

LANNOITEPAKKAAMON ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMAN PÄIVITYS

Yara Suomi Oy, Siilinjärven tehtaat

Jukka Hiltunen

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Jukka Hiltunen			
Työn nimi Lannoitepakkaamon ennakkohuoltosuunnitelman päivitys			
Päiväys	5.5.2013	Sivumäärä/Liitteet	57
Ohjaaja(t) Mekaanisen kunnossapidon asiantuntija Mikko Hirvonen ja lehtori Ari Vuoti			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Yara Suomi Oy, Siilinjärven tehtaot			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli päivittää Yara Suomi Oy:n Siilinjärven tehtaiden lannoitepakkaamon mekaanisten laitteiden ennakkohuoltosuunnitelma. Olemassa oleva ennakkohuoltosuunnitelma ei kattanut koko lannoitepakkaamon laitekantaan, jonka vuoksi se haluttiin päivittää vastaamaan tämän päivän tasoa ja vaatimuksia.</p> <p>Työssä selvitettiin laitteille tehtävät ennakkohuoltotyöt ja niiden ajallinen suoritusväli. Ennakkohuoltosuunnitelman päivityksessä hyödynnettiin laitetoimittajan suosituksia, huolto-ohjeita, vikahistoriaa ja käytännön kokemuksia. Tämän lisäksi opinnäytetyössä tarkasteltiin laitteiden kriittisyyttä lannoitepakkaamon toiminnan kannalta, jonka pohjalta laitteille ehdotettiin soveltuvaa kunnossapitostrategiaa. Laitteiden kriittisyyden arviointiin ja kunnossapitostrategian valintaan tehtiin yksinkertainen päättelykaavake, jonka teossa sovellettiin standardia PSK 6800 ja logiikkapuuanalyysia. Työssä tarkasteltiin myös lannoitepakkaamon ennakkohuoltotöitä ja työturvallisuutta.</p> <p>Työn tuloksista laadittiin Microsoft Excel -taulukko, jossa laitteet on ryhmitelty kone- ja toimintopaikan mukaan. Taulukkoon on kirjattu jokaisen laitteen ennakkohuoltotyöt, niiden jaksotusväli, kriittisyysluokka ja sovellettava kunnossapitostrategia. Opinnäytetyön pohjalta ennakkohuoltotyöt voidaan perustaa generoituviksi töiksi SAP-toiminnanohjausjärjestelmään. Työ toimii Yaran lannoitepakkaamon ennakkohuollon ohjekirjana, jonka avulla ennakkohuoltoa voidaan kehittää entistä kattavammaksi ja suunnitellummaksi.</p>			
Avainsanat ennakkohuoltosuunnitelma, lannoitepakkaamo, kriittisyysanalyysi, kunnossapitostrategia			
Julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering and Production Technology			
Author(s) Jukka Hiltunen			
Title of Thesis Updating the Preventive Maintenance Plan for Fertilizer Packing			
Date	May 5, 2013	Pages/Appendices	57
Supervisor(s) Mr Mikko Hirvonen, Mechanical Maintenance Expert and Mr Ari Vuoti, Principal Lecturer			
Client Organisation/Partners Yara Suomi Oy, Siilinjärvi Plant			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this project was to update the preventive maintenance plan of the mechanical equipment for fertilizer packing. The work was commissioned by Yara Suomi Oy located in Siilinjärvi. The existing preventive maintenance plan did not cover the entire equipment of fertilizer packing, and therefore it was necessary to upgrade it to meet the current standards and requirements.</p> <p>First, the tasks of preventive maintenance and the interval of implementation were found out by using vendor recommendations, maintenance instructions, and practical experience. In addition, the operation of critical packing equipment was studied in the project. As a result of critical analysis a suitable maintenance strategy for the equipment was proposed. To evaluate the criticality of the equipment and the selection at maintenance, the PSK 6800 standard and logic tree analysis was used. A Microsoft Excel table was made where the maintenance tasks, the time interval of implementation, criticality class and the maintenance strategy to be applied at each equipment were shown.</p> <p>As a result of this final project, preventive maintenance work can be made as generated work in the SAP enterprise resource system. The thesis can be used as an instruction manual for Yara fertilizer packing, which allows to develop preventive maintenance so that it would be more comprehensive and organized.</p>			
Keywords preventive maintenance plan, fertilizer packing, critical analysis, maintenance strategy			
public			

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Yara Suomi Oy:n Siilinjärven toimipaikalle syksyn 2012 ja kevään 2013 välisenä aikana.

Haluan kiittää mekaanisen kunnossapidon asiantuntijaa Mikko Hirvosta mielenkiinnosta opinnäytetyötäni kohtaan ja saamastani avusta sen suorittamisessa sekä opinnäytetyön asiantuntevasta ohjauksesta Savonia ammattikorkeakoulun lehtoria Ari Vuotia. Lisäksi haluan kiittää Yara Suomi Oy:n lannoitepakkaamon henkilökuntaa saamistani neuvoista opinnäytetyön tekemisessä.

Opintojen suorittaminen työn ohella on ollut antoisaa, mutta ajoittain myös haasteellista. Lopuksi haluan kiittää läheisiäni kaikesta saamastani tuesta ja ymmärtämisestä opinnäytetyön ja opiskeluni aikana, erityiskiitos kuuluu vaimolleni Jaanalle.

Kuopiossa 5.5.2013

Jukka

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	YARA SUOMI OY	8
2.1	Lannoitepakkaamo	10
2.2	Lannoitepakkaamon pakkauskoneet ja pakkaustuotteet.....	11
3	KUNNOSSAPITO.....	16
3.1	Kunnossapidon määritelmä	16
3.2	Kunnossapidon vaikutus liiketoimintaan	18
3.3	Kunnossapitolajit.....	20
3.4	Ehkäisevä kunnossapito	23
3.5	Ennakkohuoltosuunnitelma	26
3.6	Kunnossapitostrategian valinta	28
4	TYÖN SUORITTAMINEN.....	36
4.1	Lähtökohta ja tavoitteet.....	36
4.2	Pohjatiedon keruu ja perehtyminen toiminnanohjausjärjestelmään	37
4.3	Ennakkohuoltosuunnitelman päivittäminen	38
4.4	Laitteiden kriittisyysanalyysi ja kunnossapitostrategian valinta.....	39
4.5	Ennakkohuoltotyöt	46
4.6	Ennakkohuollossa käytetyt voiteluaineet	49
4.7	Työturvallisuus.....	49
4.8	Ennakkohuollon jätehuolto	50
4.9	Kehitysideoita	51
5	YHTEENVETO.....	53
	LÄHTEET	54

1 JOHDANTO

Yksi kunnossapidon tärkeimmistä tavoitteista on varmistaa tuotantolaitoksen korkea käytettävyys, käyttöaste ja samalla sen on taattava laitteiden turvallisuus ja toiminnan ekologisuus entistä kustannustehokkaammin. Tehokas kunnossapito edellyttää laitteille oikein valittuja kunnossapitostrategioita ja niiden pohjalta toiminnan kannalta tärkeille laitteille laadittuja ennakkohuoltosuunnitelmia. Ennakkohuoltosuunnitelmien avulla pyritään kunnossapidon pääpaino siirtämään vikojen tehokkaasta korjaamisesta vikaantumisen välttämiseen. Tämä edellyttää systemaattista ja suunniteltua tuotanto-omaisuuden hoitamista, johon koko organisaation tulee sitoutua.

Yara Suomi Oy:n Siilinjärven lannoitepakkaamolla ennakkohuolto on kuulunut tärkeänä osana kunnossapitostrategiaan. Ennakkohuoltosuunnitelmaan on kuulunut suunniteltuja töitä toiminnan kannalta tärkeille laitteille, mutta suunnitelma ei ole ollut täysin kattava. Osa ennakkohuoltotöistä ja työvaiheista on ollut asentajan muistinvaraista. Tämän johdosta ennakkohuoltosuunnitelma haluttiin päivittää ja laatia se vastaamaan tämän päivän tasoa ja vaatimuksia.

Opinnäytetyön tavoitteena on päivittää lannoitepakkaamon mekaanisten laitteiden ennakkohuoltosuunnitelma, jossa selvitetään kohteille tehtävät ennakkohuoltotyöt ja niiden ajallinen suoritusväli. Laitteille laadittavat ennakkohuoltotyöt pohjautuvat laite-toimittajien suosituksiin, huolto-ohjeisiin ja käytännön kokemuksiin. Tämän lisäksi opinnäytetyössä tarkastellaan laitteiden kriittisyyttä pakkaamon toiminnan kannalta ja ehdotetaan tämän pohjalta laitteille soveltuvaa kunnossapitostrategiaa.

Opinnäytetyötä tehdessäni pystyin hyödyntämään aiempaa työkokemustani lannoitepakkaamon kunnossapidosta ja ennakkohuollosta sekä yhdistämään teoriatietoa käytännön tiedon pohjaksi. Opinnäytetyöni pohjalta lannoitepakkaamon ennakkohuoltoa voidaan kehittää entistä suunnitelmallisemmaksi ja luotettavammaksi.

2 YARA SUOMI OY

Yara Suomi Oy on Yara International ASAn tytäryhtiö. Yara International ASA on globaali kemianalan yritys, jolla on toimintaa yli 50 maassa. Yara valmistaa ja markkinoi lannoitteita maa- ja metsätaloudelle, typpipohjaisia kemikaaleja teollisuuskäyttöön sekä ympäristönsuojeluun käytettäviä tuotteita. Yara on maailman suurin kivennäislannoitteiden toimittaja, jolla on myyntiä yli 120 maahan. Yhtiö on perustettu 1905 nimellä Norsk Hydro ja sen pääkonttori sijaitsee Norjan Oslossa. (Yara Suomi Oy 2013.) Yaran osuus maailmanlaajuisista lannoitemarkkinoista on seitsemän prosenttia. Liikevaihto oli vuonna 2011 noin 10,8 miljardia euroa ja työntekijöitä oli 7 300. Yara on listautunut Oslon pörssiin. (Yara Suomi Oy 2012, 2.)

Suomessa Yaralla on neljä tuotantolaitosta: Uudessakaupungissa, Harjavallassa, Kokkolassa ja Siilinjärvellä. Yara Suomi Oy myy ja markkinoi moniravinteisia lannoitteita maatalouteen, metsän- ja puutarhanhoitoon. Tarjontaan kuuluu myös typpikemikaaleja ja teknisiä nitraatteja eri teollisuuden aloille sekä ympäristön suojeluun käytettäviä tuotteita. Vihdissä sijaitsee Yara Suomen Kotkanniemen tutkimusasema, jolla on tehty tutkimus- ja kehitystyötä vuodesta 1961 lähtien. Tutkimustuloksia hyödynnetään neuvonnassa, Suomeen soveltuvan lannoitevalikoiman suunnittelussa ja lajikekohtaisissa ravinne- ja lannoitussuosituksissa. Yara työllistää Suomessa lähes 900 henkilöä valmistuksen, tuotekehityksen, myynnin ja markkinoinnin parissa. (Yara Suomi Oy 2013.)

Siilinjärven tehtaiden tuotanto käynnistyi vuonna 1969 Suomen valtion omistaman Rikkihappo Oy:n toimesta. Ensimmäisessä vaiheessa tuotantolaitoksiin kuuluivat pasutto-rikkihappotehdas, fosforihappotehdas, ammoniumfosfaattitehdas ja voimalaitos. Toiminta laajeni ja vuosina 1972–1973 rakennettiin lannoitetehdas, typpihappotehdas ja pakkaamo. Samalla yrityksen nimi muutettiin Kemira Oyj:ksi vuonna 1972. 1990-luvulla Kemira-konsernin liiketoimintarakennetta uudistettiin ja vuonna 1994 Kemiran liiketoimintayksiköt yhtiöitettiin. Lannoiteliiketoiminnan nimeksi tuli Kemira Agro. Vuonna 2004 Kemira Agro Oy irtautui Kemira Oyj:stä, muutti nimensä Kemira GrowHow'ksi ja listautui Helsingin pörssiin. Vuonna 2007 GrowHow'sta tuli maailman suurimman kivennäislannoitteiden tarjoajan, norjalaisen Yara International ASA:n tytäryhtiö. Muutos Yaraksi tapahtui Suomen valtion myytyä osuutensa Kemira Grow-

How'n osakkeista Yaralle. (Yara Suomi Oy 2013.) Alla olevassa kuvassa (KUVA 1) on ilmakuva Siilinjärven tehdasalueesta, jossa tehdasalueen eri toiminnot on esitetty.

Siilinjärven tehtaiden päätuoteryhmät ovat lannoitteet ja fosforihapot. Fosforihappo menee jatkojalostukseen lannoite- sekä eläinrehuteollisuuteen koti- ja ulkomaille. Lannoitteita käytetään pääosin kotimaan peltoviljelyssä ja niiden valmistamiseen tarvittava typpihappo tuotetaan omalla typpihappotehtaalla. Siilinjärvellä toimii Länsi-Euroopan ainoa fosfaattikaivos, josta louhittavasta apatiitista valmistetaan pääasiassa fosforihappoa. Fosforihapon valmistuksessa tarvittava rikkihappo tuotetaan omalla rikkahappotehtaalla. Yaralla on omaa henkilöstöä Siilinjärvellä noin 350 henkilöä, mutta yhteistyökumppaneiden henkilöstö mukaan laskettuna toimipaikalla työskentelee lähes 700 työntekijää. (Yara Suomi Oy 2013.)



KUVA 1. Yara Suomen Siilinjärven tehtaot (Yara Suomi Oy 2013 Intranet)

2.1 Lannoitepakkaamo

Siilinjärven lannoitetehtaalla valmistetaan pääasiassa peltolannoitteita kotimaan markkinoille ja vientiin ulkomaille. Peltolannoitteiden lisäksi valmistetaan metsälannoitteita ja nestemäisiä lehtilannoitteita, mutta niiden osuus kokonaisvalmistusmäärästä on vähäinen. Lannoitetehtaan tuotantokapasiteetti on noin 500 000 tonnia vuodessa. Lannoitteet toimitaan asiakkaalle pääasiassa suursäkeissä tai lavapakkauksina, mutta joitakin lannoitelaatuja on saatavissa myös irtotoimituksena. Asiakkaalle toimitetaan laatukriteerit täyttävää lannoitetta, jonka vuoksi ennen lannoitteen pakkaamista lannoitteista analysoidaan muun muassa ravinnepitoisuudet, kosteus, kovuus, pyöreys, pölypitoisuus, raekokojakauma ja taipumus paakkuuntumiseen. Lannoitteiden pakkaamisesta, lastaamisesta ja niiden lähetystoiminnosta asiakkaille vastaa Siilinjärven tehtaiden logistiikkatoiminto.

Lannoitteiden pakkaaminen tapahtuu lannoitepakkaamolla, jonne lannoite siirretään lannoitevarastoista hihnakuljettimilla. Pakkaamolla on neljä päiväsiiloa, jotka toimivat puskurivarastoina eri lannoitelaaduille. Pakkaamo on rakennettu 1973 ja se toimii pääsääntöisesti katkeavassa kahdessa vuorossa. Logistiikkatoiminnon pakkaamorganisaatio koostuu logistiikkapäälliköstä, tuotannon asiantuntijasta ja logistiikkainsinööristä sekä 25 työntekijästä. Pakkaamon mekaanisten laitteiden ennakkohuollon ja kunnossapidon suorittamisesta vastaa asentaja, joka kuuluu organisaatiossa lannoitetehtaan mekaanisen kunnossapidon henkilöstöön. Seuraavassa kuvassa (KUVA 2) on lannoitepakkaamorakennus, josta käy ilmi lannoitevarastosta tuleva kuljetinkäytävä, päiväsiilot ja osa lannoitepakkausten käsittelyssä käytettävästä kalustosta, trucki ja pyöräkuormaaja.



KUVA 2. Lannoitepakkaamo

Pakkaamolla asiakkaan tilaama lannoite pakataan hänen haluamaansa pakkausmuotoon joko 650 kg suursäkkeihin tai 40 kg säkkien muodostamiin lavapakkauksiin. Peltolannoitteissa Yaran valikoimiin kuuluu 15 erilaista lannoitelaatua, lisäksi metsän- ja puutarhanhoitoon löytyy useita lannoitevaihtoehtoja. Eri lannoitelaatujen valmistus vaihtelee toimipaikoittain, joten lannoitepakkausten ja irtolannoitteiden siirtoa eri toimipaikkojen välillä on paljon. Pääsääntöisesti toimipaikkojen väliset lannoitesiirot hoidetaan rautateitse. Irtolannoite lastataan hihnakuljettimella joko kuorma-autoon toimitettavaksi asiakkaalle tai junanvaunuun, jolla se siirretään Yaran toiselle toimipaikalle jatkokäsittelyä varten. Lannoitteita toimitetaan myös vientiin ulkomaille, jolloin irtolannoite lastataan kuorma-autoon siirrettäväksi tehtaan omaan järvisatamaan. Satamassa lannoite lastataan satamakurottajalla laivaan. Lannoitelaivoja lastataan vuosittain noin 50 kappaletta, laivan rahdin ollessa noin 2500 tonnia.

Pakkaamolla suursäkit ja lavapakkaukset lastataan pyöräkuormaajilla kuorma-autoihin kuljetettavaksi asiakkaille tai junanvaunuihin siirrettäväksi Yaran toiselle toimipaikalle. Sesonkiaikaan keväällä lannoitteiden noutomäärä on 2500 tonnia vuorokaudessa. 90 prosenttia kotimaan markkinoille menevästä lannoitteesta toimitaan 650 kg suursäkeissä ja 10 prosenttia toimituksista on 1200 kg lavapakkauksia.

2.2 Lannoitepakkaamon pakkauskoneet ja pakkaustuotteet

Lannoitepakkaamolla lannoite pakataan joko 650 kg suursäkkiin Erkomat Oy:n valmistamalla Erkojet-IBC automaattisella suursäkkien täyttökoneella tai 40 kg säkkeihin

kahdella Rowema-säkitysautomaatilla. 40 kg säkeistä tehdään 1200 kg lavapakkaus Möllers-lavauslinjalla ja palletointilaitteella, jolloin yhdessä lavassa on 30 kappaletta 40 kg säkkejä.

Erkojet-IBC automaattinen suursäkkien täyttökone

Suursäkkien pakkaaminen Siilinjärven lannoitepakkaamolla tapahtuu Erkojet-IBC suursäkkien täyttökoneella, johon on liitetty Erkopen tyhjien säkkien aukirullain. Laitteisto on otettu käyttöön Siilinjärvellä vuonna 2000 ja se on täysin automaattinen. Lannoite valuu päiväsiilosta gravimetrisesti koneessa olevaan vaakaan, joka punnitsee säkkiin annosteltavan lannoitemäärän. Suursäkkiautomaatti noutaa tyhjän säkin hihnakuljettimelta ja vie sen täyttöpään alle, jossa säkki puhalletaan ilmalla muotoonsa. Tämän jälkeen kone täyttää säkin lannoitteella ja saumaa sisäsäkin suun kiinni sähkövastusten avulla. Suursäkkiautomaatin kapasiteetti on noin 200 suursäkkiä tunnissa ja jokaiseen suursäkkiin tulostetaan automaattisella mustesuihkukirjoittimella erämerkintä, jotta tuotteet voidaan tarvittaessa jäljittää. Seuraavassa kuvassa (KUVA 3) on näkymä suursäkkiautomaatin täyttölaitteistosta.



KUVA 3. Erkojet-suursäkkiautomaatti

Hihnakuljettimet kuljettavat suursäkit rakennuksen ulkopuolella olevaan kuormauspisteeseen, josta ne siirretään pyöräkuormaajalla varastoon. Varastossa suursäkit pinotaan päällekkäin tilan säästämiseksi. Seuraavassa kuvassa (KUVA 4) valmiit 650 kg lannoitesuursäkit ovat pinottuna varastossa. Suursäkkiautomaatissa liike perustuu

lineaarijohteissa liikkuviin pyöräyksiköihin, joita hammasvaihdemoottorit liikuttavat hammashihnavälityksien avulla. Koneen päätoiminnot tapahtuvat pneumaattisten sylintereiden ja toimilaitteiden avulla, joita ohjataan Siemensin logikalla. Suursäkki-koneen käyttäjä valvoo koneen toimintaa ja mahdollisia häiriötilanteita sekä huolehtii tyhjäsäkkirullien täytöstä aukirullaimeen.



KUVA 4. 650 kg lannoitesuursäkit varastoituna suursäkkivarastossa, odottamassa toimitusta asiakkaalle

Rowema-säkitysautomaatti ja Möllers-lavauslinja

Siilinjärvellä 40 kg lannoitesäkit pakataan kahdella Rowema-säkitysautomaatilla. Molemmissa säkitysautomaateissa on kaksi automaattista lannoitevaakaa, jotka punnitsevat lannoitemäärän 10 gramman tarkkuudella. Säkitysautomaateissa käytettävä säkkimateriaali toimitetaan rullana, joka on yhtenäistä muovisuolta. Kone leikkaa määrämittaisen säkin, saumaa pohja- ja sivusaumat sekä täyttää säkkiaihion lannoitteella. Linjastolla seuraavana oleva viikkauskone viikkaa säkinsuut vastakkain, jotta saumaaja voi sulkea säkinsuun sähkövastusten avulla. Säkitysautomaatin toiminta perustuu pneumaattisiin sylintereihin ja epäkeskoilla tahdistettuun mekaaniseen liikkeeseen. Säkityskoneen käyttäjä valvoo koneiden toimintaa, huolehtii muovirullien siirrosta ja poistaa linjastolta virheelliset tuotteet. Säkitysautomaattien valmistamat lannoitesäkit siirretään hihnakuljettimilla ja rullaradoilla Möllers-lavauslinjalle, jossa niistä pinotaan 1200 kg lavapakkaus. Laitteistot on otettu käyttöön Siilinjärvellä 1984 ja niiden tuotantokapasiteetti on noin 25-30 tonnia tunnissa. Seuraavassa kuvassa (KUVA 5) on näkymä Rowema-säkitysautomaatin säkin täyttölaitteistosta.



KUVA 5. Rowema-säkitysautomaatti

Möllers-lavauslinjalla säkeistä muodostetaan viiden säkin kuvioita, joita pinotaan palletointilaitteella puulavan päälle kuusi kerrosta. Kerrosten väliin suihkutetaan kuuma-liima, jotta kerrokset pysyvät paikallaan. Puristin tiivistää lavapakkauksen ja edesauttaa liiman vaikutusta. Alla olevassa kuvassa (KUVA 6) palletointilaite työskentelee ja odottaa viimeistä säkkikerrosta lavan päälle.



KUVA 6. Möllers-palletointilaite

Valmiin lavapakkauksen päälle asetetaan suojamuovi huputuslaitteella, joka kutistetaan kiinni lavapakkaukseen uunissa. Jokaiseen säkkiin ja lavapakkaukseen merkitään erämerkintä automaattisella mustesuihkukirjoittimella, jotta tuotteet voidaan tarvittaessa jäljittää. Valmiit lavapakkaukset siirretään rullahihnan päästä trukilla varastoon. Alla olevassa kuvassa (KUVA 7) on valmiit lavapakkaukset pinottuna varastossa.



KUVA 7. Valmiit 1200 kg lavapakkaukset varastossa

3 KUNNOSSAPITO

Tavallisesti kunnossapito mielletään kunnossapito-organisaation työtehtäviin. Tästä seuraa helposti tilanne, jossa kunnossapidollisia työtehtäviä vieroksutaan tuotantohenkilöiden keskuudessa ja pahimmassa tapauksessa niitä ei tehdä. Tämä kuvastaa sitä, että tällaisissa yrityksissä on heikosti kehittynyt tuotanto-omaisuuden hoitamiskulttuuri. Toimintakunnon hoitaminen kuuluu jokaiselle henkilölle, joka on kyseisen omaisuuden kanssa tekemisessä. Jokainen henkilö osallistuu toimintakunnon ylläpitoon omalla tavallaan. Kunnossapito-organisaatio vastaa vaativista toimenpiteistä, kuten ennakkohuolto, korjaukset ja mittavaa kunnonvalvontaa, kun taas käyttöhenkilöstö vastaa tarkoituksenmukaisesta ja ammattitaitoisesta laitteiston käyttämisestä sekä koneensa toimintakunnon valvomisesta ja toimintaedellytysten vaalimisesta. (Järviö & Lehtiö 2012, 17.)

3.1 Kunnossapidon määritelmä

Kunnossapidon eri määritelmiä on saatavissa monista kansallisista ja kansainvälisistä standardeista sekä monista toimialan julkaisuista. Seuraavassa käsitellään yleisesti käytössä olevia määritelmiä.

Eurooppalainen standardi SFS-EN 13306 määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

”Kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon” (SFS- EN 13306 2010, 8).

Standardi PSK 6201 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.”

Seuraavat käsitteet: käyttö, käynnissäpito, logistiikka ja parantaminen liittyvät läheisesti kunnossapitoon.

Käyttö

Tuotannon toteuttamisen välittömät toimenpiteet, kuten prosessinohjaus ja koneiden käyttö. Käyttöön voi kuulua myös tuotteen, prosessin, tms. vaatimat kytkentöjen muutokset, vaihtoyksiköiden, komponenttien ja työkalujen vaihdot.

Käynnissäpito

Käytön lisäksi käyttöhenkilöstön tehtäviin voi sisältyä kohteen käyttö-kuntoon liittyviä tehtäviä, joita ovat: puhdistukset, voitelu, asetukset, tuotantokoneiden korjauksia sekä kunnonvalvontaa ja tuotantokyvyn seuranta.

Logistiikka

Työvoiman, varaosien ja materiaalien, kunnossapitolaitteistojen, tilojen, varastoinnin, telineiden ja alihankintojen yksilöintiä, valitsemista, hankintaa ja toimitusta.

Parannus

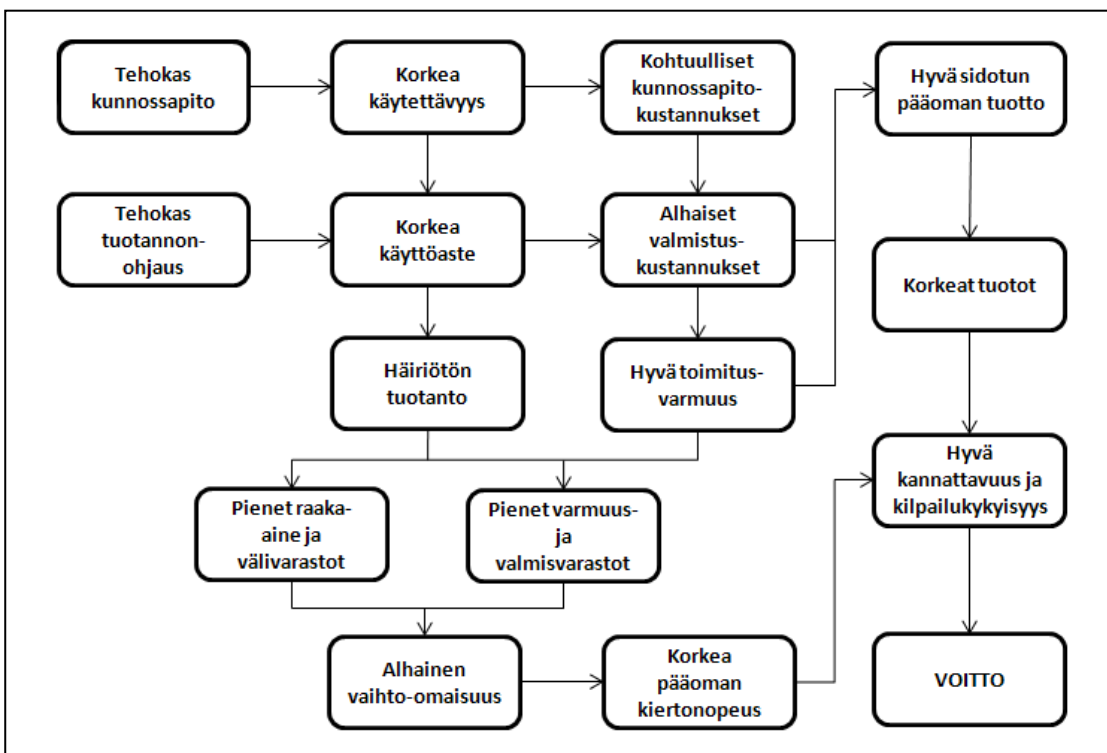
Toimenpide, jonka tarkoituksena on parantaa kohteen turvallisuutta, luotettavuutta tai kunnossapidettävyyttä muuttamatta kohteen toimintaa. (PSK 6201 2011, 2-3.)

Edellä olevat standardit käsittelevät lähinnä korjaavan kunnossapidon käsitteistöä. Nykyään tällainen kunnossapidon määritelmä on kuitenkin liian suppea. Kunnossapito on osa tuotanto-omaisuuden hallintaa ja sen tuottokyvyn ylläpitämistä, säätämistä, säilyttämistä ja kehittämistä. Kunnossapitäjien tärkein tehtävä on varmistaa tuotantokoneiden toimintakunnon ylläpitäminen niiden elinjaksojen ajan. Koneiden on oltava turvallisia käyttää ja niiden on säilytettävä riittävä laaduntuottokyky. (Järviö & Lehtiö 2012, 19.)

Alan edelläkävijä John Moubrayn mukaan kunnossapidon tehtävä on varmistaa tuotantovälineiden toiminta niiden elinjakson aikana. Kunnossapidon on myös taattava omistajien, käyttäjien ja yhteiskunnan tyytyväisyys käyttämällä sopivimpia kunnossapidon menetelmiä, joilla pystytään tehokkaasti hallitsemaan koneiden vikaantumista ja niiden seurauksia. (Järviö & Lehtiö 2012, 20.)

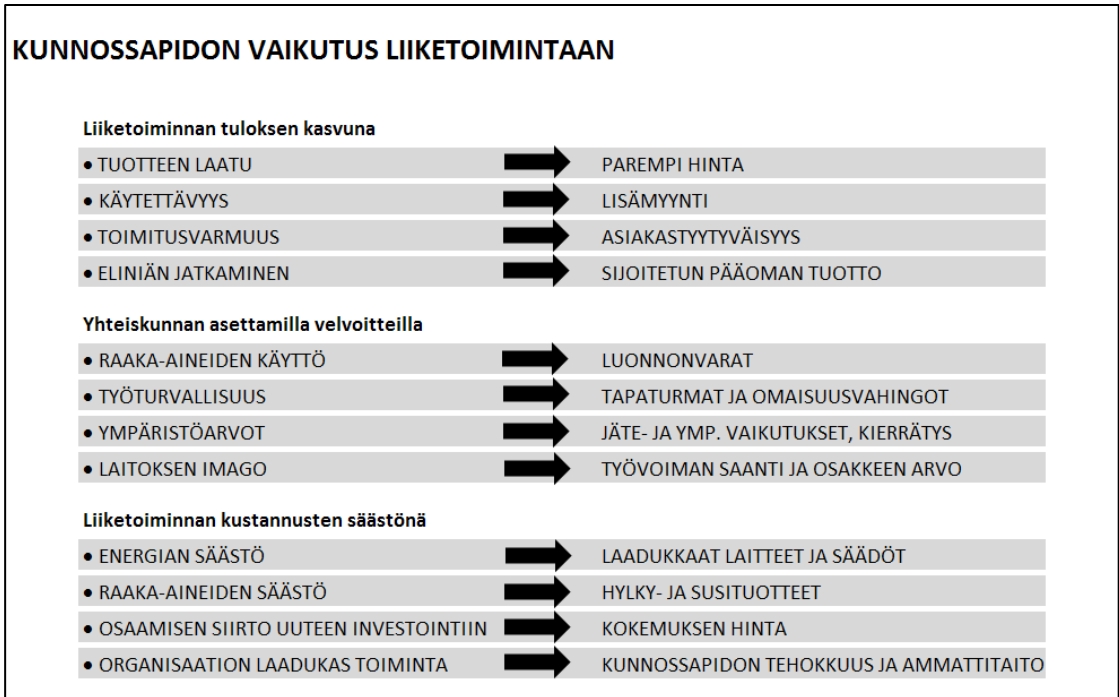
3.2 Kunnossapidon vaikutus liiketoimintaan

Kunnossapito on pääoma- ja raaka-ainekustannusten jälkeen yrityksen suurin ja samalla kontrolloimaton kustannuserä. Hyvin johdetuissa yrityksissä panostetaan kunnossapidon hallintaan ja siihen, että kunnossapidon kustannuksia voidaan kontrolloida. Kunnossapidon vaikutus yrityksen tuloksen muodostumiseen on välillinen. Vaikutusmekanismien tunteminen on välttämätöntä, jotta pystytään arvioimaan kunnossapitopanostusten synnyttämät tuotot. (Järviö & Lehtiö 2012, 27.)



KUVIO 1. Siekkisen näkemys kunnossapidon vaikutuksesta yrityksen kannattavuuteen (Järviö 2004, 17)

Yllä olevasta kuviosta (KUVIO 1) voidaan päätellä, että tehokas ja oikea-aikainen kunnossapito takaa laitteiston korkean käytettävyyden ja käyttöasteen. Korkea käyttöaste mahdollistaa häiriöttömän tuotannon ja hyvän toimitusvarmuuden, täten varastot voidaan pitää pieninä, lisäten näin pääoman kiertonopeutta. Koneiden korkea käyttöaste on tae yrityksen voitolle ja sen menestykselliselle toiminnalle.



KUVIO 2. Kunnossapidon vaikutus liiketoimintaan (Kunnossapitoyhdistys ry 2003, 11)

Analysoimalla yllä olevaa kuviota (KUVIO 2) voidaan päätellä, että oikein organisoidulla ja toteutetulla kunnossapidolla voidaan vaikuttaa tuotteen laatuun, käytettävyyteen, toimitusvarmuuteen ja eliniikään. Nämä tekijät vaikuttavat yrityksen tulokseen asiakastyytyväisyyden kasvamisen myötä. Lisämyynti ja korkeampi tuotteen hinta mahdollistavat edelleen sijoitetulle pääomalle korkeamman tuoton.

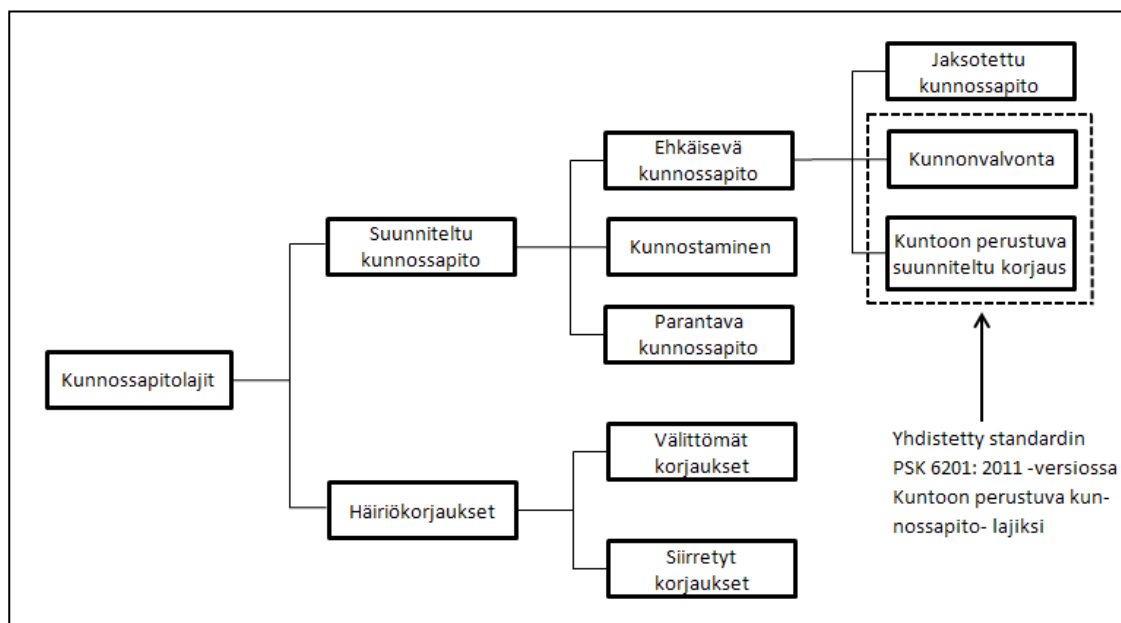
Kunnossapito ei vaikuta pelkästään yrityksen tulokseen, vaan sillä on vaikutusta yhteiskunnan asettamiin velvoitteisiin. Lisääntyneen tuotteen eliniän myötä valmistus kuluttaa vähemmän luonnonvaroja. Kunnossapidon aikaansaama korkea käyttöaste ja käytettävyys parantavat työturvallisuutta ja samalla hyvin toimivat koneet pienentävät ympäristövaikutuksia. Nämä puolestaan vaikuttavat positiivisesti yrityksen imagoon, nostaen osakkeen arvoa ja tehden yrityksestä halutun työpaikan. Kunnossapidolla voidaan saavuttaa myös suoraa säästöä. Tämä aikaan saadaan vähentyneillä hylkytuotteiden määrällä ja energian säästöllä, joka kuluisi näiden tuotteiden valmistamiseen. Tehokas kunnossapito takaa laadukkaan toiminnan ja voitollisen yrityksen, jonka on mahdollista kilpailla markkinoilla ja kasvattaa tuotantoaan investoinneilla.

Kunnossapidon tavoite ei ole ainoastaan vähentää tuotannon häiriötekijöitä vaan optimoida kustannukset kunnossapidon ja vikojen välillä. Kustannukset voivat koostua

vahingoista talouteen, turvallisuuteen ja ympäristöön. Jotta koneiden luotettavuutta voidaan nostaa, on koneista peräisin olevien vikojen vähennyttävä. Keskittyminen vikojen ehdottomaan vähentämiseen ei välttämättä tuota parasta mahdollista taloudellista tulosta, koska koneiden luotettavuuden nostamisen kustannukset voivat ylittää luotettavuudesta takasin saatavan hyödyn. (Honkonen 2004, 18-19.)

3.3 Kunnossapitolajit

Kunnossapitolajit voidaan luokitella alla olevan kuvion (KUVIO 3) mukaisesti, jakopuustaksi on otettu vikaantumisen seurannaisvaikutukset tuotannon suhteen (PSK 7501 2010, 5).



KUVIO 3. Kunnossapitolajit (mukaillen, PSK 7501 2010, 32; PSK 6201 2011, 22)

Kunnossapito jakaantuu standardin PSK 7501 mukaan suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin. Suunnitellussa kunnossapidossa huoltotyöt tehdään suunnitellun ohjelman mukaan, mutta häiriökorjauksessa kone korjataan häiriön vaatimalla tavalla. Suunniteltu kunnossapito jakaantuu ehkäisevään kunnossapitoon, kunnostamiseen ja parantavaan kunnossapitoon. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluvat jaksotettu kunnossapito, kunnonvalvonta ja kuntoon perustuva suunniteltu korjaus. Jaksotetussa kunnossapidossa huoltotoimet tehdään suunniteltujen jaksotusten mukaan, esimerkiksi käyttötuntien tai kalenteriajan mukaisesti, ilman edeltävää toimintakunnon tutkimusta. Kunnonvalvonnalla hankitaan tietoa kohteen kunnostustarpeesta ja tulosten

pohjalta havaitut viat korjataan kuntoon perustuvana suunniteltuna korjauksena. Kunnostamisella laite palautetaan toimintakuntoon korjaamalla se prosessin toiminnan häiriintymättä. Parantava kunnossapito koostuu toimenpiteistä, joilla muutetaan laitteen rakennetta toimintavarmuuden ja kunnossapidettävyyden parantamiseksi. (PSK 7501 2010, 5; PSK 6201 2011, 22.)

Häiriökorjaukset jaetaan välittömiin ja siirrettyihin korjauksiin. Välittömässä korjauksessa vika korjataan heti sen havaitsemisen jälkeen, jotta laitteen toimintakunto saadaan palautettua. Siirretyssä korjauksessa vian korjaamista ei suoriteta heti sen havaitsemisen jälkeen, vaan se siirretään tehtäväksi myöhempään ajankohtaan, jolloin se voidaan suorittaa tuotannon häiriintymättä. (PSK 6201 2011, 23.)

Huolto

Huolto on jaksotetun kunnossapidon toimenpide, johon kuuluu koneen tarkastamista, säätöä, puhdistamista, rasvausta, öljynvaihtoa, suodattimen vaihtoa ja muita vastaavia toimenpiteitä (PSK 6201 2011, 22).

Huoltamalla ylläpidetään koneen käyttöominaisuuksia tai heikentynyt toimintakyky palautetaan ennen vian syntymistä tai estetään vaurio. Jaksotettu huolto suoritetaan määräväleihin. Välit määräytyvät käyttöajan tai -määrän mukaan, ottaen huomioon käytön rasittavuuden. (Järviö & Lehtiö 2012, 49.)

Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla ylläpidetään koneen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurio (PSK 6201 2011, 22).

Ehkäisevän kunnossapidon toimilla seurataan koneen suorituskykyä ja sen parametrejä. Tarkoitus on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai toimintakyvyn heikkenemistä. Yleensä ehkäisevää kunnossapitoa tehdään säännöllisesti ja siitä saatujen tulosten perusteella suunnitellaan ja aikataulutetaan kunnossapidon töitä. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu muun muassa tarkastaminen, kunnonvalvonta, testaaminen, käynninvalvonta ja vikojen analysointi. (Järviö & Lehtiö 2012, 50.) Ehkäisevää kunnossapitoa on käsitelty laajemmin luvussa 3.4.

Korjaava kunnossapito

Korjaavaa kunnossapitoa tehdään vian havaitsemisen jälkeen tavoitteena saada kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon (SFS- EN 13306 2010, 22.)

Korjaavassa kunnossapidossa vikaantunut koneen osa korjataan käyttökuntoon. Vikatietojen perusteella voidaan laskea osan elinaika. Korjaavaan kunnossapitoon kuuluu vian määrittäminen, tunnistaminen ja paikallistaminen, vian korjaus sekä toimintakunnon palauttaminen. (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon periaatteena on parantaa koneen luotettavuutta ja kunnossapidettävyyttä muuttamatta koneen toimintoa (PSK 2011, 23).

Parantavassa kunnossapidossa konetta muutetaan käyttämällä uudempia ja parempia osia, kuin alkuperäiset, mutta koneen suorituskykyä ei varsinaisesti muuteta. Koneen epäluotettavuutta voidaan parantaa uudelleensuunnittelulla ja korjauksilla. Kun halutaan muuttaa koneen suorituskykyä, suoritetaan modernisaatio, jossa uudistetaan yleensä sekä kone että valmistusprosessi. (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Tätä käsitettä ei ole määritelty standardeissa. Vaikka vikojen ja vikaantumisen selvittämisen tärkeys ymmärretään, sitä ei ole mielletty kunnossapitoon kuuluvaksi toiminnoksi. Vikaantumisen selvittämisessä voidaan hyödyntää nykyaikaisten tuotantokoneiden järjestelmiä, jotka keräävät tietoa koneen käyttötavasta, kuormituksesta ja käyttöolosuhteista. Tätä tietoa analysoimalla päästään kiinni vikaantumisen juurisyihin ja niitä apuna käyttäen voidaan suunnitella sekä toteuttaa korjaavia toimia. Korjaavilla toimilla vaikutetaan koneen luotettavuuteen ja laaduntuottokykyyn. Vikaantumisen selvittämisellä selvitetään perussyyn ja vikatapa, jolla koneen kykenemättömyys suorittaa vaadittu toiminto ilmenee. Tavanomaisia menetelmiä vikaantumisen selvittämiseen ovat vika-analyysi, simulointi, mallintaminen, juurisyyn selvittäminen ja vikaantumispotentiaalin kartoitukset. (Järviö & Lehtiö 2012, 52.)

3.4 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito koostuu säännöllisesti tehtävistä toimenpiteistä seuraavasti:

- Vikaantumisen aiheuttavien syiden tarkkailu
- Kaikki tehdyt toimenpiteet, jotta kone toimisi suunnitellulla tavalla. Näitä ovat mm. voiteluhuolto, koneen rakenteen ylläpito ja koneen sekä sen toimintaympäristön siistiminen
- Alkavan vian havaitseminen ja korjaus ennen kuin se pysäyttää koneen.

(Järviö & Lehtiö 2012, 96.)

Ehkäisevä kunnossapito on suunniteltua säännöllistä toimintaa, jota toteutetaan koneen käydessä sekä erilaisten seisokkien aikana. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluvat tarkastukset pyritään suorittamaan kohteen kunnan mukaisesti ja tarkastajina toimivat pääsääntöisesti koneenkäyttäjät, jotka tuntevat sen toiminnan. Kunnonvalvonta kuuluu myös ehkäisevän kunnossapidon piiriin, jossa mittauksin pyritään selvittämään koneen ja sen osien kuntoa. Tällaisia mittaavia tekniikoita ovat muun muassa värähtelyanalyysit ja öljyanalyysit. (Järviö & Lehtiö 2012, 96.)

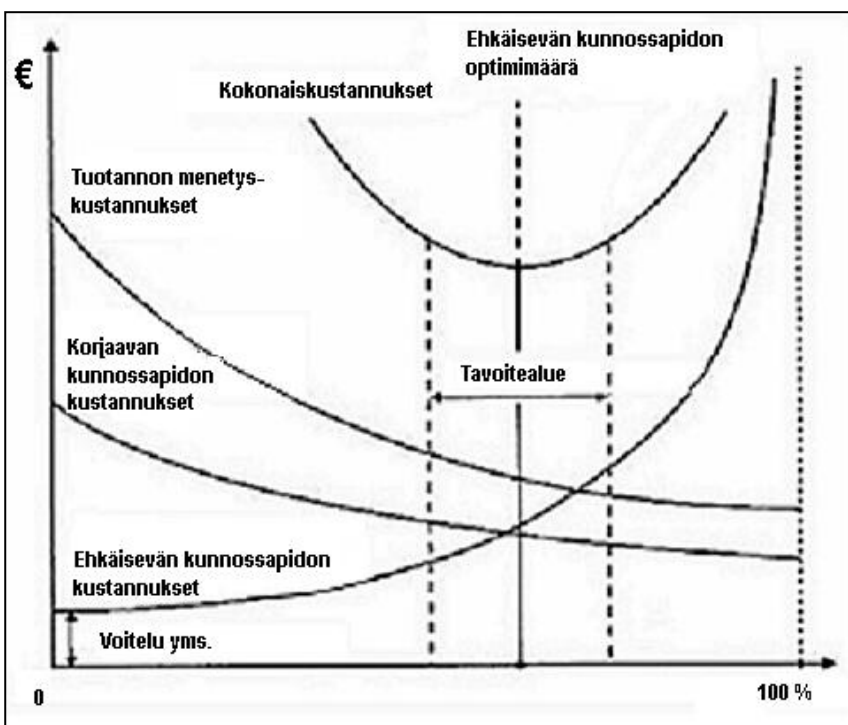
Ehkäisevän kunnossapidon keinoin voidaan prosessin luotettavuutta nostaa, samalla se mahdollistaa kunnossapidon suunnittelun ja töiden aikataulutuksen etukäteen. Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa suorittaa, jos sen kustannukset ovat pienemmät kuin sen puutteen aiheuttamat vahingot ja kohteelle löytyy tehokas ennakkohuoltomenetelmä. (Järviö & Lehtiö 2012, 97.)

Ehkäisevässä kunnossapidossa viat pyritään estämään ennalta ennen kuin ne pysäyttävät toiminnan tai ainakin vikojen syntyyn on varauduttu. Jotta varautuminen on mahdollista, täytyy vikojen todennäköisyys osata arvioida etukäteen. Viat täytyy tunnistaa ennen kuin ne toteutuvat, mutta jos tämä ei ole mahdollista, niin ainakin ennen kuin ne toistuvat. (Moubray 1997, 55.)

Kun jokainen vikamuoto on tunnistettu, voidaan arvioida mitä tapahtuu vian toteutuksessa. Analysoinnin pohjalta voidaan miettiä vian seurauksia, ennalta ehkäiseviä ja korjaavia toimia sekä mahdollista laitteen tai osan uudelleen suunnittelua. (Moubray 1997, 55.)

Ehkäisevän ja korjaavan kunnossapidon suhteelle voidaan seuraavan kuvion (KUVIO 4) mukaisesti löytää taloudellinen optimi. Tämä optimialue on kuitenkin vaikea määrittää laskelmilla, koska kunnossapitomenetelmän valintaan liittyvät näkökohdat, kuten turvallisuus, toimitusajat, ja ympäristönäkökohdat ovat vaikeasti rahassa mitattavissa. On kuitenkin muistettava, että korjaavaa kunnossapitoa on välttämättä oltava, vaikka ehkäisevää kunnossapitoa lisätään. (Aalto 1997, 26.)

Kuviossa 4 ehkäisevän kunnossapidon optimimäärä saavutetaan, silloin kun kokonaiskustannukset ovat alhaisimmillaan. Tällöin ehkäisevän kunnossapidon suhde korjaavaan kunnossapitoon on saavuttanut optimialueensa. Optimialueen jälkeen ei ole taloudellista kasvattaa ehkäisevän kunnossapidon määrää, koska sen nousevat kustannukset eivät laske samassa suhteessa korjaavan kunnossapidon ja tuotannonmenetyskustannuksia.



KUVIO 4. Ehkäisevän kunnossapidon vaikutus kokonaiskustannuksiin (mukaiillen, Opetushallitus 2013)

Nykyinen toimintaympäristö pakottaa yritykset tutkimaan kustannusrakennettaan ja yksi käytetyistä mittareista on ollut tuotannon kokonaistehokkuus. Kunnossapito koetaan tehottomana verrattuna siitä aiheutuviin kustannuksiin. Lisäksi matalan koko-

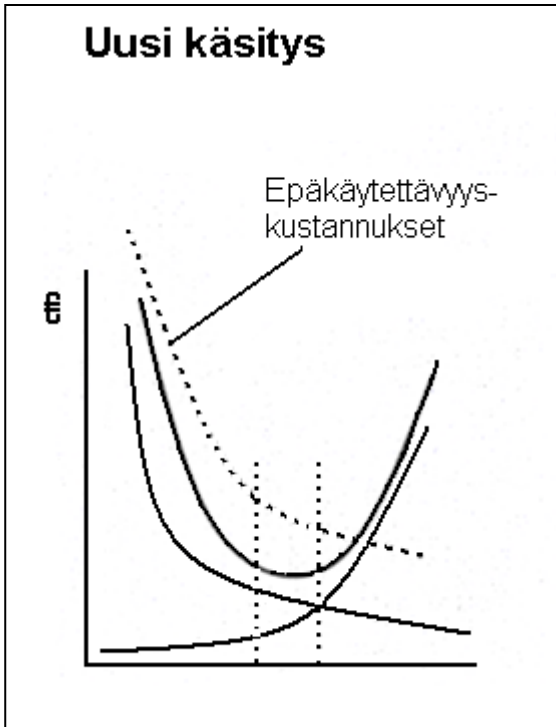
naistehokkuuden vuoksi yritys menettää tuloja, jotka eivät näy kustannuksissa vaan puuttuvina tuottoina ja liikevoitoina. Kunnossapidon kustannuskäsitteeseen on sisällytetty kassasta maksettavien toiminnan kulujen lisäksi myös ne eurot, joita yrityksen kassaan ei saada johtuen edellä mainituista kokonaistehokkuuden hävikeistä siltä osin kun ne aiheutuvat kunnossapidosta. Näistä summista käytetään nimitystä epäkäytettävyyuskustannukset. (Järviö 2010, 10.)

Tavanomaisimpia epäkäytettävyyuskustannuksia ovat

- Tuotantoprosessin huono käytettävyys
- Tuotannossa syntyy huonoa laatua, jonka seurauksena tuote joudutaan tekemään uudelleen
- Sidottu pääoma (käyttöomaisuus ylimitoitettu ja varastot suuria)
- Hallitsematon resurssien käyttö
- Ylityökustannukset
- Tuotannon uudelleensuunnittelukustannukset
- Elinkaarikustannukset

(Järviö 2010, 12.)

Perinteisen käsityksen rinnalle on luotu uusi malli, jolla ehkäisevän kunnossapidon optimialuetta määritellään. Seuraavan sivun kuviossa (KUVIO 5) on perinteisten kustannuskuvaajien lisäksi kuvioon lisätty epäkäytettävyyuskustannukset. Epäkäytettävyyuskustannukset huomioiden ennakoivan kunnossapidon tavoitealue muodostuu kohtaan, jossa tuotannonmenetykset ovat alimmillaan.



KUVIO 5. Uusi käsitys ehkäisevän kunnossapidon tavoitealueesta (mukaillen, Järviö & Lehtiö 2012, 98)

3.5 Ennakkohuoltosuunnitelma

Ennakkohuollon määrä kasvaa tasaisesti. Nykyään kunnossapidon töistä ennakkohuoltoa tehdään noin 30–40 %. Ennakkohuollon tavoitteena on parantaa laitteiston käytettävyyttä. Hyvin suunnitellussa ennakkohuollossa on tärkeää määritellä oikea taloudellinen ja tuotannollinen huoltoaika. Liian aikaisin toteutettu huolto aiheuttaa seisokki- ja varaosakustannuksia, mutta liian pitkään viivytetyn huollon seurauksena laite saattaa rikkoontua. Silloin ennakkohuolto menettää merkitystään ja muuttuu korjaavaksi kunnossapidoksi. Ennakkohuollon suunnittelu ja toteuttaminen on vaativaa ja se kuuluu koko yrityksen systemaattiseen toimintaan. (Koneautomaation kunnossapito 2013.)

Ennakkohuoltoperusteet liittyvät yrityksen kunnossapitostrategiaan. Ennakkohuoltoon valittavilla laitteilla on suuri painoarvo yrityksen toiminnassa tai viranomaisten määräykset velvoittavat siihen. Viranomaiset ovat asettaneet tietyille laitteille pakollisia tarkastusvälejä. Määrätyin välein tarkistettavia laitteita ovat nostolaitteet, nosto-ovet, hissit, paloilmotuslaitteet, turvalaitteet, vahvavirtalaitteet ja kaupankäynnissä käytettävät vakauksen alaiset mittalaitteet, kuten vaakalaitteet. Kriittisillä laitteilla tarkoite-

taan kohteita, joiden rikkoutumisesta tai pysähtymisestä aiheutuu suuri haitta yrityksen toiminnalle. Jotta kriittiset laitteet konekannasta havaitaan, laitteet on kartoitettava, asetettava tärkeysjärjestykseen ja laadittava varautumissuunnitelma laitteen rikkoutumisen varalle. Haitan arviointi tehdään joko kokemukseen perustuen tai se perustuu seurannan avulla kerättyihin tilastoihin tai riskianalyysiin. Erityisen tärkeää on kartoittaa laitteet, joiden varaosilla on pitkä tilausaika, jotka työllistävät eniten tai jotka aiheuttavat eniten kustannuksia. (Koneautomaation kunnossapito 2013.)

Ennakkohuoltosuunnitelman jaksotukset perustuvat laitteiden kriittisyyteen, lain ja määräysten mukaisiin aikaväleihin, kokemuksen mukaisiin vikaantumisväleihin ja laitevalmistajien antamiin suosituksiin. Jaksotus tapahtuu joko kalenteriperusteisesti, käyttötunti- tai tuotantomääräperusteisesti. Kalenteriin perustuvan aikataulutuksen etu on mahdollisuus suunnitella työt, niiden resurssit ja materiaalit etukäteen. Aikataulutus toimii, kun kunnossapidon työntekijöille voidaan osoittaa etukäteen vähintään viikon työtehtävät. Kalenteriin perustuvan aikataulutuksen huonona puolena voidaan pitää aikataulun muuttumattomuutta. 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. Edellä mainittu ongelma voidaan ratkaista kunnon tai tuotantoprosessin tuotteen ominaisuuksien mittaamisella ja mukauttaa huolto-ohjelma tämän tiedon mukaan. Tämä on kuitenkin taloudellisesti perusteltua vain silloin, kun mittausjärjestelmä ei maksa enempää kuin mitä sillä voidaan säästää. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 233; Koneautomaation kunnossapito 2013.)

Kunnossapidon suunnittelu ja aikataulutus ovat ratkaisevia tekijöitä kustannustehokkaan kunnossapidon toteutuksessa, jotta vältetään tarpeettomat ja yllättävät kunnossapitoseisokit. Kunnossapitotoimet puolestaan suunnitellaan niin, että niillä on mahdollisimman pieni vaikutus tuotantoon ja laitteiden käytettävyyteen. (Wireman 2004, 2.)

Ennakkohuollettavien laitteiden tiedot ja huoltotehtävät ajoituksineen syötetään kunnossapitojärjestelmään, joka valvoo ja tulostaa työmääräykset, työohjeet ja tietolähteet. Järjestelmän ylläpitäjä tekee aikataulut ja päättää toteuttamisesta. Kun työ on saatu valmiiksi, se dokumentoidaan järjestelmään historiaseurantaa varten. Ennakkohuollon ei tule erottua muusta kunnossapidosta. Tietyt ennakkohuoltotoimet voivat

kuulua prosessihenkilöstön tehtäviin. Tällaisia ennakkohuoltotoimia ovat pienet voitelut, viritykset, säädöt sekä vikojen havainnointi ja raportointi vikailmoituksina. Vaativampia ennakkohuoltotoimia suorittavat kunnossapitohenkilöt omilla vastuualueillaan itsenäisesti. Kunnossapitohenkilö tarkistaa ja säätää laitteita joko ennalta laaditun ohjelman tai ammattitaitoonsa perustuvien havaintojen perusteella. (Koneautomaation kunnossapito 2013.)

3.6 Kunnossapitostrategian valinta

Ennakkohuoltostrategiaa luotaessa on tärkeää muistaa teoria, jonka mukaan 80 % vioista aiheutuu 20 % syistä. Ennakkohuollon onnistumisen kannalta on oleellista, että nämä vikaantuvat laitteet pystytään löytämään. Ennakkohuolto-ohjelman laatimista helpottaa, jos käytettävissä on kattava ja luotettava vikahistoria, josta selviää, miten ja kuinka usein laitteet rikkoontuvat. Usein käytössä olevat tiedot ovat kuitenkin epäluotettavia, joten suunnittelu on aloitettava alusta. Ennakkohuoltojen suunnitteluun on olemassa useita eri strategioita, kuten esimerkiksi luotettavuuskeskeinen kunnossapito RCM (Reliability Centered Maintenance) ja kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito TPM (Total Productive Maintenance). Luotettavuuskeskeinen kunnossapito on ennakoivan kunnossapidon suunnittelun menetelmä ja se korostaa suunnittelun osuutta kunnossapidettävyyden ja käyttövarmuuden hallinnassa. Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito pohjautuu laatuajatteluun ja sille on ominaista, että kaikkien tehtävänä on käyttövarmuuden jatkuva kehittäminen. (Järviö 2008, 16 -17.)

Kunnossapito-organisaation vastuulla on kehittää tarkka tietokanta jokaisen laitteen kunnossapitohistoriasta. Historiatiedosta kunnossapito-osasto saa tärkeää pohjatietoa laitekantaa koskeville päätöksille, jonka kautta kunnossapito voi myötävaikuttaa uusien laitteiden hankinnassa ja suunnittelussa. Tarkka laitehistoria auttaa myös varastonhoitoa ja ostotoimintaa, koska historiatiedon pohjalta vikaantuvat komponentit voidaan selvittää, jolloin ei tarvita kohtuuttoman suuria varaosavarastoja. Näillä keinoilla voidaan saavuttaa merkittäviä taloudellisia säästöjä yritykselle. (Wireman 2004, 3.)

Luotettavuuskeskeisessä kunnossapidossa kunnossapidon tavoitteet tulee määritellä sen mukaan mitä kone tekee, eikä mikä se on. RCM:n perimmäinen tarkoitus on käyttää ehkäiseviä menetelmiä tapahtumien poistamiseen, jotka aiheuttavat vikoja. Viat, jotka vaikuttavat toimintaan, turvallisuuteen ja ympäristöön, on asetettu etusijalle

ehkäisevän kunnossapidon tehtävissä. Ensisijaisena arvona RCM:ssä on ihmisten turvallisuus. Käytettävä metodologia on kuitenkin melko raskas, koska siinä yritetään ennustaa, mitä tulee tapahtumaan. (Honkonen 2004, 21- 22.)

Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito yrittää vakiinnuttaa koneiden toimintaympäristön pitämällä ne puhtaana ja samanaikaisesti tarkastamalla ne ihmisaistein. Korkean tuotantokoneiden kokonaistehokkuustavoitteen perusteella on mahdollista havaita koneiden krooniset viat, jotka muuten olisivat huomaamattomia. Järjestelmälliset toimintaohjeet auttavat tekemään kunnossapidon toimista toistettavia. Kunnossapitostrategiaa valittaessa hyödynnetään aiempia tietoja ja kokemuksia eri strategioiden menetelmistä. Usein lopullinen kunnossapitostrategia onkin yhdistelmä eri metodeista ja menetelmistä, kuten RCM ja TPM. (Honkonen 2004, 17- 23.)

Yksi vaihtoehto kunnossapitostrategian luomiselle on tehdä laitteille kriittisyysanalyysi. Kriittisyysanalyysissä tarkastellaan ja selvitetään vikaantumisen todennäköisyyttä, materiaalivahinkojen suuruutta, tuotantomenetyksiä, henkilöstö- ja ympäristöuhkaa sekä varalaitteiden saatavuutta. (Järviö 2008, 17.)

Standardin PSK 6800 kriittisyysanalyysi

Standardia PSK 6800 käytetään teollisuudessa laitteiden kriittisyysluokitteluun ja luokittelu standardissa toteutetaan pääsääntöisesti taloudellisten vaikutusten perusteella. Standardin määritelmän mukaan kriittisyys on ominaisuus, joka kuvaa kohteeseen liittyvän riskin suuruutta. Tarkasteltava kohde luokitellaan kriittiseksi, jos siihen liittyvä riski ei ole hyväksyttävällä tasolla. Tällaisiksi riskeiksi standardissa lasketaan mahdollisuus henkilön loukkaantumiseen, merkittäviin aineellisiin vahinkoihin ja tuotannon menetyksiin tai sillä on muita ei-hyväksyttäviä seurauksia. Standardin perusteella riskin suuruus tarkoittaa vikaantumisen vaikutuksen ja todennäköisyyden tuloa. Standardia käytetään muun muassa kunnossapitosuunnitelman lähtötietojen tuottamiseen. (PSK 6800 2008, 2- 3.)

Kriittisyystarkastelu aloitetaan määrittelemällä tarkastelun laajuus. Tarkastelussa voidaan tarkastella koko tehtaan konekanta tai tiettyjä osia siitä, kuten tuotantolinja. Seuraavaksi määritetään tuotannon menetyksen painoarvo W_p . Tätä menetelmää käytetään tuotantoprosessin kriittisyyden tarkasteluun, jolloin oletetaan, että käyttöhyödykeprosessit kuten höyryn, paineilman ja sähkön tuotannot toimivat. (PSK 6800 2008, 3.)

Tuotannon menetyksen painoarvokerroin W_p lasketaan kaavalla

(1)

jossa

P_1 on tuotantoyksikön painoarvokerroin,

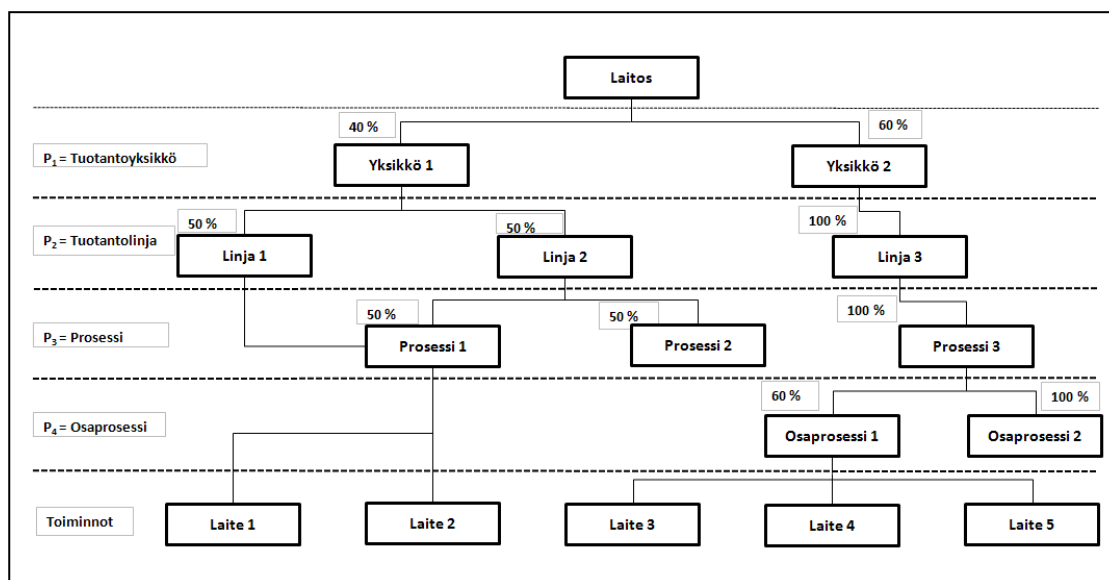
P_2 on tuotantolinjan painoarvokerroin,

P_3 on prosessin painoarvokerroin ja

P_4 on osaprosessin painoarvokerroin.

(PSK 6800 2008, 6.)

Painoarvokertoimet kuvaavat laitoksen prosessitekniisten toimintojen keskinäistä riippuvuutta ja ne osoitetaan prosessihierarkian mukaan siten, että koko laitoksen kannalta kriittinen laite saa painoarvon 100 %. Seuraavassa kuviossa (KUVIO 6) on esitetty prosessilaitoksen tuotannon vaikutuskertoimet. Kuvan malli on yleinen, jota tarvittaessa muokataan teollisuusaloittain. (PSK 6800 2008, 4.)



KUVIO 6. Tuotannon vaikutuskertoimet (PSK 6800 2008, 5)

Tuotantoyksikön painoarvokerroin P_1 on sen suhteellinen osuus koko laitoksen tuotoksesta. Painoarvokertoimia jaettaessa tuotantoyksiköiden kesken käytetään jakope-

rustana joko tuotannon määrää, arvoa tai siitä saatavaa tuottoa. Tuotantoyksikköjen painoarvokertoimien summa on 100 %. (PSK 6800 2008, 5.)

Tuotantolinjan P_2 painoarvokerroin on sen suhteellinen osuus tuotantoyksikön tuotoksesta, jakoperusteen ollessa tuotannon määrä tai siitä saatava tuotto. Tuotantolinjojen painoarvokertoimien summa on 100 %. (PSK 6800 2008, 5.)

Prosessin painoarvokerroin P_3 on riippuvainen sen lähtövirran välttämättömyydestä palvelimilleen kohteille, jos prosessin toimimattomuus pysäyttää tuotantolinjan toiminnan on sen painoarvo 100 %. Prosessit voidaan kytkeä joko rinnan tai sarjaan. Sarjaan kytkettynä prosessien painoarvokertoimet ovat samat. (PSK 6800 2008, 6.)

Osaprosessin P_4 painoarvo on riippuvainen sen lähtövirran välttämättömyydestä palvelimilleen kohteille ja jakoperusteena käytetään tuotannon määrää. Jos osaprosessin toimimattomuus pysäyttää koko prosessin tai tuotantolinjan, on sen painoarvo 100 %. Osaprosessit voidaan kytkeä joko rinnan tai sarjaan. Sarjaan kytkettynä osaprosessien painoarvokertoimet ovat samat. (PSK 6800 2008, 6.)

Laitteiden kriittisyyden määrittämiseen voidaan käyttää seuraavalla sivulla olevaa standardin taulukkoa (TAULUKKO 1), jossa on esitetty laitetaso kriittisyystekijät painoarvoineen, kertomineen ja valintakriteereineen. Taulukon arvot ovat yleisiä, joten niiden soveltuvuutta tarkasteltavaan prosessiin on syytä arvioida ja tarvittaessa muokata niitä vastaamaan omaa vaatimustasoa.

TAULUKKO 1. Laitetason kriittisyystekijät (PSM 6800 2008, 7)

Kohde	Painoarvo [W]	Vikaantumisväli [p]	Kerroin [M]	Valintakriteeri	
Turvallisuus- ja ympäristövaikutukset	Turvallisuusriskit $W_s = 30$	1= Pitkä vikaantumisväli esimerkiksi yli 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 $W_p = 0 \dots 100$	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 (esimerkki ≤ 3 h)	
			$M_p = 2$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston lyhyeksi ajaksi (esimerkki ≤ 10 h)	
			$M_p = 3$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston merkittäväksi ajaksi (esimerkki 10-24 h)	
			$M_p = 4$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi (esimerkki >24 h)	
	Laatukustannus $W_q = 30$		8= Lyhyehkö vikaantumisväli esimerkiksi 0-0,5 vuotta	$M_q = 0$	Laitteen toimimattomuus ei aiheuta lopputuotteen laatukustannuksia
				$M_q = 1$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 1 h)
				$M_q = 2$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 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 $W_r = 20$	$M_r = 0$		$M_r = 0$	Korjauskustannuksilla tai seurauskustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyksiin
				$M_r = 1$	Vähäiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 2 h)
				$M_r = 2$	Keskinkertaiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 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)

Laitteen kriittisyysindeksi K lasketaan kaavalla:

(2)

jossa

p on vikaantumisväli

W_s on turvallisuusriskin painoarvo

M_s on turvallisuusriskin kerroin

W_e on ympäristöriskin painoarvo

M_e on ympäristöriskin kerroin

W_p on tuotannon menetyksen painoarvo

M_p on tuotannon menetyksen kerroin

W_q on laatukustannuksen painoarvo

M_q on laatukustannuksen kerroin

W_r on korjaus- tai seurauskustannusten painoarvo

M_r on korjaus- tai seurauskustannusten kerroin.

(PSK 6800 2008, 7.)

Laitteiden kriittisyysindeksin laskeminen kannattaa suorittaa taulukkolaskentaohjelmalla. Standardin PSK 6800 mukana toimitetaan liiteosa, jossa on laitteiden kriittisyyden laskentaan soveltuva laskentapohja. Laskentapohjaan syötetään tarkasteltaville laitteille kertoimet käyttäen apuna taulukon 1 arvoja. Ohjelma laskee laitteiden kriittisyysindeksin ja sen osaindeksit käyttäen hyväksi annettuja parametreja. (PSK 6800 2008, 3.)

Kriittisyystarkastelun jälkeen, lopullinen laitteiden kriittisyysluokittelu tehdään lajittelemalla laitteet kriittisyysindeksin mukaiseen järjestykseen. Kriittisten laitteiden osalta kunnossapitostrategian määrittämiseksi tarkastelua voidaan jatkaa esimerkiksi TPM:n eli kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon keinoin.

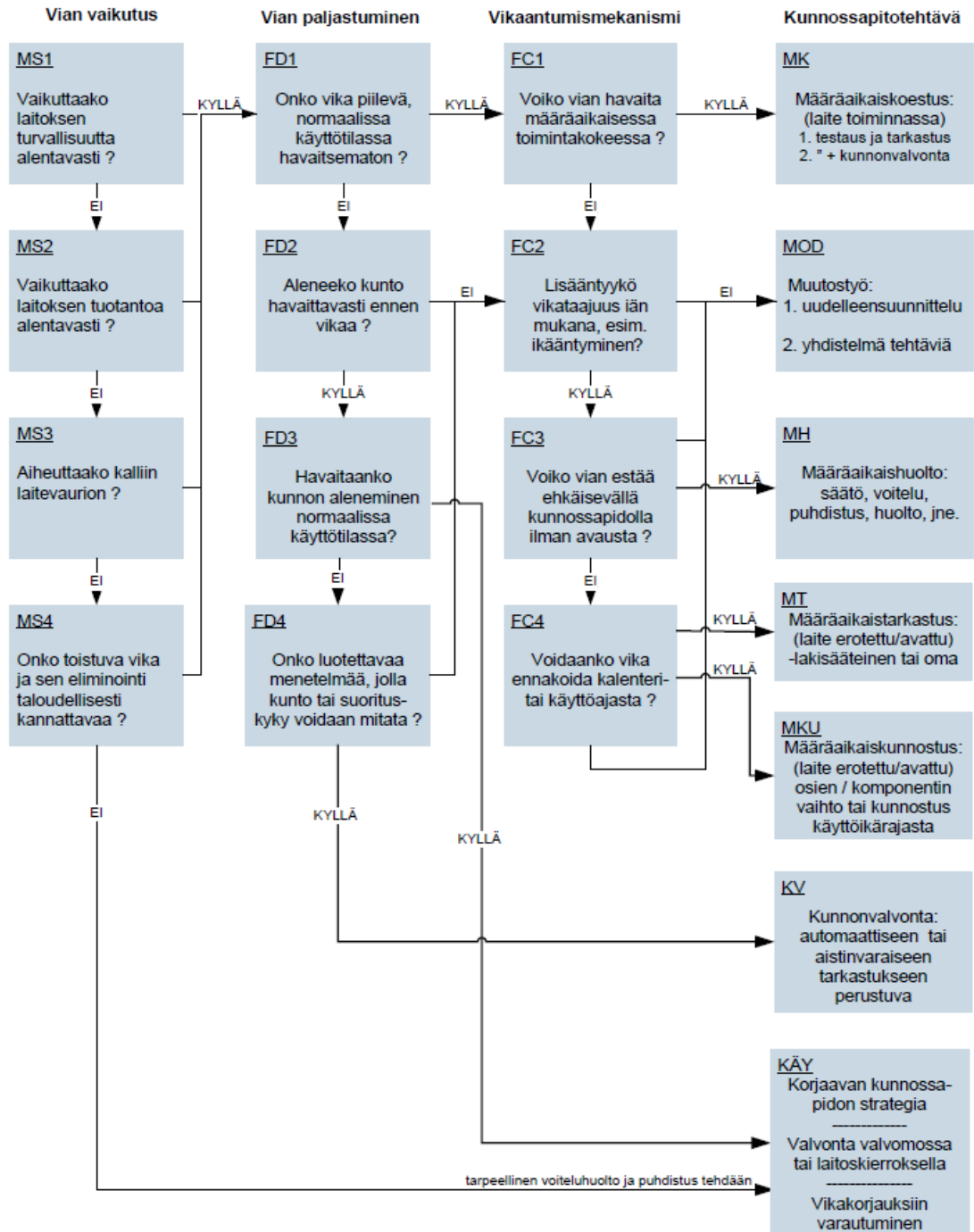
Kunnossapitotehtävien valinta logiikkapuun avulla

Laitteelle tehtävien kunnossapitotehtävien valinnan lähtökohtana voidaan pitää laitepaikalle asetettua toiminnallista vaatimusta. Kunnossapitotehtävien tarkoitus on paljastaa ja estää vikoja. Kunnossapitotehtävien valintaan on laadittu logiikkapuu (LTA = Logic Tree Analysis), joka on esitetty seuraavalla sivulla olevassa kuviossa (KUVIO 7). (Laakso, Reunanen & Rosqvist 2009, 21.)

Toiminnallisen vaatimusmäärittelyn täyttävien ja kustannustehokkaiden kunnossapitotehtävien valinnassa esitetään sarja peräkkäisiä kysymyksiä, joiden kyllä- tai ei-vastaukset ohjaavat kulkua logiikkapuussa vian vaikutuksen arvioinnista, vian paljastumistavan ja vikaantumismekanismien tunnistamisen kautta kunnossapitotehtävyytensä valintaan saakka. Kunnossapitotehtävää määriteltäessä tarvitaan ammattitaitoa, mikä edellyttää laitetekniikan sekä käytön ja kunnossapidon osaamista sekä tietoa kunnossapitokustannuksista. Logiikkapuun avulla voidaan valita oikeita tehtäviä vikojen estämiseksi paremmin kuin ilman menetelmän apua. (Laakso ym. 2009, 21.)

Jos logiikkapuun kysymysten kohdalla tulee vaikeuksia päättää, kumpi haara valitaan, kannattaa käydä läpi molemmat vaihtoehdot. Valintaprosessin lopussa mietitään kuitenkin vielä kerran, onko saavutettu kunnossapitotehtävä perusteltu. Avaavien määräaikaistarkastuksien ja määräaikaisten osien tai komponenttien vaihtojen tarvetta on syytä kyseenalaistaa laitteilla, joissa laitepaikan vikaantuminen ei vaikuta turvallisuuteen, päästöihin, käytettävyyteen tai aiheuta suuria korjauskustannuksia. Tällaisissa tapauksissa on syytä käyttää käytön- ja kunnonvalvontaa, kuten valvontaa laitoskierroksilla, alkavien vikojen havaitsemiseksi ja kunnossapitokustannusten alen- tamiseksi. Avaavat tarkastukset tai osien ja komponenttien vaihdot lisäävät kunnossapitokustannuksia ja tehtävissä voidaan aiheuttaa myöhempään vikaantumisiin johtavia kunnossapitovirheitä. Kunnossapitotehtävien valinta ja tulokset dokumentoidaan lomakkeelle, joka vastaa edellä kuvattua valintalogiikkaa. Lomakkeelle merkitään tekstien lisäksi logiikkapuun mukaiset polkukoodit havainnollistamaan päättelyn kul- kua ja helpottamaan kunnossapitotehtävän valinnan perusteiden ymmärtämistä. (Laakso ym. 2009, 22.)

Kunnossapitotehtävien päättelylogiikka (LTA)



KUVIO 7. Logiikkapuu kunnossapitotehtävien valitsemiseksi (Laakso ym. 2009, 22)

4 TYÖN SUORITTAMINEN

Aiheen opinnäytetyöhöni sain esimieheltäni mekaanisen kunnossapidon asiantuntijalta Mikko Hirvoselta. Hänen kanssaan työ rajattiin koskemaan vain mekaanisia laitteita, jolloin työn ulkopuolelle jäivät pakkaamon sähkö- ja automaatiolaitteet. Lannoitepakkaamo on olennainen osa lannoitteen valmistus- ja toimitusketjua, siksi lannoitepakkaamon mekaanisten laitteiden ennakkohuollon ja kunnossapidon organisointi kuuluu lannoitetehtaan mekaanisen kunnossapidon alaisuuteen. Lannoitetehtaan mekaanisen kunnossapidon organisaatio koostuu kunnossapitopäälliköstä, kahdesta kunnossapidon asiantuntijasta sekä viidestä asentajasta. Jokaisella asentajalla on omat vastualueensa, joiden ennakkohuollosta ja kunnossapidosta hän pääsääntöisesti vastaa. Oman kunnossapito-organisaation lisäksi lannoitetuotannon kunnossapidossa tehdään yhteistyötä useiden alihankkijoiden ja yhteistyökumppaneiden kanssa.

4.1 Lähtökohta ja tavoitteet

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli päivittää Yara Suomi Oy:n Siilinjärven lannoitepakkaamon mekaanisten laitteiden ennakkohuoltosuunnitelma ja tarkastella laitteiden kriittisyyttä pakkaamon toiminnan kannalta. Kriittisyystarkasteluun pohjautuen eri lannoitepakkaamon laitteille voidaan valita kunnossapitostrategia, kunnossapidon resurssien ja voimavarojen oikein kohdentamiseksi.

Yaralla kunnossapidon tavoite on taata tehtaiden turvallinen ja luotettava toiminta kustannustehokkaasti. Kunnossapidon toiminta pohjautuu kunnossapitosuunnitelmaan, jossa toiminnan kannalta kriittisille ja tärkeille laitteille on laadittu aikaperusteinen ennakkohuolto-ohjelma eli ennakkohuoltosuunnitelma. Lannoitepakkaamolla ennakkohuoltosuunnitelmaan kuului ennestään generoituvia ennakkohuoltotöitä toiminnan kannalta kriittisille ja tärkeille laitteille, mutta tehtävät toimenpiteet ja menetelmäkuvaukset olivat osittain puutteellisia. Myös järjestelmäpohjaisen ja suunnitelmallisen ennakkohuollon piiristä puuttui osa tärkeistä laitteista, joiden ennakkohuollon toteuttaminen ja laitteille tehtävät toimenpiteet olivat asentajan muistinvarassa. Laadittava ennakkohuoltosuunnitelma sisältää laitteiden ennakkohuollolliset työvaiheet ja niiden ajallisen jaksottamisen, kriittisyystason ja soveltuvan kunnossapitostrategian.

Opinnäytetyöni tavoitteena oli parantaa lannoitepakkaamon ennakkohuollon suunnitelmallisuutta, toimivuutta ja luotettavuutta. Näiden lisäksi laitekohtaiset ennakkohuoltotiedot mahdollistavat ennakkohuoltotöiden suorittamisen yli asentajan oman vastualueensa sekä kriittisten ja tärkeiden laitteiden ennakkohuoltotöiden perustamisen generoituviksi töiksi SAP-toiminnanohjausjärjestelmään.

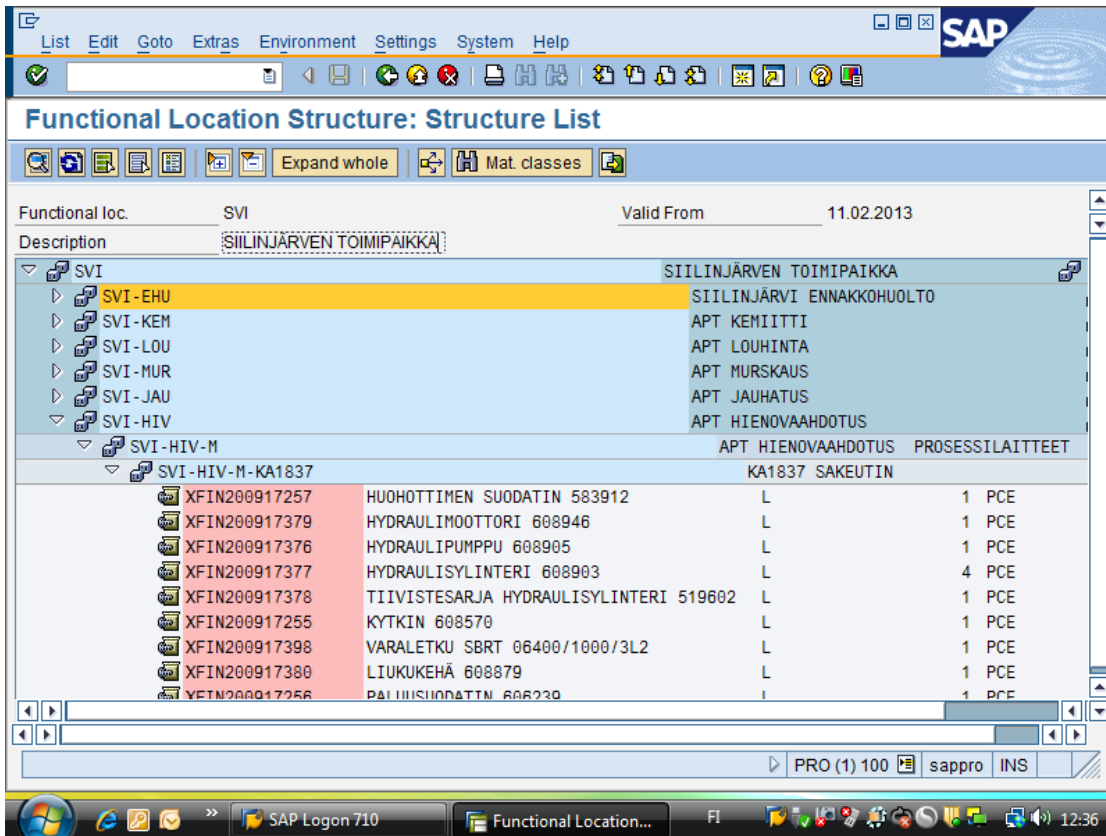
4.2 Pohjatiedon keruu ja perehtyminen toiminnanohjausjärjestelmään

Ennakkohuoltosuunnitelman päivittäminen alkoi perehtymisellä toiminnanohjausjärjestelmään, sen laitehierarkiaan ja olemassa oleviin ennakkohuoltotöihin sekä niiden ajalliseen jakotukseen. Järjestelmästä löytyi ennakkohuoltotöitä muun muassa kuljettimiin, säkitysautomaatteihin, viikkaus- ja saumauskoneisiin sekä suursäkkiautomaattiin. Työt koostuivat pääasiassa voitelu- ja öljynvaihtotöistä sekä erilaisista tarkastuksista.

Yara Suomi Oy:ssä on ollut käytössä vuodesta 2009 lähtien SAP R/3 6.0 toiminnanohjausjärjestelmä. SAP-lyhenne muodostuu englannin kielen sanoista Systems, Applications and Products, R tyyppimerkinnässä tarkoittaa Real-time data processing. SAP-toiminnanohjausjärjestelmä mahdollistaa yhdenmukaisen järjestelmän taloushallinnosta myyntiin ja valmistuksesta kunnossapitoon. SAP:n sovelluksen yhteen osaan tallennettu tieto on heti käytettävissä myös muissa järjestelmän osalualueissa. SAP-toiminnanohjausjärjestelmä koostuu eri moduuleista, kuten taloushallinto ja kunnossapito ja ne kootaan järjestelmään yrityksen tarpeiden perusteella. Yara Suomen käytössä olevat SAP-moduulit ovat myynti ja markkinointi, materiaalihallinta, tuotantosuunnittelu, kunnossapito, taloushallinto, kustannuslaskenta, käyttöomaisuuslaskenta ja projektinhallinta. (Yara Suomi Oy 2013 Intranet.)

Toiminnanohjausjärjestelmän kunnossapitomodulin alta löytyvät toimintopaikat, joiden alle toimintopaikalta löytyvät laitteet konepaikan mukaan on sijoitettu. Laitteen alta löytyvät vastaavasti laitteen varastossa olevat varaosat. Seuraavassa kuvassa (KUVA 8) on esitetty Yara Siilinjärven SAP-toiminnanohjausjärjestelmän hierarkiaraakenetta. Kaikki laitteelle tehtävät kunnossapitotyöt perustetaan vikailmoituksen kautta järjestelmään, näin laitteen vikaantumis- ja kunnossapitohistoria tallentuu järjestelmään. Laitteen kunnossapidon historiatiedon pohjalta voidaan analysoida laitteen vikoja, kunnossapitokustannuksia, vikaantumistaajuutta ja pohtia oikeaa kunnossapitostrategia kriittisyysanalyysiin pohjautuen. SAP-toiminnanohjausjärjestelmä generoi ennakkohuoltotyömääräimet työlistoille ennalta määriteltyjen ajan jaksojen mukaan.

Työmääräimestä selviää muun muassa laitteen konepaikka, tehtävät ennakkohuolto-työt ja ohjeistus tehtäviin töihin.



KUVA 8. Yara Siilinjärven Sap-toiminnanohjausjärjestelmän hierarkiarakenne

4.3 Ennakkohuoltosuunnitelman päivittäminen

Ennakkohuoltosuunnitelman päivittämisen runkona pidin lannoitepakkaamon mekaanisten laitteiden laiteluettelo, joka löytyy SAP-toiminnanohjausjärjestelmän kunnosapitomodulin alta. Järjestelmässä pakkaamon laitteet ovat jaettu neljään pääryhmään eli toimintopaikkaan niiden toiminnallisen loogisuutensa mukaan. Nämä neljä pääryhmää ovat lava, suursäkki, bulkki ja yhteiset. Toimintopaikan nimi kuvaa osaprosessia, johon toimintopaikan alta löytyvät laitteet kuuluvat, kuten 40 kg säkin säkitys ja lavaus, suursäkitys ja bulk eli irtolannoitteen käsittely. Yhteiset toimintopaikan alle on koottu laitteet, jotka eivät selvästi kuulu eri prosessin alle, vaan niitä tarvitaan koko pakkaamotoiminnossa.

Ennakkohuoltosuunnitelmaa laatiessa kävin läpi koko lannoitepakkaamon laitekan-
nan. Työni pohjaksi keräsin toimintopaikkojen alta löytyvät koneet ja laitteet konepai-
koittain ja siirsin ne Microsoft Excel -tietokantaan toimintopaikkojen mukaisiin ryhmiin.
Järjestelmässä lannoitepakkaamoon liittyviä mekaanisten laitteiden konepaikkoja
löytyi 96 kpl, mutta järjestelmän piiristä puuttui osa laitteista. Lannoitepakkaamon
laitteisto koostuu pääpiirteittäin Erkomat-suursäkkikoneesta, kahdesta Rowema-
säkitysaunasta ja Möllers-lavauslinjasta sekä irtolannoitteen käsittelylaitteista.
Kaikkiin edellä mainittuihin laitteistoihin kuuluu lisäksi erilaisia silloja, kuljettimia ja
lannoitevaakoja sekä varsinaista tuotantoa tukevat laitteistot, kuten imurijärjestelmät,
pölynpoisto ja pakkausmateriaalin käsittelylaitteisto.

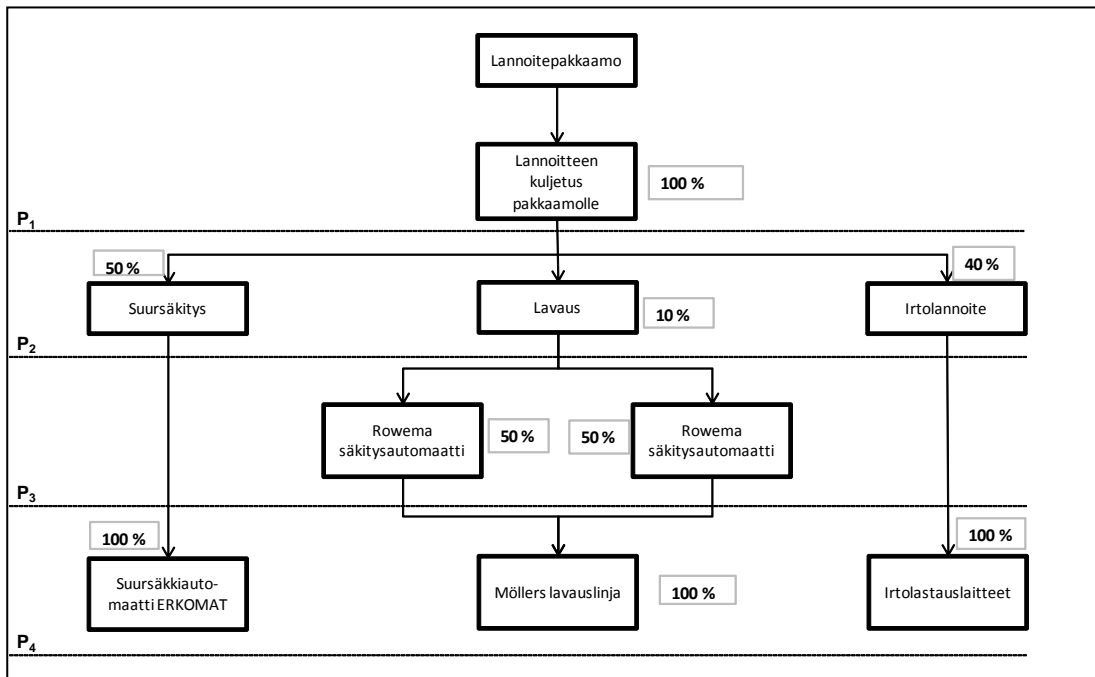
Ennakkohuoltosuunnitelman päivityksen aikana selvitin laitteisiin liittyvät ennako-
huolto- ja tarkastustoimenpiteet, jotka kirjasin konepaikoittain Excel-tietokantaan.
Työhöni kuului myös selvittää laitteille tehtävien ennakkohuoltotöiden jaksottaminen
eli laitteelle tehtävien töiden ajallinen suoritusväli. Laitteistojen ennakkohuoltotoimen-
piteiden ja ajallisen suoritusvälin määrittämisessä perehdyin laitteista löytyviin ohjekir-
joihin ja manuaaleihin sekä laitteiden tyyppikirjiin. Kaikista varsinkin vanhimmista
laitteista, kuten säkitysaunasta ja lavauslinjastosta ei löytynyt enää valmistajan
ohjekirjoja.

Kyseisten laitteiden ennakkohuoltotoimenpiteet pohjautuvat osaltaan toiminnanoh-
jausjärjestelmän historiatietoon, lannoitepakkaamolla aiemmin asentajana toimineen
Erkki Mönkkösen muistiinpanoihin ja omiin kokemuksiin ja havaintoihin. Omia koke-
muksia ja havaintoja lannoitepakkaamon laitteiden ja koneiden ennakkohuollosta on
karttunut reilun vuoden ajalta ja puolen vuoden ajan siitä toimin yhdessä edellä maini-
tun asentajan kanssa, ennen hänen eläkkeelle siirtymistään. Työskennellessäni van-
hemman asentajan kanssa, jolla oli yli 20 vuoden kokemus lannoitepakkaamon kun-
nossapidosta, sain kerättyä ja omaksuttua sitä hiljaista tietoa, jota syntyy pitkän työ-
historian myötä.

4.4 Laitteiden kriittisyysanalyysi ja kunnossapitostrategian valinta

Miettiessäni menetelmää, jonka perusteella lannoitepakkaamon laitteista voitaisiin
löytää toiminnan kannalta kriittiset ja tärkeät laitteet, sovelsin eri teorioita kunnossapi-
tostrategian valinnasta. Kriittisyystarkastelussa päätin selvittää tuotannon menetyk-
sen painoarvokertoimen W_p lannoitepakkaamon prosesseille standardin PSK 6800

mukaisesti. Seuraavassa kuviossa (KUVIO 8) on esitetty lannoitepakkaamon toimintojen keskinäistä riippuvuutta.



KUVIO 8. Lannoitepakkaamon toimintojen keskinäinen riippuvuus

Määritin tuotannon menetyksen painoarvokerroimet W_p kaavalla

(1)

jossa

P_1 on tuotantoyksikön painoarvokerroin,

P_2 on tuotantolinjan painoarvokerroin,

P_3 on prosessin painoarvokerroin ja

P_4 on osaprosessin painoarvokerroin.

(PSK 6800 2008, 6.)

Lannoitepakkaamon osaprosessien tuotannon menetyksien painoarvokertoimet:

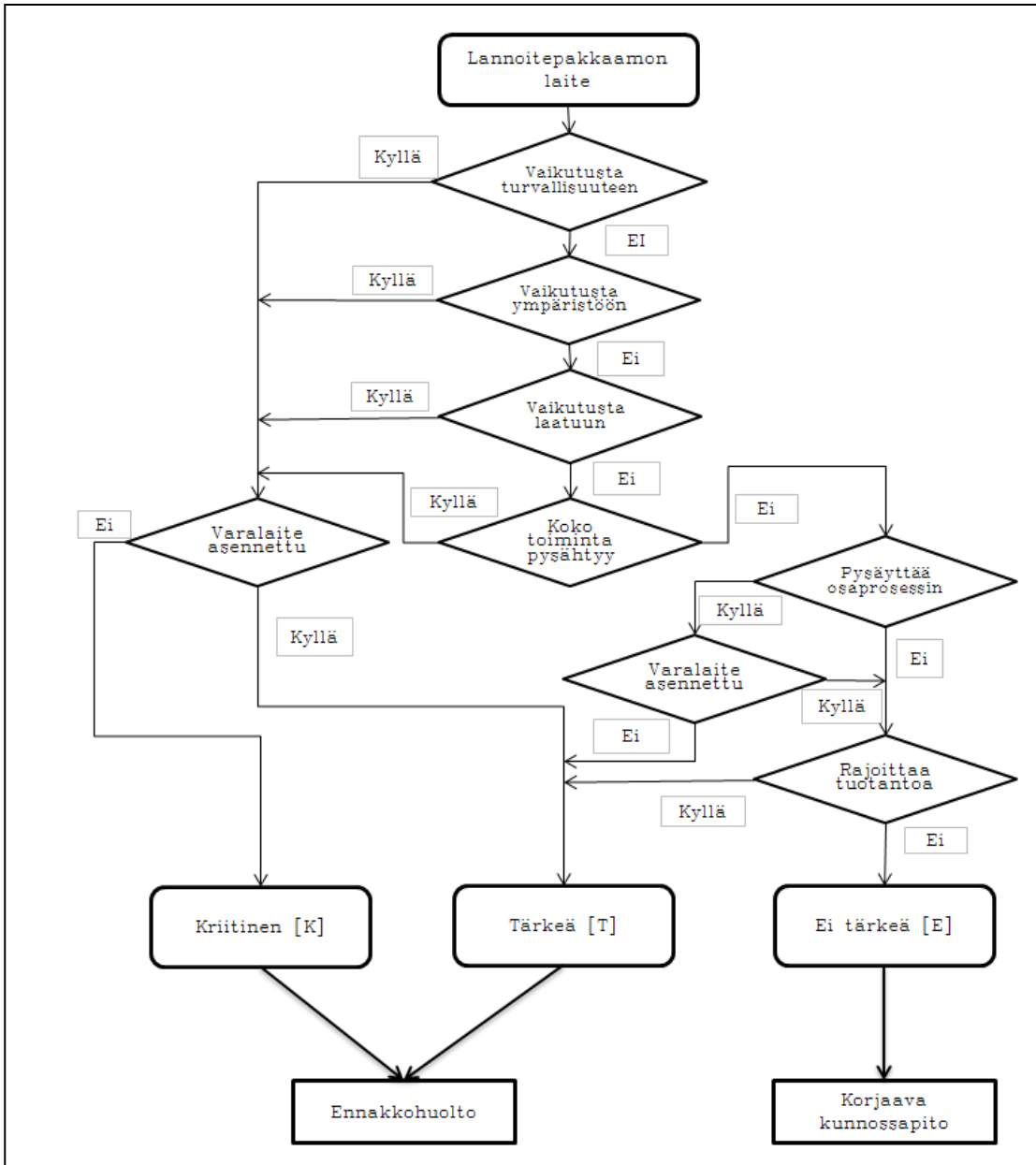
$$W_{suursäkki} = 1,0 \times 0,5 \times 1,0 = 0,5$$

$$W_{lavuslinja} = 1,0 \times 0,5 \times 0,1 \times 1,0 = 0,05$$

$$W_{irtolastaus} = 1,0 \times 0,4 \times 1,0 = 0,4$$

Tuloksista voidaan havaita, että suursäkitys ja irtolannoitteen lastaus ovat lannoitepakkaamon käytetyimmät prosessit ja häiriöt niiden laitteistoissa aiheuttavat suurimmat tuotannon menetykset. Myös kuvioista 8 voidaan todeta, että lannoitteen kuljetuslaitteistot irtovarastosta lannoitepakkaamolle ovat kriittisiä, koska niiden toiminnan pysähtyminen, pysähtyminen vähän ajan kuluttua myös koko pakkaamon toiminta.

Kriittisyystarkastelussa päätin käydä läpi koko lannoitepakkaamon laitekannan ja sen pohjalta ehdottaa kullekin laitteelle sopivaa kunnossapitostrategiaa. Kriittisyystarkastelua varten loin yksinkertaistetun päättelykaavakkeen, jossa esitetään kysymyksiä ja valittu vastaus kyllä tai ei johdattaa uuteen kysymykseen. Päättelykaavakkeen lopussa laite luokituu kriittiseksi, tärkeäksi tai ei-tärkeäksi laitteeksi. Kriittisille ja tärkeille laitteille sovelletaan kunnossapitostrategiana ennakkohuoltoa ja ei-tärkeille laitteille sovelletaan korjaavaa kunnossapitoa. Päättelykaavakkeessa on sovellettu Laakson, Reunasen ja Rosqvist 2009 esittämää kunnossapitotehtävien päättelylogiikkaa, standardia PSK 6800 ja Aallon esittämää arviointikaaviota laitteen kunnossapitostrategian valitsemiseksi. Seuraavan sivun kuviossa (KUVIO 9) on esitetty yksinkertaistettu päättelykaavake lannoitepakkaamon laitteiden kriittisyyden ja kunnossapitostrategian määrittämiseksi.



KUVIO 9. Päätelykaavake lannoitepakkaamon laitteiden kriittisyystarkasteluun ja kunnossapitostrategian valintaan.

Päätelykaavakkeen mukaan, jos laitteen vialla on vaikutusta turvallisuuteen, laatuun tai ympäristöön ja sille ei ole asennettu varalaitetta luokitellaan se kriittiseksi laitteeksi. Laite on kriittinen myös silloin, kun se pysäyttää koko pakkaamon toiminnan ja sille ei ole asennettu varalaitetta. Tällaisia laitteita lannoitepakkaamolla ovat muun muassa lannoitekuljettimet irtovarastosta pakkaamolle. Laite on tärkeä, jos siihen tullut vika pysäyttää osaprosessin tai rajoittaa osaprosessin tuotantoa. Jos laitteeseen tullut vika ei vaikuta edellä mainituilla tavoilla lannoitepakkaamon toimintaan, luokitellaan se ei-tärkeäksi laitteeksi.

Lannoitepakkaamon laitteiden kriittisyystarkastelua tehdessäni huomioin tuotannon menetyksen painoarvon ja päättelykaavakkeen tuloksen, kun päätin laitteen kriittisyystason ja sille soveltuvan kunnossapitostrategian. Laitteiden kriittisyystason ja sille soveltuvan kunnossapitostrategian merkitsin Microsoft Excel -pohjaiseen ennakkohuoltosuunnitelmaan. Tämän lisäksi loin samalla ohjelmalla taulukon, jolla voidaan laitekannasta hakea laitteita eri hakuperusteilla, kuten kriittisyys tai laitepaikka. Alla olevassa taulukossa (TAULUKKO 2) on esitetty kappalemääräisesti ja prosentiosuuksin lannoitepakkaamon laitekannan jakaantuminen kriittisiin, tärkeisiin ja ei-tärkeisiin laitteisiin. Taulukosta voidaan havaita, että suurin osa laitekannasta kuuluu lannoitepakkaamon toiminnan kannalta kriittisiin ja tärkeisiin laitteisiin, kun vastaavasti ei-tärkeiden laitteiden osuus on alle kuudesosa koko laitekannasta.

Taulukko 2. Lannoitepakkaamon laitekannan jakaantuminen prioriteetin mukaan

Prioriteetti	Kriittinen	Tärkeä	Ei- tärkeä	Yhteensä
Määrä (kpl)	17	69	15	101
Osuus (%)	16,8	68,3	14,9	100

Seuraavassa taulukossa (TAULUKKO 3) on ote päivitetystä ennakkohuoltosuunnitelmasta. Kuten taulukosta nähdään, ennakkohuoltosuunnitelmassa on laitteen positiio, sanallinen kuvaus laitteesta, ennakkohuollolliset toimenpiteet ja niiden ajallinen suoritusväli viikoissa, sekä laitteen kriittisyys ja sovellettava kunnossapitostrategia. Suunnitelmaan on lisätty myös käytettävä rasva- ja öljyalaatu, öljymäärät ja niiden varastonumerot.

Taulukossa oleva paineilmaverkosto on kriittinen lannoitepakkaamon toiminnan kannalta, koska jokaisessa prosessissa on laitteita, jotka ovat pneumaattisia. Näin ollen paineilman toimimattomuus pysäyttää koko pakkaamon toiminnan ja on perusteltua ottaa se ennakkohuollon piiriin. Paineilma tuotetaan lannoitetehtaalla kuivana, mutta lannoitepakkaamon pneumaattiset laitteet tarvitsevat voideltua paineilmaa toimiakseen. Sen vuoksi lannoitepakkaamolla on kolme sumuvoiteluyksikköä, joissa käytetään paineilmakoneiden voiteluöljyä, Pneumo 22. Sumuvoiteluyksikköön mahtuu noin litra voiteluöljyä, joten kokemukseen pohjautuen on perusteltua tarkistaa öljymäärä 26 viikon eli puolen vuoden välein.

Tuotekuljetin SA 106 kuljettaa lannoitteita irtovarastosta lannoitepakkaamon päiväsiiloihin. Kuljetin on kriittinen pakkaamon toiminnan kannalta, koska sen toimimattomuus pysäyttää koko pakkaamon toiminnan, eikä sille ole varalaitetta. Ennakkohuollon suorittaminen kyseiseen kohteeseen on perusteltua ja sen ennakkohuollollisia toimenpiteitä ovat veto- ja tukirummun laakereiden rasvaus, kiilahihnojen kunnan ja kireyden tarkastus, öljymäärän tarkastaminen sekä vuoden välein tehtävä öljynvaihto nestekyttimeen ja käyttövaihteeseen.

Vaunusiirtolaitteella RT 324 siirretään junanvaunuja, kun irtolannoitetta lastataan niihin. Laitteen toimimattomuus pysäyttää lannoitteen irtolastausprosessin raiteella 51. Laitte on tärkeä, vaikka irtolastausta voidaan suorittaa myös raiteella 50. Raide 50 on varattu pääsääntöisesti suursäkkien lastaamiseen junanvaunuihin, jolloin raiteen käyttö irtolastukseen rajoittaa lannoitesiiroja toimipaikkojen välillä. Vaunusiirtolaitteen ennakkohuoltoon kuuluu ketjupyörän ja kelkan rullien rasvaus, vetoketjun ja kiilahihnojen kireyden ja kunnan tarkastaminen ja öljymäärien tarkastaminen. Käyttövaihteelle ja nestekyttimeelle suoritetaan vuoden välein öljynvaihto.

Rullapinon kaatolaitteella SA 439 käännetään suursäkkiautomaatissa käytettävät tyhjäsäkkirullat vaakatasoon. Tyhjäsäkkirullat toimitetaan kolmen rullan pinona ja kaatolaitteella pinon kaataminen hoidetaan turvallisesti ja ilman säkkeihin kohdistuvia vaurioita. Rullapinon kaatolaitte on suursäkkityksen kannalta tärkeä ja siihen sovelletaan ennakkohuoltoa. Ennakkohuoltotoimiin kuuluu korvakkeiden ja saranoiden rasvaus, öljymäärän tarkastaminen ja öljynvaihto.

Roskalava Öhman ja jätemuovipaalain on luokiteltu ei-tärkeäksi laitteeksi. Luokitus perustuu siihen, että niiden toimimattomuus ei vaikuta suoraan lannoitepakkaamon toimintaan. Laitteita käytetään toiminnassa syntyvän jätemuovin säilömiseen ja sen puristamiseen pienempään tilaan. Laitteiden vikaantuessa voidaan käyttää muita jätemuovipaalaimia, mutta se aiheuttaa tarpeetonta jätemuovin siirtelyä lannoitepakkaamolla. Vaikka luokituksen mukaan laitteille sovelletaan korjaavaa kunnossapitoa, on ennakkohuoltosuunnitelmaan laitettu laitteen huoltotoimet jaksotuksineen. Tämä mahdollistaa laitteiden ottamisen ennakkohuollon piiriin, jos niiden toimintavarmuus koetaan tärkeäksi. Tämän lisäksi työkuorman salliessa asentaja voi suorittaa huolto- toimenpiteitä kyseisille laitteille, vaikka ne eivät varsinaisesti kuulu ennakkohuollon piiriin.

TAULUKKO 3. Ote ennakkohuoltosuunnitelmasta

Positio	Kuvaus	Toimenpiteet	Jakso	Kriittisyys	Kunnossapito-strategia
SVI-PYH-P-SA237	PAINEILMAVERKOSTO	Tarkasta ilmalinjojen sumuvoiteluyksiköiden öljymäärä, paineilmakoneiden voiteluöljy PNEUMO 22. Sumuvoiteluyksiköitä on 2 kpl pakkaamon 2. kerroksessa ja yksi laivoitushuoneessa.	26	Kriittinen	Ennakkohuolto
SVI-SEU-M-SA106	TUOTEKULJETIN	Rasvaa veto- ja tukirummun laakerit (täyteen) ja sähkömoottorin laakerit, laakerirasva XFIN100900090 EM GREASE 102X	12	Kriittinen	Ennakkohuolto
		Tarkasta käyttövaihteen öljymäärä, vaihteistoöljy SYPRES 220 XFIN100900050	4		
		Tarkista kiilahihnojen kunto ja kireys	4		
		Öljynvaihto käyttövaihte n. 75 litraa, vaihteistoöljy SYPRES 220 XFIN100900050	52		
		Öljynvaihto nestekytin n. 12,5 litraa, hydraulikkaöljy HYDRAULIC LIFT 32 XFIN100900057	52		
SVI-BUL-M-RT324	VAUNUNSIIRTOLAITE RAIDE 51	Rasvaa taittopään ketjupyörän sekä kelkan rullien ja sähkömoottorin laakerit, laakerirasva XFIN100900090 EM GREASE 102X	26	Tärkeä	Ennakkohuolto
		Tarkasta vetoketjun ja kiilahihnojen kireys sekä ketjupyörän kunto	13		
		Tarkasta käyttövaihteen öljymäärä, vaihteistoöljy SYPRES 220 XFIN100900050	26		
		Öljynvaihto käyttövaihte n. 100 litraa, vaihteistoöljy SYPRES 220 XFIN100900050	52		
		Öljynvaihto nestekytin n. 2,5 litraa (100% täyttö.) Hydraulikkaöljy HYDRAULIC LIFT 32 XFIN100900057 (WOITH) sulakeruuvi XFIN200913166	52		
SVI-SUU-M-SA439	RULLAPINON KAATOLAITE	Rasvaa sylinterin korvakkeet ja kaatolaitteen saranat, laakerirasva XFIN100900090 EM GREASE 102X	26	Tärkeä	Ennakkohuolto
		Tarkasta hydraulikkakoneikon öljymäärä (näkölas), hydraulikkaöljy HYDRAULIC LIFT 32 XFIN100900057	4		
		Öljynvaihto hydraulikkakoneikko n. 20 litraa, hydraulikkaöljy HYDRAULIC LIFT 32 XFIN100900057. Puhdista samalla hydraulikkaöljyn verkkosuodin liuotinpesuaineella.	52		
ROSKALAVA ÖHMAN (Seulonta-asema)		Rasvaa sylinterien korvakkeet, laakerirasva XFIN100900090 EM GREASE 102X	26	Ei-tärkeä	Korjaava kunnossapito
		Tarkasta hydraulikkakoneikon öljymäärä (näkölas), hydraulikkaöljy HYDRAULIC LIFT 32 XFIN100900057	26		
		Öljynvaihto hydraulikkakoneikko n. 25 litraa hydraulikkaöljy HYDRAULIC LIFT 32 XFIN100900057	52		
		Öljynsuodattimen vaihto Tyyppi: CS-050-P10-A	104		
JÄTEMUOVIIPAALAIN		Voitele käyttöketjut AT-2 Suoja- ja voiteluaineella	26	Ei-tärkeä	Korjaava kunnossapito
		Voitele puhdistusruuvi Molykote voitelurasvalla	26		
		Voitele liukupinnat, saranat ja lukitusosalvat AT-2 Suoja- ja voiteluaineella	26		

4.5 Ennakkohuoltotyöt

Lannoitepakkaamon ennakkohuoltotyöt koostuvat pääasiassa voiteluhuollosta, öljynvaihdoista ja monista tarkastus-, säätö- ja puhdistustöistä. Ennakkohuoltotyön yhteydessä on ilmoitettu voiteluaineen tai öljyn tyyppi sekä öljymäärät. Kriittisistä kohteista, kuten säkitysautomaatit, joissa tietyissä kohteissa on vältettävä yllirasvausta, on ilmoitettu myös voiteluaineen määrä grammoina. Työnvaiheeseen on lisätty myös tarvittavan voiteluaineen ja öljyalaadun varastonumero, jolla se on yksilöity toiminnanohjausjärjestelmään.

Voiteluhuoltoa tehdessä on tärkeää, että valitaan oikea tuote oikeaan paikkaan. Voiteluaineet ovat erilaisia, koska ne toimivat optimaalisesti eri olosuhteissa. Korkeassa lämpötilassa käytetty väärä voiteluaine voi aiheuttaa voitelujärjestelmän tukkeutumiseen. Ennen isoa huoltoseisokkia voiteluaineet kannattaa hankkia ajoissa, koska varsinkin erikoistuotteiden kohdalla varautuminen säästää ikäviltä yllätyksiltä. Yksi voiteluhuollon onnistumisen perusteista on varmistaa tuotteiden ja voitelukohteen puhtaus. (Lönqvist 2010, 36.)

Voiteluaineen yksi keskeisimmistä tehtävistä on suojata liukupintoja ulkopuolisilta epäpuhtauksilta, mutta se ei kuitenkaan korvaa puhtautta. Epäpuhtaudet tukkivat voitelukiertoa ja ne laukaisevat voiteluaineen käyttöikää pienentävän hapettumisen. Kriittisten ja isojen voitelujärjestelmien voiteluhuollon yhteydessä voiteluöljyt kannattaa suodattaa vielä kertaalleen. Vaikka voiteluaine tarkistetaan tehtaalla, siihen kertyy kondenssivettä ja epäpuhtauksia, joista päästään eroon suodatuksella. Voitelutuotteet tulisi varastoida mahdollisimman tasaisissa lämpötiloissa, koska lämpötilavaihtelut saavat aikaan öljyn erottumista rasvasta. Voitelurasvojen maksimi varastointiaika optimaalisissakin olosuhteissa on noin kaksi vuotta. Voiteluöljy on syytä sekoittaa pitkän varastoinnin aikana määrääjain, ei pelkästään käyttöön otettaessa. Voiteluhuollon ongelmatilanteissa kannattaa ottaa yhteyttä voiteluaineen toimittajaan ja käyttää hänen asiantuntemustaan hyödyksi. (Lönqvist 2010, 36.)

Jos voitelutuotteesta otetaan näytteitä, kannattaa näytteiden ottamiseen kiinnittää erityistä huomiota. Väärin otettu näyte on vahingollisempi kuin ottamatta jätetty näyte, koska näytteen analysoinnista tulee kustannuksia ja tuloksista tehdyt johtopäätökset voivat johtaa väärin toimenpiteisiin. Näytteenottoa helpottaa, kun se on suunniteltu ja etukäteen valmisteltu, näytepullot ja näytteenottoon tarvittavat apuvälineet ovat asianmukaisia ja puhtaita. Öljynäytepulloon ja sen saatekirjelmään on liitettävä riittä-

vät taustatiedot laitteesta, josta näyte on otettu. Perustietojen lisäksi öljyn käyttöolosuhteiden muutokset, öljyn lisäykset ja laitteelle tehdyt kunnossapitotoimenpiteet ovat tärkeitä tietoja tulkittaessa öljyanalyyseiden tuloksia. Vaikka voiteluöljystä ei teetetäisi- kään tarkkoja laboratorioanalyysyjä, voidaan sitä analysoida myös silmämääräisesti. Öljyn ulkonäössä kiinnitetään huomiota öljyn väriin, sameuteen, kiinteiden epäpuhtauksien määrään ja hiukkasten kokoon ja väriin. Öljyn sameus osoittaa veden läsnäolon ja tummunut väri johtuu hapettumisesta. Hapettuneella öljyllä on myös tyypillinen haju, mikä varmistaa silmämääräisesti tehtyä havaintoa. Suuri kulumahiukkasten määrä, hiukkasten koko sekä väri johdattaa kunnossapitäjän epäilemään kulumisongelmia ja selvittämään tarkemmin kulumishiukkasten laadun ja määrän. (Korpi, Manninen, Rinkinen & Suontama 2003, 6-9.)

Sähkömoottoreiden jälkivoideltavat laakerit voidellaan koneen käydessä. Voiteluaikaväli ja rasvamäärät ovat riippuvaisia laakerin koosta ja lajista, pyörimisnopeudesta, koneen käyntiasennosta ja ympäristöolosuhteista. Laakerien koot ja lajit saadaan selville koneen arvokilvestä, kun taas voitelutiheys ja rasvamäärä kerrotaan valmistajan ohjekirjassa. Pystyasennossa olevaa sähkömoottoria voidellaan noin kaksi kertaa useammin kuin vastaavaa vaaka-akselista konetta. Rullalaakerin voiteluaikaväli on puolet vastaavan kokoisen urakuulalaakerin voiteluaikavälistä. Sähkömoottoria on suositeltavaa voidella vähintään kerran vuodessa, vaikka koneen käyttö on vähäistä ja pieni pyörimisnopeus mahdollistaisi pidemmän voiteluvälin. Seuraavissa taulukoissa (TAULUKKO 4 ja TAULUKKO 5) on esitetty ABB:n suosittamat rasvamäärät ja rasvausvälit sähkömoottorin laakerityypin, koon ja pyörimisnopeuden perusteella.

TAULUKKO 4. Kuulalaakereilla varustettujen sähkömoottorien rasvaussuositukset (ABB Oy 2013, 17)

Runko- koko	Voiteluaineen määrä g/laakeri	kw	3600 r/min	3000 r/min	kw	1800 r/min	1500 r/ min	kw	1000 r/min	kw	500-900 r/min
Kuulalaakerit											
Voiteluväli käyttötunteina											
112	10	kaikki	10000	13000	kaikki	18000	21000	kaikki	25000	kaikki	28000
132	15	kaikki	9000	11000	kaikki	17000	19000	kaikki	23000	kaikki	26500
160	25	≤ 18,5	9000	12000	≤ 15	18000	21500	≤ 11	24000	kaikki	24000
160	25	> 18,5	7500	10000	> 15	15000	18000	> 11	22500	kaikki	24000
180	30	≤ 22	7000	9000	≤ 22	15500	18500	≤ 15	24000	kaikki	24000
180	30	> 22	6000	8500	> 22	14000	17000	> 15	21000	kaikki	24000
200	40	≤ 37	5500	8000	≤ 30	14500	17500	≤ 22	23000	kaikki	24000
200	40	> 37	3000	5500	> 30	10000	12000	> 22	16000	kaikki	20000
225	50	≤ 45	4000	6500	≤ 45	13000	16500	≤ 30	22000	kaikki	24000
225	50	> 45	1500	2500	> 45	5000	6000	> 30	8000	kaikki	10000
250	60	≤ 55	2500	4000	≤ 55	9000	11500	≤ 37	15000	kaikki	18000
250	60	> 55	1000	1500	> 55	3500	4500	> 37	6000	kaikki	7000
280	60	kaikki	2000	3500	-	-	-	-	-	-	-
280	60	-	-	-	kaikki	8000	10500	kaikki	14000	kaikki	17000
280	35	kaikki	1900	3200	-	-	-	-	-	-	-
280	40	-	-	-	kaikki	7800	9600	kaikki	13900	kaikki	15000
315	35	kaikki	1900	3200	-	-	-	-	-	-	-
315	55	-	-	-	kaikki	5900	7600	kaikki	11800	kaikki	12900
355	35	kaikki	1900	3200	-	-	-	-	-	-	-
355	70	-	-	-	kaikki	4000	5600	kaikki	9600	kaikki	10700
400	40	kaikki	1500	2700	-	-	-	-	-	-	-
400	85	-	-	-	kaikki	3200	4700	kaikki	8600	kaikki	9700
450	40	kaikki	1500	2700	-	-	-	-	-	-	-
450	95	-	-	-	kaikki	2500	3900	kaikki	7700	kaikki	8700

TAULUKKO 5. Rullalaakereilla varustettujen sähkömoottorien rasvaussuositukset (ABB Oy 2013, 17)

Rullalaakerit											
Voiteluväli käyttötunteina											
160	25	≤ 18,5	4500	6000	≤ 15	9000	10500	≤ 11	12000	kaikki	12000
160	25	> 18,5	3500	5000	> 15	7500	9000	> 11	11000	kaikki	12000
180	30	≤ 22	3500	4500	≤ 22	7500	9000	≤ 15	12000	kaikki	12000
180	30	> 22	3000	4000	> 22	7000	8500	> 15	10500	kaikki	12000
200	40	≤ 37	2750	4000	≤ 30	7000	8500	≤ 22	11500	kaikki	12000
200	40	> 37	1500	2500	> 30	5000	6000	> 22	8000	kaikki	10000
225	50	≤ 45	2000	3000	≤ 45	6500	8000	≤ 30	11000	kaikki	12000
225	50	> 45	750	1250	> 45	2500	3000	> 30	4000	kaikki	5000
250	60	≤ 55	1000	2000	≤ 55	4500	5500	≤ 37	7500	kaikki	9000
250	60	> 55	500	750	> 55	1500	2000	> 37	3000	kaikki	3500
280	60	kaikki	1000	1750	-	-	-	-	-	-	-
280	70	-	-	-	kaikki	4000	5250	kaikki	7000	kaikki	8500
280	35	kaikki	900	1600	-	-	-	-	-	-	-
280	40	-	-	-	kaikki	4000	5300	kaikki	7000	kaikki	8500
315	35	kaikki	900	1600	-	-	-	-	-	-	-
315	55	-	-	-	kaikki	2900	3800	kaikki	5900	kaikki	6500
355	35	kaikki	900	1600	-	-	-	-	-	-	-
355	70	-	-	-	kaikki	2000	2800	kaikki	4800	kaikki	5400
400	40	kaikki	-	1300	-	-	-	-	-	-	-
400	85	-	-	-	kaikki	1600	2400	kaikki	4300	kaikki	4800
450	40	kaikki	-	1300	-	-	-	-	-	-	-
450	95	-	-	-	kaikki	1300	2000	kaikki	3800	kaikki	4400

4.6 Ennakkohuollossa käytetyt voiteluaineet

Lannoitepakkaamon rasvaushuollossa käytetään pääasiassa Teboilin valmistamaa EM Grease 102 X laakerirasvaa, joka on optimoitu litiumkompleksiperustainen erikoisrasva erityisesti teollisuuden sähkömoottoreiden voiteluun. Se soveltuu kuitenkin erinomaisesti yleisrasvaksi laajalla käyttölämpötila-alueella. Rasvan laajan käyttölämpötila-alueen johdosta se soveltuu käytettäväksi niin sisällä kuin ulkona oleville laitteille. Olkatappien, pallonivelten ja tappilaakereiden rasvaukseen pakkaamalla käytetään Teboil Universal M rasvaa, joka on molybdeenisulfidia sisältävä alustarasva. (Teboil 2013.) Pölyruuvien laakereiden ja viikkaajien kuulamutterien rasvauksessa käytetään SKF:n yhden pisteen voiteluautomaattia kolmen kuukauden aika-asetuksella. Voiteluautomaatin toiminta perustuu kaasukennoon, joka tuottaa suuri molekyylisiä kaasua. Kaasu työntää säädetyllä ajan arvolla voiteluainetta voitelukohteeseen. Käytössä olevat voiteluautomaatit ovat tyypiltään LAGD 125/WA2, voiteluainesäiliön koko on 125 ml ja ne täytetty EP-lisäaineistetulla LGWA 2 yleisrasvalla (SKF 2013). Paineenkesto eli EP-lisäaineet muodostavat voideltavien metallipintojen kanssa kemiallisen kalvon, joka tehokkaasti estää tehokkaasti kiinnileikkautumista. EP-lisäaineiden on tarkoitus kasvattaa öljyn kuormankantokykyä. (Oy Teboil Ab 2013.)

Lannoitepakkaamalla vaihteistoöljynä käytetään Teboil Pressure Oil vaihteistoöljyjä, niistä on käytössä ISO VG -luokaltaan 100 ja 150. ISO VG -luokka ilmoittaa öljyn viskositeettiluokan 40 °C:ssa. Ne soveltuvat parhaiten käytettäväksi raskaaksi kuormitetuissa kierukka- ja hammasvaihteissa sekä kiertovoitelujärjestelmissä. Näiden mineraalipohjaisten vaihteistoöljyn lisäksi käytetään Teboilin valmistamaa syntetistä Sypres 220 vaihteistoöljyä, erityisesti ulkona olevissa kohteissa, joissa on suuria vaihteluita ympäristön lämpötiloissa. (Oy Teboil Ab 2013). Hydraulikkaöljynä muun muassa variaattoreissa ja hydraulikkakoneikoissa käytetään Hydraulic Lift 32. Lannoitepakkaamon paineilmatoimiset laitteet tarvitsevat voitelu, sen vuoksi paineilmaverkkoon syötetään voiteluainetta sumuvoiteluyksiköiden avulla. Niissä käytettävä öljy on Pneumo 22, joka on paineilmatyökalun voiteluun tarkoitettu öljy.

4.7 Työturvallisuus

Yara Suomi Oy:ssä turvallisuus on osa yrityksen arkipäivää ja se otetaan huomioon kaikessa toiminnassa. Suunnitelmallisella ja ennakoivalla työsuojelutoiminnalla luodaan edellytykset turvalliselle työskentelylle. Yaran turvallisuustoiminta tähtää nolla

tapaturmatavoitteeseen. Ennakkohuoltotöiden turvallinen suorittaminen edellyttää niihin liittyvien riskien ja vaaratekijöiden ennakkointia ja tiedostamista. Apuvälineenä riskien tunnistamiseen on Yaralla käytössä työluapakäytäntö ja SSJA (Simplified Safe Job Analysis) eli työn turvallisuusarvio. Pääsääntöisesti työluupa tarvitaan aina, kun työssä käytetään työkaluja, esimerkiksi kiintoavainta tai rasvaprässiä, mutta tulitöihin tarvitaan aina tulityöluupa. Työluuvan myöntää toiminnon asiantuntija ja työluvassa määritellään työn riskit, työkohteen esivalmistelut ennen työn aloittamista ja suoritettavat varotoimenpiteet.

Työntekijä tai työntekijäryhmä täyttää työkohteessa SSJA, jossa käydään läpi vielä kerran työhön liittyvät riskit ja varotoimenpiteet. Tietyissä tapauksissa voi ennakkohuoltoa suorittaa koneen käydessä, esimerkiksi voiteluhuoltoa sähkömoottoreille, mutta pääkäytäntönä on, että laite huolletaan pysähtyneenä. Ennen laitteen huoltoa sen käyttövoima on erotettava ja patoutuneet energiat on purettava, kuten hydraulikka, pneumatiikka ja mekaaninen liike. Käyttövoimasta laite erotetaan turvakytkintä kääntämällä ja turvalukitseamalla se tai poistamalla sulakkeet sähkösyötöstä. Työskennellessä käytetään henkilökohtaisia suojavälineitä, kuten työvaatetusta, kypärää, suojalaseja, ja turvakengkiä, sekä lisäksi työluvassa määriteltyjä suojavälineitä, kuten korkealla työskennellessä putoamissuojusta. Korkealla työskennellessä työkohteeseen tilataan tilapäiset telineet, jotta työ voidaan suorittaa turvallisesti. Työskenteilyn aikana on huolehdittava, etteivät öljy ja rasva pääse liikaamaan prosessia ja ettei niitä jää kulku- ja työskentelytasolle aiheuttamaan tapaturmavaaraa. Työn jälkeen työkohteeseen palautetaan työtä edeltävään tilaan ja työpaikka siivotaan. Erityistä huomiota on kiinnitettävä, että kaikki suojalaitteet ja turvarakenteet ovat paikallaan, esimerkiksi hihna- ja kitasuojat. Työn jälkeen toiminnon asiantuntija lopettaa työluuvan.

4.8 Ennakkohuollon jätehuolto

Ennakkohuoltotöissä syntyy paljon jätteitä, joiden oikeasta lajittelusta ja kierrättämisestä on huolehdittava. Syntyvät jätteet jaotellaan hyötykäyttö-, ongelma- ja sekajätteiksi. Hyötykäyttäjätteiksi lasketaan puupitoinen, metalli-, muovi-, energiajäte sekä pahvi- ja paperijäte. Ongelmajätteitä puolestaan ovat öljypitoiset jätteet, maalit, liuotimet, akut, paristot ja kemikaalit. Yaralla jäteöljyt kerätään toiminnoista löytyviin 1000 litran jäteöljykontteihin, joiden tyhjennyksestä vastaa Ekokem OY.

Öljyiset pyyhkeet, suodattimet ja tyhjät voitelurasvapatriunat toimitetaan kiinteään öljyisen jätteen keräyspisteisiin. Metalliriemu lajitellaan ja toimitetaan Kuusankoski Oy:lle. Muovi- ja pahvijätteille löytyy omat keräyspisteensä, kuten myös puu- ja seka-jätteelle.

4.9 Kehitysideoita

Tämän opinnäytetyön ja työkokemukseni perusteella esille on tullut seuraavanlaisia kehitysideoita. Kun tehdyn ennakkohuoltosuunnitelman pohjalta luodaan ennakkohuoltotöitä toiminnanohjausjärjestelmään, huomiota kannattaa kiinnittää töiden tasaiseen jakautumiseen koko kalenterivuodelle. Näin menetellen kunnossapitäjän työkuorma säilyy tasaisena, kun suunnitellun ennakkohuollon lisäksi tehtäväksi tulee myös korjaavan kunnossapidon töitä. Ennakkohuoltotöiden perustamisessa kannattaa pohtia myös töiden loogista reitittämistä, jolloin työtehtävät liittyvät toisiinsa tehtävän työn tai fyysinen sijaintinsa perusteella. Tämä nopeuttaa töiden tekemistä, esimerkiksi rasvaus ja öljynvaihtotöissä, kun huoltotyöt tehdään samalla kertaa kuljetinryhmille, fyysisesti vierekkäisille tai identtisille laitteille.

Lannoitepakkaamon käytetyin osaprosessi on suursäkitys. Se toimii täydellä kapasiteetilla lähes ympäri vuoden, lukuun ottamatta huolto- ja korjaustaukoja. Huomioiden perusteella Erkomat-suursäkkiautomaatin huolto-ohjelmaan tulisi lisätä suunniteltu kesäseisokki, jossa tehdään huolto- ja tarkastustöitä. Osa suursäkkikoneen osista on vaihdettava tai vähintään tarkastettava nykyisellä käyttömäärällä noin kerran vuodessa, tällaisia osia ovat muun muassa lineaarijohteet ja niiden pyöräyksiköt. Suunnitellun seisokin aikana koko koneen huolto, toiminnan ja kulumisen tarkastaminen onnistuu paremmin, kuin yksittäisten lyhyiden ajotaukojen aikana.

Ennakkohuoltotöiden sujuvuuden parantamiseksi lannoitepakkaamolla kannattaa harkita rasvauskohteiden putkituksia, pohjaventtiilien lisäämistä vaihdelaatikoihin ja yhden pisteen rasvausautomaattien laajempaa käyttöä. Nämä toimet nopeuttavat töiden suorittamista, lisäävät työturvallisuutta ja parantavat ergonomiaa. Tällaisia kohteita on muun muassa kuljettimilla ja lavauslinjastolla.

Laitteiden alkavien vikojen ja oireiden havainnointi, ennen kuin vika pysäyttää koneen toiminnan, on ehkäisevän kunnossapidon avainasia. Tämän vuoksi olisikin erittäin toivottavaa, että koneidenkäyttäjät raportoisivat havaitsemistaan vioista vikailmoituksina toiminnanohjausjärjestelmään tai suoraan kunnossapitäjälle. Tällöin vian kor-

jaamisen ajankohta ja resurssit voidaan suunnitella etukäteen. Toinen yhtä tärkeä asia on kunnossapitotöiden toimenpiteiden ja menetelmien raportointi työmääräimelle, jotta laitteiden vika- ja korjaushistoriaa saadaan kerättyä ja hyödynnettyä.

Lannoitepakkaamon 40 kg säkitysaunattien ja lavauslinjaston korkea ikä laskee niiden luotettavuutta, sillä ne on otettu käyttöön jo vuonna 1984. Laitteistot ovat toimintakuntoisia, mutta vuosikymmenien käyttö näkyy kulumisena ja yllättävinä toimintahäiriöinä. Häiriöitä ilmenee sekä mekaanisissa laitteissa että myös sähkö- ja automaattilaitteissa. Osalle säkityslinjan laitteista ei ole saatavissa enää varaosia, kuten säkitysvaivat, mikä lisää epävarmuutta toiminnan suhteen. Toiminnan käyttövarmuuden nostamiseksi laitteistojen uusiminen tulee lähitulevaisuudessa ajankohtaiseksi, jotta lavapakkausten valmistaminen onnistuu jatkossakin Siilinjärvellä.

5 YHTEENVETO

Yara Suomi Oy:n Siilinjärven lannoitepakkaamolla pakataan lannoitteita kotimaan peltoviljelyyn sekä toimitetaan irtolannoitteita vientiin ulkomaille. Lannoitepakkausten toimitusvarmuus edellyttää korkean käytettävyyden pakkauskoneita, joilla voidaan tehdä mahdollisimman häiriötöntä tuotantoa toimitussuunnitelmien mukaisesti. Laitteiden korkea käytettävyys edellyttää tehokasta ja suunnitelmallista kunnossapitoa, jossa toiminnan pääpaino on ehkäisevän kunnossapidon metodeissa.

Tämän opinnäytetyön tuloksena lannoitepakkaamon laitteille on laadittu Microsoft Excel -pohjainen ennakkohuoltosuunnitelma, josta selviää ennakkohuoltotoimenpiteet laitekohtaisesti sekä niiden ajallinen suoritusväli. Toimenpiteet perustuvat laitetoimitajien suosituksiin, huolto-ohjeisiin ja käytännön kokemuksiin. Työhön kuului myös laitteiden kriittisyyden arviointi, jonka pohjalta ehdotin laitteille soveltuvaa kunnossapitostrategiaa. Kriittisyyden arvioinnissa ja kunnossapitostrategian valinnassa on käytetty yksinkertaistettua päättelykaavaketta, jonka teossa on sovellettu standardia PSK 6800 sekä logiikkapuuanalyysia. Työn perusteella kunnossapitostrategiana käytetään kriittisten ja tärkeiden laitteiden osalta ennakkohuoltoa, kun puolestaan ei-tärkeät laitteet kuuluvat korjaavan kunnossapidon piiriin.

Opinnäytetyön pohjalta lannoitepakkaamon kriittisten ja tärkeiden laitteiden ennakkohuoltotyöt voidaan perustaa generoituviksi töiksi SAP-toiminnanohjausjärjestelmään. Tämä mahdollistaa historiatietojen tallentamisen, joita syntyy havainnoista ja huomiosta laitteen kunnosta ennakkohuollon yhteydessä. Kunnossapitäjä voi hyödyntää tehtyä ennakkohuoltosuunnitelmaa ohjekirjana, josta voi pikaisesti tarkistaa laitteeseen liittyvää tietoa, esimerkiksi käytettävän öljyalaadun. Työn avulla lannoitepakkaamon ennakkohuollosta tulee entistä järjestelmällisempää ja suunnitellumpaa.

LÄHTEET

Aalto, H. 1997. Kunnossapitotekniikan perusteet. Rajamäki. Kp-Tieto Oy.

ABB Oy. 2013. Pienjännitemoottorit käyttöohje [verkkodokumentti.] [Viitattu 3.3.2013].

Saatavissa:

[http://www05.abb.com/global/scot/scot259.nsf/veritydisplay/742083e5ed30ca63c12579ed003dbee0/\\$file/Standard_Manual_Low_Voltage_FI_revE%20lores.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot259.nsf/veritydisplay/742083e5ed30ca63c12579ed003dbee0/$file/Standard_Manual_Low_Voltage_FI_revE%20lores.pdf)

Honkanen, T. 2004. Modelling Industrial Maintenance Systems and the Effects of Automatic Condition Monitoring. Väitöskirja. Helsinki University of Technology. Helsinki. Picaset Oy. [verkkodokumentti.] [Viitattu 12.3.2013]. Saatavissa:

<https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/2386/isbn9512268167.pdf?sequence=1>

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

Järviö, J. 2010. Piilossa vai ei? Näkyvät ja näkymättömät kustannukset kunnossapidossa [verkkodokumentti] Promaint. 2010 nro 3, 10-12. [Viitattu 27.2.2013.] Saatavissa: www.promaint.net/downloader.asp?id=3527&type=1

Järviö, J. 2008. Ehkäisevä kunnossapito ja sen suunnittelu Osa1 [verkkodokumentti.]

Promaint. 2008 nro 3, 16-17. [Viitattu 20.2.2013.] Saatavissa:

http://www.promaint.net/alltypes.asp?d_type=1&menu_id=734ழ

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T. & Åström, T. 2007. Kunnossapito. 4. uudistettu painos. Helsinki. Kp-Media Oy.

Järviö, J. 2004. Kunnossapito. 2. täydennetty painos. Rajamäki. KP-Media Oy.

Koneautomaation kunnossapito. 2013. Koneautomaation kunnossapito- verkko-oppimateriaali [verkkodokumentti.] [Viitattu 16.2.2013.] Saatavissa: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/koneautomaatio/ennakkohuolto.html>

Korpi, A., Manninen, A., Rinkinen, J. & Suontama, K. 2003. Kunnossapitokoulu Öljyjen kunnonvalvonta [verkkodokumentti.] Kunnossapito. 2003. nro 1, 6-9. [Viitattu 22.2.2013.] Saatavissa: http://www.promaint.net/alltypes.asp?menu_id=709

Kunnossapitoyhdistys Promaint ry. 2003. Kalvosarja Kunnossapito Suomessa, 11 [verkkodokumentti.] [Viitattu 17.2.2013.] Saatavissa: www.promaint.net/downloader.asp?id=1172&type=1

Laakso, K., Reunanen, M. & Rosqvist, T. 2009. Tavoiteohjattu kunnossapito- osa 4 Kunnossapito-ohjelman tehtävien suunnittelu [verkkodokumentti.] Promaint. 2009. nro 6, 21- 22. [Viitattu 24.2.2013.] Saatavissa: http://www.promaint.net/alltypes.asp?d_type=1&menu_id=785ഞ

Lönnqvist, M. 2010. Voiteluhuollon tarkistuslista – Muista ainakin nämä [verkkodokumentti.] Promaint. 2010 nro 8, 36. [Viitattu 15.2.2013.] Saatavissa: http://www.promaint.net/alltypes.asp?d_type=1&menu_id=847ເ

Moubray, J. 1997. Reliability-centered Maintenance. Second Edition. New York. Industrial Press Inc.

Opetushallitus. 2013. Kunnossapito Kunnossapidon käsitteet ja määritelmät [verkkodokumentti.] [Viitattu 15.2.2013.] Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_2-1_kunnossapidon_kasitteet_ja_maaritelmat.html

Oy Teboil Ab. 2013. Oy Teboil Ab:n kotisivu [verkkodokumentti.] [Viitattu 11.2.2013.] Saatavissa: http://www.grisco.ee/catalogues/teboil_2010_fin.pdf

PSK 6201. 2011. Kunnossapito Käsitteet ja määritelmät. 3. painos. PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK 7501. 2010. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. 2. painos. PSK Standardisointiyhdistys ry.

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

SFS- EN 13306. 2010. Kunnossapito Kunnossapidon terminologia.

2. painos. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SKF. 2013. SKF: n kotisivu[verkkodokumentti.] [Viitattu 11.2.2013]. Saatavissa:

<http://www.skf.com/files/872468.pdf>

Yara Suomi Oy. 2013. Yara Suomi Oy:n kotisivu [verkkodokumentti].

[Viitattu 3.2.2013.] Saatavissa: <http://www.yara.fi/about/index.aspx>

Yara Suomi Oy. 2013. Yara Suomi Oy:n Intranet [verkkodokumentti].

[Viitattu 4.2.2013.]

Yara Suomi Oy. 2012. Leipä leveämmäksi 2012 nro 1, 2 [verkkodokumentti].

[Viitattu 3.2.2013.] Saatavissa:

http://webtoprint.yara.com/kunder/yara/display_pages.php?pages_dir=ymark%2Fj2012%2Fm03%2Ft22%2F0014943_2%20pages&wi=100&he=95

Wireman, T. 2004. Total Productive Maintenance. Second Edition. New York. Industrial Press Inc.

