKULJETTIMET/ VALMIS TUOTE (NippukuJettimet höylän latimelta ulos)						
SITOMAKONE, MEKAANINEN						
VANTEITUSLAITE, CYKLOP						

KRIITTISYYSTAULUKON TÄYTTÖOHJE

VIKAANTUMISVÄLI (1- 8)

- 1= Yli 2 vuotta, pitkä vikaantumisväli, laite vikaantuu harvoin.
- 2= 0,5 – 2 vuotta, pitkäkö vikaantumisväli.
- 4= 1 – 6 kk, lyhyehkö vikaantumisväli.
- 8= 0 – 1 kk, lyhyt vikaantumisväli, laite vikaantuu jatkuvasti.

TURVALLISUUS (0- 16)

- 0= Ei turvallisuusriskiä, vikaantuminen ei aiheuta loukkaantumista tai vaaraa terveydelle.
- 2= Vähäinen turvallisuusriski, vikaantuminen aiheuttaa lievän loukkaantumisen tai sairastumisen.
- 4= Kohtalainen turvallisuusriski, vikaantuminen aiheuttaa vakavan sairastumisen tai loukkaantumisen, josta jää pysyvä haitta.
- 8= Merkittävä turvallisuusriski, vikaantuminen voi aiheuttaa yhden tai useamman kuolonuhrin.
- 16= Vakava turvallisuusriski, vikaantuminen voi aiheuttaa yhden tai useamman kuolonuhrin ja vakavan vaaratilanteen tehtaan ympäristössä.

TULIPALOVAARA (0- 16)

- 0= Ei tulipalon riskiä
- 2= Vähäinen tulipalon riski, vikaantuminen aiheuttaa pienen palon, esim. jonkin koneen osan palaminen, helposti hallittavissa.
- 4= Kohtalainen tulipalon riski, vikaantuminen voi sytyttää koko koneen palamaan.
- 8= Merkittävä tulipalon riski, laitteen vikaantuminen voi sytyttää koko osaston palamaan.
- 16= Vakava tulipalon riski, laitteen vikaantuminen voi sytyttää koko tehtaan palamaan.

TUOTANNON MENETYS (0- 4)

- 0= Laitteen vikaantumisella ei merkitystä osaprosessille tai osastolle.
- 1= Vikaantuminen pysäyttää osaprosessin tai osaston hetkeksi, 0 - 2h.
- 2= Vikaantuminen pysäyttää osaprosessin tai osaston lyhyeksi ajaksi, 2 – 8h.
- 3= Vikaantuminen pysäyttää osaprosessin tai osaston merkittäväksi ajaksi, 8 – 16h.
- 4= Vikaantuminen pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi, yli 16h.

LOPPUTUOTTEEN LAATUKUSTANNUS (0- 4)

- 0= Laitteen vikaantumien ei aiheuta laatukustannuksia.
- 1= Vikaantuminen aiheuttaa laatukustannuksia, jotka vastaavat hetkellistä tuotannon menetystä, 0 – 2h.
- 2= Vikaantuminen aiheuttaa laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannon menetystä, 2 – 6h.
- 3= Vikaantuminen aiheuttaa laatukustannuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannon menetystä, 6 – 16h.
- 4= Vikaantuminen aiheuttaa laatukustannuksia, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannon menetystä, yli 16h.

KORJAUS- TAI SEURAUKUSTANNUS (0- 4)

- 0= Korjaus/seuraukustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyksiin.
- 1= Vähäiset korjaus/seuraukustannukset, jotka vastaavat hetkellistä tuotannon menetystä, 0 – 2h.
- 2= Keskinkertaiset korjaus/seuraukustannukset, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannon menetystä, 2 – 10h.
- 3= Korkeat korjaus/seuraukustannukset, jotka vastaavat merkittävää tuotannon menetystä, 10 – 24h.
- 4= Korkeat korjaus/seuraukustannukset, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannon menetystä, yli 24h.

Liite 3. Kriittisyysanalyysin tulokset

SIPARILA WOOD FOR LIVING									
PSK 6800, KRIITTISYYSLUOKITTELU									
Kriittisyysluokittelun kohde	Siparila Oy, Vaajakoski								
Tekijät	Höyläläina 1								
Päiväys	Summa 24.3.2011								
<div><div><div>A</div><div>B</div><div>C</div></div><div>Kriittiset Melko kriittiset Ei kriittiset</div></div>									
Kriittisyyden raja-arvo									
Kriittisyyden paimoarvo Wp									
1100									
100									

Liite 4. Vika- ja vaikutusanalyysin kyselylomake



Vika- ja vaikutusanalyysi

Tarkoituksena on laatia linjastolle ennakkohuoltosuunnitelma, jolla pyritään parantamaan koneiden käytettävyyttä. Tarkoituksena on myös ottaa huoltosuunnitelmaan mukaan koneissa ilmenneet yleisimmät häiriöt, joita ennakkohuollolla pyritään ehkäisemään. Tällainen vika- ja vaikutus-tyyppinen lähestymistapa tullaan tekemään 10 kriittisimmälle linjaston koneelle, jotka osa teistä on jo aiemmin arvioinut kriittisyysluokittelu- taulukon avulla.

Yritä löytää 3-5 yleisintä häiriötä mitä kussakin koneessa on ilmennyt ja vastaa kunkin vian kohdalla alla oleviin kysymyksiin. Jatka tarvittaessa paperin kääntöpuolelle.

1. **Miten laite vikaantuu? (esim. pumppu ei käynnisty laakerivian takia)**
2. **Syy tai syyt, jotka aiheuttavat kyseisen vian? (esim. voitelun puute, ikääntyminen epäpuhtaus jne.) Mieti myös johtuuko jokin häiriö selkeästi inhimillisistä virheistä. Tällä EI ETSITÄ SYYLLISIÄ, vaan ainoastaan pyritään kartoittamaan vikaantumisen aiheuttaneet syyt mahdollisimman tarkasti.**
3. **Mitä vikaantumisesta seuraa? (Pysähtyykö kone/ tuotanto, rikkooko laite vikaantuessaan jotain muuta, aiheuttaako vaaratilanteen jne.)**
4. **Kuinka usein vika ilmenee?**
5. **Mikä on korjausaika?**
6. **Miten vikaantumista tulisi ehkäistä?**

